

Α.Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Το *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae),
οι κυριότεροι ξενιστές του και οι βιολογικοί
εχθροί του»».**



Ηράκλειο 2009

Δεληγιάννης Δημήτρης

**<<Το *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), οι κυριότεροι
ξενιστές του και οι βιολογικοί εχθροί του>>.**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Εισηγητής: Τζώρτζη Μαρία

Εξεταστές: α) Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μαρία

β) Μαράκη Γεωργία

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα διατριβή εξετάζεται η εξάπλωση της αφίδας *Aphis gossypii* στην Ελλάδα, τα φυτά-ξενιστές που δραστηριοποιείται περισσότερο, οι ζημιές που προκαλεί σ' αυτά καθώς και η βιολογική καταπολέμηση της με την είσοδο φυσικών εχθρών.

Παρακάτω δίνονται πληροφορίες γενικά, για τις αφίδες, για τον βιολογικό τους κύκλο, τη διαδικασία επιλογής ξενιστή και τους παράγοντες που την επηρεάζουν, την προσαρμογή στα φυτά-ξενιστές, τις προσαρμοσμένες φυλές σε ένα ξενιστή. Επίσης πληροφορίες δίνονται εν γένει για το είδος *A. gossypii*, για το πρόβλημα της ανάπτυξης ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα τόσο στις αφίδες όσο και σε άλλους σοβαρούς εντομολογικούς εχθρούς.

Τέλος αναλύονται οι κυριότεροι βιολογικοί εχθροί του *A. gossypii* και των αφίδων γενικότερα, τονίζεται η σημαντικότητα διατήρησής τους όπως επίσης και η σπουδαιότητα της βιολογικής καταπολέμησης σημαντικών εντομολογικών εχθρών των καλλιεργειών στους οποίους συμπεριλαμβάνονται και οι αφίδες.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την εισηγήτρια Τζώρτζη Μαρία για την βοήθεια που μου προσέφερε για να ολοκληρωθεί η παρούσα διατριβή. Επίσης ευχαριστώ θερμά την υπεύθυνη του εργαστηρίου εντομολογίας κ. Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μαρία, την κ. Βασιλάκη Μαρία και την κ. Μαράκη Γεωργία. Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|--------------|
| Πρόλογος..... | 4 |
| Περίληψη..... | 7 |
| Σκοπός μελέτης | 8 |
| A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | |
| 1. Εισαγωγή..... | 9-10 |
| 2. Βιολογικός κύκλος..... | 10-13 |
| 3. Εξειδίκευση αφίδων | |
| 3.1. Γενικά..... | 13-18 |
| 3.2. Δημιουργία Ειδών..... | 18-24 |
| 4. Aphis Gossypii | |
| 4.1. Βιολογικός κύκλος..... | 24-26 |
| 4.2. Εξάπλωση | |
| 4.2.1. Ξενιστές..... | 27 |
| 4.2.2. Ζημιές..... | 27-28 |
| 5. Ανθεκτικότητα αφίδων | |
| 5.1. Γενικά..... | 28-32 |
| 5.2. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας..... | 32-34 |
| 6. Καταπολέμηση | |
| 6.1. Βιολογική καταπολέμηση | |
| 6.1.1. Γενικά..... | 34-42 |
| 6.1.1.1. Βιολογικοί εχθροί | |
| 6.1.1.1.1. Ορισμοί-Γενικά..... | 43-44 |
| (1) Αρπακτικά..... | 44-63 |
| (2) Παράσιτα..... | 63-74 |
| (3) Παθογόνα..... | 74-76 |
| Βιβλιογραφία..... | 77-82 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το *Aphis gossypii* είναι ένα κοσμοπολίτικο πολυφάγο, είδος αφίδας. Είναι γνωστά περί τα 900 φυτών ξενιστών παγκοσμίως (Blackman and Eastop 2000). Είναι σοβαρός εντομολογικός εχθρός για το καρπούζι, το αγγούρι, το πεπόνι και σε μικρότερο βαθμό για το κολοκύθι. Άλλες σημαντικές καλλιέργειες που πλήττονται σοβαρά είναι το χρυσάνθεμο, τα εσπεριδοειδή, το βαμβάκι, ο ιβίσκος, το σπαράγγι, η πιπεριά, και η μελιτζάνα. Στην Ελλάδα το βαμβάκι είναι ίσως ο πιο σημαντικός ξενιστής, στο γεγονός αυτό οφείλεται και το κοινό όνομα «**cotton aphid**» ή «**αφίδα του βαμβακιού**».

Η ζημιά που προκαλεί είναι απώλεια παραγωγής και ποιοτική υποβάθμιση εξαιτίας της έκκρισης μελιτώματος. Οι αφίδες επίσης ευθύνονται για τη μεταφορά ιώσεων.

Στην Ελλάδα ο έλεγχος του *A. gossypii* βασίζεται κυρίως στα εντομοκτόνα. Το 2003, 6,5 τόνοι δραστικής ουσίας από διάφορα εντομοκτόνα χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμησή του στο βαμβάκι (Bayer CropScience Hellas, Pers. Comm.). Παρ' όλα αυτά η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των πληθυσμών της συγκεκριμένης αφίδας σε μια μεγάλη κλίμακα εντομοκτόνων σε πολλά μέρη παγκοσμίως (Grafton-Cardwell 1991; Kerns and Gaylor 1992; Ahmad *et al.*, 2003) συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας (Ioannidis 1999; Nauen and Elbert 2003) ανάγκασε την ανάπτυξη εναλλακτικών στρατηγικών αντιμετώπισης στις οποίες συμπεριλαμβάνονται τόσο η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Εχθρών όσο και η Βιολογική Καταπολέμησή τους.

Οι ωφέλιμοι οργανισμοί που αποτελούν το μέσο εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης του *A.gossypii* και άλλων ειδών αφίδων διακρίνονται σε:

- Αρπακτικά με χαρακτηριστικούς εκπροσώπους τα *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* (Neuroptera, Chrysopidae), *Mantis religiosa* (Mantodea, Mantidae), κ.ά.
- Παράσιτα με χαρακτηριστικούς εκπροσώπους τα είδη του γένους *Aphidius*, *Praon volucre*, *Lysiphlebus testaceipes* (Hymenoptera: Aphidiinae)
- Παθογόνα με χαρακτηριστικούς εκπροσώπους τα *Paecilomyces fumosoroseus* (Apopka Strain97), *Verticillium lecanii* (Mycotal) κ.α.

ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να δοθούν όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για το είδος *Aphis gossypii* το οποίο αποτελεί πολύ σοβαρό εχθρό του βαμβακιού κι άλλων υπαίθριων και θερμοκηπιακών καλλιεργειών τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Επίσης στόχος είναι να περιγραφούν οι φυσικοί-βιολογικοί εχθροί του με έμφαση στους εντομολογικούς βιολογικούς εχθρούς, να τονιστεί η αξία και η χρησιμότητάς τους στα πλαίσια τόσο της Ολοκληρωμένης όσο και της Βιολογικής καταπολέμησης του αφού το φαινόμενο της ανθεκτικότητας στα υπάρχοντα εντομοκτόνα αφορά σε μεγάλο βαθμό όλα τα είδη αφίδων συμπεριλαμβανομένου και του *A. gossypii*.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αφίδες ανήκουν στην υπεροικογένεια **Aphidoidea** στη σειρά **Sternorrhycha** της τάξης **Homoptera** στην οποία έχουν καταγραφεί περί τα 4000 είδη. Οι αφίδες είναι αλλιώς γνωστές μελίγκρα, ψείρα ή φυτόψειρα.

Είναι έντομα μικρού μεγέθους με μήκος σώματος 1-10 mm, σχήμα ωοειδές και το σώμα τους είναι μαλακό. Άλλα χαρακτηριστικά που κάνουν τις αφίδες να διαφέρουν από άλλα έντομα είναι:

- Η βάση του ρύγχους βρίσκεται μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους ποδιών.
- Η κεραία αποτελείται από τα δυο βασικά άρθρα (σκάπος και ποδίσκος) και το σχετικά λεπτό μαστίγιο, που συνήθως έχει τέσσερα άρθρα. Το τελευταίο άρθρο της κεραίας αποτελείται από το βασικό τμήμα και την τελική απόληξη.
- Κάτω από κάθε σύνθετο οφθαλμό υπάρχει ένας οπτικός λοβός με τρία οματίδια (τριοματίδιο).
- Ο ταρσός αποτελείται από δυο άρθρα.
- Οι πτέρυγες έχουν μόνο ένα χαρακτηριστικό επίμηκες νεύρο.
- Στη ραχιαία πλευρά του πέμπτου κοιλιακού άρθρου υπάρχει ένα ζεύγος από σιφώνια ή κεράτια (τα σιφώνια είναι εκφορητικοί αγωγοί αδένων παραγωγής φερομόνης συναγερμού).
- Η κοιλιά στα ενήλικα άτομα ενός πληθυσμού καταλήγει στην ουρά ή ουρίτσα (cauda) (Dixon 1998).

Οι αφίδες ζουν σε ομάδες ή μια κοντά στην άλλη με το κεφάλι συνήθως προς τη βάση του βλαστού ή του φύλλου. Επιβιώνουν σε τρυφερούς βλαστούς και φύλλα. Άλλα είδη είναι ριζόβια (προσβάλλουν τις ρίζες), άλλα είναι φυλλόβια (προσβάλλουν την κάτω επιφάνεια των φύλλων), ριζόβια (προσβάλλουν φύλλα και ρίζες), άλλα είναι φυλλόβια και ριζόβια και άλλα είναι κηκιδόβια (ζουν μέσα σε κηκίδες που δημιουργούνται στο φύλλωμα των ξενιστών τους, όπου τρέφονται). Τα περισσότερα είναι φυλλόβια.

Πολλά είδη που δημιουργούν αποικίες την άνοιξη μπορεί να καλύψουν ολόκληρο το μέρος των νέων βλαστών. Αποικίζουν γρήγορα και αποτελεσματικά τους ξενιστές τους ακολουθώντας την “r - στρατηγική”.

Οι αφίδες είναι μυζητικά έντομα και τρέφονται σχεδόν συνεχώς καθ’ όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστροφή και χλώρωση των φύλλων. Τα άφθονα μελιτώδη απεκρίματα ορισμένων ειδών ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς και ευνοούν την εμφάνιση καπνιάς, που δημιουργείται από ανάπτυξη σαπροφυτικών μυκήτων. Σε πολλά είδη έχουν αναπτυχθεί σχέσεις συμβίωσης με μυρμήγκια, τα οποία συλλέγουν τα μελιτώδη απεκρίματα προστατεύοντας τις αφίδες από διάφορους εχθρούς (Dixon 1973).

Οι αφίδες είναι από τις κυριότερες κατηγορίες εντόμων που μεταδίδουν στα φυτά παθογόνους ιούς. Ορισμένα είδη είναι φορείς πολλών ιών και προκαλούν σοβαρές ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά. Οι πυκνοί πληθυσμοί τους, ο μεγάλος αριθμός γενεών τους το έτος, που συχνά ξεπερνά τις 10 και η μετάδοση ιών στα φυτά κατατάσσουν τις αφίδες ανάμεσα στους πιο βλαβερούς εχθρούς των καλλιεργούμενων φυτών.

Οι αφίδες είναι εμφανίζουν μεγάλους πληθυσμούς κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο και γενικά σε θερμό και υγρό καιρό. Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα γιατί οι συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες και τα άφθονα τρυφερά φύλλα και οι τρυφεροί βλαστοί ευνοούν την ανάπτυξή τους. Σε κλίματα όπως της Ελλάδας, οι θερμοί και ξηροί μήνες του καλοκαιριού δεν ευνοούν τη συνεχή αναπαραγωγή των αφίδων και οι πληθυσμοί τους τότε περιορίζονται σημαντικά. Στην Ελλάδα το μέγιστο του αριθμού των ειδών των αφίδων όπως και των πληθυσμών τους παρατηρείται κατά το μήνα Μάιο (Τσιτσιπής *et al.* 1998).

2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Οι αφίδες με βάση τον βιολογικό τους κύκλο χωρίζονται σε δύο ομάδες – κατηγορίες ανάλογα με την εναλλαγή ή τη μη εναλλαγή ξενιστή. Διαχωρίζονται σε μονόοικες (μη μεταναστευτικές) και στις ετερόοικες (μεταναστευτικές).

Τα είδη που ανήκουν στη κατηγορία των μονόοικων τρέφονται στο ίδιο πολυετές ή ποώδες φυτό κατά τη διάρκεια του έτους. Το φθινόπωρο άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) θα γεννήσουν ωτόκα και αρσενικά που είναι συνήθως άπτερα γιατί δεν χρειάζεται να

μεταναστεύσουν για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Σε μερικά είδη παράγονται πτερωτά και άπτερα αρσενικά.

Τα ετερόοικα είδη μεταναστεύουν μεταξύ του πρωτεύοντος ξενιστή, που είναι κυρίως δέντρο και παραμένουν από το φθινόπωρο μέχρι το τέλος άνοιξης και το καλοκαίρι σε ένα ή περισσότερα είδη δευτερευόντων ξενιστών που είναι κυρίως ποώδη φυτά. Περίπου το 10% των αφίδων είναι ετερόοικες.

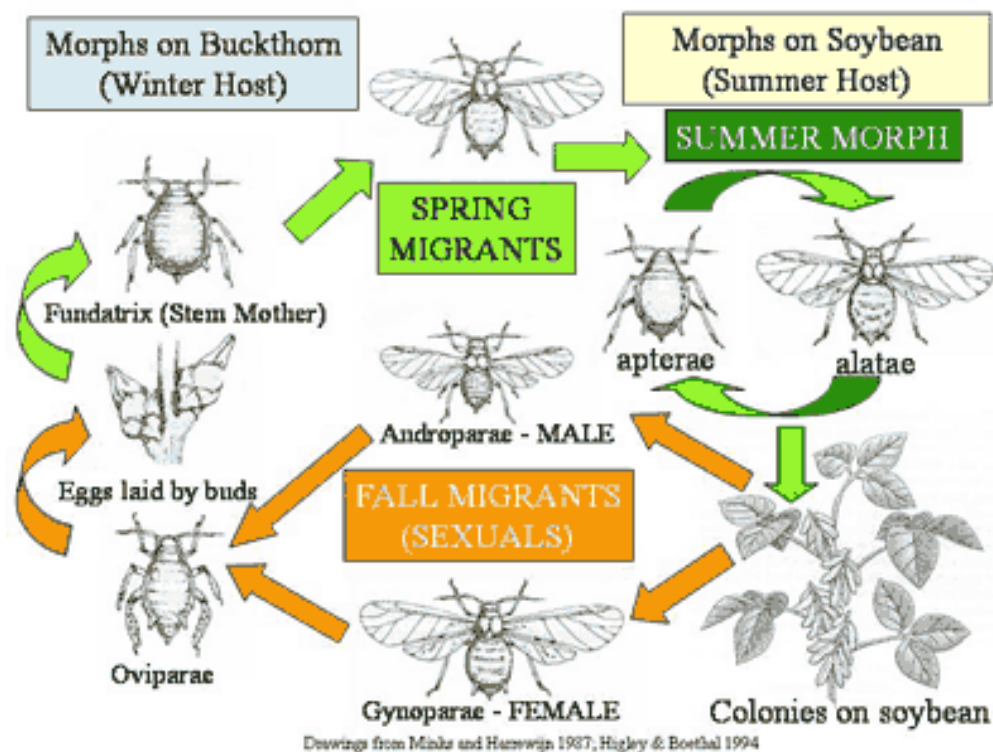
Τα ωά των ετερόοικων ειδών γεννιούνται το φθινόπωρο στο φλοιό του κορμού του κύριου ξενιστή. Η εκκόλαψη των ωών αυτών γίνεται την άνοιξη και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, που ονομάζονται θεμελιωτικά ή ιδρυτικά άτομα (*fundatrix*). Τα άπτερα αναπαράγονται παρθενογενετικά και τα άτομα που προκύπτουν στις επόμενες γενιές παρουσιάζουν προοδευτικές μορφολογικές μεταβολές (Lees 1966). Μετά από ορισμένο αριθμό γενεών γεννιούνται τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (*alatae fundatrigeniae*) που διασπείρονται σε φυτά που ανήκουν στο ίδιο είδος με τον κύριο ξενιστή ή μεταναστεύουν σε δευτερεύοντες ποώδεις ξενιστές. Την άνοιξη και το καλοκαίρι στους δευτερεύοντες ξενιστές η μια παρθενογενετική γενιά διαδέχεται την άλλη. Εκτός όμως από τις άπτερες μορφές παράγονται και πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (*alatae alienicolae*) που μεταναστεύουν σε άλλα φυτά και συνεχίζουν την παρθενογενετική αναπαραγωγή. Το φθινόπωρο στα **Aphididae** παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή πτερωτά θηλυτόκα (*gynoparae*) και αρσενικά που θα μεταναστεύσουν στον κύριο ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα θα γεννήσουν έμφυλα ωοτόκα θηλυκά (*oviparae*), τα οποία μετά από σύζευξη με τα αρσενικά εναποθέτουν τα χειμερινά ωά τους.

Στα ετερόοικα είδη άλλων οικογενειών παράγεται στους δευτερεύοντες ξενιστές μόνο μια μεταναστευτική μορφή, τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά που λέγονται φυλογόνα (*sexuparae*). Αυτά γεννούν στον πρωτεύοντα ξενιστή άπτερα αρσενικά και έμφυλα ωοτόκα θηλυκά. Τα θηλυκά που επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή αρκετά συχνά παρουσιάζουν διαφορές στη μορφολογία τους από αυτά που μεταναστεύουν την άνοιξη στους δευτερεύοντες ξενιστές (Blackman & Eastop 2000).

Στα μονόοικα (μη μεταναστευτικές αφίδες) είδη, π.χ. *Aphis rumicis* L. (Hemiptera: Aphididae) ο ετήσιος κύκλος πραγματοποιείται στο ίδιο φυτό ή σε φυτά του ίδιου είδους. Το φθινόπωρο άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) θα γεννήσουν ωοτόκα και αρσενικά που είναι συνήθως άπτερα αφού δε χρειάζεται να μεταναστεύσουν για να συμπληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Τα περισσότερα μονόοικα είδη σε ποώδη φυτά πιστεύεται ότι εξελίχθηκαν μέσα από την ετεροοικία ενώ αρκετά από αυτά παρουσιάζουν μεγάλη συγγένεια με ετερόοικα είδη που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο ποώδες φυτό ως δευτερεύοντα ξενιστή (Dixon 1998).

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των αφίδων είναι η τηλεσκοπική ανάπτυξη των γενεών, συνδυασμένη με την ζωοτοκία, δηλαδή η ανάπτυξη τον εμβρύου αρχίζει πριν ακόμη γεννηθεί η μητέρα του, ενώ με την ενηλικίωσή της το έντομο είναι έτοιμο να γεννηθεί. Η τηλεσκοπική αναπαραγωγή, που συντομεύει τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου σε συνδυασμό με τη ζωοτοκία επιτρέπει την ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών, ενώ παράλληλα οδηγεί στη μείωση της μέσης διάρκειας γενιάς των αφίδων, με αποτέλεσμα τη γρήγορη αύξηση των πληθυσμών τους. Επίσης, αυτό το χαρακτηριστικό έχει ως αποτέλεσμα οι αφίδες να συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους σε χρόνο τρεις φορές μικρότερο από άλλα ισομεγέθη έντομα και οι πληθυσμοί τους να επιτυγχάνουν ρυθμούς αύξησης όμοιους με αυτούς μικρότερων ζώων, όπως π.χ. τα ακάρεα (Dixon 1998).

Συχνά, κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου των αφίδων εμφανίζεται το φαινόμενο της ανολοκυκλικότητας, δηλαδή έλλειψη της ικανότητας για σεξουαλική αναπαραγωγή. Έχουν βρεθεί είδη αφίδων, που είναι αποκλειστικά ανολοκυκλικά και αναπαράγονται όλο το χρόνο παρθενογενετικά. Επιπλέον, υπάρχουν είδη μερικώς ανολοκυκλικά. Στα μερικώς ανολοκυκλικά είδη οι ανολοκυκλικοί γενότυποι είτε βρίσκονται στην ίδια περιοχή μαζί με ολοκυκλικούς, είτε σε άλλες περιοχές του εύρους εξάπλωσης του είδους (Blackman & Eastop 2000). Αν και οι ανολοκυκλικοί γενότυποι έχουν την ικανότητα να αποκτήσουν ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα, να αποικίσουν ανθεκτικές ποικιλίες και να παρουσιάσουν υψηλότερο ρυθμό αύξησης από ότι οι αντίστοιχοι ολοκυκλικοί, μόνο το 3% των ειδών είναι αποκλειστικά ανολοκυκλικά (Blackman 1980). Από την άλλη πλευρά, φαίνεται, ότι η σεξουαλική αναπαραγωγή προσδίδει . σημαντικές δυνατότητες προσαρμογής και επιβίωσης στις αφίδες. Ανεξάρτητα από τα πλεονεκτήματα του ενός ή του άλλου τρόπου αναπαραγωγής, φαίνεται ότι ο πολυμορφισμός που παρουσιάζουν τα διάφορα είδη αφίδων προσδίδει σε αυτές μεγαλύτερη ικανότητα επιβίωσης, καθώς μπορούν να προσαρμόζονται σε διάφορα περιβάλλοντα και να αξιοποιούν περισσότερους πόρους.



Εικόνα 1. Βιολογικός κύκλος αφίδων.

3. ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΑΦΙΔΩΝ

Ένας μεγάλος αριθμός ειδών αφίδων είναι εξειδικευμένος σε ένα φυτό ξενιστή και ορισμένα είδη, που είναι οικονομικώς σημαντικά, είναι εξαιρετικά πολυφάγα. Η ανάπτυξη πληθυσμών αφίδων προσαρμοσμένων σε ένα φυτό-ξενιστή είναι μια διαδικασία φυσικής επιλογής όπου, νέοι πληθυσμοί αφίδων ξεπερνούν τους μηχανισμούς αντίστασης των φυτών και προσαρμόζονται σε συγκεκριμένα φυτά ξενιστές.

Οι προσαρμοσμένες φυλές σε ξενιστή στις αφίδες είναι γνωστές για πάνω από 150 χρόνια (Walker 1850) και σχεδόν τα μισά είδη εντόμων από τα 36 που έχουν μελετηθεί και έχουν φυλές, είναι αφίδες (Tomciuk 1990).

Για παράδειγμα η αφίδα *A. gossypii* που θα μελετήσουμε ειδικότερα παρακάτω, γενικά είναι πολυφάγο είδος με γενότυπους που διαφέρουν ως προς την ικανότητά τους να αναπαράγονται σεξουαλικά και την προτίμηση ξενιστή. Μελέτη που έγινε από τους Guldmond *et al.* (1994) έδειξε ότι γενότυποι που συλλέχθηκαν στο χρυσάνθεμο (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev. (Asteraceae)) και αγγούρι (*Cucumis sativus* L. (Cucurbitaceae)) αποτελούν διαφορετικές φυλές. Παρατηρήθηκε πολύ χαμηλό ποσοστό αναπαραγωγής όταν παρθενογενετικές

σειρές από χρυσάνθεμο αναπτύσσονται σε αγγούρι και το αντίστροφο.

Τα περισσότερα φυτοφάγα είδη παρουσιάζουν μεγάλη εξειδίκευση ως προς ένα φυτό-ξενιστή. Έρευνες σχετικές με σημασία της εξειδίκευσης έχουν επικεντρωθεί στους παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία τον αποικισμού των ατόμων, ή την απόθεση ωών σε προτιμώμενους ή μη ξενιστές. Έχουν διακριθεί τέσσερις παράγοντες:

- Τα χαρακτηριστικά του φυτού-ξενιστή, η χημική του σύσταση, η μορφολογία του κτλ.
- Ο ανταγωνισμός με άλλα φυτοφάγα είδη που προσβάλλουν το ίδιο φυτό-ξενιστή
- Οι φυσικοί εχθροί που ψάχνουν για τροφή σε συγκεκριμένους ξενιστές κατά προτίμηση
- Οι ενδοειδικές αλληλεπιδράσεις: άμεση εξάρτηση από την πυκνότητα του πληθυσμού, η οποία προέρχεται από τον ενδοειδικό ανταγωνισμό ή αντίστροφη εξάρτηση από την πυκνότητα του πληθυσμού στην περίπτωση που οι αφίδες βρίσκονται σε «λάθος» ξενιστή κι αποτυγχάνουν να συζευχθούν.

