

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ
& ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Αριθ. Πρωτοκ. 166

Ημερομηνία 19/9/2001.

Γραφεία

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Φοιτήτρια : Κατσαρού Ιωάννα

Μελέτη δημογραφικών παραμέτρων των αρπακτικών
Hippodamia convergens Guerin-Meneville και
Coccinella septempunctata L. σε διάφορες θερμοκρασίες



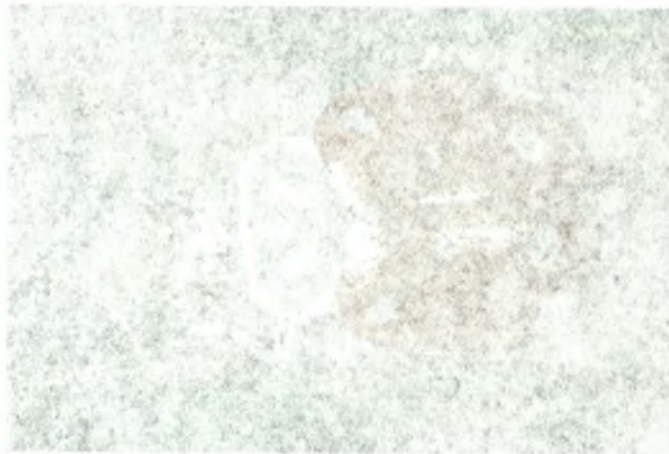
Επιβλέπων Καθηγητής : Ι. Α. Τσιτσιπής

ΒΟΛΟΣ 2001



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 81/1
Ημερ. Εισ.: 05-09-2003
Δωρεά: _____
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ
2001
ΚΑΤ



1

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ι. Α. Τσιτσιπής : Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π. Θ.

Α. Παππάς : Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π. Θ.

Π. Λόλας : Καθηγητής Τμήματος Γεωπονίας Π. Θ.

Στους γονείς μου

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία, μελετάται η επίδραση της θερμοκρασίας στις δημογραφικές παραμέτρους των αρπακτικών Κολεοπτέρων *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville και *Coccinella septempunctata* L.

Η πτυχιακή διατριβή αποτελείται από δυο μέρη. Στο γενικό μέρος περιγράφεται ο βιολογικός κύκλος των αφίδων και των αρπακτικών Κολεοπτέρων. Επίσης, δίνονται πληροφορίες για τη μορφολογία, τις διατροφικές συνήθειες, την επιλογή βιοθέσης, τη μετανάστευση καθώς και για το ρόλο των ωφελίμων εντόμων στη βιολογική καταπολέμηση (σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία).

Το ειδικό μέρος περιλαμβάνει την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, την περιγραφή των πειραματικών εργασιών, που έγιναν στα πλαίσια της διατριβής στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, τα αποτελέσματα και τη συζήτηση αυτών.

Ευχαριστίες

Πολλές ευχαριστίες εκφράζονται στον επιβλέποντα Καθηγητή μου Ι. Α. Τσιτσιπή για τη βοήθεια και την πολύτιμη καθοδήγηση που μου προσέφερε. Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στο διδάκτορα του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Φυτικής και Ζωικής Παραγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Ι. Μαργαριτόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της εργασίας αυτής. Επίσης, ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στον υποψήφιο διδάκτορα Κωνσταντίνο Ζάρπα, στους μεταπτυχιακούς φοιτητές Σταυρούλα Γκουντουδάκη και Νικόλαο Νικολακάκη, όπως και στο προσωπικό του εργαστηρίου για τη βοήθεια και τη συμπαράστασή τους. Θερμές ευχαριστίες στην οικογένειά μου και στους φίλους μου για την αγάπη και τη συμπαράστασή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	σελίδα
Περίληψη	8
1. Εισαγωγή	10
2. Αφίδες	14
A. Βιολογικός κύκλος	14
B. Το είδος <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	17
3. Coccinellidae	19
A. Μορφολογία	19
B. Βιολογικός κύκλος	20
Γ. Οικολογία	24
i. Διατροφικές συνήθειες	24
ii. Επιλογή βιοθέσης	26
iii. Μετανάστευση	27
Δ. Βιολογική καταπολέμηση	28
E. Το είδος <i>Coccinella septempunctata</i> L.	29
ΣΤ. Το είδος <i>Hippodamia convergens</i> Guerin-Meneville	32
Ζ. Σκοπός της εργασίας	35
II. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
1. Εισαγωγή	38
2. Υλικά και μέθοδοι	41
A. Πειραματικό υλικό	41
B. Διατήρηση πειραματικού υλικού	41
i. Αποικίες αφίδων	41
ii. Αποικίες αρπακτικών	42
iii. Φυτά	43

Γ. Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε	43
Δ. Πειραματική μεθοδολογία	43
Ε. Ανάλυση στοιχείων	45
3. Αποτελέσματα	47
4. Συζήτηση – Συμπεράσματα	62
5. Abstract	70
6. Βιβλιογραφία	71

I. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Περίληψη

Τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες ελέγχου των πληθυσμών των αφίδων. Πολυάριθμα είδη αφιδοφάγων Κολεοπτέρων, όπως τα *Hippodamia convergens* και *Coccinella septempunctata* είναι χαρακτηριστικοί φυσικοί εχθροί σε πολλά αγροοικοσυστήματα.

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η εκκόλαψη των ωών, η επιβίωση, ο ρυθμός ανάπτυξης και η κατανάλωση αφίδων κατά τη διάρκεια της προνυμφικής ανάπτυξης δύο ειδών Coccinellidae, των *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville και *Coccinella septempunctata* L., σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες (14, 17, 20 και 23 °C) και σε συνθήκες μεγάλης ημέρας (L16: D8). Η διατροφή των δύο παραπάνω ειδών αποτελούταν αποκλειστικά από αφίδες *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera, Aphididae) που προέρχονταν από καπνό.

Επίσης, μελετήθηκε η ωοτοκία και η κατανάλωση αφίδων κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής ατόμων του είδους *H. convergens* κάτω από τις ίδιες πειραματικές συνθήκες και σε θερμοκρασία 23 °C.

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι το *C. septempunctata* μπορεί να αναπτύσσεται πιο ικανοποιητικά στις συνθήκες που επικρατούν νωρίς την Άνοιξη, σε σχέση με το *H. convergens*, καθώς εμφανίζει μικρότερη θνησιμότητα ωών στους 14 °C και μπορεί να αποκτήσει ισοδύναμη μάζα στις διάφορες θερμοκρασίες. Το *H. convergens* απαιτεί 213 DD (Degree-Days = ημεροβαθμοί) με κάτω ουδό ανάπτυξης 11°C, για να ολοκληρώσει την προνυμφική του ανάπτυξη. Το *C. septempunctata* απαιτεί 282 DD με κάτω ουδό ανάπτυξης 10,7 °C.

Η θνησιμότητα των ωών, των προνυμφών και των νυμφών ήταν σχετικά υψηλή στους 14 °C, με μέγιστη τη θνησιμότητα των ωών σε ποσοστό 85 % για το είδος *H. convergens* και τη θνησιμότητα των προνυμφών (75,4 %) για το *C. septempunctata*. Ενώ ήταν σχετικά χαμηλή στις θερμοκρασίες μεταξύ 17 και 23 °C και για τα δύο είδη Coccinellidae, με τιμές που κυμάνθηκαν από 4,2 έως 62 % για το *H. convergens* και από 0 έως 60,7 % για το *C. septempunctata*.

Η συνολική προνυμφική ανάπτυξη του *H. convergens* ήταν ταχύτερη σε όλες τις θερμοκρασίες σε σχέση με αυτή του *C. septempunctata* και διήρκεσε 57,2 ημέρες στους 14 °C, ενώ η προνυμφική ανάπτυξη του *C. septempunctata* στην ίδια θερμοκρασία ολοκληρώθηκε σε 70,4 ημέρες.

Και στα δύο είδη τα ενήλικα θηλυκά άτομα είχαν σημαντικά μεγαλύτερο βάρος, μήκος και πλάτος από τα αρσενικά. Επιπλέον, η θερμοκρασία δε βρέθηκε να έχει σημαντική επίδραση στον καθορισμό του φύλου των ειδών.

Τα συγκεκριμένα είδη Κολεοπτέρων κατανάλωσαν σημαντικά περισσότερες αφίδες στους 23 °C απ' ότι στις υπόλοιπες θερμοκρασίες. Επιπλέον το *C. septempunctata* κατανάλωσε περίπου δύο φορές περισσότερες αφίδες από ότι το *H. convergens* σε όλες τις θερμοκρασίες και συνεπώς φαίνεται πιο αποτελεσματικό σε περιπτώσεις μεγάλων πληθυσμών αφίδων.

Τα δύο αυτά αρπακτικά μπορεί να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον περιορισμό των πληθυσμών των αφίδων, καθώς είναι ικανά να καταναλώσουν μεγάλο αριθμό εντόμων κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες. Βέβαια, η πληρέστερη διερεύνηση της επίδρασης της θερμοκρασίας στα αρπακτικά Κολεόπτερα είναι χρήσιμη, προκειμένου να εκτιμηθεί η δράση των φυσικών αυτών εχθρών σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα καλλιεργούμενα φυτά παρουσιάζουν σημαντικές απώλειες λόγω της δραστηριότητας διαφόρων εχθρών τους, όπως τα έντομα. Τα αρπακτικά των εντόμων αυτών, όταν υπάρχουν σε ένα αγροοικοσύστημα, περιορίζουν τους πληθυσμούς τους και με τον τρόπο αυτό μειώνουν την οικονομική ζημιά που προκαλείται. Συνεπώς, είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε το βαθμό ελέγχου των επιβλαβών εντόμων που ασκείται από τα ωφέλιμα.

Στα πλαίσια της προστασίας της φυτικής παραγωγής ο άνθρωπος λαμβάνει μέτρα εναντίον των επιζήμιων εχθρών και ειδικά εναντίον των εντόμων. Αυτό συμβαίνει κυρίως όταν οι φυσικοί εχθροί δεν αρκούν για να περιορίσουν τον πληθυσμό των επιβλαβών εντόμων στα επιθυμητά όρια.

Η χημική μέθοδος καταπολέμησης των εντόμων είναι ευρύτατα διαδεδομένη. Όμως, παρ'ότι σε πολλές περιπτώσεις έχει βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό στον περιορισμό των επιζήμιων εντόμων, δε θεωρείται κατάλληλη για την αντιμετώπιση όλων των εχθρών, καθώς η εφαρμογή χημικών μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση προβλημάτων στο περιβάλλον (ανθεκτικότητα, ύπαρξη υπολειμμάτων, καταστροφή ωφελίμων, επανεμφάνιση των καταπολεμουμένων εντόμων, προβλήματα από δευτερεύοντες αρχικά εχθρούς, τοξικότητα σε ανθρώπους-ζώα), αλλά και στους παραγωγούς λόγω αύξησης του κόστους παραγωγής (Τσιτσιπής 2000).

Οι σύγχρονες τάσεις στη φυτοπροστασία υποστηρίζουν τον περιορισμό της χρήσης χημικών και την ενίσχυση εναλλακτικών μεθόδων, με έμφαση στη βιολογική καταπολέμηση η οποία χρησιμοποιεί τους φυσικούς εχθρούς προκειμένου να ρυθμίσει τους πληθυσμούς των βλαβερών εντόμων. Μια μέθοδος πραγματοποίησης της εφαρμοσμένης βιολογικής καταπολέμησης είναι η εισαγωγή και ο εποικισμός εντομοφάγων εντόμων σε μια περιοχή. Απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία της εφαρμογής μιας τέτοιας μεθόδου, είναι η καλή γνώση της βιολογίας και γενικά των φυσικών απαιτήσεων των εντομοφάγων εντόμων (ElHag & Zaitoon 1996).

Στην παρούσα εργασία μελετώνται οι δημογραφικές παράμετροι δύο αρπακτικών ειδών εντόμων: του *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville και του *Coccinella septempunctata* L. Τα είδη αυτά είναι πολυφάγα και τρέφονται με αφίδες, κοκκοειδή, ακάρεα Tetranychidae και μικρά, μαλακά έντομα. Ενδιαφέρον

παρουσιάζει η μελέτη της σχέσης μεταξύ των ειδών αυτών και της αφίδας *Myzus persicae* (Sulzer), που αποτελεί αποκλειστικό σχεδόν είδος αφίδας που προσβάλλει τον καπνό.

Οι γνώσεις που θα προσκομίσουμε από τη μελέτη αυτή θα μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε την επίδραση που ασκούν τα συγκεκριμένα αρπακτικά στις αφίδες του καπνού.

Οι αφίδες κατατάσσονται μεταξύ των πιο βλαβερών εχθρών των καλλιεργουμένων φυτών. Είναι μικρόσωμα έντομα μήκους 1-3 και σπανάως 7 mm, με μαλακό σώμα που απομυζούν τα φυτά και χαρακτηρίζονται κυρίως από τον ιδιόμορφο βιολογικό τους κύκλο, την ικανότητά τους να αναπαράγονται αγενώς και εγγενώς καθώς και από τον πολυμορφισμό τους. Ανήκουν στην υπεριοικογένεια Aphidoidea, της τάξης Homoptera (Heie 1980). Είναι δυνατόν να εμφανιστούν σε μεγάλους αριθμούς στα καλλιεργούμενα φυτά. Προσβάλλουν κατά προτίμηση τις κορυφές τρυφερών βλαστών και τρυφερά φύλλα, που συστρέφονται εξ' αιτίας της προσβολής. Προκαλούν άμεσες ζημιές μέσω της απομύζησης χυμών από τα φυτά, που οδηγεί στη χλώρωση ή κηλίδωση των φύλλων και των καρπών. Ενώ υπάρχει περίπτωση να βλάψουν τα φυτά και με έμμεσο τρόπο, καθώς η ρύπανση του φυτού και των καρπών από τα μελιτώδη αποχωρίσματά τους μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη καπνιάς από σαπροφυτικούς μύκητες. Οι αφίδες θεωρούνται μια από τις κύριες κατηγορίες εντόμων που συμβάλλουν στη μετάδοση ιώσεων, ζημιώνοντας έτσι έμμεσα τα φυτά. Συγκεκριμένα, το είδος *Myzus persicae* (Sulzer) θεωρείται φορέας πολλών σοβαρών ιώσεων των καλλιεργουμένων φυτών (VanEmden et al. 1969, Blackman & Eastop 1984).

Ο καπνός είναι ένα φυτό που κατάγεται από τις νότιες περιοχές του Μεξικού και η οικονομική σημασία του θεωρείται μεγάλη σε ολόκληρο τον κόσμο. Ο καλλιεργούμενος καπνός ανήκει στο γένος *Nicotiana* της οικογένειας Solanaceae της τάξεως Tubiflorae και οι αφίδες αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους εχθρούς του. Στην Ελλάδα ο καπνός θεωρείται η δεύτερη σε δυναμικότητα καλλιέργεια και αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό του συνόλου των εξαγωγών της χώρας. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες καπνού ανήκουν σε τρεις κύριες κατηγορίες : τα καπνά Ανατολικού τύπου, τα τύπου Βιρτζίνια και τα τύπου Μπέρλεϋ. Η ποιότητα του παραγομένου προϊόντος είναι στενά συνδεδεμένη με το περιβάλλον, ώστε λίγες περιοχές του κόσμου θεωρούνται κατάλληλες για καπνά ποιότητας ορισμένου τύπου. Η παραγωγή των καλλιεργειών καπνού Ανατολικού τύπου είναι ονομαστή σε

ορισμένες ελληνικές περιοχές. Ο καπνός Ανατολικού τύπου, αξιοποιεί τα σχετικώς άγωνα, επικλινή και επομένως ακατάλληλα για άλλες καλλιέργειες εδάφη (Γαλανοπούλου 1999).

Ανάμεσα στους πιο αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς των αφίδων περιλαμβάνονται παρασιτοειδή Υμενόπτερα (Proctotrupidae, Chalcididae, Braconidae, Aphidiidae), αρπακτικά Νευρόπτερα των οικογενειών Chrysopidae και Hemerobiidae, αρπακτικά Δίπτερα των οικογενειών Syrphidae και Cecidomyiidae, και αρπακτικά Κολεόπτερα των οικογενειών Coccinellidae, Carabidae και Staphylinidae.

Περίπου 3500 είδη της οικογένειας Coccinellidae έχουν περιγραφεί παγκοσμίως. Πολυάριθμα είδη των αφιδοφάγων αυτών εντόμων, όπως τα *H. convergens* και *C. septempunctata*, είναι σημαντικοί φυσικοί εχθροί σε πολλά αγροοικοσυστήματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν είναι όλα τα Coccinellidae αρπακτικά, καθώς ορισμένα είδη είναι αποκλειστικώς φυτοφάγα (Blackman 1974).

Τα Coccinellidae είναι μικρά ή μετρίου μεγέθους έντομα, μήκους 0.8 έως 18 mm το μέγιστο. Το σώμα τους είναι κυρτό, με στρογγυλό ή οβάλ σχήμα. Το πιο εμφανές γνώρισμα της ραχιαίας πλευράς τους όταν βρίσκονται σε ηρεμία είναι τα έλυτρα, που στα περισσότερα είδη έχουν ζωηρά χρώματα και συνήθως καλύπτονται από βούλες, λωρίδες ή ραβδώσεις. Τα φωτεινά χρώματά τους πιστεύεται ότι αποτελούν μια προειδοποίηση της δυσάρεστης γεύσης τους, ώστε να μην θηρεύονται από πουλιά (Blackman 1974).

Τα Coccinellidae, ενώ θηρεύουν τις αφίδες, υποφέρουν με τη σειρά τους από έντομα ή άλλα ζώα που τα παρασιτούν ή τα θηρεύουν παρεμποδίζοντας τις δραστηριότητές τους. Είδη που παρασιτούν τα Coccinellidae, συναντώνται στις τάξεις Δίπτερα και Υμενόπτερα. Η δράση αυτών των εχθρών μπορεί να έχει σοβαρό αντίκτυπο στους πληθυσμούς των ωφελίμων, κάτι που θα περιορίσει την αξία της χρησιμοποίησης των Coccinellidae αλλά και των εκτιμήσεων για την πιθανή επίδρασή τους (Frazer 1988).

Τα αποτελέσματα του περιορισμού των αφίδων από εντομοφάγα έντομα σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρξαν εντυπωσιακά. Τα ωφέλιμα έντομα δεν μπορούν να θεωρηθούν πλήρως υπεύθυνα για την κατάρρευση του πληθυσμού των αφίδων, αφού συνήθως οι πληθυσμοί τους δε συγχρονίζονται πλήρως. Είναι όμως δυνατό να συμβάλλουν σημαντικά, καθώς και μόνο η συνεχής παρουσία τους μπορεί να

εμποδίσει την αναγέννηση του πληθυσμού των αφίδων ή τον επαναποικισμό των φυτών.

Αποτελεσματικά αρπακτικά θεωρούνται αυτά που καταναλώνουν αφίδες σε ικανοποιητική ποσότητα ώστε να θεωρούνται σημαντικά για τη δυναμική του πληθυσμού των αφίδων (Frazer 1988).

2.ΑΦΙΔΕΣ

A. Βιολογικός κύκλος

Τα διάφορα είδη αφίδων από πλευράς βιολογικού κύκλου κατατάσσονται σε μονόοικα (μη μεταναστευτικά) και ετερόοικα (μεταναστευτικά). Τα πρώτα ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε έναν ξενιστή, που μπορεί να είναι πολυετές ή ποώδες φυτό. Οι ετερόοικες αφίδες παρουσιάζουν εναλλαγή ξενιστών, μεταξύ ενός κυρίου (που είναι συνήθως δέντρο) και ενός δευτερεύοντος, που είναι κυρίως ποώδη φυτά (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Ο βιολογικός κύκλος των ετερόοικων αφίδων της οικογένειας Aphididae είναι ο εξής : Το Φθινόπωρο στο φλοιό του κυρίου ξενιστή γεννιούνται τα χειμερινά ωά. Αυτά εκκολάπτονται τις αρχές της Άνοιξης και δίνουν τα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά άτομα, που ονομάζονται θεμελιωτικά ή ιδρυτικά (fundatrices). Ακολουθούν παρθενογενετικές γενιές με άπτερα (fundatrigeniae), ενώ σταδιακά έχουμε εμφάνιση και αύξηση της αναλογίας των πτερωτών παρθενογενετικών θηλυκών (alatae). Τα πτερωτά θηλυκά μεταναστεύουν στους δευτερεύοντες ποώδεις ξενιστές. Την Άνοιξη και το Καλοκαίρι, κατά τη διάρκεια δηλαδή της βλαστικής περιόδου, στους δευτερεύοντες ξενιστές παρατηρείται παρθενογενετικός πολλαπλασιασμός επι πολλές γενιές, ενώ οι απόγονοι που προκύπτουν είναι άπτερα αλλά και πτερωτά άτομα (alienicolae). Τα τέλη του Καλοκαιριού ή αρχές του Φθινοπώρου, παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή πτερωτά θηλυτόκα (gynoparae) καθώς και πτερωτά αρσενικά τα οποία μεταναστεύουν στον κύριο ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα θα γεννήσουν τα ωοτόκα θηλυκά (oviparae), τα οποία μετά από σύζευξη με τα αρσενικά θα γεννήσουν τα χειμερινά αυγά. Στα ετερόοικα είδη άλλων οικογενειών της υπεριοικογένειας Aphidoidea όπως για παράδειγμα η Pemphigidae, στους δευτερεύοντες ξενιστές παράγεται μια μόνο μεταναστευτική μορφή, τα φυλογόνα (sexuparae) που είναι πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά. Τα φυλογόνα γεννούν άπτερα αρσενικά και ωοτόκα θηλυκά στον πρωτεύοντα ξενιστή, όμως δεν γεννούν παρθενογενετικά θηλυκά. Τα πτερωτά θηλυκά που επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, εμφανίζουν συχνά μορφολογικές διαφορές σε σχέση με αυτά που μεταναστεύουν την Άνοιξη στους δευτερεύοντες ξενιστές (Blackman & Eastop 1984).

