



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

Μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στο αρπακτικό
Hippodamia variegata (Coleoptera: Coccinellidae)

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΚΟΥΚΙ ΕΙΡΗΝΗ-ΕΣΤΕΡΙΝΑ
Α.Μ 2010-058**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	7
Ά ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο ΑΦΙΔΕΣ.....	8
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	8
1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	10
1.3 ΖΗΜΙΕΣ	13
1.4 Η Αφίδα <i>Aphis fabae</i> Scopoli (Hemiptera: Aphididae).....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ	19
2.1 Α) Τα Αρπακτικά Έντομα	19
2.1 Β) Τα Αρπακτικά Έντομα Της Οικογένειας Coccinellidae	20
2.2 Το αρπακτικό έντομο <i>Hippodamia variegata</i> (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae).	25
2.2.1 Ο βιολογικός κύκλος του <i>Hippodamia variegata</i>	26
2.2.2 Κανιβαλισμός των αρπακτικών Coccinellidae.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	28
3.1 Βιολογική Καταπολέμηση	28
3.1.1 Πλεονεκτήματα Βιολογικής Καταπολέμησης.....	29
3.1.2 Μειονεκτήματα Βιολογικής Καταπολέμησης	29
3.2 Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση	30
3.2.1 Πλεονεκτήματα Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης.....	31
3.2.2 Μειονεκτήματα Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης	31
Σκοπός Εργασίας	33
Έ Β Ειδικό Μέρος.....	34
Α. Εισαγωγή.....	34
Β. Υλικά και Μέθοδοι	36
Πειραματικό Υλικό.....	36
Διατήρηση πειραματικού υλικού.....	36
Γ. Πειραματική Μεθολογία	39
Δ. Ανάλυση στοιχείων	40
Ε. Αποτελέσματα – Συζήτηση	42

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	46
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49
Ελληνική Βιβλιογραφία	49
Ξένη Βιβλιογραφία.....	50

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το είδος *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) είναι ένα από τα κυριότερα αρπακτικά αφίδων στην Ελλάδα και αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες περιορισμού των πληθυσμών τους. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν ορισμένες βιολογικές παράμετροι του *H. variegata* υπό ελεγχόμενες συνθήκες στο εργαστήριο.

Μελετήθηκε η διάρκεια ανάπτυξης των ατελών σταδίων, η κατανάλωση τροφής των προνυμφών σε συνθήκες θερμοκρασίας 15, 20, 25 και 30°C, φωτοπεριόδου L16:D8 και σχετικής υγρασίας 65%. Ως θήραμα χρησιμοποιήθηκε η αφίδα *Aphis fabae* Scopoli.

Ο ημερήσιος ρυθμός κατανάλωσης αφίδων βρέθηκε 4.3, 9.4, 20.0 και 34.1 αφίδες ανά ημέρα στους 15, 20, 25 και 30 °C αντίστοιχα, ενώ η συνολική κατανάλωση αφίδων για τις τέσσερις προνυμφικές ηλικίες ήταν 155, 170, 192 και 174 αφίδες, στους 15, 20, 25 και 30 °C αντίστοιχα. Η συνολική διάρκεια ανάπτυξης (ωό - ενήλικο) βρέθηκε 62.4 ημέρες στους 15 °C, 30.4 ημέρες στους 20 °C, 19.0 ημέρες στους 25 °C και 10.1 ημέρες στους 30 °C. Το κατώτερο θερμικό όριο ανάπτυξης ήταν 13.1 °C, ενώ οι απαραίτητοι ημεροβαθμοί για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του ήταν 186.

Το *H. variegata* αποτελεί δυνητικά αποτελεσματικό θηρευτή της αφίδας *A. fabae* όπως έχει αναφερθεί και για άλλα είδη αφίδων. Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης για το *H. variegata* ήταν 25 °C καθώς παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη κατανάλωση αφίδων, γρήγορη ανάπτυξη και χαμηλή θνησιμότητα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία πραγματεύεται η επίδραση της θερμοκρασίας στις δημογραφικές παραμέτρους των αρπακτικών Κολεοπτέρων και συγκεκριμένα στο είδος *Hippodamia variegata*.

Η πτυχιακή διατριβή αποτελείται από δύο μέρη, το γενικό μέρος και το ειδικό μέρος. Στο γενικό μέρος γίνεται η περιγραφή του Βιολογικού κύκλου των αφίδων και του αρπακτικού εντόμου *Hippodamia variegata*. Επίσης, δίνονται πληροφορίες για τη μορφολογία, τις διατροφικές συνήθειες, την θερμοκρασία καθώς και για τον ρόλο των ωφέλιμων εντόμων στη Βιολογική και Ολοκληρωμένη καταπολέμηση.

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

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

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

Α ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^Ο ΑΦΙΔΕΣ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι αφίδες ή κοινώς μελίγκρες, τα οποία εμφανίζονται σε πολλές καλλιέργειες, είναι έντομα μικρών διαστάσεων. Οι αφίδες ανήκουν στην οικογένεια Aphididae και στην υπεριοικογένεια Aphidoidea και τάξη Homoptera στην οποία έχουν παρατηρηθεί 4000 είδη.

Τα συστήματα ταξινόμησης των αφίδων, τα οποία χρησιμοποιούνται για την συστηματικής τους κατάταξη, είναι δύο. Το πρώτο σύστημα είναι του Heie (1980), σύμφωνα με το οποίο οι αφίδες διαχωρίζονται σε δύο υπεριοικογένειες. Η πρώτη υπεριοικογένεια είναι η Phylloxeroidea, η οποία φέρει τις οικογένειες Adelgidae και Phylloxeridae ενώ η δεύτερη υπεριοικογένεια είναι η Aphidoidea στην οποία εντάσσονται οι εξής οικογένειες: Mindaridae, Phloeomyzidae, Anoecilidae, Drepanosiphidae, Aphididae, Hormaphididae, Thelaxidae, Pemphigidae, Greenideidae, Lachnidae. Το δεύτερο σύστημα ταξινόμησης ανήκει στους Remaudière & Stroyan (1984), κατά το οποίο οι αφίδες ταξινομούνται σε τρεις οικογένειες Adelgidae, Phylloxeridae και Aphididae, οι οποίες ανήκουν στην υπεριοικογένεια Aphidoidea. Ωστόσο, κάθε συγγραφέας υποστηρίζει διαφορετικό σύστημα ταξινόμησης. Οι Ilarcho & Van Harten (1987) ενστερνίζονται την ταξινόμηση του Heie ενώ οι Blackman & Eastop υποστηρίζουν την ταξινόμηση των Remaudière & Stroyan (1984).

Οι αφίδες ανήκουν στην κατηγορία των μικρών εντόμων αφού το μέγεθος τους είναι από ένα χιλιοστό μέχρι και δέκα χιλιοστά. Το σχήμα των αφίδων είναι ωοειδές ενώ χαρακτηριστικό τους στοιχείο είναι το μαλακό σώμα τους, το οποίο είναι ευαίσθητο, ελάχιστα χιτινισμένο, λείο ή τριχωτό. Οι αφίδες φέρουν ευδιάκριτη κεφαλή με μακριές κεραίες, στις οποίες συναντώνται τα αισθητήρια όργανα. Τα αισθητήρια όργανα αποτελούνται από τον λακκίσκο, ο

οποίος περιβάλλεται από προεξέχοντα δακτύλιο. Επίσης, οι κεραίες διαθέτουν τον σκάπο, τον ποδίσκο και το λεπτό μαστίγιο. Με τη σειρά του, το λεπτό μαστίγιο φέρει τέσσερα άρθρα ενώ το τελευταίο άρθρο αποτελείται από το βασικό τμήμα και την απόλυξη. Οι οφθαλμοί τους είναι κυρίως σύνθετοι ωστόσο στα πτερωτά είδη συναντάμε και τρεις απλούς. Χαρακτηριστικό στοιχείο του σύνθετου οφθαλμού θεωρείται ο οπτικός λοβός με τα τρία ομματίδια, ο οποίος βρίσκεται στο κάτω μέρος. Τα στοματικά μόρια των αφίδων είναι νύσσο-μυζητικού τύπου (Τζανακάκης και Κατσογιάννης 2003). Οι άπτερες μορφές αφίδων φέρουν θώρακα, ο οποίος διακρίνεται ελάχιστα, σε αντίθεση με τις πτερωτές μορφές, στις οποίες ο θώρακας είναι ευδιάκριτος. Τα πόδια τους είναι λεπτά και μακριά. Επίσης, φέρουν ταρσούς με δύο άρθρα. Το ρύγχος, το οποίο διαθέτουν, βρίσκεται μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους ποδιών. Στις πτέρυγες τους διακρίνουμε ένα νεύρο ενώ στη ραχιαία πλευρά του πέμπτου κοιλιακού άρθρου διακρίνουμε ένα ζεύγος από σιφώνια ή κεράτια. Η κοιλία δεν είναι πλήρως ανεπτυγμένη αλλά μερικώς ενώ στα ενήλικα άτομα έχει κατάληξη στην ουρά (cauda) (Dixon 1998).

Τα περισσότερα είδη αφίδων θεωρούνται φυλλόβια αφού προσβάλλουν κυρίως τα φύλλα και συγκεκριμένα την κάτω επιφάνειά τους. Επίσης, υπάρχουν και τα ριζόβια είδη, τα οποία προσβάλλουν τις ρίζες τις ρίζες των φυτών. Τέλος, έχουν παρατηρηθεί και τα κηκιδόβια είδη, τα οποία δημιουργούν αποικίες κηκίδων στο φύλλωμα των ξενιστών και τρέφονται μέσω αυτού.

Όταν το κλίμα είναι θερμό και υγρό τότε παρατηρείται η εμφάνιση των αφίδων. Βάση αυτού, κατάλληλες εποχές, για την εμφάνιση τους, είναι η άνοιξη και το φθινόπωρο. Η έξαρση αναπαραγωγής των αφίδων γίνεται την άνοιξη αφού είναι η εποχή κατά την οποία η ανάπτυξη των βλαστών και των φύλλων γίνεται με έντονους ρυθμούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ευνοείται η ανάπτυξη των πληθυσμών των αφίδων. Στην χώρα μας ο μεγαλύτερος αριθμός αφίδων παρατηρείται τον Μάιο (Tsitsipis et al. 1998). Αντίθετα, το καλοκαίρι εμφανίζεται ένας περιορισμός του πληθυσμού διότι το κλίμα είναι ξηρό και θερμό με αποτέλεσμα η αναπαραγωγή τους να γίνεται με αργούς ρυθμούς.

Ωστόσο, οι φυσικοί εχθροί των αφίδων συμβάλλουν κατά ένα μέρος στη μείωση του γρήγορου ρυθμού αναπαραγωγής τους και αύξησής τους. Για το λόγο αυτό, είδη αρπακτικών και παρασίτων θεωρούνται απαραίτητα για την αντιμετώπιση των αφίδων. Τα είδη των αρπακτικών και των παρασιτοειδών είναι τα παρακάτω:

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

1.2 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο βιολογικός κύκλος των αφίδων είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος και φέρει ως χαρακτηριστικό βασικό στοιχείο τον πολυμορφισμό. Επίσης, ο βιολογικός κύκλος κατηγοριοποιείται σε διάφορα στάδια και το κάθε στάδιο έχει μια ή και παραπάνω από μια μορφή. Έτσι, κάθε είδος διακρίνεται σύμφωνα με το βιολογικό του κύκλο. Με αποτέλεσμα, η διάκριση να γίνεται ανάμεσα στα μονόοικα είδη και τα ετερόοικα. Τα ετερόοικα είδη αλλάζουν τον ξενιστή τους από δενδρώδεις καλλιέργειες σε ποώδη φυτά. Ωστόσο, η πλειοψηφία των αφίδων συναντάται στα μονόοικα είδη αφού μόνο το 10% των ειδών θεωρούνται ετερόοικα.

