

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ  
*HARMONIA AXYRIDIS PALLAS*, ΕΠΙ ΤΗΣ ΑΦΙΔΑΣ *APHIS  
FABAE SCOPOLI***

Πτυχιακή εργασία  
του σπουδαστή **Θεόδωρου Ψυχογιού**

**Καλαμάτα, Φεβρουάριος 2001**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ)  
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ  
*HARMONIA AXYRIDIS PALLAS*, ΕΠΙ ΤΗΣ ΑΦΙΔΑΣ *APHIS  
FABAE SCOPOLI***

Πτυχιακή εργασία  
του σπουδαστή Θεόδωρου Ψυχογιού

Επιβλέπων Καθηγητής: Αναστάσιος Γ. Ηλιόπουλος

Καλαμάτα, Φεβρουάριος 2001

## Περιεχόμενα

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	<b>1</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>2</b>

### **ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ)**

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ**

##### **ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ**

<b>1.1 Χημική Καταπολέμηση</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Βιολογική Καταπολέμηση</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Καλλιεργητικά και Λοιπά Μέτρα</b>	<b>8</b>
<b>1.4 Νομοθετικά Μέτρα</b>	<b>10</b>
<b>1.5 Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση</b>	<b>11</b>
<b>1.6 Συμπεράσματα</b>	<b>11</b>

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ**

##### **ΤΟ ΑΡΡΙΑΚΤΙΚΟ ΕΝΤΟΜΟ HARMONIA AXYRIDIS PALLAS**

<b>2.1 Ταξινόμηση</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Μορφολογία</b>	<b>14</b>
2.2.1 Αυγό	14
2.2.2 Προνύμφη	14
2.2.3 Νύμφη	16
2.2.4 Ακμαίο	16
2.2.5 Πολυμορφισμός	17
<b>2.3 Βιοοικολογία</b>	<b>19</b>
2.3.1 Βιολογικός κύκλος	19
2.3.2 Γονιμότητα	21
2.3.3 Τροφικές συνήθειες	22
2.3.4 Διαχείμαση και Διάπαυση	25
2.3.5 Φυσικοί εχθροί	26
2.3.6 Εφαρμογές Βιολογικής Καταπολέμησης	27

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ**  
**ΤΟ ΕΠΙΒΛΑΒΕΣ ENTOMO APHIS FABAE SCOPOLI**

<b>3.1 Ταξινόμηση</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Μορφολογία</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Βιοοικολογία</b>	<b>31</b>
3.3.1 Βιολογικός κύκλος	31
3.3.2 Πολυμορφισμός	32
3.3.3 Τροφικές συνήθειες και ζημιές	34
3.3.4 Φυσικοί εχθροί	37

**ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)**

**Μελέτη της ανάπτυξης του αρπακτικού εντόμου *Harmonia  
axyridis Pallas*, επί της αφίδας *Aphis fabae Scopoli***

<b>Περίληψη</b>	<b>39</b>
<b>Summary</b>	<b>40</b>
<b>Εισαγωγή</b>	<b>41</b>
<b>Υλικά και μέθοδοι</b>	<b>43</b>
<b>Αποτελέσματα</b>	<b>49</b>
<b>Συζήτηση</b>	<b>56</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>60</b>



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μέσα στα πλαίσια των υποχρεώσεων μας για την απόκτηση πτυχίου στο Τμήμα Φυτικής Παραγωγής Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Καλαμάτας, είναι και η εκπόνηση μιας πτυχιακής εργασίας συναφούς με το αντικείμενο των σπουδών μας. Οδηγός μου στην δημιουργία της εργασίας αποτέλεσε ερευνητικό αντικείμενο, στο οποίο συμμετείχα κατά την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης στο Εργαστήριο Βιολογικής Καταπολέμησης του Τμήματος Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου με θέμα «Η μελέτη της ανάπτυξης του αρπακτικού εντόμου *Harmonia axyridis* Pallas, επί της αφίδας *Aphis fabae* Scopoli». Αφορμή για την ενασχόλησή μου με το συγκεκριμένο θέμα είναι η σημαντικότητα και η επικαιρότητα που έχει αποκτήσει στις μέρες μας η Βιολογική καταπολέμηση.

Από άποψη δομής η εργασία μου χωρίζεται σε δύο μέρη.

Στο πρώτο μέρος (θεωρητικό) καταγράφονται βιβλιογραφικά στοιχεία σχετικά με τη βιολογική καταπολέμηση και με τα δύο έντομα, που αποτελούν το αντικείμενο της έρευνας.

Στο δεύτερο(πειραματικό) μέρος αναπτύσσονται τα στοιχεία της ερευνητικής εργασίας.

Ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αναστάσιο Ηλιόπουλο για την εύστοχη καθοδήγησή του και τον κ. Γεώργιο Σταθά προϊστάμενο του τμήματος Βιολογικής Καταπολέμησης του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου για την συνεπικουρία του με σκοπό την δημιουργία αυτής της πτυχιακής εργασίας.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τα τελευταία 150 χρόνια ο πληθυσμός του ανθρώπου στη γη έχει εξαπλασιαστεί και θα συνεχίζει να αυξάνεται με γεωμετρικό ρυθμό στα επόμενα έτη. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αδυναμία κάλυψης των αναγκών για τροφή στις αναπτυσσόμενες χώρες. Λύση του προβλήματος αποτελεί είτε η αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων είτε αύξηση της αποδοτικότητας της παραγωγής. Οι δυνατότητες αύξησης των καλλιεργούμενων εκτάσεων στη γη, παρόλο που υπάρχουν, δεν είναι πολύ μεγάλες και δεν πρόκειται να επιλύσουν το πρόβλημα της διατροφής του ανθρώπου. Αντίθετα για την αποδοτικότητα της παραγωγής υπάρχουν περιθώρια και θα προέρθει μόνο με τη χρήση παραγωγικής γνώσης σε θέματα βιολογίας και οικολογίας.

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν διεξαχθεί, έχει υπολογιστεί ότι η γεωργική παραγωγή της χώρας μας, βρίσκεται εκτεθειμένη από πολλούς εχθρούς και ασθένειες. Αποτέλεσμα αυτού αποτελεί η μείωση της ποιοτικής και ποσοτικής παραγωγής γεωργικών προϊόντων καθώς επίσης και δημιουργία πλήγματος της οικονομίας της Ελλάδας.

Στους εχθρούς αυτούς εντάσσονται και τα έντομα της οικογένειας Aphididae (Homoptera : Aphidoidea) που προσβάλλουν τα βλαστικά μέρη πολλών καλλιεργούμενων φυτών με αντιπροσωπευτικά τα *Myzus persicae*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum rosae*, *Toxoptera aurantii* κ.α. Απορροφούν τους χυμούς των βλαστών και των φύλλων ενός φυτού και με αυτόν τον τρόπο παίζουν σημαντικό ρόλο στην αλλαγή του μεταβολισμού του φυτού. Τα αποτελέσματα γίνονται εμφανή από τη δημιουργία κύστεων στους μίσχους των νεαρών φύλλων, από τη συστροφή και τη μείωση του μεγέθους των φύλλων και των βλαστικών τμημάτων και από τους διάφορους μεταχρωματισμούς που παρατηρούνται στο φύλλωμα του φυτού.

Οι αφίδες προσβάλλουν μεγάλο αριθμό φυτών-ξενιστών. Μεταξύ των ξενιστών τους περιλαμβάνονται τα εσπεριδοειδή, τα μηλοειδή, τα πυρηνόκαρπα, τα ζαχαρότευτλα, το βαμβάκι, ο καπνός και μια σειρά πολλών κηπευτικών καλλιεργειών, όπως ντομάτα, πατάτα, σέλινο, καρότο κ.α. Επίσης εμφανή είναι και τα πλήγματα που παρατηρούνται και στα ψυχανθή αλλά και στην τριανταφυλλιά και

άλλα ανθοκομικά και καλλωπιστικά φυτά. Στην χώρα μας η εμφάνισή τους γίνεται αργά την άνοιξη με αρχές καλοκαιριού και τέλη καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου.

Οι κυριότεροι φυσικοί εχθροί των Aphididae είναι διάφορα είδη παρασιτοειδών και αρπακτικών. Κυριότερα αρπακτικά αποτελούν τα Κολεόπτερα της οικογένειας Coccinellidae, Δίπτερα των οικογενειών Syrphidae και Cecidomyiidae και Νευρόπτερα της οικογένειας Chrysoridae κ.α. Από τα παρασιτοειδή τους αξιόλογα είναι είδη των γενών *Aphelinus*, *Aphidius* και *Lysiphedus* των Υμενοπτέρων.

Πολλές αναφορές έχουν γίνει για τη μεγάλη σπουδαιότητα του *Harmonia axyridis* Pallas ως φυσικού εχθρού των ειδών της οικογένειας Aphididae. Ο μεγάλος αριθμός ατόμων που καταναλώνουν, η συνεχής δραστηριότητά τους από την άνοιξη έως τον φθινόπωρο και η απουσία διάπαυσης κατά τους θερινούς μήνες, είναι στοιχεία τα οποία το χαρακτηρίζουν ως ένα από τα καλύτερα αρπακτικά έναντι των αφίδων.

Η ανάπτυξη των πληθυσμών του *Harmonia axyridis* Pallas στη φύση στις περιοχές της Καλιφόρνιας και του Όρεγκον, εμφανίζοντας 2-3 γενιές το χρόνο, έγινε χάρις στη διατροφή του από δεκαεφτά είδη αφίδων σε δεκαεφτά φυτά ξενιστές και στο μικρό βαθμό παρασιτισμού του από είδη της τάξης των Υμενοπτέρων. (30,31)

Ο δυναμισμός του πληθυσμού του *Harmonia axyridis* Pallas στηριζόμενο σε αποικίες αφίδων σε καπνό, έδωσε θεαματικά αποτελέσματα σε σχέση με άλλα είδη της οικογένειας Coccineaellidae στην περιοχή της Γεωργίας. (67)

Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί η δραστηριότητα του *Harmonia axyridis* Pallas σε εσπεριδοειδή έναντι αφίδων στο Μαραθώνα Αττικής, στο Λεωνίδιο Πελοποννήσου, στον Κάμπο Χίου και στα Χανιά Κρήτης. (26)

Οι λόγοι που με οδήγησαν να ασχοληθώ με τη διεξαγωγή αυτής της μελέτης ήταν α) η μεγάλη σοβαρότητα των ζημιών που προξενούν τα είδη της οικογένειας Aphididae στις καλλιέργειες, οι οποίες έχουν μεγάλη οικονομική σημασία για την Ελλάδα και β) η σπουδαιότητα του *Harmonia axyridis* Pallas ως αρπακτικού των αφίδων αυτών.

Κατά την μελέτη αυτή, μελετήθηκαν τα βιολογικά χαρακτηριστικά του αρπακτικού εντόμου και κυρίως η αδηφαγία του κατά την ανάπτυξή του. Η μελέτη της τροφικής δραστηριότητας του *Harmonia axyridis* Pallas έγινε σε προνύμφες όλων των σταδίων. Τα στοιχεία που ελήφθησαν αφορούν την ημερήσια και συνολική κατανάλωση τροφής καθώς επίσης η διάρκεια ημερών των προνυμφικών σταδίων.

Από τα στοιχεία που αποκομίσαμε και συγκρίνοντάς τα με άλλες αναφορές, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το *Harmonia axyridis* Pallas αποτελεί σημαντικό φυσικό εχθρό του *Aphis fabae* Scopoli και γενικότερα πολλών ειδών της οικογένειας Arhidae. Αποτελεί αν όχι το καλύτερο, ένα σημαντικό όπλο στην βιολογική καταπολέμηση στη χώρα μας.

## **ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ)**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ**

#### **ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ**

##### **1.1 Χημική Καταπολέμηση**

Η χημική καταπολέμηση στηρίζεται στη χρήση φυσικών ή συνθετικών χημικών ουσιών οι οποίες, αυτούσιες ή σε μίγματα, προκαλούν με την τοξική τους δράση τη θανάτωση των επιβλαβή εντόμων. Οι ουσίες αυτές αποτελούν μία από τις κύριες ομάδες των λεγόμενων φυτοπροστατευτικών προϊόντων (ή κοινώς γεωργικών φαρμάκων), την ομάδα των εντομοκτόνων.

Τα εντομοκτόνα ταξινομούνται βάσει δύο διαφορετικών κριτηρίων.

Ανάλογα με τον τρόπο εισόδου τους στον οργανισμό των εντόμων, τα εντομοκτόνα διακρίνονται σε:

- **Επαφής.** Εισέρχονται στον οργανισμό του εντόμου μέσω του χιτίνιου εξωσκελετού αλλά και συχνά μέσω των αναπνευστικών τρημάτων.
- **Στομάχου.** Εισέρχονται στον οργανισμό του εντόμου δια της στοματικής οδού και προσβάλλουν των πεπτικό σωλήνα και κυρίως το μεσέντερο.

- **Ασφυκτικά ή καπνογόνου δράσης.** Εισέρχονται στον οργανισμό του εντόμου μέσω του αναπνευστικού συστήματος και προκαλούν τον δι' ασφυξίας θάνατό του.

Ένα εντομοκτόνο είναι δυνατό να δρα με περισσότερους από έναν τρόπο από τους παραπάνω αλλά με διαφορετικό βαθμό επίδρασης.

Με βάση τη χημική τους σύνθεση τα εντομοκτόνα διακρίνονται σε **ανόργανα** και **οργανικά**.

Τα **ανόργανα** είναι μεταλλικές ή μη μεταλλικές χημικές ενώσεις υψηλής τοξικότητας και η χρήση τους σήμερα έχει απαγορευθεί.

Τα **οργανικά** εντομοκτόνα διακρίνονται ανάλογα με την προέλευσή τους σε φυσικά και σε σύνθετα. Τα πρώτα είναι οργανικές ενώσεις φυτικής προέλευσης (π.χ. πολλοί ορυκτελαίων) ενώ τα δεύτερα οργανικές ενώσεις χημικής δομής(π.χ. οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, οργανοχλωριωμένα, πυρεθροειδή κ.τ.λ.)

**Οργανοφωσφορικά** είναι η μεγαλύτερη ομάδα εντομοκτόνων και περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία οργανικών ενώσεων του φωσφόρου (εστέρες αλκοολών με φωσφορικό οξύ ή ανυδρίτες του φωσφορικού οξέος με οργανικό οξύ) οι οποίες δρουν στο νευρικό σύστημα των εντόμων. Το τοξικό τους αποτέλεσμα οφείλεται στη δέσμευση ή την παρεμπόδιση της λειτουργίας του ενζύμου **χολινεστεράση** με αποτέλεσμα τη συσσώρευση **ακετυλοχολίνης** και τέλος την παράλυση του νευρικού συστήματος και ο θάνατος του εντόμου. Η πρόσληψή των ουσιών από τα έντομα γίνεται κυρίως με επαφή και κατάποση, ενώ ορισμένα προσλαμβάνονται και με την αναπνοή. Τα εντομοκτόνα τα χωρίζουμε σε **μη διασυστηματικά** όταν παραμένουν στην εξωτερική επιφάνεια των φυτικών ιστών ή έχουν και μικρή διεισδυτικότητα και σε **διασυστηματικά** όταν διεισδύουν στο εσωτερικό των φυτικών οργάνων και μέσω των ηθμωδών αγγείων μεταφέρονται και διαχέονται μέσα στους φυτικούς ιστούς.

**Οργανοχλωριωμένα** είναι υδατάνθρακες στους οποίους άτομα άνθρακα είναι ενωμένα με άτομα χλωρίου. Πολλά, όμως, από τα παλαιότερα μέλη απαγορεύτηκαν λόγω της ιδιότητάς τους να παραμένουν για μεγάλο χρόνο στο έδαφος και στους φυτικούς και ζωικούς ιστούς. Μόνο δύο ενώσεις της ομάδας αυτής χρησιμοποιούνται σήμερα το *lindane* ή  $\gamma$ -HCH και το *endosulfan*.

**Συνθετικές πυρεθρίνες** είναι συνθετικές ενώσεις ανάλογες των φυτικών πυρεθρίνων (από τα άνθη *Chrysanthemum cinerariaefolium*) αλλά με ισχυρότερη εντομοκτόνα δράση και πιο σταθερές. Δρουν στο κεντρικό σύστημα των εντόμων



προκαλώντας ταχεία παράλυση. Είναι μη διασυστηματικά εντομοκτόνα μέτριας υπολειμματικής διάρκειας και δρουν κυρίως με επαφή και ορισμένα με κατάποση.

**Παράγωγα βενζοϋλουρίας** είναι εντομοκτόνα γνωστά ως **ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων (IGRs)** και δρουν στα προνυμφικά κυρίως στάδια των ολομετάβολων εντόμων στα οποία παρεμποδίζουν την σύνθεση χιτίνης και σταματούν την ανάπτυξη και την εξέλιξή τους.

**Εντομοκτόνα διαφόρων χημικών ομάδων** είναι ορισμένα νεότερα εντομοκτόνα που ανήκουν σε διάφορες άλλες χημικές ομάδες και έχουν διαφορετικό τρόπο δράσης.

**Πολτοί** είναι γαλακτώματα ή γαλακτωματοποιήσιμα σκευάσματα ελαίων, συνήθως ορυκτελαίου, παραφινελαίου ή ανθρακενελαίου, τα οποία χρησιμοποιούνται για ψεκασμούς κατά τη βλαστική περίοδο (**θερινοί πολτοί**) ενάντια κοκκοειδών, αυγών εντόμων και ακαρέων. Ορισμένα λόγω φυτοτοξικότητας συνιστάται να χρησιμοποιούνται μόνο στα φυλλοβόλα δέντρα κατά την περίοδο του λήθαργου (χειμερινοί πολτοί).

**Υποκαπνιστικά** είναι εντομοκτόνα ποικίλης χημικής σύστασης με κοινό γνώρισμα το ότι είναι πτητικές ουσίες και δρουν μέσω του αναπνευστικού συστήματος. Χρησιμοποιούνται για διάφορους σκοπούς όπως είναι απεντομώσεις στεγανοποιημένων χώρων και απολυμάνσεις εδάφους πριν τη σπορά ή φύτευση.

**Βιολογικά εντομοκτόνα** είναι διάφορα σκευάσματα του βακτηρίου *Bacillus thuringiensis* subsp. Kurstaki για την καταπολέμηση προνυμφών λεπιδοπτέρων. Υπάρχουν σκευάσματα για επιτάσεις (D), για ψεκασμούς κανονικού όγκου (WP) και για ψεκασμούς υπερμικρού όγκου (SU).

## 1.2 Βιολογική Καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση στηρίζεται στο φυσικό ανταγωνισμό μεταξύ των διάφορων οργανισμών. Αφορά τη μείωση του πληθυσμού ή της δραστηριότητας ενός οργανισμού με τη χρήση ενός ή περισσότερων άλλων, πλην του ανθρώπου.

Η βιολογική καταπολέμηση εφαρμόζεται με την αξιοποίηση:

- **Παρασιτοειδών εντόμων**

- **Εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών**(μύκητες, βακτήρια)
- **Αρπακτικών εντόμων**

**Παρασιτοειδή έντομα** είναι έντομα τα οποία περνούν ένα μέρος του βιολογικού κύκλου τους μέσα στο σώμα άλλων εντόμων ή είναι προσηλωμένα σταθερά πάνω τους και τρέφονται εις βάρος τους. Τέτοια ωφέλιμα παρασιτοειδή έντομα ανήκουν στην τάξη των Υμενοπτέρων με πιο σημαντικά είδη στις οικογένειες Chalcididae, Braconidae, Eulophidae, Encyrtidae και στην τάξη των Διπτέρων με τα πιο σημαντικά είδη στις οικογένειες Bombyllidae και Tachinidae.

**Εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί** είναι οι μύκητες και τα βακτήρια που με τη δράση τους παρασιτούν επιβλαβή έντομα.

**Αρπακτικά έντομα** είναι οργανισμοί οι οποίοι ζούνε τρεφόμενοι εις βάρος άλλων εντόμων. Τα αρπακτικά έντομα μπορεί να είναι *ολιγοφάγα* με ένα σχετικά ευρύ φάσμα ξενιστών, *στενοφάγα* με ένα περιορισμένο κύκλο ξενιστών ή *μονοφάγα* με εξαιρετικά εξειδικευμένη λεία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αρπακτικών εντόμων βρίσκουμε στις τάξεις των:

- Κολεοπτέρων με πιο σημαντικά είδη στην οικογένεια Coccinellidae
  - Διπτέρων με είδη της οικογένειας Cecidomyidae και Syrphidae
  - Νευροπτέρων με είδη της οικογένειας Chrysopidae
  - Ημιπτέρων με πιο σημαντικά είδη στην οικογένεια Anthocoridae και Miridae
- Αρπακτικά είδη ζωικών οργανισμών συναντάμε και στα ακάρεα με είδη των οικογενειών Phytoseidae, Stigmeidae και Trombidiidae.

### 1.3 Καλλιεργητικά και Λοιπά Μέτρα

Τα καλλιεργητικά μέτρα περιλαμβάνουν καλλιεργητικές τεχνικές προληπτικού χαρακτήρος και αποσκοπούν στη δημιουργία δυσμενών συνθηκών ανάπτυξης του εντόμου και ευνοϊκών για τη καλλιέργεια. Τα μέτρα έχουν γενική εφαρμογή και απαιτούν καλή γνώση της βιοοικολογίας τόσο του εντόμου όσο και των καλλιεργούμενων φυτών.

Τέτοια μέτρα είναι:



**Αμειψισπορά.** Η κατάλληλη εναλλαγή καλλιεργειών με είδη που δεν προσβάλλονται από το επιβλαβές έντομο με σκοπό την μείωση του πληθυσμού του.

**Καλλιεργητικοί χειρισμοί.** Η καταστροφή των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και η μηχανική κατεργασία του εδάφους με σκοπό είτε την άμεση καταστροφή των εντόμων είτε την έκθεσή τους σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, με αποτέλεσμα την μείωση του πληθυσμού.

**Ρύθμιση του χρόνου σποράς.** Η πρωιμότητα ή η οψιμότητα μερικών καλλιεργητικών ειδών στηριζόμενη στο βιολογικό κύκλο του εντόμου και τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής.

**Η ενίσχυση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών.** Ο περιορισμός της προσβολής από επιβλαβή έντομα λόγω καλής θρεπτικής κατάστασης του φυτού. Είναι γνωστό ότι ένα φυτό με χαμηλή θρεπτική κατάσταση είναι ευάλωτο στη προσβολή από έντομα.

**Η χρησιμοποίηση ανθεκτικών φυτών.** Βασίζεται στη χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών που παρουσιάζουν αντοχή στις προσβολές των επιβλαβών εντόμων.

Εκτός από τα καλλιεργητικά μέτρα, υπάρχουν διάφορα άλλα μέσα μείωσης του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων τα οποία είτε δεν αποτελούν την επιλογή των ερευνητών είτε βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο.

**Μέσα παγίδευσης.** Αποτελούν μέτρα κυρίως κατασταλτικού χαρακτήρος και εφαρμόζονται σε περιορισμένη κλίμακα είτε σε μικρής έκτασης καλλιέργεια είτε σε μεμονωμένα φυτά. Τα κυριότερα μέτρα είναι η *σύλληψη και εξόντωση του εντόμου* σε μικρή περιοχή, *προσκολλητικές ταινίες κορμών* για την αποφυγή της ανόδου του εντόμου με βαδιστικό τρόπο στα βλαστικά μέρη του φυτού και τέλος οι *παγίδες* για την παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου και τον περιορισμό του σε μία περιοχή.

**Στείρωση.** Άρρενα άτομα συλλέγονται στο εργαστήριο και ακτινοβολούνται με ακτίνες γ με σκοπό τη στειρότητα τους. Κατά την εξαπόλυσή τους στο χωράφι, συζευγνύονται με θηλυκά άτομα τα οποία γεννούν στείρα αυγά. Αποτέλεσμα αυτού είναι η μείωση του πληθυσμού του εντόμου.

**Ήχος.** Χρησιμοποίηση υπερηχητικών κυμάτων για 5-30 λεπτά έχει ως αποτέλεσμα την θανάτωση των επιβλαβών εντόμων αλλά βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο.

## 1.4 Νομοθετικά Μέτρα

Τα νομοθετικά μέτρα έχουν ως σκοπό την παρεμπόδιση της εξάπλωσης επιβλαβών εντόμων σε περιοχές όπου δεν ενδημούν. Επίσης αποτελούν μέτρα που παίρνονται από το κράτος για την παρεμπόδιση της εισόδου και εξάπλωσης ενός εντόμου στη χώρα.

Τέτοια μέτρα είναι τα εξής:

**Φυτοϋγειονομικούς ελέγχους στα σημεία εισόδου της χώρας.** Είναι έλεγχοι φυτοϋγειονομικού χαρακτήρος και πραγματοποιούνται κατά την είσοδο ενός προϊόντος ή ενός πολλαπλασιαστικού υλικού. Σκοπός αυτού είναι η παρεμπόδιση της εισόδου επιβλαβών εντόμων “καραντίνας” σύμφωνα με ειδικούς καταλόγους.

**Περιοριστικά μέτρα στο εσωτερικό της χώρας.** Αποτελούν μέτρα που εφαρμόζονται στο εσωτερικό της χώρας και αποσκοπούν στην παρεμπόδιση εξάπλωσης των επιβλαβών εντόμων από μια μολυσμένη περιοχή σε μια καθαρή μέσω της μεταφοράς φυτών, μέσων συσκευασίας και προϊόντων. Αν και η εφαρμογή τους δεν είναι εύκολη, αποτελούν ένα καλό μέσο για την μείωση του ρυθμού εξάπλωσης ενός εντόμου.

**Μέτρα υποχρεωτικής καταπολέμησης.** Εφαρμόζονται σε περιπτώσεις εμφανίσεως προσβολών ενός εντόμου με επιδημική μορφή ή με σκοπό την εξολόθρευση ενός εντόμου “καραντίνας” που εμφανίστηκε σε μια περιοχή. Τα μέτρα αυτά επιβάλλονται, επιβλέπονται, ή και εκτελούνται χρηματοδοτούμενα από το κράτος.

Επίσης είναι καλό να αναφερθεί ότι οι κρατικές υπηρεσίες, εκτός από τα παραπάνω μέτρα, προβαίνουν σε ενέργειες ενημέρωσης των παραγωγών, για την αποφυγή καλλιέργειας ευαίσθητων ποικιλιών και για την ενίσχυση προγραμμάτων υποχρεωτικών ψεκασμών κ.α.

## 1.5 Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση

Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση είναι μια μέθοδος η οποία με τη συνδυασμένη εφαρμογή βιολογικών, χημικών, καλλιεργητικών, βιοτεχνολογικών και άλλων μέσων φυτοπροστασίας, αποσκοπεί στη μείωση του πληθυσμού ενός ή περισσότερων εντόμων σε επίπεδα που να μην προκαλούνται οικονομικά μη αποδεκτές ζημιές και απώλειες της παραγωγής.

Με την ολοκληρωμένη καταπολέμηση έχουμε ως σκοπό τη διατήρηση μιας φυσικής ισορροπίας στη καλλιέργεια ενός φυτού χωρίς την εξόντωση των επιβλαβών εντομών. Ακόμα η χρήση των χημικών ουσιών περιορίζεται σε ουσίες που δεν είναι πολύ τοξικές και δεν έχουν αρνητική επίδραση στο μικροπεριβάλλον της καλλιέργειας και στο οικοσύστημα γενικότερα.

Το πεδίο δράσης των προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι ευρύ. Μπορεί να εφαρμοστεί για την καταπολέμηση ενός εντόμου ή του συνόλου εντόμων σε μια καλλιέργεια καθώς επίσης και για μεγαλύτερες καλλιεργητικές περιοχές. Για την οργάνωση ενός προγράμματος ολοκληρωμένης καταπολέμησης, όμως απαιτείται η σχεδίαση, ο έλεγχος και γνώση των μέτρων φυτοπροστασίας με τέτοιο τρόπο ώστε το τελικό οικονομικό αποτέλεσμα να είναι συμβιβασίμο με το αρχικά αναμενόμενο.

## 1.6 Συμπεράσματα

Απόψεις έχουν καταγραφεί πολλές για την αποτελεσματικότητα των διάφορων μέτρων καταπολέμησης καθώς επίσης και για την επίδρασή τους στη βιοοικολογία τόσο του εντόμου όσο και των καλλιεργούμενων φυτών.

Η χημική καταπολέμηση αποτελεί την πιο συχνά εφαρμοζόμενη μέθοδο λόγω πολλών πλεονεκτημάτων τόσο στην αποτελεσματικότητά της όσο στην

οικονομικότητα και στην ευκολία εφαρμογή της. Η χρήση, όμως, εντομοκτόνων παρά τα θεαματικά αποτελέσματα που επιτυγχάνει, εμφανίζει σοβαρά μειονεκτήματα όπως:

- Εμφάνιση ανθεκτικότητας σε μερικά επιβλαβή έντομα
- Καταστροφή της φυσικής ισορροπίας του οικοσυστήματος με αποτέλεσμα την αύξηση των πληθυσμών επιβλαβών εχθρών που κατά το παρελθόν δεν αποτελούσαν κίνδυνο για την καλλιέργειας
- Ρύπανση του εδάφους, των υπογείων και επιφανειακών υδάτων
- Προβλήματα τοξικότητας στους ανθρώπους και στους άλλους οργανισμούς

Για τον περιορισμό αυτών των προβλημάτων επιβάλλεται η στροφή σε άλλες μεθόδους καταπολέμησης στις οποίες είτε δεν χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες (βιολογική καταπολέμηση) είτε η χρήση τους περιορίζεται σε χαμηλά επίπεδα.

Τα διάφορα καλλιεργητικά μέτρα έχουν γενική εφαρμογή διότι δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες ανάπτυξης των πληθυσμών των φυτοπαράσιτων. Τα μέτρα αυτά παρουσιάζουν προληπτικό χαρακτήρα και δεν αρκούν για να περιορίσουν σημαντικά τα επιβλαβή έντομα σε μια καλλιέργεια χωρίς τη βοήθεια κάποιας άλλης μεθόδου. Γι αυτό το λόγο τα καλλιεργητικά μέτρα σχεδόν πάντα συνδυάζονται με άλλα για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση αποτελεί μια από τις σημαντικότερες μεθόδους αντιμετώπισης των επιβλαβών εντόμων μέσα στα πλαίσια οικονομικών και περιβαλλοντικών κριτηρίων με τη χρησιμοποίηση όλων των διαθέσιμων μεθόδων σε ένα αρμονικό σύστημα μεταξύ τους. Η εφαρμογή της είναι δύσκολη και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι απαιτούνται λεπτομερείς γνώσεις βιοοικολογίας του εντόμου και των καλλιεργούμενων φυτών έτσι ώστε η σχεδίαση και η εφαρμογή της μεθόδου να οδηγεί στην επίτευξη ενός οικονομικού αποτελέσματος που να συγκλίνει με την αναμενόμενη απόδοση της καλλιέργειας.

Η βιολογική καταπολέμηση, έχοντας θέση στην ολοκληρωμένη καταπολέμηση, στηρίζεται στην ιδέα της ύπαρξης φυσικού ανταγωνισμού και συμβάλλει στην επιτυχή μείωση του πληθυσμού των φυτοπαράσιτων. Πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι δεν επηρεάζει το φυσικό οικοσύστημα αλλά επιδιώκει με ήπια μέτρα να κρατήσει το πληθυσμό ενός εντόμου στα επιθυμητά για την καλλιέργεια επίπεδα. Όμως, έχει το μειονέκτημα ότι χρειάζεται εξειδικευμένες γνώσεις πάνω στα ωφέλιμα αρπακτικά και παράσιτα έντομα και έχει υψηλό κόστος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΤΟ ΑΡΠΑΚΤΙΚΟ ΕΝΤΟΜΟ *HARMONIA AXYRIDIS* PALLAS

#### 2.1 Ταξινόμηση

Η *Harmonia axyridis* Pallas ανήκει στην τάξη Coleoptera, υποτάξη Polyphaga, υπεροικογένεια Cucujoidea και οικογένεια Coccinellidae. Η κοινή της ονομασία είναι πασχαλίτσα ή λαμπρίτσα.

Τάξη: Coleoptera

Υποτάξη: Polyphaga

Υπεροικογένεια: Cucujoidea

Οικογένεια: Coccinellidae

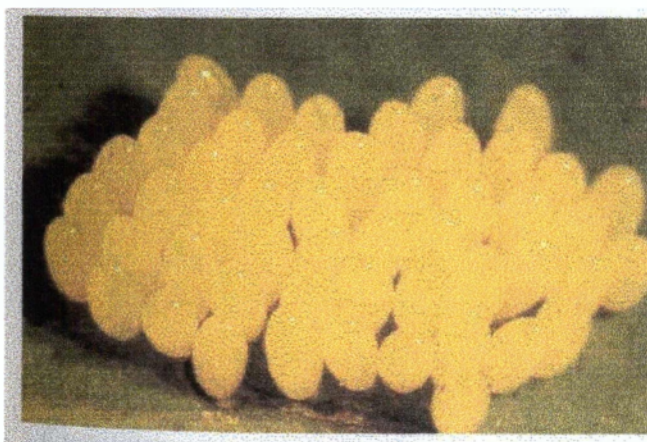
Το *Harmonia axyridis* Pallas κατάγεται από την ανατολική Ασία. Από εκεί πέρασε στην πρώην Σοβιετική Ένωση και ύστερα εισήχθη στην Ουκρανία το 1964 και στο νοτιοανατολικό Καζακστάν το 1969 για την καταπολέμηση των αφιδών σε διάφορα δέντρα. Το 1980 άτομα μεταφέρθηκαν στο νότιο μέρος της Γαλλίας και αργότερα και στις επαρχιακές περιοχές της Πορτογαλίας για την καταπολέμηση προσβολών αφίδας στα εσπεριδοειδή. Το Σεπτέμβριο του 1993, αποικία των 100 ακμαίων του *Harmonia axyridis* Pallas εισαχθήκανε από την Γαλλία στην Ελλάδα όπου και εγκαταστάθηκε στις περιοχές του Μαραθώνα στην Αττική, στο Λεωνίδιο στην Πελοπόννησο στα Χανιά στην Κρήτη και στον Κάμπο της Χίου. (26)



## 2.2 Μορφολογία

### 2.2.1 Αυγό

Τα αυγά έχουν συνήθως σχήμα ωοειδές έως επίμηκες, διαστάσεως 0,8-1mm μήκους και 0,3-0,5mm πλάτους περίπου, χρώμα φωτεινό κίτρινο προς πορτοκαλί και εμφανίζονται υπό τη μορφή συγκεντρωμένων ομάδων των 10-30 ατόμων. στην κάτω φυλλική επιφάνεια των φυτών ή μέσα σε σχισμές των φλοιών των δέντρων. (12,66)

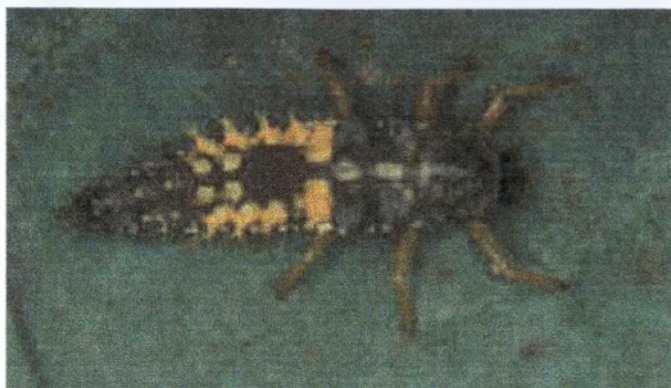


Εικόνα 2.1 Αυγά του *Harmonia axyridis* Pallas στην κάτω φυλλική επιφάνεια φυτού.

### 2.2.2 Προνύμφη

Η προνύμφη του *Harmonia axyridis* Pallas ανήκει στον ευκέφαλο-ολιγόποδα τύπο προνυμφών. Το σώμα τους έχει επίμηκες σχήμα που αμβλύνει προς την ουρά και φέρει χαρακτηριστικές άκανθες, τρίχες και εξογκώματα (φυμάτια). Το κεφάλι της είναι καλά αναπτυγμένο και ξεχωρίζει εύκολα από το υπόλοιπο σώμα. Έχει τρία

ζεύγη ποδιών στην περιοχή του θώρακα και δεν έχει καθόλου ψευδόποδες στην κοιλία. Το χρώμα κατά την γέννησή (1 ηλικία) της είναι μαύρο και κατά την διάρκεια της ανάπτυξής της καταλήγει σε μαύρο προς γκρι με λαμπερές κίτρινο-πορτοκαλί κηλίδες μεταξύ πρώτου και πέμπτου κοιλιακού τμήματος. (12,66) Σε πλήρη ανάπτυξη έχει μήκος 0,9-1,7mm περίπου.



