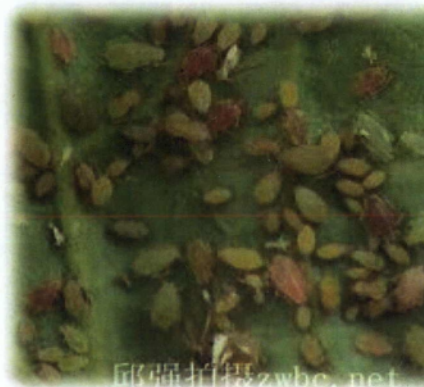




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής

Τσαβλής Παναγιώτης

Η αντιμετώπιση της αφίδας *Myzus persicae* σε
καλλιέργειες ροδακινιάς και καπνού.



Η αντιμετώπιση της αφίδας *Myzus persicae* σε καλλιέργειες ροδακινιάς και καπνού.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γ. Ι. Σταθάς: Επιβλέπων, Αναπληρωτής Καθηγητής Α.ΤΕΙ Καλαμάτας

Ε. Κάρτσωνας: Καθηγητής Εφαρμογών Τμήματος Φ.Π Α.ΤΕΙ Καλαμάτας

Π. Ι. Σκούρας: Επιστημονικός Συνεργάτης – Επίκουρος Καθηγητής Α.ΤΕΙ Καλαμάτας

Περίληψη

Η αφίδα *Myzus persicae* είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος, εξαιρετικά πολυφάγο. Έχει μεγάλη ικανότητα μετάδοσης φυτικών ιών και αρκετούς γενετικούς παράγοντες που σχετίζονται με το χρώμα, το βιολογικό της κύκλο, τη σχέση φυτού ξενιστή και τις μεθόδους ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα. Προσβάλλει κατά προτίμηση τις κορυφές τρυφερών βλαστών και τρυφερά φύλλα, που συστρέφονται από την προσβολή. Επίσης, τα μελιτώδη απεκκρίματα του ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς. Εκτός από την αξιόλογη άμεση ζημιά που προκαλεί στα φυτά, θεωρείται ο πιο σοβαρός φορέας ιών, αφού μπορεί να μεταδώσει αποτελεσματικά περισσότερους από 100 ιούς φυτών. Η αντιμετώπιση της αφίδας *Myzus persicae* και γενικά των επιζήμιων εντόμων, μπορεί να γίνει με χημική, βιολογική ή ολοκληρωμένη καταπολέμηση.

Περιεχόμενα	σελίδα
Ευχαριστίες	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	7
1.1 Η καλλιέργεια της ροδακινιάς	7
1.2 Η καλλιέργεια της ροδακινιάς στην Ελλάδα – Οικονομική σημασία	8
1.3 Καρποφόρα όργανα-υποκείμενα	8
1.4 Συστηματική κατάταξη-γενικά χαρακτηριστικά	9
1.5 Ποικιλίες ροδακινιάς	9
1.6 Εχθροί και ασθένειες της ροδακινιάς	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	12
2.1 Η καλλιέργεια του καπνού	12
2.2 Χαρακτηριστικά του καπνού	13
2.3 Τύποι καπνού	14
2.4 Σπορά- Καλλιέργεια- Λίπανση Καπνού	14
2.5 Μορφολογία και ταξινόμηση	15
2.6 Εχθροί και ασθένειες.	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	21
3.1 Αφίδες	21
3.2 Βιολογικός κύκλος των αφίδων	24
3.3 Ζημιές	30
3.4 Καταπολέμηση	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	32
4.1 Η αφίδα <i>Myzus persicae</i>	32
Μορφολογία	33
Βιολογία	34
Ζημιές	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	39
5.1.1 Ολοκληρωμένη διαχείριση εχθρών	39

5.1.2 Ανθεκτικότητα	40
5.1.3 Ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα	40
5.1.4 Παρουσία ανθεκτικών εντόμων στις καλλιέργειες	41
5.1.5 Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα	41
5.1.6 Πως αναπτύσσεται η ανθεκτικότητα	42
5.1.7 Γιατί υπάρχει ανησυχία ως προς τον έλεγχο της ανθεκτικότητας;	42
5.1.8 Προβλήματα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα στην Ελλάδα	43
5.1.9 <i>Myzus persicae</i> s.str	44
5.2.1 <i>Myzus persicae nicotianae</i>	45
5.2.2 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας	45
5.2.3 Αυξημένη αποικοδόμιση εντομοκτόνων	46
5.2.4 Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	48
6.1 Αντιμετώπιση της αφίδας <i>Myzus persicae</i> σε καλλιέργεια καπνού και ροδακινιάς.	48
6.2 Χημική καταπολέμηση	48
6.3 Χημική καταπολέμηση <i>Myzus persicae</i>	49
6.4 Βιολογική καταπολέμηση	49
6.5 Βιολογική καταπολέμηση <i>Myzus persicae</i>	51
6.6 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση	52
6.7 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση του <i>Myzus persicae</i>	54
Βιβλιογραφία	56

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Επιστημονικό Συνεργάτη – Επίκουρο Καθηγητή Παναγιώτη Σκούρα για τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε στα πλαίσια της εργασίας αλλά κυρίως για την δυνατότητα που μου πρόσφερε να γνωρίσω την επιστήμη της Εντομολογίας σε προπτυχιακό στάδιο των σπουδών μου και να μου δώσει τα κίνητρα για να συνεχίσω.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή Εντομολογίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας Δρ. Γεώργιο Σταθά για την πολύτιμη βοήθεια και τις γνώσεις, που μου πρόσφερε στην πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας..

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον Καθηγητή Επαμεινώντα Κάρτσωνα του Α.Τ.Ε.Ι Καλαμάτας για την πολύτιμη βοήθεια, τις συζητήσεις και την καθοδήγηση που μου πρόσφερε σε όλη τη διάρκεια της παραμονή μου στο Α.Τ.Ε.Ι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Γενική εισαγωγή

1.1 Η καλλιέργεια της ροδακινιάς

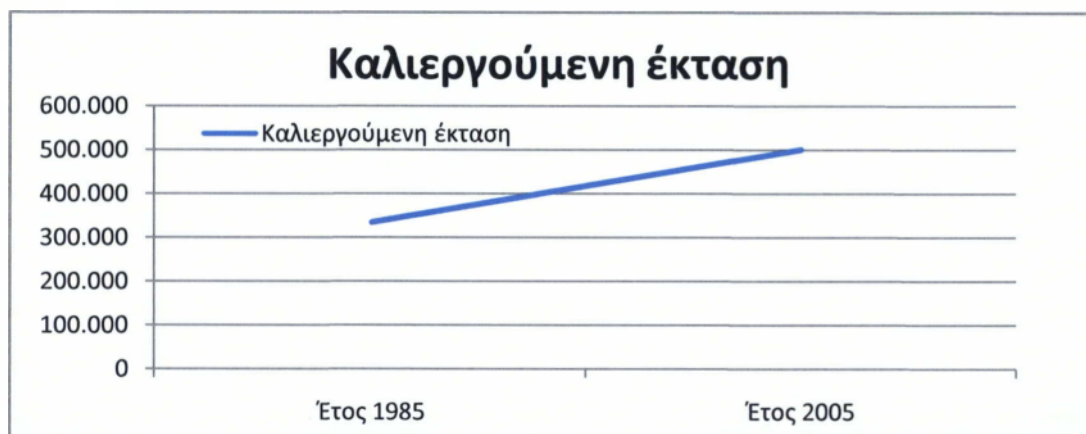
Η ροδακινιά *Prunus persicae* (Rosaceae) θεωρείται ότι είναι ένα δένδρο που οι αναφορές τοποθετούν την καταγωγή του στην Κίνα και συγκεκριμένα στην περιοχή Χιαν (Στυλιανίδης 2007). Στη χώρα μας θεωρείται ότι εισήχθη από το Μ.Αλέξανδρο το 322 π.χ και έπειτα ξεκίνησε και η διάδοση της στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Η ονομασία *persica* δόθηκε πρώτη φορά από τον Miller το 1768 (Στυλιανίδης 2007). Αρχικά οι ποικιλίες που προέρχονταν από την Κίνα ταξινομηθήκαν σε δυο ομάδες. Στη βόρεια ομάδα και στη νότια ομάδα. Όσες ποικιλίες ανήκαν στη βόρεια ομάδα, παρουσίαζαν γενικά μια ανθεκτικότητα στην ξηρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ οι καρποί τους ήταν χαμηλότερης ποιότητας. Αντίθετα οι ποικιλίες της νότιας ομάδας, προσαρμόστηκαν καλύτερα σε θερμές και υγρές κλιματικές συνθήκες, ενώ και οι καρποί τους ήταν εξαιρετης ποιότητας. Τα χαρακτηριστικά των καρπών αυτών των ποικιλιών είναι το βαθύ κίτρινο χρώμα και η ιδιαίτερα συνεκτική τους σάρκα. Την ανάπτυξη του την ευνοούν οι ήπιοι χειμώνες, η χαμηλή βροχόπτωση καθώς και γενικά οι δροσερές θερμοκρασίες και η μεγάλη ένταση φωτός.

Οι σύγχρονες ποικιλίες ροδακινιάς, τόσο οι επιτραπέζιες όσο και οι βιομηχανικές, αποτελούν μετεξελίξεις δυο κυρίως ποικιλιών. Της λευκόσαρκης *Belle of Georgia* και της κίτρινοσαρκης *Elberta*, η όποια εξαπλώθηκε παγκοσμίως και χρησιμοποιήθηκε τόσο ως επιτραπέζια όσο και ως βιομηχανική. Σύμφωνα με τη στατιστική υπηρεσία του FAO, το 2004 η Κίνα ήταν η χώρα με την μεγαλύτερη παραγωγή ροδάκινων και νεκταρινιών, με περίπου 6 εκατ. τόνους. Ακολουθούν με μεγάλη διαφορά η Ιταλία με 1,8 εκατ. τόνους, οι ΗΠΑ με 1,1 εκατ. τόνους, η Ισπανία με 0,8 εκατ. τόνους και η Ελλάδα με 0,7 εκατ. τόνους.

1.2 Η καλλιέργεια της ροδακινιάς στην Ελλάδα – Οικονομική σημασία

Η καλλιεργούμενη έκταση ροδακινιών και νεκταρινιών στη χώρα μας, από 334.000 στρέμματα το 1985 έφτασε τα 500.000 στρέμματα το 2005. Σε αυτή την εικοσαετία, η παραγόμενη ποσότητα έφτασε από τους 547.607 τόνους το 1985 στους 817.341 τόνους το 2005. Η απόδοση σε τόνους/στρέμμα είναι περίπου όλα αυτά τα χρόνια 1.64.

Πίνακας 1



1.3 Καρποφόρα όργανα-υποκείμενα

Η ροδακινιά είναι δένδρο που σχηματίζει τους περισσότερους ανθοφόρους οφθαλμούς κυρίως σε μεικτούς βλαστούς, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις σε λεπτοκλάδια και ανθοδέσμες. Η εικόνα ενός μεικτού βλαστού είναι συνήθως η εξής. Στη βάση του υπάρχουν κάποιοι βλαστοφόροι οφθαλμοί ενώ στο υπόλοιπο κομμάτι φύονται ανάμικτα βλαστοφόροι και ανθοφόροι οφθαλμοί 1-3 σε κάθε γόνατο (Σφακιωτάκης 1993).

Τα παραπάνω όργανα καρποφορούν μόνο ένα έτος. Αφού απομακρυνθούν οι καρποί η καρποφορία θα συνεχιστεί σε νέα βλάστηση. Επόμενος, για να διατηρείται η παραγωγή, θα πρέπει ο παραγωγός να ανανεώσει τη βλάστηση κάθε χρόνο κλαδεύοντας το δέντρο. Με αυτό τον τρόπο θα σχηματιστούν οι νέοι βλαστοί, οι όποιοι με τη σειρά τους θα δώσουν την καρποφορία. (Σφακιωτάκης 1993).

1.4 Συστηματική κατάταξη-γενικά χαρακτηριστικά

Το επιστημονικό όνομα της ροδακινιάς είναι *Prunus persicae*. Ανήκει στα πυρηνόκαρπα (τάξη Rosaceae, Οικογένεια Rosaceae υποοικογένεια Prunoidea, $2x=16$ χρωμοσώματα). Το γένος *Prunus* περιλαμβάνει είδη με μεγάλη οικονομική σημασία όπως είναι η ροδακινιά, η νεκταρινία η δαμασκηλιά (*Prunus domestica*), η βερικοκιά (*Prunus ameniaca*), η κεράσια (*Prunus avium*) και η αμυγδαλιά (*Prunus amygdalus*).

Τα είδη του γένους αυτού, είναι μάλλον μικρόσωμα και σχετικά βραχύβια δέντρα. Καρποφορούν σε οφθαλμούς που δίνουν ένα ή περισσότερα άνθη χωρίς φύλλα. Ο καρπός είναι δρύπη με σκληρό ενδοσπέρμιο τον πυρήνα, που περιέχει το σπέρμα. Ορισμένα είδη του γένους *Prunus* διασταυρώνονται μεταξύ τους και δίνουν υβρίδια ή εμβολιάζονται μεταξύ τους και χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα.

Τα είδη του γένους *Prunus* κατατάσσονται σε τρία υπογένη: *Amygdalus*, *Prunophora* και *Cerasus* (Σφακιωτάκης).

1.5 Ποικιλίες ροδακινιάς

Τα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη για την περιγραφή των ποικιλιών ροδακινιάς είναι τα εξής: ο χρόνος ωρίμανσης των καρπών, το χρώμα της σάρκας του καρπού, ο αποχωρισμός του πυρήνα από την σάρκα (εκπύρηνα ή συμπύρηνα), η ύπαρξη ή όχι χνουδιού (κοινά ροδάκινα ή νεκταρινία), η ύπαρξη ή συνεκτικότητα της σάρκας κατά την ωρίμανση, η ευπάθεια στις ασθένειες και οι απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για την διακοπή του λήθαργου των οφθαλμών τους. Οι τρεις βασικές κατηγορίες ροδάκινων είναι οι εξής:



Εικόνα 1.Κατηγορίες ροδάκινων. Αριστερά νεκταρίνι, Δεξιά ροδάκινο

- i. Επιτραπέζια ροδάκινα
- ii. Νεκταρίνια ή μηλοροδάκινα
- iii. Συμπύρηνια ή κονσερβοποιήσιμα ροδάκινα (Βασιλακάκης και Θεριός 1998)

1.6 Εχθροί και ασθένειες της ροδακινιάς

Η καλλιέργεια της ροδακινιάς προσβάλλεται από διάφορους εχθρούς και ασθένειες, σημαντικότερες εκ των οποίων είναι οι εξής:

Ασθένειες

Από τις μυκητολογικές ασθένειες σημαντικότερες είναι ο **εξώασκος της ροδακινιάς** [παθογόνο αίτιο: διάφορα είδη ασκομυκήτων (*Taphrinales*, *taphrinaceae*) του γένους *Taphrinia* (συν. *Ectoascus*). Οι εξώασκοι χαρακτηρίζονται από τις υπερπλασίες που εμφανίζουν τα νεαρά φύλλα και αλλά υπέργεια μέρη του φυτού. Στη ροδακινιά, τα συμπτώματα των φύλλων είναι εμφανή την άνοιξη, συνήθως ένα μήνα μετά την άνθιση. Τα φύλλα εμφανίζουν υπερπλασίες και κατσάρωμα, λόγο διόγκωσης των παρεγχυματικών κυττάρων. Το χρώμα τους μπορεί να γίνει από πορφυρό έως ελαφρώς κίτρινο. Στο τέλος τα φύλλα καφετιάζουν, ξεραίνονται και πέφτουν. Το **κορύνεο** [παθογόνο αίτιο: ομύκητας (Αδηλομύκητας, *Hyphomycetes*) *Wilsonomyces carpophilus*, συν. *Stamina carpophila*, *Coryneum beijerinckii*

και *Clasterosporium carporhium*. Ασθένεια διαδεδομένη σε όλη την Ελλάδα. Προσβάλλει όλα τα πυρηνόκαρπα, ιδιαίτερα τη ροδακινιά, βερικοκιά, αμυγδαλιά, κερασιά, βυσσινιά και δαμασκηνιά. Προσβάλλει τα φύλλα, βλαστούς, οφθαλμούς, άνθη και τους καρπούς. Στα φύλλα σχηματίζονται, κοκκινωπές κηλίδες, οι οποίες στη συνέχεια παρουσιάζουν ένα καστανό δαχτυλίδι. Πάνω στις κηλίδες εμφανίζονται μαύρα στίγματα, οι καρποφορίες του μύκητα. Τελικά μετά την νέκρωση σχηματίζονται τρύπες σαν από σκάγια. Στους καρπούς σχηματίζονται οι τυπικές κοκκινωπές κηλίδες, οι οποίες αργότερα σκουραίνουν, αποφελλώνονται, σκάζουν και εκκρίνεται κόμμι. Στους βλαστούς σχηματίζονται αρχικά κοκκινωπές κηλίδες, οι οποίες εξελίσσονται σε νεκρώσεις των ιστών και το χειμώνα γίνονται έλκη, που βγάζουν κόμμι, και το τμήμα του βλαστού ξεραίνεται. **Το ωίδιο** [παθογόνο αίτιο: ο μύκητας *Sphaerotheca pannosa* (Ασκομύκητες, *Erysiphales*) με ατελή (αγενή) μορφή το *Oidium leucocoonium*]. Η ασθένεια προσβάλλει κυρίως τη ροδακινιά την αμυγδαλιά και τη βερικοκιά. Προκαλεί καχεκτική ανάπτυξη των δέντρων, μείωση της παραγωγής και ποιοτική υποβάθμιση των καρπών. Προσβάλλονται τα φύλλα, οι τρυφεροί βλαστοί, οι οφθαλμοί τα άνθη και οι καρποί. Τα φύλλα κυρίως της κορυφής αναδιπλώνονται, κατσαρώνουν και τελικά δεν αναπτύσσονται καλά και πέφτουν. Οι προσβεβλημένοι οφθαλμοί δεν εκπτύσσονται ή αν εκπτυχθούν παράγουν καχεκτική βλάστηση. Στους καρπούς, οι οποίοι προσβάλλονται νωρίς, σχηματίζονται λευκές, μάλλον κυκλικές κηλίδες, οι οποίες προεξέχουν, χάνουν το χνούδι τους, νεκρώνονται και πέφτουν. Και διαφορές ανδρομυκώσεις που οφείλονται σε μύκητες κυρίως του γένους *Verticillium* όσον αφορά τα πυρηνόκαρπα (Παναγόπουλος 1997). Από τις προκαρυωτικές ασθένειες, σημαντικότερη είναι το βακτηριακό έλκος των πυρηνόκαρπων (παθογόνο αίτιο: *Pseudomonas syringae* pv *morsprunorum*) (Παναγόπουλος 1997), ενώ από ιολογικές ασθένειες η Ευλογία της δαμασκηνιάς (*Plumrox* ή *sharka virus della vaiolatura del susimo*, R/1:3.5/6.2_+0.4 :E/E:S/ Ap). Πρόκειται για μια σοβαρή ιολογική ασθένεια που μαστίζει τα πυρηνόκαρπα. Η Σάρκα (*sharka* ή *Plum Rox Virus*) οφείλει το όνομα της από τα χαρακτηριστικά συμπτώματα που δημιουργεί στους καρπούς. Προσβάλλει κυρίως την βερικοκιά, ροδακινιά και τη δαμασκηνιά. Προκαλεί σημαντικές οικονομικές ζημιές αφού μειώνει την ποιότητα των καρπών σε σημείο που δεν μπορούν να πουληθούν.