Πριν αρκετά χρόνια οι Ehrlich & Raven (1964) ισχυρίστηκαν ότι η εξέλιξη δευτερευουσών ουσιών στο φυτό και η εξελικτική ανταπόκριση των φυτοφάγων εντόμων σε αυτές αποτέλεσαν τους κύριους παράγοντες που συνέβαλλαν στην εξέλιξη των πεταλούδων κι άλλων φυτοφάγων ειδών. Παρόλο που η συγκεκριμένη άποψη (προσαρμογή σε φυτό-ξενιστή) δεν ήταν καινούρια (Borner 1939) έγινε ευρέως αποδεκτή. Σήμερα όμως ο ισχυρισμός, ότι τα εξειδικευμένα είδη γενικά υπερισχύουν των μη εξειδικευμένων, αμφισβητείται γιατί οι περισσότερες μελέτες δεν αποδεικνύουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση όσον αφορά την απόδοση μεταξύ διαφορετικών φυτών-ξενιστών: η προσαρμογή σε έναν ξενιστή ή σε μια ομάδα ξενιστών δεν έχει ως αποτέλεσμα τη μικρή δραστηριότητα για αποικισμό σε άλλους ξενιστές (Gould 1979, Rausher 1984, Via 1984, Hare & Kennedy 1986, Futuyma & Phillippi 1987, James *et al.*, 1988). Είναι πιθανό ότι πολλές άλλες μη επιτυχείς προσπάθειες δε δημοσιεύτηκαν. Επίσης πολλοί συγγραφείς έχουν ισχυριστεί ότι η αρπακτικότητα έχει παίξει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του εύρους των ξενιστών έτσι ώστε τα φυτοφάγα είδη να προτιμούν χώρο απαλλαγμένο από

εχθρούς (Lawton 1978, Bernays & Graham 1988).

Όσον αφορά την εξειδίκευση των αφίδων έχουν διατυπωθεί τρεις θεωρίες-υποθέσεις:

- Η υπόθεση της βέλτιστης χρήσης του φυτού-ξενιστή
- Η υπόθεση που σχετίζεται με την επιφάνεια που καλύπτει ένας ξενιστής
- Η υπόθεση που θεωρεί το φυτό-ξενιστή ως τόπο συνάντησης των δύο φύλων των αφίδων

1. Η υπόθεση της βέλτιστης χρήσης του φυτού-ξενιστή

Είναι γεγονός ότι τα φυτικά είδη διαφέρουν σημαντικά ως προς την καταλληλότητά τους ως ξενιστές για κάποια είδη αφίδων (e.g. Weber, 1985a, 1985b, 1985c). Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι οι παρθενογενετικές σειρές μπορούν να παραμείνουν για πολλές γενιές πάνω σε έναν ξενιστή σημαίνει ότι μικρές διαφορές στην θρεπτική αξία μπορεί να έχουν μεγάλες επιδράσεις μακροπρόθεσμα στην προσαρμογή των αποικιστών (Kindlman & Dixon 1994). Όμως, υπάρχει αμφιβολία για το αν η αρνητική συσχέτιση, όσον αφορά την απόδοση των αφίδων σε ξενιστές διαφορετικής θρεπτικής αξίας, είναι επαρκής για τον προσδιορισμό της εξειδίκευσης σ' έναν ξενιστή. Περίπου το 10% των ετερόοικων ειδών των αφίδων μεταναστεύουν από κύριους σε δευτερεύοντες ξενιστές, οι οποίοι ανήκουν σε διαφορετικές οικογένειες π.χ. Salicaceae-Umbelliferae, Rosaceae-Graminae, Grossulariaceae-Labiatae. Στα μεταναστευτικά είδη μπορούν να τρέφονται και στους δυο ξενιστές. Είναι γνωστό επίσης ότι κάποιες από αυτές τις αφίδες μπορούν να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο αποκλειστικά στον πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα ξενιστή, πράγμα που έρχεται σε αντίθεση με την εξειδίκευση σε ένα ξενιστή ως συνέπεια της προσαρμογής στη χημεία και τη μορφολογία ενός συγκεκριμένου φυτού-ξενιστή.

2. Η υπόθεση που σχετίζεται με την επιφάνεια που καλύπτει ένας ξενιστής

Η διασπορά θεωρείται ιδιαίτερα επικίνδυνη για τις αφίδες και το επίπεδο του κινδύνου που αυτές λαμβάνουν είναι σημαντικό. Η διασπορά στις αφίδες μπορεί να θεωρηθεί ως μια σειρά από "δοκιμασίες" κατά τις οποίες οι αφίδες προσγειώνονται τυχαία πάνω στο φυτό-ξενιστή και μετά από δοκιμή αποδέχονται ή όχι τον ξενιστή. Εξαιτίας της μικρής διάρκειας ζωής τους και /

ή των περιορισμένων αποθεμάτων τους σε "ενέργεια" ο αριθμός των δοκιμών είναι μικρός και καθορισμένος.

Το συγκεκριμένο μοντέλο υποθέτει ότι ο πληθυσμός των αφίδων μεγαλώνει εκθετικά, πράγμα που φαίνεται να παραλλάσσει με ό,τι συμβαίνει στην πραγματικότητα. Στη φύση, κατά τη διάρκεια μιας εποχής οι πληθυσμοί τείνουν να αυξηθούν και κατόπιν να μειωθεί ο αριθμός των ατόμων σε κάθε πληθυσμό. Η φάση της αύξησης είναι καθαρά εκθετική. Υπάρχουν αποδείξεις ότι οι αφίδες αγωνίζονται για την απόκτηση των διαθέσιμων πόρων (Dixon, 1994) ενώ οι πληθυσμοί τους καταρρέουν όταν αυτοί δεν υπάρχουν. Ο ανταγωνισμός για τους διαθέσιμους πόρους έχει ως αποτέλεσμα τη διασπορά τους προκειμένου να ψάξουν γι' αυτούς παντού. Οι πληθυσμοί που παραμένουν στο φυτό συνεχίζουν να αυξάνουν εκθετικά παρά τη δραστηριότητα των φυσικών εχθρών και την υποβαθμισμένη ποιότητα του ξενιστή.

Το παραπάνω μοντέλο δείχνει ότι πολύ μικρές διαφορές στο ρυθμό αύξησης του πληθυσμού που επιτυγχάνεται σε δυο φυτά-ξενιστές ενισχύεται από την κλωνική παρθενογένεση που πραγματοποιείται για πολλές γενιές. Αυτές οι μικρές διαφορές στην αύξηση του πληθυσμού αποτελούν πλεονέκτημα για τις αφίδες στην ανεύρεση κατάλληλου φυτικού είδους όπου θα μπορέσουν να αναπτυχθούν όσο το δυνατόν καλύτερα παρά τις μεγάλες απώλειες που έχουν καθώς ερευνούν για το φυτό-ξενιστή. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα οι περισσότερες αφίδες να βρίσκονται στον προτιμώμενο ξενιστή όπου θα συνέβαιναν οι περισσότερες γενετικές αλλαγές, πάνω στις οποίες θα μπορούσε να δράσει η επιλογή με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη εξειδίκευση, όπως αλλαγές στη μορφολογία, φυσιολογία που καθιστούν το έντομο λιγότερο ικανό να εκμεταλλεύεται άλλους ξενιστές.

Είναι εμφανές ότι ο υψηλός ρυθμός αύξησης του πληθυσμού των αφίδων είναι ένας παράγοντας που τις καθιστά ικανές να αποκτήσουν μεγαλύτερη εξειδίκευση. Παρόλα αυτά, ίσως είναι ο μοναδικός παράγοντας για την αύξηση της εξειδίκευσης, γιατί κάποιες ομάδες εντόμων, οι οποίες δεν παρουσιάζουν υψηλό ρυθμό αύξησης, παρουσιάζουν εξειδίκευση.

3. Η υπόθεση που θεωρεί το φυτό-ξενιστή ως τόπο συνάντησης των δυο φύλων των αφίδων

Ο Ward (1987, 1991a) θεωρεί ότι η επιλογή ξενιστή ευνοεί την εξειδίκευση γιατί τα φυτά-ξενιστές δεν αποτελούν απλά το φυσικό περιβάλλον των αφίδων και μια πηγή θρεπτικών στοιχείων, αλλά επίσης αποτελούν ένα τόπο συνάντησης των σεξουαλικών ατόμων. Αν γίνεται σύζευξη πάνω στο φυτό-ξενιστή και τα σεξουαλικά άτομα συναντηθούν μόλις βρουν το φυτό-ξενιστή, τα άτομα που θα πάνε σε μη μολυσμένα φυτά-ξενιστές έχουν μικρή πιθανότητα να συζευχθούν. Αυτό σημαίνει ότι η επιλογή ευνοεί τα γονίδια που είναι υπεύθυνα για την

εξειδίκευση για οποιοδήποτε ξενιστή που είναι πιο δημοφιλής για αποικισμό, ακόμη κι αν άλλοι ξενιστές είναι πιο κατάλληλοι από άλλες απόψεις.

Ο Ward (1991a) δίνει τρία παραδείγματα από τη βιολογία των αφίδων προκειμένου να υποστηρίξει την υπόθεση της συνάντησης των αφίδων στο φυτό-ξενιστή:

1. Από τις αφίδες που έχουν πτερωτά αρσενικά και ζουν στα αγρωστώδη της Κεντρικής Ευρώπης τα μονόοικα είδη έχουν σημαντικά περιορισμένο εύρος ξενιστή την περίοδο του καλοκαιριού σε σχέση με τα ετερόοικα είδη.

2. Κάποια από τα πολυφάγα μονόοικα είδη (π.χ. *Aulacorthum solani* Kaltentbach, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae)) δεν παράγουν πτερωτά αρσενικά κι αυτό γιατί η ικανότητά τους για σύζευξη στον ίδιο ξενιστή διαχωρίζει την επιλογή ξενιστή για λήψη θρεπτικών στοιχείων από την επιλογή για ανεύρεση αρσενικού.

3. Οι μη σεξουαλικές παρθενογενετικές σειρές είναι συνήθως πιο πολυφάγες από τις συγγενείς σεξουαλικές σειρές τους π.χ. η απώλεια της σεξουαλικής γενιάς διαχωρίζει το εύρος ξενιστή από την επιτυχία σύζευξης.

Βασικό στοιχείο της συγκεκριμένης υπόθεσης είναι ότι η ύπαρξη μεγάλου αριθμού περιοχών-θέσεων που μπορεί να γίνει η σύζευξη εξαρτάται από την προσγγείωση των αφίδων σε ένα συγκεκριμένο ξενιστή. Παρόλα αυτά οι Van Emden *et al.*, (1969) πρότειναν ότι οι φερομόνες φύλου ίσως αποδειχτεί ότι προσελκύουν περισσότερο τις αρσενικές αφίδες από ό,τι το φυτό ξενιστής. Αυτή η ιδέα υποστηρίχτηκε χάρις την παγίδευση αρσενικών ατόμων σε παγίδες που είχαν ως δόλωμα φερομόνη φύλου (Campbell *et al.*, 1990, Hardie 1991, Pickett *et al.*, 1992). Τα άτομα που παγιδεύτηκαν ήταν πολύ περισσότερα όταν στην παγίδα τοποθετήθηκε φερομόνη φύλου κι ένα κομμάτι από το φυτό (Campbell *et al.*, 1990, Hardie *et al.*, 1994). Παρόλα αυτά, τουλάχιστον ένα είδος (*Sitobion fragariae* Walker (Hemiptera: Aphididae)) φαίνεται να παράγει και κυρίως να ανταποκρίνεται στη νεπελακτόνη, η οποία είναι συστατικό της φερομόνης φύλου τουλάχιστον πέντε ειδών αφίδων, από δυο φυλές. Έτσι, η φερομόνη φύλου σ' αυτή την περίπτωση δε φαίνεται να παίζει ρόλο στην εξειδίκευση (Hardie 1991). Ομοίως, ο Steffan (1983, 1987, 1990) παρουσιάζει αποδείξεις ότι η φερομόνη φύλου δεν είναι πολύ χαρακτηριστική του είδους. Σύμφωνα με τον Steffan αυτή γίνεται αντιληπτή σε μια μικρή απόσταση των 2-10 cm και στα ετερόοικα είδη ο πρωτεύοντας ξενιστής λειτουργεί ως τόπος συνάντησης των αφίδων, όπου γίνεται σεξουαλική αναπαραγωγή. Επιπλέον, δεν είναι ξεκάθαρο αν τα αρσενικά προσελκύονται ή απλά εγκαθίστανται και παγιδεύονται από παγίδες. Εργαστηριακές έρευνες σε αρσενικά χρησιμοποιώντας ηλεκτροαντενογράμματα αποκάλυψαν ότι αυτά ανταποκρίνονται στην οσμή των θηλυκών του ίδιου είδους αλλά δεν ανταποκρίνονται

στην οσμή του φυτού-ξενιστή ή στην οσμή του φυτού-ξενιστή σε συνδυασμό με φερομόνη φύλου, πράγμα που έρχεται σε αντίθεση με τα πειράματα αγρού. Όμως, τα αρσενικά που τοποθετούνται σε κλωβούς θα αποικίσουν το σωστό φυτό-ξενιστή ακόμη κι αν απουσιάσουν τα θηλυκά με τα οποία θα συζευχθούν (Guldemon 1990, Pickett *et al.*, 1992, Guldemon *et al.*, 1993). Επιπλέον, σε κάποια είδη των ετερόοικων αφίδων, στα οποία τα μεταναστευτικά άτομα που επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή είναι μονομορφικά, τα μεταναστευτικά μονομορφικά άτομα (δηλαδή πτερωτά θηλυκά που θα γεννήσουν άπτερα έμφυλα θηλυκά και αρσενικά) είναι εκείνα που καθορίζουν τον πρωτεύοντα ξενιστή όπου γεννιούνται τα έμφυλα άτομα και συνεπώς ζευγαρώνουν.

Έτσι οι εργαστηριακές έρευνες δείχνουν ότι για την αναγνώριση του ξενιστή από το αρσενικό υπεύθυνη είναι η φερομόνη φύλου που παράγεται από τα θηλυκά που πρόκειται να συζευχθούν. Όμως, δεν είναι γνωστό ποιος είναι ο ρόλος της στην εγκατάσταση στο φυτό-ξενιστή των αρσενικών. Στα ετερόοικα είδη αφίδων τα άτομα που γεννούν τα θηλυκά, που πρόκειται να συζευχθούν, φτάνουν πρώτα στον κύριο ξενιστή το φθινόπωρο. Τα αρσενικά φθάνουν αργότερα και μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη φερομόνη που παράγεται από τα θηλυκά για να προσανατολιστούν. Αν αυτό γίνει, τότε η συγκεκριμένη υπόθεση ίσως να μην είναι ικανή να ερμηνεύσει ικανοποιητικά την εξειδίκευση ξενιστή στις αφίδες.

Δημιουργία ειδών

Εκτός από την αλλοπατρική δημιουργία ειδών στην οποία πληθυσμοί από ένα προγονικό είδος απομακρύνθηκαν κι απομονώθηκαν γεωγραφικά ζώντας στο ίδιο φυτό-ξενιστή, η δημιουργία ενός είδους στα φυτοφάγα έντομα μπορεί να ξεκινήσει όταν ανεξάρτητα άτομα διαφορετικών πληθυσμών μετακινηθούν σε ένα νέο φυτό-ξενιστή. Αν αυτό συμβεί σε μια περιοχή όπου υπάρχει προγονικός πληθυσμός, μπορεί να συμβεί συμπατρική δημιουργία είδους (Bush 1975, Brooks & McLennan 1991). Το γεγονός ότι υπάρχουν μορφολογικά παρόμοια υποείδη, φυλές και βιότυποι αφίδων που διαφέρουν μόνο στη χρήση φυτών-ξενιστών έχει οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η συμπατρική δημιουργία ειδών είναι εφικτή στις αφίδες (Müller 1971a 1985, Guldemon 1990a,b, Ward 1991b, MacKenzie & Guldemon 1994). Πράγματι, αυτή η πληροφορία είναι η μεγαλύτερη απόδειξη που υπάρχει για τη δημιουργία ειδών διαμέσου της εναλλαγής ξενιστών (Brooks & McLennan, 1991).

Οι αφίδες θεωρούνται ιδανικά έντομα για συμπατρική δημιουργία ειδών γιατί παρουσιάζουν: 1) εξειδίκευση ξενιστή, 2) μηχανισμό της κυκλικής παρθενογένεσης, 3) επαγωγή, 4) εναλλαγή ξενιστή, 5) παραγωγή σεξουαλικών θηλυκών και 6) παραγωγή άπτερων αρσενικών.

1. Εξειδίκευση ξενιστή

Παρουσιάζουν εξειδίκευση ξενιστή σε μεγάλο βαθμό ώστε το 99% όλων των ειδών να περιορίζονται σε ένα ή περισσότερα στενά συνδεδεμένα είδη φυτών (Eastop 1973), γεγονός που σχετίζεται με μια γενετικά καθορισμένη προτίμηση για ένα φυτό-ξενιστή καθώς και με υψηλή αναπαραγωγική δραστηριότητα (Guldmond 1990a, 1990b, MacKenzie 1996). Το γεγονός ότι κάθε παρθενογενετική σειρά συνήθως αποτελείται από πολλά μέλη καθένα από τα οποία έχει έναν υψηλό ενδογενή ρυθμό αύξησης προάγει την προσπάθεια για ανεύρεση ενός καλύτερου ξενιστή. Για παράδειγμα, αν σε ένα μη κατάλληλο ξενιστή παρατηρείται το ένα δέκατο της γονιμότητας σε σχέση με ένα προτιμώμενο, ο μη κατάλληλος ξενιστής πρέπει να είναι δέκα φορές πιο άφθονος για να μπορέσει να αντισταθμίσει τη διαφορά. Γι' αυτό το λόγο, παρά τις τεράστιες απώλειες που υπάρχουν κατά την ανεύρεση φυτών-ξενιστών, η εξειδίκευση δεν αποτελεί έλλειψη ικανότητας για προσαρμογή αλλά αποτελεί βέλτιστη στρατηγική για τις αφίδες (Kindlmann & Dixon 1994, Mackenzie & Guldmond 1994, Dixon 1994).

2. Κυκλική παρθενογένεση

Εξαιτίας αυτού του μηχανισμού μια μεταλλαγμένη αφίδα που έχει αποικίσει ένα καινούριο φυτό-ξενιστή μπορεί να δημιουργήσει γρήγορα ένα πληθυσμό με γενετικά πανομοιότυπα θηλυκά. Αργότερα, την ίδια εποχή, παράγονται γενετικά πανομοιότυπα αρσενικά με ένα X χρωμόσωμα λιγότερο. Στα μονόοικα είδη είναι πιθανόν να γίνει σύζευξη ανάμεσα σε συγγενικά άτομα από τον ίδιο πληθυσμό. Οι απόγονοι που είναι ομόζυγοι ως προς τη μεταλλαγμένη μητέρα είναι πιθανόν να παρουσιάζουν μεγαλύτερη καταλληλότητα στο νέο ξενιστή, ενώ το μικρό μέγεθος του νεοσχηματισμένου πληθυσμού είναι πιθανό να εμποδίσει την ύπαρξη γενετικών αλλαγών με αποτέλεσμα να σταθεροποιείται το ποσοστό των καλά προσαρμοσμένων γενοτύπων.

3. Επαγωγή

Ο Lamarck (1809) πρότεινε πρώτος ότι μια αλλαγή στο φυσικό περιβάλλον μπορεί να δώσει έναυσμα για μια βαθιά εξελικτική αλλαγή. Αργότερα, η πρόταση αυτή αναπτύχθηκε ως θεωρία με συγκεκριμένη αναφορά σε παρασιτικά έντομα από τον Walsh (1864). Μελέτες που έγιναν πάνω σε χορτοφάγα έντομα (Singer 1983) και παρασιτοειδή (Collins & Dixon 1986) έδειξαν ότι η φυσιολογική κατάσταση του θηλυκού είναι σημαντική για την αποδοχή το ξενιστή. Στις αφίδες, για παράδειγμα, μια μεγάλη αφίδα *M. Persicae*, η οποία εκτράφηκε σε ένα υψηλής ποιότητας φυτό, αποδέχεται έναν χαμηλής ποιότητας ξενιστή δυσκολότερα από ότι ένα μικρό άτομο. Αυτό θα μπορούσε να συμβάλλει στη διατήρηση του πολυμορφισμού που βασίζεται στην επιλογή ξενιστή.

Έχει αναφερθεί ότι στις αφίδες πραγματοποιούνται αλλαγές προκαλούμενες από κληρονομικούς παράγοντες οι οποίες δίνουν "ιθαγενείς" φαινοτύπους με καλή ανταγωνιστική ικανότητα. Τέτοιες αλλαγές έχουν αναφερθεί στην αφίδα *Dysaphis anthrisci* Börner (Hemiptera: Aphididae), η οποία μετά από μια περίοδο οκτώ γενεών σε ένα φυτό μη ξενιστή, *Chaerophyllum bulbosum* L. (Apiaceae), μπόρεσε να μεταφερθεί με επιτυχία στο *C. maculatum* Wild. (Apiaceae), το οποίο πριν ήταν μη αποδεκτό. Η αλλαγή στην αφίδα συμπεριλάμβανε επίσης αλλαγές στη μορφολογία (Shaposhnikov 1985). Ομοίως, εκτρέφοντας τις αφίδες *A. pisum* και *M. persicae* σε φυτά μη ξενιστές για επτά γενεές είχε ως αποτέλεσμα να αναπτύσσονται καλύτερα στο μη-ξενιστή (Markkula & Roukka 1970, Lawton 1978). Τόσο στην αφίδα *M. persicae* όσο και στην *A. fabae*, που εκτράφηκαν σε υποβαθμισμένης ποιότητας ξενιστές, αυξήθηκε η γονιμότητα μετά από τρεις γενιές (Mackenzie 1992).

Σε κάποιες περιπτώσεις η επαγωγή έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία φαινοτυπικών φυλών αλλάζοντας την προτίμηση του εντόμου για ένα ξενιστή ή αλλάζοντας την προτίμηση του εντόμου για ένα ξενιστή και τοποθετώντας "ξένους" φαινοτύπους σε μειονεκτική θέση όσον αφορά την ανταγωνιστική ικανότητά τους. Ως αποτέλεσμα δημιουργείται ισχυρή αρνητική συσχέτιση όσον αφορά την απόδοση εξαιτίας των προκαλούμενων φυσιολογικών και / ή μορφολογικών αλλαγών. Στην περίπτωση λοιπόν αυτή, η δημιουργία γενετικά διαφοροποιημένων φυλών καθώς το φυτό-ξενιστής αποκτά ωφέλιμα γονίδια, π.χ. επαγωγή, μπορεί να είναι ένα "κρίσιμο συστατικό" των αρχικών σταδίων σχηματισμού μιας φυλής ξενιστή.

4. Εναλλαγή ξενιστή

Περίπου το 10% των ειδών παρουσιάζουν εποχική μετακίνηση από τον αρχικό ξενιστή στον εναλλακτικό ξενιστή. Η απώλεια αυτού του τρόπου ζωής θεωρήθηκε ένας σημαντικός τρόπος δημιουργίας ειδών (Hille Ris Lambers 1950). Στην αφίδα *C. galeopsidis* η τάση της εναλλαγής ξενιστή καθορίζεται από ένα γονίδιο. Αν αυτό ίσχυε γενικά, με μία απλή μετάλλαξη θα διευκολυνόταν η αλλαγή σε μονόοικη μορφή με διαχωρισμό κατά τη διάρκεια της σύζευξης μεταξύ συγγενικών ατόμων σε ένα νέο δευτερεύοντα ξενιστή (Guldemon 1990 a,b), πράγμα που μπορεί να οδηγήσει στην ακαριαία δημιουργία είδους.

5. Σεξουαλικά θηλυκά

Γεννιούνται στο φυτό-ξενιστή και είναι συνήθως άπτερα. Επομένως είναι πολύ πιθανό η σύζευξη να γίνει πάνω στο ίδιο φυτό-ξενιστή στο οποίο αυτά γεννήθηκαν.

6. Αρσενικά

Πολλά είδη αφίδων έχουν άπτερα αρσενικά. Όταν συμβεί αλλαγή ξενιστή σε είδη με άπτερα αρσενικά, η πιθανότητα ροής γονιδίων με τη μετανάστευση των αρσενικών είναι υπερβολικά περιορισμένη. Το γεγονός ότι περίπου τα μισά από τα μονόοικα είδη έχουν άπτερα αρσενικά δείχνει ότι αυτό μπορεί να είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που διευκολύνει την αλλαγή ξενιστή στις αφίδες.

