

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΗΣ:

ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

Επίδραση του *spirotetramat* σε βιολογικά
χαρακτηριστικά του *Coccinella septempunctata*

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 2013005


«ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΉΣ
ΕΥΘΥΝΗΣ

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

Όνομα & Επώνυμο Συγγραφέα (Με Κεφαλαία):

ΓΕΩΡΓΙΑ ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):



Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

13 Νοεμβρίου 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΕΞΩΦΥΛΛΟ.....	1
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ.....	2
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
Α΄ ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο ΦΥΤΟΦΑΓΑ ΕΝΤΟΜΑ.....	8
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.2 ΑΦΙΔΕΣ.....	9
1.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΑΦΙΔΑΣ.....	13
1.4 <i>Aphis fabae</i> (Blackbeanaphid).....	17
1.5 ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΦΙΔΕΣ.....	19
1.6 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΦΙΔΩΝ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ.....	24
2.1 ΑΡΠΑΚΤΙΚΑ ΕΝΤΟΜΑ.....	24
2.2 ΑΡΠΑΚΤΙΚΑ ΕΝΤΟΜΑ ΤΗΣ ΟΙΚ. <i>COCCINELLIDAE</i> – ΤΟΑΡΠΑΚΤΙΚΟ <i>COCCINELLA SEMPTEMPUNCTATA</i>	26
2.3 ΤΟΑΡΠΑΚΤΙΚΟΕΝΤΟΜΟ <i>Coccinella septempunctata</i> (Ladybug).....	34
2.3.1 ΦΥΣΙΚΟ ΕΧΘΡΟΙ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ.....	37
2.3.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ <i>C. septempunctata</i>	38
2.3.3 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΚΑΝΙΒΑΛΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ <i>COCCINELLIDAE</i>	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ.....	42
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	42
3.2 ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΑΦΙΔΩΝ.....	44
3.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ.....	45
3.4 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ.....	47
ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	49
Β' ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	50
Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	50
Β. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	52
Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	56
Δ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	59
Ε. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	59
ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	70
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	72

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα άτομα της οικογένειας Coccinellidae είναι γνωστά για την ωφέλιμη δράση τους ως αρπακτικά ενάντια συγκεκριμένων εντομολογικών εχθρών και συγκεκριμένα των ατόμων της οικογένειας Aphididae. Η πτυχιακή αυτή εργασία, ασχολείται με την επίδραση συγκεκριμένου εντομοκτόνου, χρήση κατά των αφίδων, σε πληθυσμό της οικογένειας του προαναφέροντας αρπακτικού και συγκεκριμένα του είδους *Coccinellaseptempunctata*. Το πείραμα διεξήχθη υπό ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες.

Συγκεκριμένα, μελετήθηκε όσο αναφορά στο *Coccinella septempunctata* και με την επίδραση της δραστικής ουσίας spirotetramat, η διάρκεια ανάπτυξης των ατόμων σε κάθε στάδιο ανάπτυξης μέχρι την ενηλικίωση τους, ενώ παράλληλα σημειώθηκε και η κατανάλωση αφίδωντου είδους *Aphis fabae* σε κάθε προνυμφική ηλικία. Το πείραμα έγινε στους 25°C και με δόση εντομοκτόνου 60ml/100ltδιαλύματος. Ακολούθησε η ίδια μελέτη σε άτομα του ίδιου είδους χωρίς όμως την επίδραση του εντομοκτόνου. Τελικά έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και διατυπώθηκε το συμπέρασμα.

Παρατηρήθηκε ότι το βιολογικό αυτό σκεύασμα spirotetramat είχε επίπτωση στην ανάπτυξη του ωφέλιμου αρπακτικού εντόμου που εξετάζαμε, και μάλιστα όσο νεαρότερες ήταν οι προνυμφικές ηλικίες τόσο περισσότερο τα επηρέαζε.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία εξετάστηκε την επίδραση του εντομοκτόνου σκευάσματος spirotetramat στο βιολογικό κύκλο του αρπακτικού εντόμου *Coccinella septempunctata*, το οποίο ανήκει την οικογένεια των Coccinellidae.

Στο γενικό μέρος της εργασίας αυτής θα αναφερθούν πληροφορίες όπως τα στάδια ανάπτυξής τους, η μορφολογία τους και η διατροφή τους για τα αρπακτικά της οικογένειας που μελετάμε και τις αφίδες. Όμως θα εστιάσουμε κυρίως στα είδη *Coccinella septempunctata* και *Aphis fabae*. Τέλος θα αναφερθούν οι τρόποι καταπολέμησης των αφίδων και πιο συγκεκριμένα η Βιολογική καταπολέμηση.

Στο ειδικό μέρος θα περικλείονται οι πειραματικές διαδικασίες που ακολουθήθηκαν, τα υλικά, τα αποτελέσματα και τελικά το συμπέρασμα που προκύπτει από το πείραμα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα Παναγιώτη Σκούρα που δέχτηκε να επιβλέψει την πτυχιακή μου και μου πρότεινε το θέμα αυτό. Η βοήθειά του κατά την πειραματική πορεία αλλά και στη συγγραφή της πτυχιακής ήταν αμέριστη και οι συμβουλές του πολύτιμες, όταν το χρειαζόμουν. Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Γεώργιο Σταθά ο οποίος έκανε κι εκείνος το μάθημα της Γεωργικής Εντομολογίας τόσο ενδιαφέρον, με αποτέλεσμα να επιλέξω πτυχιακή σχετική με τον κλάδο αυτόν. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρα Κωνσταντίνο Δελή, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων, που με τη σειρά του με βοήθησε να αποκτήσω αρκετές γνώσεις στο αντικείμενο σπουδών μου και ήταν πάντοτε πρόθυμος να λύσει τυχόν απορίες μου.

Συνήθως αφιερώνουμε την πτυχιακή μας σε σημαντικούς ανθρώπους για μας και δεν θα αποτελέσω εξαίρεση. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου που έκανε παραπάνω από αυτό που μπορούσε για να σπουδάσω και στον παππού μου, που έκανε τα Σαββατοκύριακα μου καλύτερα. Την πτυχιακή όμως την οφείλω στον εαυτό μου που παρ'όλες τις δυσκολίες δεν τα παράτησα και ξεπέρασα τις προσδοκίες μου.

Α' ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΦΥΤΟΦΑΓΑ ΕΝΤΟΜΑ

1.1 Εισαγωγή

Τα φυτοφάγα έντομα είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία μεγάλης οικονομικής καταστροφής στην αγροτική παραγωγή, ωστόσο λιγότερο από το 2% όλων των ειδών των εντόμων είναι επιβλαβές (Παπαδόπουλος, 2012).

Ως φυτοφάγα έντομα χαρακτηρίζονται τα έντομα που τρέφονται αποκλειστικά με φυτικούς ιστούς (βλ.εικ.2) ή συλλέγουν νέκταρ, γύρη ή φυτικές ρητίνες. Τα έντομα αυτά προκειμένου να εντοπίσουν την τροφή τους επιστρατεύουν την όσφρηση και την όρασή τους. Κάποια έντομα εντοπίζουν την τροφή τους με βάση το σχήμα και άλλα βάση του χρώματος ή του αρώματος. Ειδικότερα, οι ουσίες που κάνουν ένα φυτό ελκυστικό για τα έντομα είναι ουσίες όπως η γλυκόζη και η αδεΐνη, ουσίες που χρησιμοποιεί το φυτό για να αναπτυχθεί και να λειτουργήσει ομαλά (Meyer, 2005).



Εικ.2 Το φυτοφάγο έντομο *Leptinotarsa decemlineata*.

1.2 Αφίδες

Γενικά

Χαρακτηριστικό παράδειγμα φυτοφάγων ζημιογόνων ζωικών εχθρών σε καλλιέργειες της χώρας μας, αποτελούν οι αφίδες. Οι αφίδες ανήκουν στην τάξη: Himiptera, στην οικογένεια Aphididae. Οι ενήλικες αφίδες έχουν μήκος περίπου 4-8 mm, το σώμα τους έχει αχλαδόμορφο σχήμα, είναι μαλακό και το χρώμα τους ποικίλει , για παράδειγμα το *Aphis fabae* είναι μαύρου χρώματος,(βλ.εικ.4) ενώ το *Myzus persicae* είναι πράσινου χρώματος, (βλ.εικ.3). Υπάρχει μία σχέση μεταξύ του χρώματος και του κύκλου ζωής της αφίδαςπου παράλληλα συνδέεται με κλιματολογικές και φωτοπεριοδικές συνθήκες σε συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος (SmithandMackay 1990, Mackayet. al.1993).

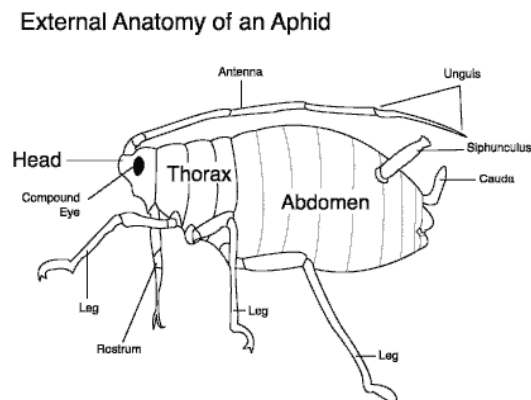


Εικ. 3.Η αφίδα *M. persicae*.



Εικ.4Η μαύρη αφίδα των κουκιών, *Aphis fabae*.

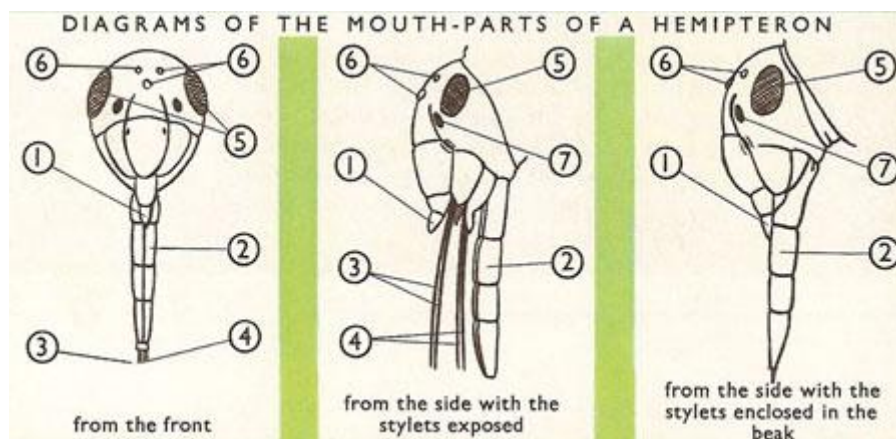
Το σώμα τους αποτελείται από ένα εξωτερικό στρώμα, τον εξωσκελετό, (βλ.εικ.5) οποίος προστατεύει τα εσωτερικά όργανα του εντόμου και το ίδιο από την αφυδάτωση. Ο εξωσκελετός είναι σχετικά μαλακός και μπορεί να φέρει τρίχες. Η κεφαλή τους χαρακτηρίζεται ως οπισθόγναθος, δηλαδή ο άξονας της κεφαλής βρίσκεται σε οξεία γωνία με το σωματικό άξονα και τα στοματικά μέρη είναι προς τα πίσω (Ηλιόπουλος, 2009).



Εικ.5 Ανατομική απεικόνιση της αφίδας.

Όπως όλα τα φυτοφάγα έντομα, έτσι και οι αφίδες, έχουν νύσσω-μυζητικού τύπου στοματικά μέρη προκειμένου να τρυπούν τους φυτικούς ιστούς και να απομυζούν τους χυμούς τους, (βλ.εικ.6). Συγκεκριμένα οι άνω

και κάτω γνάθοι είναι λεπτές, νύσσουσες - σμήριγγες και περιβάλλονται από σωληνωτό ρύγχος. Οι δύο κάτω γναθικές σμήριγγες σχηματίζουν δύο αγωγούς. Ο ένας αγωγός είναι υπεύθυνος για τη διοχέτευση σιέλου στο φυτικό ιστό ώστε να είναι πιο ρευστός και κατ' επέκταση πιο εύκολη η μύζηση και ο άλλος για την αναρρόφηση του φυτικού χυμού (Ηλιόπουλος, 2009).



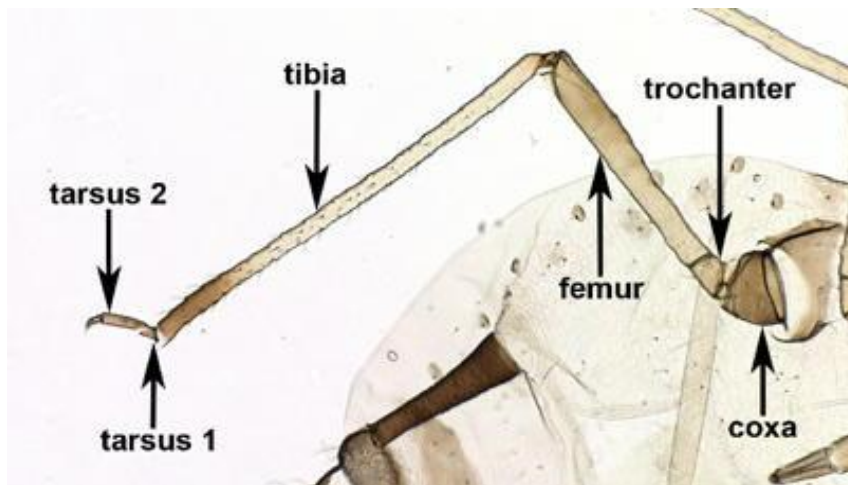
Εικ.6Απεικόνιση της κεφαλής της αφίδας.

- (1) Άνω χείλος- γνάθος, (2) Κάτω χείλος-γνάθος, (3) και (4) Αγωγοί-γναθικές σμήριγγες, (5) Σύνθετοι οφθαλμοί, (6) Απλοί οφθαλμοί, (7) Βάση των κεραιών

Επίσης, οι κεραίες τους είναι μακριές πέντε ή έξι τμημάτων (βλ.εικ.7), αποτελούμενες από δύο βασικά τμήματα και 1 κατακερματισμένο φλοιό με μία διαδικασία τερματικού και είναι πολύ χρήσιμες καθώς χρησιμοποιούνται ως αισθητήρια όργανα. Οι τρίχες χρησιμεύουν για την αφή, η όσφρηση των εντόμων επίσης προκύπτει από τις κεραίες καθώς πολλά είδη εντοπίζουν τη μυρωδιά από χιλιόμετρα. Όσο αναφορά τα πόδια των αφίδωνφέρουν τρία ζεύγη θωρακικών ποδιών, έκαστο ζεύγος εκφύεται από ένα θωρακικό τμήμα, είναι λεπτά και μακριά. Οι ταρσοίτους φέρουν 2 άρθρα, (βλ.εικ.8).



Εικ.7 Η κεραία της αφίδας.



Εικ.8 Τα μέρη του ποδιού της αφίδας.

Στον πληθυσμό της αφίδας συναντάμε και πτερωτά και άπτερα άτομα. Πτερωτά είναι κυρίως τα αρσενικά και τα παρθενογενετικά θηλυκά ενώ τα θηλυκά άτομα είναι άπτερα. Τα πτερύγια είναι Μεμβρανοειδής και τα πρόσθια και τα οπίσθια, με πλούσια νεύρωση, διαφανής και ιδανικά για πτήση. Οι περισσότερες φέρουν μία προεξοχή που εντοπίζεται πάνω από το ορθικό άνοιγμα και πιθανολογείται ότι παράγει φερομόνες συναγερμού. Η κοιλιά τους φέρει σιφώνια που εκκρίνουν μια κηρώδης ουσία για προστασία και χαρακτηριστικό των αφίδων είναι η έντονη έκκριση μελιτώματος. Με την έκκριση μελιτώματος δημιουργείται ένα περιβάλλον που προσελκύει άλλα έντομα όπως μυρμήγκια και παράλληλα λόγω της συγκρατούμενης υγρασίας

είναι ιδανικό για την ανάπτυξη μυκήτων. Το μελίτωμα περιέχει σάκχαρα, ελεύθερα αμινοξέα, πρωτεΐνες, λίπη και μέταλλα γι' αυτό είναι πολύτιμο για άλλα έντομα (Gerson,2003).Επιπλέον, υπάρχει μία ουρά που χρησιμοποιείται για την απομάκρυνση των σταγονιδίων του μελιτώματος. Τέλος να αναφερθεί ότι θηλυκά άτομα έχουν ένα ζεύγος ωοθηκών και κάθε ένα από αυτά έχει δύο ξεχωριστούς κλάδους (Gerson, 2003).

Τα περισσότερα είδη αφίδων τρέφονται με νεαρούς φυτικούς ιστούς που είναι πλουσιότεροι σε θρεπτικά συστατικά και προσβάλλουν νεαρά φύλλα, βλαστούς και άνθη προκαλώντας τους παραμόρφωση και μάρανση. Οι ζημιές προκαλούνται κυρίως από το δάγκωμά τους κατά το οποίο τραυματίζεται ο φυτικός ιστός ή από την τοξικότητα του σάλιου τους (Blackman, 1984).Παράλληλα τα προσβεβλημένα φυτά είναι πολύ πιθανό να κολλήσουν κάποια ίωση ή βακτήριο, καθώς οι αφίδες είναι γνωστές για τη μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών. Σπάνια όμως ευθύνονται για τη μετάδοση των ιώσεων σε δενδροκομικές καλλιέργειες, αφού υποθέτουμε ότι υπάρχει μεγάλη επιλογή μεταξύ των δένδρων ως προς την αντοχή στους ιούς που μεταφέρουν οι αφίδες (BiddleandTinsley, 1967).