Παράλληλα μειώνει την απόδοση των δέντρων καθώς και την παραγωγική ζωή τους. (Κατής 1999).

Εχθροί

Σημαντικότεροι εχθροί της ροδακινιάς είναι η αλευρώδης αφίδα των πυρηνόκαρπων [*Hyalopterus pruni* (Geoffroy), *Homoptera:Aphididae*], η πράσινη αφίδα της ροδακινιάς [*Muzus persicae* (Sulzer), *Homoptera:Aphididae*], ο καπνώδης των πυρηνόκαρπων [*Capnodis tenebrionis* (L), *Coleoptera: Buprestidae*], η ανάρσια (ή βλαστορύκτης της ροδακινιάς) και η μύγα της Μεσογείου [*Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Diptera:Tephritidae*] (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998, Τσιτσιπής 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Η καλλιέργεια του καπνού

Ο καπνός κατάγεται από την Αμερική και ειδικότερα από περιοχές νοτιότερα από το Μέξικο. Αρχαιολογικές έρευνες διαπίστωσαν ότι εκεί η χρήση του ήταν γνωστή 500 χρόνια πριν από την ανακάλυψη της Αμερικής.

Η είδηση περί καπνού και χρησιμοποίησής του έφτασε στην Ευρώπη από τον Κολόμβο, όταν οι άνθρωποι της συνοδείας του είχαν για πρώτη φορά την παράξενη εμπειρία να παρακολουθήσουν έκπληκτοι την τελετουργία του καπνίσματος μεταξύ των ιθαγενών στους νέους τόπους, που ανακάλυπταν και εξερευνούσαν. Οι ινδιάνοι χρησιμοποιούσαν τον καπνό, τον κάπνιζαν ή το μασούσαν και πίστευαν ότι έχει σπουδαίες φαρμακευτικές ιδιότητες.

Αργότερα η χρήση του καπνού στην Ευρώπη ξεκινά σαν ένα δώρο προς μια βασίλισσα(από τον Γάλλο διπλωμάτη Nicot προς την Αικατερίνη των Μεδίκων)δώρο ασυνήθιστο, ένα χόρτο να κατευνάσει τους πονοκέφαλους της. Ένα χόρτο με διαφορετικές ιδιότητες και τολμηρές επεμβάσεις στην ανθρώπινη ζωή. Αυτό το χόρτο έγινε βασιλικό δώρο από τους ισπανούς στον Κάρολο.

Από εκεί με τους πορτογάλους και του ισπανούς θαλασσοπόρους έφτασε σε ολόκληρο τον κόσμο. Στην Ελλάδα ο καπνός έφτασε στις αρχές του 17^{ου} αιώνα και καλλιεργήθηκε πρώτα στην Ξάνθη και αργότερα στην Μακεδονία. Έκτοτε σταδιακά οι χώρες ή μια μετά την άλλη επιδόθηκαν στην εκμετάλλευση του καπνού με εργοστάσια, ταμεία, γραφεία, εμπορία, εξαγωγές, εισαγωγές, κλπ.

2.2 Χαρακτηριστικά του καπνού

Ο καπνός είναι φυτό ετήσιο, ποώδες και φτάνει, ως το ύψος των 3 μέτρων. Ο βλαστός του φτάνει το ύψος των 2 μέτρων, είναι τριχοειδής με μικρές ίνες που εκκρίνουν ένα ιξώδες υγρό. Ο καρπός είναι κάψα και περιέχει μερικές χιλιάδες σπόρια. Τα άνθη είναι σωληνόμορφα λευκού, ροζ ή κόκκινου χρώματος και σχηματίζουν ταξιανθίες στη κορυφή του βλαστού. Τα φύλλα του εναλλάσσονται και είναι είτε με μίσχους είτε χωρίς, φτάνοντας στο μήκος τα 80 εκατοστά, χνουδωτά και γλοιώδη.



Εικόνα.2 Άνθος καπνού

Η μεγάλη σημασία του καπνού εστιάζεται στα φύλλα του τα όποια περιέχουν κυρίως δυο ιδιάζουσες ουσίες πάρα πολύ δραστικές, την νικοτίνη και την νικοτιανίνη. Η ναρκωτική επίδραση των φύλλων του καπνού οφείλεται στην νικοτίνη ή οποία είναι ένα αλκαλοειδές υγρό. Άχρωμο και δηλητηριώδες σε τέτοιο βαθμό ώστε να θανατώσει ένα σκύλο μετρίου μεγέθους. Γι'αυτό άλλωστε χρησιμοποιείται κατά διαφόρων ζωικών και φυτικών ασθενειών. Στην κτηνιατρική χρησιμοποιείται σαν ισχυρό φάρμακο κατά των παρασίτων του

δέρματος (φύλλων, κοριών, τσιμπουριών) και μάλιστα αναμειγμένη με νερό. Το απόβρεγμα του καπνού χρησιμοποιείται ως εντομοκτόνος ουσία, το δε αφέψημα των καπνόφυλλων καταπολεμά την μελίγκρα. Η μελίγκρα ακόμη καταπολεμάται με καθαρή διάλυση νικοτίνης. Την ναρκωτική αυτή επίδραση των φύλλων του καπνού δέχεται ο καπνιστής. Αφού τα φύλλα ξεραθούν και επεξεργαστούν κατάλληλα.

2.3 Τύποι καπνού

Ο κοινός καπνός είναι το είδος ταμπάκο, μονοετές, ιθαγενές φυτό της νότιου Αμερικής. Άλλο είδος το ρούστικα γνωστό και ως τουμπέκι, καλλιεργείται δε σε μικρή κλίμακα. Είναι εθιστικό και χαρακτηρίζεται σαν ναρκωτικό. Η ποσότητα της νικοτίνης στο φυτό εξαρτάται από το είδος, την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες. Στα καπνά των πούρων επειδή επεξεργάζονται ειδικά με διαφορές ζυμώσεις χάνεται αρκετή ποσότητα νικοτίνης.

Ο προσδιορισμός της ποιότητας του καπνού έχει να κάνει με το πάχος και το μήκος του φύλου, την ελαστικότητα, το χρωματισμό, την ύψη και διάφορα χημικά χαρακτηριστικά. Επίσης ένας τύπος καπνού θεωρείται καλός όταν έχει προτίμηση από αρεστούς καπνιστές και είναι αρωματικός, πολύ ή λιγότερο, δυνατός η ελαφρύς με γλυκιά η λιγότερο γλυκιά γεύση.

2.4 Σπορά- Καλλιέργεια- Λίπανση Καπνού

Ο πολλαπλασιασμός του καπνού γίνεται με σπορά σε ειδικά καπνοσπορεία. Ο σπόρος του καπνού είναι πολύ μικρός και για να φυτρώσει απαιτούνται ειδικές και καλές συνθήκες. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι περίπου 10.000 σπόρια ζυγίζουν 1 γραμμάριο. Τα μικρά φυτά μεταφυτεύονται αργότερα στη οριστική τους θέση στο χωράφι. Ο σπόρος που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι καθαρός και ώριμος με πολύ καλή βλαστική ικανότητα. Οι σπόροι πρέπει να έχουν ομοιόμορφη κατανομή και το έδαφος πρέπει να είναι απολυμασμένο έτσι ώστε να εκλείψουν τα διάφορα ζιζάνια και έντομα που

μπορεί να βλάψουν σοβαρά την παραγωγή. Τα καπνοσπορεία θέλουν τακτικό πότισμα και όταν τα φυτάρια είναι έτοιμα για μεταφύτευση το πότισμα διακόπτεται για λίγες μέρες έτσι ώστε τα φυτά να σκληραγωγηθούν. Πριν τα καπνά να μεταφυτευτούν, το χωράφι πρέπει να οργωθεί καλά και να προετοιμαστεί κατάλληλα. Η φύτευση των καπνών στον αγρό γίνεται σε γραμμές και η απόσταση των φυτών μεταξύ τους ποικίλει ανάλογα με τον τύπο και την γονιμότητα του εδάφους.



Εικόνα 3. Άνθος Καπνού

Η χρήση λιπασμάτων θέλει προσοχή και πρέπει να γίνεται μόνο όταν το έδαφος είναι φτωχό σε θρεπτικά στοιχεία. Οι διάφοροι τύποι καπνού έχουν και διαφορετικές απαιτήσεις λίπανσης. Τα καπνά που δεν χρειάζονται πολύ πότισμα είναι καλύτερης ποιότητας.

2.5 Μορφολογία και ταξινόμηση

Ι. Γενική ταξινόμηση

Ο καλλιεργούμενος καπνός ανήκει στο γένος *Nicotiana* της οικογένειας *Solanaceae* της τάξεως *Tubiflorae*. Η οικογένεια *Solanaceae* περιλαμβάνει

περί τα 70 γένη και 1700 είδη. Πολλά από τα γένη και είδη αυτά καλλιεργούνται για τη διατροφή του ανθρώπου, όπως πατάτα, τομάτα, πιπεριά, κ. άλλα για τις τοξικές ουσίες που περιέχουν, όπως ο καπνός ή ως καλλωπιστικά φυτά (πετούνια, κ.ά.).

Το γένος *Nicotiana* περιλαμβάνει ετήσια και πολυετή είδη με ποικιλομορφία χαρακτήρων. Τα γνωστά είδη είναι 66, από τα οποία 36 κατάγονται από τη Νότιο Αμερική, 20 από την Αυστραλία, 9 από τη Βόρειο Αμερική και 1 από την Αφρική. Το γένος *Nicotiana* χωρίζεται σε τρία υπογένη.

1. *Tabacum*: άνθη σε αποχρώσεις του κόκκινου
2. *Rustica*: άνθη κίτρινα ή πρασινωπά, κάψα δίχωρη
3. *Petunoides*: άνθη λευκά, ιόχροα ή ερυθρά, κάψα δίχωρη, τετράχωρη ή πολύχωρη

Ο αριθμός χρωμοσωμάτων του γένους *Nicotiana* είναι συνήθως 12 ή 24 ζεύγη, υπάρχουν όμως και είδη με διαφορετικό αριθμό ζευγών από 9-24 (Σφήκας 1988).

Από τα 66 είδη του γένους *Nicotiana* το κατ' εξοχήν καλλιεργούμενο είδος είναι το *N. Tabacum* L ($2n=4x=48$), δηλαδή ο καπνός που ανήκει στο υπογένος *Tabacum*, ομάδα *Geniinae*. Σε μικρή έκταση καλλιεργείται το *N. Rustica* L ($2n=48$) (Ρωσία, Πολωνία, Ινδία, κ.ά.) και ελάχιστα το *N. Paniculata* L. ($2n=24$) (N. Αμερική).

Το *N. tabacum* προήλθε με αμφιπλοειδία από απλοειδή είδη, κατάπασα πιθανότητα από το *N. sylvestris* (υπογένος *Petunoides*, ομάδα *Alatae*) και ίσως από το *N. Tomentosiformis* (υπογένος *Tabacum*, ομάδα *Tomentosae*). Το *N. Tabacum* παρουσιάζει μίγμα χαρακτήρων των ομάδων στις οποίες ανήκουν τα δύο αυτά είδη (Σφήκας 1988).

II. Μορφολογία του *N. Tabacum* L.

Το είδος *N. tabacum*L. είναι φυτό ποώδες ή ημιξυλώδες, ετήσιο, σπανίως διετές ή τριετές και παρουσιάζει μεγάλη πολυμορφία κυρίως ως προς τα φύλλα και το στέλεχος

Ρίζα. Έχει πασσαλώδη ρίζα, αλλά κατά τη μεταφύτευση κόβεται και το φυτό αποκτά στον αγρό πλούσιο ριζικό σύστημα που εξασφαλίζει στο φυτό τη θρέψη και ικανοποιητική βιοσύνθεση νικοτίνης η οποία μεταφέρεται στα φύλλα.

Βλαστός. Ο βλαστός είναι παχύς, ευθυτενής και έχει συνήθως ύψος 1-2 m, υπάρχουν όμως και νάνοι όπως και γιγαντόσωμοι τύποι.

Φύλλα. Αποτελούν το κύριο προϊόν του καπνού. Ο αριθμός των φύλλων είναι γενετικό χαρακτηριστικό και κυμαίνεται από 20-30, ενώ στους γιγαντόσωμους τύπους υπερβαίνει τα 100. Οι ελληνικές αρωματικές ποικιλίες έχουν περισσότερα από 30 φύλλα. Τα φύλλα είναι απλά αλλά το σχήμα τους διαφέρει αναλόγως της ποικιλίας και είναι λογχοειδές, ωοειδές, ελλειπτικό ή ενδιάμεσο. Συνήθως τα φύλλα μικραίνουν προς την κορυφή. Η γωνία εκφύσεως είναι συνήθως οξεία, ενώ τα φύλλα της βάσεως είναι οριζόντια. Τα φύλλα είναι άμισχα στις περισσότερες ποικιλίες.

Ταξιανθία. Η ταξιανθία είναι φοβοειδής κόρυμβος με πολλούς κλάδους μικρότερους της ράχης. Ο κάλυκας έχει σχήμα κυλίνδρου ή κώδωνα, μήκος 12-25 και άνισα τριγωνικά δόντια. Η στεφάνη μοιάζει με χοάνη ή σωλήνα, είναι χνουδωτή με μακρύ σωλήνα λευκής απόχρωσης, που διαπλατύνεται από τη μέση και επάνω για να καταλήξει σε βραχύ έλασμα με πέντε τριγωνικούς οξείς λοβούς χρώματος κόκκινου ή ροζ.

Καρπός. Είναι κυλινδρική ή κωνική κάψα με διάφορο μέγεθος. Ο σπόρος είναι πολύ μικρός (1 γραμμάριο έχει περισσότερους από 12 χιλ. σπόρους), ωοειδής, χρώματος φαιού έως μαύρου.

III. Ταξινόμηση του *N. Tabacum* L.

Το *N. Tabacum* L έχει πλούσιο γενετικό υλικό που μεταβάλλεται συνεχώς και από το οποίο με διάφορες μεθόδους βελτίωσης προέκυψαν διάφοροι τύποι. Στη χώρα μας το 1960 ο Αργυρούδης, Διευθυντής του Καπνολογικού Ινστιτούτου, έδωσε τη βοτανική (τύποι έμμισχοι και άμισχοι) και εμπορική

(εξαγωγή και εσωτερικής κατανάλωσης) ταξινόμηση. Το 1971 ο Σφήκας, επίσης Διευθυντής του Καπνολογικού Ινστιτούτου, βελτίωσε την παραπάνω ταξινόμηση κατατάσσοντας τα ελληνικά καπνά με βάση τη βιομηχανική τους χρήση σε τρεις βασικές κατηγορίες.

1. **Αρωματικά καπνά.** Δίνουν στα τσιγάρα το άρωμα και συμβάλλουν στην καλύτερη γεύση (Μπασμάς Ξάνθης, Μπασμάς Μακεδονίας και Ζίχνα)
2. **Ουδέτερα ή γεμίσματος.** Προστίθενται στο μίγμα σε διάφορες αναλογίες, ώστε να μετριάσουν, χωρίς να αλλοιώσουν, το χαρακτήρα του βασικού καπνού (Καμπά Κουλάκ, Μυρωδάτα, Ζιχνομυρωδάτα)
3. **Βασικές ή γεύσεως.** Αποτελούν τη βάση του μίγματος στο οποίο προσδίδουν τη γεύση ή επηρεάζουν το χαρακτήρα (Κατερίνης, Τσαμπέλια, Μαύρα).

Με την ένταξη της χώρας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα οι διάφορες και πολυάριθμες ελληνικές ποικιλίες συγχωνεύτηκαν σε οκτώ ομάδες ποικιλιών καπνού ανατολικού τύπου με τους κωδικούς κοινοτικούς αριθμούς 17-24, ενώ οι ποικιλίες Burley και Virginia κωδικοποιήθηκαν με τους αριθμούς 25 και 26 αντιστοίχως.

2.6 Εχθροί και ασθένειες.

Τα καπνόφυτα προσβάλλονται στον αγρό από:

1. **Ασθένειες.** Ορισμένες ασθένειες που προσβάλλουν τόσο το καπνοσπορείο όσο και τα ανεπτυγμένα φυτά είναι στον αγρό είναι ο περονόσπορος, *Plasmopara viticola* *peronosporaceae*. Προσβάλλει όλα τα τρυφερά, πράσινα τμήματα του φυτού (βλαστούς, φύλλα). Στα φύλλα εμφανίζονται ανοιχτοπράσινες κηλίδες, οι λεγόμενες <κηλίδες λαδιού>, που αργότερα νεκρώνονται, τα φύλλα σκίζονται και σε έντονη προσβολή πέφτουν. Σε συνθήκες υψηλής υγρασίας, στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, παρατηρείται λευκό χνούδι (εξάνθιση από καρποφορίες του μύκητα). Η κηλιδωτή νέκρωση του καπνού, Broad Bean Wilt Fabavirus,

BBWV. Προσβάλλει τα φύλλα και τους καρπούς. Στα φύλλα προκαλείται σκουροπράσινο μωσαϊκό και στους νεαρούς καρπούς τα συμπτώματα είναι κίτρινα στίγματα, ακανόνιστα σχήματα και χλωρωτικοί ομόκεντροι δακτύλιοι. Τα μολυσμένα από BBWV φυτά δεν παρουσιάζουν σημαντική μείωση ανάπτυξης και τα συμπτώματα στα φύλλα είναι λιγότερο σημαντικά στις θερμές περιοχές. Και το βακτήριο του καπνού. Επιπλέον τα καπνόφυτα στον αγρό μπορεί να εκδηλώσουν τις παρακάτω ασθένειες (Σφήκας 1988, Χρυσόχου και Βεζιρτζόγλου 1996).