Το σενάριο που έχει επικρατήσει για τη συμπατρική δημιουργία ειδών είναι εκείνο σύμφωνα με το οποίο ο νέος πληθυσμός δεν εγκαθίσταται στο φυσικό περιβάλλον (σε φυτό-ξενιστή), το οποίο αμέσως το απομονώνει από τη ροή γονιδίων του γονικού πληθυσμού. Αυτό περιλαμβάνει δυο βήματα: 1) Ύπαρξη πολυμορφισμού στους δυο πληθυσμούς που αναπτύσσονται σε διαφορετικά φυτά-ξενιστές σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι λάθος ξενιστές είναι ακατάλληλοι για την επιβίωση των ατόμων κάθε πληθυσμού που επέλεξαν λάθος ξενιστή, και 2) Η επιλογή κατά των ενδιάμεσων, ετεροζυγωτών απογόνων που προκύπτει μετά τη σύζευξη δυο ομοζυγωτών γενοτύπων πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα την αποφυγή των αρνητικών συνεπειών του υβριδισμού. Αυστηρή επιλογή κατά των υβριδίων θεωρείται απαραίτητη, όμως παρεμποδίζεται από δυο διαδικασίες: τον ανασυνδυασμό και τη ροή γονιδίων.

Ο μηχανισμός της εξέλιξης της αναπαραγωγικής απομόνωσης ονομάστηκε "ενίσχυση" (reinforcement) από τον Blair (1955) και προτάθηκε από τον Dobzhansky (1940, 1951). Η πιθανότητα παραγωγής μη προσαρμοσμένων υβριδίων μεταξύ του αρχικού και του νεοδημιουργηθέντος είδους ελαττώνεται από τη δράση γονιδίων που προάγουν τη σύζευξη ατόμων του ίδιου είδους. Αυτά τα γονίδια διαδίδονται στον πληθυσμό των ειδών μέχρι να ελαχιστοποιηθεί ή να μην υπάρχει πιθανότητα ανταλλαγής γονιδίων μεταξύ του αρχικού και του νεοδημιουργηθέντος είδους (Dobzhansky 1951). Παρόλο που ο μηχανισμός της εξέλιξης της αναπαραγωγικής απομόνωσης (reinforcement) αμφισβητείται ακόμη, παραμένει πολύ σημαντική εξελικτική διαδικασία η οποία αναμένει ένα απολύτως πειστικό παράδειγμα.

Οι Stam (1983) και Butlin (1990) πρότειναν ένα εναλλακτικό μοντέλο, το οποίο περιλαμβάνει ανταλλαγή γονιδίων. Άτομα που συζεύγνυνται νωρίς σε ένα πληθυσμό που παράγει έμφυλα άτομα αργά, είναι πιο πιθανό να συζευχθούν με μέλη ενός πληθυσμού που παράγουν έμφυλα άτομα νωρίς και αντίστροφα.

Μια συνέπεια του μηχανισμού της εξέλιξης της αναπαραγωγικής απομόνωσης (reinforcement) και / ή της ανταλλαγής γονιδίων θα μπορούσε να είναι η αλλοχρονική απομόνωση. Αυτή έχει παρατηρηθεί στις αφίδες. Τα έμφυλα άτομα του υποείδους *Acyrtosiphon pisum destructor* (Johnson) παράγονται το Νοέμβριο κι αργότερα από αυτά του *A. pisum* s.s. στον ίδιο πρωτεύοντα ξενιστή (Müller 1980).

Δυνατότητες για εφαρμογή του μηχανισμού εξέλιξης της αναπαραγωγικής απομόνωσης (reinforcement) υπάρχουν σε πολλά ετερόοικα, συμπατρικά συγγενή είδη, τα οποία μοιράζονται τον ίδιο πρωτεύοντα ξενιστή, π.χ. σύζευξη πραγματοποιείται πάνω στο ίδιο φυτικό είδος παρόλο που μπορεί να παρέμβει και να τη διακόψει η επιλογή για χρησιμοποίηση δευτερευόντων ξενιστών. Αυτά τα είδη διαφέρουν τόσο στη σύνθεση της φερομόνης φύλου όσο και στο χρόνο απελευθέρωσής της (Pettersson 1971, Guldemond & Dixon 1994, Thieme & Dixon 1996). Για παράδειγμα, στα συγγενή είδη *C. galeopsidis* και *C. mandamanti*, τα οποία μοιράζονται τον ίδιο πρωτεύοντα ξενιστή και είναι εφικτή η ροή γονιδίων ανάμεσά τους (Guldemond 1990c), διαφέρουν ως προς το χρόνο απελευθέρωσης φερομόνης σε καθημερινή βάση και στη δραστηριότητα των αρσενικών. Το χαρακτηριστικό αυτό δεν αποδεικνύει την ύπαρξη αναπαραγωγικής απομόνωσης, αφού μπορεί να αντιπροσωπεύει εκτόπισμα χαρακτήρων μετά την αλλοπατρική δημιουργία των ειδών και τη μετέπειτα συνύπαρξή τους στην ίδια περιοχή. Παρόλα αυτά η κατανομή του δευτερευόντος φυτού-ξενιστή του *C. mandamanti* (*Lamium galeobdolon* L. (Lamiaceae)) συμπίπτει πλήρως με εκείνη του *Galeopsis*, που αποτελεί το δευτερεύοντα ξενιστή του *C. galeopsidis*. Επιπλέον, η κατανομή του *C. mandamanti* πέφτει εντός της κατανομής του *C. galeopsidis* (Guldemond 1991b), η οποία τείνει να αποκλείσει την

αλλοπατρική δημιουργία ειδών. Δεν είναι δυνατόν να είναι κανείς σίγουρος για τις παλιές κατανομές του φυτού-ξενιστή του *Cryptomyzus*. Παρόλα αυτά οτιδήποτε είναι γνωστό σχετικά με αυτές δεν ευνοεί την αλλοπατρική δημιουργία ειδών. Έτσι, είναι πιθανόν η διαφορά στην αναγνώριση της σύζευξης ανάμεσα στα παραπάνω συγγενή είδη να οφείλεται στο μηχανισμό εξέλιξης της αναπαραγωγικής απομόνωσης.

Στις αφίδες είναι πολύ πιθανή η συμπατρική δημιουργία ειδών γιατί : (1) επιδεικνύουν την ισχυρή αρνητική συσχέτιση όσον αφορά την απόδοση με τη χρησιμοποίηση του κατάλληλου φυτού-ξενιστή, (2) έχουν πολύ υψηλό ρυθμό αύξησης, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει έντονη πίεση επιλογής, (3) είναι ικανές να εκμεταλλεύονται άδειες οικοθέσεις και να εμποδίζουν την επίτευξη πολυμορφισμού, που βασίζεται στο φυσικό περιβάλλον, (4) είναι ικανές να προσαρμόζονται φαινοτυπικά στα φυτά-ξενιστές και να μεταδίδουν αυτές τις προσαρμογές, ενσωματώνοντάς τις στη διαμόρφωση της φυλής ξενιστή και (5) μπορούν να ξεπεράσουν τους περιορισμούς στην εξέλιξη του μηχανισμού της αναπαραγωγικής απομόνωσης (reinforcement) ή να τους παρακάμψουν μέσω της ανταλλαγής γονιδίων (Mackenzie & Guldemand 1994).

Γενικά, η διασπορά είναι επικίνδυνη για τις αφίδες. Γι' αυτό η εξειδίκευση σ' έναν ξενιστή θα μπορούσε να φανεί ως έλλειψη προσαρμοστικότητας. Παρόλο που είναι πιθανό η οσμή του φυτού να επηρεάσει το ρυθμό εγκατάστασης, ο προσδιορισμός του συγκεκριμένου φυτού-ξενιστή πιθανότατα συμβαίνει μετά την εγκατάσταση χάρη στην αντίδραση του εντόμου στα χημικά και / ή μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού-ξενιστή. Παρόλα αυτά, οι μορφολογικές, φυσιολογικές και φαινολογικές προσαρμογές που έχουν σχέση με την εγκατάσταση των αφίδων σε συγκεκριμένα φυτά, η ανταπόκριση των αφίδων σε εξειδικευμένα ερεθίσματα (flags) κατά την επιλογή ξενιστή ίσως δεν είναι η αιτία, αλλά η συνέπεια της εξειδίκευσης σ' ένα ξενιστή (Dixon 1998).

Το μεγάλο ρίσκο που παίρνουν οι αφίδες με τη διασπορά τους τονίζεται από δυο από τις υποθέσεις που προτάθηκαν για την εξήγηση της εξέλιξης της εξειδίκευσης στις αφίδες. Το γεγονός ότι κάθε παρθενογενετική σειρά αποτελείται από πολλά μέλη που το καθένα έχει έναν υψηλό ρυθμό αύξησης είναι βασικό στοιχείο της υπόθεσης της θεωρίας της βέλτιστης χρήσης του φυτού-ξενιστή. Σε αυτή την περίπτωση θεωρείται πλεονέκτημα η προσπάθεια για ανεύρεση ενός καλύτερου ξενιστή, π.χ. η εξειδίκευση δεν υποδηλώνει έλλειψη προσαρμογής αλλά βέλτιστη στρατηγική. Παρόλα αυτά η συγκεκριμένη υπόθεση είναι εξειδικευμένη για τις αφίδες, ενώ η εξειδίκευση ξενιστή είναι ευρέως διαδεδομένη στα φυτοφάγα έντομα. Καθώς οι αφίδες ζευγαρώνουν πάνω στο φυτό-ξενιστή τους και είναι πιθανόν τα δυο φύλα να βρουν το ένα το άλλο αφού πρώτα βρουν ένα ξενιστή, που θα αποτελεί τον τόπο συνάντησης των δυο φύλων, τα μέλη που εγκαθίστανται σε μη προσβεβλημένο από αφίδες ξενιστή έχουν μικρή πιθανότητα

ζευγαρώματος. Η επιλογή θα ευνοήσει την υπερβολική εξειδίκευση σε οποιοδήποτε ξενιστή αποικίζεται περισσότερο (Dixon 1998).

Σε κάποια είδη αφίδων υπάρχουν υποείδη που προκύπτουν συμπατρικά, τα οποία διαφέρουν ως προς τον τρόπο που χρησιμοποιούν τα φυτά-ξενιστές. Πολλά χαρακτηριστικά της βιολογίας των αφίδων έχουν ως αποτέλεσμα στις αφίδες να υφίστανται τη συμπατρική δημιουργία ειδών. Επιπλέον, κάποια από τα υποείδη παράγουν τα έμφυλα άτομά τους σε διαφορετικό χρόνο ή ζευγαρώνουν σε διαφορετικές ώρες της ημέρας, πράγμα που υποστηρίζει την αναπαραγωγική απομόνωση.

4. *Aphis gossypii* Glover

4.1. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

4.1.1. Διανομή

Το *Aphis gossypii* εμφανίζεται σε τροπικές, υποτροπικές, ήπιου κλίματος περιοχές σε όλο τον κόσμο εκτός από τις πιο βόρειες (πολύ ψυχρές) περιοχές.

Ο κύκλος ζωής διαφέρει πολύ μεταξύ του Βορά και του Νότου.

Στο Βορά, τα ωά εκκολάπτονται την άνοιξη στους πρωτεύοντες ξενιστές όπου εμφανίζονται και οι θηλυκές νύμφες. Οι νύμφες τρέφονται, ωριμάζουν, ενηλικιώνονται και αναπαράγονται παρθενογενετικά (viviparously) στον πρωτεύοντα ξενιστή όλο το καλοκαίρι, ή παράγονται τα πτερωτά θηλυκά που διασκορπίζονται στους δευτερεύοντες ξενιστές όπου δημιουργούν νέες αποικίες. Τα πτερωτά θηλυκά επιλέγουν χαρακτηριστικά τη νέα βλάστηση για να τραφούν, και μπορούν να παράγουν πτερωτούς και άπτερους θηλυκούς απογόνους. Την περίοδο του φθινοπώρου όπως επίσης και στην περίπτωση πυκνών πληθυσμών επικρατεί η παραγωγή πτερωτών μορφών (παρατηρείται πληθώρα πτερωτών ατόμων εντός του πληθυσμού). Προς το τέλος της χρονιάς, τα πτερωτά θηλυκά επιστρέφουν στους αρχικούς ξενιστές όπου παράγονται τα αρσενικά και τα φωτόκα θηλυκά άτομα. Αυτά ζευγαρώνουν και τα θηλυκά αποθέτουν τα κίτρινα ωά τα οποία αποτελούν τη διαχειμάζουσα μορφή του εντόμου. Υπό θερμές συνθήκες, μια παραγωγή μπορεί να ολοκληρωθεί παρθενογενετικά σε περίπου επτά ημέρες.

Στο Νότο, οι σεξουαλικές μορφές είναι σπάνιες. Τα θηλυκά παράγουν απογόνους χωρίς σύζευξη (μόνο παρθενογενετική αναπαραγωγή) εφ' όσον το επιτρέπει ο καιρός, η σίτιση και η αύξηση. Αντίθετα από πολλά είδη αφίδας, το *A. gossypii* δεν επηρεάζεται αρνητικά από τις ζεστές καιρικές συνθήκες. Το *A. gossypii* μπορεί υπό κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες, να ολοκληρώσει την ανάπτυξή του και να αναπαραχθεί μέσα σε μια εβδομάδα, δημιουργώντας έτσι πολυάριθμες γενεές.



Εικόνα 2. *Aphis gossypii*

Ωό

Αρχικά όταν τα ωά εναποθέτονται στη φυτική επιφάνεια έχουν κίτρινο χρώμα, σύντομα όμως αποκτούν μαύρο γυαλιστερό χρώμα.

Νύμφη

Οι νύμφες ποικίλουν στο χρώμα. Συνήθως είναι μαύρες ως γκριζες ή πράσινες, συχνά έχουν σκούρα κεφαλή, θώρακα και φτερά ενώ το ακραίο τμήμα της κοιλίας είναι σκούρο πράσινο. Το σώμα είναι θαμπό στο χρώμα λόγω των εκκριμάτων κηρών που συγκεντρώνονται πάνω σ' αυτό. Η νυμφική περίοδος υπολογίζεται ότι διαρκεί περίπου επτά ημέρες.

Ενήλικο

Τα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά είναι 1 έως 2 χιλιοστά σε μήκος. Το σώμα τους είναι αρκετά μεταβλητό στο χρώμα: ανοικτό πράσινο που διαστίζετε με σκούρο πράσινο είναι το πιο κοινό, όμως εμφανίζεται και με υπόλευκες, κίτρινες, ανοιχτές πράσινες, και σκούρες πράσινες μορφές. Τα πόδια είναι ανοιχτόχρωμα με τις άκρες των κνημών και των ταρσών μαύρες. Τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά έχουν μήκος από 1.1 έως 1.7 χιλιοστά. Το κεφάλι και ο θώρακας είναι μαύρα, η κοιλία κίτρινη, κιτρινοπράσινη ή σκούρα πράσινη, οι κεραίες είναι κοντότερες από το σώμα. Το ωτοκόκο θηλυκό είναι σκοτεινό πράσινο, το αρσενικό είναι παρόμοιο. Η διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του ενήλικου είναι περίπου 15 ημέρες, και

η μεταναπαγωγική περίοδος πέντε ημέρες. Αυτά τα διαστήματα ποικίλουν αρκετά, ανάλογα με τη διακύμανση της θερμοκρασίας. Η βέλτιστη θερμοκρασία για την αναπαγωγή είναι περίπου 21 έως 27 °C.



Εικόνα 3. Αφίδα *Aphis gossypii*, α: άπτερες μορφές (apterae) και β: πτερωτά (alatae) και πτερωτές νύμφες (alatiform nymphs).

4.2. ΕΞΑΠΛΩΣΗ

4.2.1 ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Το *Aphis gossypii* έχει μια πολύ ευρεία σειρά ξενιστών (πολυφάγο). Είναι γνωστά περί τα 900 φυτών ξενιστών παγκοσμίως (Blackman & Eastop 2000). Εντούτοις, η ταξινόμηση αυτού του είδους είναι αβέβαιη, λόγω διαφορετικών φυλών ξενιστή, έτσι μερικά αρχεία μπορεί να είναι ανακριβή. Αποτελεί εντομολογικός εχθρός για το καρπούζι, το αγγούρι το πεπόνι, και σε μικρότερο βαθμό για το κολοκύθι. Αυτό είναι η βάση για το κοινό όνομα «**melon aphid**». Άλλες καλλιέργειες που επηρεάζονται σοβαρά είναι το σπαράγγι, η πιπεριά, η μελιτζάνα. Μερικές άλλες σημαντικές καλλιέργειες που προσβάλλονται τακτικά είναι το χρυσάνθεμο, τα εσπεριδοειδή, το βαμβάκι, και ο ιβίσκος. Στην Ελλάδα το βαμβάκι είναι σημαντικός ξενιστής, που εξηγεί το δεύτερο κοινό όνομα, «**cotton aphid**». Σε όλο τον κόσμο έχουν βρεθεί να προσβάλλουν το βαμβάκι περισσότερα από 1300 είδη επιβλαβών εντόμων που ανήκουν σε 700 γένη.

4.2.2 ΖΗΜΙΕΣ

Το *Aphis gossypii* (αφίδα του βαμβακιού) προκαλεί σοβαρή ζημιά σε διάφορες καλλιέργειες. Η αναπαραγωγική του ικανότητα είναι ανυπολόγιστη. Εμφανίζεται κυρίως στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Η ζημιά που προκαλεί είναι απώλεια παραγωγής και ποιοτική υποβάθμιση εξαιτίας της έκκρισης μελιτώματος και της αποτελεσματικής μόλυνσης των καρπών. Οι αφίδες επίσης ευθύνονται για μεταφορά ιώσεων. Οι αφίδες εγκαθίστανται στην τρυφερή βλάστηση και σχηματίζουν αποικίες. Με ευνοϊκές συνθήκες αναπτύσσουν μεγάλους πληθυσμούς. Στο χωράφι είναι ιδιαίτερα έντονη η εικόνα των βαμβακόφυτων καλυμμένων από τα μελιτώματα τους, που τελικά μπορεί να λερώσουν και τις ίνες του βαμβακιού υποβαθμίζοντας την ποιότητα (κολλώδες βαμβάκι). Στα μελιτώματα των αφίδων μπορεί να αναπτυχθεί καπνιά με συνέπεια το μαύρισμα της κάψας ενώ παράλληλα μειώνεται η φωτοσύνθεση. Έντονες προσβολές στα πρώτα στάδια των φυτών, σταματούν την ανάπτυξη, οι άκρες των νέων φύλλων γυρίζουν προς τα κάτω ενώ ορισμένα φυτάρια νεκρώνονται. Γενικά, οικονομική ζημιά στα φυτά-ξενιστές προκαλείται όταν οι πληθυσμοί των αφίδων είναι μεγάλοι και τα ωφέλιμα έντομα λίγα (Τόλης 1986).



Εικόνα 4. Πληθυσμός *Aphis gossypii* σε φύλλο βαμβακιού.

5. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΦΙΔΩΝ

5.1. Γενικά

Στην Ελλάδα ο έλεγχος του *Aphis gossypii* βασίζεται περισσότερο στα εντομοκτόνα. Το 2003, 6,5 τόνοι δραστικής ουσίας από διάφορα εντομοκτόνα χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμησή του στο βαμβάκι (Bayer CropScience Hellas, Pers. Comm.). Παρ' όλα αυτά παρατηρήθηκε ανάπτυξη ανθεκτικότητας των πληθυσμών της συγκεκριμένης αφίδας σε μια μεγάλη κλίμακα εντομοκτόνων σε πολλά μέρη παγκοσμίως (Grafton-Cardwell 1991; Kerns and Gaylor 1992; Ahmad *et al.*, 2003) συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας (Ioannidis 1999; Nauen and Elbert 2003). Αυτό το γεγονός ανάγκασε την ανάπτυξη εναλλακτικών στρατηγικών αντιμετώπισης στα πλαίσια της οποίας εντάσσεται και η Ολοκληρωμένη Διαχείριση Εχθρών.

Η ανθεκτικότητα αναπτύσσεται μέσω της επιλογής των γονιδίων ανθεκτικότητας, τα οποία υπάρχουν από τη φύση ανάμεσα στους πληθυσμούς των εντόμων. Πριν τη χρήση των συγκεκριμένων εντομοκτόνων, αυτά τα γονίδια απαντώνται σε χαμηλές συχνότητες και κατ' ουσία είναι αδύνατο ν' ανιχνευθούν με τις διαθέσιμες τεχνικές.

Όταν γίνει εφαρμογή με εντομοκτόνο αρχίζουν ν' αυξάνουν σε συχνότητα. Κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της επιλογής, η ανθεκτικότητα μπορεί να έχει μικρή επίπτωση στο βαθμό αντιμετώπισης των εντόμων, παρά του ότι μπορεί να ανιχνευθεί με λεπτομερείς βιοδοκιμές. Τελικώς, η συχνότητα των γονιδίων ανθεκτικότητας θα φθάσει σε τέτοιο στάδιο,

ώστε οι δυσκολίες αντιμετώπισης να είναι φανερές. Το πόσο γρήγορα αυξάνεται η ανθεκτικότητα και το κατά πόσο μπορεί να γίνει ανεκτή εξαρτάται από ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται το είδος της ζημιάς, το μέγεθος της καταστροφής, η ισχύς των μηχανισμών ανθεκτικότητας, η συχνότητα χρήσης των εντομοκτόνων και ένας μεγάλος αριθμός βιολογικών παραγόντων οι οποίοι πρέπει να μελετηθούν. Το κλειδί της επιτυχίας στον έλεγχο της ανθεκτικότητας βρίσκεται στο να αναγνωριστούν όσο το δυνατό περισσότεροι παράγοντες προτού η ανθεκτικότητα φθάσει σε επίπεδα οικονομικής καταστροφής (Roush 1989).

Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι ώστε να επιχειρηθεί να αντιμετωπισθεί η ανθεκτικότητα όσο πιο νωρίς γίνεται:

- **Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας εμποδίζει την επιτυχή αντιμετώπιση. Η συνεχής επιλογή των γονιδίων ανθεκτικότητας οδηγεί σε μειωμένη αποτελεσματικότητα του ελέγχου και τελικώς στην εκμηδένιση της αξίας των εντομοκτόνων.**
- **Το να βρεθούν εντομοκτόνα με νέο τρόπο δράσης γίνεται ολοένα δυσκολότερο διότι είναι πολύ δαπανηρό να δημιουργηθούν και να πάρουν άδεια.**

Γι' αυτούς τους λόγους άλλαξε η νοοτροπία περί νέων εντομοκτόνων και ενισχύθηκε η άποψη της ορθολογικής χρήσης των υπαρχόντων, έτσι ώστε να διατηρήσουν την αποτελεσματικότητά τους. Αυτή η προσέγγιση είναι γνωστή ως Insecticide Resistance Management (IRM).

Βασικοί κανόνες για ρεαλιστική και επιτυχή μεταχείριση:

◇ *Ο ευκολότερος τρόπος αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας είναι η παύση εντελώς της χρήσης εντομοκτόνων, ωστόσο για το εγγύ μέλλον, ο έλεγχος των περισσότερων βασικών εντόμων, θα συνεχίσει να βασίζεται ουσιαστικά στα εντομοκτόνα, παρά του ότι υπάρχει δυνατότητα επιλογής για ανθεκτικότητα.*

◇ *Σε πολλές περιπτώσεις η έλλειψη νέων ουσιών μπορεί να απαιτήσει τη συνεχή χρήση χημικών που ήδη απειλούνται με ανθεκτικότητα. Τότε πρέπει να δοθεί έμφαση στην όσο πιο καθυστερημένη εξάπλωση τέτοιας ανθεκτικότητας καθώς και στην ελαχιστοποίηση επιπτώσεων πάνω στην ποιότητα αντιμετώπισης.*

Το πιο σημαντικό απ' όλα είναι ότι όποια μέτρα και αν προταθούν για τη διαχείριση της ανθεκτικότητας, πρέπει να κρατηθούν οι αριθμοί των εχθρών κάτω από τα όρια οικονομικής ζημιάς. Οι στρατηγικές που δεν μπορούν να το επιτύχουν δεν αξίζει να μελετηθούν (Georgiou 1983).