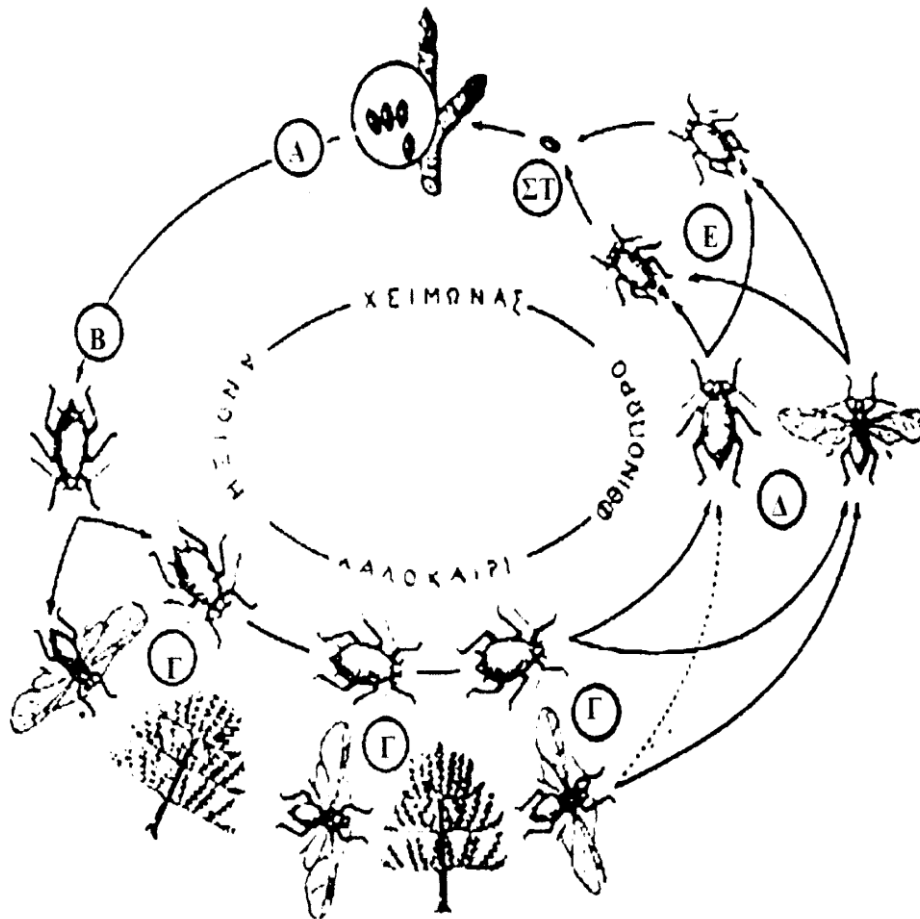
Τα ετερόοικα είδη φέρουν τα παρακάτω στάδια βιολογικού κύκλου. Αρχικά, πάνω στον κύριο ξενιστή γίνεται η σύζευξη των ατόμων και εν συνεχεία η εναπόθεση των χειμερινών ωών. Η εκκόλαψη των ωών γίνεται την άνοιξη και έχουμε την εμφάνιση των άπτερων παρθενογενετικών θηλυκών, τα οποία ονομάζονται θεμελιωτικά ή ιδρυτικά θηλυκά (fundatrix). Εν συνεχεία,

γίνεται η εμφάνιση των παρθενογενετικών γενεών με άπτερα (apterous fundatrigeniae), τα οποία παρουσιάζουν μεταβολή στην μορφολογία τους (Lees 1996). Τα πτερωτά θηλυκά (migrantes ή alate fundatrigeniae) γεννιούνται αφού πρώτα έχει περάσει ένας ορισμένος αριθμός γενεών. Τα πτερωτά θηλυκά διασκορπίζονται είτε σε φυτά του ίδιου είδους με τον κύριο ξενιστή είτε μεταναστεύουν σε άλλους ξενιστές, οι οποίοι ονομάζονται δευτερεύοντες. Την άνοιξη και το καλοκαίρι παρατηρείται στους δευτερεύοντες ξενιστές το φαινόμενο της διαδοχής, κατά το οποίο η μια παρθενογενετική γενεά διαδέχεται την επόμενη. Επίσης, εκτός από τις άπτερες μορφές υπάρχουν και τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (alienicolae). Τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά αρχικά μεταναστεύουν σε άλλα φυτά και ύστερα αναπαράγονται. Ωστόσο, σε είδη κάποιων οικογενειών όπως για παράδειγμα το είδος *Aphis fabae* Scopolii (Hemiptera: Aphididae), παρατηρείται πως η παραγωγή των θηλυτόκων πτερωτών και των αρσενικών γίνεται αρχικά στον δευτερεύοντα ξενιστή και ύστερα μεταναστεύουν στον κύριο ξενιστή. Η παραπάνω διαδικασία λαμβάνει μέρος το φθινόπωρο, εποχή κατά την οποία η διάρκεια της ημέρας μειώνεται. Τα θηλυτόκα λοιπόν γεννούν τα ωτόκα θηλυκά στον κύριο ξενιστή, τα οποία ύστερα από τη σύζευξη με αρσενικά εναποθέτουν τα χειμερινά ωά (Σκούρας 2009). Επίσης, σε κάποια ετερόοικα είδη παρατηρείται η εμφάνιση φυλογόνων ατόμων στους δευτερεύοντες ξενιστές, δηλαδή πτερωτά παρθενογενετικά άτομα τα οποία φέρουν μια μεταναστευτική μορφή. Τα φυλογόνα γεννούν στον πρωτεύοντα ξενιστή άπτερα αρσενικά και ωτόκα θηλυκά. Τα θηλυκά τα οποία επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, έχει παρατηρηθεί πως παρουσιάζουν τις περισσότερες φορές μορφολογικές διαφορές με αυτά που μεταναστεύουν στους δευτερεύοντες ξενιστές την άνοιξη (Blackman & Eastop 2000).

Αρκετά από τα μονόοικα είδη αφίδων (μη μεταναστευτικά) ζουν μόνο σε δένδρα. Για το λόγο αυτό δεν θεωρούνται επικίνδυνα για τις γεωργικές καλλιέργειες. Στις γεωργικές καλλιέργειες έχει παρατηρηθεί πως υπάρχουν είδη αφίδων, τα οποία ζουν σε μια συγκεκριμένη καλλιέργεια καθόλη τη διάρκεια του χρόνου. Το παραπάνω χαρακτηριστικό παρατηρείται στα είδη *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae) (αφίδα δημητριακών) και *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) (αφίδα μπιζελιού). Τα μονόοικα

είδη συμπληρώνουν τον ετήσιο βιολογικό τους κύκλο σε ένα ξενιστή, ο οποίος είτε είναι το ίδιο φυτό είτε φυτό του ίδιου είδους. Η διαδικασία της αναπαραγωγής φέρει τα παρακάτω στάδια. Την εποχή του φθινοπώρου τα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) γεννούν ωοτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά, τα οποία εμφανίζονται, δεν έχουν συνήθως φτερά, αφού δεν χρειάζεται να μεταναστεύσουν από το δευτερεύον ξενιστή στον κύριο, ώστε να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Ωστόσο, υπάρχουν είδη, τα οποία έχουν παραγωγή πτερωτών και άπτερων αρσενικών. Η εξέλιξη των περισσότερων μονόοικων ειδών στα ποώδη φυτά θεωρείται ότι έγινε εξαιτίας της ετεροοικίας. Μονόοικα είδη αφίδων παρατηρείται ότι φέρουν χαρακτηριστικά όμοια με αυτά των ετερόοικων ειδών αλλά και συγγένεια. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο ότι τα μονόοικα είδη συμπληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο σε ποώδη ξενιστή, ο οποίος είναι ο δευτερεύον ξενιστής των ετερόοικων ειδών. Η μονοοικία θεωρείται συχνό και συνεχές φαινόμενο τόσο στην πρόσφατη όσο και στην μακρινή εξελικτική ιστορία των αφίδων (Blackman & Eastop 2000).

Η ζωοτοκία θεωρείται χαρακτηριστικό στοιχείο των αφίδων. αυτό σημαίνει πως η ανάπτυξη του εμβρύου αρχίζει πριν γεννηθεί η μητέρα του και γεννιέται όταν η μητέρα ενηλικιωθεί. Κατά αυτό τον τρόπο δημιουργούνται μεγάλοι πληθυσμοί αφού πραγματοποιείται επικάλυψη των γενεών και μειώνεται η μέση διάρκεια της κάθε γενεάς.



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

1.3 ΖΗΜΙΕΣ

Οι αφίδες προσβάλλουν κυρίως τα νεαρά φυτά και προκαλούν ζημιές σε τρυφερούς βλαστούς και φύλλα. Με τα νύγματα, τα οποία διαθέτουν, μυζούν χυμούς από τα φύλλα και τους βλαστούς, για να μπορέσουν να αναπτυχθούν και να αναπαραχθούν.

Κατά αυτό τον τρόπο τα φύλλα του φυτού παρουσιάζουν συστροφή. Τη συστροφή αυτή οι αφίδες τη χρησιμοποιούν ως ασπίδα προστασίας από τους ψεκασμούς, οι οποίοι πραγματοποιούνται σε καθυστερημένα χρονικά πλαίσια. Έτσι, οι αφίδες καταπολεμούνται πιο δύσκολα, με αποτέλεσμα τα φυτά να αντιμετωπίζουν προβλήματα και δυσκολίες ως προς την ανάπτυξή τους και

την ωρίμανσή τους. Στα νεαρά φύλλα παρουσιάζονται εξογκώματα, κηκκίδες ή κύστες, οι οποίες είναι αποτέλεσμα του ινδολικού οξέος το οποίο μεταφέρεται από τους σιελογόνους αδένες των αφίδων. Οι κύστες φέρουν στο εσωτερικό τους αφίδες, οι οποίες τρέφονται και αναπαράγονται, μέχρι να σπάσουν οι κύστες (*Viteus vitifoliae*: Homoptera: Phylloxeridae) (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Επίσης, οι αφίδες προκαλούν στα φυτά φυλλόπτωση και ολική ξήρανση (Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μ. 1993). Επίσης, υπάρχουν είδη αφίδων, τα οποία φέρουν ως χαρακτηριστικό τα μελιτώδη αποχωρήματα, όπου τα αφήνουν επάνω στο φυτό. Με αποτέλεσμα να μολύνεται το φυτό αλλά και οι καρποί. Τα μελιτώδη αποχωρήματα έχουν τη δυνατότητα να προσελκύουν τα μυρμήγκια, τα οποία με τη σειρά τους διώχνουν τα αφιδοφάγα έντομα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προστατεύονται οι αφίδες. Τέλος, το περιβάλλον, το οποίο έχει δημιουργηθεί θεωρείται κατάλληλο για τον μύκητα της καπνιάς.

Επίσης, οι αφίδες θεωρούνται υπεύθυνες για την μετάδοση φυτικών ιών. Μέσα από τα νύγματα, τα οποία έχουν δημιουργηθεί, εισέρχονται μικροοργανισμοί, οι οποίοι είναι η αιτία για την δημιουργία σήψης στα προσβεβλημένα όργανα ή διαφόρων ιώσεων. Οι ιοί διαχωρίζονται σύμφωνα με τον τρόπο τον οποίο μεταδίδονται. Διακρίνονται στις εξής κατηγορίες: στους μη έμμονους ιούς, οι οποίοι παραμένουν στους σιελογόνους αδένες της αφίδας το πολύ δύο ώρες ύστερα από την μόλυνση του φυτού. Ως μη έμμονος ιός θεωρείται το μωσαϊκό της κολοκυθιάς και της αγγουριάς (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992), επίσης η δεύτερη κατηγορία είναι οι έμμονοι ιοί, οι οποίοι διατηρούν την παραμονή τους στον φορέα είτε για μεγάλο χρονικό διάστημα είτε για ολόκληρη την ζωή τους. Τέλος, οι έμμονοι ιοί διατηρούν την μολυντική τους ικανότητα (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992). Παράδειγμα ενός έμμονο ιού είναι το καρούλιασμα των γεωμήλων (Μπούρμπο και Σκουντιριδάκη, 1990). Τέλος, διακρίνονται και σε ημιμόνιμοι ιοί. Οι ημιμόνιμοι ιοί έχουν ενδιάμεσα χαρακτηριστικά. Ημιμόνιμοι ιοί είναι αυτός της τριστέσας των εσπεριδοειδών και ο ίκτερος των τεύτλων (Γεωργόπουλος και Ζιώγας, 1992)

Οι ιοί μεταδίδονται μέσω των σιελογόνων αδένων, διεισδύουν στον φορέα και πολλαπλασιάζονται με τη βοήθεια των υγρών. Καθώς η αφίδα νυσεί τους φυτικούς ιστούς και ταυτόχρονα μεταναστεύει κάθε φορά σε διαφορετικό ξενιστή, ο ιός μεταδίδεται μέσω του σάλιου της.

Για τις καλλιέργειες, οι αφίδες θεωρούνται από τους πιο σημαντικούς εχθρούς διότι φέρουν μεγάλο αριθμό γενεών ανά έτος ενώ ταυτόχρονα συνδυάζεται και η μετάδοση των ιών στα φυτά. Κάτω από φυσικές συνθήκες οι αφίδες δεν γίνονται καταστροφικές. Το παραπάνω οφείλεται στο μεγάλο ποσοστό των άφθονων αλλά και αποτελεσματικών φυσικών εχθρών, των οποίων διαθέτουν (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 1998). Το είδος *Aphis fabae* Scopoli είναι φορέας πάνω από 30 ιώσεων.

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

Η μαύρη αφίδα των κουκιών (*Vicia faba*) έχει την επιστημονική ονομασία *Aphis fabae* Scopoli και ανήκει στην οικογένεια Aphididae και συγκεκριμένα στην τάξη των Ημιπτέρων (Hemiptera).

Η *A. fabae* φέρει μικρό μέγεθος με μήκος το οποίο κυμαίνεται από 1,8 έως 2,5 χιλιοστά. Είναι δυσδιάκριτη και έχει μαύρο χρώμα ματ ή υποπράσινο με μορφή σώματος αχλαδόμορφη. Το σώμα της είναι μαλακό και περιβάλλεται από ασθενές δικτυωτό περίβλημα κάτι το οποίο την κάνει ιδιαίτερα ευαίσθητη. Τα πόδια της είναι κοντά με μηρούς. Η διάκριση των μηρών γίνεται ως εξής: στους πρόσθιους, οι οποίοι έχουν ανοικτό καστανό χρώμα, σε μέσους και σε οπίσθιους, οι οποίοι φέρουν βαθύ καστανό χρώμα. Ακόμα, διακρίνονται υποκίτρινες κνήμες με άκρο υπόφαιο. Επίσης, σε κάθε ταρσό, ο οποίος είναι χρώματος μαύρο, παρατηρούνται ένα με δύο άρθρα. Τα κέρατα της είναι κυλινδρικά με στενό άκρο.