- **Φυτόφθορα του καπνού (*Phytophthora, Pythiaceae*).** Προκαλείται από το μύκητα εδάφους *Phytophthora parasitica* var. *Nicotianae*. Είναι ασθένεια των ριζών και του λαιμού όπου δημιουργείται στένωση στη βάση, υποκίτρινη στην αρχή και αργότερα μαύρη. Τα φύλλα νεκρώνονται και παραμένουν στο στέλεχος. Ο μύκητας εισέρχεται στη ρίζα από τα νύγματα των νηματωδών σκουληκιών.
- **Μωσαϊκή του καπνού (*Tobacco Mosaic virus*).** Οφείλεται στον ιό *Tobacco mosaic virus*. Όταν ο ιός μολύνει αρκετά, προκαλούνται απώλειες, υποβάθμιση ποιότητας και μείωση της παράγωγης. Μεταδίδεται πολύ εύκολα και προσβάλλει κυρίως τα φύλλα όπου εμφανίζονται ακανόνιστες, διάσπαρτες κηλίδες με χρώμα βαθύ πράσινο έως χλωρωτικό κίτρινο, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας. Η μετάδοση του γίνεται α) με επαφή μεταξύ φυτών β) με επαφή φυτών με αντικείμενα ή ανθρώπους (χέρια, ρούχα κλπ.) γ) με επαφή φυτών με εργαλεία δ) και με επαφή φυτών και χώματος με μολυσμένο φυτικό υλικό.
- **Ωίδιο του καπνού (στάχτη ή μπάστρα).** Προκαλείται από το μύκητα *Erisiphe cichoracearum*, ο οποίος προσβάλλει τα φύλλα (πρώτα τα κατώτερα) όπου εμφανίζονται μικρές λευκές κηλίδες που στη συνέχεια επεκτείνονται, ενώ η μολυσμένη επιφάνεια καλύπτεται με λευκό χνούδι και τελικώς ξηραίνεται. Ευνοείται από υπερβολική υγρασία, σκίαση και σχετικώς χαμηλή θερμοκρασία.
- **Μαύρη σήψη ριζών (θιελάβια).** Προκαλείται από το μύκητα εδάφους *Thielaviopsis basicola*, ο οποίος σε περίπτωση έντονης προσβολής

καταστρέφει τελείως το ριζικό σύστημα, με αποτέλεσμα να προκαλείται χλώρωση και νέκρωση του υπέργειου τμήματος.

II. Εντομολογικοί Εχθροί. Εκτός από τα συνήθη έντομα εδάφους: σιδηροσκόληκες, αγρότιδες, κ.ά. τα καπνόφυτα στον αγρό προσβάλλονται και από τα παρακάτω έντομα:

- **Θρίπας του καπνού, *Thrips tabaci* (Lindeman) (Thysanoptera, Thripidae).** Προσβάλλει και απομυζά τα φύλλα του καπνού κυρίως κατά μήκος των νευρώσεων και τα παραμορφώνει.
- **Αφίδες, *M.persicae*.** Απομυζούν τα φύλλα. Αναλυτικότερα θα αναφερθούμε σε άλλο κεφάλαιο.
- **Φθοριμαία *Phthorimaea heliopa* (Lower) (Lepidoptera, Gelechiidae)** Οι προνύμφες τρώνε το σπογγώδη ιστό των φύλλων στον οποίο εμφανίζονται διαφανείς στοές.
- **Ηλιότιδα, *Helicoverpa armigera* (Huebner) (Lepidoptera, Noctuidae)** Οι προνύμφες τρώνε τα επάνω φύλλα σχηματίζοντας κύκλους και αργότερα προσβάλλουν τους σπόρους που είναι η κύρια τροφή τους.
- **Αλευρώδης του καπνού *Bemisiatabaci* (Gennadius) (Hemiptera, Aleyrodidae)**

III. Άλλα φυτοπαρασιτα.

- **Οροβάγχη *Orobanche spp* (λύκος ή μπλε λουλούδι).** Είναι φανερόγαμο παράσιτο πολλών φυτικών ειδών (σολανώδη, ψυχανθή, κ.ά.). Έχει πολυάριθμους σπόρους που μεταφέρονται με το νερό, τον αέρα και την κοπριά και διατηρούν την βλαστικότητα τους στο έδαφος για περισσότερο από δέκα χρόνια, γι' αυτό και δεν αντιμετωπίζεται με αμειψισπορά. Οι σπόροι φυτρώνουν μόνο όταν έρχονται σε επαφή με τη ρίζα του ξενιστή και τα φυτάρια προσκολλώνται στις ρίζες και αναπτύσσονται μέχρι 30-40 cm ύψος απομυζώντας χυμούς από τις ρίζες.
- **Ψευδοροβάγχη.** Εκδηλώνεται με ανώμαλες άσπρες εκβλαστήσεις (όγκους) στη ρίζα, οι οποίες συνήθως παραμένουν μέσα στο έδαφος και είναι χλωρωτικές, ενώ όταν βγουν στην επιφάνεια του

εδάφους πρασινίζουν. Το υπέργειο τμήμα παρουσιάζει καθυστερημένη ανάπτυξη, χλώρωση και μάρανση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Αφίδες

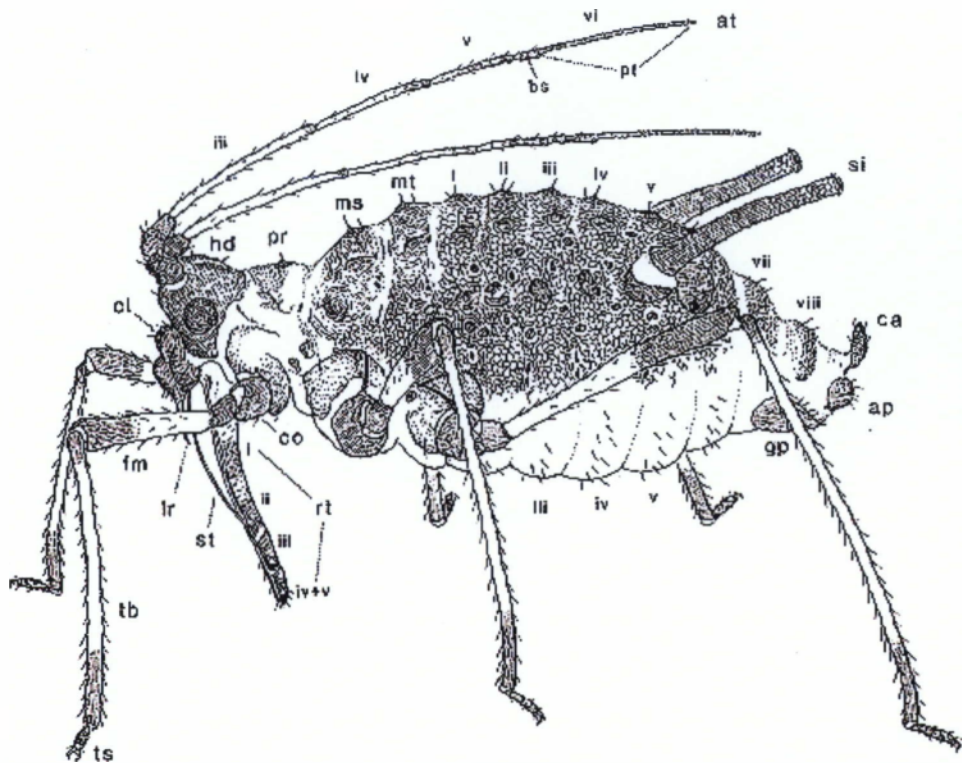
Οι αφίδες είναι μικρά έντομα που απομυζούν του χυμούς των φυτών. Η παρθενογενετική αναπαραγωγή σε συνδυασμό με το μικρό χρόνο κάθε γενιάς επιτρέπουν στις αφίδες να αυξάνουν το πληθυσμό τους ιδιαίτερα γρήγορα. Έχουν βρεθεί περίπου 4700 ειδή στην οικογένεια *Aphididae* σε όλο τον κόσμο (*Remaudiere and Remaudiere 1997*). Από αυτά, περίπου 450 ειδή έχουν καταγράψει σε καλλιεργούμενα φυτά (*Blackman & Eastop 2000*), αλλά από αυτά, μόνο τα 100 περίπου ειδή είναι οικονομικής σημασίας. Τα οικονομικώς σημαντικά ειδή ανήκουν κυρίως στην υποοικογένεια *Aphidinae*, όχι μόνο επειδή είναι η μεγαλύτερη υποοικογένεια, αλλά και γιατί περιέχει σε μεγάλη αναλογία αφίδες που τρέφονται σε ποώδη φυτά (*Blackman & Eastop 2006*). Μερικές άλλες, μεγάλες σχετικά υποοικογένειες αφίδων (π.χ *Calaphidinae* και *Lachninae*) σχετίζονται σχεδόν αποκλειστικά με τα δέντρα.

Οι αφίδες είναι έντομα μικρού μεγέθους με μαλακό σώμα, με γενικό σχήμα ωοειδές και μήκος μεταξύ 1-10 mm. Τα κυριότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις αφίδες από τα άλλα έντομα είναι: α) η βάση του ρύγχους που βρίσκεται μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους ποδιών, β) η κεραία αποτελείται από δυο βασικά τμήματα (σκάπος και ποδίσκος) και σχετικά λεπτό μαστίγιο, που συνήθως έχει τέσσερα άρθρα. Το τελευταίο άρθρο της κεραίας αποτελείται από το βασικό τμήμα, και την τελική απόληξη, γ) κάτω από κάθε σύνθετο οφθαλμό υπάρχει ένας οπτικός λοβός με τρία οματίδια (τριοματίδιο), δ) ο ταρσός αποτελείται από δυο άρθρα, ε) οι πτέρυγες έχουν μόνο ένα επίμηκες νεύρο, ζ) στη ραχιαία πλευρά του πέμπτου κοιλιακού άρθρου υπάρχει ένα ζεύγος από σιφώνια ή κεράτια (τα σιφώνια είναι εκφορητικοί αγωγοί αδένων που παράγουν φερομόνες συναγερμού) (*Dixon 1980*).

Τα στοματικά μόρια της αφίδας αποτελούνται από τα λεπτά σιλέτα, τα οποία εσωκλείονται μέσα σένα προστατευτικό κάλυμμα. Τα σιλέτα εισχωρούν μεταξύ των κύτταρων του επιφανειακού ιστού του φυτού και μέσα στα κύτταρα του φλοιώματος. Λόγο της σχετικά μικρής συγκέντρωσης σε πρωτεΐνες και σε αλλά απαραίτητα θρεπτικά συστατικά στο φλοιώμα, προσλαμβάνεται μεγάλη ποσότητα και παραπανίσιο υγρό και σάκχαρα εκκρίνονται ως κολλώδη μελιτώματα. Η ποσότητα του μελιτώδους απεκκρίματος που παράγεται από μια αποικία αφίδων μπορεί να είναι μεγάλη, ρυπαίνοντας έτσι το φυτό και παρέχοντας ιδανικό περιβάλλον για να αυξηθεί ο μύκητας της καπνιάς, προσελκύοντας επιπλέον μυρμήγκια και σφήκες. Σε πολλά είδη έχουν αναπτυχθεί σχέσεις συμβίωσης με μυρμήγκια, τα οποία συλλέγουν τα μελιτώδη απεκκρίματα προστατεύοντας τις αφίδες από διάφορους εχθρούς (Dixon 1973). Τα περισσότερα είδη αφίδων τρέφονται σε νέους βλαστούς, όπου η ύπαρξη των θρεπτικών στοιχείων είναι μεγάλη. Όταν οι αφίδες τρέφονται με άνθη, βλαστούς και νεαρά φύλλα προκαλούν σε αυτά κατσάρωμα ή παραμόρφωση, ως αποτέλεσμα της φυσικής καταστροφής και της αντίδρασης του φυτού στα συστατικά του σιέλου των αφίδων. Η ευρωστία των φυτών μπορεί να μειωθεί, με αποτέλεσμα την πτώση των ανθέων. Άλλωστε, κατά την διάρκεια της διατροφής της αφίδας, παθογόνα των φυτών μπορεί να μεταφέρονται με τα στοματικά μόρια της, μέσα στη σίελο. Επιπλέον οι αφίδες είναι από τους σημαντικότερους φορείς ιώσεων, αφού μεταδίδουν περίπου 275 ιούς που ανήκουν σε 19 από τα 70 αναγνωρισμένα μέχρι σήμερα γένη (Nault 1977). Οι αφίδες είναι ιδιαίτερα προσαρμοσμένες στο να μεταδίδουν ιούς φυτών δεδομένου ότι από ένα σύνολο 228 ειδών εντόμων, που έχουν καταγράψει ως φορείς ιών τα 200 είδη ανήκουν στην υποοικογένεια *Aphidinae*. Η υποοικογένεια αυτή περιλαμβάνει τρία κυρίως γένη που περιλαμβάνουν είδη με μεγάλη αποτελεσματικότητα ως φορείς (*Aphis*, *Myzus*, *Macrosiphun*). Τα περισσότερα είδη της υποοικογένειας έχουν ως ξενιστές διαφορά λαχανοκομικά φυτά ενώ ελάχιστα έχουν ως ξενιστές δέντρα. Στην πραγματικότητα οι ιώσεις των λαχανοκομικών ειδών έχουν μελετηθεί πιο εντατικά από εκείνες των δέντρων. Αυτό μπορεί να εξηγήσει γιατί η υποοικογένεια *Aphidinae* έχει καταγράψει ως πιο πολυάριθμη ομάδα φορέων ιών (Fereres & Collar 2001).

Οι αφίδες είναι άφθονες, κυρίως τον Μάιο και Ιούνιο, όπου πολλές ανοιξιάτικες καλλιέργειες είναι σε ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξης, και το φθινόπωρο και γενικά σε μετρίως θερμό και υγρό καιρό. Την άνοιξη τα παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα γιατί οι συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες και τα άφθονα τρυφερά φύλλα και βλαστοί ευνοούν την ανάπτυξη τους. Σε κλίματα όπως της Ελλάδας, οι θερμοί και οι ξεροί 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 αφίδων όπως και των πληθυσμών τους παρατηρείται κατά το μήνα Μάρτιο (Tsitsipis et al. 1998)

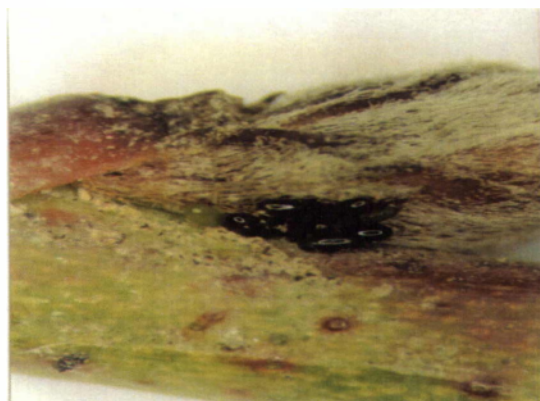
Οι αφίδες έχουν πολλούς φυσικούς εχθρούς από διάφορες τάξεις εντόμων που μπορούν να μειώσουν το ρυθμό αύξησης, ενίοτε δραματικά. Ανάμεσα στους αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς των αφίδων συγκαταλέγονται τα αρπακτικά *Neuroptera* των οικογενειών *Chrysopidae* και *Hemerobiidae* (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998), αρπακτικά *coleopteran* της οικογενείας *Coccinellidae*, όπως *Coccinella septempunctata* L και *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville (Katsaroy et al. 2005, Ζάρπας 2006), *Hippodamia undecimnotata* (Schneider) (Σκούρας και συνεργάτες 2007), αρπακτικά *Diptera* της οικογενείας *Syrphidae* και παρασιτοειδή *Hymenoptera* των οικογενειών *Braconidae*, *Chalcididae* και *Proctotrypidae* (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998). Επιπλέον, υπάρχουν είδη που ανήκουν στα αραχνοειδή καθώς και σε ταχα μυκήτων, όπως είδη των γενών *Empusa*, *Entomophthora* και *Verticillium*.



Σχήμα 1. Πλευρική όψη άπτερου παρθενογενετικού θηλυκού του *Macrotyzus woodwardiae* (Takahashii). ap: εδρική πλάκα, at: κεραία, bs: βασικό τμήμα του τελευταίου άρθρου της κεραίας, ca: ουρίτσα, cl: επιστόμιοσο: ισχύον, fm: μηρός, gp: γενετική πλάκα, hd: κεφαλή, lr: άνω χείλος, ms: μεσοθώρακας, mt: μεταθώρακας, pr: προθώρακας, pt: τελικό τμήμα του τελευταίου άρθρου της κεραίας, rt: ρύγχος, si: σιφώνια, st: σπιλέτα, tb: κνήμη, ts: ταρσός. Οι Λατινικοί αριθμοί υποδηλώνουν τον αριθμό του άρθρου (τροποποιημένο από Miyazaki 1987).

3.2 Βιολογικός κύκλος των αφίδων

Στα ετερόοικα (μεταναστευτικά) είδη αφίδων τα χειμερινά ωά γεννιούνται το φθινόπωρο στους κλάδους του κύριου ξενιστή.