Εικόνα 2.2. Προνύμφες του *Harmonia axyridis* Pallas

### 2.2.3 Νύμφη

Ο τύπος της νύμφης του *Harmonia axyridis* Pallas είναι καλυμμένη (χρυσασαλλίδα). Είναι ακίνητη και φέρει περίβλημα πάνω στο οποίο διακρίνονται ανάγλυφα τα μέρη του ακμαίου σφικτά κολλημένα στο σώμα της νύμφης. Φέρει χρωματισμούς παρόμοιους αυτούς των ακμαίων από κίτρινο-πορτοκαλί μέχρι κόκκινο με μαύρα στίγματα. (12,66)

### 2.2.4 Ακμαίο

Τα ακμαία έχουν οβάλ και κυρτό σχήμα περίπου 6 χιλ. σε μήκος και 5 χιλ. σε πλάτος. Το *Harmonia axyridis* Pallas βρίσκεται σε πολλά χρώματα από γλωμό κίτρινωπό-πορτοκαλί μέχρι κοκκινωπό-πορτοκαλί με ή χωρίς μαύρες βούλες στα έλυτρα του. Το κεφάλι, οι κεραίες και τα στοματικά μέρη έχουν ξανθό-λευκό χρωματισμό αλλά πολλές φορές με μαύρες αποχρώσεις. Το πρόνωτο είναι ανοιχτό κίτρινου χρώματος με παραπάνω από 5 στίγματα και ο θώρακας φέρει ένα σημάδι σχήματος M. Στα ακμαία χωρίς σημεία τα έλυτρα έχουν συνήθως κίτρινο-πορτοκαλί χρωματισμούς. Σε ακμαία με πολλά στίγματα, κάθε έλυτρο έχει 10 μαύρα στίγματα. [βιβλ. Ladybugs in the home]

Η κεφαλή του είναι καλώς ανεπτυγμένη και είναι κρυμμένη κάτω από το πρόνωτο. Φέρει στοματικά μέρη μασητικού τύπου ενώ οι κεραίες του αποτελούνται από 6-11 άρθρα. (12,66)



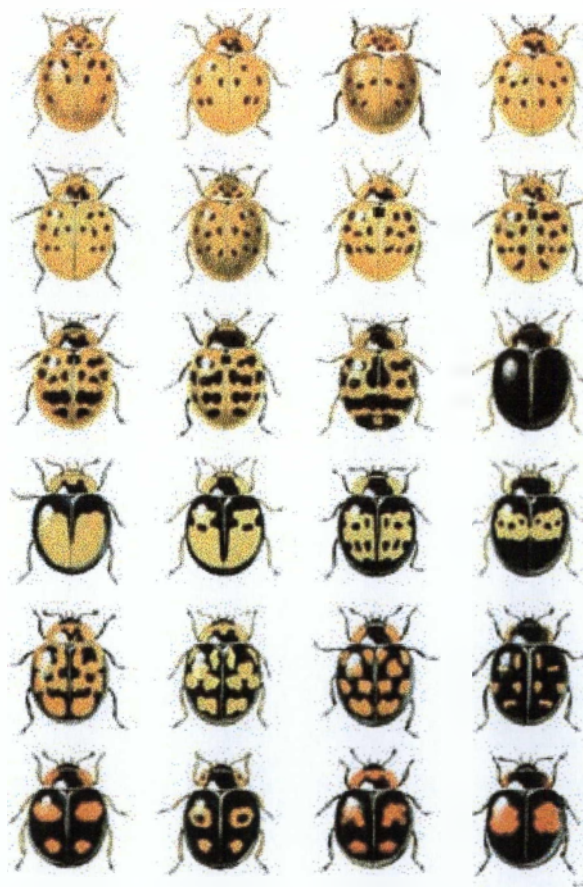


Εικόνα 2.3 Ακμαία του *Harmonia axyridis* Pallas

### 2.2.5 Πολυμορφισμός

Με τον όρο πολυμορφισμό εννοούμε τους διάφορους φαινοτύπους που παίρνει ένα άτομο σε σχέση με τα υπόλοιπα του είδους του. (εικ.2.4) Ο φαινότυπος αυτός στηρίζεται σε μια σειρά από πολλαπλούς αλληλόμορφους (4 αλληλόμορφους από τους οποίους οι 3 είναι μελανοί και 1 μη-μελανός με κυρίαρχο το μελανό αλληλόμορφο) που παίζουν ρόλο στην εξωτερική εμφάνιση του ακμαίου εμφανίζοντας ποικίλους χρωματισμούς στα έλυτρα και στον αριθμό των μελανών κηλίδων. (15)

Εκτός αυτού, η εποχή και η γεωγραφική θέση παίζουν ρόλο στην εμφάνιση διαφορετικών χρωμάτων και σημείων στο *Harmonia axyridis* Pallas. Άτομα που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος και πιο σκούρα από τα άτομα που ζούνε σε χαμηλότερα ύψη. Η ποικιλία της τροφής, η πυκνότητα του πληθυσμού και η μη κανονική συνουσία παίζουν επίσης ρόλο στην ποικιλομορφία του είδους. Οι θερμοκρασιακές μεταβολές κατά την διάρκεια του σταδίου της προνύμφης και της νύμφης έχουν ισχυρή επίδραση στο καθορισμό του φαινότυπου των ακμαίων. Τέλος οι χαμηλές θερμοκρασίες επεκτείνουν την ανάπτυξη της νύμφης οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την δημιουργία περισσότερων και μεγαλύτερων κηλίδων στα άτομα. Το αντίθετο συμβαίνει κατά την επιτάχυνση της ανάπτυξης με χρήση υψηλών θερμοκρασιών με μείωση των μελανών σημείων. (39)



Εικόνα 2.4 Διάφοροι φαινότυποι του *Harmonia axyridis* Pallas

## 2.3 Βιοοικολογία

### 2.3.1 Βιολογικός κύκλος

Το *Harmonia axyridis* Pallas, όπως και όλα τα Κολεόπτερα, είναι ολομετάβολο έντομο και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη τεσσάρων σταδίων τα οποία είναι το αυγό (egg), η προνύμφη (larva), η νύμφη (pupa) και το ακμαίο ή τέλειο (adult)

Τα ωά, όπως έχουμε προαναφέρει, εμφανίζονται υπό τη μορφή συγκεντρωμένων ομάδων 10-30 ατόμων. Λίγο πριν από την εκκόλαψη αλλάζουν χρώμα και μετατρέπονται σε γκριζωπά προς μαύρα. Τη χρονική αυτή στιγμή τα ωά εκκολάπτονται και βγαίνουν οι προνύμφες. Ο χρόνος επώασης ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος και ειδικότερα της θερμοκρασίας. Γενικά σε θερμοκρασίες 25°C, τα ωά εκκολάπτονται μέσα σε 3-4 ημέρες.(5) Σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες ο χρόνος μεγαλώνει ενώ αντίθετα σε υψηλότερες θερμοκρασίες (25-30 °C) οι προνύμφες βγαίνουν σε 2-3 ημέρες.(56)

Οι εκκολαπτόμενες προνύμφες είναι πολύ μικρές και μαύρες. Παραμένουν στα υπολείμματα των ωών τους για μερικές ώρες και μετά αρχίζουν να κινούνται αργά ψάχνοντας για τροφή. Η αύξηση του σώματος γίνεται διαδοχικά στα τέσσερα στάδια ανάπτυξής του με τρεις ανανεώσεις του δερματοσκελετού τους (εκδύσεις). Από το δεύτερο στάδιο και μετά το χρώμα τους γίνεται πιο χαρακτηριστικό και οι κινήσεις του κατά την αναζήτηση της τροφής είναι πολύ πιο γρήγορες. Μετά την τελευταία έκδυσή τους οι κινήσεις τους περιορίζονται αφού ακολουθεί το στάδιο της νύμφωσης. Η διάρκεια του προνυμφικού σταδίου εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος και ειδικότερα της θερμοκρασίας. Έτσι, σε θερμοκρασία 25°C, ο χρόνος μετάβασης στο στάδιο της νύμφης είναι 10-14 ημέρες. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες ο χρόνος παρατείνεται μέχρι και 24 ημέρες ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες η διάρκεια του σταδίου επιταχύνεται σε 8-10 ημέρες.(31)

Στο στάδιο της νύμφης τα άτομα βρίσκονται προσκολλημένα στις επιφάνειες των φύλλων. Είναι ακίνητες και διατηρούνται σε αυτή τη θέση για περίπου μία



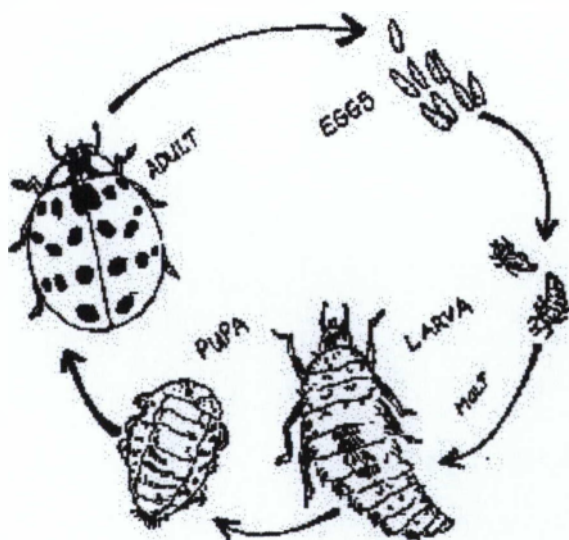
εβδομάδα. Σε θερμοκρασία 25°C οι νύμφες μεταμορφώνονται σε ακμαία μέσα σε 5-6 ημέρες. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες ο χρόνος μειώνεται έως και 3-4 ημέρες. Αντίθετα, σε χαμηλές θερμοκρασίες τα ακμαία εμφανίζονται μέσα σε 7-12 ημέρες.

Μετά την έξοδο του ακμαίου από το κουκούλι, το σώμα του είναι πολύ μαλακό και φέρει ανοιχτούς κίτρινο-πορτοκαλί χρωματισμούς. Έπειτα από 3-4 ημέρες το σώμα του σκληραίνει και τα έλυτρα παίρνουν το τελικό τους χρώμα. Το γεγονός αυτό μπορεί να συσχετιστεί με την ανάπτυξη και ωρίμανση του αναπαραγωγικού συστήματος των ακμαίων ατόμων.(43) Το μέγεθος του σώματός τους δεν αυξάνεται ενώ τα θηλυκά είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα αρσενικά.(5)

Στην Ελλάδα παρατηρήθηκε ότι η διάρκεια ζωής του ακμαίου κυμαίνεται από λίγους μήνες έως και 1 έτος ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που κυριαρχούν στη φύση. Έχει τέσσερις γενεές το χρόνο με μέσο όρο μακροζωίας για την κάθε γενιά 56.2, 66.8, 78.9 και 102.2 ημέρες αντίστοιχα. Η πρώτη γονιμοποίηση γίνεται τον Απρίλιο και η εμφάνιση της πρώτης γενεάς γίνεται μέσα Μαΐου. Η δεύτερη γενεά παρουσιάζεται τέλη Ιουνίου, η Τρίτη τέλη Αυγούστου ενώ η τέταρτη αρχές Οκτώβρη.(26)

Σύμφωνα με τον Michael L. Lamana, ο χρόνος ανάπτυξης του *Harmonia axyridis* Pallas από το στάδιο του αυγού έως το τέλειο άτομο κυμαίνεται μεταξύ 14,8 ημέρες για θερμοκρασίες 30 °C έως 81,1 ημέρες για θερμοκρασίες 14 °C.

Παρουσιάζει, επίσης υψηλά επίπεδα επιβίωσης των σταδίων της προνύμφης και της νύμφης σε υπερβολικά ακραίες χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με άλλα Coccinellidae.(43)



Εικόνα 2.5 Ο βιολογικός κύκλος του *Harmonia axyridis* Pallas

### 2.3.2 Γονιμότητα

Κατά τη εμφάνιση των ακμαίων μετά το στάδιο της νύμφης, αρχίζει η αναζήτηση της τροφής και η αναπαραγωγή. Το θηλυκό κάνει 3-4 ημέρες για να ωριμάσει το αναπαραγωγικό του σύστημα. Από την τέταρτη ημέρα και μετά αρχίζει να προσελκύει τα αρσενικά άτομα ενώ η σύζευξη αρχίζει από την έβδομη ημέρα.(43) Κατά την σύζευξη το αρσενικό χρησιμοποιεί τα πόδια του για να κρατηθεί από τα έλυτρα του θηλυκού και στηριζόμενο από αυτό, το γονιμοποιεί. Ο χρόνος γονιμοποίησης μπορεί να διαρκέσει σε πολλές περιπτώσεις μέχρι και μερικές μέρες.

(1)

Όπως είναι γνωστό (Σταθάς, 1996), τα αρπακτικά κολεόπτερα της οικογένειας Coccinellidae είναι ωοτόκα και αμφιγονικά. Στις περιπτώσεις όπου δεν πραγματοποιήθηκαν συζεύξεις, τα θηλυκά άτομα γενούν ωά τα οποία όμως δεν εκκολάπτονται. (Σταθάς, Hodek, 1973) Σύμφωνα με τα παραπάνω εφόσον τα θήλεα άτομα του *Harmonia axyridis* Pallas συζευχθούν, τότε όλα τα ωά τους εκκολάπτονται. (Obata) Ωά που δεν εκκολάπτονται παρατηρούνται μόνο σε ωοτοκίες ασύζευτων θηλέων, ή σε περιπτώσεις που οι αντίξοες συνθήκες (χαμηλές θερμοκρασίες) δεν το επιτρέπουν. (Σταθάς) Η μέση συνολική γονιμότητα 30 θηλέων του *Harmonia axyridis* Pallas σε συνθήκες θερμοκρασίας  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , σχετική υγρασία  $65\pm 2\%$  και φωτοπεριόδου 16 ωρών είναι κατά μέσο όρο  $1.641,6\pm 420,95$  ωά. Η μέγιστη τιμή της ημερήσιας γονιμότητας κυμαίνεται από 59 έως 78 ωά. (8<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, Χαλκίδα 1999)

Ο αριθμός των ωών που τοποθετούνται είναι μεγάλος κατά την πρώτη συνουσία, αργότερα δε αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με τον αριθμό των γονιμοποιήσεων. Όσο περισσότερη τροφή έχουν στη διάθεση τους τα θηλυκά, τόσο πιο πολλά ωά εναποθέτουν. Συνήθως τα ωά τα αφήνουν κοντά σε αποικίες με αφίδες έτσι ώστε τα εκκολαπτόμενα άτομα να έχουν πλεονέκτημα ως προς τη διατροφή τους.

Πολλές φορές τα θηλυκά άτομα αρνούνται να συνουσιαστούν με τα αρσενικά και εκδηλώνουν αυτή τους τη διάθεση με έναν από τους ακόλουθους τρόπους: είτε φεύγουν μακριά από τα αρσενικά, είτε απωθούν το αρσενικό από πίσω τους κουνώντας το σώμα τους, είτε τέλος τυλίγουν το τελευταίο κοιλιακό τμήμα προς τα πάνω. Αυτές τους οι ενέργειες παρατηρούνται όχι μόνο στα νεαρά άτομα αλλά και

στα μεγαλύτερα άτομα. Η άρνηση των θηλυκών για γονιμοποίηση γίνεται εμφανής σε πληθυσμούς με έλλειψη τροφής. (43)

### 2.3.3 Τροφικές συνήθειες

Το *Harmonia axyridis* Pallas είναι πολυφάγο έντομο και έχει ως κύρια τροφή τις αφίδες (αφιδοφάγο έντομο), ενώ δευτερεύουσα τροφή αποτελούν οι έρπουσες νύμφες κοκκοειδών, οι τετράνυχτοι, τα ωά και οι προνύμφες άλλων εντόμων. Τα σημαντικότερα θύματά του αποτελούν είδη:

- της οικογένειας Aphididae και συγκεκριμένα τα
  - *Acyrtosiphon pisum*
  - *Amphorophora oleraceae*
  - *Aphis craccivora*
  - *Aphis fabae*
  - *Aphis pomi*
  - *Brevicoryne brassicae*
  - *Hyalopterus arundinis*
  - *Macrosiphum rosae ibarae*
  - *Megoura viciae japonica*
  - *Myzus persicae*
  - *Neophyllaphis podocarp*
  - *Periphyllus californensis*
  - *Rhopalosiphum prunifoliae*
  - *Phorodon humilis*
- της οικογένειας Margarodidae με χαρακτηριστικό είδος το *Matsucoccus matsumurae*
- της οικογένειας Tetranychidae και συγκεκριμένα το είδος *Tetranychus urticae*

Υπάρχουν αναφορές στις οποίες επισημάνεται το γεγονός της κατανάλωσης νέκταρος και γύρης από το αρπακτικό έντομο σε περιπτώσεις έλλειψης τροφής. (19)

Επίσης οι προσπάθειες που γίνανε για την εργαστηριακή ανάπτυξη του *Harmonia axyridis* Pallas, έδωσαν θετικά αποτελέσματα χρησιμοποιώντας τεχνικές τροφές, όπως για παράδειγμα άγαρ, κατεψυγμένες αφίδες, ωά, και ημιτεχνικές τροφές περιλαμβάνοντας προϊόντα από μέλι.(19,45)

Η διατροφή του *Harmonia axyridis* Pallas γίνεται όχι με την απορρόφηση χυμών από το σώμα των θυμάτων, αλλά από τη μάσηση ακέραιων τμημάτων του σώματος (όπως είναι για παράδειγμα η κεραία, τα πόδια κ.τ.λ.). Η κατανάλωση της τροφής γίνεται μέχρι έναν αριθμό θυμάτων (ελάχιστη τροφική απαίτηση) έτσι ώστε το άτομο να μπορέσει να ολοκληρώσει τα στάδια ανάπτυξής του και να μπορέσει να γεννήσει. Ο βαθμός διατροφής επηρεάζεται από φυσικούς παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία. Με άνοδο της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται η αύξηση της καθημερινής διατροφής του ατόμου.(19) Επίσης, η κατανάλωση τροφής εξαρτάται και από το είδος του ξενιστή. Τέλος ένας άλλος παράγοντας αποτελεί και το φύλο του ατόμου *Harmonia axyridis* Pallas αφού τα θηλυκά καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες από ότι τα αρσενικά. Σύμφωνα με αναφορές του Hukusima και Kamei (στο Hodek, 1973) η μέση ημερήσια κατανάλωση τροφής για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα *Harmonia axyridis* Pallas είναι 22 και 65 άτομα αφίδας *Myzus persicae* αντίστοιχα στους 25° C ενώ σε θερμοκρασίες 30° C η μέση τιμή της κατανάλωσης τροφής κυμαίνεται 30 και 64 ατόμων αφίδας αντίστοιχα. Τρεφόμενο με την αφίδα *Amphorophora oleraceae* σε 25° C, η μέση ημερήσια κατανάλωση τροφής είναι 15 και 45 άτομα αφίδας για τα αρσενικά και τα θηλυκά αντίστοιχα. Στους 30° C οι τιμές κυμαίνονται σε 18 άτομα αφίδας για τα αρσενικά και 40 άτομα αφίδας για τα θηλυκά.