Οι αφίδες συναντώνται κυρίως σε βόρειες, εύκρατες περιοχές με ελάχιστα είδη να συναντώνται σε τροπικές περιοχές (Blackman,1984).Η μεγάλη ποικιλία της τροπικής δασικής χλωρίδας περιορίζει σημαντικά τα μικρόσωμα έντομα του ξενιστή, όπως συμβαίνει και με τις αφίδες (Dixon, 1987).

1.3 Βιολογικός Κύκλοςαφίδας

“ Ο κύκλος ζωής της αφίδας επηρεάζεται από τη φωτοπερίοδο και σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος ” (Smith and Mackay, 1990, Mackay et. al.,1993).

Οι αφίδες παρουσιάζουν μια ιδιαιτερότητα ως προς τον κύκλο ζωής τους – βιολογικό κύκλο. Ένα από τα πιο σημαντικά και άξια έρευνας χαρακτηριστικά του βιολογικού τους κύκλου είναι ο πολυμορφισμός. Τα

έντομα αυτά δείχνουν μια ενδοκλωνική μεταβλητότητα η οποία ενεργοποιείται από αλλαγές στον αριθμό του πληθυσμού, στην ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων, στη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο (Dixon, 1998). Κατά τον πολυμορφισμό παράγονται δύο ή περισσότεροι διαφορετικοί φαινότυποι από τον ίδιο γονότυπο. Έτσι έχουμε προνύμφες αφιερωμένες στη σίτιση και την ανάπτυξη και ενήλικα άτομα αφιερωμένα στην αναπαραγωγή και διασπορά καθώς και στην προσαρμογή σε διαφορετικά περιβάλλοντα (Stephenet. al., 2012).

Ειδικότερα, τα περιβαλλοντικά ή γενετικά στοιχεία προκαλούν την ανάπτυξη φαινοτύπων με φτερά και χωρίς φτερά σε διαφορετικά στάδια του βιολογικού τους κύκλου. Όπως έχει παρατηρηθεί, όλοι οι οργανισμοί χρησιμοποιούν περιβαλλοντικά στοιχεία για να αλλάξουν γενετικά προγράμματα, που παράγουν μεταβλητά φαινοτυπικά αποτελέσματα (Nijhout 1999, Stearns 1989, West- Eberhard 1989, 2003). Για παράδειγμα όταν το περιβάλλον το επιτρέπει, στις παρθενογενετικές γενιές του βιολογικού κύκλου, τα θηλυκά άτομα είναι άπτερα. Αντίθετα, όταν το φυτό – ξενιστής δεν είναι πια επαρκές, τα θηλυκά άτομα δημιουργούν απογόνους με φτερά ώστε να μεταναστεύσουν (Muller et. al., 2001). Παράλληλα όμως, η ύπαρξη διαφορετικών φαινοτύπων στα αρσενικά δε σχετίζεται με τις περιβαλλοντολογικές αλλαγές (Smith and Mackay, 1989). Με βάση λοιπόν τα παραπάνω, προκύπτει ότι στις αποικίες υπάρχουν διαφορετικοί γονότυποι όπου ο καθένας μπορεί να θεωρηθεί ως τύπος κύκλου ζωής (Simon and Herbet, 1995).

Ο βιολογικός κύκλος των αφίδων μπορεί να έχει διάρκεια από 1 χρόνο ως 2 με 5 έτη ανάλογα το είδος, χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι μερικά είδη του *Hormaphidinae* και του *Fordini* που έχουν διετή βιολογικό κύκλο.

Επίσης όταν εξετάζουμε το βιολογικό κύκλο της αφίδας, συναντάμε τους όρους “ολοκυκλικός” και “ανολοκυκλικός”. Ένας ολοκυκλικός χαρακτηρίζεται από 1 γενιά σεξουαλικών μορφών και αρκετές γενιές που παράγονται μόνο παρθενογενετικά θηλυκά, βασικό και πρωτόγονο χαρακτηριστικό του εντόμου αυτού (Blackman, 1984). Στον ανολοκυκλικό αναφερόμαστε όταν μπορεί να περάσει ολόκληρο έτος όπου οι αφίδες αναπαράγονται μόνο παρ-

θενογενετικώς. Τα άτομα αυτά επιβιώνουν το χειμώνα ως κινητά παρθενογενετικά θηλυκά αλλά σε εύκρατα κλίματα έχουμε υψηλά ποσοστά θνησιμότητας (Harrington and Cheng 1984, Leath 1993, Williams et. al. 2000). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το είδος *M. Persicae* που έχει ως βασικό ξενιστή το ροδάκινο. Στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι μια καλλιέργεια η οποία δε συνηθίζεται, επομένως το είδος αυτό της αφίδας, ολοκληρώνει ένα βασικό κύκλο εκεί και διαχειμάζει σε μεγάλους πληθυσμούς στο δευτερεύοντα ξενιστή (Williamset. al., 2000). Δεν υπάρχει αυτός ο τύπος κύκλου στα ετερόοικα είδη (Blackman,1980). Πιθανόν όμως να συναντήσουμε και τον όρο “ανδρόκυκλος”. Υπάρχουν ορισμένα είδη αφίδας που παράγουν μόνο αρσενικά ή θηλυκά που παράγουν ωά αλλά όχι και τα δύο. Το *M. persicae* παράγει μόνο αρσενικά (Blackman 1974, Simon et. al. 1991, Helden and Dixon 2002).

Η ζωτοκία επίσης είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό του είδους. Το έμβρυο αναπτύσσεται πριν γεννηθεί η μητέρα του και όταν εκείνη ενηλικιωθεί τότε εκείνο γεννιέται.

Ας χωρίσουμε τις αφίδες ως προς τη μεταναστευτική τους ιδιότητα.. Οι αφίδες οι οποίες δε μεταναστεύουν ή μεταναστεύουν σε φυτά – ξενιστές του ίδιου είδους ανήκουν στα μονόοικα είδη. Άτομα αυτού του είδους επιβιώνουν είτε μόνο σε δενδρώδες καλλιέργειες είτε αποκλειστικά σε ποώδη φυτά. Πολλά από τα μονόοικα είδη, τα οποία ζουν μόνο σε ποώδη φυτά έχουν εξελιχθεί από ετερόοικα είδη, τα οποία έχουν πάψει να υπάρχουν στον πρωταρχικό τους ξενιστή. Τα ενήλικα θηλυκά, τα οποία έχουν προκύψει από γονιμοποιημένα ωάρια, είναι περισσότερο παρόμοια με άλλες μορφές του είδους σε αντίθεση με τα ετερόοικα. Οι καλοκαιρινοί απόγονοι φέρουν συναφή χαρακτηριστικά με εκείνων των ετερόοικων, δημιουργώντας σεξουαλικά ώριμα άτομα τα οποία ζευγαρώνουν το φθινόπωρο, δίνοντας γονιμοποιημένα ωά. Είδος που ολοκληρώνει τον ετήσιο κύκλο ζωής του στον ίδιο ξενιστή ή σε ξενιστή ίδιου είδους είναι η αφίδα των δημητριακών *Aphid sitobionavenae*.

Στα ετερόοικα είδη ανήκουν οι αφίδες οι οποίες εναλλάσσουν ξενιστή από δενδρώδη καλλιέργεια, για παράδειγμα, σε ποώδη αν και αυτό συμβαίνει σε μικρό ποσοστό.Οι ετερόκλητες αφίδες, τα γονιμοποιημένα ωά και τα

σεξουαλικά ώριμα άτομα, τοποθετούνται σε ένα φυτό – ξενιστή και αργότερα σε άλλο στάδιο ζωής μεταναστεύουν σε άλλο. Στο δεύτερο ξενιστή βρίσκονται μόνο παρθενογενετικές γενιές οι οποίες ξαναμεταναστεύουν πριν την επόμενη ώριμη σεξουαλική γενιά (Blackman, 1984). Συγκεκριμένα, ζουν σε ένα είδος φυτού το χειμώνα (βασικός ξενιστής), μεταναστεύουν σε δευτερεύοντα ξενιστή το καλοκαίρι και επιστρέφουν πάλι το φθινόπωρο πίσω στο βασικό ξενιστή. Τα ωά τους παράγονται στο βασικό ξενιστή μετά από σύζευξη των αρσενικών με τα θηλυκά άτομα που πραγματοποιείται επίσης εκεί το φθινόπωρο και βγάζουν το χειμώνα. Την άνοιξη εκκολάπτονται και δίνουν άπτερες μορφές ή μητρικά στελέχη. Αυτά με τη σειρά τους παράγουν μεταναστευτικούς πληθυσμούς την άνοιξη, οι οποίοι μεταφέρονται στο δευτερεύοντα ξενιστή και αναπαράγονται παρθενογενετικά το καλοκαίρι. Αργότερα, μετά από πολλές γενιές εμφανίζονται πτερωτά αρσενικά και παρθενογενετικά θηλυκά, τα οποία παράγουν σεξουαλικά ώριμα θηλυκά που θα επιστρέψουν στο βασικό ξενιστή. Τα ενήλικα θηλυκά που έχουν προκύψει από γονιμοποιημένο ωό (fundatrix), χαρακτηρίζονται από μειωμένη αισθητήρια λειτουργία και ικανότητες διασποράς. Γενικά, έχουν κοντύτερα πόδια, ουρά και το ζεύγος των κοιλιακών σωλήνων που εκκρίνουν αμυντικό υγρό (Dixon 1975, Wellings et. al. 1980). Κατά το καλοκαίρι στο δεύτερο ξενιστή, αρκετές παρθενογενετικές γενεές αναπτύσσονται και σε αυτή τη φάση είναι που προκαλούν ζημιές στα σιτηρά.

Τέλος είναι σημαντικό να τονισθεί η επιρροή του κλίματος στο βιολογικό κύκλο της αφίδας. Καθώς οι αφίδες μετακινούνται σε πιο τροπικές περιοχές χάνουν τη σεξουαλική τους φάση άρα και τη δυνατότητα εξέλιξης και διαφοροποίησης, δύο μηχανισμών που έχουν να κάνουν με τον ανασυνδυασμό των γονιδίων. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το *Myzus ascalonicus*. Το *M. persicae* από την άλλη έχει ακριβώς την ίδια αντίδραση με παραπάνω στα θερμά κλίματα αλλά σε ψυχρές περιοχές είναι ολομετάβολο, εναλλάσσεται δηλαδή η σεξουαλική αναπαραγωγή με την παρθενογένεση (Hille Ris Lambers, 1966d, Blackman 1974, Dixon 1985).

Άκρως περιληπτικά θα μπορούσαμε να περιγράψουμε το βιολογικό κύκλο της αφίδας ως εξής: Το χειμώνα τα ωά επωάζονται, την άνοιξη εμφανίζονται τα άτομα, από την άνοιξη έως το τέλος του καλοκαιριού έχουμε

παρθενογενετικές γενεές και το φθινόπωρο παρατηρούμε άπτερα θηλυκά άτομα να δίνουν ωά και άπτερα αρσενικά άτομα, (βλ.εικ.9).

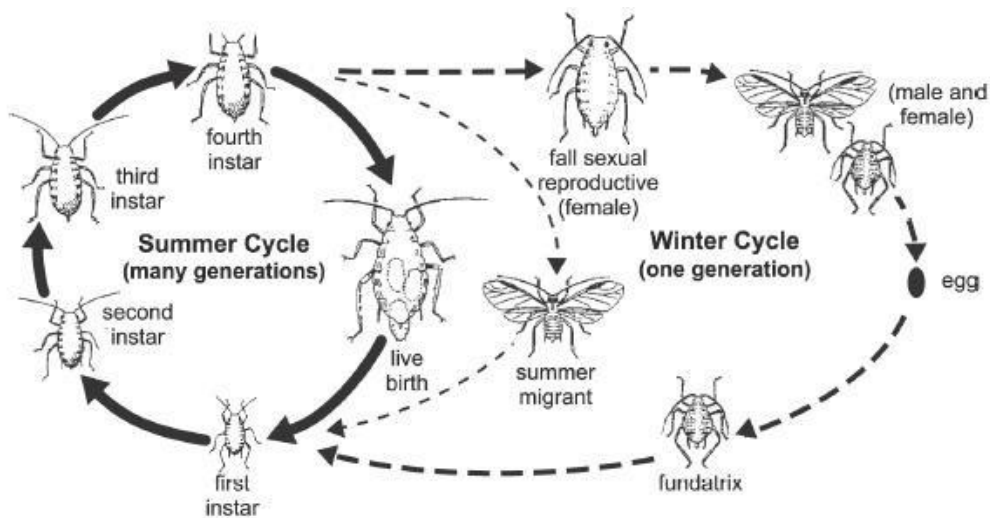


Figure 2. General life cycle of aphids. Asexual reproduction occurs during most of the year (summer cycle). Some aphid species produce a generation of sexual individuals that produce overwintering eggs as shown in the winter cycle.

Εικ.9 Ο βιολογικός κύκλος της αφίδας.

1.4 *Aphis fabae* (Black bean aphid)

Ένα από τα πιο γνωστά είδη αφίδων στην Ευρώπη και το είδος που μελετάμε στην πτυχιακή αυτή είναι το *Aphis fabae*, (βλ.εικ.10) και είναι γνωστή κοινώς ως η αφίδα των κουκιών. Είναι πολυφάγο είδος και γνωρίζουμε ότι προσβάλλει πάνω από είκοσι οικογένειες φυτών (Van Emden and Harrington, 2007).



Εικ.10 Παρασιτοειδές Υμενόπτερο (δεξιά) σε αποικία της αφίδας *Aphis fabae*.

Το σώμα του άπτερου θηλυκού ποικίλει από καφέ ως μαύρο χρώμα και είναι σχετικά μαλακό. Το μέγεθος του είναι αρκετά μικρό και κυμαίνεται μεταξύ των 1,7 mm και 2,8mm και το σχήμα της είναι απιόμορφο (Gerson, 2003). Ανατομικά στα πτερωτά άτομα, τα μεμβρανώδη πτερύγια παραμένουν υπό γωνία πάνω από το σώμα όταν είναι σε αφασία (Wolk and Stechmann, 1998). Στα πόδια του ξεχωρίζουν το τμήμα του μηρού και οι ισχυρές πίσω κνήμες που φέρει το θηλυκό (Bonnemaison, 1965). Το πρόσθιο τμήμα είναι χρώματος ανοιχτού καφέ ενώ το μεσαίο και το πίσω τμήμα των μηρών είναι σκούρο καφέ χρώμα. Οι ταρσοί είναι μαύροι και οι κεραίες της είναι κυλινδρικές και στενεύουν στα άκρα τους. Τα στοματικά του μόρια όπως όλων των αφίδων είναι τύπου Νύσσοντος – Μυζητικού με τέσσερις λεπτές και πριονωτές σμήριγγες προκειμένου να απομυζήσουν τους χυμούς των φυτικών ιστών (Bonnemaison, 1965). Τέλος η ουρά, η επιμήκυνση δηλαδή του τερματικού κοιλιακού τμήματος, καθώς και η χοάνη της κοιλότητας του πέμπτου κοιλιακού τμήματος είναι μαύρα (Gerson, 2003).

Κατά κανόνα αναπαράγεται με παρθενογένεση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους στα θερμά κλίματα, ενώ στα ψυχρά κλίματα οι σεξουαλικές μορφές εμφανίζονται το φθινόπωρο και ταυτόχρονα τα θηλυκά εναποθέτουν τα αυγά τους (Gerson, 2003). Τα ωά διαχειμάζουν στο δέντρο *Eunomyseuropaeus* ή στα φυτά των γενών *Viburnum* και *Philadelphius*, αργότερα την άνοιξη, περίπου τα μέσα Μάρτη, εκκολάπτονται και τα ακμαία από τα οποία αργότερα

προκύπτουν θηλυκά και άπτερα άτομα. Ακολούθως, τα παρθενογενετικά μας δίνουν απογόνους . Η επόμενη γενιά χαρακτηρίζεται από πτερωτά ακμαία τα οποία θα μεταναστεύσουν σε δευτερεύοντα ξενιστή. Έπειτα θα ακολουθήσουν οι καλοκαιρινοί μήνες κατά τους οποίους θα συναντήσουμε και πτερωτά και άπτερα άτομα στον πληθυσμό. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί το φθινόπωρο η μετανάστευση στο βασικό ξενιστή και τέλος το χειμώνα θα πραγματοποιηθεί σύζευξη των αρσενικών ατόμων με τα θηλυκά (Wolk and Stechmann, 1998). Να τονισθεί πως οι κατάλληλες θερμοκρασίες για να πραγματοποιηθεί η μετανάστευση είναι από 23 – 30°C με σχετική υγρασία 40 – 80% (Johnson, 1952).