Εικόνα.4 Ομάδα αυγών *Myzus persicae* σε οφθαλμό ροδακινιάς

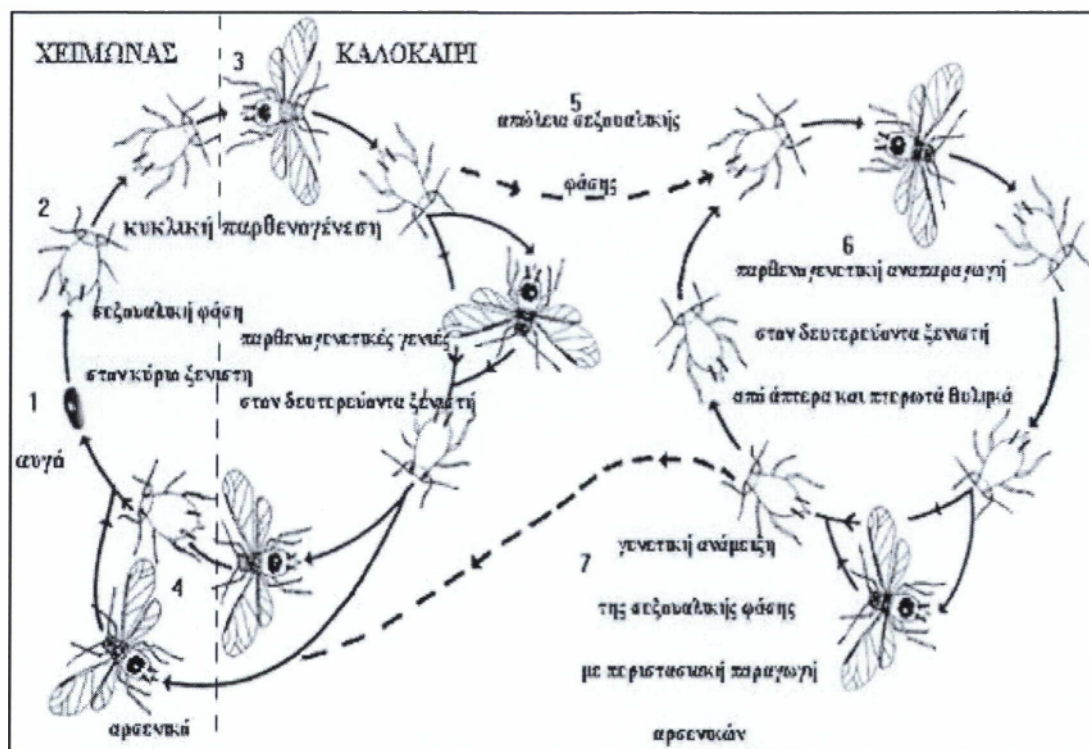
Την άνοιξη τα ωά εκκολάπτονται και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, που ονομάζονται θεμελιωτικά ή ιδρυτικά άτομα (fundatrix). Ακολουθούν παρθενογενετικές γενιές με άπτερα (apterous fundatrigeniae)

που παρουσιάζουν προοδευτική μεταβολή στη μορφολογία τους (Lees 1966). Έπειτα από ορισμένο αριθμό γενεών γεννιούνται τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (*migrantes* ή *alatefundtrigieniae*), που διασπείρονται σε φυτά του ίδιου είδους με τον κύριο ξενιστή ή μεταναστεύουν στους δευτερεύοντες ποώδεις ξενιστές. Την άνοιξη και το καλοκαίρι στους δευτερεύοντες ξενιστές η μία παρθενογενετική γενιά διαδέχεται την άλλη. Εκτός από άπτερες μορφές παράγονται πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (*alienicolae*), που μεταναστεύουν σε άλλα φυτά και συνεχίζουν την παρθενογενετική αναπαραγωγή. Το φθινόπωρο καθώς η διάρκεια της ημέρας μειώνεται, σε είδη ορισμένων οικογενειών, π.χ. στο είδος *A. fabae Scopoli* (*Aphididae*), παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή θηλυτόκα πτερωτά (*gynoparae*) και αρσενικά που θα μεταναστεύσουν στον κύριο ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα θα γεννήσουν τα έμφυλα θηλυκά (*oviparae*), που εναποθέτουν τα χειμερινά ωά, μετά από σύζευξη με τα αρσενικά. Στα ετερόοικα είδη άλλων οικογενειών, π.χ. στο είδος *Pemphigus bursarius* (L.) (*Pemphigidae*), παράγεται στους δευτερεύοντες ξενιστές μόνο μια μεταναστευτική μορφή, τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά και ονομάζονται φυλογόνα (*sexuparae*). Τα φυλογόνα γενούν στον πρωτεύοντα ξενιστή άπτερα αρσενικά και ωοτόκα θηλυκά. Τα θηλυκά που επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, συχνά παρουσιάζουν μορφολογικές διαφορές από αυτά που μεταναστεύουν την άνοιξη στους δευτερεύοντες ξενιστές (Blackman & Eastop 2000). Απεικόνιση αυτών των σταδίων των αφίδων παρουσιάζονται στο Σχήμα 2.

Στα μονόοικα (μη μεταναστευτικά) είδη αφίδων, π.χ. *Aphis rumicis* L. (*Hemiptera: Aphididae*), ο παραπάνω ετήσιος κύκλος συμπληρώνεται σε έναν ξενιστή, στο ίδιο φυτό ή σε φυτά του ίδιου είδους. Το φθινόπωρο άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) θα γεννήσουν ωοτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά συνήθως είναι άπτερα, γιατί δεν χρειάζεται να μεταναστεύσουν για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Σε ορισμένα είδη παράγονται πτερωτά και άπτερα αρσενικά. Τα περισσότερα μονόοικα είδη σε ποώδη φυτά πιστεύεται ότι εξελίχθηκαν μέσα από την ετεροοικία. Αρκετά μονόοικα είδη, που συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε έναν ποώδη ξενιστή, παρουσιάζουν μεγάλη συγγένεια με ετερόοικα είδη που χρησιμοποιούν το ίδιο φυτό ως δευτερεύοντα ξενιστή. Το παραπάνω αποτελεί μια ένδειξη, ότι η

μονοοικία είναι ένα συχνό και συνεχές φαινόμενο τόσο στην πρόσφατη όσο και στη μακρινή εξελικτική ιστορία των αφίδων (Blackman & Eastop 2000).

Αρκετές θεωρίες σχετικά με την εξέλιξη της εναλλαγής ξενιστών και της μονοοικίας έχουν διατυπωθεί από τις αρχές του αιώνα. Ο Mordvilko (1928) κατέληξε σε δυο πιθανούς λόγους για την εξέλιξη της εναλλαγής ξενιστών: α) Έντομα με πολλές γενιές το έτος, όπως οι αφίδες, μπορούν να εκμεταλλευτούν τη συμπληρωματική ανάπτυξη που παρουσιάζουν οι πλώδεις και δενδρώδεις ξενιστές. β) Εκμετάλλευση των πωιδών φυτών, που αποτελούν υψηλότερης ποιότητας τροφή. Ο ίδιος θεώρησε, ότι η ιδιότητα της εναλλαγής ξενιστών διατηρήθηκε μέσω της εξελικτικής διαδικασίας εξαπίας της προσαρμογής που παρουσιάζουν τα θεμελιωτικά άτομα στον πρωτεύοντα ξενιστή.

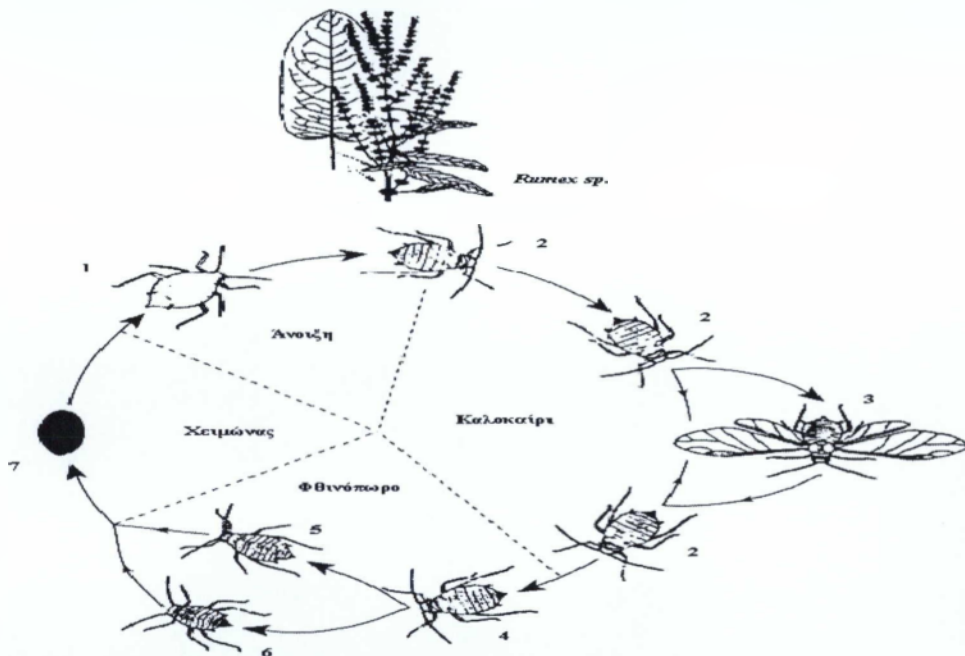


Σχήμα 2. Εναλλαγή ξενιστών και μορφές του *Myzus persicae* (Τροποποιημένο από Field & Blackman 2003).

Αυτή η προσαρμογή είναι δυνατή να εμποδίσει την εξέλιξη της αυτοοικίας στους δευτερεύοντες ξενιστές. Ο Böjner (1939) πρότεινε, ότι οι αφίδες αρχικά ήταν πολυφάγες, αν και τώρα παρουσιάζουν αρκετή εξειδίκευση, ώστε οι καλοκαιρινοί και χειμερινοί ξενιστές τους μπορεί να σχετίζονται με την πολυφαγία στη διάρκεια του χρόνου. Ο Shaposhnikov (1951, 1956, 1987)

πρότεινε ότι οι αλλαγές κατά την εξέλιξη των ξενιστών που προκλήθηκαν από αλλαγές του περιβάλλοντος, εξασθένησαν την εξειδίκευση των αφίδων και έκανε δυνατό τον αποικισμό νέων ξενιστών. Η μικρή θρεπτική ποιότητα των ξυλωδών ξενιστών κατά το καλοκαίρι μπορεί να οδήγησε τις αφίδες σε νέους ξενιστές. Ο Hille Ris Lambers (1953) διατύπωσε την άποψη ότι η ετεροοικία δεν πρέπει να θεωρείται ως ένα εξελικτικό αδιέξοδο. Αντίθετα ο Istock (1967) πρότεινε ότι οι πολύπλοκοι βιολογικοί κύκλοι είναι μη σταθεροί και τείνουν να τροποποιηθούν σε καταστάσεις, όπως η μονοοικία, που έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα. Επικριτές της παραπάνω άποψης είναι οι Slade & Wassersung (1975) και Wilbur (1980), που θεωρούν ότι πολύπλοκοι βιολογικοί κύκλοι προτιμούνται εκεί που αναμένονται, συμπατριικοί, υψηλής ποιότητας εφήμεροι πόροι. Δύο άλλα αίτια της εξέλιξης της εναλλαγής ξενιστών είναι ο ενδοειδικός ανταγωνισμός και η αποφυγή των φυσικών εχθρών. Όσο αυξάνει ο ενδοειδικός ανταγωνισμός σε ένα ξενιστή τόσο μειώνονται οι κίνδυνοι που απορρέουν από τη μετανάστευση. Συνεπώς, ο ανταγωνισμός που υπάρχει στον πρωτεύοντα ξενιστή μπορεί να οδηγήσει τις αφίδες σε εναλλακτικούς καλοκαιρινούς ξενιστές (Dixon 1966). Οι Weed (1896) και Way & Banks (1968) έχουν προτείνει ότι οι φυσικοί εχθροί συνέβαλαν στην εξέλιξη της ετεροοικίας. Η Moran (1983, 1988, 1990) πρότεινε, ότι η ετεροοικία διατηρείται λόγω της ισορροπίας μεταξύ των πλεονεκτημάτων που έχουν οι αφίδες όταν τρέφονται στους ποώδεις ξενιστές και της μεγαλύτερης επιβίωσης το χειμώνα και αναπαραγωγής την άνοιξη στους ξυλώδεις ξενιστές. Όπως οι Mordvilko και Istock, η Moran θεωρεί την ετεροοικία ως συνέπεια της προσαρμογής και του περιορισμού του θεμελιωτικού ατόμου στον πρωτεύοντα ξενιστή. Επίσης συμφωνεί με τους Mordvilko και Sharoshnikov, ότι η εξέλιξη των αφίδων οδηγεί στη μονοοικία σε ποώδη φυτά. Αντίθετα οι Mackenzie & Dixon (1990), Dixon & Kundu (1994) και Kundu & Dixon (1995) υποστηρίζουν την άποψη, ότι για τα έντομα με πολλές γενιές το έτος, η εναλλαγή ξενιστών είναι ένας τρόπος για να εκμεταλλευτούν καλύτερα φυτά που έχουν συμπληρωματική ανάπτυξη και αλλαγές στην θρεπτική ποιότητα δηλαδή συμφωνούν με την εναλλακτική υπόθεση του Mordvilko.

Σύμφωνα με τους Blackman & Eastop (2000), η κυκλική παρθενογένεση διαχωρίζει τις δύο βασικές λειτουργίες ενός οργανισμού, που είναι απαραίτητες στην εκμετάλλευση των πόρων του περιβάλλοντος: 1) την εγγενή αναπαραγωγή, που εμπλέκει τον ανασυνδυασμό των γονιδίων και την παραγωγή νέων γενοτύπων και 2) την αύξηση της βιομάζας κάθε γενοτύπου στο χώρο και στο χρόνο, ώστε να μεγιστοποιηθούν οι πιθανότητες συνεισφοράς των γονιδίων του στην επόμενη σεξουαλική φάση.



Σχήμα 3. Βιολογικός κύκλος μονόικου είδους *Arhis rumicis* L. 1. Θεμελιωτικό άτομο, 2. άπτερο παρθενογενετικό θηλυκό, 3. Πτερωτό παρθενογενετικό θηλυκό. 4. Φυλογόνο, 5. Ωτόκο, 6. Αρσενικό, 7. Διαχειμάζον ωό

(τροποποιημένο από Jones 1942)

Αποτέλεσμα του διαχωρισμού των παραπάνω λειτουργιών είναι ότι η εξέλιξή τους συμβαίνει ανεξάρτητα, με συνέπεια να αποκλίνει η μορφολογία των σεξουαλικών από αυτή των παρθενογενετικών μορφών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι αφίδες τις υποοικογένειας *Pemphiginae*, όπου στην πρώτη παρθενογενετική γενιά (*fundatrix*) οι αφίδες είναι μεγαλόσωμες, ζωτόκες και γενούν πολλούς απογόνους, ενώ τα έμφυλα θηλυκά είναι μικρόσωμα, δεν τρέφονται και γενούν ένα ωό μεγέθους περίπου ίδιο με το δικό τους.

Το χαρακτηριστικό που απέκτησαν οι αφίδες (*Aphididae*) και τους επιτρέπει να αναπτύσσουν μεγάλους πληθυσμούς είναι η ζωτοκία. Η ανάπτυξη του εμβρύου αρχίζει πριν γεννηθεί η μητέρα του και με την ενηλικίωσή της το

έντομο είναι έτοιμο να γεννηθεί. Συνεπώς παρατηρείται επικάλυψη των γενεών και μείωση της μέσης διάρκειας γενιάς, που οδηγεί στη γρήγορη αύξηση των πληθυσμών των αφίδων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι όσο μεγαλύτερος είναι ένας οργανισμός τόσο αυξάνει ο χρόνος ανάπτυξής του (Bonner 1988), η τηλεσκοπική ανάπτυξη των γενεών 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 οργανισμών όπως π.χ. τα ακάρεα (Dixon 1998). Επίσης, ένα άλλο χαρακτηριστικό των αφίδων που τις επιτρέπει να δημιουργούν μεγάλους πληθυσμούς και να εκμεταλλεύονται πόρους, που «χάνονται» στο χώρο και το χρόνο, είναι η παραγωγή πτερωτών παρθενογενετικών θηλυκών που μεταναστεύουν από φυτό σε φυτό και δημιουργούν καινούριες αποικίες. Συχνό γεγονός στη φυλογένεση του βιολογικού κύκλου των αφίδων είναι η ανολοκυκλικότητα, δηλαδή η απώλεια της ικανότητας για σεξουαλική αναπαραγωγή. Υπάρχουν είδη από σχεδόν όλες τις κύριες ομάδες των αφίδων, που είναι αποκλειστικά ανολοκυκλικά και αναπαράγονται όλο το έτος παρθενογενετικά. Επίσης, τόσο μονόοικα όσο και ετερόοικα είδη έχουν γίνει μερικώς ανολοκυκλικά, καθώς βρίσκονται ανολοκυκλικοί γενότυποι είτε στην ίδια περιοχή μαζί με ολοκυκλικούς είτε σε άλλες περιοχές του εύρους εξάπλωσης του είδους (Blackman & Eastop 2000). Αν και οι ανολοκυκλικοί κλώνοι 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). Φαίνεται, ότι η σεξουαλική αναπαραγωγή προσδίδει σημαντικές δυνατότητες προσαρμογής και επιβίωσης στις αφίδες. Μερικοί από τους λόγους, που σύμφωνα με τον Dixon (1998) είναι υπεύθυνοι για τη διατήρηση της εγγενούς αναπαραγωγής στις αφίδες συνοψίζονται παρακάτω. Η εναπόθεση διαχειμαζόντων ωών, που είναι το πιο ανθεκτικό στάδιο του εντόμου στο ψύχος, δεν θα πρέπει να θεωρείται ως πλεονέκτημα της εγγενούς αναπαραγωγής αλλά ως μια προσαρμογή στις ψυχρές χειμερινές συνθήκες. Είδη των οικογενειών *Adelgidae* και *Phylloxeridae* παράγουν για το ίδιο λόγο ωά χωρίς γονιμοποίηση. Η ετερογένεια του περιβάλλοντος είναι ένας από τους λόγους που διατηρείται η εγγενής αναπαραγωγή. Παράγεται ένα εύρος

γενοτύπων και αυξάνεται η πιθανότητα κάποιος από αυτούς να έχει μεγαλύτερη προσαρμογή σε συγκεκριμένο περιβάλλον. Επίσης, με την παραγωγή διαφορετικών γενοτύπων μειώνεται ο ενδοειδικός ανταγωνισμός, καθώς κάθε ένας από αυτούς έχει διαφορετικές ανάγκες και εκμεταλλεύονται διαφορετικούς πόρους. Η έλλειψη ετερογένειας στις καλλιέργειες εξηγεί γιατί οι αφίδες, που τις προσβάλλουν, έχουν την τάση να αναπαράγονται παρθενογενετικά όλο το έτος ακόμη και σε περιοχές με ψυχρούς χειμώνες. Ένα άλλο στοιχείο, που πιθανώς είναι υπεύθυνο για την επιλογή της εγγενούς αναπαραγωγής, είναι ότι στις παρθενογενετικές σειρές συσσωρεύονται θανατηφόρα ή μη λειτουργικά αλληλόμορφα και δεν υπάρχει τρόπος να μειωθούν. Με την εγγενή αναπαραγωγή και τον ανασυνδυασμό των γονιδίων το παραπάνω μπορεί να αποφευχθεί. Τέλος, η εγγενής αναπαραγωγή συνδέεται με τα είδη που παρουσιάζουν εξειδικευμένη στρατηγική αναπαραγωγής σχετική με την εποχή. Αντίθετα λείπει από τα είδη που ζουν σε περιβάλλοντα χωρίς εποχικότητα ή είναι μειωμένα.