Η επιλογή της τροφής γίνεται πολλές φορές από το θηλυκό άτομο που θα εναποθέσει τα ωά έτσι ώστε οι προνύμφες που θα προκύψουν να έχουν στη διάθεσή τους άφθονη τροφή. Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες τα άτομα να εμφανίζουν μια αρνητική στάση απέναντι στο είδος τροφής που τους διαθέτεται. Ακμαία που μεταφέρθηκαν από *Hyalopterus arundinis* στο *Brevicoryne brassicae* μείωσαν την κατανάλωση τροφής κατά 90% μέσα σε 8 ημέρες.(19) Εκτός αυτού, υπάρχουν και είδη τροφών τα οποία αν και είναι αποδεκτά από το αρπακτικό, έχουν αρνητικές επιδράσεις. Παράδειγμα αυτού αποτελούν τα έντομα *Aphis pomi*, *Brevicoryne brassicae* και *Hyalopterus arundinis* που η κατανάλωσή τους από τις προνύμφες είχε σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί ο χρόνος ανάπτυξής τους καταφέροντας τελικά να ολοκληρώσουν τον κύκλο τους χωρίς όμως να γίνει γονιμοποίηση και ωοτοκία.(19) Ίδιο εναλλακτικό θύμα αποτελεί και ο τετράνυχος *Matsucoccus matsumurae* (35)



Τέλος υπάρχουν τροφές που χαρακτηρίζονται ως τοξικές για το *Harmonia axyridis* Pallas, διότι μετά την κατανάλωσή τους προκαλούν στο άτομο εμετούς που οδηγούν τελικά στο θάνατο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αφίδα *Megoura vicia* που η κατανάλωση τους από προνύμφες τέταρτης ηλικίας οδήγησε μετά από τέσσερα λεπτά στην αποβολή της τροφής και σε πολλές περιπτώσεις στο θάνατό τους. (19)

Ο τρόπος αναγνώρισης της τροφής είναι πολύ απλός. Εκτός από την επαφή, χρησιμοποιεί την οσμή και την όραση, για να βρει τα θύματά του από απόσταση. Η οσμή του υγιούς φύλλου, η οσμή του φύλλου με αφίδες, η οσμή της αφίδας και η όραση του φύλλου αποτελούν πολύτιμη βοήθεια στο εντοπισμό του θύματος. (42,41)

Σε γενικές γραμμές, το *Harmonia axyridis* Pallas χρησιμοποιεί δύο τρόπους κίνησης για την εξερεύνηση του περιβάλλοντος. Είναι η εκτεταμένη εξερεύνηση (extensive search) η οποία γίνεται με γρήγορες ευθύγραμμες κινήσεις και η εντατική εξερεύνηση (intensive search) η οποία χαρακτηρίζεται από αργές και ελικοειδείς κινήσεις. Κατά την περίοδο έρευνας για τροφή, το αρπακτικό χρησιμοποιεί εκτεταμένες κινήσεις διανύοντας μεγάλες αποστάσεις με μεγάλη ταχύτητα. Μετά τη διατροφή του η κίνησή του αλλάζει είτε σε εντατική είτε σε μια ενδιάμεση εντατική κίνηση εκτελώντας μικρές αποστάσεις κυματοειδούς μορφή με μικρές ταχύτητες. (13,15)

Πολλές φορές έχει παρατηρηθεί τα άτομα του *Harmonia axyridis* Pallas να χρησιμοποιούν εναλλακτική διατροφή κατά την απουσία τροφής. Σε αυτές τις περιπτώσεις καταναλώνουν κατά πρώτο τα ωά τους και κατά δεύτερον τα μαλακά άτομα τα οποία έχουν μόλις κάνει έκδυση. (19)

Τα θηλυκά του *Harmonia axyridis* Pallas μόλις βρεθούν σε μια αποικία με αφίδες, γεννούν τα ωά τους κοντά σε αυτές ώστε οι αναπτυσσόμενες προνύμφες να βρουν πιο εύκολα τροφή. Όμως πολλές φορές παρατηρούμε τα θηλυκά να μην γεννάνε στην περίοδο της καλύτερης πληθυσμιακής ανάπτυξης της αφίδας με επακόλουθο οι προνύμφες να έχουν φτωχή διατροφή οδηγώντας τα έτσι στην κατανάλωση των ωών τους. Σε γενικές γραμμές η πληθώρα της τροφής επηρεάζει την εμφάνιση του κανιβαλισμού το οποίο αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη σταθερότητα του δυναμικού ενός πληθυσμού του *Harmonia axyridis* Pallas. Τέλος άλλος παράγοντας που παίζει ρόλο στην έξαρση του κανιβαλισμού είναι η ηλικία του αρπακτικού εντόμου (18)



Η εμφάνιση του κανιβαλισμού παρατηρείται και μεταξύ ατόμων διαφορετικών ειδών (IGP). Παράδειγμα αυτού αποτελεί η μελέτη του Y. Higonoji χρησιμοποιώντας τα αρπακτικά έντομα *Harmonia axyridis* και *Coccinella septempunctata* τρεφόμενα με την αφίδα *Aphis gossypii* πάνω σε 100 δέντρα *Hibiscus syriacus*. Κατά τη διάρκεια του πειράματος παρατηρήθηκε η διατροφή των προνυμφών του *Harmonia axyridis* εις βάρος των νυμφών του *Coccinella septempunctata*. Σύμφωνα με αυτό και βάση άλλων ερευνητών (Takahashi, 1987; Dixon, 1992) ένας άλλος σημαντικός παράγοντας της έξαρσης του κανιβαλισμού μεταξύ ατόμων διαφορετικού είδους είναι εκτός από την ηλικία του αρπακτικού, το στάδιο ανάπτυξης του της τροφής. (18)

### 2.3.4 Διαχείριση και Διάπαυση

Το *Harmonia axyridis* Pallas έχει τέσσερις γενεές τον χρόνο. Τα άτομα της τρίτης και τέταρτης γενεάς διαχειμάζουν κατά την περίοδο του Οκτώβρη μέχρι την ερχόμενη άνοιξη οπότε και δραστηριοποιούνται πάλι. Κατά την περίοδο του Οκτωβρίου η εναπόθεση των ωών αρχίζει να μειώνεται και μέχρι τον Δεκέμβρη έχει σταματήσει τελείως. Η σύζευξη γίνεται την επόμενη άνοιξη μεταξύ των ατόμων της τέταρτης γενεάς. (26)

Τα ακμαία άτομα διαχειμάζουν σε προφυλαγμένες θέσεις από δυσμενείς συνθήκες και φυσικούς εχθρούς. Βρίσκονται είτε κάτω από μεγάλες πέτρες, είτε στο έδαφος είτε σε σχισμές δέντρων.

Σύμφωνα με τον H. Sakurai, T. Kawai και S. Takeda, το έντομο δεν παρουσιάζει διάπαυση, δηλαδή καμία αναστολή της λειτουργίας του κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και για αυτό κατατάσσεται στα ομοδύναμα έντομα. (54,26)

### 2.3.5 Φυσικοί εχθροί

Το *Harmonia axyridis* Pallas αποτελεί αρπακτικό έντομο μεγάλου εύρους εντόμων όπως αφίδες, κοκκοειδή και ακάρεα. Το ίδιο όμως αποτελεί και θύμα-τροφή για πολλά έντομα που είναι είτε **παράσιτα**, είτε **αρπακτικά**.

Υπάρχουν πολλά **αρπακτικά** του *Harmonia axyridis* Pallas τόσο αρθρόποδα όσο και σπονδυλωτά που αναφέρονται ως εχθροί του. Τέτοια είναι έξι είδη θηλαστικών, έξι είδη πουλιών, μερικές σαύρες, χελώνες, αράχνες και ένα είδος βατράχου. Όμως το *Harmonia axyridis* Pallas παρουσιάζει μερικούς μηχανισμούς για τη προστασία του από τα αρπακτικά του. Ένας από αυτούς είναι η εμφάνισή του σε μια κατάσταση λήθαργου- αδράνειας κατά τη οποία τα πόδια και οι κεραίες είναι μαζεμένες στη κοιλιά ενώ εκκρίνει κίτρινο υγρό από τη μηριακή άρθρωση. Η πικρή γεύση αλλά και η οσμή κινολίνης είναι ο σημαντικότερος τρόπος προστασίας από τα αρπακτικά.(19) Τέλος σοβαρός εχθρός για το *Harmonia axyridis* Pallas είναι και το *Podisus maculiventris* που ανήκει στην οικογένεια Pentatomidae της τάξης Hemiptera. Το έντομο αυτό επιτίθεται και κατατρώγει τα θύματά του είτε ως νόμφη είτε ως ακμαίο. Το πλεονέκτημα του *Harmonia axyridis* Pallas είναι ότι είναι πολύ πιο γρήγορο από το *P. maculiventris* και μπορεί να διαφύγει.(21)

Πολλά έντομα που αποτελούν **παράσιτα** του *Harmonia axyridis* Pallas ανήκουν στις τάξεις των Διπτέρων και των Υμενοπτέρων. Χαρακτηριστικά παράσιτα Διπτέρων βρίσκουμε στην οικογένεια Phoridae με εκπρόσωπο το *Phalacrotophora spp.* με βαθμό παρασιτισμού να κυμαίνεται μεταξύ 7-18% και αριθμό παράσιτων ατόμων 2-7 σε κάθε ξενιστή στο στάδιο της νόμφης.(19) Ακολουθεί το έντομο *Strongygaster triangulifera* της οικογένειας Tachinidae που παρασιτεί τα ακμαία κατά την περίοδο που διαχειμάζουν με ποσοστό παρασιτισμού 4.8%.(27) Στα Υμενόπτερα σημαντικότερο παράσιτο του *Harmonia axyridis* Pallas αποτελεί το *Perilitus coccinellae* της οικογένειας Braconidae το οποίο παρασιτεί τα ακμαία άτομα με βαθμό παρασιτισμού 1-11%.(19) Τέλος, στην ίδια οικογένεια έχουμε το *Dinocampus coccinellae* που είναι παράσιτο μικρής σημασίας με βαθμό παρασιτισμού 1%.(30)

Επιπλέον, πολλά είδη **μυρμηγκιών** που συμβιώνουν και προσέχουν πολλές αποικίες αφίδων όπως για παράδειγμα *Formica spp.* και *Lasius spp.* επιτίθενται στα

αφιδοφάγα έντομα. Σε περίπτωση που αντιλαμβάνονται την παρουσία ενός εχθρού, όπως είναι το *Harmonia axyridis* Pallas, τότε επιτίθενται για να τον απομακρύνουν από την αποικία. Όμως αυτή τους η ενέργεια δεν έχει σχέση με την προστασία των αφιδών αλλά με την προστασία των πηγών τροφής τους. Οι εργάτες που προσέχουν για τις διάφορες εισβολές είναι πολλοί μικροί για να συμπεριφέρονται ως αρπακτικά και για να προστατεύουν τις αφίδες από τους εχθρούς. Η προστασία των αφιδών συσχετίζεται με τη σπουδαιότητα της πηγής τροφής τους που είναι οι μελιτώδεις ουσίες που εκκρίνουν οι αφίδες. (19)

### 2.3.6 Εφαρμογές Βιολογικής Καταπολέμησης

Η χρήση του αρπακτικού εντόμου *Harmonia axyridis* Pallas κατά τη βιολογική καταπολέμηση στοχεύει στη μείωση και τη διατήρηση των πληθυσμών των επιβλαβών εντόμων σε χαμηλά επίπεδα. Ο ευκολότερος τρόπος για την εφαρμογή του είναι η εισαγωγή του αρπακτικού στην περιοχή που αναπτύσσεται το έντομο-θήραμα. Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής αυτής επηρεάζεται κατά πολύ από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής αλλά και από το είδος της τροφής.

Σε γενικές γραμμές η διαδικασία που ακολουθείται είναι απλή.

Περισυλλέγονται αρπακτικά άτομα είτε από περιοχές που διαχειμάζουν είτε από εκτροφές σε εργαστήρια και μεταφέρονται στους τόπους που υπάρχει το πρόβλημα. Οι τόποι μπορεί να είναι υπαίθριες περιοχές ή θερμοκήπια. Ακολουθεί η απελευθέρωσή τους γνωρίζοντας τα κλιματολογικά στοιχεία και τα είδη για τροφή που βρίσκονται διαθέσιμα στην περιοχή. Καλό είναι η εφαρμογή να γίνει στην περίοδο μεγάλου πληθυσμιακού δυναμικού του επιβλαβούς εντόμου έτσι ώστε στην περίπτωση της αφίδας *Aphis fabae*, το αρπακτικό να προλάβει την δημιουργία του χειμέριου αυγού της αφίδας στον κύριο ξενιστή.

Σχετικό παράδειγμα της χρήσης του αρπακτικού εντόμου *Harmonia axyridis* Pallas κατά τη βιολογική καταπολέμηση έγινε από τον C.Troune, S.Ledee, A.Ferran & J.Bruij στις νότιες περιοχές της Γαλλίας το 1994-1995. Σκοπός ήταν η αντιμετώπιση της αφίδας *Phorodon humuli* Schrank σε φυτά λυκίσκου χρήσιμα για

την παρασκευή μύρας. Απελευθερώθηκαν 20 και 40 άτομα δεύτερου και τρίτου προνομφιακού σταδίου του *Harmonia axyridis* στις κορυφές των φυτών στις 3 και 23 Ιουνίου αντίστοιχα. Το 1995 ακολούθησε και άλλες απελευθερώσεις στις 31 Μαΐου, 15 Ιουνίου και 22 Ιουλίου. Παρατηρήθηκε ότι κατά τις δύο πρώτες απελευθερώσεις του 1994, το αρπακτικό δεν είχε καμία σημαντική επιρροή στον πληθυσμό της αφίδας αφού κατά την κορυφή του πληθυσμιακού δυναμικού της αφίδας στις 16 Ιουνίου, ο αριθμός των ατόμων αφίδας ανά φύλλο ( $405,5 \pm 48,8$ ) ήταν σχετικά ίδιος με τον θεωρητικό έλεγχο του εργαστηρίου ( $432,9 \pm 34,6$ ). Αντίθετα, η απελευθέρωση των αρπακτικών της 31 Μαΐου του 1995 έφερε εκπληκτικά αποτελέσματα αφού κράτησε τον πληθυσμό των αφίδων σε χαμηλότερα επίπεδα σε σύγκριση με τον έλεγχο του εργαστηρίου. (ο αριθμός ατόμων αφίδας ανά φύλλο στις 21 Ιουνίου ήταν  $36,9 \pm 9,6$  ενώ ο αριθμός του εργαστηριακού ελέγχου ήταν  $161,6 \pm 30,7$ ). (61)

Στην Ελλάδα σχετική εφαρμογή Βιολογικής καταπολέμησης έγινε το 1994 από τους Π. Κατσόγιαννο, Δ. Κοντοδήμα & Γ. Σταθά σε περιοχές με εσπεριδοειδή. Τέλη άνοιξης με αρχές καλοκαιριού έγιναν απελευθερώσεις του αρπακτικού εντόμου *Harmonia axyridis* Pallas σε έντεκα καλλιέργειες εσπεριδοειδών (πορτοκαλιές, μανταρινιές, κ.α.) σε τέσσερις περιοχές της Ελλάδας (Κάμπος στην Χίο, Μαραθόνας στην Αττική, Λεωνίδιο στην Πελοπόννησο και Χανιά στην Κρήτη) με μεγάλες προσβολές από *Toxoptera aurantii*, *Aphis spiraecola* και *Aphis gossypii*. Εγκαταστάθηκαν 30-40 άτομα *Harmonia axyridis* Pallas ανά δέντρο σε 1-3 δέντρα σε κάθε περιοχή ανάλογα με τον πληθυσμό των αποικιών και τον αριθμό των άλλων αρπακτικών της περιοχής. Μετά από είκοσι τρεις μέρες από την απελευθέρωση το έντομο *Harmonia axyridis* Pallas αποτελούσε το 57,9% και 83,3% του πληθυσμού των αφιδοφάγων Coccinellidae στις δύο περιοχές της Χίου αντίστοιχα. Παρόμοια εμφάνιση υψηλού πληθυσμιακού δυναμικού παρατηρήθηκε και στις περιοχές του Λεωνιδίου όπου ο αριθμός των ατόμων του *Harmonia axyridis* Pallas ήταν το ένα τρίτο από το συνολικό αριθμό ατόμων Coccinellidae. Η εμφάνιση του μεγάλου πληθυσμού του *Harmonia axyridis* Pallas συνδέεται με το γεγονός της ύπαρξης άφθονης τροφής σε αυτές τις περιοχές. Επακόλουθο αυτού είναι η πτώση του πληθυσμού των αφίδων σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα (Τέλη Μαΐου η προσβολή ήταν βαριά με αποικίες πάνω από 10 αφίδες σε μεγάλο αριθμό φύλλων και κλαδιών ενώ αρχές Ιουνίου η προσβολή ήταν πολύ μικρή με μερικά άτομα αφίδας σε μεγάλο αριθμό φύλλων και κλαδιών). (26)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### ΤΟ ΕΠΙΒΛΑΒΕΣ ΕΝΤΟΜΟ *APHIS FABAE* SCOPOLI

#### 3.1 Ταξινόμηση

Η *Aphis fabae* Scopoli ανήκει στην τάξη Hemiptera, υποτάξη Homoptera, σειρά Sternorrhyncha, υπεροικογένεια Aphisoidea, οικογένεια Aphisidae και υποοικογένεια Aphisinae. Έχει κοινή ονομασία “μαύρη αφίδα των κουκιών” ή μελίγκρα όπως όλες οι αφίδες.

#### 3.2 Μορφολογία

Είναι έντομα μικρού μεγέθους, δυσδιάκριτα με μαλακό, αχλαδόμορφο ευαίσθητο σώμα χρώματος μαύρου. Τα θηλυκά άτομα (άπτερα) έχουν μέγεθος 1,5-3,1 χιλ. ενώ τα αρσενικά (πτερωτά) 1,3-2,6 χιλ.

Έχουν μακριά πόδια με 1-2 άρθρα σε κάθε ταρσό και μεγάλες κεραίες με 3-11 άρθρα χωρίς νημάτιο στην άκρη.

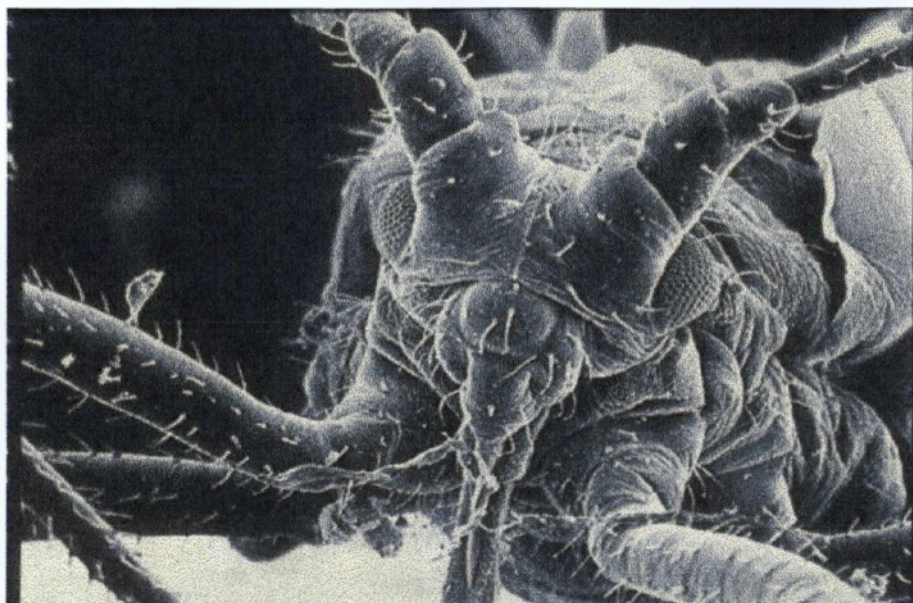
Τα στοματικά μόριά τους είναι νυσο-μυζητικού τύπου και αποτελούνται από τέσσερις λεπτές σμήριγγες που περιβάλλονται από σωληνωτό ρύγχος. Το ρύγχος



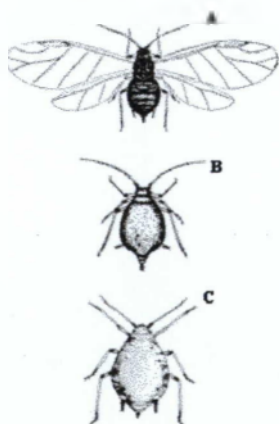
εκφύεται από τα ισχία των προσθίων ποδιών. Οι σμήριγγες είναι πριονωτές ώστε να μπορεί το έντομο να τρυπάει (να νύσσει) τους φυτικούς ιστούς.

Τα αρσενικά άτομα έχουν δύο ζεύγη πτερύγων εμφανίζοντας ένα ευδιάκριτο επίμηκες νεύρο σε όλο το μήκος τους και δεν σχηματίζουν ημιέλτρα. Κατά την ηρεμία τους, οι πτέρυγες παραμένουν σε όρθια θέση. Τα θηλυκά είναι άπτερα.