Η τροφοδοσία της αφίδας των κουκιών προκαλεί παραμόρφωση των φύλλων του ξενιστή, συρρίκνωσή τους και μάρανση καθώς και μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας φυσικά αλλά και μεταφορά ιώσεων καθώς είναι φορέας πάνω από 30 ιών (Gerson, 2003). Τέλος πιθανών να προσβάλλει κοντινές καλλιέργειες τομάτας, φασολιών και τεύτλων (Τζανακάκης, 1973). Τέλος έχει παρατηρηθεί ότι είναι ικανό να νεκρώνει 4 – 5 πραγματικά φύλλα σε 1 – 2 βδομάδες (Tjallingii, 2004).

1.5 Ζημιές από τις αφίδες

Οι αφίδες ως χαρακτηριστικό παράδειγμα φυτοφάγων εντόμων αναρροφούν χυμούς από τους φυτικούς ιστούς τραυματίζοντάς τους, δείχνοντας μία προτίμηση σε νεαρά φύλλα και βλαστούς, προκειμένου να τραφούν και να επιβιώσουν.

Με την παραπάνω διαδικασία προκαλούν μεγάλες ζημιές στις γεωργικές καλλιέργειες. Το μέγεθος της ζημιάς που θα προκαλέσει εξαρτάται από το φυτό που θα προσβάλλει (Quisenberry and Ni, 2007). Τα φύλλα αποκτούν ανομοιομορφίες, νεκρώσεις ιστών, αποχρωματισμό και κύστες αφού η σίελος των αφίδων είναι τοξική γι' αυτά. Οι κύστες όμως που εμφανίζονται εξυπηρετούν και έναν άλλο σκοπό, μέσα σε αυτές οι αφίδες αναπαράγονται προστατευμένες (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Ακόμη παρατηρείται καθυστέρηση της ανάπτυξης των φυτών αφού στερούνται θρεπτικών στοιχείων, τα φύλλα τους πέφτουν, μαραίνονται ή αποκτούν το χαρακτηριστικό καρούλιασμα (Παπαδάκη – Μπουρναζάκη, 1993), (βλ.εικ.11).Όμως δυστυχώς, δεν είναι μόνο ο τρόπος που τρέφονται υπεύθυνος για τις ζημιές που προκαλούνται. Να υπενθυμίσουμε ότι οι αφίδες αφήνουν μελιτώματα στις φυλλικές επιφάνειες. Τα μελιτώματα δημιουργούν πρόβλημα για δύο λόγους: Ο ένας είναι ότι προσελκύουν κυρίως μυρμήγκια, καθώς περιέχουν σημαντικές θρεπτικές ουσίες για αυτά, και τα μυρμήγκια με τη σειρά τους λειτουργούν ως προστασία για τις αφίδες από τα αρπακτικά έντομα. Ο άλλος λόγος είναι ότι το “στρώμα” που δημιουργείται από τα μελιτώματα στην επιφάνεια του φύλλου δημιουργεί την κατάλληλη υγρασία για την ανάπτυξη διαφόρων μυκήτων, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το μύκητα της καπνιάς. Επίσης η ικανότητά τους να αυξάνονται τόσο γρήγορα οδηγεί στην τροποποίηση του μεταβολισμού των φυτών, σε αρκετές περιπτώσεις, εξασφαλίζοντας καλύτερη ποιότητα ξενιστή για εκείνες και τους απογόνους τους (Prado and Tjallingii 1997, Williams et. al. 1998).

Τέλος, να τονίσουμε πως οι αφίδες είναι από τα έντομα που μας απασχολούν και για τη μετάδοση διαφόρων ιώσεων στα φυτά ξενιστές.Δεν είναι όλες οι ιώσεις το ίδιο σοβαρές εξαρτάται από τον τύπο του ιού, καθώς άλλοι ιοί θα βρίσκονται στους σιελογόνους αδένες του εντόμου μόνο για περίπου δύο ώρες, ενώ άλλοι παραμένουν για πολύ περισσότερο ή και εφ’ όρου, από αυτό φυσικά εξαρτάται και το μέγεθος της γεωργικής καταστροφής (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992). Οι ιοί μεταφέρονται κατά το “τρύπημα” του φυτικού ιστού μέσω της σιέλου όπου και πολλαπλασιάζονται χάρης στα υγρά. Παραδείγματα ιώσεων που φέρουν οι αφίδες είναι ο ιός της τριστέτσας των εσπεριδοειδών, ο ιός που δημιουργεί μια εικόνα μωσαϊκού και προσβάλλει τα αγγούρια, (βλ.εικ.12) και τα καρπούζια, και ο ίκτερος των τεύτλων (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992). Δεδομένου, λοιπόν του μεγάλου και ταχύτατου ρυθμού ανάπτυξης της αφίδας, το έντομο αυτό απασχολεί συχνά τους αγρότες.



Εικ.11 Καρούλιασμα νεαρών φύλλων μηλιάς από προσβολή αφίδων.



Εικ.12 Ο ιός του μωσαϊκού στο αγγούρι, κατόπιν μεταφοράς του από αφίδες.

1.6 Αντιμετώπιση των αφίδων:

Η αποτελεσματικότερη μέθοδος φυτοπροστασίας κατά των αφίδων είναι η χημική καταπολέμηση, αν και οι συνεχείς εφαρμογές δημιουργούν κινδύνους για το οικοσύστημα. Χρησιμοποιούνται κυρίως Οργανοφωσφορικά, Πυρεθρινοειδή και Νεονικοτινοειδή σκευάσματα. Όσο περνάνε όμως τα χρόνια η Βιολογική καταπολέμηση κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος.

Στη Βιολογική καταπολέμηση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πληθυσμούς φυσικών εχθρών της αφίδας ανάλογα βέβαια με το είδος της καλλιέργειας που έχουμε και την έκταση της. Μερικά παραδείγματα αυτών είναι:

- Η παρασιτική σφήκα (*Aphidius colemani*), (βλ.εικ.13), η οποία είναι αποτελεσματική για την αφίδα του βαμβακιού (*Aphidius colemani*), την πράσινη αφίδα της ροδακινιάς (*M. persicae*) και την αφίδα της πατάτας (*Macrosiphum euphorbiae*).
- Η πασχαλίτσα (*Coccinellaseptempunctata*) που καταπολεμά διάφορες αφίδες, ιδιαίτερα αυτές που βρίσκονται σε αποικίες.
- Ο χρύσωπας (*Chrysoperla carnea*) που επίσης καταπολεμά διάφορες αφίδες.
- Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες (*Verticillium lecanii*), (βλ.εικ.14) και (*Beauveria bassiana*) που δρουν αποτελεσματικά σε διάφορα είδη.



Εικ.13 Το παρασιτοειδές Υμενόπτερο *Aphidius colemani*.



Εικ.14 Αφίδες που έχουν θανατωθεί από το μύκητα *Verticillium lecanii*

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ

2.1. Αρπακτικά Έντομα

Ο απλούστερος τύπος έμμεσης αλληλεπίδρασης είναι το φαινόμενο του ανταγωνισμού, στο οποίο η παρουσία ενός είδους οδηγεί σε υψηλότερη πυκνότητα ενός κοινού φυσικού εχθρού, το οποίο οδηγεί στην αύξηση της θνησιμότητας και στο χαμηλότερο πληθυσμό στην πυκνότητα ενός δεύτερου είδους. Το παραπάνω διατυπώθηκε επίσημα από τον Holtto 1977 και αποδείχτηκε πειραματικά από τους BonsallandHassellto 1997 – 1998. Παράλληλα σε πειραματικό πεδίο έχει αποδειχθεί βραγχυπρόθεσμος ανταγωνισμός μεταξύ φυτοφάγων αρθρόποδων με αρπακτικά (Karban Hougén–Eitzmann 1994, Muller and Godfray 1997, Rott, Muller and Godfray, 1998). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι απειράπει η εγκατάσταση ορισμένων ειδών αφίδας (Muller and Godfray, 1999). Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι όσο πιο στενή είναι η σχέση της αφίδας με το φυσικό της εχθρό τόσο μεγαλύτερος είναι και ο βαθμός εξειδίκευσης που αναπτύσσεται και ότι ο ανταγωνισμός ο οποίος φέρεται να δομεί τις κοινότητες των αφίδων είναι πολύ πιθανό να προκύπτουν από τα αρπακτικά.

Τα θηράματα των αρπακτικών εντόμων μπορεί να είναι φυτοφάγα, σαρκοφάγα ή σαπροφάγα έντομα (Τζανακάκης, 1995) και έχουν ως

χαρακτηριστικό ότι πρώτα σκοτώνουν το θήραμα και μετά τρέφονται από αυτό. Ανάλογα με την οικογένεια που ανήκει το αρπακτικό ορίζονται και οι διατροφικές του συνήθειες. Για παράδειγμα, τα είδη της οικογένειας *Chrysoroidea*, (βλ.εικ.16), μόνο στο στάδιο της προνύμφης συμπεριφέρονται ως θηρευτές, ενώ τα είδη που ανήκουν στην οικογένεια *Coccinellidae*,(βλ.εικ.15), συμπεριφέρονται ως θηρευτές και στο προνυμφικό στάδιο και στο στάδιο του ακμαίου.

Τα αρπακτικά έντομα είναι από τις πιο σημαντικές κατηγορίες εντόμων καθώς συνεισφέρουν στην ισορροπία του οικοσυστήματος και στην καλλιεργητική απόδοση, δρώντας κατασταλτικά στα ζημιογόνα έντομα. Όπως είχε πει και ο Frazetto 1988, η αποτελεσματική δράση των αρπακτικών χαρακτηρίζεται από την κατανάλωση αφίδων σε τέτοια ποσότητα που θα επηρέαζε σημαντικά τον πληθυσμό της αφίδας. Η φύση τους όμως δεν είναι αρκετή από μόνη της, η αποτελεσματικότητά τους επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως κλίμα αλλά και τοξικότητα φυτοφαρμάκων. Προκειμένου να έχουμε ουσιαστικό οικονομικό κέρδος στην καλλιέργεια μας πρέπει να ενισχύσουμε τη δράση τους εφαρμόζοντας τα κατάλληλα βιολογικά μέσα.



Εικ.15. Αρπακτικό έντομο της οικογένειας Coccinellidae καταναλώνει αφίδες.



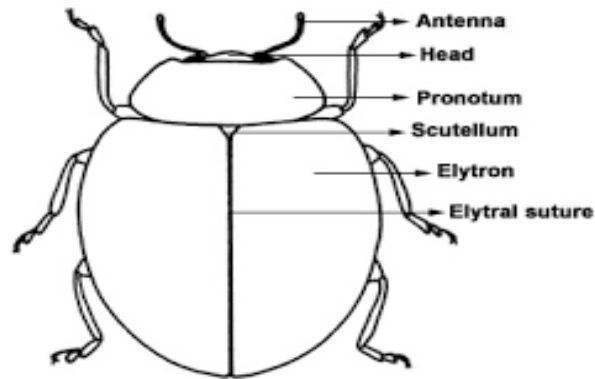
Εικ.16 Αρπακτικό έντομο της οικογένειας Chrysopidae.

2.2 Αρπακτικά της οικογένειας *Coccinellidae*.

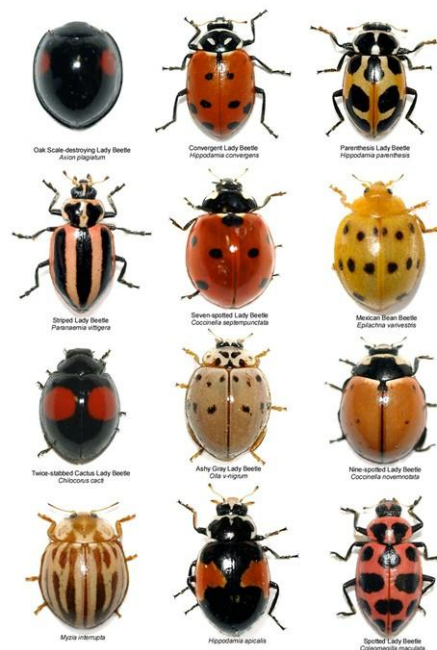
Σε οικογένειες αρπακτικών όπως είναι η οικογένεια *Coccinellidae* (κοινώς πασχαλίτσες) συναντάμε εντομοφάγα, μυκητοφάγα και φυτοφάγα είδη (Majerus 1994, Hodek and Honěk 1996). Στην οικογένεια αυτή επίσης, υπάρχει το χαρακτηριστικό ότι προνύμφες και ενήλικα άτομα έχουν ίδιες διατροφικές συνήθειες, τρεφόμενα με το ίδιο είδος θηράματος (Majerus 1994, Hodek and Honěk 1996, Dixon 2000). Συγκεκριμένα στις πασχαλίτσες τόσο οι προνύμφες όσο και τα ακμαία τρέφονται με αφίδες.

Τα ενήλικα άτομα έχουν σώμα κυρτό, στρογγυλό προς ωοειδές, χρώματος κόκκινου με μαύρα στίγματα (βούλες, ρίγες), (βλ.εικ.18) και έχουν μήκος που κυμαίνεται μεταξύ 0,8mm και 18mm. Το σώμα τους αποτελείται από 3 μέρη, την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλιά. Το κεφάλι τους έχει την τάση να αποκρύπτεται εν μέρει από το άνω ραχιαίο τμήμα του πρώτου από τα 3 θωρακικά τμήματα. Ο θώρακας και η κοιλιά τους καλύπτονται από έλυτρο και ο πρώτος φέρει στο πρώτο του θωρακικό τμήμα το πρόσθιο ζεύγος ποδιών καθώς και τα μπροστά πτερύγια στα φτερωτά άτομα. Τα μπροστινά πτερύγια τους φέρουν μία ειδική, σκληρή κατασκευή το έλυτρο, του οποίου ο ρόλος του είναι να καλύπτει την κοιλιά του εντόμου και τα οπίσθια μεμβρανώδη πτερύγια. Όσο αναφορά τα πόδια τους είναι βαδιστικού και συλληπτικού τύπου τα οποία είναι φτιαγμένα έτσι ώστε να συλλαμβάνουν την τροφή με το πρόσθιο ζεύγος ποδιών, το οποίο είναι σα δαγκάνα. Η κνήμη και

ο μηρός φέρουν εσωτερικά σκληρές, οδοντοειδείς άκανθες. Τέλος οι κεραιές τους είναι κοντές, ροπαλοειδής και χωρίζονται σε 11 τμήματα και στα θηλυκά συνήθως είναι μακρύτερες από τα αρσενικά (Gerson, 2003). Το σώμα των προνυμφών είναι μακρύ, ευλύγιστο, μαύρο με πιο φωτεινά σημεία και φέρει σπονδυλική στήλη.

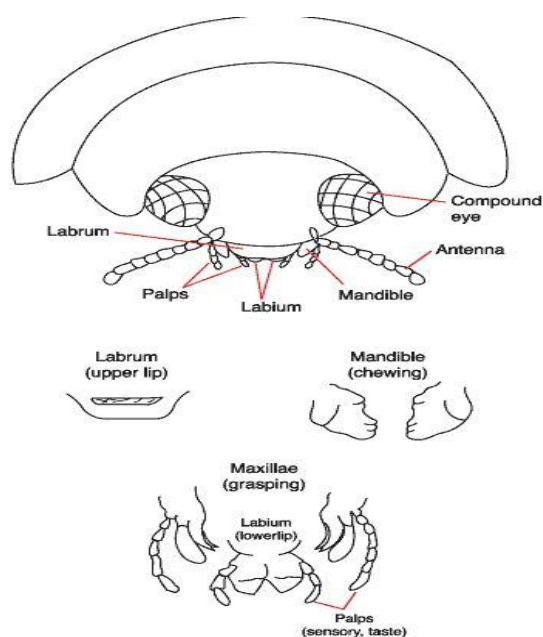


Εικ.17 Τα μέρη του εξωσκελετού του Coccinellidae.



Εικ.18 Διαφορετικά είδη της οικογένειας Coccinellidae.

Το αρπακτικό αυτό έχει μασητικού τύπου στοματικά μόρια. Το πάνω μέρος στο χείλος είναι ανεξάρτητο στο άνω μέρος του στόματος, και βοηθά στο να συγκρατούν και να προωθούν την τροφή στη στοματική κοιλότητα. Οι άνω γνάθοι, χρησιμοποιούνται για τον τεμαχισμό της τροφής. Παράλληλα οι κάτω γνάθοι είναι συμμετρικοί και με αυτές μασάνε την τροφή. Τέλος φέρουν ακόμη από μία αρθρωτή προέκταση ως έδρες αισθητηρίων οργάνων (Παναγιώτης Α. Ηλιόπουλος), (βλ.εικ.19).



Εικ.19 Τα στοματικά μόρια της οικ. Coccinellidae.

Η διάκριση των αρσενικών ατόμων από τα θηλυκά δε θα μπορούσε να βασιστεί στη διαφορά μεγέθους (τα θηλυκά είναι μεγαλύτερα από τα αρσενικά), αλλά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους 3 κυρτώμενους δαχτύλιους που βρίσκονται στο τέλος της κοιλιάς των αρσενικών εντόμων και εξυπηρετούν την τοποθέτηση του σώματος υπό την κατάλληλη γωνία κατά τη διάρκεια της ερωτικής πράξης (Majerus and Kerns, 1989). Να αναφέρουμε επίσης ότι οι προνύμφες και τα ενήλικα εκκρίνουν κολλώδες απωθητικό όταν νιώσουν απειλή.