Το συγκεκριμένο είδος φέρει ένα έντονο χαρακτηριστικό στοιχείο, το οποίο κάνει πιο εύκολη την διάκριση του από τα υπόλοιπα είδη μαύρων αφίδων. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι η ισχυρότατη εξοιδημένη πίσω κνήμη την οποία φέρει το έμφυλο θηλυκό (Bonnemaison L, 1965).

Τα στοματικά της μόρια είναι νύσσου-μυζητικού τύπου και αποτελούνται από τέσσερις λεπτές σμήριγγες. Οι σμήριγγες είναι πριονωτές ώστε να μπορεί το έντομο να τρυπάει τους φυτικούς ιστούς (Bonnemaison L, 1965) (Εικόνα 2). Από τα ισχία των πρόσθιων ποδιών εκφύεται ένα σωληνωτό ρύγχος, το οποίο περιβάλλει τις σμήριγγες.



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

Μετά από τα μέσα του μήνα Μάρτη τα πρώτα ακμαία κάνουν την εμφάνιση τους. Τα πρώτα ακμαία γεννούν άπτερες μορφές ατόμων, των οποίων οι απόγονοι φέρουν κυρίως μορφές πτερωτές, οι οποίες εν συνεχεία μεταναστεύουν σε πολυάριθμους δευτερεύοντες ξενιστές φυτών (Blackman & Eastop, 2000). Τα πτερωτά παρθενότοκα άτομα κάνουν την εμφάνισή τους στα τέλη Απριλίου ή στις αρχές Μαΐου και τοποθετούν άπτερες νύμφες στην κάτω επιφάνεια των φύλλων ή στο άκρο των στελεχών.

Ωστόσο, για να γίνει η διαδικασία της μετανάστευσης των πτερωτών μορφών θα πρέπει να επικρατούν συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Ευνοϊκή θερμοκρασία θεωρείται αυτή, η οποία κυμαίνεται μεταξύ 23°C - 30°C και σχετική υγρασία αέρα 40%-80% (Johnson, 1952).

Η μαύρη αφίδα του κουκιού προκαλεί περιτύλιξη και συρρίκνωση των φύλλων στα φυτά, τα οποία προσβάλλει εξαιτίας των νυγμάτων των οποίων δημιουργεί. Επίσης, οι αφίδες σχηματίζουν αποικίες, οι οποίες είναι συμπαγείς και φέρουν χιλιάδες άτομα. Στις αποικίες εμφανίζονται πτερωτές μορφές, οι οποίες μεταναστεύουν σε δευτερεύοντες ξενιστές. Τον Ιούνιο, ο ρυθμός της αύξησης των αποικιών έχει παρατηρηθεί πως είναι ταχύς (Εικόνα 3) ενώ μέχρι τα μέσα Ιουλίου υπάρχει μείωση των προσβολών από τις αφίδες και αυτό οφείλεται στη παρουσία και την δράση των αρπακτικών και των παρασιτοειδών.



Εικόνα 3: Αποικία της αφίδας *A. fabae*

Η αφίδα *A. fabae* θεωρείται πολυφάγο έντομο καθώς οι ξενιστές της ξεπερνούν τους 200. Οι καλλιέργειες, τις οποίες συνήθως προσβάλλει, είναι ετήσια ψυχανθή και τεύτλα (Τζανακάκης, 1973). Οι φτερωτές αφίδες του είδους μεταναστεύουν σε καλλιεργούμενα είδη όπως είναι τα κουκιά, τα τεύτλα, τα φασόλια, η μηδική, η πατάτα, η τομάτα, τα πεπόνια, τα χρυσάνθεμα και ο καπνός (Μπούρμπο, 1990).

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ

2.1 Α) Τα Αρπακτικά Έντομα

Τα αρπακτικά έντομα, τα οποία ανήκουν στην κατηγορία των εντομοφάγων ή θηρευτικών εντόμων, χαρακτηρίζονται ως φυσικοί εχθροί. Επίσης, στην ίδια κατηγορία εντάσσονται τα παράσιτα και τα παρασιτοειδή. Τα αρπακτικά έντομα δεν τρέφονται μόνο με ένα άτομο από τη λεία τους αλλά με παραπάνω. Τα αρπακτικά έντομα χαρακτηρίζονται ως φυσικοί εχθροί του βλαβερού είδους, το οποίο επιθυμούμε να αντιμετωπίσουμε είτε αυτό ανήκει στα φυτοφάγα είδη είτε στα σαρκοφάγα ή σαπροφάγα (Τζανακάκης 1995).

Η οικογένεια, στην οποία ανήκει κάθε αρπακτικό έντομο, είναι και αυτή που τα διακρίνει, στο αν θηρευτές της τροφής του θα είναι προνύμφες αλλά και τα ενήλικα άτομα. Τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae (πασχαλίτσες), τα οποία τρέφονται με αφίδες, είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα της παραπάνω κατηγορίας. Ωστόσο, υπάρχουν και οι οικογένειες αρπακτικών, οι οποίες έχουν ως θηρευτές της τροφής τους μόνο προνύμφες. Τέτοιες οικογένειες είναι οι Syrphidae και Chrysopoidea. Τέλος, ένα χαρακτηριστικό στοιχείο των αρπακτικών εντόμων είναι πως σκοτώνουν το θήραμά τους και ύστερα τρέφονται από αυτό.

Οι φυσικοί εχθροί παίζουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των βλαβερών εντόμων. Έχουν τη δυνατότητα, να μειώνουν το πληθυσμό των βλαβερών εντόμων με αποτέλεσμα να υπάρχει μια ισορροπία στο περιβάλλον και ο άνθρωπος να έχει ένα αξιόλογο κέρδος.

Ωστόσο, ο φυσικός εχθρός δεν φέρει ατομική και μεμονωμένη δράση κατά την αντιμετώπιση και μείωση των πληθυσμών των βλαβερών εντόμων αλλά δέχεται και επιρροές από διάφορους άλλους παράγοντες. Ένας τέτοιος παράγοντας είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ της χημικής και βιολογική καταπολέμησης. Η αλληλεπίδραση αυτή οφείλεται στην τοξικότητα, η οποία παρατηρείται σε αρκετά εντομοκτόνα προς τους φυσικούς εχθρούς. Ωστόσο, κατά τη χρήση της ολοκληρωμένης καταπολέμησης των βλαβερών εντόμων τίθεται ως στόχος η ενίσχυση και η διατήρηση των φυσικών εχθρών. Ο στόχος αυτός πραγματοποιείται, είτε μέσω της ενίσχυσης και συντήρησης των ενδiciaτημάτων τους είτε μέσω της χρήσης εκλεκτικών εντομοκτόνων, τα οποία

δεν θέτουν προβλήματα στα ωφέλιμα έντομα αλλά φέρουν μεγαλύτερη τοξικότητα προς τα βλαβερά έντομα (Hopper, 2003).

2.1 Β) Τα Αρπακτικά Έντομα Της Οικογένειας Coccinellidae

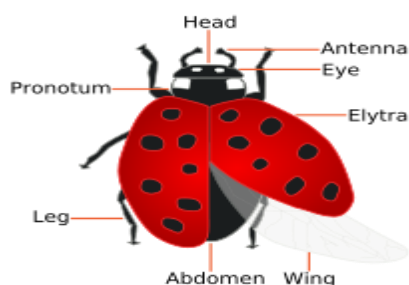
Η οικογένεια Coccinellidae ή κοινώς πασχαλίτσες φέρει αρπακτικά έντομα και συγκεκριμένα Κολεόπτερα. Χαρακτηρίζεται ως μονοφυλετική οικογένεια, η οποία περιλαμβάνει 4500 είδη παγκοσμίως.

Το σώμα των αρπακτικών περιβάλλεται από κόκκινο χρώμα, το οποίο μας παραπέμπει στο όνομά τους. Ωστόσο, μέσα από μια πιο λεπτομερή περιγραφή διακρίνονται έντομα, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια και φέρουν πιο σκούρο χρώμα. Το σκούρο χρώμα, ωστόσο, δεν θεωρείται χαρακτηριστικό στοιχείο της οικογένειας Coccinellidae. Η οικογένεια Coccinellidae συμπεριλαμβάνει επτά υποοικογένειες. Δύο υποοικογένειες και συγκεκριμένα η Coccinellinae και η Epilachinae φέρουν ως χαρακτηριστικό στοιχείο τη διατροφή των εντόμων τους. Κάποια από τα είδη τρέφονται με μύκητες ή με ανώτερα φυτά.

Η πλειοψηφία των αρπακτικών τρέφονται είτε με αφίδες είτε με κοκκοειδή, υπάρχουν όμως είδη αρπακτικών τα οποία τρέφονται με αφίδες αλλά και με κοκκοειδή. Τέλος, έχει παρατηρηθεί πως υπάρχουν είδη αρπακτικών, τα οποία έχουν ως βασική τροφή, τα ακάρεα (Putman 1955), αφίδες της οικογένειας Adelgidae (Delucci 1954, Pope 1973), αλευρώδεις (Heinz & Zalom 1996), μυρμήγκια (Pope & Lawrence 1990), προνύμφες της οικογένειας Chrysomelidae (Elliot & de Little 1980), φυλλοξήρα (Pope 1973) και ψύλλους (Booth 1997).

Η μορφολογία των αρπακτικών της οικογένειας Coccinellidae φέρει τα εξής χαρακτηριστικά. Το σώμα τους αποτελείται από τα εξής μέρη: την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλιά. Ο θώρακας καλύπτεται από το πρόνωτο και τα έλυτρα ενώ ταυτόχρονα σκεπάζεται και η κοιλιά. Οι κεραίες είναι κοντές και ροπαλοειδές ενώ τα πόδια είναι τύπου βαδιστικού. Το πρόσθιο ζεύγος των πτερυγών τους παρουσιάζει τροποποίηση, η οποία έχει ως αποτέλεσμα, τα έλυτρα, τα οποία σχηματίζονται, να είναι σκληρά. Αυτά τα έλυτρα ενώνονται σε μια κεντρική γραμμή και καλύπτουν την κοιλιά. Τα πρόσθια έλυτρα

καλύπτουν το οπίσθιο ζεύγος των πτερύγων όταν τα έντομα δεν πετούν. Επίσης, χαρακτηριστικό είναι μεμβρανώδεις πίσω πτέρυγες.



Εικόνα 4: Σχεδιάγραμμα με τη μορφολογία του αρπακτικού εντόμου

Τα έντομα της οικογένειας Coccinellidae χαρακτηρίζονται ως ολομετάβολα έντομα και οι προνύμφες τους έχουν μακρύ και ευλύγιστο σώμα. Τα θηλυκά και τα αρσενικά έντομα φέρουν μεταξύ τους μορφολογικές διαφορές. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το μέγεθος, το οποίο φέρουν τα έντομα, καθώς τα θηλυκά φαίνεται πως είναι ελάχιστα μεγαλύτερα σε σύγκριση με τα αρσενικά. Το παραπάνω θεωρείται χαρακτηριστικό των περισσότερων ειδών. Για την αναγνώριση του φύλου, όμως, δεν τίθεται σαν κριτήριο μόνο το μέγεθος των εντόμων διότι δεν θεωρείται ιδιαίτερα αξιόπιστο αλλά και η ύπαρξη τριών κυρτωμένων δακτυλίων από λευκό εύκαμπτο δερμάτιο στα τελευταία κοιλιακά μεταμέρη. Οι δακτύλιοι αυτοί επιτρέπουν την κάμψη της κοιλιάς των αρσενικών ατόμων στις σωστές γωνίες κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της σύζευξης με τα θηλυκά άτομα (Majerus & Kearns 1989). Τα στοματικά μόρια, τα οποία διαθέτουν είναι μασητικού τύπου (Majerus & Kearns 1989).

Βιολογικός κύκλος: Τα αρπακτικά έντομα, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Coccinellidae, θεωρούνται ολομετάβολα έντομα. Η μεταμόρφωση των αρπακτικών είναι πλήρης. Για να ολοκληρώσουν τόσο την ανάπτυξή τους όσο και τον βιολογικό τους κύκλο, τα αρπακτικά περνούν τα παρακάτω τέσσερα στάδια: το αυγό, την προνύμφη 1^{ης} έως 4^{ης} ηλικίας (larva), νύμφη (rypa) και τέλος το ενήλικο άτομο. Ωστόσο, πολλοί συγγραφείς υποστηρίζουν πως υπάρχει ένα ακόμα στάδιο, το οποίο εμφανίζεται πριν την νύμφη και φέρει το όνομα pre-rypa. Ο βιολογικός κύκλος ξεκινάει με το πρώτο στάδιο,

του αυγού. Εν συνεχεία το αυγό εκκολάπτεται και δίνει την προνύμφη του 1^{ου} σταδίου, η οποία περνάει τέσσερα στάδια ώστε να νυμφωθεί. Τελικό στάδιο είναι αυτό του ενήλικου ατόμου, το οποίο επέρχεται από την μεταμόρφωση της προνύμφης τέταρτου σταδίου. Η διάρκεια ενός πλήρη βιολογικού κύκλου εξαρτάται από το είδος του αρπακτικού, αν και σε πολλά είδη της οικογένειας Coccinellidae διαρκεί ένα χρόνο. Αρχικά, γίνεται η εναποθέτηση των αυγών, η οποία λαμβάνει χώρα άνοιξη ή αρχές καλοκαιριού. Στη συνέχεια εμφανίζονται οι προνύμφες, οι οποίες τρέφονται για ένα μήνα μέχρι να φτάσουν στο στάδιο της νύμφωσης. Αφού περάσει και το στάδιο της νύμφωσης, το ενήλικο κάνει την εμφάνισή του. Τα ενήλικα εμφανίζονται στα μέσα με τέλη του καλοκαιριού. Ωστόσο, μέχρι να έρθει η άνοιξη τα ενήλικα μόνο τρέφονται και δεν ζευγαρώνουν. Για το λόγο αυτό και οι πασχαλίτσες δεν φέρουν παρά μόνο μια γενιά το χρόνο και όχι παραπάνω (Majerus & Kearns 1989).