Στα μεταναστευτικά είδη η διαχείμαση γίνεται κατά κανόνα στο στάδιο του ωού. Σε περιοχές όμως με ήπιο Χειμώνα είναι δυνατή και η διαχείμαση σε άλλα στάδια και κυρίως του ενήλικου παρθενογεννητικού θηλυκού, συνήθως σε δευτερεύοντες ξενιστές (χειμερινές καλλιέργειες και αυτοφυή είδη).

Στα μονόικα είδη ο ετήσιος κύκλος των αφίδων συμπληρώνεται στο ίδιο φυτό ή σε φυτά του ίδιου είδους. Στην περίπτωση αυτή, το Φθινόπωρο τα φυλογόνα άτομα (άπτερα παρθενογεννητικά θηλυκά) θα γεννήσουν ωοτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά συνήθως είναι άπτερα γιατί δεν απαιτείται να μεταναστεύσουν προκειμένου να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος.

Για το είδος *M. persicae* και για άλλα είδη αφίδων όπως τα *Rhopalosiphum padi* L., *Sitobion avenae* F., έχουν περιγραφεί τέσσερις κατηγορίες βιολογικού κύκλου : ο ολοκυκλικός, ο ανολοκυκλικός, ο ανδροκυκλικός και ο ενδιάμεσος. Οι ολοκυκλικοί κλώνοι το Φθινόπωρο παράγουν αρσενικά και ωοτόκα άτομα που θα συζευχθούν και θα δώσουν τα χειμérica ωά. Τα ωά εναποτίθενται στον κύριο ξενιστή, όπου και διαχειμάζουν (κυκλική παρθενογένεση). Οι ανολοκυκλικοί κλώνοι δεν παράγουν σεξουαλικές μορφές, αλλά διαχειμάζουν με παρθενογεννητικές μορφές σε αυτοφυή φυτά ή χειμερινές καλλιέργειες. Οι ανδροκυκλικοί κλώνοι το Φθινόπωρο παράγουν παρθενογεννητικά θηλυκά καθώς και μερικά αρσενικά άτομα που μπορούν να συζευχθούν με τα θηλυκά των ολοκυκλικών κλώνων. Οι ενδιάμεσοι κλώνοι παράγουν το Φθινόπωρο παρθενογεννητικά άτομα και μικρό αριθμό αρσενικών και θηλυτόκων, που γεννούν λίγα ωοτόκα (Blackman 1971, 1972, Simon 1991).

Οι φυσιολογικοί μηχανισμοί των αφίδων που ρυθμίζουν την εναλλαγή ξενιστών και τη δημιουργία πτερωτών ή άπτερων μορφών δεν είναι πλήρως γνωστοί. Ανάμεσα στους παράγοντες που παρεμβαίνουν είναι η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, ο συνωστισμός και η φυσιολογική κατάσταση του αναπτυσσόμενου φυτού (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Τα περισσότερα είδη της υπεροικογένειας Aphidoidea είναι πολυμορφικά. Ο πολυμορφισμός συσχετίζεται με δύο βιολογικά χαρακτηριστικά του κύκλου ζωής των αφίδων : με την εναλλαγή σεξουαλικών και παρθενογεννητικών γενεών και με την εποχική εναλλαγή των ξενιστών. Με τον όρο “μορφή” χαρακτηρίζουμε μια κατηγορία εντόμων του ίδιου είδους με συγκεκριμένα μορφολογικά, βιολογικά ή φυσιολογικά χαρακτηριστικά (Miyazaki 1987).

Οι μορφές που εμφανίζουν οι αφίδες είναι :

- τα θεμελιωτικά θηλυκά (fundatrices)

- τα παρθενογεννητικά θηλυκά (άπτερα και πτερωτά)
- τα θηλυτόκα
- τα αρσενικά
- τα ωοτόκα
- ειδικές διαχειμάζουσες και διαθερίζουσες μορφές
- Στρατιώτες

B. Το είδος *Myzus persicae* (Sulzer)

Ταξινόμηση: Το είδος *Myzus persicae* ανήκει στην τάξη Homoptera, την υπερικογένεια Aphidoidea, την οικογένεια Aphididae, την υποοικογένεια Aphidinae σύμφωνα με τη συστηματική κατάταξη του Heie (1980). Το κοινό όνομα του είδους είναι πράσινη αφίδα της ροδακινιάς, ενώ υπάρχουν και πολλά συνώνυμα ονόματα.

Περιγραφή ενήλικου: Το άπτερο παρθενογενετικό ζωοτόκο θηλυκό έχει σχετικά λεπτό σώμα μήκους 1,5-2,5 mm και χρώμα ρόδινο, πράσινο, πρασινοκίτρινο ή κίτρινο. Στο τέλος της κοιλιάς έχει δύο σωληνοειδή εξαρτήματα, τους σίφωνες ή κεράτια, που εκκρίνουν φερομόνες συναγερού σε περίπτωση ύπαρξης απειλής. Οι σίφωνες είναι λεπτοί και μακριοί, μήκους 0,4 mm αλλά δεν ξεπερνούν την άκρη της κοιλιάς. Στην άκρη της κοιλιάς υπάρχει μια απόφυση, η ουρίτσα (cauda) που είναι στενόμακρη, μήκους 0,2 mm με τρία ζεύγη τριχών.

Ξενιστές: Το είδος αυτό είναι εξαιρετικά πολυφάγο καθώς προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών. Από τα καλλιεργούμενα προσβάλλει είδη των οικογενειών Rosaceae, Rutaceae, Solanaceae, Malvaceae, Compositae, Chenopodiaceae, Umbelliferae, Papilionaceae, Cruciferae. Ποώδη καλλιεργούμενα φυτά που προσβάλλονται είναι ο καπνός, η πατάτα, η τομάτα, το μαρούλι, τα τεύτλα κ.ά.

Βιολογία: Το *M. persicae* έχει περισσότερες από πέντε γενιές το έτος. Σε ψυχρές περιοχές και εκεί όπου αφθονεί η ροδακινιά, το έντομο διαχειμάζει με τη μορφή του χειμέριου αυγού στο φλοιό των κύριων ξενιστών (ροδακινιά και δευτερευόντος άλλα πυρηνόκαρπα). Τα χειμερινά αυγά, που συνήθως είναι 4-6 ανά θηλυκό, βρίσκονται στους οφθαλμούς ή σε εσοχές αδρών μερών του φλοιού. Σε περιοχές όπου ο Χειμώνας είναι σχετικά ζεστός το έντομο αναπαράγεται παρθενογενετικά (αγενώς) όλες τις εποχές του έτους, χωρίς να χρειάζεται να γεννηθούν χειμερινά αυγά. Το ίδιο συμβαίνει και στις περιοχές όπου δεν αφθονεί η ροδακινιά ή στις ψυχρές περιοχές στις οποίες το δέντρο αυτό δεν καλλιεργείται εκτεταμένα. Από έρευνες που έγιναν στην Ελλάδα μεγαλύτερα ποσοστά ολοκυκλικών κλώνων έχουν εντοπιστεί στην Κεντρική Μακεδονία, ενώ τόσο νοτιότερα στην Κεντρική Ελλάδα όσο και βορειότερα στη Θράκη, όπου οι ροδακινιές δεν καλλιεργούνται τόσο, η πλειοψηφία των κλώνων είναι ανολοκυκλικοί (Μαργαριτόπουλος 2000).

Το *Myzus persicae* είναι ανθεκτικό στο κρύο και μπορεί να αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 5 και 30 °C (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

Ζημιές: Εκτός από την αξιόλογη άμεση ζημιά που προκαλεί στα φυτά και αναφέρθηκε, η αφίδα αυτή είναι σημαντικότετος φορέας σοβαρών έμμονων, μη-έμμονων και ημι-έμμονων ιών σε πολλά φυτά και ιδίως στα σολανώδη. Μερικοί από τους έμμοτους ιούς που μεταδίδει είναι : ο ιός του ήπιου κιτρινίσματος των τεύτλων (BMV), της παραμόρφωσης των νεύρων του καπνού (TVD), του καρουλιάσματος των φύλλων της πατάτας (PLRV) κ.ά. (Blackman & Eastop, 1984). Στους μη-έμμοτους ιούς που μεταδίδει το είδος αυτό ανήκουν : ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της κοινής κολοκυθιάς (ZYMV), του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV), ο ιός Y της πατάτας (PVY) και ο A της πατάτας, καθώς και ο ιός του μωσαϊκού της μηδικής (AMV) (Brunt et al, 1996).

Καταπολέμηση: Συνήθως γίνεται με χημικά μέσα. Βέβαια θα πρέπει να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα ώστε να μην εξαφανίζονται τα ωφέλιμα αφιδοφάγα έντομα και να μην δημιουργούνται πληθυσμοί αφίδων ανθεκτικοί στα εντομοκτόνα. Προκειμένου να επιτευχθούν τα παραπάνω χρησιμοποιούνται εκλεκτικά εντομοκτόνα εναντίον των αφίδων, αλλά και εναντίον άλλων επιζήμιων εντόμων. Σε περίπτωση που η επέμβαση με εντομοκτόνα εναντίον των αφίδων κρίνεται αναγκαία (όταν ο πληθυσμός είναι αξιόλογος και οι συνθήκες ευνοϊκές για το έντομο -μετρίως θερμός και υγρός καιρός-) πρέπει να γίνεται έγκαιρα με εκλεκτικά, αποτελεσματικά αφιδοκτόνα.

3. COCCINELLIDAE

A. Μορφολογία

Το σώμα ενός ενήλικου Coccinellidae αποτελείται από την κεφαλή, το θώρακα την κοιλιά. Τα πόδια είναι βαδιστικού τύπου. Ο θώρακας καλύπτεται από το πρόνωτο και τα έλυτρα, τα οποία σκεπάζουν και την κοιλιά. Οι κεραίες του είναι κοντές, ροπαλοειδείς. Δύο χαρακτηριστικά γνωρίσματα με βάση τα οποία τα Coccinellidae διακρίνονται από έντομα άλλων τάξεων είναι τα εξής :

- (i) Το πρόσθιο ζεύγος πτερύγων είναι τροποποιημένο και σχηματίζει σκληρά ή δερματώδη έλυτρα, τα οποία ενώνονται σε μια κεντρική γραμμή και σκεπάζουν την κοιλιά. Τα έλυτρα καλύπτουν και προστατεύουν το δεύτερο ζεύγος μεμβρανωδών πτερύγων, που βρίσκονται διπλωμένα κάτω από τα έλυτρα, όταν το έντομο δεν πετά.
- (ii) Έχουν μασητικού τύπου στοματικά μόρια (Majerus & Kearns 1989).

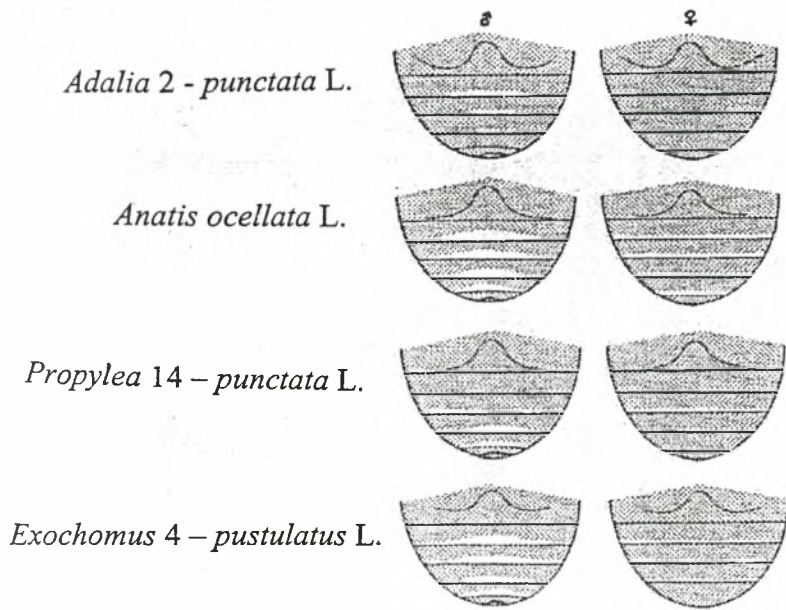
Οι προνύμφες των Coccinellidae έχουν μακρύ και ευλύγιστο σώμα. Μεταξύ των ειδών διακρίνουμε μορφολογικές και χρωματικές διαφορές.

Η διάκριση μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων θεωρείται γενικά δύσκολη. Στα περισσότερα είδη τα θηλυκά είναι ελαφρώς μεγαλύτερα από τα αρσενικά και μπορεί να υπάρχουν διαφορές στο σχήμα. Όμως τα κριτήρια αυτά δεν είναι τελείως αξιόπιστα και δεν μπορούν να γενικευθούν (Εικόνα 1).



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

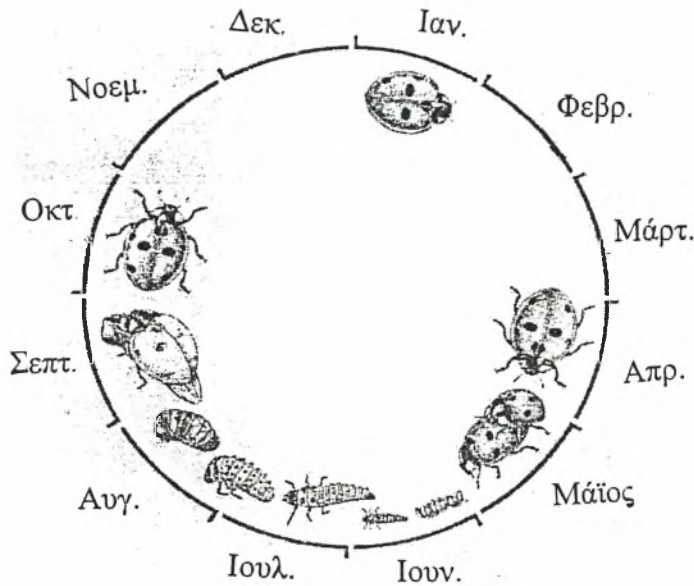
Το μόνο γνώρισμα που συναντάται σε όλα τα αρσενικά και απουσιάζει από όλα τα θηλυκά, είναι τρεις κυρτωμένοι δακτύλιοι από λεπτό εύκαμπτο δερμάτιο στα τελευταία κοιλιακά μεταμερή. Αυτοί καθιστούν την κοιλιά των αρσενικών ικανή να λυγίζει στις σωστές γωνίες κατά τη διάρκεια της σύζευξης και αποτελούν ένα πολύ χρήσιμο διαγνωστικό χαρακτηριστικό των φύλων (Εικόνα 2) (Majerus & Kearns 1989).



Εικόνα 2: Η κάτω πλευρά των κοιλιακών τμημάτων, όπου φαίνονται οι διαφορές μεταξύ των δυο φύλων, σε διάφορα είδη Κολεοπτέρων. Στην αριστερή πλευρά φαίνονται τα αρσενικά άτομα (πηγή: Majerus & Kearns 1989).

B. Βιολογικός κύκλος

Τα είδη της οικογένειας Coccinellidae είναι ολομετάβολα έντομα και κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους περνούν από τα παρακάτω στάδια : αυγό, προνύμφη 1^{ου} έως 4^{ου} σταδίου (larva), pre-pupa, νύμφη (pupa) και ενήλικο (Hodek 1973).



Εικόνα 3: Σχηματική απεικόνιση του κύκλου ζωής ενός Κολεοπτέρου, βασισμένη στο είδος *Coccinella septempunctata* (πηγή : Majerus & Kearns 1989).

Ο πλήρης βιολογικός κύκλος πολλών ειδών στη φύση διαρκεί ένα χρόνο. Τα αυγά εναποτίθενται την Άνοιξη ή τις αρχές του Καλοκαιριού. Οι προνύμφες τρέφονται για περίπου ένα μήνα και έπειτα η νέα γενιά ενηλίκων εμφανίζεται στα μέσα με τέλη του Καλοκαιριού. Τα ενήλικα συνήθως διατρέφονται, αλλά δε ζευγαρώνουν μέχρι την επόμενη Άνοιξη. Έτσι τα παραπάνω είδη έχουν μόνο μια γενιά το χρόνο (Majerus & Kearns 1989).

Με τη μείωση του μήκους της ημέρας τα έντομα εισέρχονται σε διάπαυση, όπου η ύπαρξη ενεργειακών αποθεμάτων και ο μειωμένος μεταβολικός τους ρυθμός καθιστούν δυνατή την επιβίωση για μια μακρά περίοδο χωρίς διατροφή.

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει την είσοδο των εντόμων αυτών σε διάπαυση είναι η φωτοπερίοδος. Η μείωση της θερμοκρασίας και η φυσιολογική ωρίμανση των φυτών δεν επαναλαμβάνονται κάθε χρόνο με τόση ακρίβεια, όσο οι αλλαγές στο μήκος της ημέρας (Hodek 1973).

Στις συνθήκες της Ελλάδας για την είσοδο σε διάπαυση απαιτείται συνδυασμός της δράσης των καταλλήλων συνθηκών του περιβάλλοντος (φωτοπερίοδος – θερμοκρασία) στο “κρίσιμο” στάδιο ανάπτυξης των εντόμων, ώστε να δραστηριοποιηθεί ο ορμονικός μηχανισμός, και της επικράτησης μέσω θερμοκρασιών σε μεταγενέστερο στάδιο (Τσιτσιπής 1999).

Κατά τη διάρκεια της διάπαυσης η αντοχή σε αντίξοες κλιματικές συνθήκες αυξάνεται χάρη σε φυσιολογικά και μερικές φορές μορφολογικά γνωρίσματα που συνδυάζονται σε ένα “σύνδρομο προσαρμογής”, το οποίο ποικίλλει μεταξύ των ειδών (DeWilde 1970).

Αυγά: Τα αυγά είναι επιμήκη, συνήθως ωοειδούς σχήματος και το χρώμα τους ποικίλλει από ανοικτό κίτρινο έως βαθύ πορτοκαλί. Τα περισσότερα είδη στερεώνουν τα αυγά στη μια άκρη τους και έτσι αυτά βρίσκονται σε όρθια θέση. Υπάρχει ποικιλιομορφία όσον αφορά τον αριθμό των αυγών που γεννιούνται κάθε φορά, αν και τα περισσότερα είδη γεννούν ομάδες αυγών (Majerus & Kearns 1989). Τα αυγά σε περίπου τέσσερις ημέρες εκκολάπτονται, αν και το διάστημα αυτό ποικίλλει και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία. Λίγες ημέρες πριν την εκκόλαψη τα αυγά γίνονται γκρίζα (Hodek 1973).

Προνύμφες: Μετά την εκκόλαψη των αυγών, οι νεαρές προνύμφες παραμένουν κοντά στο κέλυφος για περίπου μια ημέρα. Συνήθως τρώγουν τα κελύφη, ενώ πολύ συχνά τρώγουν και τα αυγά που δεν έχουν εκκολαφθεί ή τις προνύμφες που εκκόλαπτονται μετά από αυτές. Μόλις αφήσουν τα κελύφη, οι προνύμφες πρώτου σταδίου αρχίζουν να ψάχνουν για θηράματα ώστε να τραφούν κανονικά. Ο τρόπος με τον οποίο προσλαμβάνουν την τροφή εξαρτάται από τα σχετικά μεγέθη αρπακτικού και θηράματος. Είναι συνηθισμένο να συναντάται μια μικροσκοπική προνύμφη πρώτου σταδίου ‘αγκιστρωμένη’ στην πλάτη μιας σχετικά μεγάλης αφίδας. Τα στοματικά της μόρια είναι χωμένα βαθειά μέσα στην αφίδα και τρέφεται αναρροφώντας τα σωματικά υγρά της αφίδας, ενώ το περίβλημα και τα εξαρτήματα του σώματος παραμένουν ανέπαφα (Butt 1951, Harpaz 1958, Hagen 1962, Kesten 1969). Αυτός ο τρόπος διατροφής είναι συνηθισμένος στις μικρότερες προνύμφες (πρώτου και δευτέρου σταδίου). Καθώς η προνύμφη μεγαλώνει, αρχίζει να τρέφεται και με συμπαγή μέρη του σώματος του θηράματος όπως τα πόδια ή οι κεραίες (Majerus & Kearns 1989).

Οι προνύμφες υφίστανται έκδυση τρεις φορές πριν τη νύμφωση. Μετά από κάθε έκδυση περνούν στο επόμενο προνυμφικό στάδιο. Το παλιό έκδυμα σχίζεται από την ραχιαία πλευρά και η προνύμφη ελευθερώνεται σε περίπου μια ώρα. Το νέο δέρμα είναι αρχικά μαλακό και ωχρό, αλλά γρήγορα σκληραίνει και σκουραίνει. Η χρονική διάρκεια των προνυμφικών σταδίων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Σημαντικό ρόλο παίζει και η πυκνότητα των θηραμάτων, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι, τόσο πιο γρήγορα μεγαλώνουν και οι προνύμφες. Από

μια συγκεκριμένη πυκνότητα θηραμάτων και πάνω ο ρυθμός ανάπτυξης δεν αυξάνεται, όμως τα άτομα που προκύπτουν είναι μεγαλύτερα (Hodek 1973).

Η προνυμφική ανάπτυξη είναι δυνατή μέσα σε ένα σχετικά στενό θερμοκρασιακό εύρος. Η ταχύτητα ανάπτυξης αυξάνεται με τη θερμοκρασία μέχρι ένα μέγιστο. Πάνω από το ανώτερο θερμικό όριο (άνω ουδός ανάπτυξης) παρατηρείται ακόμη και μείωση του ρυθμού ανάπτυξης. Η συμπλήρωση κάθε σταδίου ανάπτυξης απαιτεί τη συσσώρευση ενός συγκεκριμένου ποσού θερμικής ενέργειας. Έτσι η αποτελεσματική θερμοκρασία (η θερμοκρασία πάνω από την κάτω ουδό ανάπτυξης) αθροίζεται με τη μορφή των ημεροβαθμών (DD)).

Pre-pupa: Η προνύμφη 4^{ου} σταδίου τουλάχιστον εικοσιτέσσερις ώρες πριν από τη νύμφωση σταματά να τρέφεται και παραμένει ακίνητη. Η άκρη της κοιλιάς τους προσκολλάται σε μια επιφάνεια, που μπορεί να είναι φύλλο, μίσχος ή φλοιός και αρχίζει να κυρτώνεται (Hodek 1973).