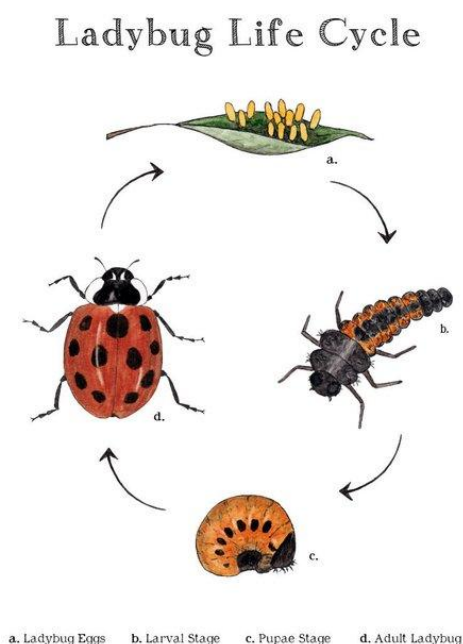
Τα έντομα της οικογένειας Coccinellidae κινδυνεύουν από παρασιτικά έντομα της τάξης των Δίπτερων και Υμενόπτερων. Τα παρασιτικά αυτά έντομα σε συνδυασμό με άλλα ανταγωνιστικά αρπακτικά, αναστέλλουν τη δράση των Coccinellidae και υποβαθμίζουν την αξία τους πρακτικά στην καταπολέμηση (Frazer 1998).

Βιολογικός Κύκλος:

Οι πασχαλίτσες ανήκουν στα Ολομετάβολα έντομα, δηλαδή πραγματοποιείται πλήρης μεταμόρφωση και κάθε στάδιο διαφέρει σημαντικά το ένα από το άλλο. Η διάρκεια ανάπτυξης ποικίλει και την επηρεάζουν η θερμοκρασία, η ποσότητα διαθέσιμης τροφής και το είδος της λείας (Obrycki and Orr 1990, Majerus 1994, Hodek and Honěk, 1996). Για παράδειγμα, συχνά σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες αδρανοποιούνται, αποκτούν πολύ αργούς μεταβολικούς ρυθμούς και συσπειρώνονται προκειμένου να επιβιώσουν (Hagen, 1962).

Η σειρά ανάπτυξης που ακολουθείται είναι η εξής:

Ωό – Προνύμφη (Larva) – Νύμφη ή Πλαγγόνα (Pupa) – Ακμαίο, (βλ.εικ.20)



Εικ.200 βιολογικός κύκλος της οικ. Coccinellidae.

Έχει παρατηρηθεί ότι εντοπίζουν τυχαία το φυτό που θα ζήσουν και θα ξεκινήσει ο βιολογικός τους κύκλος και αυτό αποδεικνύεται από τοότι πολλές φορές επιστρέφουν στο ίδιο φυτό (Blanks 1957, Dixon 2000). Υπάρχουν όμως και κάποια κριτήρια όπως τα ενήλικα προτιμούν κλαδιά, ευδιάκριτες νευρώσεις φύλλων και ταυτόχρονα αποφεύγουν σημεία με τρίχωμα ή κερύ που μπορούν να εμποδίσουν την κινητικότητά τους (eg. Bansch, 1964, Shah, 1982, Ferran and Deconchat, 1992, Vohland 1996, Eigenbrode and Kabalo, 1999, White and Eigenbrode, 2000).

Τα θηλυκά διαλέγουν το σημείο ωτοκίας με βάση τη διαθέσιμη τροφή και την ποιότητά της. Οι πασχαλίτσες αποφεύγουν να ωτοκοούν σε κοινωνίες αφίδων όπου παράγονται μεγάλες ποσότητες μελιτώματος (Johki et. al. 1988, Dixon 2000). Παράλληλα το μέγεθος του πληθυσμού της αφίδας δεν παίζει τόσο σημαντικό ρόλο για την ωτοκία των ενηλίκων (Wratten, 1973, Mills 1979, Honek, 1980), όμως η παρουσία ανταγωνιστών επηρεάζει την ωτοκία (Dixon 2000). Τα θηλυκά μπορεί να παράγουν εκατοντάδες απογόνους και να ζήσουν για πάνω από 2 μήνες, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στο είδος *Epilachna chrysomelina*.

Στάδιο Ωού:

Τα έντομα ωτοκοούν λίγες μέρες μετά τη σύζευξη των αρσενικών εντόμων με τα θηλυκά και τα δεύτερα μπορεί να γεννήσουν 1-2 φορές σε διαστήματα βδομάδων ή μηνών. Τα ωά τοποθετούνται ομαδικά – σε συστοιχίες των 11 – 30 ωών και όρθια αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις τοποθέτησης μεμονωμένων ωών (Hodek and Honek, 1996), όπως συμβαίνει στα είδη που τρέφονται με κοκκοειδή (Dixon 2000) και επί των φυτικών ιστών, κοντά σε θήραμα. Είναι χρώματος σκούρου κίτρινου συνήθως αλλά κυμαίνεται από ανοιχτό κίτρινο ως σκούρο πορτοκαλί, μικρού μεγέθους, επιμήκη, οβάλ και παρατηρείται μια αύξηση στο μέγεθός τους όσο πλησιάζει η αλλαγή σταδίου, (βλ.εικ.21), (Angalet et al.1979, Cantrell, 2011). Τα αυγά χρειάζονται

περίπου 4 ημέρες για να εκκολαφθούν, αν και η αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος μειώνει τη διάρκεια του σταδίου των αυγών. Σε αυγά των 15 ° C χρειάζονται 10,3 ημέρες για εκκόλαψη, σε σύγκριση με 1,8 ημέρες στους 35 ° C (Majerus and Kearns, 1989).



Εικ.21 Ωά του αρπακτικού εντόμου της οικ. *Coccinellidae*.

Στάδιο Προνύμφης (Larva):

Μετά τον απαιτούμενο χρόνο επώασης εκκολάπτεται η προνύμφη, (βλ.εικ.22), η οποία παραμένει εντός του ωού για 1 μέρα μετά την εκκόλαψη. Είναι μικρή αλλά αυξάνεται γρήγορα σε μέγεθος, μπορεί να φτάσει τα 7mm σε διάστημα ενός μήνα. Η αύξηση γίνεται ταυτόχρονα με ανανεώσεις του δερματοσκελετού (Εκδύσεις). Μέχρι το στάδιο της πλαγγόνας (pupa) η προνύμφη αλλάζει έκδυμα τρεις φορές. Η πυκνότητα των θηραμάτων, η θερμοκρασία (Majerus and Kearns, 1989) και τα είδη θηραμάτων (Obrycki and Orr, 1990) μπορούν να επηρεάσουν το μήκος της προνύμφης.

Τη δεύτερη μέρα μετά την εκκόλαψη αρχίζουν να τρέφονται. Οι προνύμφες τρέφονται με τα κελύφη από τα άγωνα αυγά ή άλλες προνύμφες που εκκολάφθηκαν αργότερα (Hodek and Honěk 1996), είναι γνωστό ότι σε περιπτώσεις έλλειψης τροφής παρουσιάζονται συμπεριφορές κανιβαλισμού (Gerson, 2003). Με τα συλληπτικού τύπου πόδια, που φέρουν εξαρτήματα σα

δαγκάνες, συλλαμβάνουν από την πλάτη τις αφίδες, εισχωρούν τα στοματικά τους μόρια και αναρροφούν τα υγρά της αφίδας. Καθώς αναπτύσσονται προσθέτουν στις τροφικές τους προτιμήσεις, τμήματα όπως πόδια και κεραίες (Majerus and Kearns, 1989). Οι προνύμφες μεγαλύτερων σταδίων έχουν πιο ανεπτυγμένες, όπως είναι φυσικό, ικανότητες σύλληψης του θηράματος σε σχέση με εκείνες μικρότερων σταδίων, όπως και τα ακμαία ακόμα πιο εξελιγμένες από τις προνύμφες οποιουδήποτε σταδίου (Wells and McPherson, 1999).

Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι ίχνη προνυμφών μειώνουν την ωοτοκία και αυτό συμβαίνει μάλλον για να αποφεύγεται το φαινόμενο του κανιβαλισμού που αναφέρεται παραπάνω (Doubbia et. al., 1998). Οι προνύμφες της πασχαλίτσας είναι Ευκέφαλες, Ολιγόποδες. Η κεφαλή της ξεχωρίζει από το υπόλοιπο σώμα και έχει 3 ζεύγη θωρακικών ποδιών ενώ δεν υπάρχουν ψευδόποδες. Ο εξωσκελετός τους είναι μαλακός και απαλά χρωματισμένος, αργότερα όμως σκληραίνει, αποκτά σκούρο χρώμα και το δέρμα του εξωτερικά μοιάζει με κροκόδειλου.



Εικ.22 Προνύμφες πρώτης ηλικίας, αμέσως μετά την εκκόλαψη

Στάδιο Πλαγγόνας (Pupa):

Μετά από τρεις εκδύσεις οι προνύμφες είναι έτοιμες να περάσουν στο στάδιο της πλαγγόνας (pupa), (βλ.εικ.23) . Στο στάδιο αυτό δεν τρέφονται και

δεν κινούνται, κολλάνε την άκρη της κοιλιάς τους στο σημείο που επέλεξαν (φύλλο, μίσχος) και μένουν προσκολλημένες και με το σώμα κυρτό, όπου θα πάρει την τελική του κλίση μέσα σε 4 – 5 μέρες (Hodek, 1973). Είναι όμως σε θέση να ανυψώσουν και να χαμηλώσουν την περιοχή τους από την αρχή ως απάντηση σε αντιληπτό κίνδυνο (Majerus and Kearns, 1989). Το χρώμα της πλαγγόνας ποικίλει από ανοιχτό πορτοκαλί σε σκούρο καφέ ανάλογα τη θερμοκρασία. Μετά από αυτό το στάδιο γίνεται πλήρης αλλαγή της μορφής τους. Συμβαίνουν βαθιές αλλοιώσεις ιστών (ιστόλυση) και μετά διάπλαση ιστών (ιστογένεση). Τέλος το περίβλημά τους είναι ανάγλυφο, φαίνονται μέρη του ακμαίου τα οποία είναι σφιχτά κολλημένα στο σώμα της νύμφης. Ο τύπος αυτής της πλαγγόνας είναι τύπου Χρυσαλίδας. Η θερμοκρασία όπως και στα προηγούμενα στάδια επηρεάζει τις μέρες διάρκειας αυτού του σταδίου και το χρώμα επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες.



Εικ.23 Πλαγγόνα (Pupa) Coccinellidae.

Στάδιο Ακμαίου:

Ένα μέρος της πλαγγόνας σκίζεται προκειμένου να βγει το ενήλικο άτομο από μέσα του. Η πρώτη εικόνα που φέρει το ακμαίο είναι με μαλακά και ελάχιστα χρωματισμένα έλυτρα. Το χρώμα όπως το γνωρίζουμε αποκτάται όσο περνάει ο καιρός, αφού το χρώμα που έχουν αμέσως μετά την εμφάνισή τους είναι μεταξύ ανοιχτού κίτρινου ως πορτοκαλί. Το στάδιο αυτό

χαρακτηρίζεται από τη σεξουαλική ωριμότητα των ατόμων και δημιουργείται η τελική μορφή του εντόμου, (βλ.εικ.24).



Εικ.24 Ενήλικο άτομο το γένους *Coccinella*.

Η διάρκεια της γόνιμης ζωής των ακμαίων διαφέρει μεταξύ των ειδών της ίδιας οικογένειας και κυμαίνεται από 100 – 1.500 ώρες για κάθε θηλυκό (Kawauchi, 1991). Τέλος, γνωρίζουμε ότι μόνο μία σύζευξη είναι αρκετή στη ζωή του θηλυκού για τα περισσότερα είδη, όμως αρκετά από αυτά πραγματοποιούν παραπάνω από μία συζεύξεις (Σκούρας, 2007).

2.3 Το αρπακτικό έντομο *Coccinella septempunctata* (Ladybug).

Το έντομο *C. septempunctata*, γνωστό και με το κοινό όνομα πασχαλίτσα, ανήκει στην τάξη των Κολεόπτερων (Coleoptera), στην οικογένεια Κοκκινελλίδες (Coccinellidae) στο γένος *Coccinella* και στο είδος *septempunctata*. Η προέλευσή της πιθανολογείται στην Ευρώπη και την Ασία, εντοπίζοντας όμως πληθυσμούς της στη Μέση Ανατολή, την Ινδία, τις Η.Π.Α και τον Καναδά όπου στις δύο τελευταίες έγινε εσκεμμένη εισαγωγή για την καταπολέμηση αφίδων (Gordon 1985, Honěk and Martinkova 2005, Maredia, 1992).

Το *C.septempunctata* είναι μεσαίου μεγέθους και συγκεκριμένα το μέγεθός της είναι ενδιάμεσα στα 6,5mm με 7,8mm. Το σώμα τους είναι ωοειδές και κυρτό και η κοιλιά μαύρη στην οποία τα αρσενικά φέρουν μικρές

τρίχες στο τέλος της (Angalet et.,al 1979, Cantrell 2011, Gordon 1985). Οι πτέρυγες του είναι μεμβρανοειδής και οι πρόσθιες έχουν έλυτρο. Το έλυτρο είναι αδιαφανές και έχει το ρόλο προστατευτικής θήκης για τις οπίσθιες πτέρυγες. Είναι χρώματος πορτοκαλί ή κόκκινου με 7 βούλες, εκ των οποίων η μία ενώνει τα δύο έλυτρα στο πάνω μέρος τους, βρίσκεται δηλαδή ακριβώς πίσω από τη μέση του προθώρακα (Hoffmann and Frodsham, 1993). Οι βούλες εμφανίζονται με προσχέδιο 1-4-2 και έχουν 3 σε κάθε έλυτρο, ωστόσο υπάρχουν περιπτώσεις που κυμαίνονται από 0-9, αλλά οι περιπτώσεις αυτές είναι ελάχιστες. Ακόμη υπάρχουν δύο λευκές κηλίδες σε κάθε μεριά του ελύτρου, ακριβώς πάνω από αυτήν τη μαύρη βούλα στο κέντρο των ελύτρων. Γενικά όμως τα τρία αυτά σημεία μπορεί να είναι μεταβλητά. Επίσης, φέρει άλλες δύο λευκές κηλίδες κατά μήκος του προνωτού (νωτιαίο μέρος του 1^{ου} θωρακικού δαχτυλίου), (βλ.εικ.25), (Angalet et. al. 1979, Cantrell 2011, Gordon 1985). Τέλος οι προνύμφες είναι σκούρες με κίτρινα στίγματα, (βλ.εικ.26), όσο προχωράνε τα προνυμφικά στάδια και στο στάδιο της νύμφωσης έχουν φτάσει τα 7-8mm, ενώ η πλαγγόνα είναι ανοιχτού πορτοκαλί χρώματος σε υψηλές θερμοκρασίες και χαμηλή υγρασία και μπορεί να είναι και σκούρο καστανό σε άλλες συνθήκες (Hodek, 1973). Τα ωά είναι επιμήκη, κίτρινα και έχουν μέγεθος 1mm.



Εικ.25 Ενήλικο άτομο του είδους *Coccinella septempunctata*.



Εικ.26 Προνύμφη του είδους *Coccinella septempunctata*.

Είναι πολυφάγο είδος αλλά καταναλώνει κυρίως αφίδες όπως είναι τα είδη *M. persicae* (πράσινη αφίδα ροδακινιάς), *A. craccivora* (των αμπελοφάσουλων), *A. fabae* (μαύρη αφίδα των κουκιών), και το *A. Gossypii* (του βαμβακιού). Παρ'όλα αυτά σε συνθήκες σοβαρής έλλειψης τροφής θα τραφούν με γύρη, τα ενήλικα άτομα. Οι προνύμφες που τρέφονται με αφίδες και εκείνες, (βλ.εικ.27), σε περιπτώσεις όπως η παραπάνω τρέφονται με άλλες μικρότερες προνύμφες του είδους τους (Honěk and Martinkova 2005, Honěk et. al. 2007, Omkar and Srivastava 2002, Peterson et. al., 2005). Συνηθίζει να δραστηριοποιείται την ημέρα.



Εικ.27 Προνύμφη *C. septempunctata* τρεφόμενη με αφίδες.