Εικόνα 5: Αριστερά προνύμφη, στη μέση νύμφη και δεξιά ενήλικα άτομα

Τα χαρακτηριστικά, τα οποία έχει κάθε στάδιο, αναπτύσσονται παρακάτω:

Αυγά: τα αυγά έχουν σχήμα ωοειδές και είναι επιμήκη. Έχουν χρώμα ανοικτό κίτρινο έως βαθύ πορτοκαλί. Τα περισσότερα είδη εναποθέτουν τα αυγά τους στις άκρες και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να βρίσκονται σε όρθια θέση. Αν και η πλειοψηφία των ειδών γεννά τα αυγά σε ομάδες, ωστόσο έχει παρατηρηθεί ποικιλομορφία στον αριθμό των αυγών τα οποία εκκολάπτονται κάθε φορά (Majerus & Kearns 1989). Τα έντομα της οικογένειας Coccinellidae, τα οποία έχουν ως τροφή τις αφίδες, γεννούν τα αυγά τους σε ομάδες ενώ αυτά τα οποία τρέφονται με κοκκοειδή, γεννούν κάθε αυγό ξεχωριστά (Dixon 2000). Τα αυγά ώστε να εκκολαφθούν, χρειάζονται να περάσουν ένα χρονικό διάστημα, το οποίο ποικίλει και εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία. Ένα χαρακτηριστικό τους είναι, πως κάποιες

ημέρες πριν την εκκόλαψή τους, τα αυγά φέρουν χρώμα γκρι (Hodek 1973, Hodek & Honek 1996).

Οι **προνύμφες** είναι το δεύτερο στάδιο και παρουσιάζονται ύστερα από την εκκόλαψη των αυγών. Το μέγεθος του φτάνει και τα επτά χιλιοστά ύστερα από διάρκεια 30 ημερών. Οι νεαρές προνύμφες φέρουν ως χαρακτηριστικό την παραμονή τους δίπλα από το κέλυφός τους για μια ημέρα. Οι προνύμφες κάποιες φορές τρώνε τα κελύφη ενώ άλλες τρώνε τα αυγά, τα οποία δεν κατάφεραν να εκκολαφθούν ή τρέφονται από τις προνύμφες οι οποίες εκκολάπτονται μετέπειτα (Hodek & Honek 1996). Οι προνύμφες αρχικού σταδίου, ύστερα από το πέρας της πρώτης ημέρας, εγκαταλείπουν τα κελύφη και αρχίζουν την διαδικασία εύρεση τροφής ή θηράματος ώστε να τραφούν. Οι αρχικές προνύμφες διαθέτουν μικρό σωματικό μέγεθος και αυτό τις αναγκάζει να αγκιστρώνουν την πλάτη των αφίδων, οι οποίες έχουν μεγαλύτερο μέγεθος, ώστε να μπορέσουν να τραφούν. Εν συνεχεία, η προνύμφη διεισδύει τα στοματικά της μόρια στο σώμα της αφίδας και τρέφεται από τα υγρά της. Ωστόσο, το περίβλημα και τα εξαρτήματα της αφίδας παραμένουν ίδια χωρίς να έχουν μεταμορφωθεί (Butt 1951, Hannaz 1958, Hagen 1962, Kesten 1969). Τον παραπάνω τρόπο διατροφής τον παρατηρούμε στα δύο πρώτα στάδια των προνυμφών αφού η προνύμφη κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής της φαίνεται να αλλάζει τον τρόπο με τον οποίο τρέφεται και να προτιμάει τα συμπαγή μέρη του σώματος των αφίδων. Τέτοιο παράδειγμα είναι τα πόδια και οι κεραίες των αφίδων (Majerus & Kearns 1989). Οι προνύμφες, πριν φτάσουν στο τελικό στάδιο της νύμφωσης, περνούν τη διαδικασία της έκδυσης τρεις φορές. Η ραχιαία πλευρά της έχει τη δυνατότητα να σχίσει το παλιό έκδυμα και ύστερα από μια ώρα η προνύμφη ελευθερώνεται. Αρχικά, ο νέος εξωσκελετός είναι μαλακός και το χρώμα του ωχρό ενώ στη συνέχεια αλλάζει και γίνεται σκληρός και σκούρος. Τα προνυμφικά στάδια επηρεάζονται τόσο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες όσο και από την ποσότητα της τροφής με την οποία τρέφονται οι προνύμφες. Διότι, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα τόσο πιο γρήγορα αναπτύσσονται και οι προνύμφες.

Το στάδιο της **pre-pupa** συναντάται πριν τη νύμφωση. Όταν οι προνύμφες βρίσκονται στο τέταρτο στάδιο σταματούν να τρέφονται και να κινούνται. Με την άκρη της κοιλιάς του παραμένου προσκολλημένες στην

επιφάνεια είτε ενός φύλλου είτε μίσχου ή φλοιού και ξεκινούν την διαδικασία της κύρτωσης (Hodek 1973).

Η **νύμφη** φέρει ως χαρακτηριστικό την θέση με την οποία εμφανίζεται καθώς είναι κυρτωμένη. Η νύμφη εμφανίζεται χωρίς έκδυμα καθώς το έχει αποβάλλει στο σημείο της επιφάνειας, στο οποίο είχε προσκολληθεί. Οι νύμφες θεωρείται πως μένουν αδρανείς μέχρι να φτάσουν στο στάδιο του ενήλικου ατόμου. Ωστόσο, δεν είναι και τελείως ακίνητες, αφού έχουν μηχανισμό ανταπόκρισης στον κίνδυνο. Έτσι, αν δεχθούν ερέθισμα κινδύνου η περιοχή της κεφαλής τους αντιδρά και σηκώνεται πολλαπλές φορές με ανοδικές και απότομες κινήσεις του σώματος της. Η θερμοκρασία, η οποία επικρατεί, επηρεάζει το χρονικό όριο της νύμφωσης ενώ οι περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν το χρώμα των νυμφών.

Η πίεση, η οποία δημιουργείται από το **ενήλικο** άτομο στο μπροστινό μέρος της νυμφικής θήκης, έχει ως αποτέλεσμα να την σκίζει και ύστερα να εμφανίζεται το ενήλικο άτομο. Το νυμφικό περίβλημα αποβάλλεται από το ενήλικο κάποια λεπτά αργότερα. Κατά το στάδιο της αποβολής του περιβλήματος, το ενήλικο άτομο έχει μαλακά φτερά και έλυτρα ενώ η χρωστική ουσία του είναι ελάχιστη. Τα έλυτρα φέρουν ως αρχικό χρώμα το κίτρινο ή το πορτοκαλί. Το ενήλικο άτομο θα αποκτήσει το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του και τα σχέδια του, σταδιακά και αναλόγως με την θερμοκρασία την οποία επικρατεί ώστε στο τέλος να σχηματίσει την τελική του μορφή. Αν και οι περισσότερες αλλαγές συμβαίνουν τις πρώτες ώρες, το κόκκινο χρώμα διατηρεί την ανοικτή απόχρωσή του σταθερή για εβδομάδες ή και μήνες. Κατά αυτό τον τρόπο τα άτομα της νέας γενιάς διακρίνονται πιο εύκολα. Για να καλυφθεί όλη η αναπαραγωγική ζωή των θηλυκών ατόμων στα περισσότερα είδη, μια μόνο σύζευξη είναι αρκετή ωστόσο τα ενήλικα άτομα ζευγαρώνουν πιο πολλές φορές (Σκούρας, 2009). Τα έντομα μπαίνουν σε διαδικασία διάπαυσης καθώς η διάρκεια της ημέρας μειώνεται. Η παρουσία ενεργειακών αποθεμάτων και ο μειωμένος μεταβολισμός, δίνουν τη δυνατότητα στο έντομο να επιβιώνει κατά τη διάρκεια της διάπαυσης χωρίς τροφή. Ο σημαντικότερος παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει την είσοδο των εντομών στη διάπαυση, είναι η φωτοπερίοδος. Η μείωση της θερμοκρασίας και η φυσιολογική ωρίμανση των φυτών δεν φέρουν αλλαγές, οι οποίες

επαναλαμβάνονται κάθε χρόνο με την ίδια ακρίβεια, σε αντίθεση με αυτές οι οποίες παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της ημέρας (Hodek 1973). Το έντομο αυξάνει την αντοχή του στις αντίξοες κλιματικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της διάπαυσης. Το παραπάνω φαινόμενο γίνεται λόγω φυσιολογικών αλλά και μερικές φορές μορφολογικών γνωρισμάτων, τα οποία φέρουν συνδυασμό με ένα 'σύνδρομο προσαρμογής' και το οποίο παρουσιάζει ποικιλομορφία μεταξύ των ειδών (De Wilde 1970).

2.2 Το αρπακτικό έντομο *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae).

Το αρπακτικό έντομο *Hippodamia variegata* ανήκει στην υπεριοικογένεια Cucujoidea της τάξης των Κολεοπτέρων, στην οικογένεια Coccinellidae, στην υποοικογένεια Coccinellinae και συγκεκριμένα στο γένος *Hippodamia* και είδος *variegata*. Το κοινό του όνομα είναι πολύχρωμη πασχαλίτσα, Variegated Lady Beetle. Παρατηρείται, στην Ευρώπη, την Αυστραλία και την Αμερική. Αν και σαν είδος θεωρείται πολυφάγο αρπακτικό έντομο, οι προνύμφες του και τα ενήλικα του έχουν ως κύρια τροφή τις αφίδες. Το *Hippodamia variegata* δείχνει προτίμηση στις αφίδες του είδους *Dysaphis crataegi* (Kontodimas & Stathas 2005) ωστόσο είναι και θηρευτής στα είδη των αφίδων *A.pisum*, *A. craccivora*, *A.fabae*.

Τέλος, αν ο πληθυσμός των αφίδων δεν θεωρείται αρκετός ώστε να τραφεί το έντομο τότε οι προνύμφες αλλά και τα ενήλικα άτομα παρουσιάζουν ενδιαφέρον σε άλλα είδη τροφών. Όπως για παράδειγμα σε αυγά και προνύμφες άλλων εντόμων είτε σε ακάρεα είτε σε νέκταρ και μελιτώματα αφίδων ή άλλων μυζητικών εντόμων.

Σαν είδος φέρει την παρακάτω **μορφολογία**: το ενήλικο άτομο έχει μήκος 4mm-5mm. Το σώμα του είναι επιμήκη και διαθέτει κιτρινοκόκκινα έλυτρα με μαύρα στίγματα. Το κάθε έλυτρο εμφανίζει τέσσερα ή και λιγότερα στίγματα. Τα πόδια του είναι μαύρα όπως και η κοιλιά του. Στο μαύρο πρόνωτο, το οποίο διαθέτει, διακρίνονται μια λευκή γραμμή στην άκρη των ματιών του όπως και δύο λευκά στίγματα.

Οι προνύμφες του φέρουν σκούρο χρώμα και διαθέτουν μακρύ σώμα. Επίσης, έχουν τρία ζεύγη ποδιών και φέρουν πορτοκαλί στίγματα. Τέλος, τα αυγά του είναι κίτρινα και επιμήκη.

2.2.1 Ο βιολογικός κύκλος του *Hippodamia variegata*

Το αρπακτικό έντομο *Hippodamia variegata* είναι ένα είδος, το οποίο παρατηρείται πως έχει μεγάλο αριθμό γενεών στην Ελλάδα. Όταν η διατροφή του είδους αυτού λαμβάνει χώρα σε εξωτερικά κλουβιά και του παρέχονται συνεχώς αφίδες τότε έχει τη δυνατότητα να ολοκληρώσει επτά επικαλυπτόμενες γενεές. Η παραπάνω διαδικασία γίνεται την χρονική περίοδο μεταξύ Απριλίου και Νοεμβρίου (Kontodimas & Stathas 2005).

Στις αρχές του Απρίλη μέχρι και τα μέσα του Μαΐου το *H. variegata* εμφανίστηκε στην Κεντρική Ελλάδα και συγκεκριμένα στις καλλιέργειες του σιταριού (Kavalieratos *et al.* 2002), ενώ από τα μέσα του Μαΐου και τα μέσα Ιουλίου εμφανίστηκε στις καλλιέργειες βαμβακιού (Kavalieratos *et al.* 2002). Επίσης, από τα μέσα Ιουλίου μέχρι και τα τέλη Σεπτεμβρίου εμφανίστηκε σε καλλιέργεια καπνού (Kavalieratos *et al.* 2004).