Τακτικές διευθέτησης ανθεκτικότητας

Βασιζόμενοι σε θεωρητικές εργασίες, έχουν προταθεί πολλές τακτικές ώστε να χρησιμοποιηθούν ως στρατηγικές IRM. Ο παρακάτω διαχωρισμός των τακτικών σε τρεις κατηγορίες αποδίδεται στον Georgiou (1986).

- Μειριασμός στο χειρισμό. Σκοπεύει να μειώσει την πίεση επιλογής για ανθεκτικότητα διατηρώντας τα ευαίσθητα έντομα μέσα στον πληθυσμό χρησιμοποιώντας χαμηλότερες εφαρμοζόμενες δόσεις και τις λιγότερο συχνές εφαρμογές, χρησιμοποιώντας σκευάσματα χαμηλής υπολειματικότητας και αφήνοντας μικρές ασέκαστες περιοχές.

Οι χαμηλότερες δόσεις εφαρμογής μπορούν να βοηθήσουν κάτω από πολύ ειδικές συνθήκες χωρίς να θυσιάζουν την αποτελεσματικότητα της αντιμετώπισης σε σημαντικό βαθμό.

- Διευθέτηση με κορεσμό, η μέθοδος αυτή σκοπεύει να αντιμετωπίσει την ανθεκτικότητα χρησιμοποιώντας δόσεις επαρκώς υψηλές, ώστε να σκοτώσουν ακόμη και ανθεκτικά έντομα και χρήση σκευασμάτων για τα οποία ελάχιστα έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα. Σε κάποιες περιπτώσεις οι στρατηγικές «υψηλών δόσεων» προτείνονται, αρχικώς ως μέσο για πρόληψη εμφάνισης ανθεκτικότητας, μέσω εξάλειψης των ετεροζύγων-ανθεκτικών ατόμων. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος πολύ πιθανό να είναι εφαρμόσιμη σε περιπτώσεις στις οποίες η έκθεση των εντόμων σε εντομοκτόνα να είναι σχετικά ομοιόμορφη και να μπορεί να ελεγχθεί ακριβώς, π.χ. η εμβάπτιση των βοοειδών σε ακαρεοκτόνο, καπνισμός κατά των εντόμων αποθηκών και η χρήση διαγονιδιακών καλλιεργειών ανθεκτικών σε έντομα.

- Διευθέτηση με πολλαπλή επίθεση, περιλαμβάνει τη χρήση δύο ή περισσότερων μη συγγενών εντομοκτόνων με τρόπο ώστε να μειωθεί η επιλογή ανθεκτικότητας σε οποιοδήποτε από τα χημικά. Τα σκευάσματα μπορεί να εφαρμόζονται ταυτόχρονα ως μείγματα, εναλλασσόμενα στο χρόνο ή να εφαρμόζονται σε πιο σύνθετους συνδυασμούς γνωστούς ως μωσαϊκά.

Προβλήματα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα στην Ελλάδα

Η ανθεκτικότητα που έχουν αναπτύξει τα έντομα στα εντομοκτόνα αποτελεί σοβαρό πρόβλημα στην Ελλάδα. Πολλά είδη εντόμων μεγάλου γεωργικού ενδιαφέροντος έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη ως ανέφικτη η καταπολέμησή τους.

Στο ενδεχόμενο ανθεκτικότητας όλα τα προγράμματα αντιμετώπισης των εχθρών ανατρέπονται και χρειάζονται ειδικές στρατηγικές διευθέτησης της. Ο δορυφόρος στις πατάτας έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες εντομοκτόνων και είναι ένας από τους πιο σοβαρούς εχθρούς στις πατάτας. Οξύτατο πρόβλημα αποτελεί η αντιμετώπιση των αφίδων και ειδικότερα το *Myzus nicotianae* (Hemiptera: Aphididae) στον καπνό, το *M. persicae* σε οπωρώνες ροδακινιάς και το *A. Gossypii* στο βαμβάκι και σε άλλες καλλιέργειες π.χ. (κολοκύθι, μπάμια κ.τ.λ.).

Η ανθεκτικότητα μπορεί να εμφανίζεται τοπικά ή γενικά. Χρειάζεται προσοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων, διότι μπορεί να υπάρχουν ανθεκτικοί πληθυσμοί ενός είδους σε μια περιοχή και ευαίσθητοι πληθυσμοί του ίδιου είδους σε άλλη. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των χωρών. Κατά κανόνα η εμφάνιση ανθεκτικότητας ενός είδους σε μια περιοχή σημαίνει κίνδυνος εξάπλωσης, εμφάνισης της και σε περιοχές όπου χρησιμοποιούνται τα ίδια σκευάσματα και κατ' επανάληψη. Είναι δύσκολο να προβλέψουμε στις προσβολές των περισσότερων λεπιδοπτέρων, διότι μεταναστεύουν και κινούνται καλύπτοντας μεγάλες αποστάσεις, οπότε στις καλλιέργειες μπορεί να εγκαθίστανται ήδη ανθεκτικοί πληθυσμοί προερχόμενοι από το νότο. Χρειάζεται έγκαιρη διάγνωση, γρήγορος προσδιορισμός και άμεση επέμβαση (Ruppel *et al.*, 1982).

Παρακάτω αναφέρονται είδη εντόμων με πιθανή ανθεκτικότητα και με ισχυρές ενδείξεις για ανθεκτικότητα και πιστοποιημένη ανθεκτικότητα αντίστοιχα.

Πίνακας 1. Έντομα με πιθανή ανθεκτικότητα (Field *et al.*, 1997).

| Έντομο | Κοινό όνομα | Τάξη | Οικογένεια |
|----------------------------------|------------------------------|-------------|----------------|
| <i>Adoxophyes orana</i> | | Lepidoptera | Tortricidae |
| <i>Archips rosanus</i> | | Lepidoptera | Tortricidae |
| <i>Aspidiotus hederae</i> | Άσπρη στρόγγυλη ψώρα | Homoptera | Diaspididae |
| <i>Pseudococcus citri</i> | Ψευδόκοκος των εσπεριδοειδών | Homoptera | Pseudococcidae |
| <i>Sphaerolecanium prunastri</i> | | Homoptera | Coccidae |
| <i>Rhagoletis cerasi</i> | Σκουλήκι του κερασιού | Diptera | Tephritidae |
| <i>Saissetia oleae</i> | Λεκάνιο της ελιάς | Homoptera | Coccidae |

Πίνακας 2. Πίνακας εντόμων με ισχυρές ενδείξεις ανάπτυξης ανθεκτικότητας (Field *et al.*, 1997).

| Έντομο | Κοινό όνομα | Τάξη | Οικογένεια |
|------------------------------------|---------------------------|--------------|---------------|
| <i>Bemisia tabaci</i> | Αλευρώδης | Homoptera | Aleyrodidae |
| <i>Ceratitis capitata</i> | Μύγα Μεσογείου | Lepidoptera | Tephritidae |
| <i>Helicoverpa armigera</i> | Πράσινο σκουλήκι | Lepidoptera | Noctuidae |
| <i>Lithocolletis blancardella</i> | Νάρκη των γιγαρτόκαρπων | Lepidoptera | Gracilariidae |
| <i>Lobesia botrana</i> | Ευδεμίδα της αμπέλου | Lepidoptera | Tortricidae |
| <i>Lyonetia clerkella</i> | Φυλλορύκτες της μηλιάς | Lepidoptera | Lyonetiidae |
| <i>Phthorimaea operculella</i> | Φθοριμαία της πατάτας | Lepidoptera | Gelechiidae |
| <i>Pieris brassicae</i> | Πιερίδα των λαχάνων | Lepidoptera | Pieridae |
| <i>Pectinophora gossypiella</i> | Ρόδινο σκουλήκι βαμβακιού | Lepidoptera | Gelechiidae |
| <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> | Ψώρα του san jose | Homoptera | Diaspididae |
| <i>Spodoptera exigua</i> | Αγρότιδα | Lepidoptera | Noctuidae |
| <i>Thrips tabaci</i> | Θρίπας καπνού | Thysanoptera | Thripidae |

Πίνακας 3. Έντομα με πιστοποιημένη ανθεκτικότητα (Field *et al.*, 1997).

| Έντομο | Κοινό όνομα | Τάξη | Οικογένεια |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------|---------------|
| <i>Aphis fabae</i> | Μαύρη αφίδα | Homoptera | Aphididae |
| <i>Aphis gossypii</i> | Αφίδα βαμβακιού | Homoptera | Aphididae |
| <i>Frankliniella occidentalis</i> | Θρίπας της Καλλιφόρνια | Thysanoptera | Thripidae |
| <i>Leptinotarsa decemlineata</i> | Δορυφόρος της πατάτας | Coleoptera | Chrysomelidae |
| <i>Mamestra brassicae</i> | | Lepidoptera | Noctuidae |
| <i>Myzus persicae</i> | Πράσινη αφίδα ροδακινιάς | Homoptera | Aphididae |
| <i>Myzus nicotianae</i> | Αφίδα καπνού | Homoptera | Aphididae |
| <i>Pseudaulacaspis pentagona</i> | Άσπρη ψώρα ροδακινιάς | Homoptera | Diaspididae |
| <i>Cacopsylla pyri</i> | Ψύλλα αχλαδιάς | Homoptera | Psyllidae |
| <i>Cacopsylla pyricola</i> | Ψύλλα αχλαδιάς | Homoptera | Psyllidae |
| <i>Trialeurodes vaporariorum</i> | Αλευρώδης θερμοκηπίου | Homoptera | Aleyrodidae |
| <i>Cydia pomonella</i> | Καρπόκαψα της μηλιάς | Lepidoptera | Tortricidae |

5.2. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

Οι περισσότερες μεγάλες καλλιέργειες, παγκοσμίως, απειλούνται μέχρι ενός σημείου από έντομα που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα. Η δραματική αύξηση του προβλήματος της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα τα τελευταία 20-30 χρόνια οδήγησε τους επιστήμονες, γεωπόνους και τις βιομηχανίες παραγωγής αγροχημικών στο να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα της ορθολογικής χρήσης των εντομοκτόνων και να διαφυλάξουν την αποτελεσματικότητα των πολύτιμων χημικών προϊόντων.

Οι πιο σημαντικοί μηχανισμοί ανθεκτικότητας αφορούν είτε στην αυξημένη ικανότητα των εντόμων να αποικοδομούν τα εντομοκτόνα, είτε τη δομική μεταβολή των στόχων που δρουν τα εντομοκτόνα μέσα στο έντομο.

Άλλοι πιθανοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν μειωμένη διείσδυση των εντομοκτόνων μέσω της επιδερμίδας των εντόμων και ιδιαιτερότητα συμπεριφοράς που καθιστούν ικανούς τους εχθρούς, ώστε να μειώνουν ή να αποφεύγουν την έκθεση σε τοξίνες.

➤ Αυξημένη αποικοδόμιση εντομοκτόνων

Οι τρεις γνωστοί τύποι αποικοδόμισης εντομοκτόνων που εμπλέκονται στην ανθεκτικότητα είναι οι εξής:

➤ Αυξημένος οξειδωτικός μεταβολισμός των εντομοκτόνων από το κυτόχρωμα P450 μονοοξυγενάσης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει ανθεκτικότητα σε όλες τις σημαντικές ομάδες εντομοκτόνων, εκτός από τα κυκλοδιένια. Ωστόσο, τα περισσότερα στοιχεία γι' αυτό

τον μηχανισμό είναι έμμεσα και βασίζονται στην ικανότητα του βουτοξειδίου του πιπερονυλίου (Piperonyl Butoxide) ή συγγενών ουσιών, που είναι γνωστές ως αναχαιτιστές του κυττοχρώματος P450 της μονοοξυγενάσης, να καταστέλλουν την ανθεκτικότητα όταν χρησιμοποιούνται ως συνεργιστές σε βιοδοκιμές.

➤ Αυξημένη δραστηριότητα του ενζύμου γλουταθειόνης-τρανσφεράση, το οποίο καταλύει την γλουταθειόνη σε μια ποικιλία αντιδρώντων υποστρωμάτων. Ο μηχανισμός αυτός είναι ουσιαστικά σοβαρός για την ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά. Για βιοχημικές αιτίες είναι απίθανο να προκαλεί ανοχή των εντόμων στις πυρεθρίνες.

➤ Η υδρόλυση ή δέσμευση των εντομοκτόνων από εστεράσες, είναι σπουδαίος παράγοντας στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά και πυρεθρίνες. Ανθεκτικότητα που οφείλεται στην αυξημένη δραστηριότητα των εστερασών, μπορεί να προκύψει ή με ποιοτική αλλαγή του ενζύμου, αυξάνοντας την ικανότητα του ενζύμου να δεσμεύει τα εντομοκτόνα, ή ποσοτική αλλαγή στην παραγωγή ενός ενζύμου το οποίο ήδη υπάρχει στα ευαίσθητα άτομα (Field *et al*, 1997)

➤ Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων

Δύο από τους πιο κατανοητούς, αλλαγής στόχου δράσης, μηχανισμούς, είναι αυτοί που προκαλούν ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά στην πρώτη περίπτωση και στις πυρεθρίνες στην άλλη.

- Οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά θανατώνουν τα έντομα με τη δέσμευση του ενζύμου ακετυλοχολινεστεράσης, (acetylcholinesterase –Ache-). Έτσι διακόπτουν τη μεταφορά των νευρικών παλμών στη σύναψη.

Περιπτώσεις Ache με μειωμένη δέσμευση από τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά έχει παρατηρηθεί σε πολλά είδη εντόμων και τετρανύχων. Βιοχημικός προσδιορισμός μη ευαίσθητης Ache στα εντομοκτόνα, έχει αποκαλύψει ότι τα έντομα μπορεί να φέρουν μια μεταλλαγμένη μορφή του ενζύμου, με χαρακτηριστικά να δίνει και διασταυρούμενη ανθεκτικότητα.

- Ο κύριος τρόπος δράσης των πυρεθρινών είναι στη μεμβράνη του νευρικού άξονα (νευράξονας) που γίνεται η ανταλλαγή ιόντων Na, πύλες νατρίου (sodium channel). Ο μηχανισμός καθιστά ανθεκτικότητα του στόχου στις πυρεθρίνες με αλλαγή της πρωτεΐνης της διόδου νατρίου στις κυτταρικές μεμβράνες και ονομάζεται knockdown resistance ή Kdr (Field *et al*, 1997).

6. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το επίπεδο ισορροπίας του πληθυσμού ενός εντόμου σε μια καλλιέργεια μπορεί να μειωθεί με διάφορες μεθόδους όπως χημικές, βιολογικές, καλλιεργητικές, βιοτεχνικές κ.ά. Ήταν σχεδόν κανόνας στο παρελθόν ότι ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τη χημική μέθοδο, για την αντιμετώπιση ενός ή περισσοτέρων εντόμων, η οποία είχε ως αποτέλεσμα, αρκετές φορές, αντί τη μείωση την αύξηση του πληθυσμού του(ς). Υπάρχουν πολλά παραδείγματα όπου συνεχείς αλλά και όχι εφαρμοζόμενοι στο σωστό χρόνο ψεκασμοί με εντομοκτόνα είχαν ως αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού του επιζήμιου εντόμου, κυρίως λόγω της μείωσης ή και της διακοπής της δράσης του φυσικού ή των φυσικών εχθρών του.

Η αλόγιστη χρήση χημικών ουσιών (εντομοκτόνων) για την καταπολέμηση των επιβλαβών στα φυτά αρθροπόδων (κυρίως εντόμων και ακάρεων) κατά την τελευταία πεντηκονταετία, αύξησε την ανησυχία των ανθρώπων για τις επιπτώσεις των χημικών στην υγεία καθώς και στο περιβάλλον. Έτσι, δημιουργήθηκε η ιδέα χρήσης εναλλακτικών μέσων για την αντιμετώπιση των εντόμων. Οι μέθοδοι αυτές είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Η πλέον φιλική όμως προς το περιβάλλον μέθοδος για την αντιμετώπιση των εντόμων είναι η βιολογική μέθοδος.

{Βιολογική καταπολέμηση εντόμων και ακάρεων μπορεί να οριστεί η χρήση των φυσικών εχθρών τους με σκοπό τη μείωση του πληθυσμού των επιβλαβών εντόμων ή ακάρεων}.

Η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων μπορεί κάλλιστα να εφαρμοσθεί σε συστήματα συμβατικής γεωργίας (δηλαδή με περιορισμένη χρήση χημικών εντομοκτόνων) περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον. Σ' αυτή την περίπτωση αναφερόμαστε στην Ολοκληρωμένη Αντιμετώπιση των εντόμων. Φυσικά, η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των εντόμων είναι η κατά βάση αποδεκτή στα πλαίσια εφαρμογής της Βιολογικής ή Οργανικής γεωργίας.

Η χρήση φυσικών εχθρών των φυτοφάγων εντόμων για τη μείωση των πληθυσμών τους με

στόχο την ελαχιστοποίηση του φυτοπαρασιτικού τους ρόλου, δεν είναι νέα. Είναι γνωστό ότι στην αρχαία Κίνα μετέφεραν φωλιές μυρμηγκιών στα περιβόλια εσπεριδοειδών, αφού ήταν γνωστή η υπερπαρασιτική δράση των μυρμηγκιών (*Oecophylla smaragdina*) ως αρπακτικών των επιβλαβών εντόμων στα εσπεριδοειδή. Μάλιστα τοποθετούσαν καλάμια μπαμπού από το ένα δένδρο στο άλλο ώστε να επιτρέπουν την μετακίνηση των αρπακτικών μυρμηγκιών. Η αρχική αυτή ιδέα εφαρμόζεται σήμερα με σύγχρονες τεχνικές ανάπτυξης και διασποράς των φυσικών εχθρών των φυτοφάγων εντόμων και αποτελεί την μοντέρνα προσέγγιση εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης των εντόμων.

Η βιολογική μέθοδος αντιμετώπισης των φυτοφάγων εντόμων διαφέρει από τη λεγόμενη *Φυσική αντιμετώπιση*. Το αποτέλεσμα δηλαδή που προέρχεται στον πληθυσμό επιβλαβών ζωικών ειδών από τους πληθυσμούς των ωφελίμων ειδών οργανισμών που βρίσκονται στο ίδιο φυσικό περιβάλλον (Anonymus, 2000). Αυτό σημαίνει ότι στη Βιολογική έναντι της Φυσικής αντιμετώπισης υπεισέρχεται η ενεργός παρέμβαση του ανθρώπου.

Οι βασικές αρχές της βιολογικής αντιμετώπισης είναι:

1. Ένας ζωντανός οργανισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ενός άλλου οργανισμού.
2. Μερικοί βιολογικοί παράγοντες έχουν περιορισμένη εξειδίκευση επί ενός άλλου οργανισμού ενώ άλλοι δεν έχουν.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΤΟΜΩΝ:

- Δεν επηρεάζει αρνητικά την υγεία των ανθρώπων και ζώων.
- Μπορεί να εφαρμοσθεί αποτελεσματικά εκτός από τη βιολογική γεωργία και στα συστήματα συμβατικής γεωργίας.
- Δεν ζημιώνει το περιβάλλον.
- Συχνά έχει εξειδικευμένη δράση χωρίς να επηρεάζει άλλα ζωικά είδη, αντίθετα με ότι συμβαίνει με τη χρήση χημικών σκευασμάτων.
- Περιορίζει τους πληθυσμούς των φυτοπαρασίτων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ό,τι η χρήση χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΝΤΟΜΩΝ:

- Απαιτεί λεπτομερή σχεδιασμό, εντατική διαχείριση και επομένως εξειδικευμένο προσωπικό για την εφαρμογή της.
- Μπορεί να εφαρμοσθεί σε μεγάλη αγροτική έκταση από όλους τους παραγωγούς ενώ είναι δύσκολη έως αδύνατη η εφαρμογή της σε μικρούς μεμονωμένους αγρούς.
- Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της δεν είναι άμεσα (όπως με την χρήση εντομοκτόνων).
- Η εξειδικευμένη δράση επί ενός μόνο φυτοφάγου εντόμου από πλεονέκτημα μπορεί να μετατραπεί σε μειονέκτημα σε σχέση με την ευρέως φάσματος δράση εντομοκτόνων.

Συμπερασματικά, η βιολογική καταπολέμηση σαν μέθοδος είναι τελείως διαφορετική από τις άλλες μεθόδους καταπολέμησης. Σ' αυτή χρησιμοποιούνται τα ωφέλιμα έντομα για να μειώσουν τους πληθυσμούς των επιβλαβών εντόμων ή ακάρεων. Έχει πολλά πλεονεκτήματα. Είναι οικονομική, δεν μολύνει το περιβάλλον και διατηρεί τη φυσική ισορροπία των πληθυσμών.

Γενικά η βιολογική καταπολέμηση των επιζήμιων εντόμων πραγματοποιείται μέσω τριών μεθόδων η κάθε μία από τις οποίες περιλαμβάνει μια σειρά ενεργειών. Οι μέθοδοι αυτοί είναι:

1. Η Κλασική βιολογική καταπολέμηση.
2. Η Μαζική εκτροφή και απελευθέρωση φυσικών εχθρών.
3. Η Διατήρηση και η αύξηση της δράσης των υπαρχόντων φυσικών εχθρών με κατάλληλους χειρισμούς στα αγροοικοσυστήματα.

- **Κλασική Βιολογική Καταπολέμηση.**

Η Κλασική Βιολογική Καταπολέμηση περιλαμβάνει την εισαγωγή, εκτροφή, απελευθέρωση, εξαπόλυση και εγκατάσταση ενός φυσικού εχθρού για την αντιμετώπιση ενός εντόμου που εισήλθε πρόσφατα και εγκαταστάθηκε σε μια περιοχή και κατέστη εχθρός κάποιας καλλιέργειας, αφού δεν υπάρχουν φυσικοί εχθροί που θα μπορούσαν να

εμποδίσουν την πληθυσμιακή αύξησή του σε υψηλά επίπεδα.

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην περίπτωση που ένα φυτοφάγο έντομο σε μία περιοχή, έχει άλλη περιοχή προέλευσης και με κάποιο τρόπο διασποράς βρέθηκε και εγκαταστάθηκε στην υπόψη περιοχή, χωρίς όμως να έχουν εισαχθεί συγχρόνως και οι φυσικοί του εχθροί (Dent, 1991). Η απουσία των φυσικών εχθρών δίδει την δυνατότητα στον εισαχθέντα φυτικό εχθρό να πολλαπλασιασθεί και να αποτελέσει πρόβλημα στην περιοχή. Με την Κλασσική Βιολογική Αντιμετώπιση γίνεται αναζήτηση των φυσικών εχθρών του φυτοφάγου εντόμου (στην περιοχή προέλευσης του). Οι τελευταίοι κατά κανόνα διατηρούν τον πληθυσμό του επιβλαβούς εντόμου στη περιοχή προέλευσής του σε χαμηλά επίπεδα. Έτσι, αν οι φυσικοί εχθροί του φυτοφάγου εντόμου εισαχθούν στην περιοχή που τελικά αυτό εγκαταστάθηκε, αναμένεται ο βιολογικός έλεγχος του πληθυσμού του, σε επίπεδα κάτω από το οικονομικό επίπεδο προσβολής.

Έχει αναφερθεί ότι έχουν γίνει εισαγωγές και εξαπολύσεις 563 ειδών φυσικών εχθρών για αντιμετώπιση 292 ειδών επιζήμιων εντόμων σε 168 χώρες, όπου επιτυχής αντιμετώπιση μόνο από το φυσικό εχθρό που εξαπολύθηκε επιτεύχθηκε στο 40% των περιπτώσεων.

Πρέπει να επισημανθεί ότι απαιτείται η εγκατάσταση του εισαγόμενου φυσικού εχθρού στο περιβάλλον που εξαπολύεται, ώστε να αποκατασταθεί ισορροπία με τον πληθυσμό του φυτοπαράσιτου και να υπάρχει στο εξής φυσικός έλεγχος. Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να υπάρχει συνεχής εισαγωγή του φυσικού εχθρού όταν αυξάνεται επικίνδυνα ο πληθυσμός του φυτοπαράσιτου.

Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις εισαγωγής και εξαπόλυσης φυσικών εχθρών για αντιμετώπιση νεοεισαχθέντων εντόμων, κατά καιρούς και στη χώρα μας, οι οποίες τις περισσότερες φορές ήταν επιτυχείς. Παρακάτω παρατίθενται μερικά παραδείγματα κλασσικής βιολογικής καταπολέμησης.