3.3 Ζημιές

Οι αφίδες αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστροφή των φύλλων, πράγμα που τις προστατεύει από το ψεκαστικό υγρό και δυσκολεύει την καταπολέμησή τους, όταν δεν γίνει έγκαιρα. Τα άφθονα μελιτώδη αποχωρήματα ορισμένων ειδών ρυπαίνουν το φυτό και τους καρπούς και ευνοούν την ανάπτυξη καπνιάς και τα μυρμηγκία που προστατεύουν τις αφίδες διώχνοντας τα αφιδοφάγα έντομα. Οι αφίδες είναι η κυριότερη κατηγορία εντόμων που μεταδίδει φυτοπαθογόνους ιούς. Μεταδίδουν μη-έμμονους, ημι-έμμονους και έμμονους ιούς. Οι συνήθως πυκνοί πληθυσμοί των αφίδων, ο μεγάλος αριθμός γενεών το έτος, που συχνά ξεπερνά τις 10 και η μετάδοση ιών στα φυτά, κατατάσσουν τις αφίδες ανάμεσα στους πιο βλαβερούς εχθρούς των καλλιεργούμενων φυτών. Το ότι με φυσικές συνθήκες οι αφίδες δεν καταστρέφουν τη φυτική παραγωγή, οφείλεται κατά μέγα μέρος στους πολλούς και αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς τους (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

3.4 Καταπολέμηση

Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος για τον έλεγχο των πληθυσμών του εντόμου αυτού, είναι η χρήση εντομοκτόνων. Πριν από τον Β' παγκόσμιο πόλεμο, ο κύριος τρόπος χημικής καταπολέμησης ήταν η χρήση νικοτίνης και ορισμένων αρσενικούχων σκευασμάτων. Αυτά σκότωναν τις αφίδες όταν ψεκάζονταν πάνω στην καλλιέργεια αλλά δεν είχαν καμιά διασυστηματική ή υπολειμματική δράση. Αργότερα, συντέθηκε το DDT καθώς και άλλοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες, όπως το lindane. Τα σκεύασματά αυτά εμφάνιζαν υπολειμματική δράση αλλά όχι διασυστηματική. Λόγω προβλημάτων όμως που επέφεραν στο περιβάλλον, όπως η βιοσυσσώρευση τους, αποσύρθηκαν από την αγορά. Τα διασυστηματικά οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα, έπειτα, έδωσαν νέα προοπτική για τον έλεγχο των αφίδων, κυρίως στο θέμα της μετάδοσης ιώσεων λόγω της αυξημένης υπολειμματικής τους δράσης, όπως π.χ. σε καλλιέργειες πατάτας. Αργότερα, η σύνθεση των καρβαμιδικών και των πυρεθροειδών αύξησε τις δυνατότητες αντιμετώπισης των εντόμων αυτών ενώ τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται κυρίως νεονικοτινοειδή σκεύασματά, όπως το *imidacloprid* καθώς και αντιτροφικά, π.χ. *pymetozine*, το οποίο θεωρείται κατάλληλο για πολλά μυζητικά έντομα (Foster et al. 2002).

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός αφιδοκτόνου σκευάσματος είναι η εκλεκτική τοξικότητα του για τους οργανισμούς στόχους, να έχει διασυστηματική δράση, να έχει ικανοποιητική υπολειμματική δράση, να δρα ταχέως και να έχει μικρή τοξικότητα. Τα αφιδοκτόνα, πρέπει να μην έχουν καμιά επίδραση πάνω στα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή των αφίδων. Επίσης, δεν πρέπει να επηρεάζουν τους επικονιαστές των καλλιεργούμενων φυτών, όπως π.χ. τους βομβίνους και τις μέλισσες. Επιπλέον, δεν πρέπει να είναι τοξικά σε άλλα ζώα (θηλαστικά, πουλιά). Η διασυστηματική ιδιότητα τους είναι πολύ σημαντική τόσο ως προς την μείωση του αριθμού των επεμβάσεων όσο και ως προς την προστασία των φυτών από τις αφιδομεταδιδόμενες φυτονόσους. Όσον αφορά την προστασία των καλλιεργειών από τους αφιδομεταδιδόμενους ιούς, σημαντική είναι η ταχεία δράση του σκευάσματος όπως επίσης και η υπολειμματική του διάρκεια. Τέλος, δεν πρέπει τα σκεύασματά αυτά να είναι φυτοτοξικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Η αφίδα *Myzus persicae*

Η αφίδα *Myzus persicae* είναι ένα κοσμοπολίτικο είδος, εξαιρετικά πολυφάγο. Έχει μεγάλη ικανότητα μετάδοσης φυτικών ιών και αρκετούς γενετικούς παράγοντες που σχετίζονται με το χρώμα, το βιολογικό της κύκλο, τη σχέση φυτού ξενιστή και τις μεθόδους ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα.

Το είδος *Myzus persicae* (Sulzer) ανήκει στο Ζωικό Βασίλειο, στην κλάση: *Insecta*, υπόκλαση: Εξωπτερυγωτά, τάξη: *Hemiptera*, υπεροικογένεια *Aphidoidea*, και οικογένεια *Aphididae*. Προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών σε όλες τις ηπείρους. Από τα καλλιεργούμενα προσβάλλει είδη των οικογενειών *Rosaceae*, *Solanaceae*, *Malvaceae*, *Compositae*, *Chenopodiaceae*, *Umbelliferae*, *Papilionaceae*, *Cruciferae*. Μερικές από τις καλλιέργειες που προσβάλλει είναι: καπνός, πατάτα, τομάτα, μαρούλι, καρότο, κουκιά, τεύτλα, σπανάκι, λάχανο κ.α. Τα χειμερινά αυγά γεννιούνται στη ροδακινιά *Prunus persica*. (Blackman & Eastop 2000). Υπάρχουν περισσότερα από 30 συνώνυμα ονόματα του είδους (Remaudière & Remaudière 1997). Το κοινό όνομα του *M.persicae* είναι πράσινη αφίδα της ροδακινιάς.

Ο πρωτεύων ξενιστής της *M.persicae* κατάγεται από την Κίνα, έτσι μια λογική υπόθεση είναι ότι κατάγεται από εκεί. Η υπόθεση αυτή όμως αντιμετωπίζει κάποια προβλήματα. Αρχικά, η προσδοκία ήταν να βρεθούν κάποια συγγενικά είδη της αφίδας στην Κίνα. Μέχρι τώρα τα είδη που φαίνονται να είναι πιο κοντά με το *M.persicae*, είναι το *Myzus certus* και το *Myzus myosotidis*, τα οποία έχουν καταγωγή από την Ευρώπη. Επίσης δεν υπάρχει καμιά ένδειξη με βάση την βιολογία του, μιας και όλα τα είδη *Myzus* στο υπογένος *Nectarosiphon* εκτός από το *M. Persicae* έχουν (χάσει) τον αρχικό πρωτεύοντα ξενιστή και ζουν όλο τον χρόνο στον ποώδη ξενιστή τους. Επιπλέον, ένα ακόμα πρόβλημα της υποθέσεως αυτής αφορά τη σχέση του *M.persicae* με τον φυτικό ιό PLRV, η οποία φαίνεται να είναι πολύ στενή και συνεπώς μακροχρόνια, αλλά αυτό έρχεται σε αντίθεση με την καταγωγή του ιού σε σχέση με το *M.persicae*. Είναι όμως πιθανόν, ωστόσο, ο PLRV να

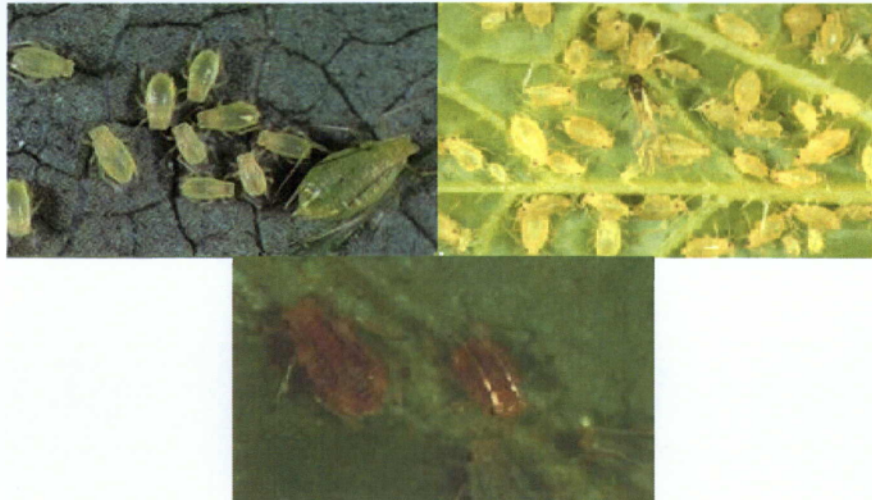
βρίσκεται σε μια άγνωστη η χωρίς συμπτώματα μορφή, σε κάποιο Ασιατικό μέλος των Σολανωδών.

Για πολλά χρόνια υπήρχε η άποψη ότι οι πληθυσμοί της αφίδας *M.persicae* στον καπνό είναι διαφορετικοί από αυτούς άλλων φυτών (de jong 1942, Brain 1942, Moller 1958, Takada 1986). Η αφίδα που προσβάλλει εμπορικές ποικιλίες του *Nicotiana tabacum*, είναι μεγαλύτερη σε μέγεθος, σχηματίζει πυκνές αποικίες, κυρίως στα νεαρά φύλλα, και είναι εύκολο να αποφύγει ή είναι ανθεκτική στα εκκρίματα από το αδενώδες τρίχωμα των φύλλων, το οποίο δεν είναι μόνο κολλώδες άλλα περιέχει και απωθητικά η τοξικά χημικά (Georgieva,1988 Wangetal. 2001). Ο Blackman (1987) απέδειξε ότι δείγματα αφίδων από καπνό, από διάφορα μέρη του κόσμου, μπορούν να διαφοροποιηθούν από την *M.persicae* από άλλα φυτά, αποδεικνύοντας ότι ο πληθυσμός της αφίδας στον καπνό παγκοσμίως απαρτίζεται από μια μονοφυλετική σειρά, που πρότεινε για ονομασία *Myzus nicotianae*. Τα περισσότερα από τα δείγματα που ανέλυσε ο Blackman (1987) ήταν από περιοχές που οι πληθυσμοί ήταν μόνιμα παρθενογενετικοί, άλλα οι Margaritoroulos et al. (2000) βρήκαν ότι ολοκυκλικοί πληθυσμοί της αφίδας του καπνού στην Ελλάδα μπορούν επίσης να διαχωριστούν από αυτούς άλλων φυτών και από ροδάκινα μακριά από περιοχές καλλιέργειας καπνού. Οι clements et al.(2000) είχαν αναφέρει ότι αυτές οι μορφολογικές διαφορές μπορεί να οφείλονται στην φαινοτυπική πλαστικότητα. Ωστόσο, είναι ξεκάθαρο ότι οι διαφορές αυτές είναι γενετικής φύσεως, μιας και όλα τα δείγματα των Margaritoroulos et al.(2000) τράφηκαν με τον ίδιο ξενιστή και στις ίδιες ελεγχόμενες συνθήκες. Οι κλώνοι από ροδακινίες σε περιοχές όπου συνυπάρχει και καπνός δεν είχαν ποτέ έρθει σε επαφή με φυτά καπνού.

Μορφολογία

Το άπτερο ενήλικο παρθενογενετικό θηλυκό του *M. persicae* έχει σώμα σχετικά λεπτό με μικρό ως μέτριο μέγεθος. Το μέγεθος στα άπτερα και πτερωτά θηλυκά κυμαίνεται από 1,2 έως 2,3 mm. Το άπτερο έχει ομοιόμορφο χρωματισμό με διάφορες αποχρώσεις του πράσινου και του κόκκινου (πράσινο, ανοικτό κιτρινοπράσινο, πρασινοκίτρινο, κίτρινο, κόκκινο ή ρόδινο). Τα πτερωτά θηλυκά είναι πράσινου χρώματος και φέρουν μια μαύρη περιοχή

επί του νωπιαίου μέρους της κοιλιάς. Τα ενήλικα ωτοτόκα θηλυκά έχουν συνήθως πορφυρό κόκκινο χρώμα (πιο σκούρα απόχρωση στους κόκκινους κλώνους) και διακρίνεται ένα σκούρο τμήμα στη ραχιαία περιοχή της κοιλιάς. Τα αρσενικά είναι κίτρινου χρώματος. Στα θηλυτόκα των πράσινων κλώνων, τα ανήλικα στάδια έχουν πράσινη απόχρωση, που συνήθως προοδευτικά γίνεται ρόδινη. Στους κόκκινους ή ρόδινους κλώνους το χρώμα παραμένει το ίδιο. (Blackman & Eastop 2000).



Εικόνα 5. Μορφές *M.persicae*: Πράσινη, κίτρινη, κόκκινη

Βιολογία

Έχει περισσότερες από πέντε γενεές το έτος. Σε περιοχές με σχετικά ψυχρό χειμώνα το είδος διαχειμάζει ως χειμερινό ωό στο φλοιό των κύριων ξενιστών (ροδακινιάς ή άλλων πυρηνοκάρπων). Τα χειμερινά ωά, συνήθως 4-6 ανά θηλυκό, βρίσκονται στους οφθαλμούς ή σε εσοχές αδρών μερών του φλοιού. Στο τέλος του χειμώνα με αρχές ανοίξεως τα ωά εκκολάπτονται και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά τα λεγόμενα θεμελιωτικά. Ακολουθεί μικρός αριθμός παρθενογενετικών γενεών στη ροδακινιά και έπειτα πτερωτά άτομα μεταναστεύουν σε ποώδη φυτά (δευτερεύοντες ξενιστές), όπου η μία παρθενογενετική γενιά διαδέχεται την άλλη. Το φθινόπωρο παράγονται στα ποώδη φυτά πτερωτά θηλυτόκα και αρσενικά, τα οποία μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα γεννούν τα ωτοτόκα, τα οποία εναποθέτουν τα χειμερινά ωά, μετά από σύζευξη με τα αρσενικά. Σε περιοχές

με σχετικά ζεστό χειμώνα το έντομο αναπαράγεται παρθενογενετικά όλες τις εποχές του έτους. Επίσης υπάρχουν γενότυποι που χρησιμοποιούν και τις δυο στρατηγικές διαχείμασης. Το φθινόπωρο οι ανδροκυκλικοί κλώνοι παράγουν παρθενογενετικές μορφές, που θα διαχειμάσουν σε αυτοφυή φυτά ή χειμερινές καλλιέργειες και αρσενικά που συμμετέχουν στη σεξουαλική φάση του είδους (Müller 1954, 1958, Waldhauer 1953, 1957, van Emden *et al.* 1969, Blackman 1971, 1974). Οι ενδιάμεσοι κλώνοι γεννούν την ίδια εποχή πολλά άπτερα και πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά και λίγα αρσενικά και «ενδιάμεσα» πτερωτά. Τα «ενδιάμεσα» πτερωτά παράγουν κυρίως παρθενογενετικές μορφές και αριθμό ωοτόκων θηλυκών (Blackman 1971, 1972). Ο χρωμοσωμικός αριθμός του είδους είναι $n=12$. Έχει βρεθεί μια A1,3 χρωμοσωμική μετατόπιση που συνδέεται με το E4 μηχανισμό ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα βασιζόμενο στην εστεράση (Blackman & Takada 1975). Η χρωμοσωμική μετατόπιση παρουσιάζει ευρεία διάδοση σε όλο τον κόσμο (Blackman *et al.* 1978) και εμφανίζεται κυρίως στην κόκκινη μορφή του είδους ενώ στην πράσινη εμφανίζεται περιστασιακά (Blackman 1987). Επίσης ο E4 μηχανισμός ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα, βασιζόμενος στην εστεράση, συνδέεται με τον ανολοκυκλικό τρόπο αναπαραγωγής ενώ ο EF4, όμοιας δράσης μηχανισμός που παρατηρείται στο είδος, συνδέεται με τον ολοκυκλικό τρόπο αναπαραγωγής. Ωστόσο, πρόσφατα στην Ελλάδα έχουν βρεθεί κλώνοι που παρουσιάζουν και τους δυο μηχανισμούς ανθεκτικότητας (Blackman *et al.*, 1999, Margaritoroulos *et al.* 2005). Το είδος είναι ανθεκτικό στο κρύο και μπορεί να αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 5 °C και 30 °C. Στους 25 °C τα θηλυκά ζουν κατά μέσο όρο 25 ημέρες και γεννούν 60 νύμφες (Rivnay 1962).

Ζημιές

Προσβάλλει κατά προτίμηση τις κορυφές τρυφερών βλαστών και τρυφερά φύλλα, που συστρέφονται από την προσβολή. Επίσης, τα μελιτώδη απεκκρίματα του ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς. Εκτός από την αξιόλογη άμεση ζημιά που προκαλεί στα φυτά, θεωρείται ο πιο σοβαρός φορέας ιών, αφού μπορεί να μεταδώσει αποτελεσματικά περισσότερους από 100 ιούς φυτών (Kennedy *et al.* 1962). Μερικοί από τους έμμοτους ιούς που μεταδίδει είναι ο ιός του ήπιου κιτρινίσματος των τεύτλων (BMY), της

παραμόρφωσης των νεύρων του καπνού (TVD), του καρουλιάσματος των φύλλων του μπιζελιού (PLR) και του καρουλιάσματος των φύλλων της πατάτας (PLRV) (Blackman & Eastop 2000). Επίσης, το είδος μεταδίδει αποτελεσματικά και πολλούς μη έμμοιους ιούς. Μερικοί από τους οποίους είναι: ο ιός του κίτρινου μωσαϊκού της κοινής κολοκυθιάς (ZYMV), ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV), ο ιός της κίτρινης στιγματώσης της κολοκυθιάς (ZYMV), ο ιός του Υ της πατάτας (PVY), ο ιός του Α της πατάτας (PVA), ο ιός του μωσαϊκού της μηδικής (AMV) (Brunt *et al.* 1996).

Το *M. persicae* αποτελεί ένα κλασικό παράδειγμα ετερόοικου είδους αφίδας. Στο δευτερεύοντα ξενιστή που είναι ο καπνός καθώς και άλλα ποώδη φυτά, κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου όπου μειώνεται το μήκος της ημέρας, υπάρχουν άτομα που είναι ολοκυκλικά άπτερα και ζωτόκα. Τα άτομα αυτά παράγουν θηλυτόκα και αρσενικά τα οποία με τη σειρά τους μεταναστεύουν στο κύριο ξενιστή που είναι η ροδακινιά *P. persica*. Στη ροδακινιά, τα θηλυτόκα γεννούν ωτόκα τα οποία ύστερα από σύζευξη με αρσενικά άτομα παράγουν τα διαχειμάζοντα ωά (van Emden *et al.*, 1969). Ο βιολογικός κύκλος του *M. persicae* παρουσιάζει πολυμορφισμό. Εκτός από την περίπτωση του ολοκυκλικού βιολογικού κύκλου, έχουν περιγραφεί ακόμη τρεις κατηγορίες που έχουν άμεση σχέση με τη φωτοπερίοδο: οι ανολοκυκλικοί, οι ανδροκυκλικοί και οι ενδιάμεσοι. Οι ανολοκυκλικοί κλώνοι δεν μπορούν να παράγουν σεξουαλικές μορφές και διαχειμάζουν σε ζιζάνια ή σε χειμερινές καλλιέργειες, ως παρθενογενετικά θηλυκά. Οι ανδροκυκλικοί κλώνοι, όταν εκτίθενται σε συνθήκες μικρής ημέρας, παράγουν παρθενογενετικές μορφές και αρσενικά τα οποία μπορούν να συζευχθούν με ωτόκα άτομα που προέρχονται από ολοκυκλικούς ή ενδιάμεσους κλώνους. Οι ενδιάμεσοι γενότυποι παράγουν πολλά άπτερα και παρθενογενετικά πτερωτά, μερικά αρσενικά και πτερωτά θηλυκά τα οποία γεννούν τόσο παρθενογενετικά άτομα όσο και ωτόκα (Blackman, 1971, 1972).