Η κοιλία φέρνει δύο χαρακτηριστικές πλευρικές αποφύσεις, τα **κεράτια** ή **σιφώνια**, που εκκρίνουν κηρώδη ουσία χρήσιμη για την άμυνα του εντόμου. (2,24,3)



Εικόνα 3.1 Άπτερο άτομο *Aphis fabae* Scopoli



Εικόνα 3.2 α) πτερωτό άτομο *Aphis fabae* Scopoli

b,c) άπτερα άτομα

## 3.3 Βιοοικολογία

### 3.3.1 Βιολογικός κύκλος

Η *Aphis fabae* Scopoli, ανήκει στην κατηγορία των ετερομετάβολων εντόμων και χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη τριών σταδίων τα οποία είναι το αυγό, η νύμφη ή υπονύμφη ή ναϊάς και το ακμαίο ή τέλειο. Στο στάδιο της νύμφης έχει τέσσερα στάδια. Σε κάθε στάδιο γίνεται και μία έκδυση. Η περίοδος μεταξύ δύο εκδύσεων ονομάζεται ηλικία.

Κατά την ανάπτυξη του εντόμου παρατηρούνται κάποιες μορφολογικές και ανατομικές αλλαγές αλλά σε περιορισμένο βαθμό. Τέτοιες μεταβολές αφορούν στην αύξηση του μεγέθους του σώματος, στην εμφάνιση των πτερύγων και στην ανάπτυξη του γενετικού συστήματος στα ώριμα άτομα.

Αυτό γίνεται φανερό από τη μεγάλη ομοιότητα που έχουν οι νύμφες και τα ακμαία. Ειδικότερα τα άπτερα άτομα μοιάζουν πιο πολύ στις νύμφες παρά στα πτερωτά.

Οι αφίδες έχουν ικανό αναπαραγωγικό δυναμικό και κυρίως μικρή περίοδο ανάπτυξης δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο μεγάλους πληθυσμούς. Ανήκουν στα πολυφάγα έντομα και συχνά βρίσκονται πολλά είδη σε ένα ξενιστή. Κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου μεταφέρονται και περνούν ένα διάστημα της ζωής τους σε άλλον από τον κύριο ξενιστή και για αυτό τον λόγο χαρακτηρίζονται και ως δίοικα άτομα. Είναι ολοκυκλικά άτομα παράγοντας αυγά και δεν αρκούνται στην αναπαραγωγή τους με παρθενογένεση.

Τα κύρια άτομα που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια ενός βιολογικού κύκλου είναι:

**Τα έμφυλα ή αμφιγονικά άτομα.** Είναι αρσενικά και θηλυκά άτομα. Το τελευταίο μετά από σύζευξη γεννούν το χειμέριο αυγό.

**Τα παρθενογενετικά άτομα.** Είναι άτομα που είτε προήλθαν από παρθενογένεση (παρθενογενή), είτε γεννάνε παρθενογενετικά (παρθενοτόκα) ή είτε γεννήθηκαν αλλά και γεννούν παρθενογενετικά.

Κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, μετά από τη σύζευξη μεταξύ δύο αμφιγονικών ατόμων, γεννιέται το **χειμέριο αυγό**. Το αυγό παραμένει στον ξενιστή όλο το χειμώνα μέχρι που έρχεται η άνοιξη και εκκολάπτεται. Τα άτομα που προέρχονται από το χειμέριο αυγό ονομάζονται **θεμελιωτικά** ή **ιδρυτικά** και αποτελούν την θεμελιωτική γενεά. Είναι κατά βάση άπτερα θηλυκά άτομα που αυτά με τη σειρά τους αναπαράγονται παρθενογενετικά και αποτελούν την αρχή σειράς γενεών με βραχύ βιολογικό κύκλο. Οι απόγονοι των ατόμων αυτών αναπτύσσονται κυρίως σε άπτερα άτομα και σε μικρό ποσοστό σε πτερωτά άτομα. Τα πτερωτά αυτά άτομα μεταναστεύουν πετώντας μακριά από τον κύριο ξενιστή τους σε δευτερεύοντες ξενιστές και ιδρύουν αποικίες περνώντας με αυτό τον τρόπο μια σειρά από είκοσι παρθενογενετικές γενεές. Κατά το τέλος των γενεών αυτών τα πτερωτά περιορίζονται στον δευτερεύοντα ξενιστή τους και περί το τέλος του καλοκαιριού έχουμε την εμφάνιση των **φυλογόνων παρθενογενετικών** ατόμων. Τα άτομα αυτά με τη σειρά τους μεταναστεύουν στον κύριο ξενιστή ή μένουνε στον ίδιο και μετά από την αμφιγονική σύζευξη τους γεννούν το χειμέριο αυγό. Έτσι κλείνει ο ετήσιος βιολογικός κύκλος. (16,11)

### 3.3.2 Πολυμορφισμός

Η *Aphis fabae* Scopoli είναι ένα έντομο που χαρακτηρίζεται ως πολυμορφικό. Αυτό γίνεται εμφανές από την ύπαρξη διαφόρων μορφών ατόμων μέσα στον πληθυσμό του (παρθενογενετικά, θεμελιωτικά, αμφιγονικά, φυλογόνα άτομα), όπως συμβαίνει και με άλλα είδη αφίδων. Πολλοί θεωρούν ότι η αλληλουχία του πολυμορφισμού προκαθορίζεται και συνδέεται με την επίδραση του χρόνου. Η εποχιακή αυτή ανάπτυξη επιβεβαιώνεται πρωταρχικά από τις αλλαγές του εξωτερικού περιβάλλοντος.



**Αναπαραγωγικός πολυμορφισμός.** Είναι γνωστό ότι οι παράγοντες του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπως η διάρκεια μήκους ημέρας, η θερμοκρασία και τα χαρακτηριστικά του ξενιστή, αποτελούν σημαντικά μέσα επιρροής στον αναπαραγωγικό πολυμορφισμό. Κάτω από συνθήκες μικρού μήκους ημέρας και σχετικά χαμηλών καλοκαιρινών θερμοκρασιών, οι αφίδες γεννάνε φυλογόνα άτομα που με τη σειρά του ζωοτοκούν. Αντίστοιχα φαινόμενα εμφανίζεται μεταξύ θηλυκών και αρσενικών ατόμων όπου στις ίδιες συνθήκες παρατηρούμε μια αύξηση του αριθμού των πτερωτών ατόμων σε μια αποικία. Επίσης ο τρόπος λειτουργίας των συνθηκών αυτών επιτρέπει στα φυτά να συγχρονίσουν τον βιολογικό τους κύκλο σύμφωνα με ανάπτυξη του φυτού ξενιστή. Ως προς τις εσωτερικές αλλαγές του εντόμου πιστεύεται ότι ρόλο παίζουν διάφοροι ενδογενείς παράγοντες του εγκεφάλου χωρίς όμως αυτό να έχει διευκρινιστεί πλήρως.

**Παρθενογενετικός πολυμορφισμός.** Μέσα σε μια αποικία, εμφανίζονται πτερωτά παρθενογενετικά άτομα, που φέρουν πτέρυγες και μπορούν να πετάξουν και άπτερα παρθενογενετικά άτομα. Οι παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη πτερωτών ατόμων είναι ο υπερπληθυσμός σε μια αποικία, τα χαρακτηριστικά του ξενιστή, η παρουσία μυρμηγκιών, η θερμοκρασία και ενδογενής αίτια. Κατά την ύπαρξη μεγάλου αριθμού ατόμων σε ένα ξενιστή, αναπτύσσεται σε μεγάλο βαθμό ο ανταγωνισμός με αποτέλεσμα τη γέννηση πτερωτών ατόμων. Επιπλέον ο μεγάλος πληθυσμός αφίδων πάνω σε ένα ξενιστή, οδηγεί στην εμφάνιση συμπτωμάτων στα βλαστικά μέρη του φυτού καταλήγοντας στην πτώση των νεαρών βλαστών και στην εμφάνιση πτερωτών ατόμων ικανών για μετανάστευση. Η παρουσία μυρμηγκιών που συμβιώνουν και προσέχουν μια αποικία αφίδων, δεν προκαλεί την ανάπτυξη πτερωτών ατόμων αλλά καθυστερεί την εμφάνισή τους. Παρομοίως, οι υψηλές θερμοκρασίες και μεγάλες σε διάρκεια ημέρες παρεμποδίζουν την ανάπτυξη πτερωτών ατόμων. Τέλος ενδογενείς παράγοντες όπως είναι η επίδραση ενδοκρινών αδένων κατά το στάδιο της νύμφης παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη άπτερων και πτερωτών ατόμων. Έτσι οι νύμφες που θα εξελιχθούν σε πτερωτά άτομα έχουν περιορισμένη δραστηριότητα των αδένων αυτών σε σχέση με τις νύμφες που θα εξελιχθούν σε άπτερα.(11)

### 3.3.3 Τροφικές συνήθειες και ζημιές

Η αφίδα *Aphis fabae* Scopoli είναι πολυφάγο έντομο και έχει ως κύρια πηγή τροφής της τα κουκιά (*Vicia faba*) το σέλινο, το καρότο, την πατάτα καθώς και άλλα πολλά κηπευτικά και ψυχανθή.(3)

Είναι δίοικο άτομο, το οποίο κατά τη διάρκεια του βιολογικού του κύκλου μεταφέρεται και περνάει ένα διάστημα της ζωής του σε άλλον από τον κύριο ξενιστή. Η διατροφή της στηρίζεται στην απομύζηση χυμών από τα φυτικά τμήματα μέσο του ρύγχος του.



Εικόνα 3.3 Αποικία σε φασόλια

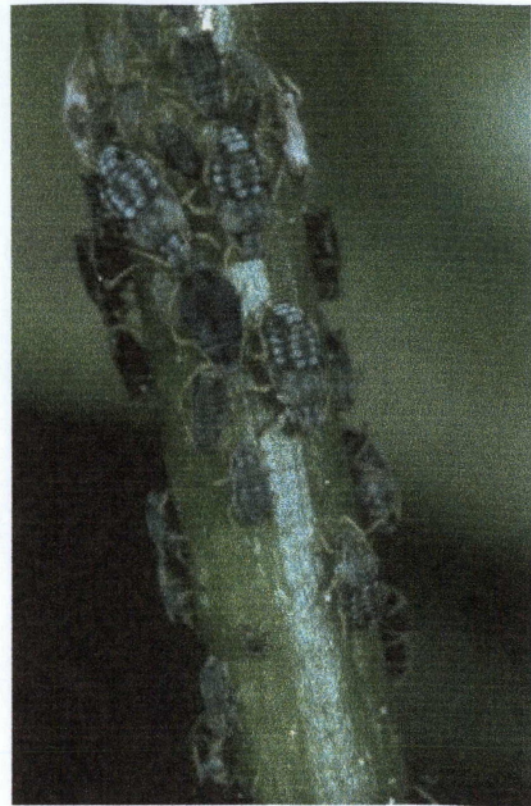


Εικόνα 3.4 Αποικία σε ζαχαρότευτλο





Εικόνα 3.5 Αποικία με παρθενικά άτομα



Εικόνα 3.6 Αφίδες σε φασολιά

Η *Aphis fabae* Scopoli μπορεί να επιδράσει με αρκετά δραματικό τρόπο στην ανάπτυξη ενός φυτού καθώς επίσης και στην ωρίμασή του. Αίτιο αυτών αποτελεί οι ζημιές που μπορεί να προκαλέσει πάνω στους ξενιστές του κατά τη διάρκεια της απορρόφηση χυμών από τους βλαστούς και τα φύλλα.

Στα νεαρά φύλλα και στους μίσχους παρατηρούμε την εμφάνιση διάφορων εξογκωμάτων και φλυκταινών που ονομάζονται κύστες. Αυτές προέρχονται από την αύξηση του ινδολικού οξικού οξέως (IAA) στο φυτό σαν αποτέλεσμα της προσθήκης του από τους σιελογόνους αδένες του εντόμου. Οι κύστες αυτές χωρίζονται σε πραγματικές κύστες και σε ψευδοκύστες. Οι ψευδοκύστες ποτέ δεν περικλείουν αφίδες κατά το σχηματισμό τους. Αντίθετα στις πραγματικές κύστες έχουμε την εσώκλειση μέσα σε αυτές ενός αριθμού αφίδων οι οποίοι συνεχίζουν να διατρέφονται και να γεννούν απογόνους έως τη στιγμή εκείνη που η κύστη τρυπιέται(διαρίγνεται).

Εκτός της δημιουργίας κύστεων στα διάφορα μέρη του φυτού, οι αφίδες επιδρούν στην αλλαγή του μεταβολισμού του ξενιστή τους. Επηρεάζουν την μείωση του μεγέθους των φύλλων και εκτός αυτού την μείωση των βλαστικών τμημάτων και ριζών. Τα φύλλα επίσης αλλοιώνονται και μεταχρωματίζονται σε σκούρα πράσινα σαν αποτέλεσμα της συγκέντρωσης χλωροφύλλης. Σε πολλές περιπτώσεις πολλά

φύλλα πέφτουν νωρίτερα από το κανονικό τους. Σε μεγάλους πληθυσμούς αφίδων μπορεί να παρατηρηθεί το φαινόμενο του θανάτου βλαστικών τμημάτων ή ολόκληρου του φυτού.

Τέλος έχει αποδειχθεί ότι αν η αφίδα διατρέφεται από ραδιενεργό φυτό και μεταναστεύσει σε άλλο φυτό για να διατραφεί, τότε μεταφέρει και μεταδίδει τη ραδιενέργεια στο καθαρό φυτό. Το γεγονός αυτό οφείλεται στον τρόπο με τον οποίο τρέφεται αφού χρησιμοποιεί τους σιελογόνους αδένες του ρύγχους του.(11)

Σημαντικές είναι επίσης οι έμμεσες ζημιές που οφείλονται στη δυνατότητα μετάδοσης φυτοπαθογόνων ιών.

Οι ιοί που μεταδίδονται από την αφίδα μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρονται στα φυτά σε **μη έμμοτους ιούς** και σε **κυκλοφορούντες**

**Μη έμμοτοι ιοί** είναι οι ιοί που δεν παραμένουν για πολύ στην αφίδα και μεταδίδονται λίγες μόνο ώρες μετά από τη λήξη τους από το ασθενές φυτό. Οπότε κατά την είσοδο του στιλέτου της αφίδας στην επιδερμίδα του μολυσμένου φυτού, το έντομο μολύνεται και κατακρατεί τον ιό για μία ή δύο το πολύ ώρες στους σιελογόνους αδένες του. Η μετάδοσή του σε καθαρό φυτό γίνεται μηχανικά όταν το έντομο ψάχνει για νέα τοποθεσία για να τραφεί. Στην περίπτωση που περάσει η χρονική περίοδος των λίγων ωρών, τότε ο ιός δεν μεταδίδεται στο υγιές φυτό.

Με αυτόν τον τρόπο η αφίδα *Aphis fabae* Scopolii μπορεί να προσβάλει πολλά είδη καλλιεργειών όπως είναι το κουκί, το μπιζέλι, το σέλινο, ο καρότο, το ζαχαρότευτλο, την πατάτα, την τομάτα, τον καπνό, την τουλίπα και γενικά πολλά κηπευτικά και ψυχανθή.(3)

**Κυκλοφορούντες ιοί** είναι οι ιοί οι οποίοι παραμένουν στον φορέα και μπορούν να μεταδοθούν από αυτόν για μεγάλη χρονική περίοδο και μερικές φορές για ολόκληρη τη ζωή τους. Για να μολυνθεί η αφίδα με αυτούς τους ιούς θα πρέπει το στιλέτο να διαπεράσει την επιδερμίδα του φυτού και να εισχωρήσει στον φλοιώδες ιστό του. Ο ιός, μέσω των σιελογόνων αδένων, διεισδύει στο οργανισμό του φορέα και πολλαπλασιάζεται με τη βοήθεια των υγρών του. Έτσι κάθε φορά που μεταναστεύει η αφίδα σε άλλους ξενιστές, μεταδίδει τον ιό μέσω του σάλιου καθώς νύσσει τους φυτικούς ιστούς.

Τέτοιοι ιοί που μεταδίδονται με αυτόν τον τρόπο με την βοήθεια της αφίδας *Aphis fabae* είναι το καρούλιασμα της πατάτας (potato leaf roll virus PLRV) και ο ιός των κουκιών (beet yellow net virus BYNV).

Η μετάδοση των ιών γίνεται κυρίως από τα πτερωτά άτομα που πετάνε από το πρωτεύων φυτό στους δευτερεύοντες ξενιστές. Επίσης οι ιοί μπορούν να μεταφερθούν από φυτό σε φυτό με το περπάτημα των νυμφών και άπτερων ατόμων στην περίπτωση που υπάρχει μεγάλος πληθυσμός από αφίδες και τα φυτά βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους.(11)

Τέλος χαρακτηριστικό των αφίδων είναι και η έκκριση από την έδρα μελιτωδών ουσιών (μελίτωμα), οι οποίες περιέχουν άπεπτα σάκχαρα της τροφής. Πάνω σε αυτό το μελίτωμα αναπτύσσονται μύκητες, γνωστοί ως “καπνιές” (γένος *Capnodium* της τάξης *Dothiedales* των *Ascomycήτων*), οι οποίες παρεμποδίζουν τις φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού και υποβαθμίζουν την ποιότητα των προϊόντων.

### 3.3.4 Φυσικοί εχθροί

Με το όρο εχθρούς εννοούμε τους κινδύνους που αντιμετωπίζει μια αποικία αφίδων κατά τη διάρκεια της ζωής της. Οι εχθροί της αφίδας *Aphis fabae* Scopoli είναι κυρίως αρπακτικά έντομα και παράσιτα.

Τα **αρπακτικά** έντομα τα βρίσκουμε στην τάξη των:

- Διπτέρων στην οικογένεια Cecidomyidae με χαρακτηριστικό ωφέλιμο είδος το *Aphidoletes aphidimyza*, και στην οικογένεια Syrphidae με τα είδη *Syrphus ribesii* και *Scaeva pyrastii*
- Κολεοπτέρων της οικογένειας Coccinellidae με σημαντικότερα είδη τα *Harmonia axyridis*, *Adalia bipunctata* και *Coccinella septempunctata*
- Νευροπτέρων με το είδος *Chrysopa carnea* της οικογένειας Chrysopidae
- Ημιπτέρων της οικογένειας Anthocoridae με χαρακτηριστικό το είδος *Anthocoris memorum*.

Ως αρπακτικά μπορούμε να θεωρήσουμε και τα πουλιά τα οποία τρώνε τις αφίδες μόνο όταν βρίσκονται σε μεγάλο πληθυσμό ή μόνο όταν είναι ανεπαρκής άλλου είδους τροφή.



Τα παράσιτα έντομα τα βρίσκουμε στην τάξη των Υμενοπτέρων με χαρακτηριστικά είδη της οικογένειας Braconidae όπως *Aphidius matricariae*, *Ephedrus cerasicola* και *Praon sp.*

Είναι αξιοσημείωτο ότι οι αφίδες διαθέτουν μηχανισμούς άμυνας κατά την εισβολή των αρπακτικών ή παρασίτων εντόμων σε μια αποικία. Κύριο όργανό τους αποτελεί το σιφώνιο ή κεράτιο το οποίο εκκρίνει ουσία όταν ο εχθρός πλησιάζει προς το μέρος τους. Αυτό αποσκοπεί σε δύο πράγματα. Πρώτον, στο να προειδοποιήσουν τα γειτονικά άτομα της αποικίας τους ότι πλησιάζει εχθρός ώστε να προλάβουν να διαφύγουν. Δεύτερον στο να πασαλείψουν το κεφάλι του εντόμου έτσι ώστε να τον μπερδέψουν ή και ακόμη να τον ζαλίσουν για να μπορέσουν να ξεφύγουν. Η έκκριση ουσίας από τα κεράτια όπως και να έχει είναι αποτελεσματική μόνο σε αρπακτικά που έχουν μέγεθος ίσο ή μικρότερο από την αφίδα. Αντίθετα τα παράσιτα ζαλίζονται και φαίνεται ο τρόπος αυτός να αποτελεί σωτηρία για τις αφίδες.