Νύμφη: Η νύμφη εμφανίζεται σε μια χαρακτηριστική, κυρτωμένη θέση. Το τελευταίο προνυμφικό έκδυμα (της pre-pupa), έχει αποβληθεί έως το σημείο προσκόλλησης στην επιφάνεια και η νύμφη είναι ακάλυπτη. Παρότι οι νύμφες θεωρείται πως είναι αδρανείς, δεν είναι τελείως ακίνητες. Εάν ερεθιστούν υπάρχει ένας μηχανισμός ανταπόκρισης στον κίνδυνο, σύμφωνα με τον οποίο η περιοχή της κεφαλής σηκώνεται πολλαπλές φορές μέσω ανοδικών, απότομων κινήσεων του σώματος. Ο χρωματισμός της νύμφης επηρεάζεται πολύ από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, ενώ η διάρκεια της νύμφωσης ποικίλλει ανάλογα με τη θερμοκρασία.

Ενήλικο: Το τέλειο έντομο προβάλλει σκίζοντας το μπροστινό μέρος της νυμφικής θήκης. Χρειάζονται αρκετά λεπτά μέχρι το έντομο να ελευθερωθεί. Στο στάδιο αυτό τα φτερά και τα έλυτρα είναι πολύ μαλακά και περιέχουν πολύ λίγη χρωστική ουσία. Το χρώμα των ελύτρων είναι κίτρινο ή ανοικτό πορτοκαλί. Ο χαρακτηριστικός χρωματισμός και τα σχέδια του ενηλίκου αποκτούν την κανονική τους εμφάνιση σταδιακά, ανάλογα με τη θερμοκρασία. Οι περισσότερες αλλαγές συμβαίνουν μέσα στις πρώτες ώρες, όμως το κόκκινο χρώμα έχει μια ανοικτή απόχρωση για εβδομάδες ή και μήνες. Έτσι για αρκετό χρόνο είναι εύκολο να διακρίνουμε τα ενήλικα άτομα της νέας γενιάς.

Μια μόνο σύζευξη είναι αρκετή για να καλύψει όλη την αναπαραγωγική ζωή των θηλυκών ατόμων των περισσότερων ειδών, παρόλ' αυτά τα ενήλικα ζευγαρώνουν πολλές φορές.

Γ. Οικολογία

ι) Διατροφικές συνήθειες

Ποικιλότητα τροφής: Τα αρπακτικά Coccinellidae τρέφονται με διάφορα είδη εντόμων. Εκτός από έντομα της τάξης των Ομοπτέρων, συχνά τρέφονται και με νεαρές προνύμφες Λεπιδοπτέρων, Κολεοπτέρων, Υμενοπτέρων κ.ά.

Οι προνύμφες τρέφονται με το ίδιο θήραμα που κυνηγούν και τα ενήλικα (Hodek 1973). Συνήθως τα ενήλικα επιλέγουν το είδος του θηράματος, καθώς οι προνύμφες είναι λιγότερο ευκίνητες και εμφανίζονται ανίκανες να επιλέξουν μεταξύ κατάλληλης και τοξικής τροφής (Blackman 1967). Επιπλέον, η επιλογή της τροφής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προτίμηση των τελείων ατόμων για ένα συγκεκριμένο φυσικό περιβάλλον.

Όταν υπάρχει μικρό απόθεμα της κατάλληλης τροφής, τα ενήλικα Coccinellidae είναι ικανά να μην τραφούν για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, να προσλάβουν μόνο περιορισμένη ποσότητα τροφής ή μπορούν να αλλάξουν και να στραφούν προς ένα διαφορετικό υποκατάστατο τροφής, που μπορεί να είναι είδος εντόμου ή είδος φυτικής προέλευσης. Ορισμένα είδη εντόμων δε γίνονται αποδεκτά ως τροφή από τα Coccinellidae, είτε γιατί περιέχουν ορισμένες ειδικές, δηλητηριώδεις ουσίες, είτε γιατί έχουν ανεπαρκή θρεπτική αξία. Όταν τα αποδεκτά έντομα δεν είναι αρκετά, η ωοτοκία σταματά ή μειώνεται και ένα ποσοστό προνυμφών, που ποικίλλει, πεθαίνει χωρίς να έχει ολοκληρώσει την ανάπτυξή του (Hodek 1973).

Η πολυφαγία των αρπακτικών Coccinellidae αναφέρεται στη σχέση τους με την αποδεκτή αλλά ποσοτικά ανεπαρκή τροφή. Στην πραγματικότητα εμφανίζουν μια εξειδίκευση όσον αφορά τη βασική τους τροφή, η οποία επιτρέπει την πλήρη ανάπτυξη και ωοπαραγωγή (Hodek 1973).

Καννιβαλισμός: Είναι δυνατόν άτομα του ίδιου ή και διαφορετικών ειδών Coccinellidae να χρησιμεύσουν ως εναλλακτική τροφή ελλείψει άλλου θηράματος. Κυρίως καταναλώνονται αυγά ή ευάλωτα άτομα που μόλις έχουν βγει από τη νύμφωση. Αυτό το χαρακτηριστικό εμποδίζει τη μαζική παραγωγή των Coccinellidae, καθώς οι προνύμφες μόλις βγούν από το αυγό πρέπει να απομονώνονται. Ο

καννιβαλισμός αυξάνει τις πιθανότητες επιβίωσης των προνυμφών όταν υπάρχει πολύ χαμηλή πυκνότητα θηραμάτων και παρατείνει το διαθέσιμο χρόνο αναζήτησης αφίδων από τις νεαρές προνύμφες.

Ανταπόκριση στην πυκνότητα θηραμάτων: Η κατανάλωση αφίδων φαίνεται πως συσχετίζεται θετικά με την πληθυσμιακή πυκνότητά τους, εντός κάποιων ορίων. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι όταν οι πληθυσμοί των αφίδων είναι αυξημένοι, απομένει ένα μεγαλύτερο ποσοστό αφίδων που καταναλώθηκαν μόνο τμηματικά. Έχει παρατηρηθεί πως τα πεινασμένα αρπακτικά τρώγουν τις πρώτες αφίδες που συναντούν ολόκληρες, ενώ εκμεταλλεύονται τα επόμενα θηράματα σε μειωμένο σταδιακά βαθμό. Επίσης, όταν υπάρχει αφθονία θηραμάτων, οι προνύμφες είναι δυνατόν να καταναλώνουν σημαντικά περισσότερες αφίδες από τις ελάχιστες που απαιτούνται για την ανάπτυξή τους (Hodek 1973).

Συμπεριφορά αναζήτησης τροφής: Η συμπεριφορά αναζήτησης τροφής των Coccinellidae είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την επιβίωση αλλά και την αποτελεσματικότητά τους. Λεπτομερή πειράματα έχουν αποδείξει ότι ούτε οπτικός, ούτε οσφρητικός προσανατολισμός λαμβάνει χώρα στη συμπεριφορά αναζήτησης θηραμάτων. Τα Coccinellidae δεν ανακαλύπτουν τη λεία τους, μέχρι να υπάρξει άμεση φυσική επαφή. Το θήραμα μπορεί να παραβλεφθεί ακόμη και αν βρίσκεται λίγα χιλιοστά μακριά (Banks 1957), έστω και αν ο άνεμος μεταφέρει την οσμή στα Coccinellidae (Bansch 1964, in Hodek 1966). Παρόλ' αυτά η κίνηση των προνυμφών και των ενήλικων Coccinellidae δεν είναι τελείως τυχαία. Έχουν παρατηρηθεί κάποιες κανονικότητες στη συμπεριφορά τους, οι οποίες κάνουν πιο πιθανή τη συνάντηση των αρπακτικών και των θηραμάτων. Το σύρσιμο των εντόμων είναι τυχαίο και επιπλέον οι προνύμφες επισκέπτονται επανηλλειμένως μέρη που έχουν ήδη ψάξει, ακόμη και αν δεν βρίσκουν τροφή, και παραμελούν άλλες περιοχές. Το επίπεδο της δραστηριότητάς τους και η διάρκεια αναζήτησης εξαρτώνται από το βαθμό της πείνας των προνυμφών. Τα ενήλικα διαφέρουν όσον αφορά τη συμπεριφορά τους στην έρευνα για τροφή, στο ότι πετούν μακριά γρήγορα μετά από μια ανεπιτυχή αναζήτηση.

Αρπακτικότητα: Η λειτουργική αντίδραση (Solomon, 1949) ενός αρπακτικού, περιγράφει τη σχέση μεταξύ του αριθμού των θηραμάτων που συλλαμβάνονται σε σχέση με τον αριθμό των υπαρχόντων. Η αδηφαγία, δηλαδή η μέγιστη βιομάζα ή ο μέγιστος αριθμός αφίδων που καταναλώνονται από ένα αρπακτικό, θέτει όρια στο ρυθμό αρπακτικότητας. Όταν οι αφίδες είναι πολυάριθμες και κατανεμημένες έτσι ώστε τα αρπακτικά να μπορούνε πάντοτε να ικανοποιούν την πείνα τους, η αδηφαγία του κάθε αρπακτικού και μόνο καθορίζει την αρπακτικότητά του (Frazer 1988). Τα Coccinellidae δεν έχουν την ίδια ικανότητα να παγιδεύουν αφίδες σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους. Οι μεγαλύτερες προνύμφες είναι πιο ικανές από τις νεότερες και τα ενήλικα είναι γενικά περισσότερο ικανά από τις προνύμφες τετάρτου σταδίου (Wells & McPherson 1999). Τα ωφέλιμα μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην διανομή των αφίδων στο χωράφι. Οι νεότερες αφίδες είναι πιο ευάλωτες σε όλα τα κινητά στάδια των Coccinellidae. Έτσι όταν η αρπακτική δράση είναι μεγάλη, ο πληθυσμός των αφίδων αποτελείται από ένα μεγαλύτερο ποσοστό ώριμων αφίδων ή οι αφίδες μεταναστεύουν αντιδρώντας στις φερομόνες συναγεμού που εκκρίνονται από άλλες αφίδες (Hodek 1973).

ii) Επιλογή βιοθέσης

Τα Κολεόπτερα περιλαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος από είδη στενής έως και ευρείας βιοθέσης. Πολλά είδη είναι στενά συνδεδεμένα με μια συγκεκριμένη, περισσότερο ή λιγότερο περιορισμένη βιοθέση, όμως μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις η βιοθέση είναι τόσο στενή που περιορίζεται σε ένα ή λίγα φυτά. Η εξάρτηση του κάθε είδους από μια δεδομένη βιοθέση καθορίζεται κυρίως από την ύπαρξη των απαραίτητων θηραμάτων και από τις φυσικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Το σύνηθες κριτήριο, ώστε να θεωρήσουμε ότι μια βιοθέση είναι τυπική για ένα συγκεκριμένο είδος, είναι ότι το τελευταίο θα πολλαπλασιαστεί εκεί (Tischler 1949).

Τα ενήλικα άτομα πολλών Κολεοπτέρων δεν είναι στενά συνδεδεμένα με μια μόνο βιοθέση, λόγω της κινητικότητάς τους και γιατί συνήθως επισκέπτονται μη τυπικά μέρη ενώ περιπλανώνται για να βρουν τροφή. Ένα άλλο κριτήριο που χρησιμοποιείται για να αξιολογήσουμε τη σχέση ενός είδους με μια βιοθέση, είναι η αφθονία των ενηλίκων ατόμων του είδους που βρίσκονται εκεί. Εκτός από την παρουσία τροφής και κατάλληλου κλίματος, η καταλληλότητα μιας βιοθέσης

καθορίζεται επίσης από τα υπάρχοντα φυτά. Ορισμένα φυτά είναι πιθανό να ασκούν μια τοξική επίδραση στα Κολεόπτερα.

iii) Μετανάστευση

Τα Κολεόπτερα ορισμένες φορές εμφανίζονται σε τεράστιους αριθμούς. Αυτό το φαινόμενο εξηγείται μερικώς κατανοώντας τη συμπεριφορά κατά τη διάπαυσή τους (ορισμένα είδη κάνουν μακρινές αποδημητικές πτήσεις, δημιουργούν μεγάλα σύνολα και παρουσιάζουν μεγάλη διάπαυση). Βέβαια ορισμένες σποραδικές μαζικές εμφανίσεις των Coccinellidae οφείλονται σε άλλα αίτια. Οι ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα ο υπερπληθυσμός αφίδων σε συνδυασμό με καλό καιρό, μπορεί να οδηγήσουν στην υψηλότερη δυνατή γονιμότητα των θηλυκών Coccinellidae. Όταν τα νεαρά άτομα βγούν από τη νύμφωση, οι αφίδες μπορεί να έχουν εξαφανιστεί από τη συγκεκριμένη βιοθέση, λόγω της μετανάστευσής τους που είναι μέρος του κανονικού, εποχιακού βιολογικού τους κύκλου, και της αρπακτικής δράσης των Coccinellidae. Λόγω του υψηλού ανταγωνισμού για τις αφίδες που έχουν απομείνει, η κινητικότητα των Κολεοπτέρων αυξάνεται σημαντικά. Μια ζεστή ημέρα μπορεί να οδηγήσει στον αέρα πολύ μεγάλους αριθμούς εντόμων, ενώ τα ρεύματα του αέρα θα τα μεταφέρουν αρκετά μακριά. Αυτή η πολύ πιθανή αλυσίδα γεγονότων μπορεί να εξηγήσει τις μη περιοδικές εμφανίσεις των Coccinellidae. Γενικά μόνο τα αφιδοφάγα Κολεόπτερα εμφανίζονται σε τόσο μεγάλους αριθμούς, λόγω της εφήμερης αφθονίας των θηραμάτων τους στις περισσότερες βιοθέσεις.

Τα γεγονότα που αναφέρθηκαν παραπάνω, δίνοντας έμφαση στη μαζική εμφάνιση των Coccinellidae, παρατηρούνται επίσης σε πολλά αφιδοφάγα Κολεόπτερα που ζούν σε αγροστώδη φυτά και παρουσιάζουν κανονικές εποχιακές μετακινήσεις. Αυτά τα είδη που εξειδικεύονται στις αφίδες παρουσιάζουν μια μεγαλύτερη τάση να διασπείρονται από ότι τα πολυφάγα είδη. Όταν το θήραμα αρχίζει να σπανίζει σε μια βιοθέση, τα έντομα φεύγουν και ψάχνουν για τροφή σε γειτονικές βιοθέσεις.

Οι προνύμφες είναι πολύ λιγότερο ευκίνητες, ενώ η διασπορά των ενηλίκων μπορεί να καθυστερήσει εάν βρούν τροφή κοντά στις θέσεις διάπαυσης. Έτσι η εμφάνιση των Coccinellidae σε μια δεδομένη βιοθέση μπορεί να επηρεάζεται σε

μεγάλο βαθμό από τις γειτονικές βιοθέσεις. Οι γειτονικές ακαλλιέργητες εκτάσεις προσφέρουν καταφύγιο για τη διαχείμαση και επιπρόσθετα μπορεί να χρησιμεύσουν ως πηγές θηραμάτων, όταν αυτά έχουν γίνει σπάνια στο χωράφι, αλλά και ως πηγή ανανέωσης των ενεργών φυσικών εχθρών μετά από μια πληθυσμιακή έκρηξη των αφίδων στην καλλιέργεια. Γι' αυτό, η ακαλλιέργητη γη μπορεί να δώσει τη δυνατότητα στα ωφέλιμα έντομα να γεφυρώσουν τις αποτυχίες στο συγχρονισμό τους με τα είδη των θηραμάτων τους (van Emden 1965).

Δ. Βιολογική καταπολέμηση

Υπάρχουν άφθονες αποδείξεις ότι τα Coccinellidae είναι ένας σημαντικός παράγοντας θνησιμότητας των αφίδων. Τα χρόνια που θα ακολουθήσουν μετά από μια χρονιά με υπερπληθυσμό αφίδων, θα παρουσιάζουν μειωμένο πληθυσμό αφίδων λόγω της δράσης των φυσικών εχθρών. Το έτος που εμφανίζεται μεγάλος πληθυσμός αφίδων, τα αρπακτικά έχουν τις ιδανικές συνθήκες για γρήγορο πολλαπλασιασμό, ενώ την επόμενη χρονιά ο μεγάλος πληθυσμός των εχθρών κρατά τις αφίδες σε χαμηλά επίπεδα. Η χρήση των Coccinellidae σε προγράμματα βιολογικής καταπολέμησης ευνοείται από την ικανότητά τους να τρέφονται με διαφορετικά είδη, καθώς και από το ότι τα τέλεια αλλά και οι προνύμφες είναι εντομοφάγα και έτσι επιτίθενται αμέσως μετά την εμφάνισή τους.

Η βιολογική καταπολέμηση έχει ως σκοπό να μειώσει τον πληθυσμό των εντόμων κάτω από το επίπεδο οικονομικής ζημιάς (Smith & Reynolds 1966). Τα Coccinellidae έχουν σημαντική επίδραση στην πανίδα του αγρού, ίσως όμως αυτή να θεωρείται ανεπαρκής για να μειώσει ή να διατηρήσει τους πληθυσμούς των αφίδων στα επιθυμητά, κάθε φορά, επίπεδα.

Οι βασικές αρχές της βιολογικής καταπολέμησης πρέπει να εφαρμόζονται εξειδικευμένα για κάθε καλλιέργεια και για κάθε κλιματική περιοχή. Συνεπώς περαιτέρω μελέτες πρέπει να γίνουν, κυρίως για τα είδη Coccinellidae που περιορίζουν σημαντικά τους αριθμούς των αφίδων, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Ε. Το είδος *Coccinella septempunctata* L.

Ταξινόμηση: Ανήκει στην υπεροικογένεια Cucujoidea της τάξης Coleoptera, στην οικογένεια Coccinellidae, στην υποοικογένεια Coccinellinae, στο γένος *Coccinella* και στο είδος *septempunctata*. Το κοινό όνομα του είδους είναι πασχαλίτσα ή παπαδίτσα (Sevenspotted Lady Beetle).

Περιγραφή: Το τέλειο έντομο (Εικόνα 4) είναι σχετικά μεγάλο (7-8 mm) με μια άσπρη ή ωχρή κηλίδα σε κάθε μια από τις πλευρές της κεφαλής. Το σώμα του είναι ωοειδές και έχει κυρτό σχήμα. Στα έλυτρά του, που μπορεί να έχουν κόκκινο ή πορτοκαλί χρώμα, υπάρχουν επτά μαύρες κηλίδες, που συνήθως εμφανίζονται σύμφωνα με το πρότυπο σχέδιο 1-4-2. Σε κάθε ένα από τα έλυτρα υπάρχουν κατά κανόνα τρεις βούλες, ενώ η έβδομη βρίσκεται ακριβώς πίσω από μέση του προθώρακα (Hoffmann & Frodsham 1993).



Εικόνα 4: Ενήλικο έντομο του είδους *Coccinella septempunctata* (πηγή : Hoffmann & Frodsham 1993). (Κλίμακα $1:6 \cdot 10^{-2}$)

Οι προνύμφες της *C. septempunctata* είναι σκούρες, η μορφή τους θυμίζει αλιγάτορα και έχουν τρία ζεύγη ποδιών, τα οποία προεξέχουν από το σώμα. Οι προνύμφες του τετάρτου σταδίου φτάνουν τα 7-8 mm σε μήκος.

Η νύμφη έχει σκούρο καστανό χρώμα, όμως κάτω από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής υγρασίας μπορεί να εμφανίζεται με ανοικτό πορτοκαλί χρώμα (Hodek 1973). Τα αυγά έχουν μακρύ και λεπτό σχήμα και είναι μικρά, καθώς το μήκος τους είναι περίπου 1 mm.

Γεωγραφική κατανομή: Πιθανή περιοχή προέλευσης του συγκεκριμένου είδους είναι η κεντρική Ασία, δηλαδή το Ανατολικό ημισφαίριο. Σήμερα έχει εξαπλωθεί σε όλες τις κατευθύνσεις γύρω από το κέντρο προέλευσής του, φτάνοντας ακόμα και σε άλλες ηπείρους όπως η Ευρώπη και η Αφρική. Στα πλαίσια της βιολογικής καταπολέμησης των αφίδων έγινε εισαγωγή του στην Αμερική, όπου εγκαταστάθηκε και έχει εξαπλωθεί. Το είδος *C. septempunctata* έχει αποδειχθεί πιο αποτελεσματικό αρπακτικό από ορισμένα ιθαγενή είδη Κολεοπτέρων, τα οποία κατάφερε να εκτοπίσει από μερικές περιοχές (Hodek 1973).

Εύρος θηραμάτων: Όλα τα είδη αφίδων δε θεωρούνται κατάλληλα για τη διατροφή του, όμως το είδος αυτό θεωρείται πολυφάγο. Ορισμένα είδη αφίδων που μπορούν να αποτελέσουν τη βασική τροφή του *C. septempunctata* είναι τα : *Myzus persicae* (Sulzer), *Acyrtosiphon pisum* (Harris), *Aphis craccivora* (Koch), *Aphis fabae* (Scopoli), *Aphis gossypii* (Glover), *Aphis urticae* (Gmelin), *Hyalopterus pruni* (Geoffroy), *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach), *Longiunguis donacis*, *Macrosiphoniella artemisiae* (Fonscolaube), *Megoura viciae* (Buckton), *Uromelan aenaeus* (Mordvilko).

Βιοθέσεις (καλλιέργειες): Γενικά το είδος αυτό έχει μεγάλο εύρος βιοθέσεων και βρίσκεται σχεδόν παντού, αν και προτιμά να αναπαράγεται στα αγροστώδη τμήματα των ποικίλων βιοθέσεων που χρησιμοποιεί. Η παρουσία του εντοπίζεται σε οπωροφόρα δέντρα, όπως μηλιές, ροδακινιές. Επίσης, συναντάται σε καλλιέργειες που μαστίζονται από αφίδες, όπως τα σιτηρά (σιτάρι, σόργο), η πατάτα, το ζαχαροκάλαμο, το γλυκοκαλάμποκο, η μηδική και τα πεκάν.

Βιολογικός κύκλος: Τα ενήλικα διαχειμάζουν σε προστατευμένες θέσεις, κοντά στους αγρούς όπου διατράφηκαν και αναπαράχθηκαν. Την Άνοιξη τα έντομα τρέφονται με αφίδες προτού εναποθέσουν τα αυγά. Τα θηλυκά μπορεί να γεννήσουν από 200 έως και περισσότερα από 1000 αυγά, μέσα σε μια περίοδο ενός έως τριών μηνών, ξεκινώντας την Άνοιξη ή νωρίς το Καλοκαίρι. Τα αυγά συνήθως τοποθετούνται κοντά σε θηράματα, όπως οι αφίδες. Συχνά συναντώνται αυγά σε ομάδες, σε προστατευμένες θέσεις στα φύλλα και τους μίσχους των φυτών.