Η κλασσική βιολογική καταπολέμηση παραμένει μια αποτελεσματική μέθοδος αντιμετώπισης νεοεγκατασταθέντων εντόμων σε μια περιοχή, προερχόμενων από άλλες περιοχές, ή και ιθαγενών καθόσον η λύση που παρέχει η συνεχής χρήση εντομοκτόνων είναι αφενός βραχυπρόθεσμη και ως γνωστόν δημιουργεί προβλήματα ανάπτυξης ανθεκτικότητας εντόμων έναντι των χρησιμοποιούμενων εντομοκτόνων και φυσικά είναι επιζήμια για το περιβάλλον. Η κλασσική βιολογική καταπολέμηση δύναται να προσφέρει στην αντιμετώπιση των εντόμων για μεγάλο χρονικό διάστημα, μεταθέτοντας τη θέση ισορροπίας του πληθυσμού κάτω από το οικονομικό όριο ενώ, επίσης, συνεισφέρει στη δημιουργία ισορροπίας στο αγροοικοσύστημα. Το αποτέλεσμα είναι ότι τελικά η κλασσική βιολογική καταπολέμηση καθίσταται η πλέον οικονομική μέθοδος αντιμετώπισης, κυρίως σε περιπτώσεις νεοεισαχθέντων

εντόμων σε μια περιοχή.

- **Η Μαζική εκτροφή και απελευθέρωση φυσικών εχθρών.**

Η μέθοδος της μαζικής παραγωγής και απελευθέρωσης συνήθως χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου οι φυσικοί εχθροί είτε απουσιάζουν είτε οι πληθυσμοί τους είναι χαμηλοί και κατά συνέπεια δεν είναι ικανοί να κρατήσουν τον πληθυσμό του εντόμου κάτω από την επιζήμια πληθυσμιακή πυκνότητα, ιδιαιτέρως μάλιστα όταν οι καλλιεργητικοί χειρισμοί δεν συμβάλλουν στην αύξηση της δράσης τους. Με τη μέθοδο της μαζικής απελευθέρωσης δεν αποσκοπούμε στην επί μακρών διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ του βιολογικού παράγοντα (φυσικού εχθρού) και επιζήμιου εντόμου αλλά μόνο στη μείωση του πληθυσμού του εντόμου κάτω του οικονομικού ορίου (Van Lenteren 1986). Για την επίτευξη του σκοπού αυτού συνήθως απαιτούνται μερικές απελευθερώσεις αφού μια συνήθως δεν επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Ωστόσο θα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι, σε αρκετές περιπτώσεις, η έρευνα σε μεθόδους μαζικής απελευθέρωσης βιολογικών παραγόντων για την αντιμετώπιση των εχθρών μάλλον θα πρέπει να έπεται των δυο άλλων μεθόδων βιολογικής καταπολέμησης δηλαδή της διατήρησης και αύξησης των φυσικών εχθρών με χειρισμούς του περιβάλλοντος και της κλασσικής βιολογικής καταπολέμησης, κυρίως λόγω μείωσης του κόστους.

Η μαζική απελευθέρωση πραγματοποιείται με περιοδικές εξαπολύσεις, μη περιοδικές (συχνές) εξαπολύσεις, συμπληρωματικές εξαπολύσεις και εξαπολύσεις υπερβολικά μεγάλου αριθμού ατόμων.

Οι περιοδικές εξαπολύσεις υπό την ευρεία έννοιά τους μπορεί να υπαχθούν και στους τρεις υπόλοιπους τρόπους εξαπόλυσης. Οι μη συχνές εξαπολύσεις αφορούν εκείνες τις περιπτώσεις όπου η εξαπόλυση συνήθως λαμβάνει χώρα μια φορά το έτος ή την καλλιεργητική περίοδο. Οι συμπληρωματικές εξαπολύσεις διενεργούνται όταν, κατόπιν δειγματοληψίας, διαπιστωθεί ότι ο πληθυσμός του εντόμου εχθρού βρίσκεται στο σημείο εκείνο που τείνει να διαφύγει από τον έλεγχο του φυσικού του εχθρού και να προξενήσει οικονομική ζημιά. Τέλος, οι εξαπολύσεις που αφορούν πολύ μεγάλο αριθμό ατόμων, έχουν σκοπό τη σχεδόν πλήρη καταπολέμηση του εντόμου εχθρού σε μια συγκεκριμένη γενιά ενώ δεν είναι σίγουρη η αντιμετώπισή του κατά την επόμενη(ες). Ο τρόπος αυτός ενεργεί ως ένα κυριολεκτικά «βιολογικό εντομοκτόνο» και είναι μάλλον ο πλέον δαπανηρός μεταξύ των υπολοίπων.

Οι περιοδικές εξαπολύσεις και μάλιστα αυτές που αφορούν μεγάλο αριθμό ατόμων έχουν

τύχει ευρείας εφαρμογής ιδιαίτερα στην αντιμετώπιση εντόμων και άλλων ζωικών εχθρών των υπό κάλυψη καλλιέργειών. Σύμφωνα με τους Van Lenteren and Woets (1988) εφαρμόζονταν με επιτυχία σε περισσότερα από 80.000 στρέμματα, σήμερα όμως η έκταση αυτή, όπως είναι προφανές, έχει αυξηθεί σημαντικά.

Η επιτυχής εφαρμογή της μεθόδου αυτής σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως στο γεγονός ότι τα θερμοκήπια αποτελούν κλειστά ή σχεδόν κλειστά συστήματα στα οποία συνήθως υπάρχει περιορισμένος αριθμός κύριων εχθρών, οι συνθήκες του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου μπορούν να ελεγχθούν και οι καλλιέργειες είναι εντατικές. Επίσης, η καλλιέργεια στο θερμοκήπιο προσφέρει τη δυνατότητα, με κατάλληλες πρακτικές, να μειωθεί σε μεγάλο βαθμό ο πληθυσμός των εντόμων εχθρών πριν την έναρξη της καλλιέργειας ενώ, είναι δυνατόν, μεταβάλλοντας κατάλληλα τις συνθήκες εντός του θερμοκηπίου να επιτευχθεί μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα των φυσικών εχθρών που εξαπολύονται.

Τα πλέον σημαντικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν οι φυσικοί εχθροί, για να είναι κατάλληλοι προς χρησιμοποίηση σε καλλιέργειες υπό κάλυψη ή και άλλες είναι η ευκολία στην εκτροφή και τη μαζική παραγωγή, η προτίμηση για το συγκεκριμένο έντομο εχθρό εάν δεν υπάρχει κάποιο άλλο έντομο μη εχθρός ως εναλλακτικός ξενιστής, το υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό και κατά προτίμηση υψηλότερο από αυτό του εντόμου εχθρού, η αποτελεσματικότητα στην εκάστοτε πληθυσμιακή πυκνότητα του εντόμου εχθρού, η ικανότητα να εντοπίζουν εύκολα τον ξενιστή ή τη λεία τους και, τέλος, η μη προσβολή άλλων ωφέλιμων οργανισμών (Van Lenteren 1986).

Διάφορα είδη αφίδων μπορούν να αναπτύξουν μεγάλους πληθυσμούς στις κηπευτικές καλλιέργειες στη Ελλάδα όπως είναι το *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae* κ.α.

Στα πλαίσια της βιολογικής τους αντιμετώπισης χρησιμοποιούνται Υμενόπτερα παρασιτοειδή που ανήκουν στις οικογένειες των Aphidiidae και Aphelinidae με κυριότερα το *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae* και *Aphelinus abdominalis*. Το *Aphidius colemani* είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον του *Aphis gossypii*.

Τα Aphidiidae και Aphelinidae κατά την αναζήτηση του ξενιστή τους συνήθως προκαλούν διαταραχή στις αποικίες των αφίδων μέρος των οποίων εγκαταλείπουν το φυτό ή πέφτουν από αυτό, με αποτέλεσμα τη μείωση ακόμη περισσότερο των πληθυσμών τους, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό των παρασιτισμένων αφίδων είτε αφήνουν τα φυτά είτε μετακινούνται σε κατώτερα φύλλα από εκείνα που παρασιτίστηκαν (Lykouressis & Mentzos 1995) και το γεγονός αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τον ακριβή υπολογισμό του παρασιτισμού. Ως εκ τούτου ο

ρυθμός αλλά και ο αριθμός των εξαπολυόμενων παρασιτοειδών πρέπει να είναι αυτός που πραγματικά απαιτείται για την αντιμετώπιση του πληθυσμού του επιζήμιου είδους αφίδας.

Η μαζική παραγωγή διαφόρων φυσικών εχθρών (ωφέλιμων εντόμων) γίνεται από ιδιωτικούς ή και κρατικούς φορείς. Έχουν αναπτυχθεί διάφορες εταιρείες στην Ευρώπη οι οποίες παράγουν μαζικά και μπορούν να διαθέτουν στους παραγωγούς ένα σημαντικό αριθμό ειδών-παραγόντων βιολογικής καταπολέμησης που χρησιμοποιούνται κυρίως για αντιμετώπιση εντόμων και άλλων ζωικών εχθρών σε κηπευτικές καλλιέργειες.

Για την επιλογή του πλέον κατάλληλου και αποτελεσματικού βιολογικού παράγοντα, για την αντιμετώπιση κάποιου επιβλαβούς εντόμου ή και άλλου ζωικού είδους, θα πρέπει να λαμβάνεται απαραίτητως η γνώμη των ειδικών οι οποίοι θα αποφανθούν λαμβάνοντας υπόψη τη γνώση που είναι διαθέσιμη σχετικά με τους βιολογικούς αυτούς παράγοντες και τις υπάρχουσες συνθήκες στην εκάστοτε περίπτωση. Μαζική παραγωγή και απελευθέρωση, μέχρι κάποιου βαθμού, βιολογικών παραγόντων (φυσικών εχθρών κ.α.) διενεργείται κυρίως στα πλαίσια είτε της κλασσικής βιολογικής καταπολέμησης είτε της προσπάθειας αύξησης της επίδρασης των φυσικών εχθρών που υπάρχουν σε καλλιέργειες αφού με αυτό τον τρόπο αυξάνεται ο πληθυσμός τους και κατ' επέκταση η επίδρασή τους σε επιβλαβή έντομα.

Η μέθοδος της μαζικής απελευθέρωσης μεγάλου αριθμού ατόμων του φυσικού εχθρού έχει πραγματοποιηθεί και στην περίπτωση αντιμετώπισης εντόμων που προσβάλλουν μεγάλες καλλιέργειες. Υπάρχουν καλά αποτελέσματα σχετικά με τις μαζικές απελευθερώσεις ειδών *Trichogramma*, τα οποία είναι Υμενόπτερα που παρασιτούν αυγά επιβλαβών ειδών Λεπιδοπτέρων, σε καλλιέργειες βάμβακος στις Η.Π.Α. και Ρωσία. Σε αυτή την περίπτωση, όμως, η ανάγκη για εξαπόλυση μεγάλου αριθμού παρασιτοειδών σε διάστημα λίγων ημερών (συνήθως δύο έως τεσσάρων) αυξάνει το κόστος αυτής της μεθόδου.

- **Διατήρηση και αύξηση της δράσης των φυσικών εχθρών με κατάλληλους χειρισμούς στα αγροοικοσυστήματα.**

Εδώ και αρκετά χρόνια υπάρχουν σημαντικές αναφορές διαφόρων φυσικών εχθρών σε διάφορες καλλιέργειες στη χώρα μας, ενώ τελευταία έχουν σημειωθεί αρκετά είδη Υμενόπτερον παρασιτοειδών αφίδων και αρπακτικών Ημίπτερον σε καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά (Kavallieratos & Lykouressis 1999, Barbetaki *et al.*, 1999).

Στην προσπάθεια για μείωση του επιπέδου του πληθυσμού ενός εντόμου-εχθρού, στα πλαίσια της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης, εκτός από την εξαπόλυση φυσικών εχθρών,

διάφορες επίσης τεχνικές ή χειρισμοί είναι δυνατόν να επιδράσουν πολύ θετικά στη διατήρηση αλλά και στην αύξηση των φυσικών εχθρών. Τέτοιες τεχνικές είναι:

1. Η προστασία των φυσικών εχθρών από τα εντομοκτόνα, η οποία έγκειται στην εφαρμογή όσο το δυνατό μικρότερου αριθμού και σε μικρότερη έκταση ψεκασμών με ήπια και εκλεκτικά εντομοκτόνα, καθώς επίσης και η επιλογή του χρόνου εφαρμογής τους σε περιόδους όπου οι πληθυσμοί των φυσικών εχθρών είναι μικροί ή δεν υπάρχουν.
2. Η διατήρηση της ποικιλότητας των φυτών τα οποία μπορεί να αποτελούν πηγές τροφής (κυρίως για τα ενήλικα παρασιτοειδή αλλά και τα αρπακτικά), καταφύγια, θέσεις διαχείμασης των φυσικών εχθρών καθώς και ξενιστές για έντομα που αποτελούν εναλλακτική τροφή των φυσικών εχθρών.
3. Αποφυγή επιβλαβών καλλιεργητικών πρακτικών, όπως άροση, δισκοσβάρνισμα, κοπή, απομάκρυνση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, κάψιμο της καλαμιάς κ.α. τα οποία αν και είναι χρήσιμα, σε γενικές γραμμές, για τη μείωση των πληθυσμών επιβλαβών εντόμων, κάποιες φορές όμως μπορεί να είναι επιζήμια, στους φυσικούς εχθρούς τους.
4. Υιοθέτηση ορισμένων καλλιεργητικών πρακτικών όπως η κοπή της μηδικής κατά λωρίδες έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει κατά πολύ περισσότερο στην επιβίωση των φυσικών εχθρών απ' ότι εάν η κοπή γινόταν σε όλη την έκταση της καλλιέργειας πέραν του ότι τα επιβλαβή Ημίπτερα του γένους *Lygus* δεν μετακινούνται σε γειτονικές καλλιέργειες με βαμβάκι.
5. Επίσης η διατήρηση για κάποιο χρονικό διάστημα των κατώτερων φύλλων των φυτών, στις καλλιέργειες κηπευτικών ή και άλλων, μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση του αριθμού των φυσικών εχθρών και επομένως της δράσης τους αφού στα φύλλα αυτά συνήθως υπάρχουν αρκετά παρασιτισμένα άτομα αλευρώδη ή αφίδων από τα οποία δεν έχουν ακόμη εξέλθει τα ακμαία των παρασιτοειδών τους.

Ακόμη περισσότερο, τεχνικές, οι οποίες ακολουθούνται κυρίως σε συστήματα παραδοσιακής και βιολογικής γεωργίας, όπως μικτή καλλιέργεια, συγκαλλιέργεια ή κάλυψη του εδάφους με κάποιο φυτό, συμβάλλουν γενικά στην καλύτερη αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών καθώς οσον το περιβάλλον γίνεται πιο ελκυστικό για τους φυσικούς εχθρούς κυρίως λόγω της αύξησης της βιοποικιλότητας.

Οι ωφέλιμοι οργανισμοί που αποτελούν το μέσο εφαρμογής της βιολογικής αντιμετώπισης διακρίνονται σε:

- Αρπακτικά
- Παράσιτα
- Παθογόνα

Παρακάτω θα αναλυθούν οι κυριότεροι εκπρόσωποι αρπακτικών και παρασίτων (εντομολογικοί βιολογικοί εχθροί) ενώ θα γίνει και μια σύντομη αναφορά στα παθογόνα ως παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης των αφίδων.

6.1.1.1. Βιολογικοί Εχθροί

6.1.1.1.1. Ορισμοί – Γενικά

Αρπακτικά είναι οργανισμοί που τρέφονται από άλλους οργανισμούς, οι οποίοι είναι μικρότεροι ή ασθενέστεροι απ' αυτούς. Γενικά, μέχρι να συμπληρώσουν την ανάπτυξή τους, καταναλίσκουν περισσότερα από ένα άτομα του θηράματός τους (Weeden *et al.*, 2002).

Τα επιβλαβή έντομα προσβάλλονται από πολλά είδη φυσικών εχθρών. Τα αρπακτικά και τα παράσιτα έχουν πολύ μεγάλη σημασία και είναι ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες περιορισμού των πληθυσμών των εχθρών. Τις προσβολές των περισσότερων εχθρών κατορθώνουν συνήθως και τις διατηρούν κάτω από το οικονομικό επίπεδο. Η διατήρηση και η διαφύλαξη των φυσικών εχθρών από άσκοπους ψεκασμούς με χημικά εντομοκτόνα πρέπει πάντα να επιδιώκεται. Όλα τα επιβλαβή έντομα του βαμβακιού έχουν πολλούς φυσικούς εχθρούς που προσβάλλουν τα αυγά και τις μικρές προνύμφες αυτών.

Τα αρπακτικά είτε κατατρώγουν το επιβλαβές έντομο είτε το απομυζούν. π.χ. *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), *Mantis religiosa* (Mantodea: Mantidae), κ.ά.

Τα αρπακτικά κατά κανόνα έχουν μεγάλο εύρος ξενιστών. Το πλέον πιθανό είναι να επιφέρουν άμεσο αποτέλεσμα επί των φυτοφάγων εντόμων. Από την άλλη μεριά, επειδή κινούνται απομακρυσμένα από το αρχικό σημείο που διατράφηκαν, τα αποτελέσματα της

δράσεως τους συχνά διαφεύγει της προσοχής και δεν λαμβάνονται σοβαρά υπόψη. Επειδή όμως καταστρέφουν μεγάλους αριθμούς των ξενιστών τους, εκ του αποτελέσματος αυτού είναι εμφανής η παρουσία τους.

Τα γενικά χαρακτηριστικά των αρπακτικών εντόμων είναι:

- Σκοτώνουν και καταναλίσκουν περισσότερα από ένα ξενιστή (θήραμα) μέχρι να φθάσουν στην ωριμότητά τους.
- Έχουν σχετικά μεγαλύτερο μέγεθος από το θύμα τους.
- Διατρέφονται από το θύμα και τα ατελή και τα ακμαία τους.
- Τα ατελή τους στάδια είναι δραστήρια, κινούνται.
- Τα αρπακτικά καταναλίσκουν αμέσως το θύμα τους.

Εξαίρεση αποτελούν τα αρπακτικά Υμενόπτερα, που αποθηκεύουν το θύμα τους για διατροφή των ατελών τους σταδίων. Αναφέρονται πάνω από 200.000 είδη Αρθροπόδων ως αρπακτικά επιβλαβών εντόμων, κατανεμημένα σε 200 περίπου Οικογένειες (New, 1991). Τα σπουδαιότερα των αρπακτικών είναι έντομα που ταξινομούνται σε πολλές τάξεις (π.χ. Neuroptera, Coleoptera, Hemiptera, κ.ά.), καθώς και ακάρεα κυρίως της Οικογένειας Phytoseiidae.

Είναι τόσο μεγάλη η βιοποικιλότητα των αγροοικοσυστημάτων, έτσι ώστε σε μία μόνο καλλιέργεια μπορεί να υπάρχουν 300-500 διαφορετικά είδη αρπακτικών (Anonymous, 2000).

1. Τα σημαντικότερα αρπακτικά του *Aphis gossypi*.

Στα Θυσανόπτερα ανήκουν πολλά είδη θριπών που είναι σημαντικά αρπακτικά. Τα σπουδαιότερα είναι είδη του γένους *Aeolothrips* με κυριότερο εκπρόσωπο το *Aeolothrips fasciatus* (Thysanoptera: Aeolothripidae) (Linn.) και *Aeolothrips intermedius*. Συναντώνται σε όλες τις βαμβακοπαραγωγικές περιοχές.

- *Aeolothrips sp* (Thysanoptera: Aeolothripidae)



Εικόνα 3. Ενήλικο του *Aeolothrips sp.*

- *Aeolothrips fasciatus* (Linnaeus) (Thysanoptera: Aeolothripidae)



Εικόνα 4. Ενήλικο του *Aeolothrips fasciatus*

Ο προσδιορισμός αυτού του είδους είναι δύσκολος διότι το *A. fasciatus* αποτελεί ένα είδος σύνθετο, και είναι δύσκολο να διαφοροποιηθεί από το *A. intermedius* (Bagnall). Το σώμα του έχει γενικά ένα σκοτεινό μαύρο-καφέ χρώμα με κόκκινες χρωστικές ουσίες, και είναι συνήθως πάνω από 2 χιλιοστά στο μήκος. Η κεφαλή είναι αδύνατη, με πλάτος μεγαλύτερο σε σχέση με το μήκος της. Το έκτο τμήμα της κεραίας έχει περίπου το ίδιο μήκος με το έβδομο τμήμα, ενώ το όγδοο και το ένατο τμήμα έχουν μικρότερο μήκος. Οι αισθητήρες βρίσκονται στο πέμπτο και έκτο τμήμα αντίστοιχα και είναι μικροί και κυκλικοί. Τέλος το τρίτο τμήμα της κεραίας είναι χλωμό - κίτρινο ή γκριζό με μια καφέ άκρη. Το κάθε ένα από τα μπροστινά φτερά έχει δυο ευδιάκριτες διαγώνιες ζώνες και είναι άσπρο στο βασικό τέταρτο του φτερού.

Τα θηλυκά του συγκεκριμένου είδους έχουν καταγραφεί ευρέως σε όλο τον κόσμο, αλλά τα αρσενικά έχουν μελετηθεί μόνο στη Φινλανδία, τη Δανία, τη Σλοβακία, τις Αζόρες, τη Νέα Ζηλανδία και την Τασμανία. Ορισμένα από τα βιβλία αναφέρονται στο συγκεκριμένο είδος με βάση μόνο τα θηλυκά άτομα ενώ παράλληλα γίνεται ταύτιση με το *A. intermedius*, ένα κοινό είδος στη βόρεια Ευρώπη που το τρίτο τμήμα της κεραίας έχει μικρότερο μήκος.

➤ ***Chrysopa carnea* (Linnaeus) (Neuroptera: Chrysopidae) κν. Χρυσόπας**



Εικόνα 5. Προνύμφη του *Chrysopa carnea*.



Εικόνα 6.Ενήλικο άτομο του *Chrysopa carnea*

Είναι νυκτόβιο έντομο συχνά προελκυτόμενο στο φως. Το ακμαίο (adult) έχει ανοικτό πράσινο χρώμα. Η κεφαλή είναι ευκίνητη με λεπτές, μακριές κεραίες και μεγάλα χρυσόχρωμα σύνθετα μάτια. Οι πτέρυγες είναι διαφανείς με πλούσια νεύρωση μήκους 8-12 mm. Το ακμαίο δεν είναι εντομοφάγο αλλά διατρέφεται από γύρη ανθέων, μελίτωμα αφίδων και νέκταρ. Η προνύμφη (larva) είναι ευκίνητη με 3 ζεύγη ποδών και μασητικά στοματικά μέρη με χαρακτηριστικές δρεπανοειδείς άνω γνάθους. Η γενική της εμφάνιση ομοιάζει με μικροσκοπικό κροκόδειλο. Το μήκος της είναι περίπου 10-12 mm.

Το θηλυκό ωοτοκεί περίπου 300 αυγά σε μία περίοδο 3-4 εβδομάδων, τα οποία εναποθέτει κατά ομάδες στην επιφάνεια των φύλλων. Τα αυγά είναι ωοειδή, στην κορυφή ενός είδος μακρού μίσχου.

Μετά την εκκόλαψη των αυγών οι εξερχόμενες προνύμφες διατρέφονται ως αρπακτικά αφίδων, αλευρωδών, θριπών, μικρών προνυμφών Λεπιδοπτέρων και αυγών εντόμων. Αν δεν υπάρχουν θηράματα, επιδεικνύουν κανιβαλισμό. Ειδικότερα, συλλαμβάνουν το θήραμά τους με τις ισχυρές άνω γνάθους, το παραλύουν και στην συνέχεια διατρέφονται απ' αυτό. Η προνυμφική περίοδος διαρκεί 2-3 εβδομάδες και στη συνέχεια οι προνύμφες νυμφώνονται σε μεταξώδες βομβύκιο. Τα ακμαία εμφανίζονται μετά από πέντε ημέρες. Ακολουθούν πολλές γενεές. Μία γενεά διαρκεί περίπου τρεις εβδομάδες. Στην Ελλάδα

καταγράφηκε εύρος βιολογικού κύκλου 22 ημέρες (Τόλης, 1986). Η διαχείμαση γίνεται ως νύμφη. Κατά τη διάρκεια της ζωής της μία προνύμφη καταναλίσκει γύρω στα 200 θηράματα.