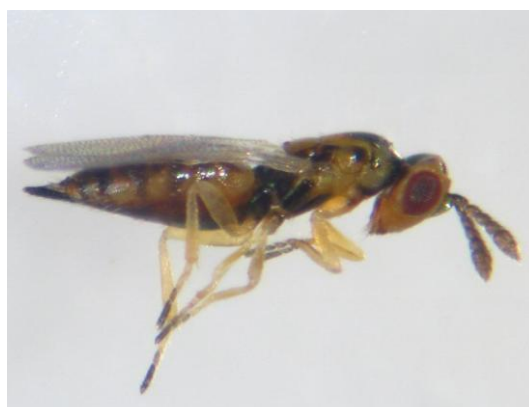
Επίσης, είναι γνωστό ότι σπάνια θα εντοπίσουμε Coccinellidae σε σμήνη και αν παρατηρηθεί κάτι τέτοιο είναι λόγω έλλειψης αφίδων όταν εκείνες έχουν βγει μόλις από τα κουκούλια τους (Kareiva and Odell 1987, Majerus 1994). Όταν λοιπόν είναι περίοδος παρασιτισμού, οργανώνουν ομάδες των 10-15 ατόμων που παρασιτούν στο πυκνό φύλλωμα των χαμηλών αγροστώδων φυτών (Angalet et. al. 1979, Cantrell 2011, Hodek and Michaud 2008, Honěk and Martinkova 2005, Honěk et. al. 2007). Εκεί θα ξεχειμωνιάσει σε συσσωματώματα και με απελευθέρωση φερομονών προσελκύει και άλλα άτομα του είδους του, προκειμένου να δημιουργήσει πληθυσμό. Χημικές ενώσεις χρησιμοποιούνται και στην εύρεση τροφής, ειδικότερα, η φερομόνη συναγερού που απελευθερώνει η αφίδα σε περίπτωση κινδύνου καθώς και οι χημικές ενώσεις που απελευθερώνουν τα μολυσμένα από αφίδες φυτά, βοηθούν την *C. septempunctata* να εντοπίσει τους πληθυσμούς αφίδας (Cantrel 2011, Peterson et. al. 2005).

Όσο αναφορά στα φυτά που επιλέγουν, δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο κριτήριο, παρά μόνη διαθεσιμότητα τροφής. Μπορούμε να το συναντήσουμε σε δενδρώδεις καλλιέργειες όπως είναι η μηλιά και η πορτοκαλιά σε αγροστώδη όταν αναπαράγεται αλλά και σε σιτηρά και καλλιέργειες όπως είναι τα σιτηρά, η πατάτα και η τομάτα. Φαίνεται να έχει μία ιδιαίτερη αδυναμία ως προς τα λιγότερο περίπλοκα δομημένα φυτά όπως το *Solidago virgaurea* σε αντίθεση με το φυτό *Vicia faba* (κοιν. Κουκί). Πειραματικά αποδείχθηκε ότι η *C.septempunctata* προτιμούσε άφυλλα φυτά από φυτά με κανονικό φύλλωμα (Kareiva and Perry 1989, Kareiva and Sahakian 1990, Messina and Hanks, 1998).

2.3.1 Φυσικοί εχθροί του είδους:

Για τα ενήλικα άτομα του είδους οι φυσικοί εχθροί θα λέγαμε ότι είναι λίγοι. Οι αντιθέσεις και η ζωηρότητα των χρωμάτων των ενηλίκων, προειδοποιούν οπτικά τους θηρευτές τους για τοξικότητα και τους αποθαρρύνει. Παράλληλα, παράγουν τοξικά N- οξειδία και αλκαλοειδή από τον αδένα που βρίσκεται μεταξύ του μηρού και της κνήμης, όταν νιώσουν απειλή. Οι ουσίες αυτές είναι ιδιαίτερα τοξικές για τα πτηνά. Άλλος ένας

φυσικός εχθρός είναι τα παράσιτα, τα οποία εγκαθίστανται σε προνύμφες, αναπτύσσονται μαζί τους πιθανόν να παραμείνουν μέχρι να βγει από τη διάπαυση ο ξενιστής. Παραδείγματα τέτοιων εχθρών είναι τα παράσιτα της οικογένειας *Eulophidae*, (βλ.εικ.28) και *Braconidae*. Τέλος οι προνύμφες κινδυνεύουν από τις αράχνες (Abassi et. Al. 2001, Angalet et. al. 1979, Cantrell 2011, Hodek and Michaud 2008, Honeket. al. 2007, Kindlmam et. al. 2000, Miura 2009, Peterson et. al. 2005, Riddick et. al., 2009).



Εικ.28 Άτομο της οικογένειας *Eulophidae*.

2.3.2 Βιολογικός Κύκλος του *C .septempunctata*:

Το *C.septempunctata* έχει διάρκεια βιολογικού κύκλου ένα έτος και λίγο-πολύ ακολουθεί τον γενικό τύπο βιολογικού κύκλου που αναφέραμε στο κεφάλαιο 2.2. Την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι τρέφονται και τοποθετούν τα ωά τους στις επιλεγμένες θέσεις, οι οποίες βρίσκονται κοντά στο θήραμά τους, τις αφίδες δηλαδή. Τα ωά είναι τοποθετημένα σε ομάδες σε σημεία όπως τα φύλλα και ο μίσχος, (βλ.εικ.29). Μετά την εκκόλαψη των προνυμφών, εμφανίζονται οι προνύμφες 1^{ης} ηλικίας έχοντας μέγεθος 1mm και καθώς περνάνε στις επόμενες προνυμφικές ηλικίες (L2, L3, L4) αυξάνονται σε μέγεθος φτάνοντας τελικά τα 7mm περίπου, στην τελευταία – 4^η προνυμφική ηλικία, μετά το πέρας 10 – 30 ημερών. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος και η ποσότητα της τροφής που καταναλώνουν τα αρπακτικά έχουν καταλυτική επίδραση στη διάρκεια ανάπτυξης. Μετά το στάδιο της προνύμφης, τα

Coccinellidae μπαίνουν στο στάδιο της νύμφωσης, μετατρέπονται δηλαδή σε πλαγγόνα (rypa) μέχρι να ωριμάσουν και τα ακμαία να σκίσουν το περίβλημα που τα περιβάλλει. Ο χρόνος διάρκειας αυτής της διαδικασίας πάλι επηρεάζεται από τον παράγοντα θερμοκρασία που αναφέραμε και ποικίλει από 3- 12 μέρες (Hoffman and Frodsham, 1993) Τέλη λοιπόν καλοκαιριού έχουμε τα ενήλικα άτομα και την επόμενη άνοιξη θα είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν σύζευξη (Majerus and Kearns, 1989).



Εικ.29 Ενήλικο *C. septempunctata* εναποθέτει τα ωά του.



Εικ.30 Στάδια ανάπτυξης *C.septempunctata*.

Όταν η τροφή δεν επαρκεί μειώνεται ή διακόπτεται τελείως η ωοτοκία και ένας αριθμός προνυμφών πεθαίνει κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης (Hodek, 1973).

Στο κομμάτι του βιολογικού κύκλου δε μπορούμε να παραλείψουμε τη διαδικασία της διάπαυσης. Καθώς η διάρκεια της ημέρας μειώνεται (χειμερινοί μήνες), και η θερμοκρασία πέφτει, τα έντομα προσπαθούν να δημιουργήσουν αποθέματα ενέργειας κάνοντας πιο αργό το μεταβολισμό τους και καταναλώνοντας μεγαλύτερη ποσότητα τροφής προκειμένου να ετοιμαστούν για τη διάπαυση, μία φάση που τους βοηθάει να επιβιώσουν σε συνθήκες έλλειψης τροφής. Η εκδήλωση της διάπαυσης ορίζεται στα τελευταία προνυμφικά στάδια (Hodek, 1973). Το αρπακτικό αυτό περνάει το χειμώνα της πάντα στο έδαφος είτε κρυμμένο κάτω από πέτρες είτε σε τρύπες του εδάφους, κοντά στα σημεία που αναπαράγεται. Προτιμά υψόμετρα αλλά τη συναντάμε και στις πεδιάδες σε δέντρα που τις προστατεύουν από τον αέρα και σε απομονωμένα φυτά ή θάμνους (Hodek, 1973). Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις διάπαυσης κατά τους θερινούς μήνες, διαλέγοντας ένα υψόμετρο καταστέλλουν τους μεταβολικούς τους ρυθμούς μέχρι το τέλος του Αυγούστου και μετά ακολουθεί η ίδια διαδικασία τους μήνες από το Νοέμβρη μέχρι το Μάρτη (Κουτσόγιαννος, 1997).

2.3.3 Το φαινόμενο του κανιβαλισμού στην οικογένεια *Coccinellidae*:

Όπως έχουμε αναφέρει και στην αρχή του κεφαλαίου η οικογένεια *Coccinellidae* χαρακτηρίζεται από το φαινόμενο του κανιβαλισμού. Ουσιαστικά άτομα της οικογένειας αυτής τρέφονται με άτομα του ίδιου είδους ή διαφορετικών ειδών της ίδιας όμως οικογένειας. Να τονισθεί πως αυτό συμβαίνει σε περιόδους όπου η απουσία της τροφής είναι έντονη. Ακμαία και προνύμφες καταναλώνουν ωά, μικρότερες προνύμφες ή ακμαία που μόλις έχουν τελειώσει το στάδιο της πλαγγόνας. Οι προνύμφες αρχικού σταδίου τρέφονται με τα γειτονικά ωά που δεν έχουν ακόμα εκκολαφθεί παραμένοντας αρχικά στα εκκολαπτόμενο ωό τους και αργότερα διασκορπίζονται. Όπως αντιλαμβανόμαστε ο μηχανισμός αυτός υπάρχει προκειμένου να μην αφανίζονται ολόκληροι πληθυσμοί και να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε

προνυμφικές ηλικίες που είναι αδύνατο να μεταναστεύσουν προς εύρεση τροφής.



Εικ.31 Ενήλικο της οικογένειας Coccinellidae τρέφεται με πλαγγόνα του ίδιου είδους (κανιβαλισμός).

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ

3.1. Γενικά

Η υποχρέωση να προστατεύουμε τη φύση προκύπτει από ένα αίτημα ευθύνης απέναντι στους άλλους και συνδέεται με τη στάση μας απέναντι στη εκείνη. Οι συνθήκες ζωής των σύγχρονων και μελλοντικών γενεών εξαρτώνται από την ύπαρξη μιας ακέραιης φύσης (Immanuel, 1963).

Μπορούμε να πούμε ότι η φύση έχει προνοήσει, αφού πολλοί φυτικοί οργανισμοί διαθέτουν μηχανισμούς αμύνης έναντι φυτοφάγων εντόμων, δηλαδή διάφορες τοξικές ουσίες που παράγουν τα ίδια. Μία τέτοια κατηγορία φυτών, είναι τα φυτά του γένους *Pyrethrum*, από τα οποία φτιάχνονται και τα γνωστά πυρεθρινοειδή εντομοκτόνα. Παράδειγμα αυτού του γένους είναι το *Chrysanthemum*, (βλ.εικ.32), κοινή ονομασία Χρυσάνθεμο. Αυτό όμως δεν είναι αρκετό διότι αρχικά δε διαθέτουν όλα τα καλλιεργήσιμα είδη αυτήν την ικανότητα και τέλος ακόμα και σε όσα τη διαθέτουν, η ποσότητα δεν επαρκεί για τη μαζική καταπολέμηση των ξενιστών.



Εικ.32 Φυτό του γένους *Chrysanthemum*.

Για το λόγο αυτόν, λοιπόν, ολόκληρη η Γεωπονική επιστήμη έχει θέσει ως στόχο και προτεραιότητα την καταπολέμηση επιβλαβών εντόμων και την εξασφάλιση μιας οικονομικώς αποδεκτής γεωργική παραγωγή. Ο συστηματικός έλεγχος των ασθενειών και των παρασίτων επιβάλλεται προκειμένου να έχουμε μία οικονομικά αποδεκτή γεωργική παραγωγή. Εδώ και πάρα πολλά χρόνια η φυτοπροστασία αποτελεί σημαντικό πεδίο ενασχόλησης με τη γεωργία. Η χρήση εντομοκτόνων προϊόντων είναι πλέον αναπόσπαστο κομμάτι των καλλιεργειών στην πλειοψηφία τους. Για να γίνουμε πιο κατανοητοί, εντομοκτόνα προϊόντα ορίζουμε τα σκευάσματα τα οποία χρησιμοποιούνται είτε προληπτικώς προκειμένου να αποφύγουμε ζημιογόνους πληθυσμούς εντόμων είτε για την καταπολέμηση αυτών.

Τα εντομοκτόνα ανάλογα τον τρόπο δράσης τους χωρίζονται σε:

- Επαφής
- Στομάχου και
- Ασφυκτικά.

Εντομοκτόνα επαφής: Η δραστική ουσία έρχεται σε επαφή με τον εξωσκελετό του εντόμου και με τα αναπνευστικά τμήματα και η επίδραση σε κάθε έντομο έχει να κάνει με την περατότητα της επιδερμίδας του εντόμου. Χρησιμοποιούνται για προνύμφες λόγω της μαλακότητας του σκελετού και για μυζητικού τύπου έντομα.

Εντομοκτόνα στομάχου: Η δραστική ουσία έρχεται σε επαφή με τα στοματικά μόρια του εντόμου και εισέρχεται στο εσωτερικό του όπου καταλήγει στο στομάχι του και καταστρέφουν τα πεπτικά ένζυμα. Τα χρησιμοποιούμε ενάντια προνύμφες και ενήλικα άτομα μασητικού τύπου.

Εντομοκτόνα ασφυκτικά: Η δραστική ουσία έρχεται σε επαφή με τα εξωτερικά αναπνευστικά όργανα και η χρήση τους γίνεται για να καταπολεμηθούν έντομα που πλήττουν γεωργικές αποθήκες.

Οι βασικότεροι μέθοδοι καταπολέμησης είναι:

- Η Χημική καταπολέμηση

- Η Βιολογική καταπολέμηση και
- Η Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

Χημική καταπολέμηση: Είναι η συνηθέστερη μέθοδος καταπολέμησης, αρκετά αποτελεσματική, σε μερικές περιπτώσεις περισσότερο από τις άλλες μεθόδους, αλλά έχει αρνητικές επιδράσεις σε ωφέλιμους οργανισμούς διαταράσσοντας έτσι το οικοσύστημα.

Βιολογική καταπολέμηση: Έχει αρχίσει να γίνεται αποδεκτή από όλο και περισσότερους αγρότες, σέβεται τις σχέσεις που διαμορφώνουν οι οργανισμοί μεταξύ τους σε ένα οικοσύστημα και είναι σχετικά αποτελεσματική.

Ολοκληρωμένη καταπολέμηση: Είναι ο συνδυασμός όλων των μεθόδων προστασίας και είναι αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον.

(Δημόπουλος, 2010)

3.2 Χημική καταπολέμηση των αφίδων

Στη χημική καταπολέμηση των αφίδων χρησιμοποιούμε εντομοκτόνα τα οποία δρουν με διαφορετικούς τρόπους στο νευρικό σύστημα των εντόμων αυτών. Ωστόσο τρεις είναι οι βασικές κατηγορίες χημικών εντομοκτόνων στην περίπτωση των αφίδων:

- Τα οργανοφωσφορικά σκευάσματα
- Τα πυρεθρινοειδή σκευάσματα και
- Τα νεονικοτινοειδή σκευάσματα

Τα οργανοφωσφορικά σκευάσματα: Είναι εντομοκτόνα επαφής ,στομάχου και μερικά δρουν και ασφυκτικά. Μερικά από αυτά έχουν τοπική δεισδυτική δράση. Ρόλος τους είναι να παρεμποδίζουν ένζυμο του νευρικού συστήματος. Ειδικότερα, παρεμποδίζουν τη μετάδοση των νευρικών μηνυμάτων στο συνοπτικό διάκενο μεταξύ των δύο νευρικών κυττάρων,

εμποδίζοντας την αποδόμηση του νευροδιαβιβαστή, της ακετυλοχολίνης. (Tonizawa and Casida, 2003). Έχουν υψηλή τοξικότητα ως προς τον άνθρωπο και απορροφώνται από τα κολλοειδή του εδάφους.

Τα πυρεθρινοειδή σκευάσματα: Προέρχονται από τα άνθη του Χρυσάνθεμου, πλήττει το νευρικό σύστημα των εντόμων και παρεμποδίζει τη λειτουργία της αντλίας του νατρίου- καλίου. Η αντλία αυτή καθιστά διεγέρσιμα τα νευρικά και μυϊκά κύτταρα και καθοδηγεί την ενεργό μεταφορά σακχάρων και αμινοξέων. Είναι εντομοκτόνα επαφής και στομάχου και χαρακτηρίζονται από διασυστηματική δράση. Δεν έχουν ιδιαίτερη τοξικότητα στον άνθρωπο.

Τα νεονικοτινοειδή σκευάσματα: Παρεμποδίζουν τη λειτουργία του νευρικού συστήματος καθώς προσκολλώνται στους υποδοχείς της ακετυλοχολίνης. Έχουν δράση που αφορούν την επαφή και την κατάποση από το παράσιτο και έχουν ακροπεταλική διασυστηματική κίνηση.

Αν και εν συγκρίσει με άλλες μεθόδους έχει άμεσα αποτελέσματα και μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας έχει αποδειχθεί πως συνδέεται με υπολογίσιμα μειονεκτήματα. Ειδικότερα, επηρεάζουν αρνητικά την ωφέλιμη πανίδα, διαταράσσοντας τις συμβιωτικές σχέσεις και την τροφική αλυσίδα του εκάστοτε οικοσυστήματος στο οποίο χρησιμοποιούνται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη καινούργιων φυσικών εχθρών για τις καλλιέργειες όπου παλιότερα δεν ήταν επιλήψιμοι. Ένα επίσης, χαρακτηριστικό μειονέκτημα και από τα πιο σπουδαία, είναι η δημιουργία ανθεκτικών στελεχών στο εκάστοτε εντομοκτόνο που οδηγεί στην αναποτελεσματικότητα του μακροχρόνια. Τέλος, δε μπορεί να μην αναφερθεί ότι έχουν κατηγορηθεί από τον επιστημονικό κόσμο για σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, στο έδαφος και στον υδροφόρο ορίζοντα (μόλυνση) το οποίο οδηγεί σε τοξικότητα για τον άνθρωπο και τα ζώα(Δημόπουλος, 2010).