Οι προνύμφες του *C. septempunctata* μεγαλώνουν σταδιακά σε μήκος από 1 mm έως 4-7 mm, μέσα σε μια περίοδο δέκα έως τριάντα ημερών (ανάλογα με τη θερμοκρασία και την επάρκεια αφίδων). Οι μεγάλες προνύμφες μπορεί να διανύσουν απόσταση μέχρι και 12 m, ψάχνοντας για θηράματα. Η δεύτερη γενιά εμφανίζεται περίπου ένα μήνα αργότερα. Το νυμφικό στάδιο διαρκεί από 3 έως 12 ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία (Hoffmann & Frodsham 1993).

Διάπαυση: Η διαχείμανση των αναφερομένων Κολεοπτέρων γίνεται σε κατάσταση διάπαυσης. Το είδος *C. septempunctata* διαχειμάζει πάντοτε στο έδαφος : κάτω από πέτρες, σε στρώματα ξερών φύλλων, σε τρύπες του εδάφους, κοντά στη βάση των φυτών και αλλού. Συνήθως διαχειμάζει κοντά στα μέρη όπου πολλαπλασιάζεται. Αν κάποια περιοχή μεγαλύτερου υψομέτρου, όσο μικρή και αν είναι, βρίσκεται κοντά στις βιοθέσεις πολλαπλασιασμού του εντόμου, προτιμά να διαχειμάσει εκεί. Στις πεδιάδες οι συνήθεις θέσεις διάπαυσης συναντώνται στις άκρες ή τα ξέφωτα δασών, αλλά και σε δέντρα που λειτουργούν ως ανεμοφράκτες. Αν δεν υπάρχουν τέτοιες θέσεις, το *C. septempunctata* διαχειμάζει κοντά σε απομονωμένους θάμνους, σε άλλα φυτά ή σε πλαγιές λόφων (Hodek 1973).

Στην Κεντρική Ελλάδα, το *C. septempunctata* παρουσιάζει και θερινή διάπαυση κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου του έτους. Η βιοθέση που επιλέγουν τα έντομα για να διαπαύσουν είναι η κορυφή του πλησιέστερου βουνού, όπου και συναντώνται ενήλικα άτομα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αντίθετα στις πεδιάδες, από τον Ιούλιο μέχρι τον Αύγουστο συναντώνται ελάχιστα έντομα του είδους. Η διάπαυση αυτή τερματίζεται αργά τον Αύγουστο και ακολουθεί μια νέα περίοδος διάπαυσης των εντόμων, κατά την οποία η αναστολή της ανάπτυξης διαρκεί όσο διαρκούν οι δυσμενείς για το είδος συνθήκες, δηλαδή από τον Νοέμβριο έως τον Μάρτιο της επόμενης χρονιάς (Κατσόγιαννος κ.ά. 1997).

Κατά την περίοδο πριν τη χειμερινή διάπαυση, το συγκεκριμένο αρπακτικό συσσωρεύει αποθέματα ενέργειας, προτού μεταναστεύσει στα μέρη διαχείμασης. Η εκδήλωση της διάπαυσης καθορίζεται στα τελευταία προνυμφικά στάδια. Έτσι, τα ενήλικα άτομα που πρόκειται να διαπαύσουν, τρέφονται αχόρταγα με αφίδες για μια σχετικά μικρή περίοδο. Αυτή η τροφή θα χρησιμεύσει ως πηγή ενέργειας κατά τη μακρά περίοδο χωρίς τροφή που θα ακολουθήσει (Hodek 1973).

Ευπάθεια στα εντομοκτόνα: Η αντοχή σε ορισμένα εντομοκτόνα, στο βαθμό της συνιστώμενης δόσης, είναι πιθανή. Τα διαχειμάζοντα ενήλικα μπορεί να είναι λιγότερο ευαίσθητα σε σχέση με τα ενεργά ενήλικα και τις προνύμφες.

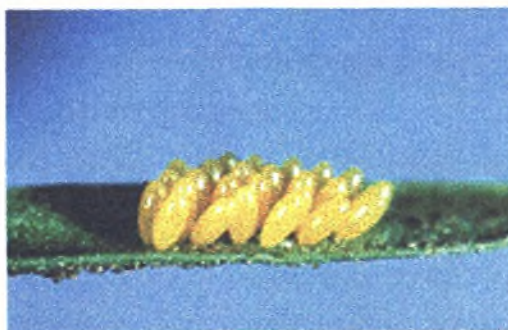
ΣΤ. Το είδος *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville

Ταξινόμηση: Ανήκει στην υπεροικογένεια Cucujoidea της τάξης Coleoptera, στην οικογένειας Coccinellidae, στην υποοικογένεια Coccinellinae, στο γένος *Hippodamia* και στο είδος *convergens*. Το κοινό του όνομα είναι ιπποδάμεια (Convergent Lady Beetle).

Περιγραφή: Το τέλειο έντομο έχει ελαφρώς επίμηκες σχήμα, ενώ το μήκος του ποικίλλει από 4 έως 7 mm και είναι μικρότερο από το *C. septempunctata*. Έχει έλυτρα με ανοικτό έως και σκούρο κιτρινοκόκκινο χρώμα, με έξι ή λιγότερες μαύρες βούλες σε κάθε έλυτρο. Τα πόδια και το σώμα κάτω από τα έλυτρα είναι μαύρα. Πίσω από το κεφάλι έχει ένα χαρακτηριστικό ασπρόμαυρο σχέδιο. Το πρόνωτο είναι μαύρο και έχει δύο συγκλίνουσες άσπρο-κίτρινες γραμμές, οι οποίες είναι κοινές σε όλα τα άτομα του είδους (Εικόνα 5A). (A)



(B)



(Γ)

Εικόνα 5 : Ενήλικο έντομο (A), Προνύμφη (B) και αυγά (Γ) του είδους *Hippodamia convergens* (πηγή: (A):Hoffmann & Frodsham 1993 και (B),(Γ):<http://ccvipmp.ucdavis.edu/insects/ladybeetle.html>).

Οι προνύμφες είναι σκουρόχρωμες με πορτοκαλί στίγματα, μακριές και λεπτές, ενώ το μήκος τους μόλις εκκολάπτονται είναι περίπου 2 mm (Εικόνα 5B). Τα αυγά είναι μικρά (περίπου 1 mm) και στενόμακρα (Εικόνα 5Γ).

Γεωγραφική κατανομή: Το είδος αυτό είναι ιθαγενές της Νοτίου Αμερικής. Συναντάται παντού στις Ηνωμένες Πολιτείες και στον Καναδά.

Εύρος θηραμάτων: Είναι πολυφάγο είδος, όμως τα ενήλικα και οι προνύμφες κυνηγούν κυρίως αφίδες. Συνηθισμένα θηράματά του αποτελούν οι αφίδες του είδους *Therioaphis maculata*, καθώς και άλλες αφίδες όπως αυτές του βαμβακιού, του μπιζελιού, του πεπονιού, του λαχάνου, της πατάτας, της ροδακινιάς του καπνού και του καλαμποκιού. Αν οι αφίδες είναι λιγοστές, τα ενήλικα και οι προνύμφες μπορεί να διατραφούν με προνύμφες και αυγά άλλων εντόμων, ακάρεα και περιστασιακά με νέκταρ και μελιτώματα αφίδων ή άλλων μυζητικών εντόμων. Έχει διαπιστωθεί πως το είδος *H. convergens* δρα ως αρπακτικό των αυγών και των προνυμφών εντόμων του σπαραγγιού, των ειδών ψύλλας (psyllids) και του δορυφόρου (*Leptinotarsa decemlineata*) της πατάτας.

Βιοθέσεις (καλλιέργειες): Το συγκεκριμένο είδος εντοπίζεται σε οπωροφόρα δέντρα (αχλαδιές, καρυδιές), στις καλλιέργειες καλαμποκιού και άλλων δημητριακών καθώς και στην μηδική. Γενικά είναι δυνατό να βρεθεί στις περισσότερες καλλιέργειες που προσβάλλονται από αφίδες, όπως η βρώμη, το σόργο, η μηδική, διάφορα λαχανικά, καλλιέργειες θερμοκηπίων κ.ά.

Βιολογικός κύκλος: Το *H. convergens* μπορεί να προσαρμόσει το βιολογικό του κύκλο, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα αφίδων. Τα θηλυκά γεννούν από 200 έως 1000 αυγά, μέσα σε μια περίοδο ενός έως τριών μηνών, ξεκινώντας την Άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι. Τα αυγά συνήθως τοποθετούνται κοντά σε μέρη που υπάρχει τροφή, σε προστατευμένες θέσεις φύλλων ή μίσχων. Ένα ενήλικο άτομο μπορεί να καταναλώσει περίπου 5000 αφίδες, κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Κάθε χρόνο εμφανίζονται μια με δύο γενιές, ανάλογα με το μήκος της περιόδου προτού τα ενήλικα εισέλθουν σε διάπαυση. Κάτω από φυσικές συνθήκες το *H. convergens* ψάχνει για ορεινές περιοχές στις οποίες συχνά διαχειμάζει σε ομάδες, μέσα σε τρύπες ή ρωγμές βράχων. Η ανάπτυξη από το αυγό έως το ενήλικο διαρκεί δύο με τρεις εβδομάδες. Τα ενήλικα ζούν για εβδομάδες ή μήνες, ανάλογα με την τοποθεσία, τη διαθεσιμότητα θηραμάτων και την εποχή του έτους.

Διάπαυση: Το είδος *H. convergens* διαχειμάζει σε κατάσταση διάπαυσης, διαμορφώνοντας μεγάλες αποικίες οι οποίες συναντώνται κάτω από φύλλα, στη βάση

θάμων ή σε κορμούς δέντρων. Στα μεγαλύτερα υψόμετρα, υπάρχει περίπτωση το χιόνι να καλύψει τις αποικίες των εντόμων για περίπου τρεις μήνες. Την Άνοιξη, η διάπαυση τερματίζεται και τα έντομα συνήθως μεταναστεύουν προκειμένου να βρουν αφίδες. Το Καλοκαίρι υπάρχει περίπτωση τα ενήλικα να παραμείνουν ανενεργά λόγω της θερινής διάπαυσης.

Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την είσοδο του είδους στη διάπαυση είναι η τροφή (Hagen 1962).

Το είδος *H. convergens* σε αντίθεση με το *C. septempunctata* συνεχίζει να τρέφεται και μετά το στάδιο της κύριας μετανάστευσης προς τις περιοχές διάπαυσης. Όταν οι αφίδες έχουν εκλείψει τα έντομα αυτά τρέφονται με κάποια εναλλακτική τροφή (ίσως και φυτική) και καθώς μεταναστεύουν χωρίς να έχουν αποθηκεύσει λίπος (δηλαδή ενέργεια) συνεχίζουν να τρέφονται κατά τη διάρκεια της μετακίνησής τους. Στη συνέχεια πηγαίνουν στα μέρη όπου διαχειμάζουν πραγματικά (Hagen 1962).

Ευπάθεια στα εντομοκτόνα: Είναι πιθανό να εμφανίζεται ανθεκτικότητα σε ορισμένα εντομοκτόνα σε σημείο που να συνιστούμε την εφαρμογή τους. Τα διαχειμάζοντα ενήλικα θεωρούνται λιγότερο ευαίσθητα.

Z. Σκοπός της εργασίας

Τα είδη *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville και *Coccinella septempunctata* L. αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των φυσικώς συναντώμενων ωφελίμων εντόμων που ασκούν βιολογική καταπολέμηση στις αφίδες, συνεπώς ενδιαφέρει ο προσδιορισμός διαφόρων χαρακτηριστικών της βιολογίας τους.

Τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και θα προσδιοριστούν με την παρούσα μελέτη, είναι η επίδραση της μεταβολής της θερμοκρασίας στην επιβίωση, την ανάπτυξη, τον καθορισμό του φύλου και την κατανάλωση αφίδων του καπνού *M. persicae* καθενός από τα εξεταζόμενα είδη, καθώς και το στάδιο του κάθε είδους που επηρεάζεται περισσότερο. Επίσης θα μελετηθεί το αναπαραγωγικό δυναμικό του είδους *Hippodamia convergens* και η κατανάλωση αφίδων των ενηλίκων, σε μια σταθερή θερμοκρασία.

Η γνώση των βιολογικών παραμέτρων είναι ουσιώδης προκειμένου να εκτιμηθεί ο ενδεχόμενος ρυθμός αύξησης ενός πληθυσμού και να προβλεφθεί ο μέγιστος αριθμός των γενιών που μπορούν να εμφανιστούν μέσα σε μια καλλιεργητική περίοδο, σε μια συγκεκριμένη περιοχή.

Ο περιορισμός των αφίδων από τα παραπάνω είδη παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, αφού η αφίδα του καπνού, *M. persicae*, προκαλεί σοβαρές ζημιές στην παραγωγή λόγω ποιοτικής και ποσοτικής υποβάθμισης, ενώ μειώνει την οικονομικότητα της εκμετάλλευσης λόγω του αυξημένου κόστους από τη χρήση εντομοκτόνων. Συνεπώς, η εκτίμηση του ελέγχου που ασκείται στις αφίδες από τα αρπακτικά Coccinellidae είναι απαραίτητη.

Συγκριτικές μελέτες μεταξύ των ειδών *H. convergens* και *C. septempunctata*, θα δείξουν την ταχύτητα ανάπτυξης και την κατανάλωση αφίδων του πληθυσμού καθενός από τα είδη αυτά σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Με βάση τα στοιχεία αυτά, είναι δυνατή η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των συγκεκριμένων αρπακτικών στον έλεγχο των αφίδων. Οι διαφορετικοί ρυθμοί ανάπτυξης των ειδών, εάν υπάρχουν, μπορεί να συνδέονται με συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες και να επηρεάζουν τη δυναμική των πληθυσμών των φυσικών εχθρών σε περίπτωση που αυτοί βρεθούν σε νέες κλιματικές συνθήκες (Miller 1983).

Συνεπώς, σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στα είδη αρπακτικών εντόμων *Hippodamia convergens* και *Coccinella*

septempunctata μέσω της καταγραφής των δημογραφικών τους παραμέτρων, για την καλύτερη γνώση της βιολογίας τους και την κατανόηση του ρόλου τους στον έλεγχο των πληθυσμών της αφίδας του καπνού *M. persicae*.

II. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα είδη *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville και *Coccinella septempunctata* L. είναι δυο από τα κυριότερα αρπακτικά αφίδων, καθώς παρ'ότι είναι πολυφάγα επιδεικνύουν μια προτίμηση στις αφίδες και έτσι αποτελούν σημαντικούς παράγοντες περιορισμού των πληθυσμών τους (Hodek 1973).

Η γνώση των χαρακτηριστικών της ζωής των δυο αυτών ειδών είναι απαραίτητη και προαπαιτείται για κάθε στάδιο της βιολογικής καταπολέμησης, από την επιλογή του κατάλληλου φυσικού εχθρού έως και την απελευθέρωσή του. Επιπλέον, στα πλαίσια της κλασσικής βιολογικής καταπολέμησης η απελευθέρωση ενός καλά προσαρμοσμένου φυσικού εχθρού θεωρείται κρίσιμη (Albuquerque et al. 1994).

Στοιχεία των παραμέτρων ανάπτυξης συναρτήσει της θερμοκρασίας είναι σημαντικά προκειμένου να κατανοηθεί η δυναμική σχέση αρπακτικού και θηράματος. Η αύξηση των αφιδοφάγων Coccinellidae της εύκρατης ζώνης συναρτήσει της θερμοκρασίας έχει μελετηθεί αρκετά. Πολυάριθμες μελέτες δείχνουν πως η θερμοκρασία που δέχονται τα έντομα στα στάδια της ανήλικης ζωής τους επηρεάζει άμεσα τη θνησιμότητα, τους ρυθμούς ανάπτυξης και το μέγεθός τους.

Τα στοιχεία από τη μέχρι σήμερα μελέτη της ανάπτυξης των αφιδοφάγων Coccinellidae συναρτήσει της θερμοκρασίας, δείχνουν ομοιότητες μεταξύ των ειδών της εύκρατης ζώνης. Οι θερμοκρασίες που αντιπροσωπεύουν την κάτω ουδό ανάπτυξης κυμαίνονται από 9,0 έως 12,7 °C, ενώ οι απαιτήσεις σε ημεροβαθμούς για ανάπτυξη από το στάδιο του αυγού έως το τέλειο κυμαίνονται από 195 έως 312 (Obrycki & Tauber 1978, 1981, Naranjo et al. 1990, Orr & Obrycki 1990, Miller 1992).

Με βάση διάφορες εργασίες που έχουν γίνει, έχουν βρεθεί οι απαιτήσεις σε ουδό ανάπτυξης και ημεροβαθμούς για διάφορα αφιδοφάγα Coccinellidae της εύκρατης ζώνης. Τα αποτελέσματα αυτά συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

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

Συγκρίνοντας τις απαιτήσεις των αφιδοφάγων Κολεοπτέρων της εύκρατης ζώνης σε μονάδες θερμότητας και τιμές ουδών ανάπτυξης, βλέπουμε ότι το είδος *C. trifasciata* έχει την υψηλότερη ουδό ανάπτυξης. Το είδος *H. convergens* επιδεικνύει μια παρόμοια, υψηλή τιμή στους 12,5 °C (Miller 1992). Επομένως σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, ο ρυθμός ανάπτυξης των δυο αυτών ειδών αναμένεται να επιβραδυνθεί λόγω της ευαισθησίας που παρουσιάζουν και η οποία αποδίδεται στις τιμές D_{th}.

Η σύγκριση του ρυθμού ανάπτυξης, που εκφράζεται σε ημέρες, μας δείχνει ότι ταχύτερο ρυθμό ανάπτυξης στις χαμηλές θερμοκρασίες παρουσιάζει το είδος *C. quatuordecimguttata*.

Η μελέτη των Rodriguez-Saona & Miller για το είδος *H. convergens* έδειξε ότι στις τρεις εξεταζόμενες θερμοκρασίες των 18, 22 και 26 °C, το μέσο βάρος, η διάρκεια ζωής, αλλά και η κατανάλωση αφίδων του είδους *Acyrtosiphum pisum* (Harris) κατά το τρίτο και τέταρτο προνυμφικό στάδιο δε διέφεραν μεταξύ τους.

Το *H. convergens* τρεφόμενο με τα είδη αφίδων *Diuraphis noxia* (Mordvilko) και *Rhopalosiphum padi* (L) παρουσίασε θνησιμότητα 100, 83, 15 και 18% στους 13, 17, 21 και 25 °C σύμφωνα με τον Miller (1992). Η ίδια μελέτη έδειξε πως το είδος χρειάζεται 228 ημεροβαθμούς πάνω από μια θερμοκρασία 12,5 °C για

να αναπτυχθεί. Το είδος *C. septempunctata* προκειμένου να συμπληρώσει την ανάπτυξή του απαιτεί 197 ημεροβαθμούς, ενώ η κάτω ουδός ανάπτυξής του βρίσκεται στους 12,1 °C (Obrycki & Tauber 1981).

Όσον αφορά τους πληθυσμούς των Coccinellidae στον καπνό, ή την επίδρασή τους στους πληθυσμούς των αφίδων που προσβάλλουν τον καπνό, οι Wells και McPherson (1999) βρήκαν ότι στις Η.Π.Α. το είδος *C. septempunctata* εμφανίζεται πιο πρώιμα την Άνοιξη από το *H. convergens* σε φυτείες καπνού προσβεβλημένες από αφίδες του είδους *Myzus nicotianae* Blackman (*Myzus persicae* Sulzer).

Ωστόσο σε καμιά μελέτη δεν έχει ερευνηθεί η σχέση των συγκεκριμένων αρπακτικών και των αφίδων του καπνού στην Ελλάδα και ειδικότερα στη Θεσσαλία, κάτι που θα γίνει με την παρούσα εργασία. Ακόμα θα ήταν χρήσιμο να γνωρίζουμε αν μεταξύ των ειδών *H. convergens* και *C. septempunctata*, που συναντώνται στις περιοχές της Κεντρικής Ελλάδας και πιθανώς ασκούν ένα βαθμό φυσικού βιολογικού ελέγχου, υπάρχουν σαφείς και διακριτές μεταξύ τους περιβαλλοντικές διαφορές

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

A. Πειραματικό υλικό

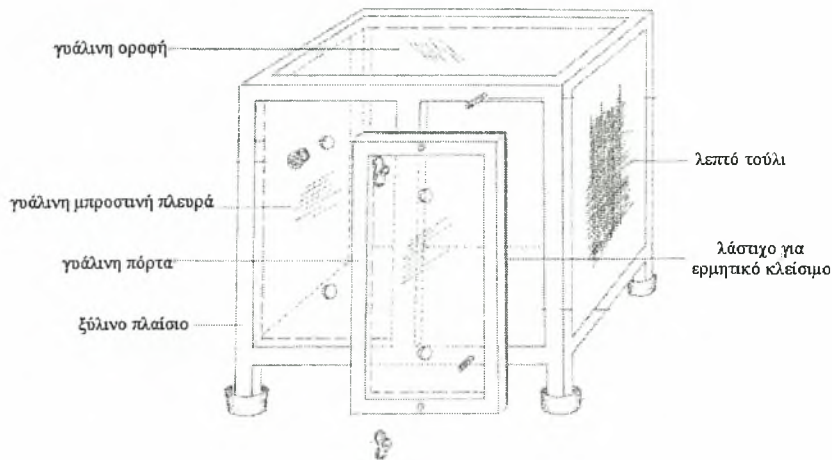
Τα δύο είδη αρπακτικών Κολεοπτέρων *H. convergens* και *C. septempunctata* συλλέχθηκαν στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας το έτος 1999, από καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ένας κόκκινος ανολοκυκλικός κλώνος της αφίδας του καπνού *Myzus persicae* από πληθυσμό που συλλέχθηκε από την περιοχή της Καρδίτσας σε καπνό. Η συλλογή έγινε από τις περιοχές αυτές, προκειμένου να εξετάσουμε τη βιολογία εντόμων που προέρχονται από την Κεντρική Ελλάδα. Η ποικιλία καπνού (*Nicotiana tabacum* L., οικ. Solanaceae) που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Ανατολικού τύπου B21.