Υπάρχουν εμπορικά σκευάσματα αυγών. Η δόση εφαρμογής εξαρτάται από το φυτό στο οποίο εφαρμόζεται και τις κλιματικές συνθήκες.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ

CHRYSOPA

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

2 χάρτινα δισκία από συμπιεσμένο χαρτόνι σε κουτί.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

1000 προνύμφες δεύτερου σταδίου.

ΣΤΟΧΟΣ

Αφίδες κι άλλα επιβλαβή έντομα, όπως αλευρώδης, θρίπες, αυγά λεπιδοπτέρων, πλανόκοκκος κτλ.

Χρησιμοποιείται πάντα με **APHIPAR, ERVIPAR, APHIDEND** για να συνεχιστεί ο έλεγχος των αφίδων.

ΔΟΣΕΙΣ - ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

| <i>Chrysopa carnea</i> | ΑΝΑΛΟΓΙΑ | ΜΟΝΑΔΑ/m ² | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΔΙΑΣΤΗΜΑ |
|------------------------|-------------------|-----------------------|---|
| ελαφρά προσβολή | 10/m ² | 100 | κάθε εβδομάδα σε καυτά σημεία προσβολής |
| βαριά προσβολή | 20/m ² | 50 | κάθε εβδομάδα σε καυτά σημεία προσβολής |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

-Ανοίξτε το πακέτο προσεκτικά στο θερμοκήπιο.

-Κρεμάστε τα καρτελάκια πάνω από την καλλιέργεια, αφαιρέστε το τούλι και χτυπήστε απαλά.

-Αφήστε τα άδεια δισκία μέσα στην καλλιέργεια. Κάθε προνύμφη που απέμεινε θα βγει για αναζήτηση τροφής.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Δεν απαιτούνται ιδιαίτερες συνθήκες.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Μετά την παραλαβή: το μέγιστο 1-2 ημέρες.

Θερμοκρασία: 10-15°C σε σκοτεινό μέρος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα τέλεια του χρύσωπα που βγαίνουν από τις προνύμφες, γενικά πετάνε μακριά και έτσι δεν συνεισφέρουν στον έλεγχο.

ΕΜΦΑΝΙΣΗ

-Αυγά: πράσινα, πάνω στα τριχίδια της φυτικής επιφάνειας, μεγέθους 1 cm.

-Προνύμφες: μεγέθους 2-10 mm, γκρι καφέ, με έντονα μεγάλες σιαγόνες. Τις συναντούμε στις αποικίες των αφίδων.

-Νύμφες: περιβάλλονται από τριχωτό άσπρο στρόγγυλο κουκούλι.

-Τέλεια: μεγέθους ± 12 mm, λεπτά, πράσινα, με φτερά που έχουν πολύ καλές νευρώσεις.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Οι προνύμφες του χρύσωπα επιτίθενται στην τροφή τους και την απομυζούν.

ΟΡΑΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Τα απομεινάρια από τις νεκρές αφίδες είναι απόλυτα συρρικνωμένα και δύσκολα τα διακρίνουμε στη καλλιέργεια.



Εικόνα 7. Αυγά του *Chrysopa carnea*.



Εικόνα 8. Προνύμφη του *Chrysopa carnea*.

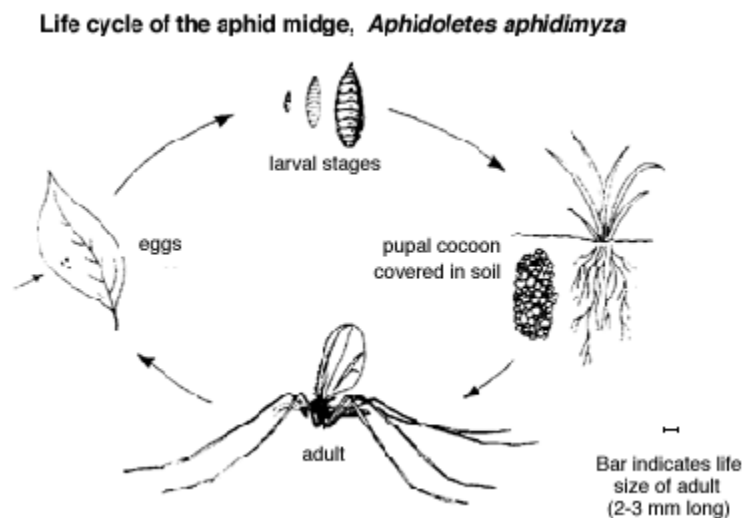
- *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani), (κηκιδόμυγα) (Diptera: Cecidomyiidae)



Εικόνα 9. Προνύμφη του *Aphidoletes aphidimyza* (κηκιδόμυγα).

Οι κηκιδόμυγες είναι δραστήριες τη νύχτα και προσελκύονται από τις αποικίες των αφίδων από τη μυρωδιά του μελιτώματος. Τα αυγά εναποτίθενται στις αποικίες των αφίδων και μοιάζουν σαν κεραμίδια. Οι προνύμφες παραλύουν τις αφίδες και απομυζούν το περιεχόμενο τους.

Το *Aphidoletes aphidimyza* είναι ένα αρπακτικό του οποίου οι προνύμφες είναι αποτελεσματικά αρπακτικά των αφίδων. Αρχικά ένα νέο είδος περιγράφηκε για κάθε διαφορετικό θήραμα που επιτέθηκε, και τουλάχιστον 24 προηγουμένως περιγεγραμμένα είδη έχουν καθοριστεί να είναι *A. aphidimyza*. Αυτή η σκνίπα είναι ένα σημαντικό συστατικό των βιολογικών προγραμμάτων ελέγχου για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.



Εικόνα 10. Βιολογικός κύκλος του *Aphidoletes aphidimyza*.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ

APHIDEND

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Φιάλη των 500 ml.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Μαύρες νύμφες αναμειγμένες με βερμικουλίτη, από τις οποίες θα βγουν 1000 κηκιδόμυγες.

ΣΤΟΧΟΣ

Ένα ευρύ φάσμα από είδη αφίδων.

Το APHIDEND ενδείκνυται όταν έχουμε παρουσία αφίδων σε αποικίες.

ΔΟΣΕΙΣ - ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

| ΑΡΗΘΕΝΣ | ΑΝΑΛΟΓΙΑ | ΜΟΝΑΔΑ/m ² | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΔΙΑΣΤΗΜΑ |
|-----------------|-------------------|-----------------------|--|
| ελαφρά προσβολή | 1/m ² | 1000 | τουλάχιστον 3 εβδομαδιαίες εισαγωγές |
| βαριά προσβολή | 10/m ² | 100 | τουλάχιστον 3 εβδομαδιαίες εισαγωγές, τοποθετείστε μόνο στις προσβεβλημένες περιοχές |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τοποθετείστε τη φιάλη με ανοιχτό το καπάκι κάτω στο έδαφος σε υγρό μέρος και ιδιαίτερα κάτω από τα φυτά που φέρουν αποικίες αφίδων.

Αφήστε το για αρκετές μέρες.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η υψηλή σχετική υγρασία δίνει καλύτερα αποτελέσματα.

Η θερμοκρασία νύχτας πρέπει να είναι πάνω από 16° C για εναποθέτηση των αυγών.

Το μήκος ημέρας πάνω από 11 ώρες.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Μετά την παραλαβή: το μέγιστο 1-2 ημέρες.

Θερμοκρασία αποθήκευσης: 10 -15°C σε σκοτεινό μέρος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Το υλικό πρέπει να εισάγεται κάθε εβδομάδα μέχρι να επιτευχθεί ο έλεγχος.

Όταν το έδαφος σκεπαστεί με πλαστικό, δεν γίνεται ανάπτυξη πληθυσμού.

ΕΜΦΑΝΙΣΗ

-Αυγά: επιμήκη, μεγέθους 0,1 x 0,3 mm, λαμπερά, πορτοκαλί-κόκκινα.

-Προνύμφες: μέγεθος 0,33 mm, πορτοκαλί χρώματος, συναντώνται στις αποικίες των αφίδων.

-Νύμφες: συναντώνται στο έδαφος.

-Τέλεια: μέγεθος 2,5 mm, ευπαθή, με μακριά πόδια.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Οι κηκιδόμυγες είναι δραστήριες τη νύχτα και προσελκύονται από τις αποικίες των αφίδων από τη μυρωδιά του μελιτώματος.

Τα αυγά εναποτίθενται στις αποικίες των αφίδων και μοιάζουν σαν κεραμίδια.

Οι προνύμφες παραλύουν τις αφίδες και απομυζούν το περιεχόμενο τους.

ΟΡΑΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Οι αφίδες που έχουν σκοτωθεί από τις προνύμφες κρέμονται στα φύλλα από τα στομάτια τους. Συχνά συρρικνώνονται και γίνονται καφέ ή μαύρες και αποσυντίθενται.

Πλεονεκτήματα της χρήσης του *Aphidoletes aphidimyza*:

1. Τρέφεται αποκλειστικά από αφίδες και συγχρόνως μπορεί να αναπτυχθεί και σε αφίδες που δεν προσβάλλουν θερμοκηπιακές καλλιέργειες.
2. Όταν υπάρχει μεγάλος πληθυσμός αφίδων θανατώνεται μεγάλος αριθμός τους, όμως αναπτύσσεται και όταν ο πληθυσμός είναι σχετικά μικρός.
3. Οι αφίδες θανατώνονται αμέσως μετά την προσβολή, ακόμη και αν δεν απομυζηθούν τελείως.
4. Οι προνύμφες είναι αρκετά κινητικές, βρίσκουν εύκολα την τροφή τους και οι αφίδες δεν μπορούν να τους διαφύγουν.
5. Είναι εύκολη η μαζική παραγωγή του *Aphidoletes aphidimyza*, οι νύμφες αντέχουν στη μεταφορά και διασπορά και μπορεί να εγκατασταθεί μόνιμα στο θερμοκήπιο.

Μειονεκτήματα - Αντιμετώπισή :

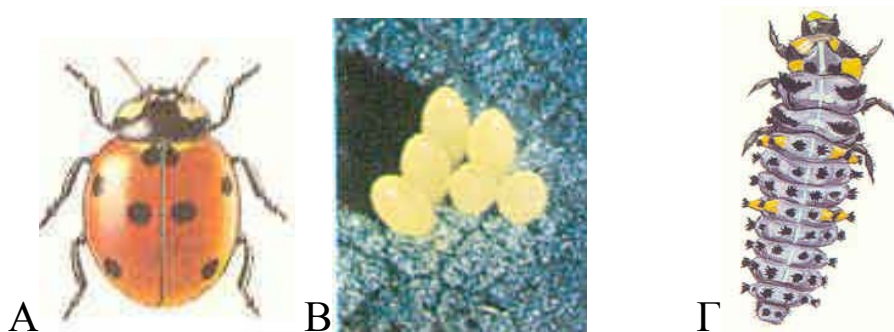
Τα κυριότερα μειονεκτήματα του *Aphidoletes aphidimyza* είναι ότι έχει μικρό αναπαραγωγικό δυναμικό, είναι αμφιγονικό και εισέρχεται σε διάπαυση κάτω από συνθήκες μικρής φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας

➤ *Coccinella septempunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae)



Εικόνα 11. Ενήλικη πασχαλίτσα τρέφεται με αφίδες.

Είναι οι γνωστές πασχαλίτσες ή λαμπρίτσες. Ανήκουν στην οικογένεια Coccinellidae των Κολεοπτέρων. Στην ίδια Οικογένεια υπάγονται πολλά είδη αρπακτικά επιβλαβών εντόμων, όπως είδη των γενών *Adalia*, *Scymnus*, *Exochomus*, κ.ά. Τα ακμαία έχουν σώμα ισχυρά καμπυλωτό μήκους περίπου 4 mm, χρώμα κόκκινο-πορτοκαλί, με επτά μαύρα στίγματα στα έλυτρα. Ο προθώρακας και η κεφαλή είναι μαύρα. Τα στοματικά μόρια είναι μασητικού τύπου. Η προνύμφη έχει μήκος περίπου 9-10 mm, γκρίζο χρώμα με πορτοκαλί, κίτρινα ή άσπρα στίγματα. Είναι ευκίνητη με μασητικού τύπου στοματικά μόρια και αρκετά λαίμαργη. Τα αυγά έχουν κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα, ωοειδές-ατρακτοειδές σχήμα και αποτίθενται κατά ομάδες στα φύλλα. Η νύμφη είναι ημισφαιρική με χρώμα μαύρο και πορτοκαλί. Διαχειμάζουν ως ακμαία σε διάφορα προφυλαγμένα μέρη. Πολλές φορές διαχειμάζουν συναθροισμένα σε ομάδες σε δασώδη προφυλαγμένα μέρη και μεταναστεύουν μόλις αρχίσουν ξανά την δραστηριότητά τους την άνοιξη. Μετά από μια μικρή χρονικά περίοδο προωτοκίας, ζευγαρώνουν και τα θηλυκά αποθέτουν τα αυγά τους στα φύλλα των φυτών όπου οι προνύμφες διατρέφονται με αφίδες και άλλα μικρά έντομα.



Εικόνα 12. *Coccinella sp.* (Coleoptera, Coccinellidae).
A: Ακμαίο. B: Αυγά. Γ: Προνύμφη

Τα αυγά εκκολάπτονται μετά 5-7 ημέρες επώαση. Οι εξερχόμενες προνύμφες κινούνται δραστήρια καταναλίσκοντας με βουλιμία αφίδες, άλλα έντομα με μαλακό σώμα (θρίπες) και τετράνυχους. Με το πέρας της προνυμφικής περιόδου νυμφώνονται και μετά από μία εβδομάδα εξέρχονται τα ακμαία της επόμενης γενεάς. Ακολουθούν πολλές αλληλοκαλυπτόμενες γενιές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου. Η διάρκεια μίας γενεάς το καλοκαίρι διαρκεί ενάμισυ μήνα.

Οι πασχαλίτσες (τα ακμαία και οι προνύμφες) είναι σπουδαία αρπακτικά, αφού καταναλίσκουν (ακμαίο και προνύμφη) περίπου 500 αφίδες σε διάστημα ενός μηνός.

➤ ***Adalia bipunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae)**



Εικόνα 13. Ακμαίο του είδους *Adalia bipunctata*, σκοτεινόχρωμη μορφή (Coleoptera: Coccinellidae).



Εικόνα 14. Ακμαία και προνύμφες του *Adalia bipunctata* τρεφόμενα σε προσβεβλημένη από αφίδες φυλλική επιφάνεια.

Η πιο γνωστή μορφή του *A. bipunctata* είναι η κόκκινη με τα δύο μαύρα σημεία (Εικόνα 14). Εντούτοις, υπάρχει και μια μαύρη μορφή με πορτοκαλί-κόκκινα σημεία (Εικόνα 13). Επιπλέον, υπάρχουν ενδιάμεσες μορφές, αλλά εμφανίζονται μόνο σπάνια στη φύση.

Ο κύκλος ζωής της πασχαλίτσας αρχίζει με την γέννηση των ωών στις φωλιές. Οι προνύμφες εκκολάπτονται από το αυγό με το άνοιγμα μιας τρύπας. Οι προνύμφες είναι πολύ διαφορετικές από τα ενήλικα, έχουν επίμηκες, γκριζο, μαλακό σώμα με έξι πόδια αλλά κανένα φτερό. Είναι κανιβαλικές και περνούν από τέσσερα στάδια. Με την κατανάλωση τροφής αυξάνονται και σε κάποιο βαθμό ρίχνουν το παλαιό δέρμα τους και εμφανίζονται με ένα νέο στο οποίο μπορούν να αυξηθούν περισσότερο. Οι προνύμφες τελευταίου σταδίου έχουν περίπου ίδιο μέγεθος με τα ενήλικα άτομα. Μόλις τραφούν αρκετά, οι προνύμφες συνδέονται με ένα υπόστρωμα και μεταμορφώνονται σε πούπες. Εκεί, το ενήλικο αναπτύσσεται. Τέλος το ενήλικο βγαίνει από την πούπα.

Σε μερικούς πληθυσμούς, η πλειοψηφία των ατόμων είναι θηλυκά. Σε αυτούς τους πληθυσμούς, 80-90% των απογόνων των θηλυκών είναι θηλυκά. Η αιτία αυτής της ανωμαλίας είναι η παρουσία ζωντανών συμβιωτικών βακτηριδίων μέσα στα γαμετικά κύτταρα των θηλυκών γυναικείων κανθάρων. Τα βακτηρίδια είναι πάρα πολύ μεγάλα για να ζήσουν στους αρσενικούς γαμέτες (σπέρμα), έτσι τα βακτηρίδια μπορούν να μεταδοθούν στην επόμενη γενεά μόνο μέσω των θηλυκών γαμετών. Όταν καταλήγει σε ένα αρσενικό, πεθαίνει όταν πεθαίνει το αρσενικό. Επομένως, σκοτώνει τα περισσότερα από τα αρσενικά έμβρυα στα πρόσφατα-τοποθετημένα αυγά. Αυτά τα νεκρά έμβρυα χρησιμεύουν έπειτα ως τροφή για τις αδελφές τους όταν προκύπτουν από τα αυγά τους. Αυτό το γνώρισμα συνδέεται με ποικίλα διαφορετικά βακτηρίδια (*Wolbachia*, *Rickettsia*,

Spiroplasma), που είναι παρόντα μεταξύ 0 και 20% των θηλυκών, ανάλογα με την τοποθεσία.



Εικόνα 15. Ενήλικο άτομο του *Adalia bipunctata*.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ

APHIDALIA

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Φιάλη 250 ml.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

250 αρπακτικές προνύμφες σε μορφή ««ποπ - κορν»».

ΣΤΟΧΟΣ

Πολλά είδη αφίδων σ'όλα τα στάδια.

Η **APHIDALIA** συνιστάται σαν μέσο θεραπείας, όταν οι πληθυσμοί των αφίδων αυξάνονται και οι αφίδες εμφανίζονται σε αποικίες.

Χρησιμοποιείτε πάντα με **APHIPAR, ERVIPAR, APHIDEND** για να συνεχίσετε τον έλεγχο των αφίδων.

ΔΟΣΕΙΣ - ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

| APHIDALIA | ΑΝΑΛΟΓΙΑ | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΔΙΑΣΤΗΜΑ |
|-----------------|-------------------|--|
| Ελαφρά προσβολή | 10/m ² | Μία φορά: τοποθετείστε μόνο σε καυτά σημεία προσβολής. |
| βαριά προσβολή | 50/m ² | Μία φορά: τοποθετείστε μόνο σε καυτά σημεία προσβολής. |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα προσβεβλημένα φύλλα.

Για μεγάλες πλημμυρικές εισαγωγές χρησιμοποιούνται τα κουτάκια **DIBOX**.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Δεν απαιτούνται ιδιαίτερες συνθήκες.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Μετά την παραλαβή το μέγιστο 1-2 ημέρες σε θερμοκρασία 8-10°C σε σκοτεινό μέρος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Οι πασχαλίτσες τρώνε και παρασιτισμένες αφίδες - όταν δεν βρίσκουν ζωντανές αφίδες.

ΕΜΦΑΝΙΣΗ

Αυγά: κίτρινα, σε συστάδες κάτω από τα φύλλα.

Προνύμφες: γκρι προς μαύρη, με μία ή καμία κίτρινη λωρίδα σε κάθε πλευρά του σώματος και μία στην μέση.

Τέλεια: μέγεθος ±8 mm, το χρώμα τους ποικίλει, κόκκινο με δυο μαύρες κουκίδες ή μαύρο με κόκκινες κουκίδες.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Τέλεια και προνύμφες τρώνε αφίδες (όλα τα στάδια) ολοκληρωτικά. Τα αυγά τοποθετούνται στις αποικίες των αφίδων. Μετά την εκκόλαψη οι προνύμφες ψάχνουν για αφίδες.

ΟΡΑΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Τόσο οι αρπακτικές προνύμφες όσο και τα τέλεια εξολοθρεύουν τις αφίδες κι έτσι μόνο με την άμεση μείωση του πληθυσμού γίνετε φανερή η αποτελεσματικότητα.

➤ *Mantis religiosa* (Linnaeus) (Mantodea: Mantidae)



Εικόνα 16. Ενήλικο άτομο *Mantis religiosa*.

Το *Mantis religiosa* είναι ένα αρπακτικό των περισσότερων παρασίτων, των εντόμων των ακάρεων, των αυγών, ή οποιουδήποτε εντόμου. Κάθε θήκη αυγών περιέχει περίπου 200 μωρά. Χρησιμοποιεί 3 θήκες αυγών ανά 450 περίπου τετραγωνικά μέτρα ή 10-100 θήκες το χρόνο ανά στρέμμα. Προσελκύει στους κλαδίσκους, τα φύλλα, τους φράκτες, και άλλη βλάστηση. Οι θήκες αυγών του *M. religiosa* μπορούν επίσης να τοποθετηθούν στις διχάλες ενός θάμνου ή ενός δέντρου. Καλύτερα να μην τοποθετούνται στο έδαφος, καθώς γίνονται εύκολο θήραμα για τα μυρμήγκια. Οι απελευθερώσεις μπορούν να αρχίσουν μετά από τον τελευταίο παγετό και να συνεχιστούν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το *M. religiosa* είναι ένα από τα πιο ενδιαφέροντα, ευχάριστα και ευεργετικά έντομα να υπάρχουν γύρω από τον κήπο και το αγρόκτημα. Είναι το μόνο γνωστό έντομο που μπορεί να γυρίσει το κεφάλι του και να κοιτάξει πέρα από τον ώμο του. Περιμένει υπομονετικά για τη τροφή του και όταν βρίσκεται αρκετά κοντά, σπάζει απότομα το θήραμά του με μια αστραπιαία κίνηση με τα μπροστινά του πόδια. Τα αντανακλαστικά τους όταν αντιδρούν είναι 2 φορές πιο γρήγορα από τις οικιακές μύγες. Το *M. Religiosa* τρέφεται κυρίως με αφίδες, τζιτζίκια, κουνούπια, κάμπιες και άλλα έντομα όταν είναι μικρά. Αξιοσημείωτο είναι ότι τρέφεται και με μεγαλύτερα έντομα, όπως σκαθάρια, ακρίδες, γρύλους, και άλλα έντομα παρασίτων. Εν ανάγκη τρέφεται και με ωμό κρέας. Συνεπώς δε χρειάζεται να απομακρυνθεί ή να διανύσει μεγάλες αποστάσεις για αναζήτηση τροφής.

➤ *Orius sp.* (Hemiptera: Anthocoridae)



Εικόνα 17. Ενήλικο άτομο *Orius laevigatus*.



Εικόνα 18. Ενήλικο άτομο *O. Majusculus*.

Αν και τα έντομα αυτά εμφανίζονται να έχουν προτιμήσεις για συγκεκριμένο θήραμα, είναι αρπακτικά που καταναλώνουν ποικίλα παράσιτα συμπεριλαμβανομένων των ακάρεων, των θριπών, των αφίδων, και των άλλων μικρών καμπιών. Τα ανήλικα άτομα των *Orius laevigatus* (Fieber), *O. majusculus* (Reuter) κατάφεραν να ενηλικιωθούν και να αναπτύξουν πληθυσμούς εκτρεφόμενα σε αγγούρι προσβεβλημένο από *A. gossypii* (Alvarado *et al.*, 1997).

Τα αυγά γεννιούνται πάνω σε φυτικό ιστό (μίσχος, νευρώσεις φύλλων, άνθη) με την κορυφή του αυγού να κολλά στο φύλλο. Τα αυγά εκκολάπτονται σε 4-5 ημέρες και αυξάνονται περνώντας από πέντε στάδια.

Όλα τα στάδια κινούνται γρήγορα και τα ενήλικα είναι κυρίως ιπτάμενα. Κινούνται αποτελεσματικά σε όλο το θερμοκήπιο για να εντοπίσουν τα παράσιτα. Το *Orius sp.* θανατώνει το θήραμά του διατρυπώντας το σώμα του με τα στοματικά του μόρια και απορροφώντας τα υγρά του σώματος του. Ο χρόνος που διαρκεί κάθε γενιά επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και το είδος της τροφής. Σε δροσερές θερμοκρασίες έχει αργή ανάπτυξη, ενώ η παρουσία γύρης φαίνεται να έχει ευνοϊκή επίδραση στην ανάπτυξή του.

Ενδείκνυται απελευθέρωση 100 έως 2.000 ατόμων ανά στρέμμα. Συστήνεται να απελευθερωθούν τουλάχιστον 200 έως 500 άτομα συγχρόνως για μικρότερες εκτάσεις.



Εικόνα 19. Ενήλικο άτομο *Orius sp.* επιτίθεται σε αφίδες.