Η διαφορετικές στρατηγικές διαχείμασης, προσφέρουν στις αφίδες ένα βιολογικό πλεονέκτημα όσον αφορά την εξάπλωση και την επιβίωσή τους, εφόσον μπορούν να προσαρμοστούν σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες. Η γνώση του βιολογικού κύκλου των αφίδων από επιστήμονες γεωπόνους και όχι μόνο κρίνεται απαραίτητη προκειμένου να εφαρμοστεί ένα σωστό

πρόγραμμα για την προστασία των καλλιεργειών. Με αυτό το τρόπο μπορεί να αναγνωριστεί η πηγή προέλευσης των αφίδων και να γίνει πρόβλεψη για την εμφάνισή τους κατά τη διάρκεια της άνοιξης.

Ο Blackman (1974) σε μια εργασία όπου μελέτησε τη παραλλακτικότητα που παρουσιάζει ο βιολογικός κύκλος του *M. persicae* σε διαφορετικά μέρη του κόσμου, παρατήρησε ότι η ικανότητα για σεξουαλική αναπαραγωγή μπορεί να διατηρηθεί στις περισσότερες περιοχές του εύρους εξάπλωσης του είδους. Η παραλλακτικότητα που παρατηρήθηκε στο βιολογικό κύκλο εξηγήθηκε σύμφωνα με τις διαφορές που υπάρχουν στη θερμοκρασία μεταξύ των περιοχών. Έτσι, σε εύκρατες περιοχές μπορούν να συνυπάρξουν κλώνοι με διαφορετικές στρατηγικές αναπαραγωγής και επιπλέον η συχνότητα εμφάνισης ολοκυκλικών και ανολοκυκλικών πληθυσμών κατά τη διάρκεια της άνοιξης εξαρτάται από τη δριμύτητα του προηγούμενου χειμώνα. Στη ίδια εργασία ο Blackman (1974) επισημαίνει ότι η απουσία κατάλληλων χειμερινών καλλιεργειών και ζιζανίων μπορεί να αποτελέσει περιοριστικό παράγοντα για την εμφάνιση ανολοκυκλικών κλώνων. Από την άλλη πλευρά, υπάρχει δυνατότητα οι ολοκυκλικοί πληθυσμοί να μειωθούν λόγω της σπανιότητας των κύριων ξενιστών τους.

Το 1987 ο Blackman, με τη βοήθεια μορφομετρικών μεθόδων που εφάρμοσε σε άτομα του συμπλόκου *M. persicae* τα οποία προερχόταν από διαφορετικούς ξενιστές, κατάφερε να διαχωρίσει τους πληθυσμούς που τρέφονται στο καπνό, *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae), από εκείνους που τρέφονται σε διαφορετικά είδη φυτών. Η μορφή της αφίδας που τρέφεται στο καπνό χαρακτηρίστηκε ως νέο είδος και της δόθηκε το όνομα *Myzus nicotianae* Blackman (Blackman 1987).

Σε πρόσφατες μελέτες αποδείχτηκε, με τη χρήση μοριακών τεχνικών, ότι οι αφίδες που τρέφονται στο καπνό δεν αποτελούν ξεχωριστό είδος σε σχέση με άλλους πληθυσμούς του *M. Persicae* (Field et al. 1994, Margaritoroulos et al. 1998, Clements et al. 2000). Παρόλα αυτά μικροδορυφορική ανάλυση DNA σε άτομα του *M. persicae* που συλλέχθηκαν από ροδακινιά, καπνό και άλλους ξενιστές σε περιοχές της Ελλάδας και της Ιταλίας (Blackman et al. 2001 Blackman et al. submitted) καθώς και ανάλυση με τη χρήση μοριακών δεικτών

RAPD σε κλώνους που προήλθαν από καπνό και άλλα φυτά ξενιστές σε περιοχές της Ελλάδας (Margaritoroulos et al. 1998, Zitoudi et al. 2001) έδωσαν αποτελέσματα που επαλήθευσαν την ύπαρξη μιας ξεχωριστής φυλής του *M. persicae* που τρέφεται στον καπνό. Σε αυτό το συμπέρασμα έχουν καταλήξει και διάφορες μορφομετρικές μελέτες (Margaritoroulos et al. 2000, 2003). Πρόσφατα, οι πληθυσμοί που τρέφονται στον καπνό έχουν χαρακτηριστεί ως ξεχωριστό υποείδος το *Myzus persicae nicotianae* Blackman (Margaritoroulos et al. 2003, Eastop & Blackman, 2005). Ο βιολογικός κύκλος του *M. Persicae nicotianae* που τρέφεται στο καπνό φαίνεται να είναι πολυμορφικός. Σε πολλές περιοχές ανά τον κόσμο, όπου καλλιεργείται ο καπνός, έχει αναφερθεί ότι αφίδες που τρέφονται σε αυτόν, δεν παρουσιάζουν σεξουαλική αναπαραγωγή (Blackman 1987, Blackman & Spence 1992). Οι μοναδικές αναφορές που έγιναν για εμφάνιση ολοκυκλικών και ανδροκυκλικών πληθυσμών του *M. persicae* που τρέφονται στο καπνό, ήταν στη Κεντρική Ασία και στην Ιαπωνία (Zagorovskii 1947, Kolesova et al. 1980, Takada 1986).

Οι γνώσεις που υπάρχουν σχετικά με τον τρόπο αναπαραγωγής που υιοθετούν τα είδη σε διαφορετικά μέρη του κόσμου, βασίζονται στη μελέτη σχετικά μικρού μεγέθους δειγμάτων, τα οποία δεν επιτρέπουν τη γενίκευση των συμπερασμάτων ή την καλύτερη κατανόηση της παραλλακτικότητας του βιολογικού τους κύκλου. Οι εργασίες των Blackman (1971) και Takada (1986) βασίζονται σε ικανοποιητικό αριθμό κλώνων. Συγκεκριμένα ο Blackman μελέτησε την αντίδραση σε διακυμάνσεις της φωτοπεριόδου σε 119 κλώνους που προήλθαν από τρεις διαφορετικές περιοχές της Βόρειας Αγγλίας και ο Takada εξέτασε 150 κλώνους που συλλέχθηκαν σε διαφορετικές περιοχές της Ιαπωνίας. Ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει τη στρατηγική διαχείμασης που ακολουθούν οι αφίδες σε διαφορετικές περιοχές του κόσμου, είναι η θερμοκρασία. Παρόλα αυτά, δεν έχει μελετηθεί επαρκώς ο ρόλος που παίζει ο κύριος ξενιστής στο διαχωρισμό γενοτύπων, οι οποίοι επιλέγουν διαφορετικές στρατηγικές διαχείμασης. Σε μελέτες που έγιναν σε πληθυσμούς της αφίδας από περιοχές της Ελλάδας, βρέθηκε ότι η φυλή που αποικίζει τον καπνό βρίσκεται εκεί ύστερα από μετανάστευση από τη ροδακινιά (Blackman & Spence, 1992). Οι σχετικές συχνότητες των αφίδων που τρέφονται στο

καπνό αλλά και σε άλλους δευτερεύοντες ξενιστές και ταυτόχρονα παρουσιάζουν διαφορετικές κατηγορίες βιολογικού κύκλου, είναι ακόμη άγνωστες σε πολλές περιοχές του πλανήτη. Οι Margaritoroulos et al. (2002) μελέτησαν τις αντιδράσεις στη φωτοπερίοδο 2997 κλώνων του *M. Persicae*, οι οποίοι συλλέχθηκαν από τον κύριο αλλά και από δευτερεύοντες ξενιστές σε περιοχές της Ελλάδας κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του φθινοπώρου προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξη παραλλακτικότητας στον βιολογικό κύκλο. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η σχετική αφθονία του πρωτεύοντα ξενιστή, σε αντίθεση με τα μονόοικα είδη αφίδων (π.χ. *S. avenae*, Paruga et al. 2003), είναι σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τη γεωγραφική κατανομή των ολοκυκλικών γενοτύπων. Ένας ακόμη σκοπός της παραπάνω εργασίας ήταν η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ αφίδων και διαφορετικών κατηγοριών βιολογικού κύκλου. Διαπιστώθηκε ότι υπάρχει ροή γονιδίων μεταξύ των ολοκυκλικών και των ανολοκυκλικών γενοτύπων μέσω των λίγων σεξουαλικών ατόμων που παράγουν περιστασιακά οι τελευταίοι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1.1 Ολοκληρωμένη διαχείριση εχθρών

Ο διεθνής οργανισμός βιολογικής καταπολέμησης (international organization of biological control, IOBC) ορίζει την ολοκληρωμένη παράγωγη φρούτων (integrated fruit production, IFP) ως εξής: < Είναι η οικονομικά συμφέρουσα παραγωγή υψηλής ποιότητας καρπών, που δίνει προτεραιότητα σε ασφαλείς οικολογικά μεθόδους, ελαχιστοποιεί τις ανεπιθύμητες δευτερογενείς επιδράσεις και χρήσεις των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος και τις ανθρώπινης υγείας > (Crosset al. 1997). Στην ολοκληρωμένη διαχείριση των εχθρών των καλλιεργειών (Integrated Pest Management, IPM), η προσέγγιση που ακολουθείται προκειμένου να προστατευτούν οι καλλιέργειες δεν έχει να κάνει μόνο με την καταπολέμηση των εχθρών, αλλά και με την εκμετάλλευση της αλληλεπίδρασης φυτού-φυτοφάγου προκειμένου να πετύχουμε τα καταλληλότερα χαρακτηριστικά με το μικρότερο δυνατό κόστος (Σαββοπούλου κ.α 2008). Αυτό που γενικά επιτυγχάνεται με τα συστήματα

ολοκληρωμένης διαχείρισης, είναι η ελαχιστοποίηση υλών των πιθανών δυσμενών επιδράσεων που προκύπτουν κατά τη χρήση της συμβατικής καταπολέμησης των εχθρών με τη χρήση χημικών. Έτσι τα προϊόντα που παράγονται δεν έχουν τοξικά υπολείμματα ενώ παράλληλα το περιβάλλον επιβαρύνεται κατά το δυνατό λιγότερο (Gunn and Stevens, 1976) Συνεπώς, μακροπρόθεσμα ενισχύετε η αειφορική ανάπτυξη καθώς ελαχιστοποιούνται οι εισροές λιπασμάτων και λοιπών χημικών, ενώ προστατεύονται οι φορείς παραγωγής όπως το έδαφος, το νερό και τα ζώα.

5.1.2 Ανθεκτικότητα

Η δραματική αύξηση του προβλήματος της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα τα τελευταία 20 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.

Μέχρι το 1990 υπήρχαν πάνω από 500 είδη αρθρόποδων στα οποία αναφέρθηκε ανθεκτικότητα σε τουλάχιστον μια χημική ομάδα. Περίπου το 40% αυτών των ειδών είναι είδη υγειονομικού και κτηνιατρικού ενδιαφέροντος και το υπόλοιπο 60% αφορά σε έντομα των γεωργικών καλλιεργειών. Από τα είδη αρθρόποδων για τα οποία έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα το 88% είναι έντομα (κλάση Insecta) και το 12% είναι ακάρεα και αραχνίδια (κλάση Arachnida, τάξη Acarina). Το 92% των ανθεκτικών ειδών εντόμων ανήκουν στις 4 τάξεις εντόμων τις εξής: Coleoptera (σκαθάρια), Diptera (μύγες), Heteroptera (αφίδες, βρωμούσες, ακρίδες και αλευρώδεις) και Lepidoptera (νυχτοπεταλούδες) (Soderlund *et al.* 1990, Denholm & Rowland 1992, Georgiou 1983).

5.1.3 Ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα

Αν και πρακτικώς όλα τα εντομοκτόνα επηρεάζονται από την ανθεκτικότητα, η εξάπλωσή της ποικίλει έντονα ανάμεσα στα είδη. Για μερικά έντομα η ανθεκτικότητα εκτείνεται σε λίγες συγγενείς ουσίες της ίδιας ομάδας. Μπορεί δε να είναι αδύνατη και περιορισμένη σε μια μικρή γεωγραφική περιοχή. Στο

άλλο άκρο, κάποια πολύ δημοφιλή έντομα όπως η *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera, Yponomeutidae), ο δορυφόρος της πατάτας *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera, Chrysomelidae), η αφίδα της ροδακινιάς *M. persicae*, ο αλευρώδης του βαμβακιού *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleurodidae) είναι σε πάρα πολλά ή μάλλον σχεδόν σε όλα τα διαθέσιμα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμησή τους ανθεκτικά (Denholm *et al.* 1998b, Dennehy & Williams 1997, Horowitz 1994).

Αν και επηρεάζονται περισσότερο από την ανθεκτικότητα τα παλαιότερα και πιο διαδεδομένα εντομοκτόνα (οργανοχλωρισμένα) υπάρχει επίσης μια ανησυχητική αύξηση της ανθεκτικότητας και σε ορισμένα νεότερα.

5.1.4 Παρουσία ανθεκτικών εντόμων στις καλλιέργειες

Οι περισσότερες μεγάλες καλλιέργειες, παγκοσμίως, απειλούνται μέχρι κάποιο σημείο από τα έντομα που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα.

Τα πιο έντονα προβλήματα συνδέονται με το βαμβάκι (bollworms, αφίδες, αλευρώδεις, ακάρεα, bollweevil) ρύζι (planthopper-ακρίδες), φυλλοβόλα οπωροφόρα και ξινά (codling moth, ψύλλες, spider mites), λαχανικά (diamond back moth, δορυφόρος, ακάρεα, αλευρώδης και αφίδες) και αποθηκευμένοι σπόροι (σκαθάρια, weevils).

5.1.5 Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα

Ένα σοβαρό βήμα στην αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας είναι ο προσδιορισμός της διασταυρούμενης ανθεκτικότητας που δίνει ο μηχανισμός που είναι παρών. Ο ορισμός διασταυρούμενη ανθεκτικότητα αναφέρεται στην ικανότητα ενός μηχανισμού να δίνει ανθεκτικότητα σε μια σειρά εντομοκτόνων, συνήθως (αλλά όχι πάντα) της ίδιας χημικής ομάδας. Ο προσδιορισμός κατηγοριών διασταυρούμενης ανθεκτικότητας είναι ουσιώδης για τη χρήση εντομοκτόνων κατά τέτοιο τρόπο (π.χ. εναλλαγή), ώστε να αποφεύγεται η συνεχής επιλογή του ίδιου ανθεκτικού μηχανισμού και χρήση εντομοκτόνων τα οποία επηρεάζονται λιγότερο από αυτόν τον μηχανισμό όταν είναι παρών.

Ατυχώς η διαδικασία για την αντιμετώπιση ανθεκτικότητας μπορεί να γίνει περίπλοκη από την πολλαπλή ανθεκτικότητα, δηλαδή την παρουσία στο έντομο δύο ή περισσότερων μηχανισμών, ο καθένας με συγκεκριμένο τύπο διασταυρούμενης ανθεκτικότητας (Devonshire *et al* Field *et al* 1997).

5.1.6 Πως αναπτύσσεται η ανθεκτικότητα

Η ανθεκτικότητα αναπτύσσεται μέσω της επιλογής των γονιδίων ανθεκτικότητας, τα οποία υπάρχουν από τη φύση ανάμεσα στους πληθυσμούς των εντόμων. Προτού της χρήσης 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 λεπτομερές 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 αναγνωρισθούν όσο το δυνατό περισσότεροι παράγοντες προτού η ανθεκτικότητα φθάσει σε επίπεδα οικονομικής καταστροφής (Roush 1989).

5.1.7 Γιατί υπάρχει ανησυχία ως προς τον έλεγχο της ανθεκτικότητας;

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 εγγύς 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 καταστροφής. Οι στρατηγικές που δεν μπορούν να το επιτύχουν δεν αξίζει να μελετηθούν (Georgiou 1983).

5.1.8 Προβλήματα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα στην Ελλάδα

Η ανθεκτικότητα που έχουν αναπτύξει τα έντομα στα εντομοκτόνα αποτελεί σοβαρό πρόβλημα στην Ελλάδα. Για τα έντομα μεγάλου γεωργικού

ενδιαφέροντος λόγω της ανθεκτικότητας που έχουν αναπτύξει είναι δύσκολη ως ανέφικτη η καταπολέμησή τους. Στο ενδεχόμενο ανθεκτικότητας όλα τα προγράμματα αντιμετώπισης των εχθρών ανατρέπονται και χρειάζονται ειδικές στρατηγικές διευθέτησης της ανθεκτικότητας. Ο δορυφόρος της πατάτας έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες εντομοκτόνων και είναι ένας από τους πιο σοβαρούς εχθρούς της πατάτας. Οξύτατο πρόβλημα αποτελεί η αντιμετώπιση των αφίδων και ειδικότερα η *Myzus nicotianae* (Homoptera, Aphididae) στον καπνό, η *M. Persicae* σε σπρωρώνες ροδακινιάς και η *A. Gossypii* στο βαμβάκι και σε άλλες καλλιέργειες.

Η ανθεκτικότητα μπορεί να εμφανίζεται τοπικά ή γενικά. Χρειάζεται προσοχή στην εξαγωγή συμπερασμάτων, διότι μπορεί να υπάρχουν ανθεκτικοί πληθυσμοί σε μια περιοχή και όχι σε άλλη. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των χωρών. Κατά κανόνα η εμφάνιση κάποιας ανθεκτικότητας, σημαίνει κίνδυνο εξάπλωσης και εμφάνισης αυτής και σε άλλες περιοχές όπου χρησιμοποιούνται τα ίδια σκευάσματα και κατ' επανάληψη. Είναι δύσκολο να προβλέψουμε τις 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).

5.1.9 *Myzus persicae* s.str

Η *M. persicae* στην Ελλάδα αποτελεί πολύ σοβαρό εχθρό. Προσβάλλει αρκετές καλλιέργειες και έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε πολλά εντομοκτόνα. Τη δεκαετία του '80 άρχισε η εκτεταμένη χρήση των πυρεθρινών σε πολλές καλλιέργειες με αποτέλεσμα σήμερα το κόστος εξ αιτίας της ανθεκτικότητας να είναι υψηλό, λόγω των περισσότερων εφαρμογών, υψηλών δόσεων φυτοφαρμάκων, αλλαγής χρήσης φυτοφαρμάκων τα οποία συνήθως είναι πιο ακριβά. Τα πιο διαδεδομένα είναι τα νικοτινοειδή με κύριο εκπρόσωπο στην Ελλάδα το imidacloprid.

Η *M. persicae* εκτός από τον κύριο μηχανισμό ανθεκτικότητας, της αυξημένης δράσης της εστεράσης E4/FE4 έχει αναπτύξει και άλλους μηχανισμούς όπως μειωμένη ευαισθησία του ενζύμου ακετυλχολινεστεράση (Ache) και το μηχανισμό Kdr.