2.2.2 Κανιβαλισμός των αρπακτικών Coccinellidae

Ο κανιβαλισμός είναι ένα φαινόμενο, το οποίο παρατηρείται στα αρπακτικά έντομα Coccinellidae, λόγω έλλειψης τροφής. Κατά αυτό τον τρόπο άτομα του ίδιου ή και διαφορετικών ειδών Coccinellidae χρησιμεύουν ως εναλλακτική τροφή. Παρατηρείται πως καταναλώνονται τα αυγά ή τα ευάλωτα άτομα, τα οποία έχουν μόλις έχουν νυμφωθεί. Οι προνύμφες νεαρής ηλικίας παραμένουν στο κέλυφος του αυγού τους και στη συνέχεια τρέφονται με τα διπλανά αυγά ενώ στη συνέχεια διασκορπίζονται. Επίσης, το ίδιο έχει παρατηρηθεί και σε προνύμφες μεγαλύτερης ηλικίας.

Μέσω του κανιβαλισμού δίνεται η ευκαιρία στα κανίβαλα αρπακτικά να αυξήσουν το όριο της επιβίωσής τους. Ωστόσο, η εκτροφή των αρπακτικών Coccinellidae στο εργαστήριο έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία μεγάλων ποσοστών στειρότητας με αποτέλεσμα τα μεγάλα ποσοστά κανιβαλισμού να μην θεωρούνται αληθείς (Mills 1982). Η διαπίστωση του Mills πως τα ποσοστά κανιβαλισμού στην φύση είναι 6% έως 30%, μας φέρνει στο

συμπέρασμα του περιορισμού της μαζικής παραγωγής των Coccinellidae και στην απομόνωση των αφίδων αφού βγούν από το αυγό τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Βιολογική Καταπολέμηση

Οι επιστημονικές έρευνες, οι οποίες γίνονται για την καταπολέμηση των ασθενειών και των εντομολογικών εχθρών, έχουν ως κύριο αντικείμενο την βιολογική καταπολέμηση. Οι έρευνες και τα πειράματα, τα οποία λαμβάνουν χώρα σε όλο τον κόσμο, έχουν θετικά αποτελέσματα, τα οποία μας δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας νέων τρόπων αντιμετώπισης των ασθενειών αλλά και των βλαβερών εντόμων. Οι νέοι τρόποι θα είναι εναλλακτικοί αλλά και πιο οικονομικοί ενώ ταυτόχρονα θα είναι και απαλλαγμένοι από την παρουσία φυτοφαρμάκων.

Ο Cook και Baker (1983) έδωσαν τον εξής ορισμό για τη βιολογική καταπολέμηση: “Βιολογική καταπολέμηση των παθογόνων των φυτών είναι η μείωση της ποσότητας του μολύσματος ή της νοσογόνου δράσης τους, που πραγματοποιείται από ή διαμέσου ενός ή περισσοτέρων οργανισμών, άλλων από τον άνθρωπο”.

Η βιολογική καταπολέμηση παραπέμπει στην χρήση ζωντανών οργανισμών για την αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων στην καλλιέργεια μας. Έτσι, σε διάφορα εργαστήρια γίνεται η εκτροφή των ωφέλιμων εντόμων, όπως είναι για παράδειγμα τα αρπακτικά έντομα και τα παρασιτοειδή. Ύστερα απελευθερώνονται στις καλλιέργειες και αναλαμβάνουν τη μείωση των φυτοφάγων εντόμων.

Η βιολογική καταπολέμηση σαν διαδικασία έχει μιμητικό χαρακτήρα και αυτό σημαίνει πως μιμείται την δραστηριότητα της φύσης. Κατά αυτό τον τρόπο τα έντομα, τα οποία χαρακτηρίζονται και ως θηρευτές, καλύπτουν τις διατροφικές τους ανάγκες εις βάρος των εντόμων, τα οποία θεωρούνται θηράματα. Τα αρπακτικά έντομα *Coccinella septempunctata* και *Hippodamia variegata* φέρουν το παραπάνω χαρακτηριστικό. Η χρήση διάφορων μυκήτων έχει ως αποτέλεσμα τη θανάτωση των εχθρών εξαιτίας των τοξινών των οποίων παράγουν. Επίσης, η παρουσία των νηματωδών επηρεάζει τους εχθρούς αφού τους παραμορφώνει τα σωματικά τους μέρη ύστερα από την προσβολή τους. Ακόμα ένας τρόπος, ο οποίος χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία της βιολογικής καταπολέμησης, είναι τα βακτηρία. Ένα τέτοιο

παράδειγμα είναι αυτό του *Bacillus thuringiensis*, του οποίου η δράση είναι κατά του πράσινου σκουληκιού του βαμβακιού. Τέλος, δίνεται η δυνατότητα να επηρεάσουμε την βιολογία του εντόμου, μέσω της χρήσης ακτινών Χ. Οι ακτίνες Χ δημιουργούν στείρα αρσενικά, τα οποία στην συνέχεια ελευθερώνοντας στα στις καλλιεργούμενες εκτάσεις δεν μπορούν να γονιμοποιήσουν τα θηλυκά (Τζανακάκης 1995).

3.1.1 Πλεονεκτήματα Βιολογικής Καταπολέμησης

Ένα από τα πλεονεκτήματα είναι η μεγάλη χρονική διάρκεια, η οποία παρατηρείται στην μείωση του πληθυσμού των μη ωφέλιμων εντόμων. Τα ωφέλιμα έντομα αφού αφεθούν στις καλλιεργούμενες εκτάσεις και προσαρμοστούν, αρχίζουν να εξαπλώνονται και να παράγουν το έργο τους. Έτσι, τους δίνεται η δυνατότητα να περιορίσουν το πληθυσμό των εντόμων εχθρών για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η βιολογική καταπολέμηση θεωρείται μια μέθοδος όχι πολυέξοδη στην εφαρμογή της όταν το κράτος συμβάλλει σε αυτή μέσω των ερευνών αλλά και στην διάδοση της. Επίσης, είναι μια μέθοδος ακίνδυνη ως προς τα φυτά, τον άνθρωπο και τα ζώα (Τζανακάκης 1995).

3.1.2 Μειονεκτήματα Βιολογικής Καταπολέμησης

Η βιολογική καταπολέμηση δεν φέρει μόνο πλεονεκτήματα σαν μέθοδος αλλά έχει και μειονεκτήματα. Λόγω της χρήσης εντομοφάγων εντόμων είναι αρκετές οι περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν μας δίνει άμεσα και σταθερά αποτελέσματα (Τζανακάκης 1995). Η μείωση του πληθυσμού των εντόμων εχθρών δεν έρχεται σε επιθυμητό βαθμό μέσω της χρήσης εντομοφάγων εντόμων.

Επιπλέον, με την εισαγωγή ωφέλιμων εντόμων παρουσιάζεται ο κίνδυνος εξαφάνισης των χρήσιμων εντόμων στις καλλιέργειες (Howard 1991). Το παραπάνω φαινόμενο συνιστά την προσοχή μας ως προς την εισαγωγή των νέων ειδών των ωφέλιμων εντόμων, ώστε να περιορίσουμε τα αρνητικά αποτελέσματα στο σύνολο του οικοσυστήματος. Αφού τα ωφέλιμα

εισαγόμενα έντομα υπάρχει περίπτωση να δράσουν αρνητικά τόσο ως προς τα έντομα εχθρούς όσο και στα ωφέλιμα έντομα της καλλιέργειας (Τζανακάκης 1995).

Η βιολογική καταπολέμηση φέρει ως απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της, ο καλλιεργητής να έχει καλή γνώση τόσο της οικολογίας του παρασίτου όσο και για τα καλλιεργούμενα φυτά. Ακόμα, οφείλει να γνωρίζει τα ειδικά νομοθετικά μέτρα και να τα τηρεί. Επίσης, είναι αναγκαίο ένα σύστημα ελέγχου μέσω του οποίου θα κατοχυρώνεται η βιολογική γεωργία και θα πιστοποιούνται τα βιολογικά προϊόντα (Δημόπουλος 2004).

3.2 Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση

Η ολοκληρωμένη μέθοδος καταπολέμησης βασίζεται στον συνδυασμό όλων των διαθέσιμων μεθόδων καταπολέμησης. Κατά αυτό τον τρόπο γίνεται ένας συνδυασμός με τις παρακάτω μεθόδους: χημική, βιολογική, βιοτεχνολογική, μηχανική, γενετική και καλλιεργητικά μέσα. Ωστόσο, δίνεται βάση, στον να μην γίνεται χρήση μεθόδων, οι οποίες χρησιμοποιούν χημικά σκευάσματα.

Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση θεωρείται ένα σύστημα, το οποίο στηρίζεται σε μια οικολογικά προσανατολισμένη διαχείριση ή και χειρισμού των βλαβερών οργανισμών ως προς τα φυτά κατά το οποίο γίνεται συνδυαστική χρήση όλων των κατάλληλων τεχνικών μέσων και μεθόδων. Ο στόχος της παραπάνω μεθόδου είναι να περιορίσει τους βλαβερούς πληθυσμούς στα επίπεδα, τα οποία δεν επιφέρουν οικονομική ζημία στις καλλιέργειες.

Τέλος, για να εφαρμόσουμε την μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης στις καλλιέργειες μας, οφείλουμε να φέρουμε γνώση ορισμένων θεμάτων. Έτσι, θα πρέπει να έχουμε γνώση για την βιοοικολογία τόσο για τα μη ωφέλιμα έντομα όσο για τα ωφέλιμα έντομα τα οποία υπάρχουν στην καλλιέργεια ώστε να γίνει χρήση των σωστών μέτρων. Επίσης, να υπάρχει γνώση για την ύπαρξη μεθόδων οι οποίες δεν στηρίζουν την χρήση τους σε χημικά σκευάσματα. Σημαντικός παράγοντας είναι ακόμα ο συχνός έλεγχος των πληθυσμών όλων των εντόμων στις καλλιέργειες. Ο

καθορισμός του 'ορίου ανεκτής πυκνότητας' και της 'πυκνότητας ή ορίου επέμβασης' για κάθε εχθρό. Σαν 'όριο ανεκτής ποιότητας' ορίζεται η τιμή του πληθυσμού του ζημιογόνου εντόμου, η οποία δεν πρέπει να ξεπεράσει τα επιθυμητά όρια διότι θα προκαλέσει στην καλλιέργεια μας οικονομική ζημία. Η 'πυκνότητα επέμβασης' ονομάζεται εκείνο το όριο, το οποίο μας καθοδηγεί στη λήψη των κατάλληλων μέτρων καταπολέμησης. Σαν όριο συνηθίζεται να είναι ελάχιστα πιο κάτω από αυτό της ανεκτής πυκνότητας ώστε να γίνεται πρόσληψη της οικονομικής ζημίας ως προς την καλλιέργειά μας. Τέλος, ένα ακόμα βασικό στοιχείο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι η δημιουργία ενός συστήματος φυτοπροστασίας, το οποίο θα τηρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις και θα είναι δυνατό να εφαρμοστεί στην αντίστοιχη καλλιέργεια. Για την δημιουργία του συστήματος αυτού είναι απαραίτητη η συνεργασία επιστημόνων, τεχνικών και παραγωγών (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).

3.2.1 Πλεονεκτήματα Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης

Μέσω της χρήσης της μεθόδου της ολοκληρωμένης καταπολέμησης έχει παρατηρηθεί μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Τόσο ο καταναλωτής όσο και ο γεωργός ή παραγωγό δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα υγείας. Εξαιτίας, της έλλειψης υπολειμμάτων τοξικών ουσιών παράγονται υγιεινά προϊόντα, το περιβάλλον προστατεύεται ενώ τα ωφέλιμα έντομα δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα. Επίσης, οι πιθανότητες να δημιουργηθούν ανθεκτικές φυλές εντόμων στα εντομοκτόνα, μειώνονται. Τέλος, ο αριθμός των χημικών επεμβάσεων ο οποίος εφαρμόζεται δεν είναι ικανός να επηρεάσει την παραγωγή μας (Τζανακάκης 1995).

3.2.2 Μειονεκτήματα Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης

Βασική προϋπόθεση, για τον συνδυασμό των μεθόδων ώστε να ολοκληρωθεί σωστά η δημιουργία της ολοκληρωμένης καταπολέμησης, είναι η ύπαρξη προσωπικού, το οποίο θα είναι έμπειρο και καταρτισμένο. Αφού μέσω της εμπειρίας του και της γνώσης του το προσωπικό θα έχει τη δυνατότητα στη λήψη και στο συντονισμό των μέτρων με στόχο τα θετικά

αποτελέσματα. Ακόμα, θεωρείτο να παρουσιάζει δυσκολίες ο τομέας της οργανωμένης έρευνας και η ανάπτυξη των προγραμμάτων. Ο κρατικός μηχανισμός και οι αρμόδιες υπηρεσίες θα πρέπει να έχουν ως προτεραιότητα τη δημιουργία μιας μεθόδου φυτοπροστασίας, η οποία θα φέρει τα λιγότερα προβλήματα (Τζανακάκης 1995).