B. Διατήρηση πειραματικού υλικού

i. Αποικίες αφίδων

Μετά τη συλλογή τους οι αφίδες μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου διατηρήθηκαν σε ειδικούς κλωβούς εκτροφής (Εικόνα 1), διαστάσεων 50 x 40 x 45 cm. Οι δύο πλευρές και η οροφή τους καλύπτονταν από γυαλί, ενώ οι άλλες δυο πλευρές καλύπτονταν από πολύ λεπτό τούλι που επέτρεπε τον αερισμό. Οι κλωβοί έκλειναν ερμητικά, εμποδίζοντας τη διαφυγή των αφίδων ενώ ταυτόχρονα αποφευγόταν η μόλυνση από άλλα έντομα.

Οι κλωβοί τοποθετήθηκαν σε δωμάτιο ελεγχόμενων συνθηκών, με θερμοκρασία ρυθμιζόμενη στους $20 \pm 0,5$ °C, υγρασία 50 % (± 5) και φωτοπερίοδο L16:D8 (ώρες φωτός:ώρες σκότους, L=Light, D=Darkness). Οι συνθήκες εξασφάλιζαν τη συνεχή παρθενογενετική αναπαραγωγή των αφίδων. Οι αφίδες τρέφονταν σε φυτά ραπανιού (*Raphanus sativus* L.). Η τοποθέτηση καινούργιων φυτών στους κλωβούς επαναλαμβανόταν κάθε δύο ημέρες, αφού είχε προηγηθεί το πλύσιμο, ο λεπτομερής καθαρισμός τους με πινέλο και έλεγχος ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση της αποικίας από αφίδες ή άλλα είδη εντόμων.



Εικόνα 1: Κλωβός εκτροφής αφίδων επάνω σε γλαστρικά φυτά, διαστάσεων 50 x 40 x 45 cm (Blackman 1988).

ii. Αποικίες αρπακτικών

Ενήλικα άτομα και των δυο ειδών αρπακτικών μετά τη συλλογή τους από το χωράφι τοποθετήθηκαν σε ειδικά αεροστεγή σακουλάκια δειγματοληψίας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για την ίδρυση αποικίας. Στο εργαστήριο διατηρήθηκαν σε δωμάτιο με ελεγχόμενες συνθήκες, με θερμοκρασία ρυθμιζόμενη στους 23 ± 1 °C, με υγρασία 50% (± 5) και φωτοπερίοδο 16:8 (L: D). Κάθε είδος τοποθετήθηκε χωριστά σε πλαστικά κουτιά διαστάσεων 7 x 8 x 4 cm στο πάνω μέρος των οποίων υπήρχε ένα στρογγυλό άνοιγμα, το οποίο καλυπτόταν με λεπτό τούλι και επέτρεπε τον αερισμό. Σε κάθε κουτί τοποθετήθηκαν μέχρι και τρία ζεύγη εντόμων, στα οποία κάθε δυο ημέρες προσθέτονταν φύλλα καπνού και νέες αφίδες για τη διατροφή τους. Καθημερινώς γινόταν έλεγχος για τη γέννηση αυγών, τα οποία και μεταφέρονταν σε άλλα κουτιά μέχρι την εκκόλαψή τους. Μετά την εκκόλαψη των ωών οι νεαρές προνύμφες τοποθετούνταν σε μικρότερα στρογγυλά κουτιά διαμέτρου 4,5 και ύψους 2 cm, χωριστά η κάθε μια για να αποφευχθεί ο καννιβαλισμός και κάθε δυο ημέρες προσθέτονταν αφίδες για τη διατροφή τους. Όταν τα έντομα έφταναν στο

στάδιο του τελείου, μεταφέρονταν στα μεγαλύτερα κουτιά προκειμένου να αναπαραχθούν και να διατηρηθεί η αποικία.

iii. Φυτά

Τα φυτά καπνού, τα φύλλα των οποίων χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα (ποικιλία B21), αναπτύχθηκαν σε θερμοκήπιο. Ένα με δύο περίπου μήνες μετά τη σπορά τους στο σπορείο, 1-2 νεαρά φυτά καπνού μεταφυτεύονταν σε γλάστρες διαμέτρου 11,5cm. Το εδαφικό υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε, ήταν ένα μείγμα τύρφης και κομποστοποιημένων φυτικών υλικών.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν φυτά από ραπανάκι (*R. sativus*) της μεγαλόκαρπης ποικιλίας Radish για την εκτροφή των αφίδων. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε ραπανάκι ήταν ότι αποτελεί έναν καλό ξενιστή για το *M. persicae* και συντελεί στην ανάπτυξη μεγάλων αριθμών αφίδων. Συγχρόνως, η ανάπτυξή του στο θερμοκήπιο είναι εύκολη.

Γ. Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις βιοκλιματικοί θάλαμοι με φωτοπερίοδο 16:8 (L: D) και θερμοκρασίες $14 \pm 0,5$ °C, $17 \pm 0,5$ °C, $20 \pm 0,5$ °C και $23 \pm 0,5$ °C. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ένας ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας Precisa 40SM-200A και ένα στερεοσκόπιο Nikon SMZ-U.

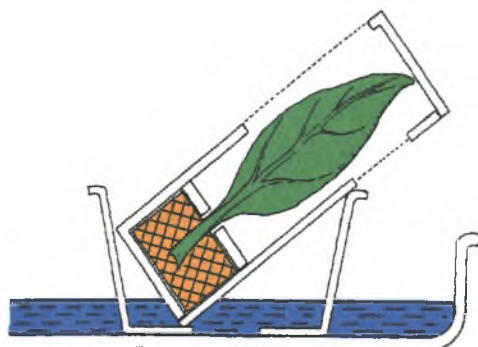
Δ. Πειραματική μεθοδολογία

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 14, 17, 20, 23 °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 καπνού μήκους 8-10cm, το οποίο ήταν τοποθετημένο μέσα σε ένα αριθμημένο κουτί εκτροφής διαστάσεων 7,7 x 4,5 x 2 cm (Εικόνα 3), 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. Χρησιμοποιήθηκαν αφίδες ενός κόκκινου κλώνου του *M. persicae*. Στο φύλλο του καπνού τοποθετούνταν 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 (10-30 αφίδες), έτσι ώστε να διατηρούνται σε υπερέπάρκεια 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), ενώ ακολουθούσε μέτρηση του μήκους και του πλάτους του σώματός τους σε mm με τη βοήθεια της αριθμητικής κλίμακας του στερεοσκοπίου. Το φύλλο κάθε ενήλικου εντόμου προσδιοριζόταν ελέγχοντας το γεννητικό οπλισμό του (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Αρσενικό (δεξιά) και θηλυκό (αριστερά) του είδους *Hippodamia convergens*. Το αρσενικό διακρίνεται από την κύρτωση των τελευταίων κοιλιακών τμημάτων.



Εικόνα 3: Κουτί εκτροφής αρπακτικών διαστάσεων 7,7 x 4,5 x 2 cm (Blackman 1971).

Σε κάθε μια από τις τέσσερις 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.

Για τη μελέτη της ωοτοκίας των τελείων εντόμων, η οποία έγινε σε πειραματικές συνθήκες θερμοκρασίας 23 °C, υγρασίας 50% και φωτοπεριόδου 16:8 (L:D), δύο ζεύγη του είδους *H. convergens* που αναπτύχθηκαν στους 23 °C, τοποθετήθηκαν –το καθένα χωριστά- σε ορθογώνια κουτιά διαστάσεων 7 x 8 x 4 cm. Εκεί αφέθηκαν για σαρανταοκτώ ώρες προκειμένου να συζευχθούν και έπειτα τοποθετήθηκαν χωριστά σε αριθμημένα κουτιά Blackman με φύλλα καπνού (ποικιλία B21) και υπερεπάρκεια γνωστού αριθμού αφίδων του κόκκινου κλώνου του *M. persicae*. Καταγραφή της κατανάλωσης αφίδων και της ωοτοκίας γινόταν σε ημερήσια βάση μέχρι το θάνατο των εντόμων, ενώ τα παραγόμενα αυγά απομακρύνονταν από το κουτί. Λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος που απαιτείται για τη μελέτη της ωοπαραγωγής των αρπακτικών αυτών, η έρευνα περιορίστηκε μόνο σε δύο επαναλήψεις γι' αυτό και τα αποτελέσματα που προέκυψαν θεωρούνται ενδεικτικά.

E. Ανάλυση στοιχείων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το στατιστικό πακέτο Statistica. Περιελάμβανε το χ^2 test 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 Dth 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 (βάρος, μήκος και πλάτος) συγκρίθηκαν με την Anova, χρησιμοποιώντας το φύλο και τη θερμοκρασία ως κύριες επιδράσεις. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο του Duncan.

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη, παρουσιάζονται στους πίνακες 1-17.

Επιβίωση: Και στα δυο είδη αρπακτικών που εξετάστηκαν παρατηρήθηκε πως η θνησιμότητα σε όλα τα ατελή στάδια (ωό, προνύμφη 1^{ου}- 4^{ου} σταδίου, νύμφη) ήταν σχετικά υψηλή στους 14°C και χαμηλή στους 23 °C (Πίνακες 1, 2). Για το *H. convergens* η θνησιμότητα των ωών κυμάνθηκε από 34,4% στους 23 °C εως και 85 % στους 14 °C, η θνησιμότητα των προνυμφών από 27,3% (23 °C) εως 73,8% (14°C) και αυτή των νυμφών από 0% (17 °C) εως 29,4% (14 °C). Οι αντίστοιχες τιμές θνησιμότητας του *C.septempunctata* κυμάνθηκαν από 20% (23 °C) εως 49,3% (14°C) για τα ωά, από 0% (23 °C) εως 75,4% (14 °C) για τις προνύμφες, και για τις νύμφες από 0% (23 °C) εως 58,8% (14 °C).

Πίνακας 1. Θνησιμότητα για κάθε στάδιο ζωής των *H. convergens* και *C. septempunctata* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8 (N=Νεκρές , E=εξεταζόμενες). Τα είδη τρέφονταν με αφίδες *M. persicae*.

Στάδια ζωής	Θερμοκρασία (°C)							
	14		17		20		23	
	N/E	%	N/E	%	N/E	%	N/E	%
<i>H. convergens</i>								
Ωό	187/220	85.0	50/106	47.2	16/45	35.6	31/90	34.4
L1*	36/65	55.4	16/41	39.0	27/50	54.0	9/33	27.3
L2	8/29	27.6	1/25	4.0	3/23	13.0	0/24	0.0
L3	3/21	14.3	1/24	4.2	1/20	5.0	0/24	0.0
L4	1/18	5.6	0/23	0.0	0/19	0.0	0/24	0.0
L1-L4	48/65	73.8	18/41	43.9	31/50	62.0	9/33	27.3
Νύμφη	5/17	29.4	0/23	0.0	1/19	5.3	1/24	4.2
<i>C. septempunctata</i>								
Ωό	33/67	49.3	28/68	41.2	9/29	31.0	7/35	20.0
L1	41/69	59.4	16/36	44.4	22/56	39.3	0/21	0.0
L2	4/28	14.3	1/20	5.0	6/34	17.6	0/21	0.0
L3	2/24	8.3	0/19	0.0	4/28	14.3	0/21	0.0
L4	5/22	22.7	3/19	15.8	2/24	8.3	0/21	0.0
L1-L4	52/69	75.4	20/36	55.6	34/56	60.7	0/21	0.0
Νύμφη	10/17	58.8	3/16	18.8	2/22	9.1	0/21	0.0

*Με L₁-L₄ συμβολίζονται τα τέσσερα προνυμφικά στάδια

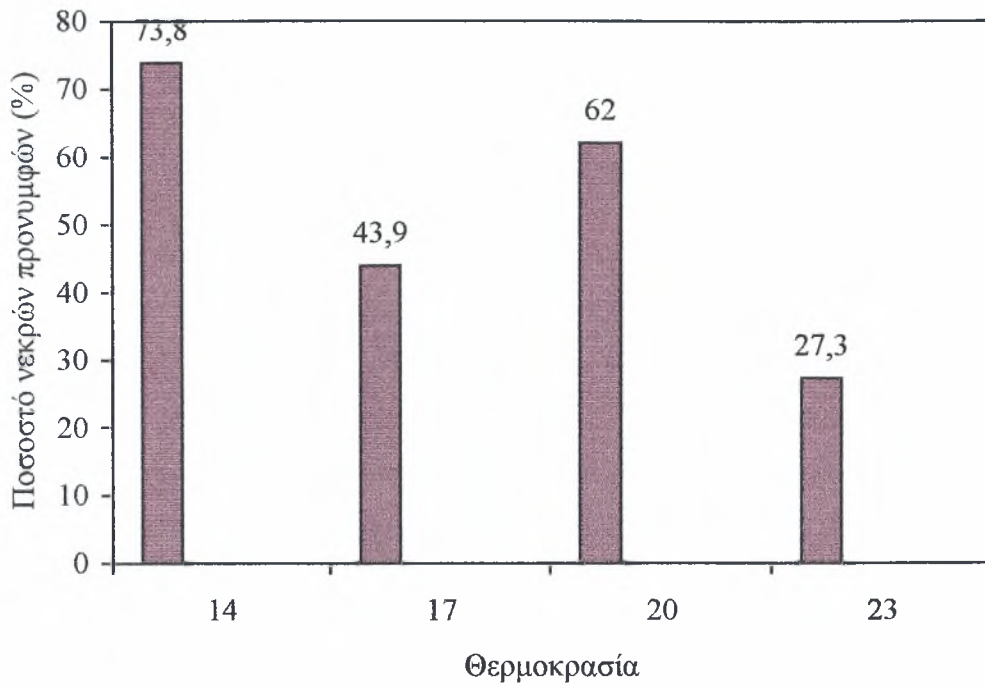
Πίνακας 2. Ποσοστό θνησιμότητας σε σχέση με τον αρχικό αριθμό αυγών, για κάθε στάδιο ζωής των *H. convergens* και *C. septempunctata* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16: D8 (N=Νεκρές, E= εξεταζόμενες). Τα είδη τρέφονταν με αφίδες *M. persicae*.

Στάδια ζωής	Θερμοκρασία (°C)			
	14 Θ	17 Θ	20 Θ	23 Θ
<i>H. convergens</i>				
Ωό	85.0 %	47.2 %	35.6 %	34.4 %
L1*	18.3 %	21.8 %	15.6 %	16.1 %
L2	9.1 %	2.24 %	3.8 %	0.0 %
L3	4.7 %	2.3 %	1.45 %	0.0 %
L4	1.8 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
L1-L4	24.4 %	24.6 %	17.9 %	16.1 %
Νύμφη	9.7 %	0.0 %	1.53 %	2.46 %
<i>C. septempunctata</i>				
Ωό	49.3 %	41.2 %	31.0 %	20.0 %
L1	20.2 %	17.8 %	7.86 %	0.0 %
L2	4.86 %	2.0 %	3.53 %	0.0 %
L3	2.8 %	0.0 %	2.86 %	0.0 %
L4	7.73 %	6.3 %	1.7 %	0.0 %
L1-L4	25.6 %	22.2 %	12.1 %	0.0 %
Νύμφη	20.0 %	7.5 %	1.8 %	0.0 %

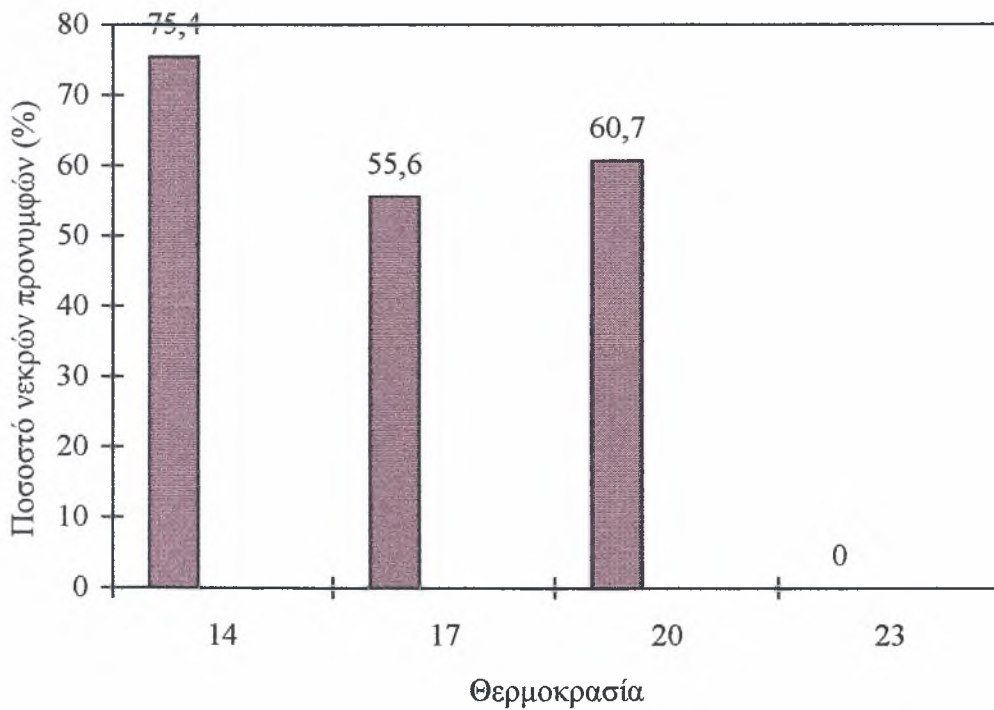
*Με L₁-L₄ συμβολίζονται τα τέσσερα προνυμφικά στάδια

Στα σχήματα 1 και 2 απεικονίζεται η μέση προνυμφική θνησιμότητα των δυο εξεταζομένων ειδών συναρτήσει της θερμοκρασίας.

Στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των θερμοκρασιακών μεταχειρήσεων βρέθηκαν στη θνησιμότητα στο στάδιο του αυγού ($x^2 = 38,86$, $p < 0,001$) της προνύμφης ($x^2 = 9,94$, $p < 0,019$) και της νύμφης ($x^2 = 64,18$, $p < 0,001$) για το *H. convergens* και στη θνησιμότητα του σταδίου της προνύμφης ($x^2 = 15,81$, $p < 0,001$) και της νύμφης ($x^2 = 18,57$, $p < 0,001$) για το *C. septempunctata* (Πίνακας 1). Αξίζει να σημειωθεί ότι η θνησιμότητα των ωών του *C. septempunctata* στους 14 °C (49%), ήταν σημαντικά χαμηλότερη ($x^2 = 8,56$, $p < 0,003$) από τη θνησιμότητα που παρατηρήθηκε στο *H. convergens* (85%). Ωστόσο, η θνησιμότητα των προνυμφών ($x^2 = 0,01$, $p < 0,919$) και των νυμφών ($x^2 = 1,67$, $p < 0,197$) δεν ήταν στατιστικώς σημαντική μεταξύ των δυο ειδών στους 14 °C.



Σχήμα 1. Μέση προνυμφική θνησιμότητα του είδους *H. convergens* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8.



Σχήμα 2. Μέση προνυμφική θνησιμότητα του είδους *C. septempunctata* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8.

Το *H. convergens* στους 23 °C παρουσίασε θνησιμότητα αυγών 34,4%, προνυμφών 27,3% και νυμφών 4,2%. Οι αντίστοιχες τιμές θνησιμότητας του *C. septempunctata* στην ίδια θερμοκρασία ήταν 20%, 0% και 0%. Στατιστικώς σημαντική διαφορά βρέθηκε μόνο μεταξύ των προνυμφών αφού η θνησιμότητα στο *H. convergens* ήταν σημαντικά μεγαλύτερη ($\chi^2=5,73$, $p<0,017$).

Ανάπτυξη: Στο είδος *H. convergens* η ολοκλήρωση της ανάπτυξης από το στάδιο του αυγού έως το ενήλικο κυμάνθηκε από 16,9 ημέρες στους 23 °C έως 57,2 ημέρες στους 14 °C, ενώ στο είδος *C. septempunctata* η αντίστοιχη διάρκεια ανάπτυξης κυμάνθηκε από 22,1 ημέρες στους 23 °C έως 70,4 ημέρες στους 14 °C (Πίνακες 3,5). Η διάρκεια ανάπτυξης των αυγών, των προνυμφών και των νυμφών του *H. convergens* αντιπροσώπευε κατ' αντιστοιχία το 14-20%, 55-58% και 23-26% της συνολικής περιόδου ανάπτυξης. Τα αντίστοιχα ποσοστά για το *C. septempunctata* ήταν 14-17%, 53-60% και 27-29%.



Πίνακας 3. Διάρκεια ανάπτυξης (ημέρες) για το *H. convergens* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8 (οι αριθμοί στην παρένθεση, συμβολίζουν την τυπική απόκλιση SD). Το είδος τρέφονταν με αφίδες *M. persicae*.

Στάδια ζωής	Θερμοκρασία (°C)							
	14		17		20		23	
	Διάρκεια ανάπτυξης							
	n	Ημέρες	n	Ημέρες	n	Ημέρες	n	Ημέρες
Ωό	18	8,1 (1,1)	30	7,2 (0,7)	30	4,5 (1,0)	30	3,4 (0,9)
Προνύμφη	12	33,3 (5,9)	23	20,0 (1,5)	18	15,7 (1,2)	23	9,3 (0,9)
Νύμφη	12	15,2 (2,0)	23	9,0 (0,7)	18	7,2 (1,2)	23	3,9 (0,6)
Ωο-Τέλειο	12	57,2 (5,4)	23	36,2 (1,7)	18	27,3 (2,0)	23	16,9 (1,4)

Πίνακας 4. Παράμετροι αύξησης για το *H. convergens* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8 (οι αριθμοί στην παρένθεση, συμβολίζουν την τυπική απόκλιση SD). Το είδος τρέφονταν με αφίδες *M. persicae*.