5.2.1 *Myzus persicae nicotianae*

Στις ανθεκτικές αφίδες *Myzus nicotianae* προσδιορίστηκε ο ίδιος μηχανισμός ανθεκτικότητας όπως στη *Myzus persica*. Οι τελευταίες πληροφορίες αναφέρουν για διαφορετικούς βιότυπους του ίδιου είδους.

Η αφίδα του καπνού εξακολουθεί να είναι ανθεκτική σε πολλά εντομοκτόνα. Σε βιοδοκιμές σε εργαστήριο στην Ελλάδα προσδιορίστηκε ανθεκτικότητα σε pirimicarb, methamidophos, triazamate, μέχρι 939, 19, και 20 φορές, αντίστοιχα στο carbosulfan παρατηρείται από 37 μέχρι 178 φορές ανθεκτικότητα.

Στο imidacloprid παρατηρείται από 8 έως 12 φορές ανεκτικότητα επειδή το imidacloprid έχει και μια αντιτροφική δράση στις αφίδες εκτός από τη θνησιμότητα πιθανόν ο συνδυασμός αυτών των δύο στην πράξη να δίνει έλεγχο (Devine *et al.* 1996). Όλα όμως τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει μια τάση για ανάπτυξη ανθεκτικότητας της αφίδας του καπνού στο imidacloprid και θα πρέπει να αναπτυχθεί μια στρατηγική στην εφαρμογή των προϊόντων αυτών για να διατηρήσουν το μεγάλο πλεονέκτημα που έχουν στον έλεγχο της αφίδας του καπνού. Αν είναι απαραίτητη η εφαρμογή κατά την καλλιεργητική περίοδο πρέπει να περιορίζεται σε μία έως δύο επεμβάσεις.

5.2.2 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

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.

5.2.3 Αυξημένη αποικοδόμιση εντομοκτόνων

Οι τρεις γνωστοί τύποι αποικοδόμησης 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 πυπερονιλίου (Piperonyl Butoxide) ή συγγενών ουσιών, που είναι γνωστές ως αναχαιπιστές του κυτοχρώματος 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 αντοχή 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)

5.2.4 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 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 στα μέρη του νευρικού άξονος που γίνεται η ανταλλαγή ιόντων Na, πύλες νατρίου (sodiumchannel). 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).

M. persicae

Η *M. persicae*, έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς να επιβιώνει στην εφαρμογή των εντομοκτόνων. Οι μηχανισμοί της ανθεκτικότητας είτε εμποδίζουν τα εντομοκτόνα να φτάσουν στο στόχο μέσα στο έντομο ή αλλάζουν τη σύνθεση του στόχου. Έτσι ο στόχος δεν είναι πλέον ευαίσθητος στα εντομοκτόνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Αντιμετώπιση της αφίδας *Myzus persicae* σε καλλιέργεια καπνού και ροδακινιάς.

Η αντιμετώπιση της αφίδας *Myzus persicae* και γενικά των επιζήμιων εντόμων, μπορεί να γίνει με χημική, βιολογική, ή ολοκληρωμένη καταπολέμηση.

6.2 Χημική καταπολέμηση

Η χημική καταπολέμηση ως μέθοδος χρησιμοποιεί μόνο χημικά μέσα για τη καταπολέμηση και τον περιορισμό των πληθυσμών των επιζήμιων εντόμων. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται εκλεκτικά εντομοκτόνα, που δεν εξοντώνουν τα ωφέλιμα εντομοφάγα και ακαρεοφάγα αρθρόποδα.

Η χημική μέθοδος έχει μεγάλα ποσοστά επιτυχίας, αλλά δημιουργεί πολλά προβλήματα. Το κυριότερο πρόβλημα είναι η καταστροφή του περιβάλλοντος από τα υπολείμματα των χημικών φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται «κατά κόρο» και δεν αποβάλλονται από το περιβάλλον. Με την αλόγιστη χρήση φυτοφαρμάκων τα έντομα έχουν δείξει ανθεκτικότητα σε αυτά, με αποτέλεσμα τα καινούρια φυτοφάρμακα να είναι πιο δυνατά, επιβαρύνοντας ακόμα περισσότερο το περιβάλλον. Τα έντομα με την ανθεκτικότητα που αποκτούν δεν μπορούν να καταπολεμηθούν εύκολα δημιουργώντας μεγάλα προβλήματα στις καλλιέργειες.

Η χημική καταπολέμηση δεν ενδείκνυται σε αστικές περιοχές. Στις αστικές περιοχές οι κάτοικοι δυσχεραίνονται όταν βλέπουν ψεκασμούς και δεν είναι αρεστοί στα πάρκα και στις παιδικές χαρές όπου τα παιδιά και οι ηλικιωμένοι περνάνε πολύ από το χρόνο τους. Το περιβάλλον των αστικών περιοχών είναι ήδη βεβαρημένο από πολλούς ρύπους και οποιαδήποτε επέμβαση με χημικά επιδεινώνει περισσότερο την άσχημη κατάσταση. Επίσης, πολλοί εχθροί έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα σε χημικά και πολλές φορές οι ψεκασμοί δεν είναι αποτελεσματικοί.

6.3 Χημική καταπολέμηση *Myzus persicae*

Στην Ελλάδα, τα νεονικοτινοειδή συχνά χρησιμοποιούνται εναντίον του *M. persicae* σε καλλιέργεια καπνού και ροδακινιάς. Το imidacloprid είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο εντομοκτόνο και έχει αντικαταστήσει τα εντομοκτόνα άλλων κατηγοριών. Στον καπνό το 45% των εντομοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν το 2003 ανήκαν στην τάξη των νεονικοτινοειδών. Αντιθέτως, στις ροδακινιές τα πυρεθροειδή χρησιμοποιούνται συχνότερα έναντι των νεονικοτινοειδών (40% έναντι 15% των νεονικοτινοειδών) λόγω της χρήσης τους για τον έλεγχο και άλλων εντομολογικών εχθρών. Οι μελέτες ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα στο *M. persicae* στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια είχαν βρει την ύπαρξη ανθεκτικότητας σε οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά, σπάνια στα πυρεθροειδή ενώ δεν είχε βρεθεί στα νεονικοτινοειδή εντομοκτόνα. Πιο συγκεκριμένα, ο Ιωαννίδης (1999) είχε βρει ότι οι πληθυσμοί του *M. persicae* από καπνό και ροδακινιές είχαν αναπτύξει ισχυρή ανθεκτικότητα στο pirimicarb και την τάση για ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο imidacloprid για τους πληθυσμούς που προέρχονται μόνο από καπνό. Επίσης, οι πληθυσμοί από την βόρεια Ελλάδα εμφάνισαν μεγάλα επίπεδα εστερασών. Ίδια αποτελέσματα είχαν βρει για τα έτη 1998 έως 2000 οι Cox και συνεργάτες (2004).

6.4 Βιολογική καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση έχει ως σκοπό τη χρησιμοποίηση καθαρά φυσικών μέσων αντιμετώπισης και περιορισμού των πληθυσμών των επιζήμιων εντόμων. Αυτή η προσπάθεια έχει ξεκινήσει εδώ και αρκετά χρόνια με τη χρήση ωφέλιμων εντόμων και ακάρεων και άλλων βιολογικών σκευασμάτων, όπως σκευάσματα με άλατα καλίου, λιπαρών οξέων, βάκιλλου, κ.ά. Σε σχέση με τη χημική καταπολέμηση τα αποτελέσματα είναι μονιμότερα και καλύτερα.

Η βιολογική καταπολέμηση έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, που όμως τα πρώτα είναι σαφώς σημαντικότερα για την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Πλεονεκτήματα

1. Δεν επιβαρύνεται το περιβάλλον με χημικά
2. Ασφάλεια στο χρήστη. Δεν απαιτούνται μέσα ατομικής προστασίας για την εξαπόλυση των ωφέλιμων εντόμων (μάσκα, γάντια, κλπ.)
3. Δεν αναπτύσσουν ανθεκτικότητα τα επιζήμια έντομα
4. Οι φυσικοί εχθροί σιγά-σιγά εγκαθίστανται και έχουν αποτελέσματα και τα επόμενα έτη και άρα απαιτούνται λιγότερες εξαπολύσεις (τα ήδη υπάρχοντα γηγενή ωφέλιμα έντομα αναπτύσσονται περισσότερο και υπάρχει η δυνατότητα να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ ωφέλιμων και βλαβερών εντόμων με συνέπεια τη μονιμότητα του αποτελέσματος της βιολογικής καταπολέμησης).

Μειονεκτήματα

1. Μεγάλο κόστος αγοράς ωφέλιμων εντόμων
2. Η εξαπόλυση πρέπει να γίνεται από άτομα που γνωρίζουν τη βιολογία των εντόμων.
3. Η εξαπόλυση πρέπει να γίνει την κατάλληλη χρονική στιγμή, ανάλογα με το στάδιο του βιολογικού κύκλου του επιζήμιου εντόμου. Παρόλο που η βιολογική καταπολέμηση είναι σχετικά καινούρια στο ευρύ κοινό η εμπειρία στη βιολογική καταπολέμηση στα θερμοκήπια και στις υπαίθριες καλλιέργειες είναι 30ετής και στο αστικό πράσινο 15ετής. Η συνεχής έρευνα στη βιολογική καταπολέμηση προσθέτει συνεχώς νέα είδη ωφέλιμων εντόμων στη βιολογική καλλιέργεια και οι σχετικές πληροφορίες αυξάνονται στην προσπάθεια εναλλακτικής αντιμετώπισης των προβλημάτων. Από όλα τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, η βιολογική καταπολέμηση είναι πιο σίγουρη, οικονομική και ασφαλής λύση για το περιβάλλον και τον άνθρωπο και πρακτικά εύκολα εφαρμόσιμη.

6.5 Βιολογική καταπολέμηση *Myzus persicae*

Ο έλεγχος της αφίδας *Myzus persicae nicotianae* βασίζεται κυρίως στα εντομοκτόνα. Ωστόσο, υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας έχουν παρουσιαστεί σε όλο τον κόσμο (Nauen & Elbert 2003) αλλά και στην Ελλάδα (Margaritoroulos *et al.* 2007). Έτσι μέθοδοι πιο φιλικές με το περιβάλλον πρέπει να βρεθούν για τον έλεγχο της. Συνήθως μειώνεται ο πληθυσμός των αφίδων από αρπακτικά, παράσιτα και παθογόνα. Μερικές οικογένειες με αρπακτικά έντομα, (πχ Coccinellidae) και οι προνύμφες με τα ενήλικα τρέφονται με αφίδες, ενώ σε άλλες οικογένειες (π.χ. Syrphidae και Chrysopidae) μόνο οι προνύμφες είναι θηρευτές.

Τα αρπακτικά έντομα της οικογένειας Coccinellidae είναι συνδεδεμένα με το βιολογικό έλεγχο των έχθρων περισσότερο από οποιαδήποτε άλλα αρπακτικά έντομα. Τα αρπακτικά Coccinellidae είναι σημαντικοί φυσικοί εχθροί επιζήμιων εντόμων όπως αφίδες, αλευρώδεις, ακάρεα κ.α. (Obrycki & Kring 1998).



Εικόνα 6. *Coccinella septempunctata* L

Τα είδη *Coccinella septempunctata* L, *Hippodamia variegata* (Goeze) και *Hippodamia (Semiadalia) undecimnotata* (Schneider) αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των φυσικώς συναντώμενων ωφέλιμων εντόμων που ασκούν βιολογική καταπολέμηση στις αφίδες.

Τα είδη *H. undecimnotata*, *H. variegata* και *C. Septempunctata* είναι μερικά από τα κυριότερα αρπακτικά αφίδων, καθώς παρ'ότι είναι πολυφάγα επιδεικνύουν μια προτίμηση στις αφίδες και έτσι αποτελούν σημαντικούς παράγοντες περιορισμού των πληθυσμών τους (Hodek 1973).

6.6 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση

Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση αφορά στον συνδυασμό όλων των διαθέσιμων μεθόδων καταπολέμησης με ιδιαίτερη έμφαση στις μεθόδους που είναι εναλλακτικές ως προς τη χημική μέθοδο. Αυτές οι μέθοδοι είναι κυρίως οι:

- Χημικές
- Βιολογικές
- Βιοτεχνολογικές
- Μηχανικές
- Γενετικές
- Καλλιεργητικά μέσα.

Ένας γενικά αποδεκτός όρος για το τι είναι η ολοκληρωμένη καταπολέμηση είναι:

«Ένα σύστημα οικολογικά προσανατολισμένης διαχείρισης ή χειρισμού των πληθυσμών των βλαβερών οργανισμών, για τα φυτά, που χρησιμοποιεί όλες τις κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους σε συνδυασμό με σκοπό τον περιορισμό του πληθυσμού τους σε τέτοια επίπεδα που να μην επιφέρουν οικονομική ζημιά στην καλλιέργεια»

Η χημική μέθοδος χρησιμοποιείται όταν οι άλλες μέθοδοι δεν έχουν αποτέλεσμα και με τέτοιο τρόπο ώστε να έχει τις δυνατό μικρότερες επιδράσεις στις βιολογικές μεθόδους.

Στη βιολογική μέθοδο προσπαθούμε να διατηρήσουμε τα ιθαγενή ωφέλιμα έντομα και να αυξήσουμε τον πληθυσμό τους ή να εξαπολύσουμε ωφέλιμα επιδιώκοντας την εγκατάστασή τους στην καλλιέργεια.

Στην κατηγορία της βιοτεχνολογικής μεθόδου κατατάσσονται τα γενετικώς τροποποιημένα φυτά, που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε προσβολές εντόμων.

Στη μηχανική μέθοδο χρησιμοποιούμε παγίδες προσελκύοντας έντομα με οπτικά, οσφρητικά και τροφικά ερεθίσματα.

Στη **γενετική** μέθοδο γίνεται μαζική εκτροφή και στείρωση βλαβερών εντόμων. Έπειτα τα στείρα έντομα εξαπολύονται, ώστε να συζευχθούν με τον άτομα του άγριου πληθυσμού και να επέλθει η μείωση του αναπαραγωγικού δυναμικού.

Στα **καλλιεργητικά μέτρα** εντάσσεται η καλή κατεργασία του εδάφους, η αμειψισπορά και η χρήση ανθεκτικών φυτών, με σκοπό τη θανάτωση των εντόμων που σε κάποιο στάδιο της ζωής τους βρίσκονται στο έδαφος.

Για την εφαρμογή της **ολοκληρωμένης καταπολέμησης** πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις:

1. Η γνώση της βιοοικολογίας ούτως ώστε να υπάρχει η πλήρης γνώση των εχθρών της επιμέρους καλλιέργειας αλλά και των φυσικών εχθρών τους.
2. Να υπάρχουν μέθοδοι που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτός από τη χημική μέθοδο.
3. Η ύπαρξη μίας μεθόδου όπου να είναι εφικτή η παρατήρηση των εχθρών της καλλιέργειας ως προς την εμφάνισή τους, αλλά και ως προς την έκβαση του πληθυσμού στα έντομα που προσβάλλουν την καλλιέργεια, αλλά και την έκβαση της πορείας του πληθυσμού των ωφέλιμων εντόμων. Ο καλύτερος τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι ο τακτικός οπτικός έλεγχος.
4. Ο καθορισμός "ορίου ανεκτής πυκνότητας" και αντίστοιχης "πυκνότητας ή ορίου επέμβασης" για κάθε εχθρό. Το "όριο ανεκτής πυκνότητας" θεωρείται το ύψος του πληθυσμού του ζημιογόνου εντόμου όπου εάν ξεπεραστεί θα προκληθεί οικονομικά σημαντική ζημιά στην καλλιέργεια. Η "πυκνότητα επέμβασης" είναι το όριο εκείνο κατά το οποίο λαμβάνονται τα μέτρα καταπολέμησης και συνήθως είναι λίγο πιο κάτω από το όριο ανεκτής πυκνότητας ώστε να προληφθεί σημαντική οικονομική ζημιά για την καλλιέργεια.
5. Η σύνταξη ενός συστήματος τέτοιου που να συνδυάζει παράγοντες και στοιχεία ώστε να μπορεί να εφαρμοστεί στην πράξη. Γενικότερα, πρέπει να συνεργαστούν επιστήμονες, τεχνικοί και παραγωγοί ώστε να παραχθεί μία μέθοδος φυτοπροστασίας που να πληρεί τις απαραίτητες προαναφερθείσες προϋποθέσεις και να είναι εφικτό ως προς την εφαρμογή του στην καλλιέργεια (Τζανακάκης-Κατσόγιαννος, 2003).

6.7 Ολοκληρωμένη καταπολέμηση του *Myzus persicae*

Οι αφίδες έχουν πολλούς φυσικούς εχθρούς (ωφέλιμα), είδη αρπακτικών εντόμων Νευροπτέρων, Κολεοπτέρων, Διπτέρων ή παρασιτοειδών υμενοπτέρων, που ελέγχουν τον πληθυσμό τους και που πρέπει να προστατεύονται.

Το κλάδεμα πρέπει να επιτρέπει τον καλό αερισμό, φωτισμό αλλά και ψεκασμό του φυλλώματος. Σε περιοχές που παρατηρείται σημαντική προσβολή και εφόσον υπάρχουν αρκετές ωτοκίες γίνεται ψεκασμός πριν την έκπτυξη των οφθαλμών με παραφινικό λάδι ή σε συνδυασμό με εντομοκτόνο (π.χ. νεονικοτινοειδές) ή και νωρίτερα το χειμώνα με ορυκτέλαια μόνα τους ή σε συνδυασμό με πυρεθροειδή ή οργανοφωσφορικά, για να θανατωθούν τα αυγά των αφίδων και να έχουμε αργότερα σχετικά χαμηλούς πληθυσμούς να αντιμετωπίσουμε. Την άνοιξη πρέπει να παρατηρούνται τακτικά τα δέντρα από το στάδιο της ρόδινης κορυφής; και να εξετάζεται η νεαρή βλάστηση ώστε να επέμβουμε με τις πρώτες αποικίες της 1ης γενιάς. Μπορεί να χρειασθούν ψεκασμοί στη ρόδινη κορυφή, στην πτώση πετάλων, στην απόσπασση του κάλυκα και αναλόγως των κλιματικών συνθηκών ίσως και κατά την αύξηση των καρπιδίων. Σε περίπτωση που η προσβολή τείνει να ξεπεράσει το όριο ανεκτής πυκνότητας ή προσβολής (κατώφλι πέρα από το οποίο η ζημιά θα είναι οικονομικής σημασίας και απαιτείται επέμβαση) και εφόσον αναμένεται γρήγορη ανάπτυξη και έξαρση των πληθυσμών λόγω ευνοϊκών καιρικών συνθηκών και όχι ικανής παρουσίας ωφελίμων, προτείνεται ψεκασμός. Αυτός πρέπει να γίνεται έγκαιρα πριν το καρούλιασμα των φύλλων, που οι αφίδες είναι ακόμα αρκετά εκτεθειμένες και φυσικά πριν πυκνώσουν πολύ οι αποικίες και παραχθούν πτερωτά άτομα. Όπου έχει καθορισθεί πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το κατώφλι Επέμβασης. Χρειάζεται προσοχή και ετοιμότητα άμεσης επέμβασης σε ευνοϊκές για τις αφίδες συνθήκες γιατί αναπτύσσονται γρήγορα μεγάλους πληθυσμούς.