➤ *Syrphus sp* (Diptera: Syrphidae)



Εικόνα 20. Ενήλικο άτομο *Syrphus sp.*



Εικόνα 21. Ενήλικο άτομο του *Syrphus sp.*

Η οικογένεια Syrphidae ανήκει στα δίπτερα. Στα είδη γεωργικού ενδιαφέροντος, τα ωά γεννιούνται σε φύλλα προσβεβλημένα από αφίδες. Οι προνύμφες ζούνε στα φύλλα φυτών, όπου τρέφονται με αφίδες. Μπορούν να αναγνωριστούν από το συχνά μεγάλο μέγεθός τους (περίπου 1 εκατοστό), το φωτεινό πράσινο χρωματισμό με τις καφέ κηλίδες, και από το γεγονός ότι είναι ακέφαλες και άποδες. Το χειμώνα, η προνύμφη είναι κολλημένη στο φυτό. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία μέσα σε αυτήν την οικογένεια όσον αφορά το χρώμα, το μέγεθος και τη μορφή. Στα περισσότερα είδη που συναντώνται στις καλλιέργειες, τα ενήλικα έχουν το ίδιο μέγεθος με τις οικιακές μύγες. Πρόκειται για λαμπερές μύγες μαύρου και κίτρινου χρώματος, οι οποίες συχνά τριγυρίζουν γύρω από τις καλλιέργειες. Αυτού του είδους η συμπεριφορά έχει δώσει την αφορμή για το κοινό όνομα, «**Hover flies**» ή «**περιπλανώμενες μύγες**». Λόγω του χρωματισμού και της συμπεριφοράς τους, θεωρούνται μιμητές των μελισσών και των σφηκών. Είναι τροφοδότες νέκταρ. Σχετική έρευνα που έγινε στην Ινδία το 1986 αποδεικνύει ότι τα αρπακτικά *Episyrphus balteatus* (DeGeer), *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus), *Sphaerophoria bengalensis* (Ban), *Metasyrphus corallas* (Fabricious), *Ischiodon scutellaris* (Fabricious) και *Paragus tibialis* (Fallen) ελέγχουν αποτελεσματικά πληθυσμούς του *A. gossypii* στο *Fagopyrum sp.*



Εικόνες 22(A και B). Προνύμφες *Syrphus* επιτίθονται σε αφίδες

➤ *Erisyrphus balteatus* (αρπακτικό)



Εικόνα 23.Ενήλικο άτομο του *Erisyrphus balteatus*

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ

SYRPHIDEND

ΠΡΟΙΟΝ

Erisyrphus balteatus (αρπακτικό).

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Φιάλη των 500 ml.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

500 προνύμφες ανεμειγμένες με κέλυφος σπόρων του φυτού *Fagopyrum*.

ΣΤΟΧΟΣ

Πολλά είδη αφίδων σε όλα τα στάδια.

Η εφαρμογή του SYRPHIDEND είναι δυνατή σε φυτά τράπεζες, ERVIBANK και ARHIBANK.

ΔΟΣΕΙΣ - ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

| SYRPHIDEND | ΑΝΑΛΟΓΙΑ | ΜΟΝΑΔΑ/m ² | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΔΙΑΣΤΗΜΑ |
|------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| Τράπεζες φυτών προληπτικά | 50/1000 m ² | 1000 | 8 επαναλήψεις με κενό 1 εβδομάδος |
| Στην καλλιέργεια θεραπευτικά | 50/m ² | 100 | μία φορά μόνο σε προσβεβλημένα φυτά |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε φυτά τράπεζες ERVIBANK ή APHIBANK, ή σε προσβεβλημένα φυτά για άμεσο έλεγχο.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Δεν αναπαράγεται σε θερμοκρασίες μικρότερες από 15°C.

Για εφαρμογή στο θερμοκήπιο, δεν απαιτούνται ιδιαίτερες συνθήκες.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Μετά την παραλαβή: το μέγιστο 1-2 ημέρες .

Θερμοκρασία αποθήκευσης: 8°C - 10°C σε σκοτεινό μέρος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ

* Οι προνύμφες των *Syrphidae* είναι αποτελεσματικές μόνο σε φυτά χωρίς τρίχες, όπως είναι η πιπεριά.

* Οι προνύμφες τρέφονται κυρίως την νύχτα, συνεπώς είναι δύσκολο να ανιχνευτούν στην καλλιέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας.

* Τα τέλεια των *Syrphidae* χρειάζονται γύρη και νέκταρ ως πηγή τροφής για την παραγωγή αυγών.

ΕΜΦΑΝΙΣΗ

-Αυγά: άσπρα, επιμήκη. Ανιχνεύονται με γυμνό μάτι στην κάτω επιφάνεια των φύλλων κοντά στις αποικίες των αφίδων.

-Προνύμφες: διαφανείς, μήκους 10 - 20 mm. Υπάρχουν τρία προνυμφικά στάδια. Οι προνύμφες δεν έχουν πόδια.

-Νύμφες: σχήμα αχλαδιού, καφέ - πορτοκαλί με σκούρες λωρίδες. Εμφανίζονται στα φύλλα.

-Τέλεια: μεγέθους 10 - 20 mm, κοιλιά: έντονο κίτρινο, με εναλλασόμενες στενές και μαύρες λωρίδες.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Οι προνύμφες τρώνε τις αφίδες εξ ολοκλήρου.

Μία προνύμφη καταναλώνει 300-500 αφίδες κατά τη διάρκεια της ζωής της.

Το στάδιο της προνύμφης διαρκεί περίπου 2 εβδομάδες στους 20°C.

ΟΡΑΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Οι αποικίες των αφίδων μειώνονται σημαντικά σε μέγεθος μέσα σε μια εβδομάδα από τη στιγμή που έχει εγκατασταθεί ένας πληθυσμός *Syrphidae*.

2. Παράσιτα

Ορισμοί – Γενικά

Παρόλο που τώρα ίσως θεωρείται ο όρος συνώνυμος του παρασίτου, το παρασιτοειδές είναι στενότερη έννοια. **Παράσιτο** είναι ένας οργανισμός που ζει και διατρέφεται μέσα ή πάνω στο σώμα ενός άλλου οργανισμού.

Παρασιτοειδές είναι παράσιτο έντομο που καταστρέφει τον ξενιστή του (Anonymous, 2000; Weeden *et al.* 2002).

Οι διαφορές παρασίτων και αρπακτικών είναι:

- Τα παράσιτα είναι περισσότερο εξειδικευμένα επί των ξενιστών τους σε σχέση με τα αρπακτικά.
- Είναι επίσης περισσότερο προσαρμοσμένα με τον ξενιστή τους σε δεδομένο περιβάλλον και σε πολλές περιπτώσεις παράσιτο και ξενιστής βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον.
- Το παράσιτο χρειάζεται πολύ λιγότερα άτομα του ξενιστή του για τη συμπλήρωση του βιολογικού του κύκλου απ' ό,τι ένα αρπακτικό.
- Διατρέφεται λιγότερο από ένα αρπακτικό και δεν απαιτείται να αναζητήσει τροφή.
- Τα παράσιτα αποθέτουν συνήθως τα αυγά τους μέσα στο σώμα του ξενιστή τους. Όταν εκκολαφθούν τα ατελή τους στάδια διατρέφονται στο εσωτερικό του ξενιστή όπου μπορεί να συμπληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο.

Τα παράσιτα είναι Ολομετάβολα έντομα. Τα ακμαία διαβιούν ελεύθερα και μόνο μερικά είδη διατρέφονται από τους ξενιστές τους. Μόνο τα θηλυκά άτομα των παρασίτων παίζουν ρόλο στον βιολογικό έλεγχο των ξενιστών τους αφού μόνον αυτά ωοτοκούν σ' αυτούς. Σε μερικά μάλιστα είδη δεν υφίστανται αρσενικά.

Ο αριθμός των παρασιτοειδών αποτελεί περίπου το 25% του συνόλου των ειδών των εντόμων, ενώ τα παράσιτα γενικώς ανέρχονται σε 800.000 είδη.

Τα σπουδαιότερα παρασιτοειδή

Τα περισσότερα παρασιτοειδή ανήκουν στην Τάξη των Υμενοπτέρων, ακολουθούμενα από τα Δίπτερα. Υπάρχουν όμως και είδη που ανήκουν στα Κολεόπτερα, Λεπιδόπτερα και Νευρόπτερα.

Τα είδη του γένους *Aphidius* είναι ομάδα εγγενών παρασιτικών σφηκών, βρίσκονται συχνά να παρασιτούν αφίδες σε θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες.

- Τα ενήλικα είναι μικροσκοπικά, σκούρου χρώματος, με μήκος 2-3 χιλ. το πολύ.

- Οι προνύμφες των παρασίτων του γένους *Aphidius* αναπτύσσονται εξ ολοκλήρου στον εσωτερικό του ξενιστή. Τελικά το έντομο-ξενιστής γίνεται άκαμπτη μούμια όταν οι προνύμφες του παρασίτου περνούν στο στάδιο της χρυσαλλίδας.

Τα είδη του γένους *Aphidius* μπορούν εύκολα να εντοπίσουν τις νέες αποικίες αφίδων ακόμα και όταν οι πληθυσμοί είναι χαμηλοί.

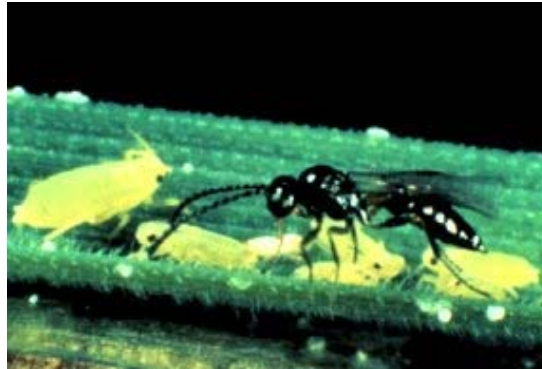
Οι βέλτιστες συνθήκες είναι πρωινές θερμοκρασίες 18-25 °C και σχετική υγρασία 60-80%.

Το γένος *Aphidius* δεν επηρεάζεται από την μικρή διάρκεια μέρας (δεν διαπαύεται το έντομο), έτσι δραστηριοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Το γένος *Aphidius* μόνο δεν ελέγχει αποτελεσματικά μεγάλους πληθυσμούς αφίδων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με είδη του γένους *Aphidoletes* και τις πασχαλίτσες για να γίνει αποτελεσματικός έλεγχος των μεγάλων πληθυσμών των αφίδων.

Η αποτελεσματικότητα μπορεί να μειωθεί ακόμη περισσότερο στα τέλη του καλοκαιριού όταν στα είδη του γένους *Aphidius* επιτίθενται φυσικές παρασιτικές σφήκες (υπερπαρασιτισμός).

➤ *Aphidius colemani* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae) (παρασιτική σφήκα)



Εικόνα 24. Ενήλικο άτομο του *Aphidius colemani* πάνω σε προσβεβλημένη από αφίδες φυτική επιφάνεια.

Το *Aphidius colemani* είναι μια παρασιτική σφήκα που επιτίθεται σε πάνω από 40 είδη αφίδων συμπεριλαμβανομένου και του *Aphis gossypii*.

Το *A. colemani* μπορεί να διατηρήσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα τις αφίδες όταν απελευθερώνονται τακτικά σε χαμηλούς πληθυσμούς, αλλά δεν αποκρίνεται γρήγορα και αποτελεσματικά για «να μεταχειριστεί» ένα ξέσπασμα αφίδων. Είναι επομένως κρίσιμο να γίνει απελευθέρωση του *Aphidius* στο θερμοκήπιο προληπτικά ή μόλις εμφανισθούν τα πρώτα άτομα αφίδων.

Το τέλειο είναι αρκετά μικρό, μεγέθους 2-3 mm. Είναι μαύρο με καφέ και κίτρινους χρωματισμούς. Ζουν μόνο λίγες ημέρες. Το τέλειο θηλυκό πολλαπλασιάζεται με προαιρετική αρρενοτόκο παρθενογένεση, κατά την οποία μη γονιμοποιημένα θηλυκά ωοτοκούν αβγά, από τα οποία θα προέλθουν αρσενικά, ενώ τα γονιμοποιημένα θηλυκά, δίνουν θηλυκά. Κατά μέσο όρο στον πληθυσμό τα θηλυκά βρίσκονται σε αναλογία 3:1 έως 3:2 ως προς τα αρσενικά. Μετά την σύζευξη, το θηλυκό εναποθέτει ένα αβγό με τον ωοθήτη του στο σώμα μιας νεαρής αφίδας, προβάλλοντας ανάμεσα από τα πόδια την κοιλιά της προς τα εμπρός και κάτω από την κεφαλή, χωρίς να δείχνει προτίμηση σε κάποιο συγκεκριμένο στάδιο του βιολογικού κύκλου της αφίδας. Το μέγεθος του αβγού είναι πολύ μικρό. Μέσα στο σώμα της αφίδας, το αβγό διογκώνεται, εκκολάπτεται και εξέρχεται η προνύμφη. Συνολικά διέρχεται τέσσερα προνυμφικά στάδια μέχρι την εμφάνιση του τελείου. Η προνύμφη τρέφεται από την αφίδα οσμωτικά. Στα υπόλοιπα τρία προνυμφικά στάδια, συνεχίζει να αναπτύσσεται τρεφόμενη με τον ίδιο τρόπο, χωρίς να επηρεάζει την ανάπτυξη ή την συμπεριφορά του ξενιστή, ο οποίος όμως απομυζεί μεγαλύτερη ποσότητα φυτικού χυμού.

Όταν το *A. colemani* φτάσει στο τέταρτο προνυμφικό στάδιο η αφίδα είναι ήδη ενήλικη και οι εσωτερικοί της ιστοί έχουν καταναλωθεί. Σ' αυτό το στάδιο κόβει ένα κομμάτι από το κάτω μέρος της επιδερμίδας της αφίδας και συνδέει την επιδερμίδα με το φύλλο του φύτου με μεταξωτή ίνα. Κατόπιν η προνύμφη υφαίνει κουκούλι γύρω της, μέσα στην αφίδα η οποία διογκώνεται, σκληραίνει το εξωτερικό της περίβλημα και πεθαίνει. Σε αυτή την κατάσταση λέμε ότι η αφίδα έχει μουμιοποιηθεί και το χρώμα της είναι κίτρινο προς καφέ. Το τέλειο για να εξέλθει από την μουμιοποιημένη αφίδα, ανοίγει μια στρογγυλή τρύπα στην επάνω πλευρά, περίπου ανάμεσα στα σιφώνια. Ο βιολογικός κύκλος του *A. colemani* διαρκεί 13 ημέρες στους 21 °C και 11 ημέρες στους 27 °C. Ικανοποιητική θερμοκρασία θεωρείται αυτή των 20-30 °C.



Εικόνα 25. Μουμιοποιημένη αφίδα.



Εικόνα 26. Μουμιοποιημένη αφίδα από την οποία βγήκε το τέλειο *Aphidius*.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ

ΑΡΗΡΑΡ

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Φιάλη των 100 ml.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Μούμιες σε πριονίδι, από τις οποίες θα βγουν 250 ή 500 παρασιτικές σφήκες.

ΣΤΟΧΟΣ

Αφίδες και ιδιαίτερα η αφίδα του βαμβακιού, η αφίδα του καπνού, η αφίδα του ροδακίνου. Χρησιμοποιούμε ΑΡΗΡΑΡ όταν αρχίζει η προσβολή από την αφίδα.

ΛΟΣΕΙΣ-ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

| ΑΡΗΡΑΡ | ΑΝΑΛΟΓΙΑ | ΜΟΝΑΔΑ/m ² | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΔΙΑΣΤΗΜΑ |
|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| προληπτικά | 0,15/m ² | 3300 | κάθε εβδομάδα |
| ελαφρά προσβολή | 0,5/m ² | 1000 | τουλάχιστον 3 εβδομαδιαίες εισαγωγές |
| βαριά προσβολή | 1/m ² | 500 | τουλάχιστον 3 εβδομαδιαίες εισαγωγές |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υλικό μοιράζεται στα φύλλα, στα υποστρώματα ή στα κουτάκια εφαρμογής.

Είναι απαραίτητο να παραμένει στα σημεία που τοποθετήθηκε για μερικές μέρες και να είναι προστατευμένο από τα μυρμήγκια.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η αποτελεσματικότητα μειώνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 30° C).

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Μετά την παραλαβή: το μέγιστο 1-2 ημέρες.

Θερμοκρασία αποθήκευσης: 8-10°C σε σκοτεινό μέρος.

ΕΜΦΑΝΙΣΗ

-Τέλεια: μαύρου χρώματος.

-Άλλα στάδια: αναπτύσσονται μέσα στον ξενιστή.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Τα τέλεια άτομα (σφήκες) παρασιτούν τις αφίδες.

ΟΡΑΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Η παρασιτισμένη αφίδα φουσκώνει, σκληραίνει, δερματοποιείται και γίνεται καφέ ή γκρι μούμια. Το τέλειο παράσιτο βγαίνει από μια στρογγυλή τρύπα από το πίσω μέρος της μούμιας. Τις πρώτες μούμιες μπορούμε να τις δούμε στην καλλιέργεια δυο εβδομάδες μετά την πρώτη εισαγωγή.



Εικόνα 27. Ενήλικο *Aphidius colemani* επιτίθεται σε αφίδα.

➤ *Aphidius ervi* (Haliday) (παρασιτική σφήκα) (Hymenoptera: Braconidae)



Εικόνα 28. Ενήλικο *Aphidius ervi*

Το *Aphidius ervi* έχει μήκος 4 - 5 χιλιοστά, είναι λεπτό, και έχει μαύρο χρώμα. Όταν η θηλυκή σφήκα βρει έναν κατάλληλο ξενιστή, κάμπτει την κοιλία της κάτω από τα πόδια της και εγχέει ένα αυγό στην αφίδα. Οι αφίδες μπορούν να συνεχίσουν να τρέφονται και να

αναπαράγονται για αρκετές ημέρες, μέχρι την εκκόλαψη. Όταν πραγματοποιηθεί η εκκόλαψη, οι προνύμφες του *A. ervi* αρχίζουν να τρώνε την αφίδα από το εσωτερικό και η προνύμφη ολοκληρώνει τον κύκλο ζωής της στο σώμα των αφίδων. Ο αποτελεσματικός παρασιτισμός γίνεται εμφανής όταν πρήζεται η αφίδα και αποκτά μια σκληρή, δερματώδη, καφέ χρώματος όψη (μούμια). Το παράσιτο ολοκληρώνει τον κύκλο ζωής του με την ανάδυση του ως ενήλικο από μια στρογγυλή οπή στο οπίσθιο τμήμα της μούμιας. Οι μούμιες φαίνονται σε 14 - 21 ημέρες αφότου γίνει η πρώτη εισαγωγή. Ο χρόνος ανάπτυξης εξαρτάται από τη θερμοκρασία και άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Μια θηλυκή σφήκα γεννά περίπου 350 αυγά κατά τη διάρκεια ζωής της. Τα περισσότερα από αυτά τα αυγά γεννιούνται στις πρώτες πέντε ημέρες μετά από την εισαγωγή.



Εικόνα 29. Ενήλικο *Aphidius ervi*.

ΒΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΚΕΥΑΣΜΑ

ERVIPAR

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Φιάλη των 250 ml.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

250 παρασιτισμένες νύμφες.

ΣΤΟΧΟΣ

Αφίδες και ιδιαίτερα η αφίδα της πατάτας *Macrosiphum euphorbiae* και η αφίδα της

πατάτας των θερμοκηπίων *Aulacorthum solani*.

Χρησιμοποιήστε ERVIPAR ιδιαίτερα όταν αρχίζει η προσβολή από την αφίδα.

ΔΟΣΕΙΣ - ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ

| ERVIPAR | ΑΝΑΛΟΓΙΑ | ΜΟΝΑΔΑ/m ² | ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ & ΔΙΑΣΤΗΜΑ |
|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| προληπτικά | 0,15/m ² | 1650 | κάθε εβδομάδα |
| ελαφρά προσβολή | 0,5/m ² | 500 | τουλάχιστον 3 εβδομαδιαίες εισαγωγές |
| βαριά προσβολή | 1/m ² | 250 | τουλάχιστον 3 εβδομαδιαίες εισαγωγές |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι παρασιτικές σφήκες ελευθερώνονται ανάμεσα στα φύλλα το πρωί ή αργά το απόγευμα. Οι παρασιτισμένες νύμφες τοποθετώνται στα κουτάκια εφαρμογής ή στο υπόστρωμα. Απαραίτητη η προστασία από τα μυρμήγκια.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Δεν είναι δραστήρια σε υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 30° C).

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Μετά την παραλαβή: το μέγιστο 1-2 ημέρες.

Θερμοκρασία αποθήκευσης: 8-10°C σε σκοτεινό μέρος.

ΕΜΦΑΝΙΣΗ

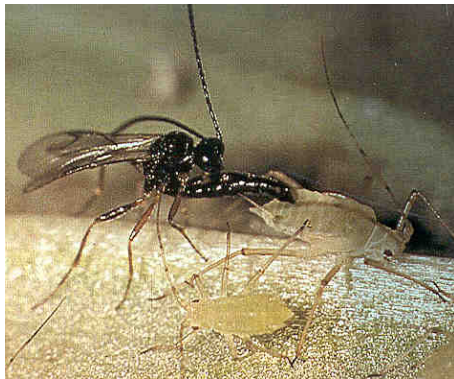
Τέλεια: μαύρου χρώματος.

ΤΡΟΠΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Τα τέλεια άτομα (σφήκες) παρασιτούν τις αφίδες.

ΟΡΑΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

Η παρασιτισμένη αφίδα φουσκώνει, σκληραίνει, δερματοποιείται και γίνεται καφέ ή γκρι μούμια. Το τέλειο παράσιτο βγαίνει από μια στρογγυλή τρύπα από το πίσω μέρος της μούμιας. Τις πρώτες μούμιες μπορούμε να τις δούμε στην καλλιέργεια δυο εβδομάδες μετά την πρώτη εισαγωγή.



Εικόνα 30 και 31. Ενήλικα *Aphidius Ervi* παρασιτούν σε αφίδες

➤ *Aphidius matricariae* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae)



Εικόνα 32. Ενήλικο άτομο *Aphidius matricariae*



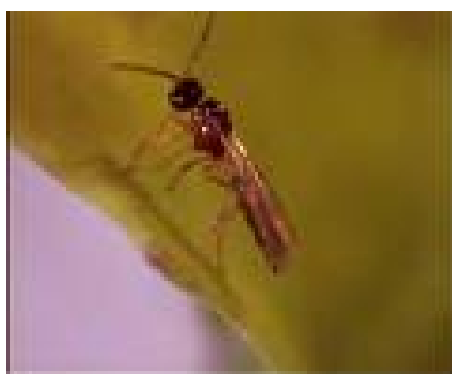
Εικόνα 33. Ενήλικο άτομο *Aphidius matricariae* παρασιτεί σε αφίδα

Το *Aphidius matricariae* είναι μια μικρή παρασιτική σφήκα όπου σαν πρώτο θήραμα έχει την πράσινη αφίδα της ροδακινιάς και συνολικά γύρω στα 40 άλλα σχετικά είδη. Αυτό το είδος χρησιμοποιείται συνήθως σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες λαχανικών και καλλωπιστικών φυτών. Το *A. matricariae* είναι καλός ερευνητής, και μπορεί να εντοπίσει τις νέες αποικίες αφίδων ακόμα και όταν οι πληθυσμοί τους είναι μικροί. Το χρώμα των ενήλικων είναι μαύρο. Τα ενήλικα θηλυκά γεννούν τα αυγά τους μέσα στο αφίδα όπου θα εκκολαφθούν και θα μεταμορφωθούν σε προνύμφες και θα καταναλώσουν την αφίδα. Οι προνύμφες έπειτα γίνονται χρυσαλλίδες μέσα στην νεκρή αφίδα. Κάθε θηλυκό μπορεί να γεννήσει περισσότερα από 100 αυγά, αλλά μπορούν να επιτεθούν σε 200-300 αφίδες κατά τη διαδικασία γέννησης τους.

Οι αφίδες απελευθερώνονται το συντομότερο δυνατόν ανάμεσα στα φυτά το πρωί ή του βράδυ, σε ήπιες/δρoσερές θερμοκρασίες και σε χαμηλά επίπεδα φωτός.