	Θερμοκρασία (°C)							
	14		17		20		23	
	Παράμετροι αύξησης							
Βάρος(mg)	12	6,5 a (1,8)	23	7,6 b(1,1)	18	7,7 b (1,4)	23	6,7 a (0,8)
Πλάτος(mm)	12	2,7 a (0,2)	23	2,9 b (0,2)	18	2,9 b (0,2)	23	2,8 b (0,2)
Μήκος(mm)	12	4,0 a (0,6)	23	4,7 b (0,3)	18	4,6 b (0,3)	23	4,5 b (0,3)

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, σε κάθε γραμμή, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P < 0.05$, Duncan test).

Πίνακας 5. Διάρκεια ανάπτυξης (ημέρες) για το *C. septempunctata* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8 (οι αριθμοί στην παρένθεση, συμβολίζουν την τυπική απόκλιση SD). Το είδος τρέφονταν με αφίδες *M. persicae*.

Στάδια ζωής	Θερμοκρασία (°C)							
	14		17		20		23	
	Διάρκεια ανάπτυξης							
	n	Ημέρες	n	Ημέρες	n	Ημέρες	n	Ημέρες
Ωό	31	9,8 (1,4)	40	7,4 (0,8)	30	5,6 (1,0)	21	3,4 (0,8)
Προνύμφη	7	42,0 (5,1)	13	24,7 (1,2)	20	17,5 (1,9)	21	12,7 (0,6)
Νύμφη	7	20,1 (3,0)	13	13,7 (0,8)	20	9,7 (0,7)	21	6,0 (0,4)
Ωο-τέλειο	7	70,4 (7,1)	13	45,5 (1,7)	20	32,9 (1,6)	21	22,1 (1,0)

Πίνακας 6. Παράμετροι αύξησης για το *C. septempunctata* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8 (οι αριθμοί στην παρένθεση, συμβολίζουν την τυπική απόκλιση SD). Το είδος τρέφονταν με αφίδες *M. persicae*.

	Θερμοκρασία (°C)							
	14		17		20		23	
	Παράμετροι αύξησης							
Βάρος(mg)	7	18,2 a (3,0)	13	18,2a(1,9)	20	18,2 a (1,7)	21	17,3 a (1,5)
Πλάτος(mm)	7	4,07 ab (0,6)	13	4,02ab(0,2)	20	4,13 a(0,2)	21	4,3 b (0,4)
Μήκος(mm)	7	5,99 ab (0,3)	13	5,85a(0,3)	20	6,05ab(0,3)	21	6,12 b (0,2)

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα, σε κάθε γραμμή, διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά ($P < 0.05$, Duncan test).

Πίνακας 7 Αποτελέσματα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας για την επίδραση της θερμοκρασίας και του φύλου στο βάρος, το μήκος και το πλάτος ενηλίκων ατόμων των *H. convergens* και *C. septempunctata*.

Πηγή παραλλακτικότητας	DF	F			P		
		Βάρος	Μήκος	Πλάτος	Βάρος	Μήκος	Πλάτος
<i>H. convergens</i>							
Θερμοκρασία	3	4.5	12.1	4.3	<0.05	<0.05	<0.05
Φύλο	1	42.4	40.3	133.7	<0.05	<0.05	<0.05
Θερμοκρασίαx Φύλο	3	0.3	0.3	1.8	NS	NS	NS
Σφάλμα	68						
<i>C. septempunctata</i>							
Θερμοκρασία	3	0.4	3.6	3.1	NS	<0,05	<0,05
Φύλο	1	25.6	34.1	33.6	<0.05	<0.05	<0.05
Θερμοκρασίαx Φύλο	3	0.9	0.4	1.6	NS	NS	NS
Σφάλμα	53						

Από την Ανάλυση Παραλλακτικότητας προκύπτει ότι η επίδραση της θερμοκρασίας ήταν σημαντική στο μήκος και το πλάτος και των δυο Κολεοπτέρων, όμως όσον αφορά το βάρος, επέδρασε σημαντικά μόνο στο είδος *H. convergens* (Πίνακας 7).

Τα χαρακτηριστικά των ενηλίκων (βάρος, μήκος, πλάτος) του είδους *H. convergens* διέφεραν μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιών (Πίνακας 4). Το μέσο βάρος κυμάνθηκε από 6,5 mg στους 14 °C έως 7,7 mg στους 20 °C. Το βάρος που παρατηρήθηκε ήταν στατιστικώς μεγαλύτερο στους 17 και 20 °C απ'ότι στους 14 και 23 °C. Το μέσο μήκος και πλάτος των ενηλίκων ήταν στατιστικώς χαμηλότερο στους 14 °C απ'ότι στους 17, 20 και 23 °C. Το μήκος των ατόμων του *H. convergens* κυμάνθηκε μεταξύ 4 mm (14 °C) και 4,7 mm (17 °C), ενώ το πλάτος κυμάνθηκε μεταξύ 2,7 mm (14 °C) και 2,9 mm (17, 20 °C). Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των ενηλίκων του *C. septempunctata* το μέσο βάρος, με τιμές που κυμαινόταν μεταξύ 17,3 mg (23 °C) και 18,2 mg (14,17,20 °C), δε διέφερε σημαντικά μεταξύ των τεσσάρων θερμοκρασιών. Σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στο μέσο μήκος και πλάτος (Πίνακας 6). Συγκεκριμένα το πλάτος στους 23 °C ήταν στατιστικώς μεγαλύτερο

απ'ότι στους 20 °C, ενώ το μήκος ήταν στατιστικώς μεγαλύτερο στους 23 °C απ'ότι στους 17 °C.

Σημαντική ήταν η επίδραση του φύλου στα χαρακτηριστικά των ενηλίκων ατόμων του *H. convergens* και του *C. septempunctata*, αφού και στα δυο είδη τα ενήλικα θηλυκά είχαν σημαντικά υψηλότερο βάρος, μήκος και πλάτος από τα αρσενικά (Πίνακας 7).

Η κάτω ουδός ανάπτυξης (οι τιμές της θερμοκρασίας πάνω από τις οποίες μπορεί να υπάρξει ανάπτυξη), υπολογίστηκε για κάθε στάδιο ανάπτυξης και για τη συνολική ανάπτυξη (ωό έως ενήλικο) των δυο ειδών (Πίνακας 8). Η κάτω ουδός ανάπτυξης της νύμφης ήταν η υψηλότερη από όλες τις άλλες τιμές και βρισκόταν στους 11,8 °C για το *H. convergens*, και στους 11,5 °C για το *C. septempunctata*. Και στα δυο είδη η κάτω ουδός ανάπτυξης των αυγών ήταν χαμηλότερη από αυτή όλων των άλλων σταδίων, στους 9,7 °C για το *H. convergens* και στους 10,1 °C για το *C. septempunctata*. Ωστόσο στο *C. septempunctata* η διαφορά που βρέθηκε μεταξύ των αυγών ($D_{th}=10,1$ °C) και των προνυμφών ($D_{th}=10,3$ °C) ήταν σχετικά μικρή.

Πίνακας 8. Ουδός ανάπτυξης (D_{th}) και απαιτήσεις σε ημεροβαθμούς (DD) για τα Κολεόπτερα *H. convergens* και *C. septempunctata*.

Στάδιο ζωής	D_{th}	DD	Εξίσωση	R^2 (df)	P
<i>H. convergens</i>					
Ωό	9,7	43,9	$Y=-0.2218X+0.02277$	0,61 (1, 106)	<0.05
Προνύμφη	11,2	115,5	$Y=-0.0968X+0.00866$	0,89 (1, 74)	<0.05
Νύμφη	11,8	46,2	$Y=-0.2554X+0.02165$	0,81 (1, 74)	<0.05
Ωό-ενήλικο	11,0	212,9	$Y=-0.0516X+0.00470$	0,91 (1, 74)	<0.05
<i>C. septempunctata</i>					
Αυγό	10,1	46,4	$Y=-0.2188X+0.02157$	0,63 (1,118)	<0.05
Προνύμφη	10,3	162,6	$Y=-0.0636X+0.00615$	0,94 (1,59)	<0.05
Νύμφη	11,5	72,6	$Y=-0.1581X+0.01376$	0,89 (1,59)	<0.05
Ωό-ενήλικο	10,7	281,5	$Y=-0.0381X+0.00355$	0,95 (1,59)	<0.05

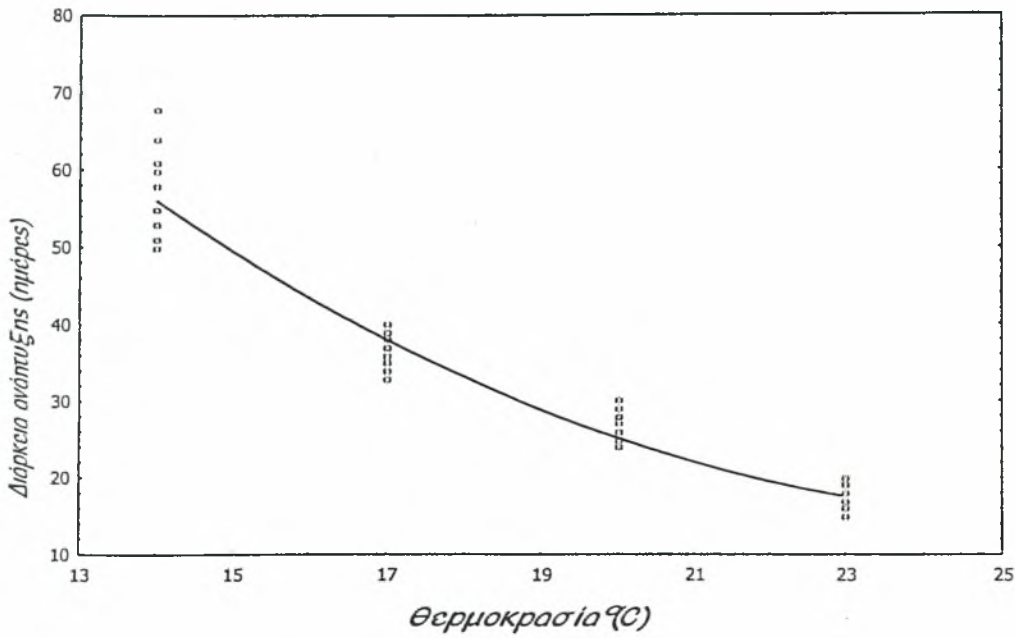
Οι απαιτήσεις σε ημεροβαθμούς προκειμένου το είδος *H. convergens* να συμπληρώσει την ανάπτυξη από το αυγό έως το ενήλικο βρέθηκε πως ήταν 213 DD πάνω από θερμοκρασία ανάπτυξης 11 °C. Η κάτω ουδός ανάπτυξης του *C.*

septempunctata βρέθηκε πως ήταν ελαφρώς χαμηλότερη (10,7 °C), όμως χρειαζόταν 282 DD για να ολοκληρωθεί η ανάπτυξή του. Αυτό παρατηρείται και στις καμπύλες της διάρκειας ανάπτυξης συναρτήσει της θερμοκρασίας (Σχήματα 3, 5).

Στο είδος *C. septempunctata* το 54% και το 70% των ενηλίκων ατόμων ήταν θηλυκά στους 17 και 20 °C, αντίστοιχα, όμως μόνο το 43% και το 29% ήταν θηλυκά στους 14 και 23 °C (Πίνακας 9). Στο είδος *H. convergens* υπήρχε επίσης διαφορά μεταξύ των θερμοκρασιών. Το υψηλότερο ποσοστό θηλυκών ατόμων παρατηρήθηκε στους 17 και 20 °C (48% και 50% ανάλογα), ενώ στους 14 και 23 °C τα θηλυκά αποτελούσαν κατ' αντιστοιχία το 33% και 35% του συνόλου. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων θερμοκρασιών, τόσο για το *H. convergens* ($\chi^2 = 3,69$, $p < 0,297$) όσο και για το *C. septempunctata* ($\chi^2 = 0,957$, $p < 0,811$).

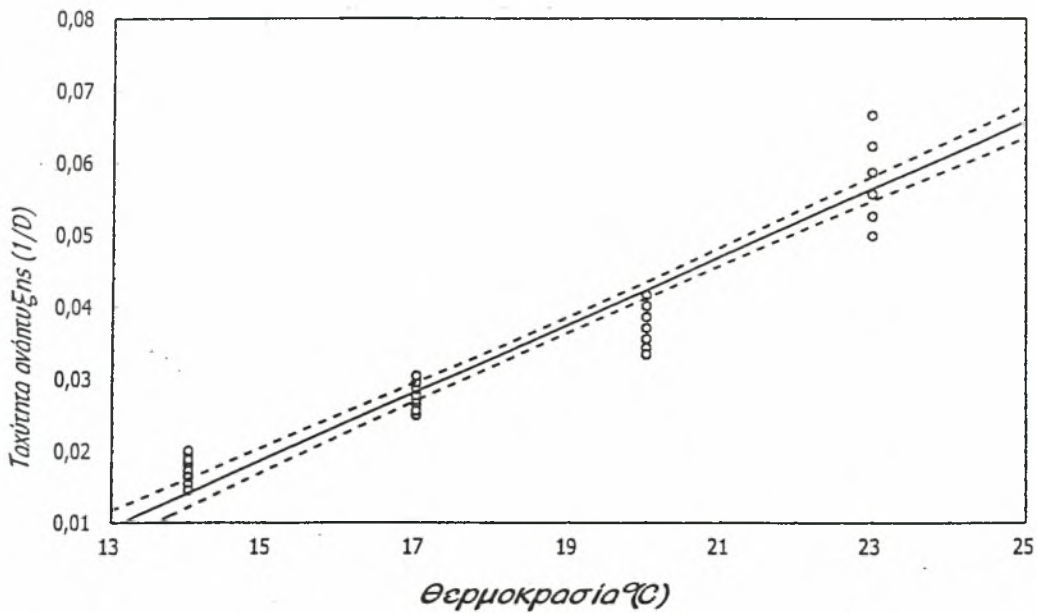
Πίνακας 9. Ποσοστό (%) θηλυκών και αρσενικών ατόμων των *C. septempunctata* και *H. convergens* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16: D8.

Θερμοκρασία (°C)	<i>C. septempunctata</i>		<i>H. convergens</i>	
	n	Θηλυκά (%)	n	Θηλυκά (%)
14	7	42,9	12	33,3
17	13	53,8	23	47,8
20	20	70,0	18	50,0
23	21	28,6	23	34,8
	$X^2=3,69$, $df=3$, $P<0,297$		$X^2=0,957$, $df=3$, $P<0,811$	

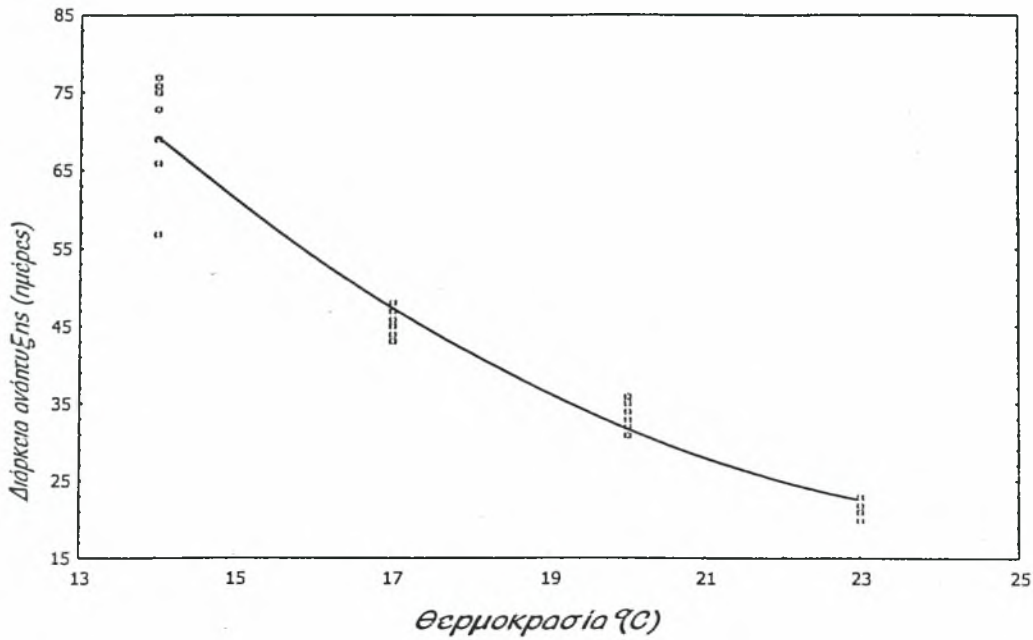


Σχήμα 3. Επίδραση της θερμοκρασίας στη διάρκεια προνυμφικής ανάπτυξης του είδους *H. convergens* που μελετήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες και 16:8(L:D).

$$y = -0,051612 + 0,004697x \quad R^2 = 0,915$$

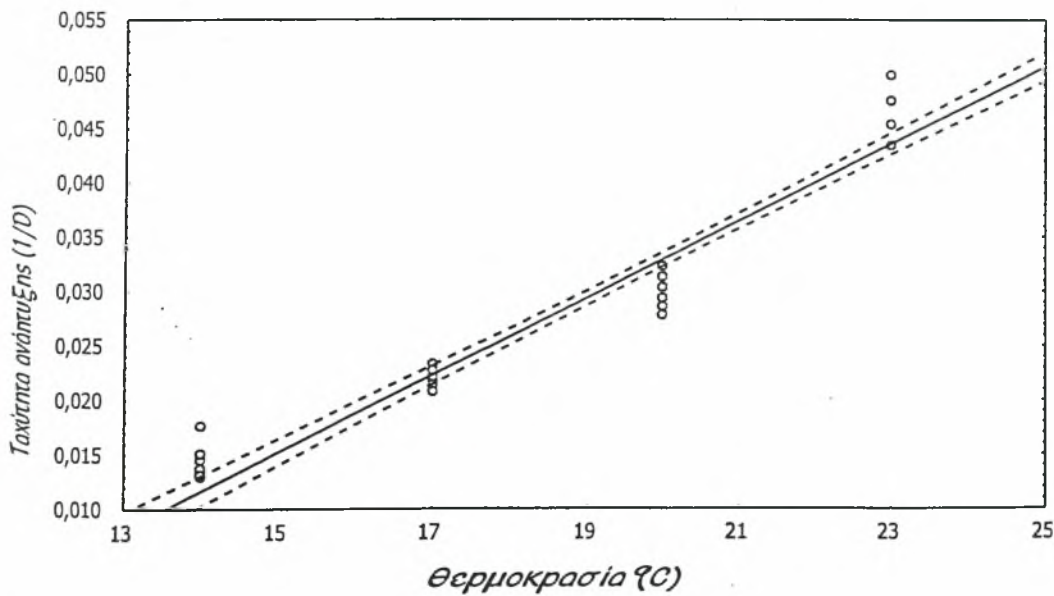


Σχήμα 4. Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό προνυμφικής ανάπτυξης του είδους *H. convergens* που μελετήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες και 16:8(L:D).



Σχήμα 5. Επίδραση της θερμοκρασίας στη διάρκεια προνυμφικής ανάπτυξης του είδους *C. septempunctata* που μελετήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες και 16:8(L:D).

$$y = -0,038108 + 0,003553x \quad R^2 = 0,948$$



Σχήμα 6. Επίδραση της θερμοκρασίας στο ρυθμό προνυμφικής ανάπτυξης του είδους *C. septempunctata* που μελετήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες και 16:8(L:D).

Κατανάλωση αφίδων: Η επίδραση της θερμοκρασίας και των προνυμφικών σταδίων στην κατανάλωση αφίδων ήταν σημαντική και στα δυο αρπακτικά. Η αλληλεπίδραση θερμοκρασία x προνυμφικό στάδιο ήταν επίσης σημαντική (Πίνακες 10,11).

Πίνακας 10. Αποτελέσματα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας για την επίδραση της θερμοκρασίας και των προνυμφικών σταδίων στην συνολική και ημερήσια κατανάλωση αφίδων από το *H. convergens*.

Πηγή Παραλλακτικότητας	df	Ημερήσια κατανάλωση αφίδων			Συνολική κατανάλωση αφίδων		
		MS Effect	F	P	MS Effect	F	P
Θερμοκρασία	3	1201,6	367,7	0,005	2521,4	65,1	0,005
Προνυμφικό στάδιο	3	629,2	192,6	0,005	15323,4	395,5	0,005
Θερμοκρασία X Προνυμφικό στάδιο	9	89,8	27,5	0,005	109,9	2,8	0,005
Σφάλμα	344						

Πίνακας 11. Αποτελέσματα της Ανάλυσης Παραλλακτικότητας για την επίδραση της θερμοκρασίας και των προνυμφικών σταδίων στην συνολική και ημερήσια κατανάλωση αφίδων από το *C. septempunctata*.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Df	Ημερήσια κατανάλωση αφίδων			Συνολική κατανάλωση αφίδων		
		MS Effect	F	P	MS Effect	F	P
Θερμοκρασία	3	877,1	236,1	0,005	6182,3	62,1	0,005
Προνυμφικό στάδιο	3	1018,6	274,2	0,005	43632,1	438,4	0,005
Θερμοκρασία X Προνυμφικό στάδιο	9	80,9	21,8	0,005	2684,4	27,0	0,005
Σφάλμα	228						

Η επίδραση της θερμοκρασίας στη συνολική και ημερήσια κατανάλωση αφίδων ήταν αρκετά όμοια και στα δυο είδη Coccinellidae. Και τα δυο Κολεόπτερα κατανάλωσαν σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό αφίδων κατά τη διάρκεια των προνυμφικών τους σταδίων στους 23 °C απ' ότι στις υπόλοιπες θερμοκρασίες (Πίνακες 12,14). Το *H. convergens* κατανάλωσε συνολικά 85,0 αφίδες στους 23 °C

και μόνο 46,2 αφίδες στους 17 °C. Το *C. septempunctata* στους 23°C έφαγε 157,7 αφίδες, ενώ στους 20 °C μόνο 108. Επιπρόσθετα, η μέση ημερήσια κατανάλωση αφίδων ήταν σημαντικά υψηλότερη στους 23 °C και στα δυο είδη. Στο *H. convergens* παρατηρήθηκε συνολική κατανάλωση 9,2 αφίδων στους 23 °C και μόλις 1,5 αφίδων στους 14 °C, ενώ η αντίστοιχη κατανάλωση του *C. septempunctata* ήταν 12,4 αφίδες στους 23 °C και 2,7 στους 14 °C (Πίνακες 13,15).