Εκτός αυτού, παρατηρούμε ότι οι αφίδες κατά την εισβολή των εχθρών αποχωρίζονται το φυτό πέφτοντας από αυτό ή απομακρύνονται μακριά από τον εχθρό ή τον κλωτσάνε προσπαθώντας να τον διώξουν μακριά. Η επισήμανση της εμφάνισης ενός αρπακτικού ή παράσιτου σε μία αποικία γίνεται είτε από την οσμή κάποιας ουσίας, όπως αναφέραμε παραπάνω, είτε από την παρακολούθηση της ανοδικής κίνησης του πάνω στο μίσχο. Το τελευταίο γίνεται εμφανές από το γεγονός ότι οι αφίδες τρέφονται πάνω στους μίσχους των φύλλων με το βλέμμα τους να κοιτάζει προς τα κάτω οπότε η εμφάνιση του εχθρού γίνεται αντιληπτή αμέσως. Τέλος μεγάλη βοήθεια λαμβάνουν από την συμβίωσή τους στο ίδιο φυτό με μυρμήγκια αφού αυτά τους προσέχουν και τις προστατεύουν από την είσοδο αρπακτικών.(11)

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

### Μελέτη της ανάπτυξης του αρπακτικού εντόμου *Harmonia axyridis* Pallas, επί της αφίδας *Aphis fabae* Scopoli

#### Περίληψη

Η καθημερινή και συνολική κατανάλωση τροφής του αρπακτικού εντόμου *Harmonia axyridis* Pallas τρεφόμενου με την αφίδα *Aphis fabae* Scopoli μελετήθηκαν υπό εργαστηριακές συνθήκες. Η μελέτη έγινε βασιζόμενη σε εκκολαπτόμενα άτομα *Harmonia axyridis* Pallas μέχρι την ολοκλήρωση του προνυμφικού σταδίου. Όλο το πείραμα εξελίχθηκε σε ελεγχόμενες συνθήκες (25°C θερμοκρασία και 16h φωτοπεριόδου). Στις συνθήκες αυτές παρατηρήθηκε ότι τα άτομα που βρίσκονταν στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης κατανάλωσαν  $13,96 \pm 237$  μέσο όρο άτομα *Aphis fabae* Scopoli ενώ τα άτομα του δευτέρου, τρίτου και τέταρτου σταδίου κατανάλωσαν  $25,28 \pm 17,98$  ,  $144,84 \pm 38,95$  και  $398,16 \pm 52,65$  αντιστοίχως. Η συνολική κατανάλωση ατόμων *Aphis fabae* Scopoli από τα αρπακτικά άτομα *Harmonia axyridis* Pallas ήταν 15231 με μέση τιμή κατανάλωσης τροφής  $609,24 \pm 75,2$ . Η συνολική διάρκεια ανάπτυξης των ατόμων από το ωό μέχρι την νύμφη είναι  $12,64 \pm 0,7$  ημέρες, ενώ η διάρκεια ανάπτυξης των επιμέρους ηλικιών (πρώτης, δεύτερης, τρίτης και τέταρτης ηλικίας) είναι  $3,12 \pm 0,33$  ,  $2,4 \pm 0,5$  ,  $2,6 \pm 0,5$  και  $4,52 \pm 0,5$  ημέρες αντιστοίχως.

## Summary

The daily and total consumption of the predator *Harmonia axyridis* Pallas fed on *Aphis fabae* Scopoli, were studied under laboratory conditions. The study took place under hatchable individuals *Harmonia axyridis* Pallas, from egg to pupa. The experiment was conducted under the temperature of 25°C and 16h photoperiod. Under these controlled conditions, it was observed that for the development of 1<sup>st</sup> instar larvae, the prey consumption was  $13,96 \pm 237$  of *Aphis fabae* Scopoli and for the development of the 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> instars larvae was  $25,28 \pm 17,98$  ,  $144,84 \pm 38,95$  και  $398,16 \pm 52,65$  respectively. The total consumption of *Aphis fabae* Scopoli by the predator *Harmonia axyridis* Pallas was 15231 individuals and the total average prey consumption was  $609,24 \pm 75,2$ . The total average duration for the development of individuals from egg to pupa is  $12,64 \pm 0,7$  days and the average duration for the development of 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> instars larvae is  $3,12 \pm 0,33$  ,  $2,4 \pm 0,5$  ,  $2,6 \pm 0,5$  and  $4,52 \pm 0,5$  days respectively.

## Εισαγωγή

Στην Ελλάδα και στις καλλιέργειες των εσπεριδοειδών παρατηρούμε αυξημένες προσβολές από είδη της οικογένειας Aphididae όπως *Toxoptera aurantii* και *Aphis spiraeicola* Paton τα οποία εμφανίζονται νωρίς την άνοιξη με αρχές καλοκαιριού και τέλη καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου. Μεγάλες ζημιές παρατηρούνται και στις καλλιέργειες βαμβακιού από την αφίδα *Aphis gossypii* Glover. Η χρησιμοποίηση της βιολογικής καταπολέμησης έδειξε ότι μπορεί να ξεπεράσει τις μεγάλες προσβολές στα εσπεριδοειδή με τη βοήθεια ωφέλιμων εντόμων της οικογένειας Coccinellidae.

Στην Ελλάδα, τα αρπακτικά έντομα *Coccinella septempunctata* L. και *Hippodamia undecimnotata* της οικογένειας Coccinellidae χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία κατά τη βιολογική καταπολέμηση για την αντιμετώπιση των προαναφερθέντων αφίδων, αφού έχουν σπουδαία χαρακτηριστικά όπως γονιμότητα και μεγάλο μέγεθος σώματος. Αντίθετα όμως έδειξαν αρνητικά στοιχεία κατά την ανάπτυξή τους πάνω σε δέντρα εσπεριδοειδών, που έφεραν προσβολή από αφίδες (*Toxoptera aurantii*, *Aphis spiraeicola*). Εξάλλου, η ύπαρξη αφιδοφάγων εντόμων, όπως για παράδειγμα τα προαναφερόμενα, που εμφανίζουν διάπαυση τους καλοκαιρινούς μήνες, δεν μπορούν να αποτελέσουν κατάλληλο φυσικό εχθρό για τα είδη μας. (26)

Το αρπακτικό *Harmonia axyridis* Pallas μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλο για την καταπολέμηση ειδών της οικογένειας Aphididae. Τα βιολογικά (όπως γονιμότητα, μεγάλη ποικιλία τροφής) και οικολογικά χαρακτηριστικά του (όπως έλλειψη διάπαυσης τους θερινούς μήνες, καλή κινητικότητα και υψηλό πληθυσμιακό δυναμικό), το καθιστούν σίγουρα ως ένα από τους σπουδαιότερους εχθρούς των αφίδων.

Σύμφωνα με αναφορές, το *Harmonia axyridis* Pallas είναι χρήσιμο στον έλεγχο πληθυσμών αφίδας και έχει φέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα στη βιολογική καταπολέμηση. Αποτελεί ένα αποτελεσματικό βιολογικό μέσο στην Γαλλία για τον έλεγχο του πληθυσμού του *Phorodon humuli* σύμφωνα με τον C. Trone. (61) Επίσης έφερε εντυπωσιακά αποτελέσματα μετά την εγκατάστασή του στην περιοχή του Μίστικαν των Ηνωμένων Πολιτειών. (9) Αξιοσημείωτη είναι η αποτελεσματικότητά

του σε περιοχές του Όρεγκον, σύμφωνα με Michael L. Lamana, για την καταπολέμηση διαφόρων ειδών αφίδων και ψύλλων. (30) Τέλος σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας φαίνεται να κρατά τους πληθυσμούς των αφίδων σε σταθερά επίπεδα σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών.

Η κατανάλωση τροφής του αρπακτικού, όπως προαναφέραμε , μπορεί να επηρεάσει την αποτελεσματικότητά του ως παράγοντα της βιολογικής καταπολέμησης. Περαιτέρω πληροφορίες πρέπει να συγκεντρωθούν πάνω σε αυτό το θέμα. Σε αυτό τον λόγο στηρίχθηκε η εργασία αυτή παραθέτοντας πληροφορίες για τη συνολική κατανάλωση τροφής σε κάθε προνυμφική ηλικία του *Harmonia axyridis* Pallas.



## Υλικά και μέθοδοι

### Α) Εκτροφή αρπακτικών

Ο αρχικός πληθυσμός των ατόμων *Harmonia axyridis* Pallas που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμά μας, προέρχονται από ακμαία άτομα που εισήχθησαν στην Ελλάδα από την Γαλλία το 1993 και εκτρέφονταν στο εντομοτροφείο του εργαστηρίου Βιολογικής Καταπολέμησης του Τμήματος Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Μπενάκειου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου υπό ελεγχόμενες συνθήκες μέχρι σήμερα. Ανατράφηκαν σε κυλινδρικούς κλωβούς με αποικίες αφίδων *Aphis fabae* Scolorpi πάνω σε νεαρά φυτά κουκιών.

Μετά την γονιμοποίηση των ακμαίων του *Harmonia axyridis* Pallas και την απόθεση των ωών στους μίσχους και τα φύλλα των κουκιών μέσα στους κλωβούς, απομακρύνουμε τα αυγά και τα τοποθετήσαμε σε κενό κλωβό υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτοπεριόδου (25°C και 16h). Ύστερα από 3 ημέρες, τα ωά εκκολάπτονται και βγαίνουν οι προνύμφες οι οποίες αποτελούν και τα άτομα του πειράματός μας.



Εικόνα 1 Εκτροφή ατόμων *Harmonia axyridis* Pallas στο εντομοτροφείο



Εικόνα 2 Εκτροφή ατόμων *Harmonia axyridis* Pallas σε κουκιά μολυσμένα με την αφίδα *Aphis fabae* Scopoli

## Β) Εκτροφή αφίδων

Σε κουτιά με βρεγμένο πριονίδι τοποθετήσαμε σπόρους κουκιών οι οποίοι αναπτύχθηκαν και τους μολύναμε με αφίδες *Aphis fabae* Scopoli όταν τα φυτά απέκτησαν 5-7 cm ύψος. Αυτά τα κουκιά αποτελούν την πηγή συλλογής των ώριμων ατόμων αφίδας *Aphis fabae* Scopoli που χρειάστηκε για την πραγματοποίηση του πειράματός μας. Οι συνθήκες διατήρησης του πληθυσμού αφίδας στα κουκιά γίνεται σε θάλαμο με 10-15 °C θερμοκρασίας και 16h φωτοπεριόδου.



Εικόνα 3 Υγιείς κουκιά φυτεμένα σε κουτάκια 4x4





Εικόνα 4 Μολυσμένα κουκιά με την αφίδα  
*Aphis fabae* Scopoli



Εικόνα 5 Μολυσμένα κουκιά με την  
αφίδα *Aphis fabae* Scopoli



Εικόνα 6 Εκτροφή *Aphis fabae* Scopoli στο εντομοτροφείο



## Γ) Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή του πειράματος ήταν τα εξής:

- Κυλινδρικοί κλωβοί υλικού πλεξιγκλάς διαστάσεως 30x18 cm
- Οργαντίνα για την αποφυγή διαφυγής των ατόμων του πειράματος στους κλωβούς
- Σπόροι κουκιών
- Κουτάκια 4x4 cm για την φύτεμα των κουκιών
- Πριονίδι
- Δοκιμαστικοί σωλήνες μήκους 10 εκ. και διαμέτρου 2,5 εκ.
- Πινελάκι
- Λαβίδα
- Θάλαμοι ελεγχόμενων συνθηκών (25°C θερμοκρασία και 16h φωτοπερίοδος)
- Στερεοσκόπιο



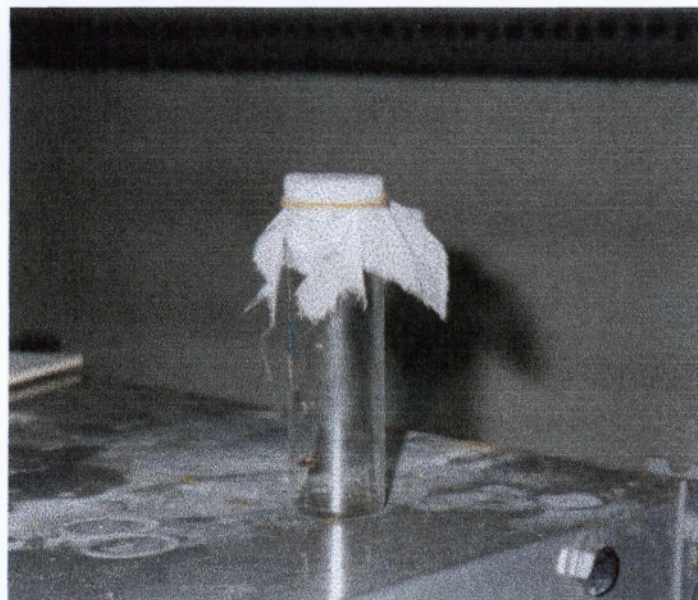
Εικόνα 7 Υλικά του πειράματος α) κλωβός β) στερεοσκόπιο γ) κουτάκια 4x4 για φύτεμα κουκιών δ) κουκιά φντεμένα σε κουτάκια με πριονίδι ε) δοκιμαστικός σωλήνας ς) δοκιμαστικός σωλήνας κλεισμένος με οργαντίνα ζ) λαβίδα

#### Δ) Μέτρηση Θηρευτικής ικανότητας

Για την μέτρηση της θηρευτικής ικανότητας του *Harmonia axyridis* Pallas χρησιμοποιούμε δοκιμαστικούς σωλήνες διαμέτρου 10 εκ. και μήκους 2,5 εκ. Αριθμούμε τους δοκιμαστικούς σωλήνες από 1-25. Στην συνέχεια γίνεται τυχαία λήψη 25 ατόμων *Harmonia axyridis* Pallas από τις εκκολαπτόμενες προνύμφες με τη βοήθεια πινέλου και μεταφέρονται κάθε άτομο σε ξεχωριστό δοκιμαστικό σωλήνα.

Την πρώτη μέρα τοποθετούμε έναν αριθμό αφίδων *Aphis fabae* Scoloroli σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα. Την επόμενη μέρα γίνεται η καταμέτρηση των αφίδων που κατανάλωσε κάθε άτομο ξεχωριστά. Εν συνέχεια, προσθέτουμε και άλλες αφίδες στους δοκιμαστικούς σωλήνες. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται καθημερινά μέχρι να φτάσουν τα άτομα στο στάδιο της νύμφης όπου και ακινητοποιούνται.

Η παρατήρηση και η καταγραφή του αριθμού των αφίδων που κατανάλωσε κάθε άτομο ξεχωριστά γίνεται σε καθημερινή βάση με τη βοήθεια του στερεοσκοπίου. Επίσης γίνεται παρατήρηση και καταγραφή των εκδύσεων των ατόμων και του αριθμού των αφίδων που καταναλώνει σε κάθε ηλικία.



Εικόνα 8 Τοποθέτηση ενός ατόμου *Harmonia axyridis* Pallas στο δοκιμαστικό σωλήνα μαζί με ποσότητα τροφής *Aphis fabae* Scoloroli



### Ε) Μελέτη σταδίων ανάπτυξης του *Harmonia axyridis* Pallas

Σε κάθε ένα από τα 25 άτομα του *Harmonia axyridis* Pallas μετρήθηκε παράλληλα και η διάρκεια των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης της προνύμφης (ηλικίες).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Α)Θηρευτική ικανότητα του *Harmonia axyridis* Pallas

Ο αριθμός των αφίδων *Aphis fabae* Scopoli που καταναλώθηκαν από τα άτομα *Harmonia axyridis* Pallas καταμετρήθηκαν και αποτυπώθηκαν στον πίνακα 1.

ήρες	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Σύνολο
ομο															
1	1	4	6	4(έκδ.)	19	26(έκδ.)	40	55(έκδ.)	65	111	102	67(νυμ.)			500
2	2	7	5(έκδ.)	16	29	26(έκδ.)	45	61	52(έκδ.)	77	103	84	22(νυμ.)		529
3	1	5	7	5(έκδ.)	20	25	23(έκδ.)	37	58(έκδ.)	69	102	133	65(νυμ.)		550
4	4	7	5(έκδ.)	15	23(έκδ.)	35	60	56(έκδ.)	79	126	138	99	56(νυμ.)		703
5	3	7	6(έκδ.)	13	19(έκδ.)	32	55(έκδ.)	71	123	102	74	43(νυμ.)			548
6	2	4	5(έκδ.)	16	21	17(έκδ.)	39	59	55(έκδ.)	87	134	101	67(νυμ.)		607
7	1	5	7(έκδ.)	18	28	24(έκδ.)	44	64	61(έκδ.)	82	124	103	65	45(νυμ.)	671
8	2	5	4(έκδ.)	12	20(έκδ.)	41	65(έκδ.)	85	107	99	68(νυμ.)				508
9	3	9	7(έκδ.)	12	21(έκδ.)	43	65	58(έκδ.)	79	112	87	34(νυμ.)			530
0	1	3	6(έκδ.)	14	19(έκδ.)	38	60(έκδ.)	84	107	105	76	38(νυμ.)			551
1	1	5	7(έκδ.)	19	26	23(έκδ.)	41	67(έκδ.)	83	103	107	79	43(νυμ.)		604
2	2	7	5(έκδ.)	18	29(έκδ.)	46	70	65(έκδ.)	89	110	104	88	45(νυμ.)		678
3	1	5	7	4(έκδ.)	21	32(έκδ.)	51	75	69(έκδ.)	91	136	100	87	34(νυμ.)	713
4	1	6	4(έκδ.)	17	28	23(έκδ.)	48	67	65(έκδ.)	89	129	102	59(νυμ.)		638
5	3	8	5(έκδ.)	13	21(έκδ.)	42	65	60(έκδ.)	79	120	99	43(νυμ.)			558
6	2	8	4(έκδ.)	11	19(έκδ.)	35	58(έκδ.)	73	123	110	91	54(νυμ.)			588
7	2	6	5(έκδ.)	21	31	26(έκδ.)	49	72	68(έκδ.)	94	140	122	88(νυμ.)		724
3	3	6	5(έκδ.)	17	27(έκδ.)	50	72	67(έκδ.)	87	100	136	96	54(νυμ.)		720
1	1	6	4(έκδ.)	13	25(έκδ.)	38	59	56(έκδ.)	71	96	102	85	32(νυμ.)		588
2	2	6	5(έκδ.)	20	30	26(έκδ.)	50	76	70(έκδ.)	98	145	110	63(νυμ.)		701
3	3	7	6(έκδ.)	17	26(έκδ.)	48	63	57(έκδ.)	75	92	127	79	41(νυμ.)		641
4	4	7	5(έκδ.)	14	27(έκδ.)	48	60(έκδ.)	77	103	119	56	23(νυμ.)			543
2	2	6	6(έκδ.)	16	29(έκδ.)	50	69(έκδ.)	86	105	90	43(νυμ.)				502
1	1	6	5(έκδ.)	22	34	30(έκδ.)	51	76	68(έκδ.)	96	134	98	51(νυμ.)		672
2	2	6	4(έκδ.)	20	32	28(έκδ.)	43	59(έκδ.)	70	94	137	105	64(νυμ.)		664

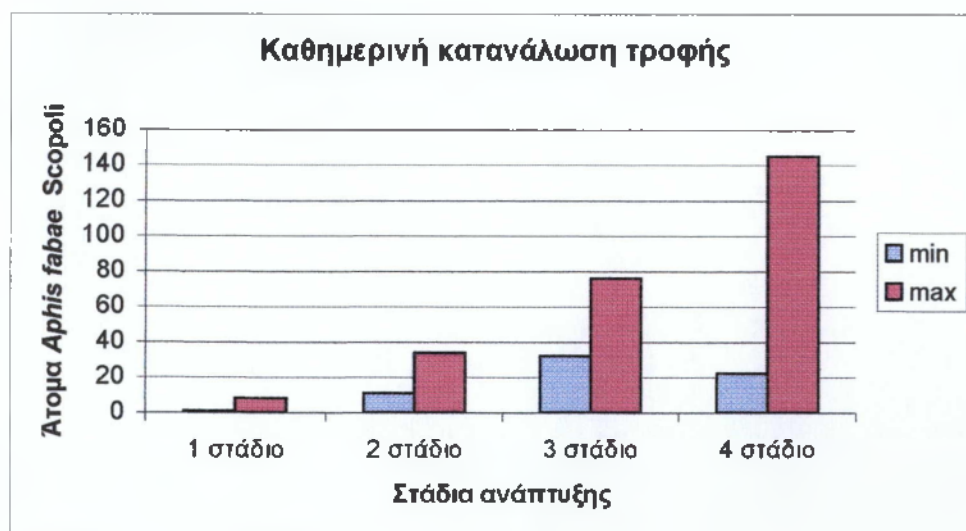
Πιν. 1 Καθημερινή κατανάλωση τροφής από τα 25 άτομα *Harmonia axyridis* Pallas καθώς και η εμφάνιση εκδόσεων κατά την διάρκεια της ανάπτυξής τους.