3.3 Η Βιολογική Καταπολέμηση

Ο σκοπός της βιολογικής καταπολέμησης, σύμφωνα με τους Smith και Reynoldsto 1966, είναι η μείωση του πληθυσμού των ζημιογόνων εντόμων κάτω από το επίπεδο της οικονομικής ζημίας. Οι τύποι βιολογικής καταπολέμησης είναι τρεις:

- Η κλασική βιολογική καταπολέμηση
- Η αυξητικού τύπου βιολογική καταπολέμηση και
- Η διατήρηση βιολογικής δράσης

Κλασική βιολογική καταπολέμηση: Χαρακτηρίζεται από την εισαγωγή φυσικών εχθρών σε καινούργιες γεωγραφικές περιοχές, οι οποίοι στρέφονται ενάντια στα παράσιτα που θέλουμε να καταπολεμήσουμε.

Αυξητικού τύπου βιολογική καταπολέμηση: Πραγματοποιείται μαζική παραγωγή των φυσικών εχθρών των παρασίτων, οι οποίοι βρίσκονται ήδη στο περιβάλλον που ανήκουν, αλλά η ποσότητά τους δεν επαρκεί ή δεν τα έχουμε πάντα στη διάθεσή μας.

Διατήρηση βιολογικής δράσης: Ενισχύονται οι φυσικοί πληθυσμοί και οι άγριοι φυσικοί εχθροί διαχειρίζοντας τις περιοχές που ζουν.

Γενικά στη βιολογική καταπολέμηση χρησιμοποιούνται αρπακτικά έντομα όπως και το *Coccinella septempunctata* που εξετάζουμε στην πτυχιακή αυτή και παρασιτοειδή όπως το *Aphidius colemani*, προκειμένου να αντιμετωπιστούν και να μειωθούν πληθυσμοί ανεπιθύμητων εντόμων, κυρίως φυτοφάγων όπως είναι και οι αφίδες. Ο βιολογικός έλεγχος των αφίδων εξετάστηκε στα τέλη του 1980 (Carver, 1989). Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφοροι μικροοργανισμοί όπως για παράδειγμα ο μύκητας *Beauveria bassiana* που δρα κατά των αφίδων, και νηματώδεις που παρασιτούν στο έντομο- ξενιστή και του προκαλούν σωματικές βλάβες. Δεν είναι λίγες και οι φορές που χρησιμοποιούνται βακτήρια όπως το *Baccillus thuringiensis*, το οποίο καταπολεμά τον πράσινο σκώληκα του βαμβακιού

(*Helicoverpa armigera*). Τέλος μέρος της βιολογικής καταπολέμησης είναι και η χρήση ακτίνων Χ. Επιδρούν στα αρσενικά άτομα στερώντας τα ώστε να μη γίνεται γονιμοποίηση των θηλυκών ατόμων (Τζανακάκης, 1995).

Η βιολογική καταπολέμηση καταρχήν είναι φιλική προς το περιβάλλον. Αυτό σημαίνει πως είναι ακίνδυνη για τους ζωντανούς οργανισμούς του οικοσυστήματος στο οποίο εφαρμόζεται, δηλαδή προς τα φυτά, τα ζώα και τον ίδιο τον άνθρωπο (Τζανακάκης, 1995). Η έλλειψη επικινδυνότητας οφείλεται στο ότι τη δράση ενάντια των ζημιογόνων εντόμων την αναλαμβάνουν εξ ' ολοκλήρου θηρευτές τους. Προστατεύει και σέβεται το οικοσύστημα, ενώ οι τρόποι που συστήνει είναι οικονομικότεροι και εννοείται χωρίς τη χρήση χημικών σκευασμάτων (Δημόπουλος, 2010).

Επειδή όμως όπως αναφέραμε, η καταπολέμηση αυτή βασίζεται στη δράση ωφέλιμων εντόμων μπορεί να μην είναι πάντα αρκετά αποτελεσματική ή αποτελεσματική τη στιγμή που το έχουμε ανάγκη. Κλιματικές-περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να επηρεάσουν- περιορίσουν τη δράση τους. Ακόμη, εισάγοντας τα ωφέλιμα έντομα που επιθυμούμε στην καλλιέργειά μας υπάρχει πιθανότητα να διαταράξουμε τους πληθυσμούς των χρήσιμων εντόμων που ήδη υπάρχουν (Howard, 1991).

Το μόνο που χρειάζεται προκειμένου να είναι επιτυχημένη η χρήση της Βιολογικής καταπολέμησης ο αγρότης πρέπει να είναι πολύ καλά ενημερωμένος σχετικά με τη μεθοδολογία της καταπολέμησης και τη βιολογία των εντόμων που παίρνουν μέρος. Επίσης οφείλει να συμμορφώνεται με τη νομοθεσία και να συνεργάζεται με τον αρμόδιο που θα ελέγχει την πορεία της διαδικασίας και θα δίνει τις κατάλληλες συμβουλές (Δημόπουλος, 2004).

3.4 Η Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση

Ολοκληρωμένη καταπολέμηση είναι η μέθοδος εκείνη η οποία προκύπτει από το συνδυασμό όλων των μεθόδων φυτοπροστασίας, δηλαδή συνδυασμός χημικής και βιολογικής καταπολέμησης (Δημόπουλος, 2010). Στόχος της είναι να υπάρξει ένα σύστημα φυτοπροστασίας τηρώντας τις

προϋποθέσεις, μέσα στο νομικό πλαίσιο, ώστε να εφαρμοστεί στην καλλιέργεια που επιθυμούμε (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Στον τύπο αυτό καταπολέμησης συναντάμε τους όρους <<όριο ανεκτής ποιότητας >> και <<όριο ανεκτής πυκνότητας>>. Ο πρώτος όρος απευθύνεται στον πληθυσμό των ανεπιθύμητων εντόμων ο οποίος πρέπει να διατηρείται κάτω από μία συγκεκριμένη τιμή, για να μην προκύψει οικονομική ζημιά. Ο δεύτερος όρος αναφέρεται στον πληθυσμό των ανεπιθύμητων εντόμων, που ανάλογα την τιμή του θα αποφασίσουμε αν θα παρέμβουμε για την αντιμετώπισή του (Δημόπουλος, 2010).

Το κριτήριο που πρέπει να πληρούνται πριν τη χρήση αυτού του είδους καταπολέμησης είναι πάνω απ' όλα η ύπαρξη ενός μακροχρόνιου σχεδίου έχοντας λάβει υπόψη, κατά τη δημιουργία του, παράγοντες όπως το κλίμα, το έδαφος και φυσικά τα είδη των εντόμων που υπάρχουν στην εκάστοτε καλλιέργεια (Δημόπουλος, 2010). Επίσης, απαραίτητες είναι η παρακολούθηση των φυτοπαρασίτων της καλλιέργειας, η βιολογική γνώση των ωφέλιμων και εντόμων και τον εντόμων στόχων αλλά και η άριστη γνώση των μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν.

Τα πλεονεκτήματα της ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι αρκετά. Αρχικά είναι ακίνδυνη κατά τη χρήση της για τον αγρότη και τα φυτά δεν έχουν επιπτώσεις στην υγεία του ατόμου που τα καταναλώνει. Τα γεωργικά προϊόντα είναι απολύτως απαλλαγμένα από ουσίες, τοξικές ή χημικές, που μπορεί να βλάψουν τον καταναλωτή αλλά και τα ωφέλιμα για την καλλιέργεια έντομα και ταυτόχρονα δεν αναπτύσσονται ανθεκτικά στελέχη, που θα προκαλέσουν πρόβλημα (Τζανακάκης, 1995).

Φυσικά οτιδήποτε εκτός από πλεονεκτήματα έχει και μειονεκτήματα. Ένα μειονέκτημά της είναι ότι είναι λιγότερο οικονομική συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους καταπολέμησης, καθώς χρειάζεται ειδικά καταρτισμένα άτομα διαφόρων ειδικοτήτων με πείρα προς τη χρήση της. Οι εμπλεκόμενοι κρατικοί μηχανισμοί καθώς και οι συσχετιζόμενοι τομείς δε λειτουργούν πάντα άρτια και δεν έχουν τον απαραίτητο εξοπλισμό (Τζανακάκης, 1995). Τέλος, είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε πως προκειμένου να επιτευχθούν τα επιθυμητά αποτελέσματα ότι πρέπει να τηρούνται αυστηρά οι σχετικοί νόμοι,

να περιορίζεται η χρήση χημικών μεθόδων και να υπάρχει η καλύτερη δυνατή γνώση της γεωπονικής επιστήμης(Δημόπουλος, 2010).

Σκοπός Εργασίας:

Ένας από τους σημαντικότερους φυσικούς εχθρούς της οικογένειας *Aphididae* είναι τα αρπακτικά είδη της οικογένειας *Coccinellidae* (Hagen and Van den Bosch 1968, Hodek 1973, Hagen 1974, Frazer 1988). Στην πτυχιακή αυτήν εργασία αναφέρονται πληροφορίες για τα έντομα των οικογενειών αυτών και πιο συγκεκριμένες για τα είδη *A.faba* και *C.septempunctata* που έλαβαν μέρος και στην πειραματική διαδικασία. Οι πληροφορίες αυτές θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε τη φύση τους και το λόγο που απασχολούν έντονα το γεωπονικό κλάδο.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετήσουμε την επίδραση του βιολογικού σκευάσματος *spirotetramat*, που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των αφίδων, στο βιολογικό κύκλο του αρπακτικού είδους *C.septempunctata*. Τα αποτελέσματα ευελπιστούμε να βοηθήσουν στην κατανόηση της σχέσης των βιολογικών σκευασμάτων με τα ωφέλιμα έντομα μίας καλλιέργειας.

B' ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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 φυσικών 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, Kehrlı &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 Κολεόπττερων 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 Coccinelidae 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 διάρκεια 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 (Galvanetal. 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 έχει το *spirotetramat* σε διάφορα βιολογικά χαρακτηριστικά και τη θνησιμότητα στο *C. septempunctata*.

B. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Πειραματικό Υλικό

Ως πειραματικό υλικό στην πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε πληθυσμός του αρπακτικού εντόμου *C.septempunctata*, του οποίου τον πληθυσμό διατηρούσαμε στο εντομοτροφείο και πληθυσμός του φυτοφάγου εντόμου *A.fabae*, εκτρέφοντας τον πληθυσμό του επίσης στο εντομοτροφείο. Τέλος χρησιμοποιήθηκαν κουκιά (*Vicia faba*) προκειμένου να παρασιτήσουν οι αφίδες και το εντομοκτόνο spirotetramat.

Διατήρηση Πειραματικού Υλικού

Φυτά κουκιών (*Vicia faba*):

Στην αρχή τοποθετούσαμε τους σπόρους των φυτών μέσα στο νερό για μία ολόκληρη μέρα. Μετά το διάστημα της μίας μέρας ανακατεύαμε ποσότητα περλίτη με λιγότερη ποσότητα νερού και γεμίζαμε σχεδόν γλαστράκια διαστάσεων 15cm X 15cm. Ο βρεγμένος περλίτης χρησίμευε για τη συγκράτηση της απαραίτητης υγρασίας. Στη συνέχεια τοποθετούσαμε την απαραίτητη ποσότητα σπόρων στο πάνω μέρος του στρώματος του περλίτη, τους καλύπταμε με ένα πλέγμα για να αποφύγουμε το πλάγιασμα και τα βάζαμε σε θάλαμο θερμοκρασίας 25°C, ποτίζοντας τα καθημερινώς.

Μετά το πέρας 1 βδομάδας με 10 μέρες τα φυτά είχαν φυτρώσει. Όταν έφταναν σε ύψος τα 10cm τα τοποθετούσαμε στα κλουβιά με τις αφίδες, προκειμένου οι τελευταίες να τραφούν, και αφού μολύνονταν και φιλοξενούσαν τον απαραίτητο αριθμό αφίδων τοποθετούνταν τελικά στα κλουβιά των αρπακτικών.

Αποικία φυτοφάγων εντόμων *A.fabae*:

Η εκτροφή των αφίδων γινόταν σε ειδικό θάλαμο του εντομοτροφείου όπου υπήρχε μόνο για αυτό το σκοπό. Οι αφίδες βρίσκονταν μέσα σε κλουβιά των οποίων ο σκελετός τους περιμετρικά ήταν μεταλλικός και ο πάτος του

ξύλιнос. Οι πλευρές των κλουβιών καλύπτονταν με λευκά τούλινα πανιά ώστε να επιτρέπεται ο αερισμός, οι αφίδες να μη μπορούν να διαφύγουν και να μην κινδυνεύει ο πληθυσμός τους από παράσιτα. Το *A.faba* παρασιτούσε σε φυτά κουκιών και τρεφόταν από αυτά ενώ τα τελευταία τα αντικαθιστούσαμε ανά τακτά διαστήματα και τοποθετούνταν ανά 6 σε κάθε κλουβί.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες του θαλάμου ήταν τέτοιες ώστε τα έντομα αυτά να τρέφονται, να αναπτύσσονται και να αναπαράγονται ομαλώς και συστηματικά. Συγκεκριμένα η θερμοκρασία ήταν στους 15°C και η υγρασία στο 60%.

Αποικία του αρπακτικού *C.septempunctata*:

Τα αρπακτικά αυτά άτομα τοποθετήθηκαν μέσα σε ειδικούς διαφανή κυλίνδρους όπου είχαν ένα στρογγυλό άνοιγμα και από τις δύο πλευρές, τα οποία καλύπτονταν με λεπτό λευκό τούλι, επιτρέποντας έτσι τον αερισμό στο εσωτερικό των κυλίνδρων. Σε κάθε κύλινδρο τοποθετούνταν 3 φυτά μεσαίου μεγέθους που ήταν μολυσμένα με αφίδες του είδους *A.fabae*. Τα μολυσμένα φυτά κάλυπταν τις τροφικές ανάγκες των αρπακτικών ώστε να επιβιώνουν, να αναπτύσσονται και να αναπαράγονται.

Προκειμένου να εξασφαλιστούν οι παραπάνω λειτουργίες έπρεπε ο θάλαμος που βρίσκονταν τα αρπακτικά να έχει τις κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες. Για το λόγο αυτό η θερμοκρασία είχε ρυθμιστεί στους 25°C. Ανά 3 μέρες περίπου αλλάζαμε τα φυτά στους κυλίνδρους αφού είχαν καταναλωθεί οι περισσότερες αφίδες και τα φυτά λόγω της προσβολής ήταν σε προχωρημένη μάρανση.

Καθημερινώς ανοίγονταν οι κύλινδροι ώστε να ελεγχθούν για ωά. Σε περίπτωση που υπήρχαν ωά, απομονώνονταν και τοποθετούνταν σε τριβλία και εκεί εκκολάπτονταν. Μετά την εκκόλαψη οι προνύμφες 1^{ης} ηλικίας τοποθετούνταν σε μικρά διαφανή, πλαστικά βαζάκια (μία προνύμφη σε κάθε βαζάκι) τα οποία κλείνουμε με λεπτό τούλι για αερισμό, έχοντας βάλει φύλλο παρασιτισμένο με αφίδες.

Μετά την ολοκλήρωση των σταδίων ανάπτυξης, ανάλογα το στάδιο που επιθυμούσαμε απομονώναμε τα αντίστοιχα άτομα και τα τοποθετούσαμε πάλι ξεχωριστά το καθένα σε κουτιά blackman για να ξεκινήσει το πείραμα. Τα ενήλικα που δε χρειαζόμασταν τα τοποθετούσαμε σε καινούργιους κυλίνδρους για τη διατήρηση του πληθυσμού.

Το εντομοκτόνο spirotetramat:

Το οργανικό αυτό εντομοκτόνο είναι ένα πυκνό εναιώρημα – suspension concentrate (SC) το οποίο αραιώνεται με νερό, υδρολύεται με τη μορφή ενόλης, με διάσπαση της κεντρικής ομάδας αιθοξυκαρβονυλίου και χρησιμοποιείται ενάντια στα ακάρεα, τις αφίδες και τα κοκκοειδή.

Ανήκει στα τετρονικά οξέα τα οποία παρεμποδίζουν τη βιοσύνθεση των λιπιδίων και είναι αποτελεσματικό στα ατελή στάδια καθώς παγιδεύει τα έντομα ανάμεσα στις εκδύσεις, αναστέλλει τη μεταμόρφωση των προνυμφών, τα έντομα πεθαίνουν πριν περάσουν στο επόμενο στάδιο ανάπτυξης και τα θηλυκά ενήλικα άτομα χάνουν σε ένα ποσοστό την αναπαραγωγική τους ικανότητα ενώ παράλληλα άλλα αποκτούν λιγότερο βιώσιμους απογόνους.

Έχει δράση στομάχου, δηλαδή ερχόμενο σε επαφή με τη στοματική οδό του εντόμου – στόχου περνάει στο στόμαχο. Εκεί προκαλεί αποκόλληση κατά πλάκες του επιθηλιακού και μυϊκού ιστού του τελευταίου, καταστρέφει τα πεπτικά ένζυμα και προκαλεί αλλοιώσεις στη σύσταση της αιμολέμφου (Δημόπουλος 2010).