Σκοπός Εργασίας

Το *H. variegata* είναι από τα πιο βασικά και σημαντικά ωφέλιμα έντομα, τα οποία ασκούν βιολογική καταπολέμηση στις αφίδες. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να γνωρίζουμε στοιχεία, τα οποία αφορούν την βιολογία τους.

Η παρούσα εργασία μελετά τα χαρακτηριστικά, τα οποία φέρουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Για το λόγο αυτό θα γίνει αναφορά στην επίδραση της μεταβολής της θερμοκρασίας στην επιβίωση, την ανάπτυξη, τον καθορισμό του φύλου καθώς και την κατανάλωση αφίδων του κουκιού *A.fabae*.

Τέλος, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει την επίδραση της θερμοκρασίας στο αρπακτικό έντομο *Hippodamia variegata* μέσω της καταγραφής των δημογραφικών παραμέτρων, με στόχο την καλύτερη γνώση της βιολογίας του και την κατανόηση του ρόλου του στον έλεγχο των πληθυσμών της μαύρης αφίδας του κουκιού *A.fabae*.

Β Ειδικό Μέρος

A. Εισαγωγή

Το αρπακτικό είδος *H. variegata* θεωρείται από τα κυριότερα αρπακτικά αφίδων. Αν και σαν είδος είναι πολυφάγο, η προτίμησή του στις αφίδες τα καθιστά σημαντικό παράγοντα στη μείωση των πληθυσμών των αφίδων (Hodek 1973).

Η σωστή γνώση, όσο αναφορά τη βιολογίας τους, είναι απαραίτητη αφού χρειάζεται για κάθε στάδιο της βιολογικής καταπολέμησης. Από την επιλογή μας στον φυσικό εχθρό, ο οποίος κρίνεται κατάλληλος μέχρι τη στιγμή της απελευθέρωσής του. Επίσης, η απελευθέρωση ενός φυσικού εχθρού, ο οποίος είναι καλά προσαρμοσμένος, θεωρείται σημαντικό στο πλαίσιο της κλασσικής βιολογικής καταπολέμησης (Albuquerque et al. 1994).

Για την κατανόηση της σχέσης, η οποία δημιουργείται μεταξύ του αρπακτικού είδους και του θηράματος, είναι σημαντικό να υπάρχουν στοιχεία των παραμέτρων ανάπτυξης συναρτήσει της θερμοκρασίας. Έχει γίνει αρκετή μελέτη στην αύξηση των αφιδοφάγων Coccinellidae της εύκρατης ζώνης συναρτήσει της θερμοκρασίας. Μέσα από αρκετές μελέτες, παρατηρήθηκε πως η θερμοκρασία, την οποία δέχονται τα έντομα ως ανήλικα άτομα, επηρεάζει άμεσα τη θνησιμότητα, τους ρυθμούς ανάπτυξης αλλά και το μέγεθος τους.

Τα στοιχεία, τα οποία υπάρχουν, από τη μέχρι σήμερα μελέτη της ανάπτυξης των αφιδοφάγων εντόμων Coccinellidae σε συνάρτηση της θερμοκρασίας, εμφανίζουν ομοιότητες μεταξύ των ειδών της εύκρατης ζώνης. Η κάτω ουδό ανάπτυξης αντιπροσωπεύεται από θερμοκρασίες, οι οποίες κυμαίνονται από 9,0 έως 12,7 °C και οι απαιτήσεις σε ημεροβαθμούς για ανάπτυξη από το στάδιο του αυγού έως και το ενήλικο εμφανίζονται από 195 έως 312 (Obrycki & Tauber 1978, 1981, Naranjo et al. 1990, Orr & Obrycki 1990, Miller 1992).

Διάφορες εργασίες, οι οποίες έχουν λάβει χώρα, παρουσιάζουν τις απαιτήσεις σε ουδό ανάπτυξης και ημεροβαθμούς για διάφορα αφιδοφάγα

Coccinellidae της εύκρατης ζώνης. Τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Είδος	D _{th}	DD	Πηγή
<i>Calvia quatuordecimguttata</i>	8.2	274	LaMana & Miller, 1995
<i>Adalia bipunctata</i>	9.0	263	Obrycki & Tauber, 1981
<i>Eriopis connexa</i>	9.2	259	Miller & Paustian, 1992
<i>Harmonia axyridis</i>	10.5	231	Schanderl et al., 1985
<i>Hippodamia parenthesis</i>	10.8	235	Orr & Obrycki, 1990
<i>Coleomegilla maculata</i>	11.3	236	Obrycki & Tauber, 1978
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i>	11.7	195	Baumgartner et al., 1987
<i>Scymnus frontalis</i>	11.7	312	Naranjo et al. 1990
<i>Coccinella septempunctata</i>	12.1	197	Obrycki & Tauber, 1981
<i>Coccinella transversoguttata</i>	12.2	218	Obrycki & Tauber, 1981
<i>Hippodamia convergens</i>	12.5	228	Miller, 1992
<i>Coccinella trifasciata</i>	12.7	227	Miller & LaMana, 1995

B. Υλικά και Μέθοδοι

Πειραματικό Υλικό

Το είδος των Κολεοπτέρων *H.variegata*, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στις πειραματικές μελέτες μας, συλλέχθηκε από καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά. Επίσης, εκτός από τη χρήση του αρπακτικού εντόμου στις μελέτες μας έγινε και χρήση της μαύρης αφίδας των κουκιών *A.fabae* όπου η εκτροφή της πραγματοποιήθηκε στο χώρο του εντομοτροφείου.

Διατήρηση πειραματικού υλικού

Αποικία αφίδων: Η εκτροφή των αφίδων πραγματοποιήθηκε στο εντομοτροφείο, το οποίο και στεγάζεται στο Α.ΤΕΙ Πελοποννήσου, στα πλαίσια του εργαστηρίου Εντομολογίας και Ζωολογίας του τμήματος Φυτικής Παραγωγής. Στο θάλαμο, μέσα στον οποίο οι αφίδες εκτρέφονταν, επικρατούσαν οι παρακάτω συνθήκες. Η θερμοκρασία βρισκόταν στους 15°C (± 5), η υγρασία είχε ποσοστό 60% (± 5) ενώ η φωτοπερίοδος ήταν L16:D8 (L=Light, D=Darkness). Οι αφίδες τοποθετήθηκαν μέσα σε σιδερένια κλουβιά με ξύλινο πάτο, τα οποία είχαν περιμετρικά ανοίγματα όπου προστατεύονταν από ένα λεπτό ύφασμα οργανίνης. Ο ρόλος της οργανίνης ήταν να εμποδίσει την διαφυγή των αφίδων αλλά και να τις προστατέψει από κάποια μόλυνση άλλων εντόμων (Εικόνα 6). Η διατροφή των αφίδων γινόταν με φυτά κουκιών (*Vicia faba*), τα οποία αλλάζονταν ύστερα από διάρκεια τριών ημερών και τοποθετούνταν νέα φυτά.



Εικόνα 6: Αριστερά-αποικία αφίδων σε κλουβιά εκτροφής σε θάλαμο του εργαστηρίου

δεξιά-αποικία αφίδων πάνω σε φυτό κουκιών

Αποικία αρπακτικών: Τα ενήλικα αρπακτικά έντομα συλλέγονταν στους αγρούς, τα οποία για αρχή και λόγω της μεταφοράς του έμπαιναν σε ειδικά αεροστεγή σακουλάκια. Ύστερα, με ιδιαίτερη προσοχή γινόταν η μεταφορά τους στο εντομοτροφείο με στόχο την ίδρυση αποικιών. Για την δημιουργία των αποικιών, τα έντομα μας τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς διάφανους κυλίνδρους μαζί με μολυσμένα φυτά κουκιών από την αφίδα *Aphis fabae* εξασφαλίζοντας κατά αυτό τον τρόπο τις ανάγκες της διατροφής τους. Για την προστασία των αποικιών χρησιμοποιήθηκαν οργαντίνες, οι οποίες έκλεισαν τις εισόδους των κυλίνδρων (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Ενήλικα αρπακτικά *H.variegata* σε πλαστικούς κλωβούς για την δημιουργία αποικίας, στο θάλαμο του εργαστηρίου

Η διατήρηση των αποικιών μέσα στους κυλίνδρους πραγματοποιήθηκε σε αίθουσα του εργαστηρίου. Οι συνθήκες περιβάλλοντος ήταν συγκεκριμένες με στόχο την διατήρηση των αποικιών στα επιθυμητά επίπεδα. Έτσι, η θερμοκρασία ήταν ρυθμιζόμενη στους 25°C, η υγρασία στο 60% και τέλος η φωτοπερίοδος 16:8 (L:D). Η τροφή ανανεωνόταν κάθε δύο ή τρεις ημέρες. Καθημερινά γινόταν έλεγχος για αυγά, τα οποία συλλέγονταν και ύστερα μεταφερόντουσαν σε ειδικά τριβλία. Στα ειδικά τριβλία τα αυγά έμεναν μέχρι την στιγμή της εκκόλαψής τους. Οι αφίδες, οι οποίες εμφανιζόντουσαν ύστερα από την εκκόλαψη των ωών, έμπαιναν μεμονομένα σε ειδικά βαζάκια με την ροσθήκη μεγάλης ποσότητας αφίδων ώστε να τραφούν. Στόχος της παραπάνω διαδικασίας ήταν η αποφυγή του φαινομένου του κανιβαλισμού. Τέλος, αφού ολοκλήρωναν τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου και έφταναν στο στάδιο του ενήλικου ατόμου ακολουθούσε η διαδικασία μεταφοράς τους στους κυλίνδρους ώστε να συνεχιστεί η διατήρηση της αποικίας.

Φυτά: Η σπορά των κουκιών ή επιστημονικά *Vicia faba* έγινε σε γλαστράκια 15 * 15 εκατοστά. Η διαδικασία , η οποία έλαβε χώρα, είχε την εξής διαδικασία. Βάζουμε τους σπόρους για 24 ώρες μέσα στο νερό αφού περασει το 24ωρο, οι σπόροι μεταφέρονται σε γλαστράκια. Τα γλαστράκια αυτά μέσα έχουν βρεγμένο περλίτη όπου και τοποθετούμε μια ποσότητα από τους σπόρους. Ύστερα τα ποτίζουμε και τα τοποθετούμε σε θάλαμο, ο οποίος έχει θερμοκρασία 25°C. Μέσα σε διάρκεια 8 έως 10 ημερών τα κουκιά είχαν φυτρώσει αλλά κατάλληλα για μόλυνση ήταν όταν το μήκος τους ήταν 10 εκατοστά. Εν συνεχεία, τα κουκιά τα τοποθετούσαμε σε ειδικά κλουβιά ντυμένα με οργανίνες με στόχο την τεχνητή μόλυνση με την αφίδα *Aphis fabae* (Εικόνα 8). Τέλος, από τα φυτά αυτά συλλέγονται ενήλικα άτομα αφίδων, τα οποία και προορίζονται ως τροφή των προνυμφών ώστε να επιτευχτεί η πειραματική μελέτη αλλά και για την αποικία των ενήλικων ατόμων.

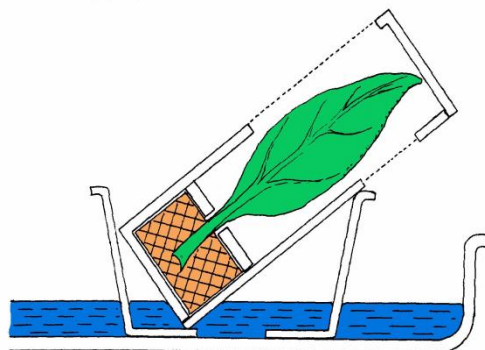


Εικόνα 10: Αριστερά-γλαστράκια με σπόρους από κουκιά πάνω σε περλίτη δεξιά-φυτρωμένοι σπόροι κουκιών έτοιμα για τεχνητή μόλυνση με *A.fabae*.

Γ. Πειραματική Μεθοδολογία

Για τη μελέτη των εντόμων μέχρι το στάδιο του τελείου, μεμονωμένα αυγά μεταφέρονταν από τις αποικίες, όπου διατηρούνταν τα αρπακτικά, στις σταθερές θερμοκρασίες των πειραματικών συνθηκών 15, 20, 25 και 30 °C. Σε ημερήσια βάση γινόταν καταγραφή για την εκκόλαψη των αυγών και τη θνησιμότητά τους. Κάθε μια από τις νεοεκκολαφθείσες προνύμφες μεταφερόταν σε ένα φύλλο κουκιού μήκους 8-10cm, το οποίο ήταν τοποθετημένο μέσα σε ένα αριθμημένο κουτί εκτροφής διαστάσεων 7,7 x 4,5 x 2 cm (Εικόνα 10), στη βάση του οποίου υπήρχε ένα κομμάτι σπόγγου που διαβρεχόταν με νερό (Blackman 1971). Η διαβροχή εξασφαλίστηκε τοποθετώντας τα κουτιά εκτροφής με μικρή κλίση (ώστε να βρίσκεται το φύλλο σε φυσική θέση) σε μεγαλύτερα κουτιά διαστάσεων 14,5 cm x 8,5 cm με μικρή ποσότητα νερού. Στο φύλλο του κουκιού τοποθετούνταν ενήλικα άπτερα παρθενογενετικά άτομα. Η αντικατάσταση των φύλλων γινόταν κάθε μια με δυο ημέρες ώστε η θρεπτική τους κατάσταση να διατηρείται στα άριστα επίπεδα για τη διατροφή των αφίδων. Κάθε ημέρα γινόταν καταμέτρηση της κατανάλωσης αφίδων από κάθε προνύμφη και προσθήκη γνωστού αριθμού αφίδων (10-90 αφίδες), έτσι ώστε να διατηρούνται σε υπερεπάρκεια μέχρι το στάδιο της νύμφωσης. Επίσης, καταγραφόταν η θνησιμότητα και η διάρκεια των ανώριμων σταδίων με καθημερινό έλεγχο για την παρουσία εκδυμάτων. Αμέσως μετά την έξοδό τους από την νύμφωση τα τέλεια έντομα τοποθετούνταν για 2-3 λεπτά στους 0°C προκειμένου να ψυχθούν και να

ακινητοποιηθούν. Στη συνέχεια ζυγίζονταν σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας (με ακρίβεια εκατοντάκις χιλιοστού του γραμμαρίου).