Διαφορές στην κατανάλωση των αφίδων βρέθηκαν μεταξύ των δυο ειδών, καθώς το *C. septempunctata* παρουσιάζει μεγαλύτερη συνολική και ημερήσια κατανάλωση αφίδων κατά τη διάρκεια των προνυμφικών του σταδίων από το *H. convergens* σε όλες τις εξεταζόμενες θερμοκρασίες (Πίνακες 12-15). Το *H. convergens* καταναλώνει 85,0 αφίδες κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής του και 9,2 αφίδες ανα ημέρα στους 23 °C. Η συνολική και ημερήσια κατανάλωση αφίδων για το *C. septempunctata* στους 23 °C είναι 157,7 και 12,4 αφίδες αντίστοιχα.

Η κατανάλωση αφίδων διέφερε μεταξύ των τεσσάρων προνυμφικών σταδίων και στα δυο είδη. Το τέταρτο προνυμφικό στάδιο κατανάλωσε σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό αφίδων σε όλες τις θερμοκρασίες (Πίνακες 12-15). Στους 17°C η συνολική κατανάλωση αφίδων του είδους *C. septempunctata* ήταν 3,5 αφίδες στο πρώτο προνυμφικό στάδιο και 88,5 αφίδες στο τέταρτο. Στους 20 °C το *H. convergens* κατανάλωσε 1,8 αφίδες στο πρώτο προνυμφικό στάδιο και 32 αφίδες στο τέταρτο. Η ημερήσια κατανάλωση του *C. septempunctata* στους 23 °C ήταν 2,3 αφίδες στο πρώτο προνυμφικό στάδιο και 19,6 στο τέταρτο. Στην ίδια θερμοκρασία το *H. convergens* παρουσίασε ημερήσια κατανάλωση 16 αφίδων στο τέταρτο προνυμφικό στάδιο και μόνο 3,4 στο πρώτο.

Η μέση κατανάλωση αφίδων από ενήλικα θηλυκά άτομα του είδους *H. convergens* κυμάνθηκε από 129 έως 139 αφίδες ανα εβδομάδα στους 23 °C, ενώ ο αριθμός των παραγομένων αυγών ανα εβδομάδα στην ίδια θερμοκρασία κυμάνθηκε από 86 έως 110 (Πίνακας 16). Η μέση κατανάλωση των αρσενικών κυμάνθηκε από 87 έως 88 αφίδες (Πίνακας 17).

Πίνακας 12. Μέσος συνολικός αριθμός (SD) ενήλικων άπτερων παρθενογενετικών ατόμων του *M. persicae* που καταναλώθηκαν από προνύμφες του *H. convergens* οι οποίες αναπτύχθηκαν σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8.

Προνυμφικά στάδια	Θερμοκρασία							
	n	14°C	n	17°C	n	20°C	n	23°C
L1	12	2,1 (1,8) aA	23	2,7 (1,5) aA	18	1,8 (1,6) aA	23	7,2 (3,5) bA
L2	12	4,5 (2,4) aAB	23	4,6 (1,9) aA	18	4,3 (3,3) aA	23	12,0 (5,8) bB
L3	12	9,0 (4,6) aB	23	8,5 (2,4) aB	18	10,9 (4,8) aB	23	21,0 (8,0) bC
L4	12	31,0 (9,6) aC	23	30,4 (9,1) aC	18	32,0 (8,9) aC	23	45,0 (9,0) bD
Σύνολο		46,8 (13,0) a		46,2 (11,2) a		49,4 (14,2) a		85,0 (12,0) b

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό μικρό γράμμα στις γραμμές και από διαφορετικό κεφαλαίο γράμμα στις στήλες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0.05$, Duncan test).

Πίνακας 13. Μέση ημερήσια κατανάλωση (SD) ενήλικων άπτερων παρθενογενετικών θηλυκών του *M. persicae* που καταναλώθηκαν από προνύμφες του *H. convergens* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8.

Προνυμφικά στάδια	Θερμοκρασία							
	n	14°C	n	17°C	n	20°C	n	23°C
L1	12	0,2 (0,1) aA	23	0,5 (0,3) aA	18	0,4 (0,3) aA	23	3,4 (1,4) bA
L2	12	0,7 (0,4) aA	23	1,1 (0,5) aB	18	1,5 (1,1) aB	23	5,2 (2,2) bB
L3	12	1,4 (0,8) aB	23	2,1 (0,7) aC	18	3,7 (1,5) bC	23	11,0 (3,4) cC
L4	12	2,9 (1,2) aC	23	5,1 (1,5) bD	18	6,8 (1,9) cD	23	16,0 (1,9) dD
Σύνολο		1,5 (0,6) a		2,3 (0,6) b		3,1 (0,8) c		9,2 (1,2) d

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό μικρό γράμμα στις γραμμές και από διαφορετικό κεφαλαίο γράμμα στις στήλες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0.05$, Duncan test).

Πίνακας 14. Μέσος συνολικός αριθμός (SD) ενήλικων άπτερων παρθενογενετικών θηλυκών του *M. persicae* που καταναλώθηκαν από προνύμφες του *C. septempunctata* σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες και L16 : D8.

Προνυμφικά στάδια	Θερμοκρασία							
	n	14°C	n	17°C	n	20°C	n	23°C
L1	7	3,4 (1,6) aA	13	3,5(1,3)aA	20	3,5 (1,9) aA	21	7,1 (2,6) bA
L2	7	7,0 (5,2) aA	13	8(2,4)aB	20	8,3 (8,4) aA	21	15,6 (4,2) bB
L3	7	16,0 (3,1) aB	13	22,4(4,2)aC	20	23,8 (9,6) aB	21	34,8 (13,0) bC
L4	7	85,7 (18,1) aB	13	88,5(9,7)bD	20	72,1 (21,5) cC	21	100,2 (15,7) dD
Σύνολο	7	112,0 (20,4) a	13	122(9,2)a	20	108,0 (21,0) a	21	157,7 (23,7) b

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

Πίνακας 15. Μέση ημερήσια κατανάλωση (SD) ενήλικων άπτερων παρθενογενετικών θηλυκών του *M. persicae* που καταναλώθηκαν από προνύμφες του *C. septempunctata* σε τέσσερις σταθερές θερμοκρασίες και L16 : D8.

Προνυμφικά στάδια	Θερμοκρασία							
	n	14°C	n	17°C	n	20°C	n	23°C
L1	7	0,3 (0,1) aA	13	0,78(0,3)Aa	20	0,8 (0,5) aA	21	2,3 (0,8) bA
L2	7	1,0 (0,7) aB	13	1,84(0,5)aB	20	2,3 (1,4) aB	21	7,7 (1,8) bB
L3	7	1,8 (0,4) aC	13	4,44(0,7)aC	20	6,7 (3,1) bC	21	14,1 (3,8) cC
L4	7	5,6 (0,9) aD	13	8,5(1,1)bD	20	11,7 (2,2) cD	21	19,6 (2,5) dD
Σύνολο	7	2,7 (0,4) a	13	5,0(0,4)a	20	6,2 (1,0) b	21	12,4 (1,8) c

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

Πίνακας 16. Εβδομαδιαία ωοπαραγωγή και κατανάλωση αφίδων από θηλυκά άτομα του είδους *H. convergens* σε θερμοκρασία 23°C και L16 : D8.

<u>Επανάληψη 1^η</u>										Σύνολο
Εβδομάδα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Κατανάλωση αφίδων	107	107	144	150	134	150	147	156	153	1248
Ωοτοκία	38	112	127	101	124	122	147	96	122	989
<u>Επανάληψη 2^η</u>										Σύνολο
Εβδομάδα	1	2	3	4	5					
Κατανάλωση αφίδων	96	143	152	141	112					644
Ωοτοκία	84	104	144	63	33					428

Πίνακας 17: Εβδομαδιαία κατανάλωση αφίδων από αρσενικά άτομα του είδους *H. convergens* σε θερμοκρασία 23°C και L16 : D8.

<u>Επανάληψη 1^η</u>						Σύνολο
Εβδομάδα	1	2	3	4	5	
Κατανάλωση αφίδων	128	112	21			261
<u>Επανάληψη 2^η</u>						Σύνολο
Εβδομάδα	1	2	3	4	5	
Κατανάλωση αφίδων	88					88

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης των ειδών *H. convergens* και *C. septempunctata* βρέθηκε πως η θερμοκρασία επηρεάζει με διαφορετικό τρόπο τις διάφορες παραμέτρους ζωής των δυο αυτών αρπακτικών. Επίσης, διαφορετική είναι η επίδραση της θερμοκρασίας στα στάδια ανάπτυξης του κάθε είδους.

Η θνησιμότητα σε όλα τα στάδια της ζωής και των δυο ειδών ήταν μεγαλύτερη στις χαμηλότερες θερμοκρασίες και κυρίως στους 14 °C. Διαφορές βρέθηκαν ανάμεσα στη θνησιμότητα των αυγών, των προνυμφών και των νυμφών σε κάθε θερμοκρασία.

Η θνησιμότητα του είδους *H. convergens* στους 14 °C ήταν σχετικά υψηλή. Ωστόσο ένας αριθμός εντόμων κατάφερε να συμπληρώσει πλήρως το βιολογικό του κύκλο. Αντιθέτως, στο αφιδοφάγο Κολεόπτερο της εύκρατης ζώνης *Coccinella trifasciata* καμία προνύμφη δεν επέζησε πέραν του τρίτου προνυμφικού σταδίου στους 14 °C. Η μικρότερη θερμοκρασία στην οποία οι προνύμφες συμπλήρωσαν την ανάπτυξή τους, σύμφωνα με την ίδια μελέτη, ήταν οι 18 °C (Miller & LaMana 1995). Στο στάδιο του αυγού η θνησιμότητα του *H. convergens* ήταν πολύ μεγάλη (85%) και αυτό μπορεί να αποτελέσει έναν περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη του πληθυσμού σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών, νωρίς στην καλλιεργητική περίοδο.

Το είδος *C. septempunctata* παρουσιάζει σχετικά χαμηλότερα ποσοστά επιβίωσης στους 14 °C, όμως η θνησιμότητα των αυγών του είναι αρκετά μικρότερη. Τα μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας παρατηρήθηκαν στο στάδιο του αυγού και στα πρώτα προνυμφικά στάδια όπου τα έντομα είναι πιο ευαίσθητα στις δυσμενείς για την ανάπτυξή τους συνθήκες. Οι 23 °C φαίνεται πως είναι η άριστη από τις τέσσερις εξεταζόμενες θερμοκρασίες των 14, 17, 20 και 23 °C, για την ανάπτυξη και των δυο αρπακτικών, καθώς σε αυτή τη θερμοκρασία το *C. septempunctata* παρουσιάζει μηδενική προνυμφική και νυμφική θνησιμότητα, ενώ το *H. convergens* έχει μηδενική θνησιμότητα σε όλα τα προνυμφικά στάδια, εκτός από το πρώτο. Το τελευταίο, παρουσιάζει μηδενική νυμφική θνησιμότητα στους 17 °C. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Miller (1992) το είδος *H. convergens* παρουσιάζει 83% θνησιμότητα στους 17 °C. Στην παρούσα μελέτη υψηλότερη θνησιμότητα και των δυο αρπακτικών παρατηρήθηκε στους 14 °C, δηλαδή στη θερμοκρασία που βρίσκεται πιο κοντά στην κάτω ουδό ανάπτυξης των εντόμων. Αυτό συμβαδίζει με όσα έχουν

βρεθεί από παρόμοιες μελέτες αφιδοφάγων ειδών της εύκρατης ζώνης, όπως το είδος *Hippodamia parenthesis*, που παρουσιάζει υψηλή θνησιμότητα 14 °C (Ott & Obrycki 1990). Εξαίρεση αποτελούν τα είδη *Calvia quatuordecimguttata* και *Eriopsis connexa*, τα οποία προσαρμόζονται σε χαμηλές θερμοκρασίες και παρουσιάζουν χαμηλή θνησιμότητα στους 14 °C που κυμαίνεται από 7,8 έως 25% (LaMana & Miller 1995).

Με βάση τα αποτελέσματα που προηγήθηκαν, είναι γνωστός ο μέσος συνολικός αριθμός αυγών που γεννά ένα θηλυκό έντομο του είδους *H. convergens* στους 23 °C κατά τη διάρκεια της ενήλικης ζωής του (708). Επίσης γνωρίζουμε την κατανάλωση αφίδων του είδους *M. persicae* και τη θνησιμότητα συναρτήσει του αρχικού αριθμού των αυγών, κάθε προνυμφικού σταδίου του εντόμου αυτού. Έτσι, είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η συνολική κατανάλωση αφίδων των εντόμων, τα οποία επιβιώνουν από τα αρχικά αυγά που γεννήθηκαν, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

		Θνησιμότητα	Άτομα που επιβιώνουν	Ατομική κατανάλωση αφίδων	Συνολική κατανάλωση αφίδων
Αυγά	708	x 85 %	= 106	-	-
L1	106	x 18,3 %	= 87	x 7,2	= 626
L2	87	x 9,1 %	= 79	x 12,0	= 948
L3	79	x 4,7 %	= 75	x 21,0	= 1575
L4	75	x 1,8 %	= 74	x 45,0	= 3330
Σύνολο					6479

* Με L1-L4 συμβολίζονται τα τέσσερα προνυμφικά στάδια.

Ο χρόνος που απαιτήθηκε για να ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους τα δυο αρπακτικά Κολεόπτερα ήταν μεγαλύτερος στις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Η ανάπτυξη των προνυμφών αποτελούσε το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής ανάπτυξης. Μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης παρατηρήθηκε στους 23 °C και για τα δυο Κολεόπτερα. Γενικά το πρότυπο της ανάπτυξης των σταδίων ζωής των εντόμων αυτών, είναι παρόμοιο με αυτό άλλων αφιδοφάγων Κολεοπτέρων. Συγκεκριμένα έχει βρεθεί, ότι παρόμοιο χρόνο για την ολοκλήρωση της ανάπτυξης με το είδος *H. convergens*, παρουσιάζουν τα είδη *Coccinella trifasciata* Le Conte και *Scymnus frontalis* που προσαρμόζονται σε θερμά κλίματα (Miller & LaMana 1995). Το είδος *C. septempunctata* χρειάζεται περισσότερες ημέρες από το *H. convergens* για την ολοκλήρωση της ανάπτυξής του σε όλες τις θερμοκρασίες. Αυτό σημαίνει πως παρά

το γεγονός ότι και τα δύο είδη προσαρμόζονται σε περιοχές της εύκρατης ζώνης, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες η προνυμφική ανάπτυξη του *H. convergens* θα ήταν πιο γρήγορη.

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι ενδιάμεσες θερμοκρασίες (17, 20°C) ευνοούν την αύξηση του *H. convergens* σε βάρος, μήκος και πλάτος. Συνεπώς ευνοούν την καλύτερη επιβίωσή του καθώς για έναν αριθμό εντόμων το αυξημένο μέγεθος αυξάνει την ανταγωνιστική ικανότητα και σχετίζεται ευνοϊκά με τη γονιμότητα (Dixon & Guo 1993), με την ικανότητα πτήσης, την αντοχή σε δυσμενείς γενικά συνθήκες, όπως και γενικά με τη μακροζωία (Honek 1997). Το βάρος του *C. septempunctata* δε διέφερε μεταξύ των εξεταζομένων θερμοκρασιών, κάτι που επίσης ισχύει για τα είδη *C. quatuordecimguttata* (LaMana & Miller 1995) και *Coccinella trifasciata* LeConte (Miller & LaMana 1995). Συνεπώς, το είδος *C. septempunctata* πλεονεκτεί νωρίς στην καλλιεργητική περίοδο, εφ' όσον αποκτά ικανοποιητικό βάρος ακόμα και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και συνεπώς προσαρμόζεται καλύτερα. Επίσης μπορεί να είναι ενεργό σε ποικιλία συνθηκών.

Η διάρκεια ανάπτυξης καθενός από τα δυο εξεταζόμενα Κολεόπτερα συναρτήσει της θερμοκρασίας παριστάνεται γραφικά με τη μορφή μιας καμπύλης υπερβολής (Σχήματα 3, 5). Η ταχύτητα ανάπτυξης, που είναι το αντίστροφο της διάρκειας ανάπτυξης, παρουσιάζεται ως μια σχέση σχεδόν γραμμική και δείχνει ότι ο ρυθμός ανάπτυξης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, μέσα στα όρια των τεσσάρων εξεταζομένων θερμοκρασιών (Σχήματα 4, 6).

Το είδος *C. septempunctata* απαιτεί 282 DD πάνω από μια θερμοκρασία 10,7°C για να ολοκληρώσει την ανάπτυξη από το αυγό έως το ενήλικο, ενώ το *H. convergens* απαιτεί 213 DD πάνω από τους 11 °C. Στο *C. septempunctata* οι λίγο μεγαλύτερες απαιτήσεις σε ημεροβαθμούς αντισταθμίζονται μερικώς έχοντας χαμηλότερες θερμοκρασιακές απαιτήσεις για ανάπτυξη.

Στη Β. Αμερική, το *H. convergens* απαιτεί για την ολοκλήρωση της ανάπτυξής του, 228 DD πάνω από τους 12,5 °C (Miller 1992). Ενώ το *C. septempunctata* απαιτεί 197 DD πάνω από τους 12,1 °C, σύμφωνα με τα ευρήματα των Obrycki & Tauber (1991). Οι θερμοκρασίες που απαιτούν τα είδη αυτά για την ανάπτυξή τους στην Αμερική, είναι παραπλήσιες με αυτές που βρέθηκαν, σύμφωνα με την παρούσα εργασία, πως χρειάζονται για να αναπτυχθούν στην Ελλάδα. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι η περιοχή του Oregon της Β. Αμερικής, όπου έγιναν τα πειράματα, και η περιοχή της Θεσσαλίας έχουν παρόμοιο γεωγραφικό πλάτος και

κατά συνέπεια οι κλιματικές συνθήκες προσαρμογής των εντόμων ήταν παρόμοιες. Οι παρατηρούμενες διαφορές είναι δυνατό να οφείλονται στο ότι οι πληθυσμοί που εξετάζονται είναι διαφορετικοί αφού έχουν εξελιχθεί σε διαφορετικές περιοχές, στις οποίες η επίδραση του περιβάλλοντός και το είδος της διατροφής υπήρξαν ανόμοια. Επιπλέον παρατηρείται πως και στις δυο χώρες το *C. septempunctata* παρουσιάζει χαμηλότερη ουδό ανάπτυξης από το *H. convergens*, ενώ η διαφορά μεταξύ των απαιτήσεών τους ήταν η ίδια και στις δυο περιπτώσεις (0,3-0,4 °C). Έτσι είναι εμφανές πως παρά τις όποιες διαφορές υπάρχουν μεταξύ των εξεταζομένων πληθυσμών κάποια γνωρίσματά τους διατηρούνται σταθερά και τους χαρακτηρίζουν. Τα γνωρίσματα αυτά, που όπως φαίνεται έχουν γενετική βάση, είναι πιθανό να προέρχονται από τους αρχέγονους πληθυσμούς, οι οποίοι αποτέλεσαν την πηγή όλων των πληθυσμών που έπειτα εξαπλώθηκαν στις διάφορες ηπείρους.

Οι Wells & Mcpherson (1999), οι οποίοι μελέτησαν την εποχιακή αφθονία τριών ειδών Coccinellidae στον καπνό (*Nicotiana tabacum* L.), στην πολιτεία Georgia των Η.Π.Α. παρατήρησαν ότι το είδος *H. convergens* ήταν παρών από τα μέσα Μαΐου, όταν οι αφίδες του καπνού αποίκιζαν την καλλιέργεια, μέχρι αργά τον Ιούλιο. Αντίθετα το είδος *C. septempunctata* παρουσίαζε μεγαλύτερη αφθονία νωρίς στην περίοδο και διατηρούσε χαμηλούς πληθυσμούς κατά τη διάρκεια του Ιουνίου και του Ιουλίου. Τα συμπεράσματα αυτά συμφωνούν με όσα παρατηρούνται στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας κατά τη διάρκεια των διαφόρων δειγματοληψιών που γίνονται. Στην περιοχή αυτή, το είδος *C. septempunctata* εμφανίζεται νωρίτερα από το *H. convergens* την Άνοιξη.

Τα παραπάνω υποστηρίζουν τα ευρήματα της παρούσας μελέτης σχετικά με την ικανότητα του *C. septempunctata* να αποδίδει καλύτερα στις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Η μεγαλύτερη αφθονία του *C. septempunctata* στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου υποδηλώνει μια ταχύτερη περάτωση της διάπαυσης, ενώ η μείωση του πληθυσμού του αργότερα πιθανώς σημαίνει ότι μετακινείται σε άλλες καλλιέργειες, πριν από το *H. convergens* (Wells & Mcpherson 1999).

Τα ποσοστά των θηλυκών ατόμων παρουσίασαν διακυμάνσεις μεταξύ των θερμοκρασιών. Οι ενδιάμεσες θερμοκρασίες των 17 και 20 °C φάνηκε να ευνοούν την παραγωγή θηλυκών και στα δυο είδη. Ωστόσο, αν και υπάρχει κάποια επίδραση της θερμοκρασίας, οι διαφορές μεταξύ των τεσσάρων θερμοκρασιών δε βρέθηκαν σημαντικές. Αυτό σημαίνει πως ο ρυθμός πολλαπλασιασμού, στο βαθμό που

εξαρτάται από την αναλογία αρσενικών και θηλυκών, είναι το ίδιο έντονος στο εύρος των θερμοκρασιών που εξετάστηκαν.

Και τα δυο Κολεόπτερα κατανάλωσαν μεγαλύτερο αριθμό αφίδων κατά τη διάρκεια των προνυμφικών τους σταδίων στους 23 °C. Η αύξηση της κατανάλωσης ήταν σταδιακή από τους 14 °C στους 23 °C. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα αρπακτικά που αναπτύσσονται σε χαμηλές θερμοκρασίες παρουσιάζουν χαμηλότερους ρυθμούς μεταβολισμού, ενώ αυτά στις υψηλότερες θερμοκρασίες έχουν έναν υψηλότερο μεταβολισμό. Επιπλέον, η θρεπτική ποιότητα των αφίδων μπορεί να μεταβάλλεται, ανάλογα με τη θερμοκρασία και να επηρεάζει με τον τρόπο αυτό την ανάπτυξη των Κολεοπτέρων. Το βάρος των ενήλικων αφίδων, το οποίο συνδέεται άμεσα με τη θρεπτική τους αξία, έχει βρεθεί πως αυξάνεται προοδευτικά με τη θερμοκρασία μεταξύ 11,5 και 23,5 °C (Tsitsipis & Mittler 1976). Συνεπώς οι χαμηλές θερμοκρασίες δρουν αρνητικά στη βελτίωση της θρεπτικής ποιότητας των αφίδων.