Η συνολική καθημερινή κατανάλωση αφίδων *Aphis fabae* Scopoli από τα άτομα *Harmonia axyridis* Pallas παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, κατά την διάρκεια της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> ημέρας του κάθε σταδίου παρατηρούμε μια αύξηση της κατανάλωσης τροφής ακολουθούμενη από μια μείωση στις επόμενες μέρες. Στο πρώτο στάδιο η κατανάλωση της τροφής αυξήθηκε την 2<sup>η</sup> ημέρα κατά 4 άτομα *Aphis fabae* και μειώθηκε κατά την 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> ημέρα κατά 1 άτομο *Aphis fabae* ανά ημέρα. Στο δεύτερο στάδιο αυξήθηκε την 2<sup>η</sup> ημέρα κατά 10 ακμαία άτομα *Aphis fabae* και μειώθηκε κατά τη 3<sup>η</sup> ημέρα κατά 2 άτομα. Στο τρίτο στάδιο αυξήθηκε την 2<sup>η</sup> ημέρα κατά 19 άτομα και μειώθηκε την 3<sup>η</sup> ημέρα κατά 3 άτομα. Στο τέταρτο στάδιο αυξήθηκε την 2<sup>η</sup> ημέρα κατά 34 άτομα *Aphis fabae* και μειώθηκε κατά την 3<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup> και 5<sup>η</sup> ημέρα κατά 7, 38 και 26 άτομα *Aphis fabae*. Η αύξηση της κατανάλωσης της τροφής που παρατηρήθηκε κατά την 2<sup>η</sup> ημέρα σε όλα τα προνυμφικά στάδια, μπορεί να δικαιολογηθεί από την αύξηση του μεγέθους του σώματος των προνυμφών. Αντίθετα η σχετική μείωση των αναγκών τροφής των προνυμφών μετά την 2<sup>η</sup> ημέρα οφείλεται στην προετοιμασία του εντόμου για έκδυση.

Η καθημερινή ελάχιστη και μέγιστη κατανάλωσης τροφής καθώς επίσης και η συνολική παρουσιάζεται στον πίνακα 2 και στα διαγράμματα 1,2. Η μέση κατανάλωση τροφής για το 1 στάδιο είναι  $13,96 \pm 237$  ενώ για το 2,3,4 στάδιο είναι  $25,28 \pm 17,98$  ,  $144,84 \pm 38,95$  ,  $398,16 \pm 52,65$  αντιστοίχως. Από τα προηγούμενα παρατηρούμε μια αύξηση της συνολικής κατανάλωσης τροφής (ο μέσος όρος) από το πρώτο στο δεύτερο στάδιο κατά 4,3 φορές, από το δεύτερο στο τρίτο στάδιο κατά 2,5 φορές και από το τρίτο στο τέταρτο κατά 1,7 φορές. Η συνολική μέση τιμή κατανάλωσης τροφής κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του από το ωό μέχρι τη νύμφη είναι  $609,24 \pm 75,2$ .

Κατανάλωση τροφής					
Στάδια	Καθημερινή		Συνολική		Average $\pm$ SD
	Min	Max	Min	Max	
1 στάδιο	1	8	10	19	13,96 $\pm$ 237
2 στάδιο	11	34	30	86	25,28 $\pm$ 17,98
3 στάδιο	32	76	87	196	144,84 $\pm$ 38,95
4 στάδιο	22	145	286	498	398,16 $\pm$ 52,65
Συνολική ανάπτυξη (ωό ως νύμφη)			500	724	609,24 $\pm$ 75,2

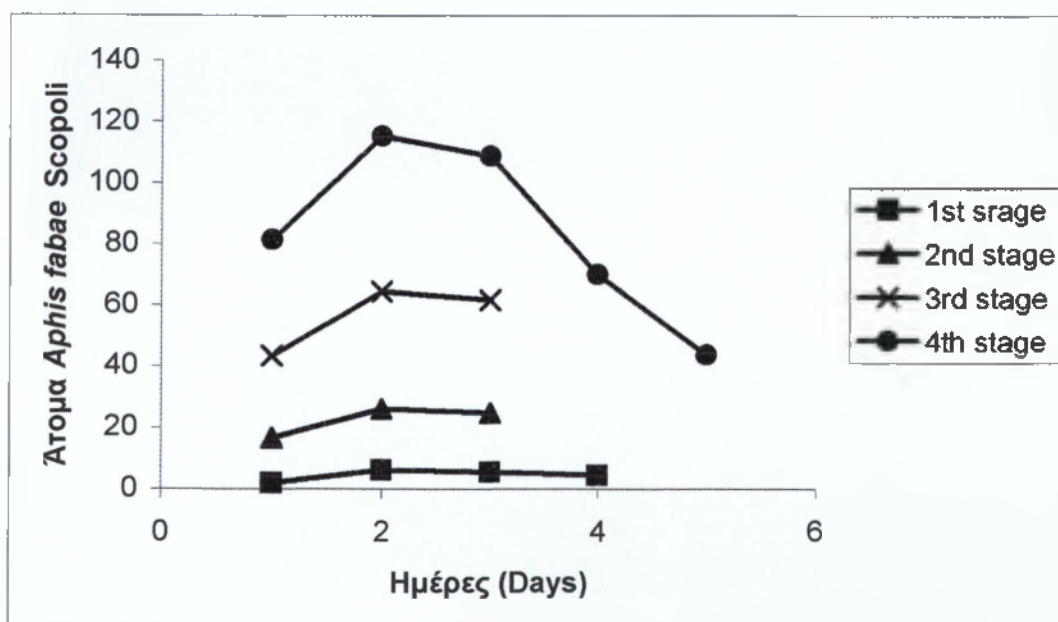
Πιν.2 Η καθημερινή και η συνολική κατανάλωση τροφής (αριθμός ακμαίων *Aphis fabae*) του *Harmonia axyridis* Pallas κατά τη διάρκεια του κάθε σταδίου ανάπτυξης του.



Διαγ.1 Η καθημερινή ελάχιστη και μέγιστη τιμή κατανάλωσης τροφής (ατόμων *Aphis fabae* Scopolii) από τα άτομα *Harmonia axyridis* Pallas σε κάθε στάδιο ανάπτυξης τους.



Διαγ. 2 Η συνολική ελάχιστη και μέγιστη τιμή κατανάλωσης τροφής (ατόμων *Aphis fabae Scopolii*) από τα άτομα *Harmonia axyridis Pallas* σε κάθε στάδιο ανάπτυξής τους



Διαγ. 3 Η καθημερινή μέση τιμή κατανάλωσης τροφής (ατόμων *Aphis fabae Scopolii*) από τα αρπακτικά άτομα *Harmonia axyridis Pallas* για κάθε στάδιο ανάπτυξής τους (από ωό ως την νύμφη). Η διάρκεια των ημερών του κάθε προνυμφικού σταδίου είναι: 1<sup>st</sup> stage  $3,12 \pm 0,33$ ; 2<sup>nd</sup> stage  $2,4 \pm 0,5$ ; 3<sup>rd</sup> stage  $2,6 \pm 0,5$ ; 4<sup>th</sup> stage  $4,52 \pm 0,5$ .



Για την επιτυχία του πειράματός μας, χρησιμοποιήσαμε συνολικά 15231 άτομα *Aphis fabae* Scopoli με μέση τιμή κατανάλωσης  $609,24 \pm 75,2$ . Η μέση κατανάλωση τροφής ακμαίων ατόμων *Aphis fabae* Scopoli από όλα τα άτομα *Harmonia axyridis* Pallas σε κάθε ηλικία αλλά και για κάθε ημέρα μας παρουσιάζεται στον πίνακα 3.

	Μέση Κατανάλωση τροφής				Μέση Συν. Κατανάλ. Ημέρας
	1 στάδιο	2 στάδιο	3 στάδιο	4 στάδιο	
1 ημέρα	2	16,56	43,36	81,44	35,84
2 ημέρα	6,04	25,88	64,4	115,16	52,87
3 ημέρα	5,4	24,6	61,8	108,68	50,12
4 ημέρα	4,33	∅	∅	70	37,165
5 ημέρα	∅	∅	∅	44	44
Μέση Συν. Κατανάλ. Σταδίου	4,44	22,35	56,52	83,86	

Πιν.3 Η μέση κατανάλωση τροφής ατόμων *Aphis fabae* Scopoli για κάθε στάδιο ανάπτυξης των προνυμφών *Harmonia axyridis* Pallas και σε κάθε ημέρα.



Διάγ. 4 Παρουσίαση της μέσης συνολικής κατανάλωσης τροφής των 25 ατόμων *Harmonia axyridis* Pallas σε κάθε στάδιο ανάπτυξης του.

## B) Διάρκεια σταδίων ανάπτυξης των προνυμφών του *Harmonia axyridis* Pallas

Κατά την διάρκεια ανάπτυξης του *Harmonia axyridis* Pallas, οι προνύμφες διέρχονται από τέσσερις ηλικίες κατά τις οποίες έχουμε την εμφάνιση τριών εκδύσεων. Η καταγραφή των εκδύσεων κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των προνυμφών μέχρι να φτάσουν στο στάδιο της νύμφης φαίνεται στον πίνακα 1. Η διάρκεια της κάθε ηλικίας εξαρτάται από τον μεταβολισμό του κάθε άτομου. Συνοπτικά ο αριθμός των ημερών που διάρκεσε κάθε ηλικία παρουσιάζεται στον πίνακα 2. Βάσει αυτού παρατηρούμε ότι από τα 25 άτομα *Harmonia axyridis* Pallas τα 22 άτομα χρειάστηκαν περίπου 3 ημέρες να ολοκληρώσουν το πρώτο στάδιο ανάπτυξής τους ενώ τα υπόλοιπα 3 άλλαξαν ηλικία σε 4 ημέρες περίπου. Αντίστοιχα η διάρκεια της δεύτερης ηλικίας σε των 15 ατόμων *Harmonia axyridis* Pallas ήταν 2 ημέρες περίπου ενώ τα υπόλοιπα άτομα χρειάστηκαν 3 ημέρες. Κατά το τρίτο στάδιο τα 10 άτομα άλλαξαν τον δερματοσκελετό τους μετά από 2 ημέρες ενώ τα άλλα 15 μέσα σε 3 ημέρες περίπου. Τέλος ο χρόνος που χρειάστηκε έως τα άτομα *Harmonia axyridis* Pallas να μετατραπούν σε νύμφες ήταν για τα 12 άτομα 4 ημέρες ενώ για τα υπόλοιπα 13 άτομα 5 ημέρες. Γενικά ο μέσος όρος διάρκειας των σταδίων ανάπτυξης των προνυμφών κατά την 1<sup>η</sup> ηλικία ήταν  $3,12 \pm 0,33$  ενώ για την 2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> ηλικία  $2,4 \pm 0,5$ ,  $2,6 \pm 0,5$  και  $4,52 \pm 0,5$  αντίστοιχα. Η συνολική διάρκεια κατά την ανάπτυξη των 25 ατόμων *Harmonia axyridis* Pallas από την εκκόλαψη έως την ολοκλήρωση του 4<sup>ου</sup> σταδίου κυμάνθηκε από 11 έως 14 ημέρες (11 ημέρες για 2 άτομα, 12 ημέρες για 7 άτομα, 13 ημέρες για 14 άτομα και 14 ημέρες για 2 άτομα) με μέση τιμή  $12,64 \pm 0,7$ .

Διάρκεια ηλικίας σε ημέρες					
Ατομο	1 στάδιο	2 στάδιο	3 στάδιο	4ο στάδιο	Σύνολο
1	4	2	2	4	12
2	3	3	3	4	13
3	4	3	2	4	13
4	3	2	3	5	13
5	3	3	2	5	13
6	3	3	3	4	13
7	3	2	3	5	13
8	3	2	2	4	11
9	3	2	3	4	12
10	3	2	2	5	12
11	3	3	2	5	13
12	3	2	3	5	13
13	3	2	3	5	13
14	4	3	3	4	14
15	3	2	3	4	12
16	3	2	2	5	12
17	3	3	3	4	13
18	3	2	3	5	13
19	3	2	3	5	13
20	3	3	3	4	13
21	3	2	3	5	13
22	3	2	2	5	12
23	3	2	2	4	11
24	3	3	3	4	13
25	3	3	2	5	13
<b>Average +SD</b>	3,12±0,33	2,4±0,5	2,6±0,5	4,52±0,5	12,64±0,7

Πιν.4 Η διάρκεια των προνυμφικών σταδίων σε ημέρες για κάθε άτομο

*Harmonia achrydis* Pallas και ο συνολικός χρόνος που απαιτήθηκε για την είσοδό τους στο νυμφικό στάδιο.

## Συζήτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματός μας, παρατηρούμε μια σημαντική αύξηση της κατανάλωσης της τροφής του αρπακτικού *Harmonia axyridis* Pallas κατά τη διάρκεια της δεύτερης ημέρας σε κάθε στάδιο ανάπτυξης. Αυτό προφανώς οφείλεται στην αύξηση των απαιτήσεων του μεταβολισμού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής του. Εν συνεχεία, ακολουθεί μια μείωση της κατανάλωσης τροφής στις επόμενες ημέρες για την ολοκλήρωση των σταδίων. Το γεγονός αυτό συνδέεται με την προετοιμασία των ατόμων για έκδυση έχοντας σαν αποτέλεσμα να κάνουν αργές κινήσεις ή και να ακινητοποιούνται μερικώς. Η περίοδος αυτή της μείωσης της κατανάλωσης τροφής γίνεται φανερή στο τελευταίο στάδιο κατά το οποίο εμφανίζεται μια ραγδαία μείωση από την τρίτη ημέρα και μετά.

Άλλες αναφορές που στηρίζουν τα παραπάνω έχουν γίνει από τους Mpho W. Phoofole & John j. Obrycki οι οποίοι μελέτησαν τα στάδια ανάπτυξης του *Harmonia axyridis* Pallas και τον χρόνο που χρειάστηκε για την ολοκλήρωσή τους.(49) Παρόμοια αναφορά με τα αποτελέσματά μας έγινε από τον C. Τρουνε όπου βάσει της μελέτης του για τον βιολογικό έλεγχο των ειδών της οικογένειας Aphididae, υποστηρίζει την εμφάνιση διακυμάνσεων της κατανάλωσης της τροφής του αρπακτικού *Harmonia axyridis* Pallas και στα τέσσερα στάδια ανάπτυξής του.(61) Το ίδιο φαινόμενο έχει παρατηρηθεί όχι μόνο αποκλειστικά στο *Harmonia axyridis* Pallas αλλά και σε άλλα είδη της οικογένειας Coccinellidae όπως είναι το *Rhyzobius lophanthae* σύμφωνα με άλλη αναφορά.(55)

Η αποτελεσματικότητα ενός αρπακτικού ως φυσικού εχθρού εναντίων των ξενιστών του (Hodek, 1973) εξαρτάται από τα βιολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου. Η αδηφαγία του και η γονιμότητά του *Harmonia axyridis* Pallas είναι στοιχεία βιολογικά χαρακτηριστικά βάσει των οποίων αξιολογείται η αποτελεσματικότητά του ως φυσικού εχθρού εναντίων των εντόμων-ξενιστών του, και χρησιμοποιείται σε μεθόδους (indirect methods) σε διάφορα μοντέλα (Hodek, 1973) για τον προσδιορισμό αυτό της αποτελεσματικότητας. Άλλα βιολογικά χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στη μεγάλη αποτελεσματικότητά του *Harmonia axyridis* Pallas είναι και η μικρή χρονική διάρκεια που απαιτείται για την



ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου καθώς και τα υψηλά επίπεδα επιβίωσης των ατελών σταδίων ανάπτυξης και της νύμφης σε υπερβολικά ακραίες χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες σε σχέση με άλλα Coccinellidae το (min=14°C και max=30°C) προσθέτοντάς του με αυτόν τον τρόπο θετικά στοιχεία ως φυσικό εχθρό των ειδών της οικογένειας Aphididae. (43)

Η αδηφαγία του *Harmonia axyridis* Pallas αποτελεί κατάλληλο μέτρο σύγκρισης της αποτελεσματικότητας του έναντι άλλων αρπακτικών της οικογένειας Coccinellidae. Το γεγονός της συνολικής κατανάλωσης 15231 ατόμων *Aphis fabae* Scopolii και από τα 25 άτομα *Harmonia axyridis* Pallas κατά την διάρκεια ανάπτυξης του *Harmonia axyridis* Pallas από το ωό μέχρι τη νύμφη με συνολική μέση τιμή κατανάλωσης τροφής 609,24±75,2 που παρατηρήθηκαν κατά την παρούσα μελέτη, συνδέεται άμεσα με την ικανότητά του αντιμετώπισης και μείωσης πληθυσμών αφίδων. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, μπορούμε να πούμε ότι περιγράφουν με αρκετά καλή ακρίβεια την αδηφαγία του *Harmonia axyridis* Pallas. Παρά το γεγονός ότι εξετάστηκαν μόνο 25 άτομα σε κάθε στάδιο ανάπτυξης, η τιμή του SD (Standard Deviation) δεν ήταν μεγάλη, αφού σε όλες τις περιπτώσεις αυτή δεν ξεπέρασε το 20% του μέσου όρου. Έτσι δεν χρειάστηκε να μελετηθούν περισσότερα των 25 ατόμων ώστε να θεωρηθούν τα αποτελέσματα αποδεκτά. Σύμφωνα με στοιχεία που απαρτίζονται από τον Hodek, άλλα αρπακτικά όπως *Coccinella septempunctata* και *Adalia bipunctata* τρεφόμενα επί τις αφίδες *Aphis fabae* και *Myzus persicae* αντιστοίχως δεν ξεπερνάγανε τα ποσοστά κατανάλωσης τροφής του *Harmonia axyridis* Pallas(19). Επιπλέον, σύμφωνα με την μελέτη του Eric Lucas με θέμα την αδηφαγίας και τις τροφικές προτιμήσεις μεταξύ των αφιδοφάγων *Harmonia axyridis* και *Coccinella septempunctata* τρεφόμενα με *Aphis citricola* και *Tetranychus urticae* έδειξαν ότι το αρπακτικό *Coccinella septempunctata* καταναλώνει μικρότερο αριθμό ατόμων αφίδας και τετράνυχου (36,11±14,77 σε αναλογία 20 άκαρι/40 αφίδας και 25,68±8,61 σε 40/60) από ότι το *Harmonia axyridis* (45,35±11,01 σε αναλογία 20/60 και 38,92±12,79 σε 40/60).(33)

Επίσης καθοριστικό παράγοντα στον έλεγχο πληθυσμών αφίδων αποτελούν και ένα άλλο βιολογικό χαρακτηριστικό, όπως είναι η μεγάλη του γονιμότητα που επιδρά στην αποτελεσματικότητα του εντόμου ως βιολογικό μέσο ενάντια πολλών ξενιστών. Αυτός είναι και ο λόγος γιατί η γονιμότητα και γενικά η αναπαραγωγική ικανότητα πολλών αρπακτικών βρίσκονται στο επίκεντρο μελέτης. Έτσι και το *Harmonia*

*axyridis* μελετήθηκε από τον Obata(1987) πάνω σε θέματα συμπεριφοράς κατά την σύζευξη και η επίδραση πλούσιας διαθέσιμης τροφής στην εναπόθεση ωών. Ο Hukusima & Kamei (στο Hodek, 1973) μελέτησαν την συνολική γονιμότητα του αρπακτικού πάνω σε αφίδα *Myzus persicae* και *Amphorophora oleracea* (2,310 και 3,819 αυγά αντιστοίχως για 25°C και 778 και 945 αυγά για 30°C). Ακόμα ο Hodek παραθέτει τη συνολική γονιμότητα του αρπακτικού εντόμου *Adalia bipunctata* χωρίς όμως να ξεπερνά τα επίπεδα του *Harmonia axyridis*.