Εικόνα 11: Κουτί εκτροφής αρπακτικών διαστάσεων 7,7 x 4,5 x 2 cm (Blackman 1971).

Σε κάθε μια από τις πέντε εξεταζόμενες θερμοκρασίες τοποθετήθηκαν τουλάχιστον είκοσι επαναλήψεις για κάθε είδος, όμως στα αποτελέσματα συμπεριλήφθηκαν μόνο οι επαναλήψεις των εντόμων που ολοκλήρωσαν το βιολογικό τους κύκλο έως και το στάδιο του τελείου.

Δ. Ανάλυση στοιχείων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πακέτο Statistica. Περιελάμβανε το χ^2 τεστ αβεβαιότητας για την ανάλυση των στοιχείων της επιβίωσης και τη γραμμική συσχέτιση για την εκτίμηση της κάτω ουδού ανάπτυξης (Dth) καθώς και οι απαιτήσεις σε ημεροβαθμούς (DD). Οι ημεροβαθμοί χρησιμοποιήθηκαν ως μονάδες μέτρησης της θερμικής σταθεράς k. Η διάρκεια ανάπτυξης σε σχέση με τη θερμοκρασία εκφράζεται με διάφορους τρόπους. Ο τρόπος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία

ήταν η σχέση της θερμικής άθροισης $y(x-a)=k$, όπου y είναι η διάρκεια ανάπτυξης, x η θερμοκρασία, a το κάτω θερμικό όριο ανάπτυξης (αναπτυξιακό μηδέν) και k η θερμική σταθερά. Στη γραμμική συσχέτιση τα στοιχεία από το ρυθμό ανάπτυξης (το αντίστροφο των ημερών ανάπτυξης) χρησιμοποιήθηκαν ως η εξαρτημένη μεταβλητή και η θερμοκρασία ως η ανεξάρτητη.

Η μαθηματική έκφραση της γραμμικής συσχέτισης για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ του ρυθμού ανάπτυξης και της θερμοκρασίας ήταν : $1/\text{ημέρες} = b + (a \times \text{θερμοκρασία})$ όπου οι παράμετροι a και b προσδιορίζονται από τη γραμμική συσχέτιση. Η κάτω ουδός ανάπτυξης υπολογίστηκε ως το σημείο τομής της γραμμικής εξίσωσης $(-b/a)$ με τον άξονα x . Οι μέρες πάνω από το D_{th} που απαιτούνται για ανάπτυξη, υπολογίστηκαν ως το αντίστροφο της καμπύλης συσχέτισης.

Η σύγκριση της συνολικής και ημερήσιας κατανάλωσης αφίδων, μεταξύ θερμοκρασιών, έγινε με τη μέθοδο ανάλυσης της παραλλακτικότητας (one-way Anova). Επιπρόσθετα, τα χαρακτηριστικά των ενηλίκων βάρους, συγκρίθηκαν με την Anova, χρησιμοποιώντας το φύλο και τη θερμοκρασία ως κύριες επιδράσεις. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο του Duncan.

Ε. Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η θνησιμότητα των ωών, των προνυμφών και στο στάδιο της νύμφης του *H. variegata* φαίνονται στο Πίνακα 1. Η επιβίωση από το στάδιο του ωού μέχρι το στάδιο του ενηλίκου βρέθηκε να αυξάνεται από 43.4% στο 71.9% με την αύξηση της θερμοκρασίας από τους 15 στους 25 °C, ενώ μειώθηκε στο 50% στους 30°C. Το στάδιο του ωού και αυτό της πρώτης ηλικίας προνύμφη βρέθηκε να έχει την μεγαλύτερη θνησιμότητα. Η συνολική θνησιμότητα δεν βρέθηκε να διαφέρει στατιστικά ανάμεσα στις θερμοκρασίες που μελετήθηκαν ($\chi^2_3=7.74$, $P = <0.052$).

Πίνακας 1. Θνησιμότητα για κάθε στάδιο ζωής και ποσοστό θνησιμότητας σε σχέση με τον αρχικό αριθμό αυγών, για κάθε στάδιο ζωής των *H. variegata*, *H. undecimnotata* σε πέντε σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8 (E= αριθμός ατόμων που εξετάστηκαν).

Στάδιο ζωής	Θνησιμότητα (%)							
	15°C		20°C		25°C		30°C	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Ωο	53	26.41	42	16.67	32	9.38	50	22.00
L1	39	25.64	35	20.00	29	6.90	39	17.95
L2	29	10.35	28	10.71	27	3.70	32	6.25
L3	26	3.84	25	4.00	26	3.85	30	16.67
L4	25	4.00	24	4.16	25	4.00	25	0.00
L1-L4	39	38.46	35	34.29	29	17.24	39	35.90
Pupa	24	4.17	23	4.35	24	4.17	25	0.00

N, αριθμός των επαναλήψεων.

Η διάρκεια ανάπτυξης των προνυμφών ήταν μεγαλύτερη από τη διάρκεια των άλλων σταδίων, σε όλες τις θερμοκρασίες που μελετήθηκαν (Πίνακας 2). Η διάρκεια ανάπτυξης βρέθηκε να είναι στατιστικός εξαρτημένη με την θερμοκρασία στο στάδιο του ωού ($F_{3,89} = 1022.6$, $P = <0.001$), προνύμφης ($F_{3,89} = 729.7$, $P = <0.001$), νύμφης ($F_{3,89} = 740.8$, $P = <0.001$)

και της συνολικής διάρκειας ανάπτυξης του *H. variegata* ($F_{3,89} = 2316.1$, $P = <0.001$).

Πίνακας 2. Διάρκεια ανάπτυξης (ημέρες) για το *H. variegata* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8 (N= αριθμός επαναλήψεων, οι αριθμοί στην παρένθεση συμβολίζουν το τυπικό σφάλμα SE).

Στάδιο	Θερμοκρασία (°C)								F
	15		20		25		30		
ζωής	N	Ημέρες	N	Ημέρες	N	Ημέρες	N	Ημέρες	
Ωο	23	10.17 (0.11)a	22	5.91 (0.11)b	23	3.65 (0.11)c	25	2.06 (0.11)d	1022.6*
Προνύμφη	23	35.43 (0.49)a	22	16.45 (0.51)b	23	10.30 (0.49)c	25	5.26 (0.47)d	729.7*
Νύμφη	23	16.04 (0.21)a	22	7.95 (0.22) b	23	5.04 (0.21)c	25	2.84 (0.21)d	740.6*
Ενήλικο	23	61.65 (0.47)a	22	30.32 (0.48)b	23	19.0 (0.47)c	25	10.16 (0.45)d	2316.1*

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

Η ουδός ανάπτυξης κυμάνθηκε μεταξύ 12.3 °C για το στάδιο των ωών και 13.5 °C για το στάδιο των προνυμφών. Οι γραμμικές παράμετροι παλινδρόμησης (τομής και κλίσεις) που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ ρυθμού ανάπτυξης (y) και της θερμοκρασίας (x) φαίνονται στον Πίνακα 3. Η μικρότερη κλίση, δηλαδή 0,1454 καταγράφηκε στο στάδιο των προνυμφών το οποίο είχε η μεγαλύτερη διάρκεια στις θερμοκρασίες που δοκιμάστηκαν. Στα υπόλοιπα στάδια, η κλίση αυξήθηκε καθώς η διάρκεια της ανάπτυξης μειώθηκε.

Πίνακας 3. Ουδός ανάπτυξης (D_{th}) και απαιτήσεις σε ημεροβαθμούς (DD) για το Κολεόπτερο *H. variegata*.

Στάδιο ζωής	D_{th}	DD	Εξίσωση	R^2 (df)	P
Αυγό	12.3	38.8	$Y=-0.31834X+0.025744$	0.91 (1, 93)	< 0.05
Προνύμφη	13.5	93.1	$Y=-0.1454X+0.010739$	0.87 (1, 93)	< 0.05
Νύμφη	12.9	50.3	$Y=-0.25618X+0.019863$	0.83 (1, 93)	< 0.05
Ωό-ενήλικο	13.2	184.4	$Y=-0.07137X+0.005422$	0.90 (1, 93)	< 0.05

Η ημερήσια κατανάλωση αφίδων καθόλα τη διάρκεια της προνυμφικής ανάπτυξης, καθώς και ο συνολικός αριθμός των αφίδων που καταναλώνεται σε κάθε ηλικία των προνυμφών του *H. variegata* φαίνονται στους Πίνακες 4 & 5. Η συνολική κατανάλωση αφίδων των προνυμφών ήταν 157,5 , 163.5, 192.2 και 174.8 αφίδες στους 15, 20, 25, και 30 °C, αντίστοιχα. Η ANOVA έδειξε ότι η συνολική κατανάλωση αφίδων ήταν διέφερε στατιστικός σημαντικά μεταξύ των θερμοκρασιών ($F_{3, 89} = 12.36$, $P < 0.001$).

Οι 4^{ης} ηλικίας προνύμφες του *H. variegata* κατανάλωσαν το μεγαλύτερο αριθμό των αφίδων ανά ημέρα σε όλες τις θερμοκρασίες. Η μέση ημερήσια κατανάλωση αφίδων ήταν 4,5, 10,1, 19,0 και 33,9 αφίδες στους 15, 20, 25 και 30 °C, αντίστοιχα. Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των θερμοκρασιών και στην μέση ημερήσια κατανάλωση αφίδων ($F_{3, 89} = 311.75$, $P < 0,001$).

Πίνακας 4. Μέσος συνολικός αριθμός (SD) ενήλικων άπτερων παρθενογενετικών ατόμων του *A. fabae* που καταναλώθηκαν από προνύμφες του *H. variegata*, οι οποίες αναπτύχθηκαν σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και φωτοπερίοδο L16 : D8.

Στάδιο ζωής	Θερμοκρασία (°C)								F
	15		20		25		30		
	N	Αφίδες	N	Αφίδες	N	Αφίδες	N	Αφίδες	
L1	23	6.7 (0.45)a	22	7.4 (0.46)ab	23	9.4 (0.45)c	25	8.2 (0.43)bc	6.7*
L2	23	10.8 (0.58)a	22	13.4 (0.59)b	23	12.6(0.58)b	25	12.3(0.55)ab	3.6*
L3	23	21.8 (1.00)a	22	24.7 (1.03)ab	23	27.5 (1.00)b	25	23.6 (0.96)a	5.6*
L4	23	118.2 (4.34)a	22	118.0 (4.43)a	23	142.7 (4.33)b	25	130.7 (5.25)ab	7.4*
L1-L4	23	157.5 (4.33)a	22	163.5 (4.43)ab	23	192.2 (4.33)c	25	174.8 (4.16)b	12.3*

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

Πίνακας 5. Μέση ημερήσια κατανάλωση (SD) ενήλιων άπτερων παρθενογενετικών θηλυκών του *A. fabae* που καταναλώθηκαν από προνύμφες του *H. variegata* οι οποίες αναπτύχθηκαν σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και φωτοπερίοδο L16 : D8.

Στάδιο ζωής	Θερμοκρασία (°C)								F
	15		20		25		30		
	N	MDAC*	N	MDAC*	N	MDAC*	N	MDAC*	
L1	23	0.7 (0.30)a	22	1.6 (0.31)b	23	3.2 (0.30)c	25	6.0 (0.29)d	62.4*
L2	23	1.8 (0.37)a	22	4.7 (0.38)b	23	6.2 (0.37)c	25	12.7 (0.36)d	161.6*
L3	23	3.0 (0.90)a	22	7.7 (0.92)b	23	18.2 (0.90)c	25	23.1 (0.86)d	107.8*
L4	23	10.7 (3.66)a	22	22.8 (3.74)b	23	42.9 (3.66)c	25	83.8 (3.51)d	80.2*
L1-L4	22	4.5 (0.74)a	22	10.1 (0.76)b	23	19.0 (0.74)c	25	33.9 (0.71)d	311.8*

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό μικρό γράμμα στις γραμμές διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0.05, Duncan test).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα διάφορα στάδια ανάπτυξης του *H. variegata*, το στάδιο του ωού και της πρώτης ηλικίας προνύμφες βρέθηκαν να έχουν την μεγαλύτερη θνησιμότητα μεταξύ 15 και 20 °C. Σχετικά μεγάλη θνησιμότητα σε πρώτης ηλικίας προνύμφες σε σχέση με τα άλλα στάδια ανάπτυξης του εντόμου έχει αναφερθεί και σε άλλα αρπακτικά της ίδιας οικογένειας (Omkar and Pervez, 2004), που πιθανόν οφείλεται στο μικρό τους μέγεθος, την λεπτή και μαλακής επιδερμίδα, τα οποία τα κάνει πιο ευάλωτες σε φυσικές καταπονήσεις (Omkar and Pervez, 2004). Στην συγκεκριμένη εργασία, τα ωα βρέθηκαν να έχουν την μεγαλύτερη θνησιμότητα στις χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες των 15 και 30 °C αντίστοιχα. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και από άλλους ερευνητές σε ανήλικα στάδια των αρπακτικών κολεοπτέρων σε θερμοκρασίες κοντά στην ουδό ανάπτυξης.