Επίσης χαρακτηρίζεται από διπλή διασυστηματική δράση (ανοδική/καθοδική και ακροπέταλη/βασιπέταλη). Τα διασυστηματικά σκευάσματα μετά τον ψεκασμό μπαίνουν στο εσωτερικό των ιστών του φυτού, στη συγκεκριμένη περίπτωση και μέσω του ανοδικού και μέσω του καθοδικού ρεύματος των χυμών προς τα υπόλοιπα φυτικά μέρη. Επιτρέπει μεγαλύτερα διαστήματα στα οποία δε χρειάζεται παρέμβαση με ψεκασμό καλύψεως καθώς διαχέεται σε όλο το φυτό. Είναι αποτελεσματικό ακόμη και μετά την ύπαρξη προσβολής από τα παράσιτα που μεγαλώνουν στα εσωτερικά μέρη του φυτού (Δημόπουλος 2010).

Μερικά παραδείγματα χρήσης του εντομοκτόνου αυτού είναι στη ροδακινιά για το είδος *M. persicae* (Πράσινη αφίδα), στην πορτοκαλιά για το είδος *Aonidiella aurantii* (Κοκκοειδή) και στη μηλιά για το είδος *Aphis pomi* (Πράσινη αφίδα μηλιάς).

Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η πορεία του πειράματος που πραγματοποιήθηκε στο χώρο του εντομοτροφείου για την πτυχιακή αυτή περιγράφεται παρακάτω λεπτομερώς.

Αρχικά ανεξαιρέτου σταδίου ανάπτυξης που μελετούσαμε το πρώτο στάδιο της πειραματικής πορείας ήταν κοινό. Από τους διαφανείς, πλαστικούς κυλίνδρους που διατηρούταν ο πληθυσμός του αρπακτικού *C.septempunctata*, απομονώναμε τα ωά με ένα μαλακό, ελάχιστα βρεγμένο πινέλο και τα τοποθετούσαμε σε τριβλίο μέχρι να εκκολαφθούν. Αμέσως μετά την εκκόλαψη τα χωρίζαμε ανά άτομο σε μικρά πλαστικά βαζάκια βάζοντας από ένα μολυσμένο φύλλο με αφίδες στο καθένα. Πέρα από το καθημερινό τάισμα με καινούργιο φύλλο και απομάκρυνση του προηγούμενου, ελέγχαμε ταυτόχρονα για έκδυμα ώστε να επιβεβαιώνουμε το στάδιο ανάπτυξής τους. Όταν ήταν στο στάδιο που θέλαμε να μελετήσουμε παίρναμε τα άτομα που χρειαζόμασταν και τα υπόλοιπα τα κρατούσαμε για τη διατήρηση του πληθυσμού.

Πρώτα μελετήθηκε η επίδραση του βιολογικού σκευάσματος *spirotetramat* στην τελευταία προνυμφική ηλικία (L4) του αρπακτικού. Σε ένα διαφανές ορθογώνιο κουτί εκτροφής στου οποίου τη βάση υπήρχε βρεγμένος σπόγγος, ώστε να διατηρείται η απαραίτητη υγρασία, τοποθετούσαμε την άκρη του μίσχου από το φύλλο του κουκιού που ήταν εμποτισμένο με το εντομοκτόνο. Το φύλλο το βουτούσαμε για 10 δευτερόλεπτα στο διάλυμα και αφού στραγγιζόταν σε απορροφητικό χαρτί τοποθετούταν στο κουτί, το οποίο ονομάζεται Blackman. Εν συνεχεία τοποθετούσαμε 1 προνύμφη L4 σε κάθε κουτί Blackman και αφού μετρούσαμε, προσθέταμε 100 αφίδες (κατά προτίμηση άπτερες), κλείναμε το κουτί και το αριθμούσαμε. Τις επόμενες μέρες καταμετρούσαμε καθημερινώς την κατανάλωση των αφίδων από τα αρπακτικά και προσθέταμε άλλες 100 για κάθε μέρα, για κάθε προνύμφη μέχρι την αλλαγή της στο επόμενο στάδιο. Επίσης καταγράφονταν οι μέρες ολοκλήρωσης του σταδίου. Όταν περνούσαν στο στάδιο της πλαγγόνας (pupa) το αρπακτικό δεν κατανάλωνε τροφή και γινόταν χρυσαλίδα. Μετά την εμφάνιση του ακμαίου, το κάθε ενήλικο ζυγίζόταν σε ηλεκτρονικό ζυγό

ακριβείας (ακρίβεια εκατοντάκις χιλιοστού γραμμαρίου) και σημειωνόταν το βάρος και το φύλο του.

Στη συνέχεια μελετήσαμε την επίδραση του εντομοκτόνου στην προνυμφική ηλικία (L3) αρπακτικού. Με την ίδια διαδικασία με παραπάνω, εμποτίσαμε ένα φύλλο κουκιού 8 -10cm, το τοποθετούσαμε στο κουτί Blackman, σε κάθε κουτί τοποθετούσαμε 1 προνύμφη της ηλικίας αυτής, και σε κάθε προνύμφη μετρούσαμε και προσθέταμε 60 αφίδες ημερησίως και αριθμούσαμε τα κουτιά. Ομοίως ελέγχαμε καθημερινά και καταμετρούσαμε την κατανάλωση αφίδων και για κάθε μέρα της προνυμφικής ηλικίας L3 προσθέταμε 60 αφίδες. Όταν άλλαζαν έκδυμα και εξελίσσονταν σε προνύμφη L4 τα άτομα εκτρέφονταν με φύλλο με αφίδες χωρίς καταμέτρηση, για κατανάλωση στα επόμενα στάδια. Φυσικά, και εδώ εκτός από την κατανάλωση αφίδων, καταμετρούνταν και οι μέρες ολοκλήρωσης όλων των σταδίων. Ζυγίζονταν και σημειωνόταν το φύλο τους.

Το επόμενο στη σειρά μελέτης ήταν το ηλικιακό στάδιο προνύμφης L2. Η διαδικασία ήταν ακριβώς η ίδια με παραπάνω με τη διαφορά ότι για κάθε προνύμφη μετρούσαμε και προσθέταμε καθημερινώς, για όσο βρίσκονταν σε αυτή την ηλικία, 40 αφίδες για κάθε άτομο. Ομοίως καταμετρούνταν η κατανάλωση αφίδων καθημερινώς για κάθε προνύμφη ξεχωριστά αλλά και τις ημέρες που ολοκλήρωναν το στάδιο τους και περνούσαν στην ηλικία L3. Έπειτα συνεχίζαμε ταΐζοντας τες χωρίς συγκεκριμένο αριθμό αφίδων και σημειώνοντας τις μέρες ολοκλήρωσης των σταδίων μέχρι την έξοδο των ακμαίων. Ομοίως ζυγίζονταν και σημειωνόταν το φύλο τους.

Αργότερα η μελέτη έγινε σε προνύμφες πρώτης ηλικίας (L1). Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τις παραπάνω προνυμφικές ηλικίες και οι αφίδες που χορηγούνταν ως τροφή για κάθε προνύμφη, ήταν 40 αφίδες την ημέρα. Χωρίς να αποτελέσει εξαίρεση το ηλικιακό στάδιο αυτό, καταμετρούνταν καθημερινά η κατανάλωσή τους και η χρονική διάρκειά του. Μετά τη συμπλήρωση της προνυμφικής αυτής ηλικίας, ακολουθούσαν προνυμφικές ηλικίες, μέχρι την έξοδο των ακμαίων όπως και παραπάνω, χωρίς την καταμέτρηση κατανάλωσης αφίδων, δηλαδή με την καταμέτρηση μόνο της διάρκειας εξέλιξης του εντόμου μέχρι της εξόδου του ακμαίου. Όπως

και στις προηγούμενες προνυμφικές ηλικίες και σε αυτή, ζυγίζονταν και σημειωνόταν το φύλο του ακμαίου που τελικά εξήρχετο από τις νύμφες.

Μετά τα ανωτέρω, απομονώθηκαν φύλλα στα οποία είχαν εναποθέσει τα ωά τους τα θηλυκά αρπακτικά *C.septempunctata* και εμποτίσθηκε το φύλλο στο εναιώρημα εντομοκτόνου για 10 δευτερόλεπτα. Αργότερα τοποθετήθηκαν τα φύλλα στο τριβλίο μετρήθηκαν τα ωά και καταγράφηκαν τελικά τον αριθμό των προνυμφών που εκκολάφθηκαν και τις ημέρες που χρειάστηκαν για να εκκολαφθούν.

Τέλος, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με τα αρπακτικά – μάρτυρες του πειράματος με τη διαφορά ότι δεν εμβαπτίσθηκαν τα φύλλα σε εντομοκτόνο. Σε όλες τις προνυμφικές ηλικίες (L1 – L4), μετρούνταν τόσο η διάρκεια ανάπτυξής τους, όσο και η ημερήσια κατανάλωση τροφής (αριθμός καταναλωθέντων αφίδων) για κάθε μία προνύμφη. Κατά τη μελέτη των προνυμφών 1^{ης} και 2^{ης} ηλικίας, χορηγούνταν ως τροφή 40 αφίδες ανά προνύμφη ημερησίως. Κατά την επόμενη προνυμφική ηλικία (L3), 60 αφίδες ημερησίως και κατά την 4^η προνυμφική ηλικία 120 αφίδες ημερησίως, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αφθονία τροφής για κάθε προνύμφη.

Δ. ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

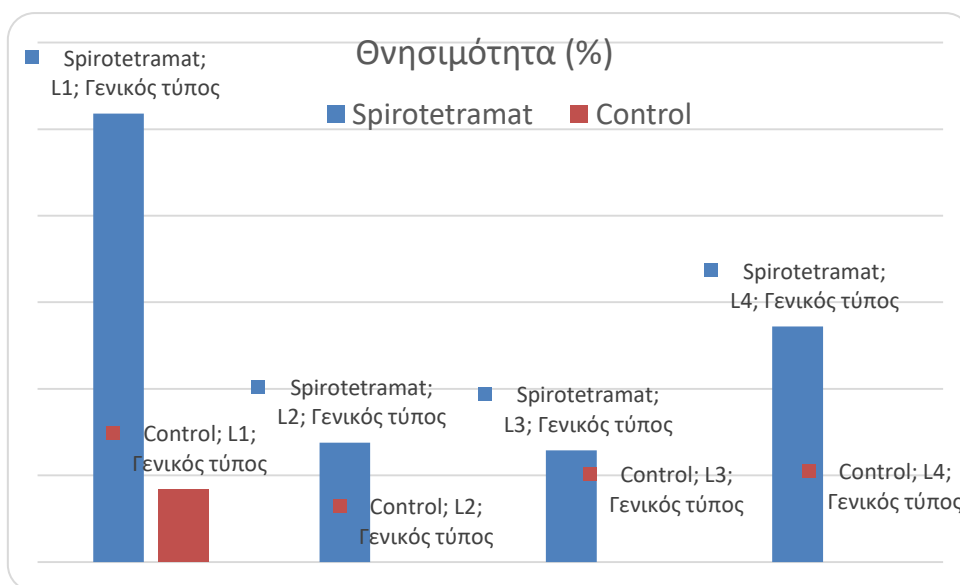
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πακέτο Statistica. Περιελάμβανε το χ^2 τεστ αβεβαιότητας για την ανάλυση των στοιχείων της επιβίωσης.

Η σύγκριση της συνολικής κατανάλωσης αφίδων και την διάρκεια ανάπτυξης των ηλικιών μεταξύ των παραγόντων , έγινε με τη μέθοδο ανάλυσης της παραλλακτικότητας (one-way Anova). Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο του Duncan.

Ε. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η επίδραση του spirotetramat 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 συνολική θνησιμότητα για κάθε προνυμφική ηλικία του *C. septempunctata* κυμάνθηκε στον μάρτυρα από 4,2% για τις προνύμφες 1^{ης} ηλικίας έως 0% για τις υπόλοιπες ηλικίες. Όσο αφορά το spirotetramat, η θνησιμότητα βρέθηκε 25,9%, 6,89%, 6,45% και 13,6% για τις προνύμφες 1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης} και 4^{ης} ηλικίας αντίστοιχα. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Σχήμα 1.



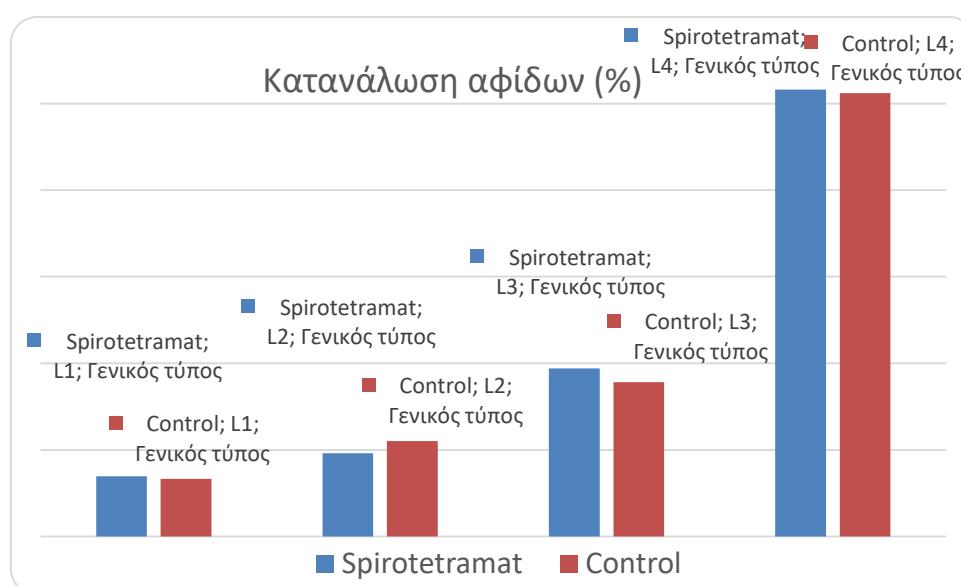
Σχήμα 1. Θνησιμότητα του αρπακτικού *Coccinella septempunctata* στους 25°C.

Η μέση διάρκεια ανάπτυξης σε ημέρες σε όλες της ηλικίες των προνυμφών, σε του αρπακτικού *C. septempunctata* στους 25°C περιγράφονται στον Πίνακα 1. Όσο αφορά τη διάρκεια ανάπτυξης του *C. septempunctata* στον μαρτυρά βρέθηκε 2.77, 2.24, 2.48 και 3.77 ημέρες για της προνύμφες 1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης} και 4^{ης} ηλικίας αντίστοιχα ενώ στην περίπτωση του spirotetramat βρέθηκαν 2.07, 1.77, 2.22 και 3.05 για της προνύμφες 1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης} και 4^{ης} ηλικίας αντίστοιχα. Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών μεταχειρίσεων τόσο στις προνύμφες 1^{ης} ηλικίας ($F = 13.242$; $df=1, 57$; $p<0.001$), 2^{ης} ηλικίας ($F = 12.887$; $df=1, 58$; $p<0.001$) και τέταρτης ηλικίας ($F = 19.064$; $df=1, 42$; $p<0.001$). Δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές τιμές ανάμεσα στον μαρτυρά και το εντομοκτόνο στις προνύμφες 3^{ης} ηλικίας ($F = 0.935$; $df=1, 54$; $p<0.334$).

Πίνακας 1. Μέση διάρκεια ανάπτυξης σε μέρες (\pm S.E.) του αρπακτικού *Coccinella septempunctata* στους 25°C.

Μεταχείριση Προνυμφική ηλικία	Διάρκεια ανάπτυξης			
	N	Μάρτυρας	N	Spirotetramat
L1	31	2.77 (0.17)b	28	2.07 (0.07)a
L2	22	2.24 (0.08)a	31	1.77 (0.10)b
L3	25	2.48 (0.27)a	31	2.22 (0.09)a
L4	22	3.77 (0.15)a	22	3.05 (0.08)b

N, αριθμός των επαναλήψεων. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό μικρό γράμμα στις γραμμές διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P < 0.05$, Duncantest).



Σχήμα 2. Κατανάλωση αφίδων του αρπακτικού *Coccinella septempunctata* στους 25°C.

Η συνολική κατανάλωση αφίδων για κάθε προνυμφική ηλικία του *C. septempunctata* κυμάνθηκε στον μάρτυρα από 35 για τις προνύμφες 1^{ης}

ηλικίας έως 258 για τις προνύμφες 4^{ης} ηλικίας. Όσο αφορά το spirotetramat, κυμάνθηκε από 33 για τις προνύμφες 1^{ης} ηλικίας έως 256 για τις προνύμφες 4^{ης} ηλικίας. Η μεγαλύτερη αδηφαγία βρέθηκε και στις δυο μεταχειρίσεις σε προνύμφες 4^{ης} ηλικίας. Δεν βρέθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές αναμεσα στις δυο μεταχειρίσεις και στις τέσσερις προνυμφικές ηλικίες. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Σχήμα 2.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

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. maculataleugi*. Αντιθέτως, ο Garcia (1979) βρήκε ότι 4^{ου} 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. maculataleugi* (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 θνησιμότητα που παρατηρήθηκε στο spirotetramat (26%) στην μελέτη αυτή μπορεί να έχει μικρές συνέπειες για τον πληθυσμό των αρπακτικών και την επιβίωση του στις καλλιέργειες που ψεκάζονται με αυτό το εντομοκτόνο. Σύμφωνα με τον IOBC και τα αποτελέσματα το εντομοκτόνο αυτό κατατάσσεται στην κατηγορία 1 (ακίνδυνα, θνησιμότητα μικρότερη από 30%).