Προτού ανιχνευθούν οι αφίδες γίνεται απελευθέρωση 400 ατόμων ανά στρέμμα. Συνολικά γίνονται δυο απελευθερώσεις με μια εβδομάδα απόσταση η μια από την άλλη. Αφού ανιχνευθούν οι αφίδες γίνεται απελευθέρωση 2000 ατόμων ανά στρέμμα. Συνολικά γίνονται 2-3 απελευθερώσεις, με μια εβδομάδα απόσταση η μια από την άλλη.

Συνιστάται εφαρμογή του παρασίτου πριν οι αποικίες των αφίδων γίνουν μεγάλες. Η εφαρμογή πρέπει να γίνεται προληπτικά και όχι αντιδραστικά.



Εικόνα 34. Ενήλικο άτομο *Aphidius matricariae*.

➤ ***Lysiphlebus testaceipes*** (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiinae)



Εικόνα 35. Ενήλικο *Lysiphlebus testaceipes* παρασιτεί σε αφίδες.

Το *Lysiphlebus testaceipes* είναι μια μικροσκοπική (<3mm) μαύρη σφήκα το οποίο δεν συναντάται συχνά στη φύση. Εντούτοις, οι διακριτικές μούμιες αφίδων που παραμένουν στα φύλλα αφού το παράσιτο έχει σκοτώσει την αφίδα, μπορούν εύκολα να ανιχνευθούν. Η μούμια αποκτά ένα τροποποιημένο σκληρό προστατευτικό κέλυφος μετά από τη θανάτωση της αφίδας και την εσωτερική σίτισή του. Οι παρασιτισμένες αφίδες αποκτούν ένα μπεζ χρώμα, είναι πιο στρογγυλοποιημένες και πρησμένες σε σχέση με τις υγιείς αφίδες.

Το *L. testaceipes* περνάει τη διάρκεια του χειμώνα ως προνύμφη ή χρυσαλλίδα μέσα στην παρασιτισμένη αφίδα. Το θηλυκό εναποθέτει ένα ωό στο εσωτερικό της αφίδας. Δύο μέρες μετά η προνύμφη που δημιουργείται ανοίγει μια οπή και τρέφεται εσωτερικά από την ζωντανή αφίδα. Η προνύμφη ολοκληρώνει τον κύκλο της μέσα σε 6-8 ημέρες, με αποτέλεσμα τον θάνατο της αφίδας. Η κίνηση της προνύμφης μέσα στην παρασιτισμένη αφίδα, δίνει στην αφίδα μια πρησμένη εμφάνιση. Η προνύμφη στη συνέχεια ανοίγει μια τρύπα στο κάτω μέρος του ξενιστή, προσκολλάει την αφίδα στο φύλλο και τέλος η αφίδα παίρνει ένα καφέ χρωματισμό, μουμιοποιημένη, από πράσινη. Κατόπιν η προνύμφη μεταμορφώνεται σε πούπα, και μετά από 4-5 ημέρες ένα ενήλικο προκύπτει από μια οπή που ανοίγει στην κορυφή της αφίδας και βγαίνει.

Το συγκεκριμένο παράσιτο έδειξε να παρασιτεί και να ελέγχει αποτελεσματικά το *A. gossypii* συμβάλλοντας με 2 τρόπους στην καταστολή της αφίδας. Υπάρχει η άμεση θνησιμότητα που προκαλείται από τον παρασιτισμό των αφίδων, και επιπλέον οι παρασιτισμένες αφίδες έχουν ποσοστά μειωμένης αναπαραγωγικότητας. Οι παρασιτισμένες αφίδες σταματάνε την αναπαραγωγική περίοδο μέσα σε 1-5 ημέρες, σε αντίθεση με τις υγιείς που γεννάνε 3-4 έντομα την ημέρα για διάστημα 25-30 ημερών. Κατά συνέπεια η δραστηριότητα του συγκεκριμένου υμενόπτερου μπορεί να μειώσει πολύ το ποσοστό ανάπτυξης και αναπαραγωγής των αφίδων.

Ο υπερπαρασιτισμός μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα του *L. testaceipes* εάν τα παράσιτα έχουν μεγάλο πληθυσμό.

Η παρασιτοειδής δραστηριότητα στις καλλιέργειες μπορεί να ελεγχθεί με την έρευνα για μουμιοποιημένες αφίδες στα φύλλα των καλλιεργειών. Κατά γενικό κανόνα, ο παρασιτισμός των αφίδων εξασθενεί συνήθως γρήγορα, όταν το 20% των αφίδων έχει μουμιοποιηθεί, στο σημείο αυτό η πλειοψηφία των αφίδων είναι παρασιτισμένη απλώς δεν έχουν μουμιοποιηθεί ακόμα. Κανονικά οι μούμιες αρχίζουν και φαίνονται 8-10 ημέρες μετά την εναπόθεση των αυγών στην αφίδα.

Η θερμοκρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του βιολογικού ελέγχου των αφίδων. Οι παρασιτικές σφήκες αναπτύσσονται γρηγορότερα όταν οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 18 °C, ενώ τα ενήλικα δεν είναι ενεργά όταν οι θερμοκρασίες είναι κάτω από 13 °C. Αντίθετα οι αφίδες είναι πιο ανεκτικές και μπορούν να αναπαράγονται ακόμα και όταν η θερμοκρασία πέσει στους 4 °C. Κατά συνέπεια οι σφήκες μπορεί να μην είναι τόσο αποτελεσματικές κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και της άνοιξης που τείνει να δροσίσει ο καιρός.

3. Παθογόνα

3.1. Ορισμοί – Γενικά

Τα παθογόνα είναι μικροοργανισμοί και ιοί που προκαλούν ασθένειες στους ξενιστές τους.

Πολλά είδη ανήκοντα στα βακτήρια, τα πρωτόζωα, τους μύκητες και τους νηματώδεις καθώς και τους ιούς, δρουν ως παθογόνα φυτοφάγων εντόμων. Τα παθογόνα δρουν επί των ξενιστών και προκαλούν χρόνιες ή οξείες ασθένειες που είναι μεταδοτικές από ξενιστή σε ξενιστή.

Προκαλούν έτσι είτε το θάνατο είτε τη δυσλειτουργία των ξενιστών που αδυνατούν έτσι να αναπτυχθούν και να ωριμάσουν, διακοπτόμενου του βιολογικού τους κύκλου.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των παθογόνων είναι:

- Επιφέρουν το θάνατο, μειώνουν την αναπαραγωγή, ελαττώνουν τον ρυθμό ανάπτυξης ή μικραίνουν τον χρόνο ζωής των φυτοφάγων εντόμων.
- Συνήθως είναι εξειδικευμένα σε ένα είδος ξενιστή ή σε συγκεκριμένο στάδιο του βιολογικού του κύκλου.
- Η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος ή την πυκνότητα πληθυσμού του φυτοφάγου εντόμου.
- Ο βαθμός ελέγχου των φυτοφάγων εντόμων από υπάρχοντα στη φύση παθογόνα είναι απρόβλεπτος.
- Έχουν σχετικά αργή δράση στο να παρέχουν επαρκή έλεγχο των φυτοπαθογόνων, που κυμαίνεται από μερικές ημέρες ή περισσότερο.
- Μπορεί να προκαλέσουν επιζωοτίες.

Τα παθογόνα των εντόμων και ακάρεων ανήκουν σε διάφορες ομάδες μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα, νηματώδεις) και στους ιούς. Η χρήση των μικροοργανισμών και ιών για την καταπολέμηση φυτοφάγων εντόμων και ακάρεων συνιστά τη λεγόμενη **μικροβιακή καταπολέμηση**, που βασίζεται στην εφαρμογή σκευασμάτων εντομοπαθογόνων μικροοργανισμών (πρωτοζώων, βακτηρίων, μυκήτων, κ.ά.) και ιών. Αυτά τα σκευάσματα ονομάζονται **μικροβιακά εντομοκτόνα**.

➤ **Εντομοπαθογόνα βακτήρια**

Από τα βακτήρια, πάνω από 90 είδη είναι εντομοπαθογόνα, αλλά μόνον μερικά από αυτά έχουν μελετηθεί και αξιολογηθεί. Κλασικό παράδειγμα εντομοπαθογόνου βακτηρίου είναι το *Bacillus thuringiensis* που έδωσε άριστα αποτελέσματα εναντίον προνυμφών Λεπιδοπτέρων και άλλων εντόμων. Ο βάκιλος αυτός κυκλοφορεί και ως εμπορικό σκεύασμα (**DIPEL, Thuricide**, κ.ά.). Τα υπόλοιπα εντομοπαθογόνα

βακτήρια που έχουν μελετηθεί ως σήμερα προσβάλλουν κυρίως τις pronύμφες Κολεοπτέρων και Διπτέρων.

➤ **Εντομοπαθογόνοι μύκητες**

Τα εντομοπαθογόνα είδη μυκήτων κατατάσσονται στους Ζυγομύκητες και τους Δευτερομύκητες. Υπάρχουν είδη παθογόνα εναντίον αφίδων, αλευρωδών, μυγών, προνυμφών Λεπιδοπτέρων, θριπών και τετρανύχων. Τα ασθενή άτομα δεν τρέφονται πέφτουν σε λήθαργο και θανατώνονται. Τα νεκρά άτομα διογκώνονται και καλύπτονται πολλές φορές από το μυκήλιο του παθογόνου μύκητα. Εντομοπαθογόνοι μύκητες του γένους *Entomophthora* είναι αποτελεσματικοί για διάφορα είδη αφίδων σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, αλλά όχι στο ύπαιθρο στις παραμεσόγειες περιοχές (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

- Ο *Paecilomyces fumosoroseus* (με εμπορικό όνομα **Apopka Strain 97**) χρησιμοποιείται σε καλλωπιστικά εναντίον αφίδων, θριπών, αλευρωδών και τετρανύχων.
- Ο *Verticillium lecanii* χρησιμοποιείται ως μικροβιακό εντομοκτόνο με την εμπορική ονομασία **Mycotal** εναντίον αλευρωδών και αφίδων ιδιαίτερα σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

➤ **Εντομοπαθογόνοι ιοί**

Υπάρχουν ιοί που προκαλούν τις λεγόμενες μολυσματικές πουεδρώσεις σε pronύμφες Λεπιδοπτέρων. Μερικά εμπορικά σκευάσματα στην Αμερική χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες ανθοκομικών σε θερμοκήπια εναντίον προνυμφών Λεπιδοπτέρων.

➤ **Εντομοπαθογόνοι Νηματώδεις**

Οι εντομοπαθογόνοι νηματώδεις κατατάσσονται στις Οικογένειες Steinernematidae και Heterorhabditidae. Τα εντομοπαθογόνα είδη που χρησιμοποιούνται και εμπορικά είναι αποτελεσματικά εναντίον προνυμφών Λεπιδοπτέρων, ατελή στάδια Διπτέρων, pronύμφες Κολεοπτέρων και ειδικότερα της Οικογένειας Scarabaeidae.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alvarado, P., Balta, O. & Alomar, O.** (1997) Efficiency of four Heteroptera as predators of *Aphis gossypii* and *Macrosiphus Euphorbiae* (Hom:Aphididae). *Entomofaga* 42 (1/2), 215-226
- Bernays, R. and Graham, M.** (1988) On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. *Ecology*, **69**, 886-892.
- Blackman, R.L.** (1980) Chromosomes and parthenogenesis in aphids. pp. 133-148. In Blackman, R.L., Hewitt, G.M. & Ashburner, M. (Eds), *Insect Cytogenetics*. Blackwell, Oxford:
- Blackman, R.L. & Spence, J.M.** (1994) The effects of temperature on aphid morphology, using a multivariate approach. *European Journal Entomology*, **91**, 7-22
- Blackman R.L & Eastop V.F.** (2000) Aphids on the World's Crops. An Identification And Formation Guide. Second Edition. John Wiley & Sons, London.
- Blackman R.L & Eastop V.F.** (in press) Taxonomic Issues. In Van Emden, H.F. & Harrington, R. (Eds). *Aphids as Crop Pests*. CAB International, Wallingford, U.K.
- Blair W.F.** (1955) Mating call and stage of speciation in the *Microphyla olivacea-M. carolinensis* complex. *Evolution*, **9**, 469-480.
- Börner C.** (1939) Anfälligkeit, Resistenz und Immunität der Reben gegen Reblaus. Allgemeine Gesichtspunkte zur Frage der Spezialisierung von Parasiten; die harmonische Beschränkung des Lebensraums. *Zeitschrift für Hygiene Zoologie Schädlingsbekämpfung*, **31**, 274-285, 301-308, 325-334.
- Brooks, D.R. & McLennan, D.A.** (1991) *Phylogeny, Ecology and Behaviour*. University of Chicago Press, Chicago.
- Bush, G.L.** (1975) Sympatric speciation in phytophagous parasite insects. pp. 187-206. In Price, P.W. (Eds), *Evolutionary Strategies of Parasitic Insects and Mites*. Plenum, New York.
- Butlin, R.K.** (1990) Divergence in emergence time of host races due to differential gene flow. *Heredity*, **65**, 47-50.
- Campbell, C.A.M., Dawson, G.W., Griffiths, D.C., Pettersson, J., Pickett, J.,**

- Wadhams, L.J. & Woodcock, C.M.** (1990) The sex attractant pheromone of the damson-hop aphid *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Applied Ecology*, **16**, 3455-3465.
- Collins, M.D. & Dixon, A.F.G.** (1986) The effect of egg depletion on the foraging behaviour of an aphid parasitoid. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **102**, 342-352.
- Dixon, A.F.G.** (1973) Metabolic acclimatization to seasonal changes in temperature in sycamore aphid *Drepanosiphum platanoides* (SCHR) and lime aphid *Eucallipterus tiliae*. *L. Oecologia*, **13**, 205-210.
- Dixon, A.F.G.** (1994) Individuals, populations and patterns. pp. 449-476. In Leather, S.R., Watt, A.D., Mills, W.J. & Walters, K.F.A. (Eds), *Individuals, Populations and Patterns in Ecology*. Intercept, Andover.
- Dixon, A.F.G. & Kundu, R.** (1994) Ecology of host alternation in aphids. *European Journal of Entomology*, **91**, 63-70.
- Dixon, A.F.G.** (1998) *Aphid Ecology*. Second Edition, Chapman and Hall, London, U.K.
- Dobzhansky, T.** (1940) Speciation as a stage in evolutionary divergence. *American Naturalist*, **74**, 312-321.
- Dobzhansky, T.** (1951) *Genetics and the Origin of Species*. Third Edition, Columbia University Press, New York.
- Eastop, V.F.** (1973) Deductions from the present day host plants of aphids and related insects. In *Insect/Plant Relationships. Symposium of the Royal Entomological Society*. London. Vol. 6, pp. 157-178.
- Ehrlich, P.R. & Raven, P.H.** (1964) Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution*, **18**, 586-608.
- Field, L.M., A.P., Anderson, I. Denholm, S.P. Foster, Z.K Harling, N. Javed, D. Martinez- Torres, G.D Moores, M.S Williamson, A.L. Devonshire 1997.** Use of biochemical and DNA diagnostics for characterizing multiple mechanisms of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* Sulzer. (*Pesticide Science*), **51**, 97-107, 283-289.
- Futuyma, D.J. & Phillippi, T.E.** (1987) Genetic variation and covariation in responses to host plants by *Alsophila pometaria* (Lepidoptera: Geometridae). *Evolution*, **41**, 269-279.

- Georgiou, G.P. 1983.** Management of resistance in arthropods. pp. 769-792 in Pest Resistance to Pesticides (Eds: G.P. Georgiou and T. Saito), Plenum, New York.
- Georgiou, G.P. 1986.** The magnitude of resistance problem. pp. 14-43 in Pesticide Resistance: Tactics and Strategies for Management, National Academy Press, Washington DC.
- Γραβάνης Θ. Φώτιος.** Η Φυτοπροστασία στη Βιολογική Γεωργία. σελ 47-55.
- Gould, F. (1979)** Rapid host range evolution in a population of the polyphagous mite *Tetranychus urticae*. *Evolution*, **33**, 791-802.
- Guldemand, J.A. (1990a)** *On aphids, their host plants and speciations*. PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands.
- Guldemand, J.A. (1990b)** Choice of host plant as a factor in reproductive isolation of the aphid genus *Cryptomyzus* (Homoptera: Aphididae). *Ecological Entomology*, **15**, 43-51.
- Guldemand, J.A. (1990c)** Evolutionary genetics of the aphid *Cryptomyzus* with a preliminary analysis of the inheritance of host preference, reproductive performance and host alternation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **57**, 65-76.
- Guldemand, J.A., Dixon, A.F.G., Pickett, J.A. Wadhams, L.J., & Woodcock, C.M. (1993)** Specificity of sex pheromones and the role of host plant odour in the olfactory attraction of males and mate recognition in the aphid *Cryptomyzus*. *Physiological Entomology*, **18**, 137-143.
- Guldemand J.A. & Dixon, A.F.G. (1994)** Specificity and daily cycle of release of sex pheromones in aphids: a case of reinforcement? *Biological Journal of the Linnean Society*, **52**, 287-303.
- Hare, J.D. and Kennedy, G.G. (1986)** Genetic variation in plant-insect associations: survival of *Leptinotarsa decemlineata* populations on *Solanum carolinense*. *Evolution*, **40**, 1031-1043.
- Hardie, J. (1991)** Contribution of sex pheromone to mate location and reproductive isolation in aphid species (Homoptera: Aphidinae). *Entomologia Generalis*, **16**, 249-256.
- Hille Ris Lambers, D. (1950)** Host plants and aphid classification. In *Proceedings of the 8th International Congress in Entomology*, 1948, Stockholm. pp. 141-

148.

- Ι.Α.ΤΟΛΗ.** (1998) Καλλιέργεια και φυτοπροστασία του βαμβακιού στην Ελλάδα, σελ.20-25, 43, 81-87, Έκδοση τέταρτη:1998.
- James, A.C., Jakubchak, J., Riley, M.P. & Jaenike, J.** (1988) On the causes of monophagy in *Drosophila quinaria*. *Evolution*, **42**, 626-630.
- Kindlman, P. & Dixon, A.F.G.** (1994) Evolution of host range in aphids. *European Journal of Entomology*, **91**, 91-96.
- Lamarck, J.B.** (1809) *Philosophie Zoologique* (1984 Translation, Trans.). Chicago University Press, Chicago.
- Lawton, J.H.** (1978) Host-plant influences on insect diversity: the effects of time and space. *Symposium of the Royal Entomological Society of London*, **9**, 105-125.
- Lees, A.D.** (1966) The control of polymorphism in aphids. *Advanced Insect Physiology*, **3**, 207-277.
- Λυκουρέσης Δ.Π. και Περδίκης Δ. Χρ.** Γεωπονικά. Βιολογική Καταπολέμηση Εντόμων. σελ. 15-21
- Mackenzie, A.** (1992) The evolutionary significance of host-mediated conditioning. *Antenna*, **16**, 141-150.
- Mackenzie, A. & Guldmond, J.A.** (1994) Sympatric speciation in aphids. II. Host race formation in the face of gene flow. pp. 379-396. *In* Leather, S.R., Watt, A.D., Mills, N.J. & Walters, K.F.A. (Eds). *Individuals, Populations and Patterns in Ecology*. Intercept, Andover.
- Mackenzie, A.** (1996) A trade-off for host plant utilization in the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Evolution*, **50**, 155-162.
- Markkula, M. & Roukka, K.** (1970) Resistance of plants to the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hom.m Aphididae). *Annales Agriculturae Fenniae*, **9**, 127-132.
- Müller, F.P.** (1971) Isolationmechanismen zwischen sympatrischen bionomischen Rassen am Beispiel der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). *Zoologisches Jahrbuch Abteilung Systematik und Oecologische Geographie der Tiere*, **98**, 131-152.
- Nauen, R. and A. Elbert 2003.** European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera, Aphididae) with special reference to imidacloprid. *Bulletin of Entomological Research*. 93: 47-54.

- Petterson, J.** (1971) An aphid sex attractant II. Histological, ethological and comparative studies. *Entomologica Scandinavica*, **2**, 81-93.
- Pickett, J.A., Wadhams, L.J., Woodcock, C.M. & Hardie, J.** (1992) The chemical ecology of aphids. *Annual Review of Entomology*, **37**, 67-90.
- Rausher, M.D.** (1984) Trade-offs in performance on different hosts: evidence from within- and between-site variation in the beetle *Deloyala guttata*. *Evolution*, **38**, 582-595.
- Roush, R.T.** 1989. Designing resistance management strategies: how can you choose? *Pesticide Science* 26: 423-441.
- Ruppel R., C. Tiedgen and M. Dover, 1982.** Use of a standard rating system for monitoring the pest complex of sugar beets in Michigan. Research Report from the Michigan State University, Agricultural Experiment Station East Lansing, no. 429.
- Shaposhnikov, G.K.H.** (1985) The main features of the evolution of aphids. In *Proceedings of the International Aphidological Symposium at Jablonna*, pp. 19-99. Warsaw: Polska Akademia Nauk, Instytut Zoologii.
- Singer, M.C.** (1983) Determinants of multiple host use by a phytophagous insect population. *Evolution*, **37**, 389-403.
- Stam, P.** (1983) The evolution of reproductive isolation in closely adjacent plant populations through different flowering time. *Heredity*, **50**, 105-118.
- Steffan, A.W.** (1983) Zur pheromonalem Kommunikation bei der Geschlechterfindung von Blattläusen (Homoptera: Aphidinea). *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft*, 168.
- Steffan, A.W.** (1987) Fern und Nahorientierung geflügelter Gynoparae und Sexualis Männchen bei Blattläusen (Homoptera: Aphidinea: Aphididae). *Entomologia Generalis*, **12**, 235-258.
- Steffan, A.W.** (1990) Courtship behaviour and possible pheromone spread by hind leg raising in sexual females of aphids (Homoptera: Aphidinae). *Entomologia Generalis*, **15**, 33-49.
- Τζανακάκης Μ.Ε. & Β.Ι. Κατσόγιαννος** (1998). Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Έκδοση: Αγρότυπος.
- Thieme, T. & Dixon, A.F.G.** (1996) Mate recognition in the *Aphis fabae* complex: daily rhythm of release and specificity of sex pheromones. *Entomologia*

Experimentalis et Applicata, **79**, 85-89.

- Thomas, K.H.** (1968) Die Blattläuse aus der engere Verwandtschaft von *Aphis gossypii* Glover und *A. frangulae* Kaltenbach unter besonderer Berücksichtigung ihres Vorkommens an Kartoffel. *Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden*, **35**, 337-389.
- Tomiuk, J.** (1990) Genetic stability in aphid clones and its implication for host-plant interactions. pp. 273-288. In Campbell, R.K. & Eikenbary, R. D. (Eds). *Aphid-Plant Genotype Interactions*. Amsterdam: Elsevier Press.
- Τσιτσιπής, Ι.Α.** (1996) *Εφαρμοσμένη Εντομολογία*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Van Emden, H.F., Eastop, V.F., Hughes, R.D. & Way, M.J.** (1969) the ecology of *Myzus persicae*. *Annual Review of Entomology*, **14**, 197-270.
- Via, S.** (1984) The quantitative genetics of polyphagy in an insect herbivore. II. Genetic correlations in larval performance within and among hosts. *Evolution*, **38**, 896-905.
- Walker, F.** (1850) Description of aphids. *Annals of the Magazine of Natural History*, **2**, 14-28.
- Walsh, B.D.** (1864) On phytophagic varieties and polyphagous species. *Proceedings of the Entomological Society of Philadelphia*, **3**, 403-430.
- Ward, S.A.** (1987) Cyclical parthenogenesis and the evolution of host range in aphids. pp. 39-44. In Holman, J., Pelikan, J, Dixon, A.F.G. & Weisman, L. (Eds), *Population Structure, Genetics and Taxonomy of Aphids and Thysanoptera*. SPB Academic Publishing, The Hague.
- Ward, S.A.** (1991a) Reproduction and host selection by aphids: the importance of 'rendevous' hosts. pp. 202-226. In Bailey, W. & Ridsdill-Smith, J. (Eds), *Reproductive Behaviour in Insects*. Chapman & Hall, London.
- Ward, S.A.** (1991b) Theoretical perspectives on sympatric speciation in aphids (Homoptera: Aphidinea: Aphididae). *Entomologia Generalis*, **16**, 177-192.
- Weber, G.** (1985a) On the ecological genetics of *Sitobion avenae* (F.) (Hemiptera, Aphididae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **100**, 100-110.
- Weber, G.** (1985b) On the ecological genetics of *Metopolophium dirhodum* (Walker) (Hemiptera, Aphididae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, **100**, 451-458.
- Weber, G.** (1985c) Genetic variability in host plant adaptation of the green peach aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **38**, 49-56.