Το είδος *C. septempunctata* συγκρινόμενο με το *H. convergens* βρέθηκε πως καταναλώνει σχεδόν το διπλάσιο αριθμό αφίδων σε όλες τις εξεταζόμενες θερμοκρασίες. Συνεπώς η ανάπτυξή του ευνοείται σε περιόδους που υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί αφίδων που παρασιτούν τα φυτά. Έτσι σε περιβάλλοντα με μικρό αριθμό αφίδων το *H. convergens* ικανοποιεί τις απαιτήσεις του και αποκτά ένα ικανοποιητικό μέγεθος, ενώ το *C. septempunctata* μπορεί να αντιμετωπίσει πρόβλημα ολοκλήρωσης του βιολογικού του κύκλου. Επομένως όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες στον αγρό είναι ευνοϊκές και για τα δυο είδη, το *H. convergens* θα είναι πιο αποτελεσματικό για τις πρώιμες προσβολές, ενώ το *C. septempunctata* αργότερα όταν ο πληθυσμός των αφίδων στα προσβεβλημένα φυτά θα είναι μεγάλος. Η άποψη αυτή υποστηρίζεται και από τους Norowi & Semtner (1990), που βρήκαν ότι το είδος *H. convergens* είναι ικανό να περιορίζει τους πληθυσμούς των αφίδων του καπνού κατά τη διάρκεια των πρώτων σαράντα ημερών από την εγκατάστασή τους. Οι πληθυσμοί και των δυο ειδών φαίνονται ικανοί να επιβιώσουν όταν οι πληθυσμοί των αφίδων είναι σε χαμηλά επίπεδα (Wells & McPherson 1999), όμως ο συγχρονισμός των αρπακτικών με τον άριστο για κάθε είδος αριθμό αφίδων, είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που καθορίζουν την αποδοτικότητα του κάθε αρπακτικού (Hagen & van den Bosch 1968).

Και στα δυο Κολεόπτερα ο ρυθμός αρπακτικότητας, κατά τη διάρκεια της προνυμφικής ανάπτυξης, ήταν σημαντικά μεγαλύτερος για τις προνύμφες τετάρτου

σταδίου. Η ημερήσια κατανάλωση αφίδων ήταν αρκετά μικρότερη στα δυο πρώτα προνυμφικά στάδια. Το τρίτο στάδιο παρουσίασε αύξηση της κατανάλωσης, η οποία σχεδόν διπλασιαζόταν για τις προνύμφες τετάρτου σταδίου.

Η συνολική κατανάλωση αφίδων ήταν επίσης σημαντικά μεγαλύτερη στο τέταρτο προνυμφικό στάδιο και των δυο Coccinellidae. Οι διαφορές μεταξύ των τεσσάρων σταδίων ήταν αρκετά μεγάλες και παρουσιάστηκε σταδιακή αύξηση της κατανάλωσης. Στους 23 °C παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη διαφορά κατανάλωσης αφίδων μεταξύ του πρώτου και του τετάρτου προνυμφικού σταδίου για τα δυο εξεταζόμενα έντομα.

Συγκρίνοντας τη συνολική προνυμφική κατανάλωση αφίδων του *H. convergens* στους 23°C (85 αφίδες), και την κατανάλωση των ενηλίκων θηλυκών (644-1248 αφίδες) αλλά και αρσενικών ατόμων (88-261), βλέπουμε ότι οι προνύμφες κατανάλωσαν σημαντικά λιγότερες αφίδες. Η ερμηνεία αυτού είναι ότι τα τέλεια άτομα του *H. convergens* είναι πιο αποτελεσματικά από τις προνύμφες στον περιορισμό των πληθυσμών των αφίδων του καπνού στο χωράφι όταν αυτοί είναι υψηλοί. Η διαφορά αυτή πιθανώς οφείλεται στο ότι οι προνύμφες χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να παγιδεύσουν τις αφίδες, αν και υπερτερούν όσον αφορά την ικανότητά τους να τις αναζητούν, κάτι που βέβαια δεν έχει και τόση σημασία όταν οι πληθυσμοί των αφίδων είναι μεγάλοι και πυκνοί. Τα τέλεια είναι πιθανό να εμφανίζουν μεγαλύτερο βαθμό αφομοίωσης (χώνεψης) αφίδων, ενώ η μεγαλύτερη ευκινησία τους μάλλον δεν είχε σημαντική επίδραση στην κατανάλωση αφίδων, αφού οι αφίδες ήταν συγκεντρωμένες στο φύλλο που χρησιμοποιούνταν για το πείραμα (Wells & McPherson 1999).

Με βάση τα αποτελέσματα των δυο ζευγαριών του *H. convergens* που παρατηρήθηκαν, φαίνεται πως η κατανάλωση αφίδων και ο ρυθμός ωοτοκίας των θηλυκών παραμένουν σταθερά σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Επομένως τα άτομα που ζούν περισσότερο, συμβάλλουν στην περαιτέρω μείωση του πληθυσμού των αφίδων και αύξηση του πληθυσμού των αρπακτικών.

Επιπλέον τα αρσενικά κατανάλωσαν πολύ μικρότερο αριθμό αφίδων από τα θηλυκά, κάτι που εν μέρει εξηγείται από το ότι τα θηλυκά τρέφονται περισσότερο προκειμένου να γεννήσουν. Ο χρόνος ζωής των αρσενικών παρουσιάστηκε μικρότερος. Πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα αυτά είναι μόνο ενδεικτικά της πραγματικής κατάστασης, καθώς η πιθανότητα πειραματικού σφάλματος είναι

μεγάλη λόγω του μικρού αριθμού επαναλήψεων. Προκειμένου τα συμπεράσματά μας να είναι απολύτως έγκυρα απαιτείται συνέχιση της έρευνας.

Εφόσον οι μεταχειρήσεις που δέχθηκαν τα δύο είδη αρπακτικών ήταν οι ίδιες, συμπεραίνουμε ότι οι διαφορές που βρέθηκαν μεταξύ τους έχουν γενετική βάση. Έτσι γνωρίζοντας τις διαφορές της οικολογίας των αρπακτικών αυτών, μπορούμε να προβλέψουμε τι είναι πιθανό να συμβεί στον αγρό, ανάλογα με τις επικρατούσες κάθε φορά συνθήκες.

Συμπερασματικά, στηριζόμενοι στην εργασία αυτή παρατηρήσαμε διαφορές αλλά και ομοιότητες μεταξύ των δύο ειδών αρπακτικών που μελετήθηκαν. Αξίζει να επισημάνουμε ότι : 1) Το είδος *H. convergens* έχει μικρότερο κύκλο ζωής και απαιτεί λιγότερες ημεροβαθμούς για ανάπτυξη. Συνεπώς κάτω από ευνοϊκές και για τα δυο είδη συνθήκες, η προνυμφική του ανάπτυξη είναι ταχύτερη.

2) Το είδος *C. septempunctata* καταναλώνει πολύ μεγαλύτερο αριθμό αφίδων από το *H. convergens*.

3) Το είδος *C. septempunctata* χάρη στη χαμηλή θνησιμότητα των αυγών στους 14 °C και στην ικανότητα απόκτησης ικανοποιητικού βάρους σε χαμηλές θερμοκρασίες (νωρίς την Άνοιξη), είναι δυνατόν να επικρατήσει κάτω από συνθήκες πίεσης επιλογής για καλύτερη ανάπτυξη σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Ωστόσο, το ότι αναπτύσσεται καλύτερα σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, δε συνεπάγεται και υπεροχή στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά. Συνεπώς ακόμα και αν αρχικά επικρατήσει είναι δυνατόν σε κάποιο επόμενο στάδιο να ανταπεξέλθουν καλύτερα άλλα είδη, με μεγαλύτερη ικανότητα ανταγωνισμού.

Γενικά και τα δύο είδη αρπακτικών μπορεί να παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο του πληθυσμού των αφίδων στον καπνό, αφού είναι ικανά να καταναλώσουν ένα μεγάλο αριθμό αφίδων κάτω από κατάλληλες συνθήκες.

Πολλοί βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες, εκτός από τις απαιτήσεις σε θερμοκρασία και διατροφή είναι δυνατόν να επηρεάσουν την αποδοτικότητα των δύο αυτών Κολεοπτέρων, ως παράγοντες ελέγχου των πληθυσμών των αφίδων στον καπνό. Για παράδειγμα η ικανότητα αναζήτησης αφίδων σε φυσικές συνθήκες, είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με αυτήν του εργαστηρίου λόγω της διασποράς των αφίδων στα φύλλα, της ύπαρξης άλλων αρπακτικών ή λόγω της μορφολογίας των φυτών που μπορεί να δημιουργούν φυσικά εμπόδια.

Το απλοποιημένο περιβάλλον που δημιουργήσαμε στις συνθήκες του εργαστηρίου, δε μας προσφέρει μια ακριβή εκτίμηση της αρπακτικής ικανότητας των

δύο εξεταζομένων Κολεοπτέρων κάτω από φυσικές συνθήκες αγρού, συνεπώς απαιτείται περαιτέρω μελέτη. Ενδεχομένως θα ήταν χρήσιμο να εξετασθούν και υψηλότερες θερμοκρασίες από τις μελετηθείσες, αφού αποτελούν συνθήκες που επικρατούν στον αγρό. Οι θερμοκρασίες που επιλέχθησαν για την παρούσα εργασία, αποτελούν μόνο μια συμβολή στη γενικότερη μελέτη. Η καλύτερη κατανόηση της δυναμικής των πληθυσμών των αρπακτικών και της αλληλεπίδρασής τους με τα επιζήμια έντομα, θα συμβάλλει στην πρόοδο των προγραμμάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εχθρών του καπνού και κυρίως θα μας βοηθήσει να εκτιμήσουμε την πραγματική επίδραση που ασκούν τα αρπακτικά αυτά στις αφίδες του καπνού στον αγρό.

5. Abstract

Predatory Coccinellids are a key factor influencing aphid populations. Numerous species of aphidophagous lady-beetles such as the Convergent Lady Beetle and the Sevenspotted Lady Beetle, are prominent natural enemies in many agroecosystems.

In the present study, the life history characteristics of the two Coccinellid species, *Coccinella septempunctata* L. and *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville were examined at four constant temperatures (14, 17, 20, 23 °C) and 16:8 (L:D) feeding on a red clone of the tobacco aphid *Myzus persicae* (Sulzer).

The oviposition and the aphid consumption during the adult lifetime of *H. convergens* under the same conditions at 23 °C were studied. The results are considered to be only indicative because of the small number of replicates.

The life parameters of preimaginal development that were examined for both species were egg hatching, survival, developmental time and aphid consumption.

Based on the results of this study, it seems that *C. septempunctata* may be more tolerant on early season conditions than *H. convergens*, since it suffers from a lower egg mortality at 14 °C and attained equivalent mass at different temperatures. *H. convergens* requires 213 DD (Degree- Days) above a lower developmental threshold of 11 °C to complete preimaginal development, while *C. septempunctata* requires 282 DD above a temperature of 10.7 °C.

Egg, larval and pupal mortality were relatively high at 14°C and relative low at temperatures between 17 and 23 °C for both Coccinellid species. Total preimaginal development of *H. convergens* was faster at all temperatures, than this of *C. septempunctata*. In both species, female adults had significantly higher weight, length and width than males.

Both species consumed significantly more aphids during their immature stages at 23°C than at other temperatures. Furthermore, *C. septempunctata* consumes about two times more aphids than *H. convergens* at all temperatures tested.

In general, the two species may be important in regulating the tobacco aphid populations, since they are able to consume a large number of aphids under appropriate conditions. However, additional work is needed, to evaluate the impact of these natural enemies on tobacco aphids and their suitability for specific habitats.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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.
- Arnett, R.H., Downie, N.M. & H.E. Jaques. 1980.** How to Know the Beetles. Edited by : The Pictured Key Nature Series. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa.
- Banks, C.J. 1957.** The behaviour of individual Coccinellid larvae on plants. *Br. J. Anim. Behav.*, 5 : 12-24.
- Bansch, R. 1964.** Vergleichende Untersuchungen zur Biologie und zum Beutefangverhalten aphidovorer Coccinelliden, Chrysopiden und Syrphiden. *Zool. Jb. Syst.*, 91 : 271-340.
- Baumgartner, J., Bieri, M. & V. Delucchi. 1987.** Growth and development of immature life stages of *Propylaea 14-punctata* L. and *Coccinella 7-punctata* L. (Col : Coccinellidae) simulated by the metabolic pool model. –*Entomophaga*, 32 : 415-423.
- Beers, E.H., Brunner, J.F., Willett, M.J. and G.M. Warner. 1993.** Orchard Pest Management : A Resource Book for the Pacific Northwest. Good Fruit Grower, Yakima, WA. 276 pp. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/hippodamia.html>.
- Blackman, R.L. 1967.** Selection of aphid prey by *Adalia bipunctata* L. and *Coccinella 7-punctata* L. *Ann. Appl. Biol.*, 59 : 331-338.
- 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. 1972.** The inheritance of life-cycle differences in *Myzus persicae* (Sulzer) (Hem, Aphididae). *Bull. Entomol. Research*. 62 : 281-294.
- Blackman, R. 1974.** Aphids. Ginn & Company Limited. London and Aylesbury.

- Blackman, R.L. 1988.** Rearing and Handling Aphids. *In* : A.K. Minks and P. Harrewijn (Editors). World Crop Pests, 2B. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume B. Elsevier.
- Blackman, R.L. & V.F. Eastop. 1984.** Aphids on the World's Crops. An Identification Guide. J.Wiley & Sons, pp 314.
- Brunt, A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J. & L. Watson. 1996.** Viruses of Plants. Descriptions and Lists from the VIDE Database. Cab International.
- 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.
- Γαλανοπούλου-Σενδουκά, Σ. 1999.** Ειδική Γεωργία II. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- DeWilde, J. 1970.** Hormones and insect diapause. Mem. Soc. Endocr. 18 : 487-514.
- Dixon, A.F.G. 1987.** Parthenogenetic Reproduction and the Rate of increase in Aphids. *In* : A.K. Minks and P. Harrewijn (Editors). World Crop Pests, 2A. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume A. Elsevier.pp 269-270.
- Dixon, A.F.G. 1998.** Aphid Ecology. An optimization approach. Second edition. School of Biological Sciences, University of East Anglia. Chapman & Hall.
- Dixon, A.F.G. & Y. Guo. 1993.** Egg and cluster size in ladybird beetles (Coleoptera : Coccinellidae) : The direct and indirect effects of aphid abundance. – Eur. J. Entomol. 90: 457-463.
- El Hag, E.T.A. & A.A. Zaitoon. 1996.** Biological parameters for four Coccinellid species in Central Saudi Arabia. Biological Control 7 : 316-319.
- Frazer, B.D. 1988.** Coccinellidae. *In* : A.K. Minks and P. Harrewijn (Editors). World Crop Pests, 2B. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume B. Elsevier. pp 231-247.

- Frazer, B.D. 1988.** Predators. *In* : A.K. Minks and P. Harrewijn (Editors). World Crop Pests, 2B. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume B. Elsevier. pp 217-230.
- Gordon R.D. 1985.** The Coccinellidae (Coleoptera) of America North of Mexico. *J. NY Entomol. Soc.*, 93 : 1-912.
- Habeck, D.H., Bennett, F.D., and J.H. Frank. 1990.** Classical Biological Control in the Southern United States. Southern Cooperative Series Bulletin No. 355, IFAS Editorial, University of Florida, Gainesville, FL. 197 pp.
- Hagen, K.S. 1962.** Biology and ecology of predaceous Coccinellidae. *Ann. Revue Entomol.* 7 : 289-326.
- Hagen, K.S. and R.van den Bosch. 1968.** Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids. *Ann. Revue Entomol.* 13 : 325-384.
- Harpaz, I. 1958.** Bionomics of the 11-spotted ladybird beetle, *Coccinella undecimpunctata* L., in a subtropical climate. 10. *Int. Congr. Ent. Montreal 1956*, 2 : 657-659.
- 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.
- Hodek, I. 1966.** Ecology of aphidophagous insects. *Proc. Symp. Liblice near Prague, 1965*, 360 pp, Academia, Praha, Dr. W. Junk, Haag.
- Hodek, I. 1973.** Biology of Coccinellidae. Dr. W. Junk N.V., The Hague. Academia, Prague.
- Hoffmann, M.P. and A.C. Frodsham. 1993.** Natural Enemies of Vegetable Insect Pests. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca, NY. 63pp. <http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/c7.html>.
- Honek, A. 1997.** Factors determining Winter survival in *Coccinella septempunctata* (Col : Coccinellidae). *Entomophaga* 42: 119-124.

- Katsoyannos, P., Stathas, G. J. & D. C. Kontodimas. 1997.** Phenology of *Coccinella septempunctata* (Col: Coccinellidae) in Central Greece. *Entomophaga* 42 : 435-444.
- Kesten, U. 1969.** Zur Morphologie und Biologie von *Anatis ocellata* (L.) (Coleoptera, Coccinelladae). *Z. angew. Ent.*, 63 : 412-445.
- LaMana, M.L. & J.C. Miller. 1995.** Temperature – dependent development in a polymorphic lady beetle, *Calvia quatuordecimguttata* (Coleoptera : Coccinellidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 88: 785-790.
- Μαργαριτόπουλος, Ι. 2001.** Μελέτη της βιολογίας πληθυσμών του συμπλόκου είδους *Myzus persicae*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Majerus, M. & P. Kearns. 1989.** Ladybirds. The Richmond Publishing Co. Ltd. Great Britain.
- Michels, C.J.JR. & R.W. Behle.1991.** Effects of two prey species on the Development of *Hippodamia sinuata* (Coleoptera : Coccinellidae) larvae at constant temperatures. *J. Econ. Entomol.* 84 : 1480-1484.
- Miller, J.C. 1983.** Ecological relationships among parasites and the practice of biological control. *Environ. Entomol.* 12 : 620-624.
- Miller, J.C. 1992.** Temperature – dependent development of the convergent lady beetle (Coleoptera : Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 21: 197-201.
- Miller, J.C. & J.W. Paustian. 1992.** Temperature – dependent development of *Eriopsis connexa* (Coleoptera : Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 21: 1139-1142.
- Miller, J.C. & M.L. LaMana. 1995.** Assesment of temperature-dependent development in the general population and among isofemale lines of *Coccinella trifasciata* (Col : Coccinellidae). *Entomophaga* 40 : 183-192.
- Minks, A. K. and P. Harrewijn (Eds). 1987.** World Crop Pests, 2A. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume A. Elsevier.

- Minks, A. K. and P. Harrewijn (Eds). 1988.** World Crop Pests, 2B. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume B. Elsevier.
- Miyazaki, M. 1987.** Forms and Morphs of Aphids. *In* : A.K. Minks and P. Harrewijn (Editors). World Crop Pests, 2A. Aphids, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume A. Elsevier. pp 27-47.
- 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.
- Norowi, H.M. and P.J. Semtner. 1990.** Impact of initial densities of the Convergent ladybeetle on tobacco aphid populations in tobacco. *MARDI Res. J.* 18: 171-183.
- 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.
- Orr, C.J. & J.J. Obrycki. 1990.** Thermal and dietary requirements for development of *Hippodamia parenthesis* (Coleoptera : Coccinellidae). *Environ. Entomol.* 19(5) : 1523-1527.
- Phoofolo, W. & J.J. Obrycki. 2000.** Demographic analysis of reproduction in Nearctic and Palearctic populations of *Coccinella septempunctata* and *Propylea quatuordecimpunctata*. *Biocontrol* 45 : 25-43.

- Rodriguez-Saona, C. & J.C. Miller. 1995.** Life history traits in *Hippodamia convergens* (Coleoptera : Coccinellidae) after selection for fast development. *Biological Control* 5 : 389-396.
- Schanderl, H., Ferran, A. & M. M. Larroque. 1985.** Les besoins trophiques et thermiques des larves de la coccinelle *Harmonia axyridis* Pallas. *Agronomie Sci. Prod. Veg. Environ.*, 5 : 417-421.
- Simon, J.C., R.L. Blackman & J.F. LeGallic. 1991.** Local variability in the life cycle of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (Homoptera : Aphididae) in western France. *Bull. Entomol. Research.* 81 : 315-322.
- Smith, R.F. & H.T. Reynolds. 1966.** Principles, Definitions and Scope of Integrated Pest Control. *Proc. FAO Symp. Integr. Pest Control.*, Rome 1965, 1 : 11-17.
- Solomon, M.E. 1949.** The natural control of animal populations. *Animal Ecol.*, 18 : 1-35.
- Tischler, W. 1949.** Grundzuge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig.
- Τσιτσιπής, Ι. 1999.** Γενική Εντομολογία. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.
- Τσιτσιπής, Ι. 2000.** Αρχές Φυτοπροστασίας. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.
- Tsitsipis, J.A. & T.E. Mittler. 1976.** Development, Growth, Reproduction and Survival of apterous virginoparae of *Aphis fabae* at different temperatures. *Ent. Exp. & appl.* 19 : 1-10.
- Τζανακάκης, Μ.Ε. 1995.** Εντομολογία. Έκδοση : University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Τζανακάκης, Μ.Ε. και Β.Ι. Κατσόγιαννος. 1998.** Έντομα Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Αγρότυπος.
- van Emden, H.F. 1965.** The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scient. Hort.*, 17 : 121-136.
- van Emden, H.F., Eastop, V.F., Hughes, R.D. & M.J. Way. 1969.** The Ecology of *Myzus persicae*. *Annu. Revue Entomol.* 14 : 197-270.

Wells, M.L. & R.M. McPherson. 1999. Population dynamics of three Coccinellids in flue-cured tobacco and functional response of *Hippodamia convergens* (Coleoptera : Coccinellidae) feeding on tobacco aphids (Homoptera : Aphididae). Environ. Entomol. 28: 768-773.