Η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται επίσης από πολλά οικολογικά χαρακτηριστικά. Το γεγονός ότι η δραστηριότητά του δεν διακόπτεται κατά τους θερινούς μήνες, φέρνει το *Harmonia axyridis* Pallas σε πλεονεκτική θέση σε σχέση με άλλα είδη της οικογένειας Coccinellidae όπως για παράδειγμα το αρπακτικό *Coccinella septempunctata* το οποίο οι κλιματολογικές συνθήκες του καλοκαιριού το οδηγούν σε διάπαυση. (αν και σε χώρες της Ασίας έχει αναφερθεί από τον Higonoji ότι το *Harmonia axyridis* πέφτει σε διάπαυση χωρίς όμως να διευκρινισθεί πλήρως)(54) Αυτό το φέρνει ως πρώτη επιλογή για την χρησιμοποίησή του σε καλοκαιρινές καλλιέργειες για τον έλεγχο αφίδων. Επίσης μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλο βιολογικό μέσο ελέγχου πληθυσμών αφίδων σε περιπτώσεις που οι πληθυσμοί παρασιτοειδών είναι πολύ μικροί.

Επίσης ο μεγάλος αριθμός ξενιστών που έχει του προσδίδει επιπλέον χαρακτηριστικά στις ικανότητές του ως αρπακτικό. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται στην περιοχή της Γεωργίας όπου ο δυναμισμός του πληθυσμού του ήταν αρκετά μεγάλος σε σχέση με άλλα αρπακτικά. Σχετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στην περιοχή Όρεγκον της Καλιφόρνιας όπου μέσα σε 15 μήνες ο πληθυσμός του *Harmonia axyridis* έφτασε τα ίδια επίπεδα με τους πληθυσμούς των *Adalia bipunctata*, *Cycloneda polita*, *Olla v-nigrum* και *Coccinella septempunctata*.  
(30)

Σήμερα που οι τάσεις έχουν προσανατολισθεί προς την εφαρμογή νέων μεθόδων των εχθρών των καλλιεργειών, με στρατηγική όπως αυτής της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης (Integrated Control) για μια Ολοκληρωμένη παραγωγή προϊόντων (Integrated product), η χρησιμοποίηση ωφέλιμων εντόμων με γνωστές τις θηρευτικές ικανότητες τους και γενικά τα χαρακτηριστικά τους (μορφολογικά, βιοοικολογίας) συνεισφέρει στην πραγματοποίηση σωστής και αποτελεσματικής ενέργειας προς επίτευξη των πιο πάνω στόχων. Οι περαιτέρω έρευνες πάνω σε θέματα βιολογίας και οικολογίας του εντόμου στην Ελλάδα είναι

απαραίτητες να γίνουν ώστε η χρήση του ως μέσο της βιολογικής καταπολέμησης και η εγκατάστασή του σε περιοχές που παρουσιάζουν προβλήματα προσβολών από αφίδες να γίνει με αποτελεσματικό τρόπο, παρακάμπτοντας έτσι τα οξύτατα προβλήματα που δημιουργεί στο αγροϊκόςυστημα η μονομερής χρήση τοξικών εντομοκτόνων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ABOU FAKHR EM., KAWAR NS. (1998). *Complex of endoparasitoids of aphids (Homoptera: Aphididae) on vegetables and other plants*. Entomologicheskoe Obozrenie 77(4): 753-763
2. BEAN AND COWPEA APHIDS.  
[http://ipmwww.ncsu.edu/AG295/html/bean\\_and\\_cowpea\\_aphids.htm](http://ipmwww.ncsu.edu/AG295/html/bean_and_cowpea_aphids.htm)
3. BLACKMAN R.L., EASTOP V.F. *Aphis on the world's crops. An identification and information guide*. Εκδ. The national history museum
4. BROADLEY R.H. (1983). *Toxicity of insecticides to Coccinela repanda Thunbergand and Harmonia octomaculata (fabricius) (Coleoptera, Coccinellidae)*. Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences 40(2): 125-127
5. BRUN, J. (1993) *Biological control in the orchard: Harmonia axyridis Pallas, a new exotic predator for control of aphids*. Infos(Paris) 94: 41-42
6. ΓΙΑΝΝΟΠΑΠΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ. (1999). *Πτυχιακή εργασία: Μελέτη της γονιμότητας του αφιδοφάγου εντόμου Harmonia axyridis Pallas*. ΤΕΙ Ηρακλείου.
7. CHO JUM-RAE, HONG K.J., YOO J.K BANG J.R., LEE J.O. (1997). *Comparative toxicity of selected insecticides to Aphis citricola, Myzus malisuctus (Homoptera: Aphididae), and the predator Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae)*. Journal of Economic Entomology 90(1): 11-14
8. CODERRE DANIEL, LUCAS ERIC, GAGNE ISABELLE (1995). *The occurrence of Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae) in Canada*. The Canadian Entomologist 127:609-611
9. COLUNGA-GARCIA MANUEL, GAGE STUART H. (1998). *Arrival, establishment and habitat sue of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera, Coccinellidae). in a Michigan landscape*. Environmental Entomology 27(6): 1574-1580
10. ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΗΣ (1998). *Φυτοπροστατευτικά προϊόντα*. Εκδ. Έμβρυο, Αθήνα



11. DIXON A.F.G. (1973). *Biology of Aphids*. London
12. DREVES AMY J. (jul. 97-sept.98) *Harmonia axyridis our friend, the Asiatic ladybug*. <http://www.efn.org/~ipmpa/harmonia.html>
13. ETTIFOURI, M., FERRAN, A. (1993). *Influence of larval rearing diet on the intensive searching behavior of Harmonia axyridis (Col.:Coccinellidae) larvae*. 38(1): 51-59
14. ETTIFOURI, M., FERRAN, A. (1993). *Influence of larval rearing diet on the intensive searching behavior of Harmonia axyridis (Col.: Coccinellidae) larvae*. Entomophaga 38(1): 51-59
15. FERRAN, A., GAMBRIEL, J., PARENT, S., LEGENDRE, K., TOURNIERE, R., GIUGE, L. (1997). *The effect of rearing the ladybird Harmonia axyridis on Ephestia kuehmiella eggs on the response of its larvae to aphid tracks*. Journal of Insect Behavior 10(1): 129-144
16. ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Γ. (1997). *Φυτοπροστασία II*. ΤΕΙ Καλαμάτας
17. HE, J.L., MA, E.P., SHEN, Y.C., CHEN, W.L., SUN, X.Q. (1994). *Observations of the biological characteristics of Harmonia axyridis (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae)*. Journal of Shanghai Agricultural College 12(2): 119-124
18. HIRONORI Y. & KATSUHIRO S. (1997). *Cannibalism and interspecific predation in two predatory ladybirds in relation to prey abundance in the field*. Entomophaga 42(1/2): 153-163
19. HODEK, I. (1973). *Biology of Coccinellidae*. W.Junk, The Hague
20. HONG OAKKEE, PARK YONGCHUL (1996). *Laboratory rearing of the aphidophagous ladybeetle, Harmonia axyridis: yolk protein production and fecundity of the summer adult female*. Korean Journal of Applied Entomology 35(2): 146-152
21. HOUGH-GOLDSTEIN J., COX J., ARMSTRONG, A. (1996). *Podisus maculiventris (Hemiptera: Pentatomidae) predation on ladybird beetles (Coleoptera:Coccinellidae)*. Florida Entomologist 79(1): 64-68
22. HUKUSIMA S. & KONDO K. (1962). *Further evaluation in the feeding potential of the predaceous insects and spiders in association with aphids harmful to apple and pear growing, and the effect of pesticides on predators*. Jap. J. appl. Ent. Zool. 6(4): 274-280

23. HY, Y.S., WANG, Z.M. NING, C.L., PI, Z.Q. (1989). *The functional response of Harmonia axyridis to their prey of Cinara sp.* Natural Enemies of Insects 11(4): 164-168
24. HYPP ZOOLOGY. *Beet leaf aphid, bean aphid, black bean aphid.*  
<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6aphfab.htm>
25. IOWA INSECT INFORMATION NOTES. *Ladybugs in the home- Asian lady beetle.* <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/iiin/ladybeetles.html>
26. KATSOYANNOS P., KONTODIMAS D.C., STATHAS G.J., TSARTSALIS C.T. (1997). *Establishment of Harmonia axyridis on citrus and some data on its phenology in Greece.* Phytoparasitica 25(3): 183-191
27. KATSOYANNOS, P., ALINIAZEE, M.T. (1998). *First record of Strogaster triangulifera (Loew) (Diptera: Tachinidae) as a parasitoid of Harmonia axyridis (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae).* The Canadian Entomologist 130: 905-906
28. KRAFSUR, E.S., T.J. KRING, J.C. MILLER, P. NARIBOLI, J.J. OBRZYCKY, J.R. RUBERSON, P.W. SCHAEFER (1997). *Gene flow in the exotic colonizing ladybeetle Harmonia axyridis in North America.* Biological Control 8: 207-214
29. KUROLI G., POSCAI K., NEMETH L. (1999). *Flight activity and population changes of aphids in faba bean.* Noyenyvedelem 35(11): 545-554
30. LAMANA, L MICHAEL, MILLER, C. JEFFREY (1996). *Field observations on Harmonia axyridis Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) in Oregon.* Biological Control 6: 232-237
31. LAMANA, L MICHAEL, MILLER, C. JEFFREY (1998). *Temperature-dependent development in an Oregon population of Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae).* Environmental Entomology 27(4): 1001-1005
32. LOLIVIER F., SCHOEN L., MAISONNEUVE J.C. (1999). *Study of biological control in artichokes against the black aphid Aphis fabae with Chrysoperla lucasina.* Proceedings of the Fifth International Conference on Pests in Agriculture part 3: 721-726
33. LUCAS ERIC, DANIEL CODERRE & CHARLES VINCENT (1997). *Voracity and feeding preferences of two aphidophagous Coccinellids on Aphis citricola and Tetranychus urticae.* Entomologia Experimentalist et Applicata 85: 151-159

34. MATSUKA MITSUO, TAKAHASHI SHIGEMASA (1977). *Nutritional studies of an aphidophagous Coccinellid Harmonia axyridis*. Appl. Ent. Zool. 12(4): 325-329
35. MCCLURE MARK S. (1986). *Role of predators in regulation of endemic populations of Matsucoccus matsumurae (Homoptera: Margarodidae) in Japan*. Environmental Entomology 15(4): 976-983
36. MOGI, M. (1969). *Predation response of the larvae of Harmonia axyridis Pallas (Coccinellidae) to different prey densities*. Jap. J. appl. Ent. Zool. 13(1): 9-16
37. MUSTAFA T., SAMARA R. (1999). *Reproduction potential and susceptibility of certain broad bean (Vicia faba L.) to black bean aphid (Aphis fabae Scopoli) (Homoptera: Aphididae)*. Arab. Journal of Plant Protection 17(1): 41-44
38. MUSTAFA T., SAMARA R. Y. (1998). *Effect of temperature of reproduction of the black bean aphid Aphis fabae Scopoli (Homoptera: Aphididae)*. Arab Journal of Plant Protection 16(2): 102-104
39. NALEPA, C. A., K. A. KIDD, K. R. AHLSTROM (1996). *Biology of Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae) in winter aggregations*. 89(5): 681-685
40. NUNES M. V., HARDIE J. (1999). *The effect of temperature on the photoperiodic counters for female morph and sex determination in two clones of the black bean aphid, Aphis fabae*. Physiological Entomology 24(4): 339-345
41. OBATA S. (1997). *The influence of aphids on the behavior of adults of the ladybird beetle, Harmonia axyridis (COL.: COCCINELLIDAE)*. Entomophaga 42(1/2): 103-106
42. OBATA SHOHKO (1986). *Mechanisms of prey finding in the aphidophagous ladybird beetle, Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae)*. Entomophaga 31(3): 303-311
43. OBATA SHOHKO (1988). *Mating refusal and its significance in females of the ladybird beetle, Harmonia axyridis*. Physiological Entomology 13: 193-199
44. OBATA, S., JOHKI, Y. (1990). *Distribution and behaviour of adult ladybird Harmonia axyridis Pallas (Coleoptera, Coccinellidae) around aphid colonies*. Japanese Journal of Entomology 58(4): 839-845

45. OKADA ICHIIJI, MATSUKA MITSUO (1973). *Artificial rearing of Harmonia axyridis on pulverized drone honey bee brood*. Environmental Entomology 2(2): 301-302
46. OKUNO T. (1961). *Feeding tests and some field observations of three aphidophagous Coccinelids*. Publ. Ent. Lab. Coll. Agric. Univ. 6: 149-152
47. OREGON STATE UNIVERSITY EXTENSION URBAN ENTOMOLOGY  
*Harmonia axyridis, multicolor Asian ladybeetle.*  
<http://www.ent.orst.edu/urban/Harmonia.html>
48. OSAWA, N. (1992). *Effect of pupation site on pupal cannibalism and parasitism in the ladybird beetle Harmonia axyridis Pallas (Coleoptera, Coccinellidae)*. Japanese Journal of Entomology 60(1): 131-135
49. PHOOFOLO MPHU W. & OBRYCKI JOHN J. (1998). *Potential for intraguild predation and competition among predatory Coccinellidae and Chrysopidae*. Entomologia Experimentalis et Applicata 89: 47-55
50. POTTER MICHAEL F., BESSIN RIC, TOWNSEND LEE. *Asian lady beetle infestation of structures*. University of Kentucky.  
<http://www.uky.edu/Agriculture/Entomology/entfacts/trees/ef416.htm>
51. POWELL G., HARDIE J. (2000). *Host-selection behaviour by genetically identical aphids with different plant preferences*. Physiological Entomology 25(1) 54-62
52. PREZIOSI RICHARD F., WILLIAM E. SNYDER, CHRISTOPHER P. GRILL, ALLEN J. MOORE (1999). *The fitness of manipulating phenotypes: implications for studies of fluctuating asymmetry and multivariate selections*. Evolution 53(4): 1312-1318
53. SAKURAI HIRONORI (1968). *Physiological studies on the digestion of Coccinellid beetles (Coleoptera, Coccinellidae) with special reference to their food habits*. Appl. Ent. Zool. 3(3): 130-138
54. SAKURAI HIRONORI, KAWAI TOSHIHARU, TAKEDA SUSUMU (1992). *Physiological changes related to diapause of the lady beetle Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae)*. Appl. Entomol. Zool. 27(4): 479-487
55. STATHAS G.J. (2000). *Rhyzobius lophanthae prey consumption and fecundity*. Phytoparasitica 28(3)
56. TAN (Chia-chen) *Notes on the biology of the ladybird beetle, Ptychanatis axyridis*. Peking Nat. Hist. Bull. viii,1: 9-18



57. TELENGA N.A. & BOGUNOVA M.V. (1936). *Parasites and predators of scales and aphids in the Far East district*. Plant Prot. 10: 270-271
58. TELENGA N.A. & BOGUNOVA M.V. (1936). *The more important predators of scale insects and aphids of Ussurian part of far east region and the ways of their use*. Plant Prot. 10: 75-87
59. ΤΜΗΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ.  
*Φυτοφάρμακα υγεία-περιβάλλον. Μύθος και πραγματικότητα*. Εκδ. Φιλντότη
60. TOYOSHIMA A. (1938). *Studies on Aphelinus mali Hald, a parasite of Eriosoma lanigerum Hausm*. Apple Exp. Sta. Aomori Pref. Rep. 1: 1-23
61. TROVE C., LEDEE S., FERRAN A., BRUN J. (1997). *Biological control of the Damson-Hop Aphid, Phorodon humuli (Hom: Aphididae), using the ladybeetle Harmonia axyridis (Col: Coccinellidae)*. Entomophaga 42(1/2): 57-62
62. UENO HIDEKI (1994). *Fluctuating asymmetry in relation to two fitness components adult longevity and male mating success in a ladybird beetle, Harmonia axyridis (Coleoptera: Coccinellidae)*. 19: 87-88
63. UENO, H. (1994). *Intraspecific variation of P2 value in a Coccinellid beetle, Harmonia axyridis*. Journal of Ethology 12(2): 169-174
64. VASILEN R.A. (1963). *On the bionomics of Gastrolina thoracica Baly (Coleoptera: Chrysomelidae)*. Ent. Obozr. 42(2): 264-272
65. VORONIN, K.E. (1965). *Features of the formation of the over wintering population of Harmonia axyridis, a predator of aphids in the Far East*. Trudy vses. Inst. Zashch. Rast. 24: 228-233
66. WEEDEN, SHELTON, HOFFMANN. *Harmonia axyridis*. Biological control: a guide to natural enemies in north America.  
<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/harmonia.html>
67. WELLS M. LEONARD, MCPHERSON ROBERT M. (1999). *Population dynamics of tree Coccinellids in flue-cured tobacco and functional response of Hippodamia convergens (Coleoptera: Coccinellidae) feeding on tobacco aphids (Homoptera: Aphididae)*. Biological Control 28(4): 768-773