Παράδειγμα Κατωφλίων Επέμβασης στην Ιταλία είναι το είδος *Myzus persicae* μόλις το ποσοστό φυτικών οργάνων με προσβολή φθάσει το 7%, αλλά αυτό πρέπει να ελέγχεται για τις συνθήκες κάθε περιοχής. Στη χώρα μας οι Γεωργικές Προειδοποιήσεις προτείνουν άμεση επέμβαση

μόλις διαπιστωθεί προσβολή στο 10% των νέων βλαστών. Πρέπει να γίνεται επιλογή κατάλληλου εντομοκτόνου ή κατάλληλου τρόπου εφαρμογής; ώστε ο ψεκασμός να είναι αποτελεσματικός κατά των αφίδων και εκλεκτικός (χρονικά, τοπικά ή από άποψη δόσης) για τα ωφέλιμα. Ψεκασμοί μπορεί να απαιτηθούν και αργότερα ανάλογα με την πορεία και σοβαρότητα της προσβολής και για αυξημένη αποτελεσματικότητα μπορεί να χρησιμοποιούνται εντομοκτόνα σε μίγμα με «λάδι».

Έχουν ήδη δημιουργηθεί ανθεκτικοί πληθυσμοί αφίδων σε πολλές ομάδες εντομοκτόνων και σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως κατά κανόνα νεονικοτινοειδή με αποτέλεσμα να είναι ορατός ο κίνδυνος ανάπτυξης ανθεκτικότητας; και σ' αυτά στο άμεσο μέλλον. Γι' αυτό πρέπει να γίνεται χρήση μιγμάτων εντομοκτόνων διαφορετικού τρόπου ή θέσης δράσης και δεν πρέπει να γίνεται υπέρβαση δόσεων. Καλό είναι επίσης να αφήνονται απέκαστα μικρά τμήματα-καταφύγια στον οπωρώνα και φράκτες με αυτοφυή, όπου θα καταφύγουν και θα επιβιώσουν και ευαίσθητα άτομα αφίδων εκτός από τα ανθεκτικά και κατά συνέπεια και ωφέλιμα έντομα.

Γενικά οι ψεκασμοί για λεπιδόπτερα και κοκκοειδή ελέγχουν και τις αφίδες αλλά κάποιες χρονιές ιδιαίτερα με υγρή άνοιξη μπορεί οι αφίδες να παρουσιάσουν έξαρση. Τότε γίνονται ειδικοί για τις αφίδες ψεκασμοί και χρησιμοποιούνται τα νεονικοτινοειδή εντομοκτόνα: acetamiprid, imidacloprid, thiacloprid, thiamethoxam καθώς και το εκλεκτικό pymetrozine (ενώ επίσης προσφέρει και προστασία από τους αφίδομεταδιδόμενους ιούς). Επίσης τα azadirachtin και rotenone, ενώδραση κατά των αφίδων έχουν και πυρεθροειδή που χρησιμοποιούνται κατά λεπιδοπτέρων, όπως τα alpha cypermethrin, bifenthrin, deltamethrin, tau-fluvalinate κ.α., ενώ μπορεί να εφαρμόζονται και σε συνδυασμό με νεονικοτινοειδή.

Ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα για την καλλιέργεια έχει η χρήση νεονικοτινιδών εντομοκτόνων με το νερό της μεταφύτευσης (Σκούρας 2009). Η μέθοδος αυτή προσφέρει κάλυψη από την αφίδα για περισσότερο από ένα μήνα χωρίς να έχει επίδραση σε φυσικούς εχθρούς. Το μόνο αρνητικό αποτέλεσμα της μεθόδου αυτής είναι η αύξηση της πίεσης επιλογής για ανθεκτικούς σε νεονικοτινιδή εντομοκτόνα κλώνους της αφίδας.

Βιβλιογραφία

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

Blackman, R. L. (1972) The inheritance of life-cycle differences in *Myzus persicae* (Sulz.) (Hem., Aphididae). *Bulletin of Entomological Research* 62, 281-294.

Blackman, R. L. 1974. Life cycle variation of *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom.,Aphididae) in different parts of the world, in relation to genotype and environment. *Bulletin of Entomological Research*, 63: 595-607.

Blackman, R. L. & H. Takada (1975) A naturally occurring chromosomal translocation in *Myzus persicae* (Sulzer). *Journal of Entomology* 50, 147-156.

Blackman, R. L. (1978) Early development of the parthenogenetic egg in three species of aphids (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology* 7, 33-44.

Blackman, R. L. 1980. Chromosomes and parthenogenesis in aphids. pp.133-148. *In*: Blackman, R. L., Hewitt, G. M. & Ashburner M. (Eds), *Insect Cytogenetics*. 10th Symposium of the Royal Entomological Society of London, Blackwell, Oxford.

Blackman, R. L. 1987. Morphological discrimination of a tobacco-feeding form from *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), and a key to New World *Myzus* (*Nectarosiphon*) species. *Bulletin of Entomological Research*, 77: 713–730.

Blackman, R.L. & Spence, J.M. (1992) Electrophoretic distinction between the peach-potato aphid, *Myzus persicae* and the tobacco aphid, *Myzus nicotianiae* (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research* 82, 161-165.

Blackman, R. L., J. M. Spence, L. M. Field & Devonshire, A. L. (1999) Variation in the chromosomal distribution of amplified esterase (*FE4*) genes in Greek field populations of *Myzus persicae* (Sulzer). *Heredity* 82, 180-186.

Blackman, R. L. & V. F. Eastop. 2006. Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. Two volumens. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, U.S.A. 1024 pp.

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**, 274-258.

Bonner, J. T. 1988. The Evolution of Complexity by Means of Natural Selection. Princeton: Princeton University Press. 272pp.

Brunt A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M. J., Gibbs, A. J. & Watson, L. (1996) *Viruses of plants. Descriptions and Lists from the VIDE Database.* Cab b

Clements, K.M., Wiegmann, B.M., Sorenson, C.E., Smith, C.F., Neese, P.A. and Roe, R.M. 2000b. Genetic variation in the *Myzus persicae* complex (Homoptera: Aphididae): evidence for a single species. *Annals of the Entomological Society of America*, 93: 31–46.

Cox, D., Denholm, I. & Devonshire, A. 2004. Monitoring of insecticide resistance in *Myzus persicae* from Greece. pp. 275-280 in Simon, J.-C., Dedryver, C.A., Rispe, C. & Hullé, M. (Eds.) *Aphids in a new millennium.* INRA Editions, Paris.

De Jong, J. K. (1929) Enkele resultaten van het onderzoek naar de biologie van de tabaksluis *Myzus persicae* Sulzer. *Bulletin van het Deli Proefstation te Medan* **28**, 1-36.

Denholm, I. & Jespersen, J. B. (1998) Insecticide resistance management in Europe: recent developments and prospects. *Pesticide Science* **52**, 153-159.

Devonshire, A.L., (1997) Use of biochemical and DNA diagnostics for characterising multiple mechanisms of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* Sulzer. *Pesticide Science* **51**, 283-289.

Devine, G.J., Harling, Z.K., Scarr, A.W. & Devonshire, A.L. 1996. Resistance to lethal and sublethal effects of imidacloprid in nicotine tolerant *Myzus nicotianae* and *Myzus persicae*. *Pesticide Science*, 48: 57-62.

Dixon, A.F.G. 1973. Biology of Aphids. London: Edward Arnold 58 pp

Dixon, A. F. G. 1966. The effect of the population density and nutritive status of the host on the summer reproductive activity of the sycamore aphid, *Drepanosiphum platanoides* (Suchr.). Journal of Animal Ecology 35: 105-112.

Dixon, A.F.G. & Kundu, R. 1994. Ecology of host alternation in aphids. European Journal of Entomology, 91: 63-70.

Eastop, V.F. and Blackman, R.L. 2005. Some new synonyms in Aphididae. Zootaxa, 1089: 1–36.

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

Fereres, A. & Collar, J.L. 2001. Analysis of noncirculative transmission by electrical penetration graphs. In Virus-Insect-Plant Interactions. Edited by K. F. Harris, O. P. Smith & J. E. Duffus. San Diego, CA: Academic Press.

Field, L. M., Anderson, A. P., Denholm, I., Foster, S.P., Harling, Z.K., Javed, N., Martinez-Torres, D., Moores, G.D., Williamson, M.S., Blackman, R. L. & Eastop, V. F. 2000. *Aphids of the World's Crops: An Identification and Information Guide*. Second edition. John Wiley & Sons Publications, London.

Field, L.M., Javed, N., Stribley, M.F. and Devonshire, A.L. 1994. The peach–potato aphid, *Myzus persicae*, and the tobacco aphid, *M.nicotianae*, have the same esterase-based mechanism of insecticide resistance. Insect Molecular Biology, 3: 143–148.

Field, L.M. and Devonshire, A.L. 1997. Structure and organisation of amplicons containing the E4 esterase genes responsible for insecticide resistance in the aphid *Myzus persicae* (Sulzer). Biochemical Journal, 322.867-871

Field, L. M., Anderson, A. P., Denholm, I., Foster, S.P., Harling, Z.K., Javed, N., Martinez-Torres, D., Moores, G.D., Williamson, M.S., Devonshire, A.L., (1997) Use of biochemical and DNA diagnostics for characterising multiple mechanisms of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* Sulzer. *Pesticide Science* 51, 283-289.

Field, L. & Blackman, R. 2003. Insecticide resistance in the aphid *Myzus persicae* (Sulzer): chromosome location and epigenetic effects on esterase gene expression in clonal lineages. *Biological Journal of the Linnean Society*, 79: 107–113.

Foster, S. P., Denholm, I. & Thompson, R. (2002) Bioassay and field-simulator studies of the efficacy of pymetrozine against peach-potato aphids, (Hemiptera: Aphididae), possessing different mechanisms of insecticide resistance. *Pest Management Science* 58, 805-810.

Georghiou, G.P., 1983. Management of resistance in arthropods. In: Georghiou, G.P., Saito, T. (Eds.), *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum, New York, pp. 769–792.

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

Hille, R. & Lambers, D. 1953. Contribution to a monograph of the Aphididae of Europe. *V. Temminckia*, 9: 1-176.

Istock, C. A. 1967. The evolution of complex life history phenomena: an ecological perspective. *Evolution*, 21: 211-234.

Jones, M. G. 1942. A description of *Aphis (Doralis) rumicis*, L. and comparison with *Aphis (Doralis) fabae*, Scop. *Bulletin of Entomological Research*, 33: 5-20.

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

Kennedy, J. S., Day, M. F. & Eastop, V. F. (1962) *A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses*. Commonwealth Institute of Entomology, London.

Kundu, R. & Dixon, A. F. G. 1995. Evolution of complex life cycles. *Journal of Animal Ecology*, 64: 245-255.

Lees, A. D. 1966. The Control of polymorphism in aphids. *Advances Insect Physiology*, 3: 207-277.

Mackenzie, A & Dixon, A. F. G. 1990. Host alternation in aphids: constraint versus optimization. *American Naturalist*, 136: 132-134.

Margaritopoulos, J.T., Mamuris, Z. and Tsitsipis, J.A. 1998. Attempted discrimination of *Myzus persicae* (Sulzer) and *Myzus nicotianae*

Blackman(Homoptera: Aphididae) by Random Amplified Polymorphic DNAPolymerase Chain Reaction technique. *Annals of the Entomological Society of America*, 91: 602–607.

Margaritopoulos, J. T., Tsitsipis, J. A., Zintzaras, E. & Blackman, R. L. (2000) Host-correlated morphological variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) populations in Greece. *Bulletin of Entomological Research* **90**, 233-244.

Margaritopoulos, J. T., Tsitsipis, J. A., Goudoudaki S. & Blackman, R. L. (2002) Life cycle variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) in Greece. *Bulletin of Entomological Research* **92**, 309-319

Margaritopoulos, J. T., R. L. Blackman, J. A. Tsitsipis and L. Sannino 2003. Coexistence of different host-adapted forms of *Myzus persicae* in the region of Caserta in South Italy. *Bulletin of Entomological Research*, 93: 131–135.

Margaritopoulos, J. T., Tsourapas, C., Tzortzi, M., Kanavaki, O. M. & Tsitsipis, J. A. (2005) Host selection by winged colonisers within the *Myzus persicae* group: a contribution towards understanding host specialization. *Ecological Entomology* **30**, 406-418.

Margaritopoulos, J.T., Gotosopoulos, B., Mamuris, Z., Skouras, P.J., Voudouris, K.C., Bacandritsos, N., Fantinou A.A., Tsitsipis J.A., 2007. Genetic variation among Mediterranean populations of *Sesamianonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) as revealed by RFLP mtDNA analysis. *Bulletin of Entomological Research*, 3: 299-308.

Miyazaki, M. (1987) Morphology of Aphids. pp. 1-25. *In* Minks A.K. & Harrewijn, P. (eds.), *Aphids Their Biology, Natural Enemies and Control*, 2A. Elsevier, Amsterdam.

Müller, F. P. (1954) Holozyklie und Anholozyklie bei der grünen Pflirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulzer). *Zeitschrift für angewandte Entomologie* **36**, 369-380.

Müller, F. P. (1958) Bionomische Rassen der Grünen Pflirsichblattlaus *Myzus persicae* (Sulz.). *Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg* **4**, 200-233.

Nauen, R. & Elbert, A. 2003. European monitoring of resistance to insecticides in *M. persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to imidacloprid. *Bulletin of Entomological Research*, 93: 47-54

Moran, N.A. 1983. Seasonal shifts in host usage in *Uroleucon gravicorne* (Hemiptera: Aphididae) and implications for the evolution of host alternation in aphids. *Ecological Entomology*, 8: 371-382.

Moran, N. A. 1988. The evolution of host-plant alternation in aphids: evidence for specialisation as a dead end. *American Naturalist*, 132: 681-706.

Moran, N. A. 1990. Aphid life cycles: two evolutionary steps. *American Naturalist*, 136: 135-138.

Nault L.R. 1997. Arthropod transmission of plant viruses: a new synthesis. *Annals of the Entomological Society of America* 90: 521 – 548.

Obrycki, J.J. & Kring, T.J. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 43: 295-321.

Remaudière, G. & Remaudière., M. 1997. *Catalogue of the World's Aphididae (Hemiptera, Aphidoidea)*. INRA, Paris.

Rivnay, E. (1962) *Field Crop Pests in the Near East*. W. Junk, Den Haag.

Shaposhnikov, G. C. 1951. Evoljucija nekotorych grup thej v svyazi s zevoljuciej rozocvetnych (Evolution of some groups of aphids associated with the Rosaceae). *Izdattel'stuo Akademii Nauk SSr*, 1: 23-60.

Shaposhnikov, G.C. 1956. Filogeneticeskoe obosnovane sistemy korolkochvon stych thej (Anuraphidina) ucetom ich sujazej s rasteniami (The phylogenetic basis of the systematics of the sort-tailed aphids (Anuraphidina) with reference to their relationships with hosts). *Trudy Zoologiceskogo Instituta Akademii Nauk SSSR*, 23, 215-320.

Shaposhnikov, G.C. 1987. Evolution of aphids in relation to evolution of plants. pp. 409-414. *In* Minks, A. K. & Harrewijn, P. (Eds), *Aphids their Biology, Natural Enemies and Control 2A*. Elsevier, Amsterdam.

Takada, H. (1986) Genotype composition and insecticide resistance of Japanese population of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 102, 19-38.

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

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.

Vogler, A. P., and R. Desalle. 1994. Evolution and phylogenetic information

Waldhauer, W. (1953) Über Rassendifferenzierung im Formenkreis der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulzer). *NachrBl. dt. PflSchutzdienst, Berl.* 7, 95-99.

Waldhauer, W. (1957) Untersuchungen an Klonen der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (Sulzer) zur Frage ihrer virginogenen Überwinterung. (Inaug. Diss.) 115 pp. Bonn, Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulzer) Rheinische Friedrich Wilhelms-Universität.

Way, M. J. and C. J. Banks. 1968. Population studies on the active stages of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop., on its winter host *Euonymus europaeus* L. *Annals of Applied Biology*, 62, 177-197.

Weed, C.L. 1896. The hibernation of aphids. *Psyche*, 7: 351-362.

Wilbur, H. M. 1980. Complex life cycles. *Annual Review of Ecological Systems*, 11: 67-93.

Zagorovskii, A.V. (1947) Leaf peach aphid (*Myzodes persicae* Sulzer) as a tobacco pest in Uzbekistan and measures for its control. 45 pp. Frunze Zos, Vsesoyuzny Institute Tabaka and Makhorki (in Russian). [Cited in Kolesova et al., 1980].

Zitoudi, K., Margaritopoulos, J. T., Mamuris, Z. & Tsitsipis, J. A. (2001) Genetic variation in *Myzus persicae* populations associated with host-plant and life cycle category. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99, 303–311.

Ελληνική βιβλιογραφία

Ζάρπας, Κ.Δ. 2006. Μελέτη της δυναμικής πληθυσμών της αφίδας *Aphisgossypii* Glover. *Διδακτορική Διατριβή*. Νέα Ιωνία Μαγνησίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ιωαννίδης Φ.Μ. 1999. Προβλήματα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα στην Ελλάδα. Πρακτικά Συμποσίου: Αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα. Αγρότυπος, σελ 272.

Τζανακάκης Μ.Ε, Κατσόγιαννος Β. Ι. 2003. Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου. Σελίδες 11-15, 27-28, 58-67, 82-84, 76, 204, 205-209, 56.

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

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

Σφακιωτάκης Ε., (1993). Γενική Δενδροκομία. Εκδόσεις Τυρο Μαν, Θεσσαλονίκη.

Στυλιανίδης Δ.Κ., Ισαακίδης Α., Σωτηρόπουλος Θ.Ε. και Ι. Παπαδάκης (2007). ΡΟΔΑΚΙΝΙΑ (ΡΩΔΑΚΙΝΙΑ) Βοτανική ταξινόμηση Καταγωγή - Οδικός χάρτης - Ονοματολογία - Πορεία στην Ελλάδα. Εφημερίδα ΛΑΟΣ

Σφακιωτάκης Ε., (1993). Γενική Δενδροκομία. Εκδόσεις Τυρο Μαν, Θεσσαλονίκη.

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

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

http://www.agro-help.com/2010/03/blog-post_20.html

http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,56,35&sel2=sel2a,6&asth_id=196

http://www.bayercropscience.gr/index.asp?a_id=210&sel1=sel1a,56,35&sel2=sel2a,6&asth_id=193