Οι βιοδοκιμές στο εργαστήριο αναδεικνύουν ότι τα εντομοκτόνα επιδρούν στην διάρκεια ανάπτυξης ενώ δεν επηρέασαν την συνολική 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

Αθανάσιος Γ. Χρήστος, 1999. 'Όλοκληρωμένη αντιμετώπιση'. Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού συνεδρίου, 2-5 Νοεμβρίου 1999, Χαλκίδα.

Γεωργόπουλος Σ. Γ. και Ζιώγας Β. Ν., 1992. 'Αρχές και Μέθοδοι Καταπολέμησης Ασθενειών των φυτών'. Εκδόσεις Γ.Π.Α., σελίδα 222

Δημόπουλος Βασίλης, 2004. 'Φυτοπροστατευτικά προϊόντα'. Β' έκδοση, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα. Σελίδες 14, 15, 19, 84.

Δημόπουλος Βασίλης, 2010. 'Φυτοπροστατευτικά προϊόντα – Τρόποι δράσης και εφαρμογές στην Ελλάδα'. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα. Σελίδες 15, 16, 19, 24, 25, 26, 50, 90, 96, 98, 100, 105, 106.

Ηλιόπουλος Α. Παναγιώτης, 2009. 'Γενική Γεωργική Ζωολογία και Εντομολογία – Εργαστηριακές ασκήσεις'. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα. Σελίδες 39, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 110, 140.

Καπετανάκης, 2002. 'Μέθοδοι και Μέσα αντιμετώπισης Φυτοπροστατευτικών'. ΑΤΕΙ Κρήτης – Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Μπούρμπο Β. – Σκουντριδάκη Μ. . 1990. 'Εχθροί και Ασθένειες της τομάτας Θερμοκηπίου'. Τόμος ΙΙ, σελίδες 161-172.

Παπαδόπουλος Νικόλαος, 2012. καθηγητής Εργαστηρίου εντομολογίας. Τμήμα Φυτικής παραγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Σκούρας Π.Ι., Μαργαριτόπουλος Ι, Ζάρπας Κ.Δ. και Τσιτσιπής Ι., 2007. 'Μελέτη δημογραφικών παραμέτρων σε αρπακτικά είδη, της οικογένειας Coccinellidae'. Πρακτικά 12^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 13-16 Νοεμβρίου 2007. Λάρνακα Κύπρος.

Σκούρας Π.Ι., 2009. 'Μελέτη της βιοοικολογίας, της γενετικής των 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, Σελίδα 501

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

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

Ξένη Βιβλιογραφία

Abassi et. al., 2001. 'Modification of polysiloxane polymers for biomedical applications.'

Angalet GW., Troop JM., Eggert AN., 1979. 'Coccinellaseptempunctata in the United States recolonization and notes on its ecology.' Environmental Entomology 8:896-901.

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

Blackman R.L., 1974. 'Life- cycle variation of *Myzus persicae* in different parts of the world, in relation to genotype and environment'.

Blackman R.L., 1974. 'The photoperiodic control of wing development in the black bean aphid, *Aphis fabae*'.

Blackman R.L., 1980. 'Cytogenetic mechanisms in aphids'.

Blackman R.L., 1984. 'Aphids on the worlds' trees.' An identification and information guide.

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

Bozik A., 2006. 'Susceptibility of adult *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) to insecticides with different modes of action.' Pest Manag. Sci, 62:651-654.

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

Bonsall and Hassel, 1997-1998. 'Apparent competition structures community assemblages'. Proceedings: Biological Science. The Royal Society publishing, vol. 267, No. 1458 (Nov. 7, 2000), pp. 2207-2212

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.

Cabral S. A. Soares O. Garcia P. 2011. Voracity of *Coccinella undecimpunctata*: Effects of insecticides when foraging in a prey/plant system. J. Pest Sci. 84(3): 373-379.

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

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

De Wild L., 1970. 'Hormones and insect diapause.' In hormones and the environment (ed. G.K. Benson and J.G. Phillips, Memorries of the Society for Endocrinology). No. 18, pp. 487-514. Cambridge University Press.

Dixon A.F.G., 1975. 'The Relationship between Immigration and External Balance.'

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, U.K. , Cambridge University Press.

F.J.F. Van Veen, C.B. Muller, J.K. Pell and H.C.J. Godfray, 2007. 'Food web structure of three guilds of natural enemies: predators, parasitoids and pathogens of aphids.' *Journal of Animal Ecology*, 2008, 77:191-200.

Garcia V (1979). Efeitos de um aficidas obre as potencial idades biologicas de dois predadores afidifagos: *Cheilomenes sulphurea* (Olivier) e *Semidalia undecimnotata*. Schneider (Coleoptera: Coccinellidae). PhD Thesis, University of Azores, Ponta Delgada, p 209

Gordon, 1985. 'The Coccinellidae, Coleoptera of America north of Mexico.' New York, Entomology Soc., 93:1-912

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

Hagen K.S., Vande Bosch R. , 1968. 'Impact of pathogens, parasites and predators on aphids.' *Annu. Rev. Entomol.* 13:325-84

Hagen K.S., 1974. 'The significance of predaceous Coccinellidae in biological and integrated control insects.' *Entomophaga Mem. Hors- Ser.* 7:25-44

Harrington and Cheng, 1984. 'Effects of temperature on aphid phenology.'

Helden and Dixon, 2002. 'Lost Sex: The Evolutionary Biology of Parthenogenesis.' Page: 542.

Henz, 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.

H.F. van Emden and R. Harrington, 2007. 'Aphids as crop pests.' Cabi Publishing, London. Pages: 8,37, 43,48,70-78, 104,187,188, 236,391-395,485.

Hodek I., 1973. 'Biology of Coccinellidae', Junk, The Hague. Prague, page 260.

Hodek I., 1986. 'Life cycle strategies, diapauses and migration in aphidophagous Coccinellidae'. In Ecology of Aphidophaga, Hodek I. (Editor), Academia Prague and Dr. W. Junk, The Hague.

Hodek I. and Honěk A., 1996. 'Ecology of Coccinellidae'. London Kluwer Academic, Publishers.

Hodek I., Michaud J.P., 2008. 'Why is Coccinellaseptempunctata so successful?' European Journal Entomol. vol 105:1-12

Honěk and Martinkova, 2005. 'Long term changes in abundance of Coccinellaseptempunctata (Coleoptera: Coccinellidae)'. Czech Republic. Eur. J. Entomol. 102:443-448.

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

Hutchison W.D., Burkness E.C., Paul G. and Hurley T.M., 2004. 'Integrating novel technologies for cabbage IPM in the USA: value of on-farm research.' Pages 371 D 379. In: Proceedings of the 4th International Workshop on the Management of Diamondback Moth and Other Crusifer pests, 26-29, November 2001. University of Melbourne, Australia.

Johnson M.W. and Tabashnik B.T., 1999. 'Enhanced biological control through pesticide selectivity', in Handbook of Biological control, ed. by Bellous TS. and Fisher TW. Academic, San Diego, CA. pp. 297-317.

Immanuel, K., 1963. 'Duties to Animals'. London, pages 239-241

Kareiva and Odell, 1987. 'Swarms of Predators Exhibit Prey taxis if Individual Predators Use Area – Restricted Search.'

Kareiva and Perry, 1989. 'Leaf overlap and the ability of ladybird beetles to search among plants.' Ecological Entomology, March 2008.

Kareiva and Sahakian, 1990. 'Tritrophic effect of a simple architectural mulation in pea plants.'

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

Kawauchi ,1991. 'Ecology of Coccinellidae'. I. Hodek and A. Honěk, Springer- Science + Business Media, B.V.

Kindlmann et. al., 2000. 'Key life stages of two predatory ladybird species (Coleoptera: Coccinellidae).' *European journal of Entomology*.

Majerus M. and P. Kearns, 1989. 'Ladybirds.' The Richmond Publishing Co. Great Britain.

Majerus, 1994. 'Ladybirds.' London, Harper Collins, page 367.

Messina and Hanks, 1998. 'Host plant alters the shape of the functional response of an Aphid Predator (Coleoptera: Coccinellidae).' *Environmental Entomology*, Volume 27, Issue 5, 1 October 1998, pages 1196-1202.

Moura, R., P. Garcia, S. Cabral & A. O. Soares, 2006. Does pirimicarb affect the voracity of the euriphagous predator, *Coccinella undecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)? *Biol. Control* 38: 363–368.

Mills N.J., 1982. 'Voracity, cannibalism and Coccinellidae predation.' *Annals of applied Biology*, 101:144-148.

Muller and Godfray, 1997. 'Apparent competition between two aphid species.' *Journal of Animal Entomology* Vol 66, pages 57-64.

Obrycki J.J. ,King T.J., 1998. 'Predaceous Coccinellidae in biological control.' *Annual review of Entomology*. 43:295-321.

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. 1995. 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 W.E., 1956. 'Effect of pesticides on balance of arthropod populations.' Annual review of Entomology, 1:403-438.

Singh S.R., Walters K.F.A., Port G.R., 2001. 'Behavior of the adult seven spot ladybird, *Coccinellaseptempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) in response to dimethoate residue on bean plants in the laboratory.' Bull. Entomol. Res. 91:221-226.

Singh S.R., Walters K.F.A., Port G.R., Nothing P., 2004. 'Consumption rates and predatory activity of adult and fourth instar larvae of the seven-spotted ladybird, *Coccinellaseptempunctata*, following contact with dimethoate residue and contaminated prey in laboratory arenas.' Biological Control 30:127-133.

Stephen J. Simpson, Gregory A. Sword, Nathan Lo., 2012. 'Polyphenism in Insects.' Current Biology Vol:22, Issue:4, 21 February 2012.

Wolk W. and Stechmann, 1998. 'Parasitism of the black bean aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum*.' Journal of Applied Entomology.

Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

***Aphis fabae* Scopoli:**

http://www.agri.huji.ac.il/mepests/pest/Aphis_fabae/

Aphid Glossary:

<http://influentialpoints.com/aphid/Aphid-glossary.htm>

Aphid Glossary - Aphid identification, characteristics of genera:

http://influentialpoints.com/Gallery/Aphid_genera.htm

Aphids on the worlds' plants- An online identification and information guide-Introduction:

<http://www.aphidsonworldsplants.info/Introduction.htm>

Aphids on the worlds' plants- An online identification and information guide:

<http://www.aphidsonworldsplants.info/>

Bugguide:

<https://bugguide.net/node/view/15740>

Cantrell C., 2011. Seven spot Ladybeetle (Coleoptera: Coccinellidae):

<http://ninnescahlife.wichita.edu/node/378>

Crop Science Movento:

<http://www.cropscience.bayer.gr/Products/Crop-Protection/Insecticides/Movento-150-OD.aspx>

E-class Γενική Εντομολογία εργαστήριο:

<http://eclass.uth.gr/eclass/modules/document/index.php?course=SGEA117&openDir=/513fbfe2hzjr>

Encyclopedia Britannica Aphid:

<https://www.britannica.com/animal/aphid>

Encyclopedia Britannica Ladybug:

<https://www.britannica.com/animal/ladybug>

Encyclopedia of life *Aphis fabae* (black bean aphid):

<http://eol.org/pages/588006/details>

Genetic variation for an aphid wing polyphenism is genetically linked to a naturally occurring wing polymorphism:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1564079/>

Impacts of Insect Herbivores on Plant Populations:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27813663>

Ηλεκτρονικές Πηγές Εικόνων

Εικ.1:

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRhrXGMw6c2W8M5I7-BACktm68nWGSb4spOXZli4jB0nxzSmRh3>

Εικ.2:

http://agalanopoulos.gr/images/POTATO/PATH_EXTHROI_D01.jpg

Εικ.3:

<https://www.kalliergo.gr/images/content/image-gallery/exthros-prasini-afidatis-rod/dis-prasini-afida-rodakinias-04.jpg>

Εικ.4:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/Aphids_May_2010-3.jpg/220px-Aphids_May_2010-3.jpg

Εικ.5:

<http://cropnuts.com/wp-content/uploads/2018/01/Aphid-Control-5.png>

Εικ.6:

http://www.daviddarling.info/images/hemipteron_mouth-parts.jpg

Εικ.7:

http://aphid.aphidnet.org/images/Longistigma_caryae/antenna_alate_big.jpg

Εικ.8:

<http://aphid.aphidnet.org/images/Legs/leg.jpg>

Εικ.9:

<http://www.ludwigsroses.co.za/wp-content/uploads/2015/05/Aphid-Lifecycle.jpg>

Εικ.10:

<https://www.researchgate.net/publication/236084641/figure/fig1/AS:203179070365697@1425453073276/An-adult-female-black-bean-aphid-Aphis-fabae-and-several-of-her-clonal-offspring-under.png>

Εικ.11:

https://growingfruit-images.s3.dualstack.us-west-2.amazonaws.com/optimized/2X/c/c42537e4ad51a84e8bfb113d4fed5bc12432b7b5_1_690x920.jpg

Εικ.12:

<http://www.giantsakiplants.gr/Fyta/Asth-Extr-Trof/Images/AggourMosaiko-5.jpg>

Εικ.13:

<https://greenmethods.com/pub/media/wysiwyg/Aphidius-colemani.jpg>

Εικ.14:

<https://c8.alamy.com/comp/CT6JYM/development-of-entomopathogenic-fungus-lecanicillium-sp-or-verticillium-CT6JYM.jpg>

Εικ.15:

http://www.brisbaneinsects.com/brisbane_ladybirds/images/DSC_0303.jpg

Εικ.16:

<https://bugguide.net/images/raw/KRO/Z7R/KROZ7ROZMRYZMROZ0RFZIROZ8RDL6RQHGRQHER0H7ZRHZPLXRTZIRPLQZALQZTLKZZH0ZTLGR0HXR.jpg>

Εικ.17:

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQrS3XJBjx03eKEFHxR94s5iix_VT6wx277jZoz_hjIAt-2aytF)

Εικ.18:

http://amorphophallus.files.wordpress.com/2011/04/12coccinellidae_w_names_sm.jpg

Εικ.19:

<https://infinitespider.com/wp-content/uploads/2015/03/University-of-Arizona-center-for-insect-science-education-and-outreach.jpg>

Εικ.20: https://i.etsystatic.com/5325297/r/il/4a92f5/1310692489/il_570xN.1310692489_277k.jpg

Εικ.21:

http://ucanr.edu/blogs/bugsqquad//blogfiles/43086_original.jpg

Εικ.22:

<https://butterflygardening.files.wordpress.com/2010/05/ladybug-larvae-02-may06.jpg>

Εικ.23:

<https://featuredcreature.com/wp-content/uploads/2013/06/asian-multi-colored-ladybug-beetle-pupa-boone-70811.jpg>

Εικ.24:

http://www.aphotofauna.com/images/beetles_and_weevils/beetle_coccinella_11-punctata_06-10-13_1.jpg

Εικ.25:

<http://animal.memozee.com/ArchOLD-3/1111337192.jpg>

Εικ.26:

http://www.insects.ch/php/mhscms/apps/mhsUploader/data/t_news/114/UP_UPL_Image5/de/org/coccinella_septempunctata_larve2.jpg?PHPSESSID=e9243bebdd4119af1f5acf248a25c9db

Εικ.27:

https://c1.staticflickr.com/5/4785/40845622982_af118db83f_b.jpg

Εικ.28:

http://tribes.eresmas.net/fotos/ins/Hymenop/Chalcid/Eulophidae/Tetras/Aprost_e/A_epicharmus_v/P4809/aprostocetus_epicharmus_variegatus_01_p04809_albatarrec_1.jpg

Εικ.29:

<https://bugguide.net/images/cache/A0G/QT0/A0GQT08QLSLKDKIKOK5KNKRKWKSK9KZKB0SKDK4K1K1QZSIKOK4KOKXKF04KTKXK2KLB08QY0MKRSAQZSWQ301QBK.jpg>

Εικ.30:

<https://bugguide.net/images/cache/3RX/QTR/3RXQTRMQNRN0DQ50OQ70TQ40JQFKBR3KYQ80URLQNRKQK0E0CR20S0U0CR90Z0P0K0U0K0P0JRQQDRSQUR0QDR3KNR.jpg>

Εικ.31:

<https://bugguide.net/images/raw/BRX/QBR/BRXQBRJKURYKWRKYQ701RRQURG0YQM0Z0N0R0XQDRKQ3R0QJRIQH0603R7QARYKTR7QR0E0OQ3KYQ40.jpg>

Εικ.32:

https://c1.staticflickr.com/6/5047/5248921530_3b2c524879_b.jpg

Επιπλέον Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

Coccinella septempunctata seven spotted ladybeetle:

https://animaldiversity.org/accounts/Coccinella_septempunctata/

Why is *Coccinella septempunctata* so successful? (A point-of-view):

<https://www.eje.cz/artkey/eje-200801-0001> Why is *Coccinella septempunctata* so successful A point-of-view.php

Heterodynamic processes in *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellidae: Coleoptera): a mini review:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ens.12109>