Έχει αναφερθεί ότι καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται και ο ρυθμός ανάπτυξης των αφιδοφάγων αρπακτικών (Stathas 2000; Omkar and Pervez, 2004). Η στατιστικές σημαντικές διαφορές της διάρκειας ανάπτυξης για κάθε στάδιο ανάπτυξης του *H. variegata* αποδεικνύει ότι όλα τα στάδια του εντόμου αυξομειώνεται ανάλογα με την θερμοκρασία. Η διάρκεια ανάπτυξης από το στάδιο του ωού έως το στάδιο του ενηλίκου βρέθηκε να κυμαίνεται από 61,6 σε 10,2 ημέρες για θερμοκρασίες από 15 σε 30 °C αντίστοιχα. Η συνολική διάρκεια ανάπτυξης έως το στάδιο του ενηλίκου βρέθηκε να είναι υψηλότερη σε σχέση με την εργασία των Jalali et al., (2014) [15.47 ημέρες στους 25 °C, με λεία την αφίδα *Agonoscena pistaciae* Burckhardt et Lauterer (Hemiptera Psyllidae)] και των Wu et al. (2010) [12.6 έως 14.5 στους 25 °C ανάλογα με τον ξενιστή και ως λεία χρησιμοποιήθηκαν οι αφίδες *Brevicoryne brassicae* (L.) και *Rhopalosiphum padi* L.]. Ενώ μικρότερη ήταν η διάρκεια ανάπτυξης σε σχέση με τους El Hag and Zaitoon (1996) (20.1 ημέρες at 25 °C με λεία την αφίδα *A. gossypii*). Οι Michels και Flanders (1992) επίσης κατέγραψαν μικρότερη διάρκεια ανάπτυξης (ανάλογα με την προέλευση του κάθε πληθυσμού του *H. variegata*) μεταξύ 24.4 σε 30.3 ημέρες τρεφόμενα με την αφίδα *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera Aphididae) και από

23.9 μέχρι 28.1 ημέρες τρεφόμενα με την αφίδα *Diuraphis noxia* (Mordvilko). Οι Farhadi *et al.* (2011) ανέφεραν διάρκεια ανάπτυξης 16.33 ημέρες στους 23 °C. Οι διαφορές ανάμεσα στην συγκεκριμένη διατριβή και τις άλλες εργασίες μπορεί να οφείλονται στην διαφορετική λεία ή την ποιότητα της καθώς επίσης στην γεωγραφική διαφοροποίηση που δημιουργεί διαφορές ανάμεσα στους πληθυσμούς του *H. variegata* (Dobzhansky, 1933). Επίσης, οι διαφορές μπορεί να σχετίζονται με τις διαφορετικές πειραματικές συνθήκες.

Στην εργασία αυτή, ο ρυθμός κατανάλωσης της λείας αυξήθηκε μεταξύ πρώτης σε τέταρτης ηλικίας προνύμφες. Την υψηλότερη κατανάλωση αφιδων βρέθηκε να έχουν οι τέταρτης ηλικίας προνύμφες. Η υψηλή αδηφαγία των 4^{ων} ηλικίας προνυμφών έχει αναφερθεί και σε άλλα αρπακτικά της ίδιας οικογένειας όπως τα *Coccinella septempunctata* L. και *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville με λεία το *Myzus persicae nicotianae* Blackman (Katsarou *et al.*, 2005), *Harmonia axyridis* Pallas με λεία το *A. gossypii* (Lee and Kang, 2004), και *Coccinella undecimpunctata* L. με λεία το *M. persicae* (Cabral *et al.*, 2009). Αυτό μπορεί να οφείλεται στις μεγάλες ανάγκες σε ενέργεια της ηλικίας αυτής. Οι Michels και Flanders (1992) βρήκαν ότι η συνολική κατανάλωση αφιδων ήταν (ανάλογα με την προέλευση κάθε πληθυσμού του *H. variegata*) μεταξύ 290.0 και 414.4 αφίδες και μέση ημερησία κατανάλωση αφιδων από 21.9 έως 31.9 αφίδες με λεία το *S. graminum* και από 192.7 έως 505.1 και 13.6 έως 37.2 αφίδες με λεία την αφίδα *D. noxia* στους 20 °C, αντιστοίχως. Οι Farhadi *et al.* (2011) βρήκαν συνολική κατανάλωση αφιδων για το 1^{ης}, 2^{ης}, 3^{ης} και 4^{ης} ηλικίας προνύμφες 4.93, 9.14, 20.36 και 102.48 για τα θηλυκά και 4.56, 8.82, 20.38 και 81.21 αφίδες για τα αρσενικά αντίστοιχα, με λεία την αφίδα *A. fabae* στους 23 °C.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μας με αυτά από άλλες μελέτες (πχ ElHag & Zaitoon 1996, Lanzoni *et al.* 2004) αποδεικνύουν ότι παράγοντες, όπως το είδος της αφίδας που τρέφεται το αρπακτικό κολεόπτερο και συνθήκες εκτροφής μπορεί να επιδρούν στην διάρκεια ανάπτυξης, επιβίωση και διάρκεια ζωής. Επιπλέον, όπως προτείνει ο Francis *et al.* (2000, 2001) για το *Adalia bipunctata* και οι Giles *et al.* (2002) για το *C. septempunctata* είναι σημαντικό τα βιολογικά χαρακτηριστικά των αρπακτικών Coccinellidae να

χαρακτηρίζονται σαν ένα τριτροφικό σύστημα. Πραγματικά, σύμφωνα με τον Kalushkon (1998), ο οποίος μελέτησε τη διάρκεια ανάπτυξης, θνησιμότητας και το βάρος των ενηλίκων, βρήκε ότι η καταλληλότητα της αφίδας *A. fabae* ως τροφή για το *A. bipunctata* εξαρτάται από το φυτό ξενιστή της αφίδας. Επίσης, η διάρκεια ανάπτυξης, θνησιμότητα και το μέγεθος των ενηλίκων του *C. septempunctata* εμφανίζεται να μεταβάλλεται από την βιοχημική αντίδραση μεταξύ της αφίδας θήραμα και του φυτού ξενιστή (Giles *et al.* 2002). Όπως προτείνουν οι Francis *et al.* (2000, 2001) οι αλληλοχημικές ενώσεις που περιέχει το φυτό - ξενιστής, μπορεί να μην επηρεάζει μόνο την αφίδα αλλά και το αρπακτικό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ξένη Βιβλιογραφία

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

Blackman, R.L. 1971. Variation in the photoperiodic response within natural populations of *Myzus persicae* (Sulzer). *Bulletin of Entomological Research.* 60 : 533-546.

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

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

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

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

Cabral S., Soares A. O., Garcia, P., 2009. - Predation by *Coccinella undecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) on *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae): Effect of prey density.- *Biological Control*, 50(1): 25-29.

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

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

De Wilde, J. 1970. Hormones and insect diapause. In *Hormones and the Environment* (ed. G. K. Benson and J. G. Phillips, *Memories of the Society for Endocrinology*), no. 18, pp. 487-514. Cambridge University Press.

Dobzhansky T., 1933.- Geographical variation in lady-beetles.- *The American Naturalist*, 67: 97–126.

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

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

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

El Hag, E.T.A. & A.A. Zaitoon. 1996. Biological parameters for four Coccinellid species in Central Saudi Arabia. *Biological Control* 7 : 316-319.

Elliott H.J. & de Littke D.W. 1980. Laboratory studies on predation of *Chrysophtharta bimaculata* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs by the

coccinellids *Cleobara mellyi* Mulsant and *Harmonia conformis* (Boisduval). *General & Applied Entomology*, 12: 33–36.

Francis, F. Haubruge, E. Gaspar, Ch. 2000. Influence of host plants on specialist/generalist aphids and on the development of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*, 97: 481–483.

Francis F. Haubruge E. Hastir P. Gaspar C. 2001. Effect of aphid host plant on development and reproduction of the third trophic level, the predator *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 30(5): 947–952.

Giles, K.L., Madden, R.D., Stockland, R., Payton, M.E. & Dillwith, J.W. 2002. Host plants affect predator fitness via the nutritional value of herbivore prey: investigation of a plant-aphid-ladybeetle system. *BioControl*, 47: 1– 21

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

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

Harrewijn, P. (Eds). Aphids. Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume A, Amsterdam, Elsevier.

Heie, 1980. Από: **Ilharco, F. A. & A. VanHarten. 1987.** Systematics. *In* : A.K. Minks and P. Harrewijn (Editors). *World Crop Pests*, 2A. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume A. Elsevier.pp 51-57.

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

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

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

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

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

Ilarco, F.A. and A. van Harten. 1987. Systematics. pp. 51-77. In Minks, A.K. &

Jalali M. A., Mehrne M. R., Kontodimas D. C., 2014.- Temperature-dependent development of the five psyllophagous ladybird predators of *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae).- Annals of the Entomological Society of America, 107(2): 445-452.

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

Kalushkov, P. 1998. Ten aphid species (Sternorrhyncha: Aphididae) as prey for *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). European Journal of Entomology, 95(3): 343-349

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

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

- Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Tomanovic Ž., Papadopoulos G.D. & Vayias B.J. 2004.** Seasonal abundance and effect of predators (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphidoidea) densities on tobacco: a two-year study from Central Greece. *Biologia*, 59: 613–619
- Kontodimas D.C. & Stathas G.J. 2005.** Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. *BioControl*, 50: 223–233
- Kesten, U. 1969.** Zur Morphologie und Biologie von *Anatis ocellata* (L.) (Coleoptera, Coccinellidae). *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 63: 412-445
- Lanzoni, A., Accinelli, G. Bazzocchi, G.G. and Burgio G. 2004.** Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata*, and *Adalia bipunctata* (Col., Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 128: 298-306
- Lees, A. D. 1966.** The Control of polymorphism in aphids. *Advances Insect Physiology*, 3: 207-277
- Majerus M.& P. Kearns 1989.** Ladybirds. The Richmond Publishing Co. Ltd Great Britain.
- Michels G. J., Flanders R. V., 1992.-** Larval development, Aphid consumption and oviposition for five imported Coccinellids at constant temperature on Russian wheat aphid and greenbugs.- South western- *Entomologist*. 17(3): 233- 243.
- Miller, J.C. 1992.** Temperature – dependent development of the convergent lady beetle (Coleoptera : Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 21: 197-201.
- Mills, N J. 1982.** Voracity, cannibalism and coccinellid predation. *Annals of Applied Biology*, 101: 144–148.
- Naranjo, S.E., Gibson, R.L. & D.D. Walgenbach. 1990.** Development, survival, and reproduction of *Scymnus frontalis* (Coleoptera : Coccinellidae), an imported predator

of Russian wheat aphid, at four fluctuating temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 83 : 527-531.

Obrycki, J.J. & M.J. Tauber. 1978. Thermal requirements for development of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera : Coccinellidae) and its parasite *Perilitus coccinellae* (Hymenoptera : Braconidae). *Can. Entomol.* 110 : 404-412.

Obrycki, J.J. & M.J. Tauber. 1981. Phenology of three coccinellid species : thermal requirements for development. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 74 : 31-36.

Obrycki, J.J. & D.B. Orr, & C.J. Orr, & M. Wallendorf, & R.V. Flanders. 1993. Comparative developmental and reproductive biology of three populations of *Propylea quatuordecimpunctata* (Coleoptera : Coccinellidae). *Biological Control* 3 : 27-33.

Omkar, Pervez, A., 2004.- Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Col., Coccinellidae).- *Journal of Applied Entomology*, 128(2): 140-146.

Orr, C.J. & J.J. Obrycki. 1990. Thermal and dietary requirements for development of *Hippodamia parenthesis* (Coleoptera : Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 19(5) : 1523-1527.

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

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

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

Remaudière, G. & Stroyan, H.L.G. (1984) Un *Tamalia* nouveau de Californie (USA) discussion sur les Tamalinae subfam. nov. (Hom. Aphididae). *Annales de la Société Entomologique de France, New Series*, 20 (1), 93–103.

Stathas G. J., 2000.- The effect of temperature on the development of the predator *Rhyzobius lophanthae* and its phenology in Greece. *BioControl*, 45(4): 439-451.

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

Wu x.-, Zhou X.-, Pang B.-, 2010.- Influence of five host plants of *Aphis gossypii* Glover on some population parameters of *Hippodamia variegata* (Goeze).- *Journal of Pest Science*, 83(2): 77-83.