

**Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**Η μετάδοση του Ιού Υ της πατάτας από την  
αφίδα *Myzus persicae***



**ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**ΑΓΡΙΟΠΟΥΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ**

# ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**Επιβλέπων Καθηγητής: Παναγιώτης Σκούρας**

## Τριμελής επιτροπή

ρ Σταθάς Γ, Αναπληρωτής καθηγητής Εντομολογίας, ΤΕΙ Καλαμάτας.

ρ Κάρτσωνας Ε, Καθηγητής Εφαρμογών, ΤΕΙ Καλαμάτας.

ρ Σκούρας Π, Επιστημονικός Συνεργάτης, ΤΕΙ Καλαμάτας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Περίληψη</b>	<b>σελ. 5</b>
<b>Κεφάλαιο 1° Αφίδες</b>	
1.1 Εισαγωγή	8
1.2 Βιολογικός κύκλος των αφίδων	10
<b>Κεφάλαιο 2° Η αφίδα <i>Myzus persicae</i></b>	
2.1 Γενικά	14
2.2 Βιολογικός κύκλος της <i>Myzus persicae</i>	17
2.3 Καταπολέμηση- Αντιμετώπιση της <i>M. Persicae</i>	19
2.3.1 Χημική καταπολέμηση	19
2.3.2 Καταπολέμηση με φυσικό τρόπο	19
2.3.3 Βιολογική καταπολέμηση	20
2.4 Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα	22
2.5 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας και διαχείριση	23
2.6 Πως επιτυγχάνεται η ανάπτυξη ανθεκτικότητας	24
2.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανθεκτικότητας	24
2.8 Ανθεκτικότητα της <i>M. persicae</i> σε εντομοκτόνα	25
<b>Κεφάλαιο 3° Οι ιοί των φυτών</b>	
3.1 Γενικά	26
3.2 Ανίχνευση των ιών των φυτών	27
3.3 Γιατί είναι σημαντικοί οι ιοί	28
3.4 Πως μεταδίδονται οι ιοί	30
3.5 Πως οι ιοί μολύνουν τα κύτταρα	32
<b>Κεφάλαιο 4° Ο ιός Υ της πατάτας (PVY) και η μετάδοσή του από την αφίδα <i>M. Persicae</i></b>	
4.1 Γενικά	33
4.2 Φυσικοί ξενιστές και συμπτώματα	34

4.3 Μηχανισμοί μετάδοσης	35
4.3.1 Μετάδοση με μη-έμμοно τρόπο	35
4.3.2 Μετάδοση με ημί-έμμοно τρόπο	36
4.3.3 Μετάδοση με έμμοно τρόπο	37
4.4. Μετάδοση του ιού PVY	39
Βιβλιογραφία	41

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ἡ αφίδα *Myzus persicae* αποτελεί ένα είδος με μεγάλη ικανότητα μετάδοσης του ιού PVY στην πατάτα κ τον καπνό. Στην παρούσα πτυχιακή θα δούμε τι είναι οι αφίδες, πως ζουν εις βάρος των φυτών, τα χαρακτηριστικά τους και τον βιολογικό τους κύκλο.

Τόσο τα πτερωτά όσο και τα άπτερα άτομα της αφίδας *M. Persicae* μπορούν να προκαλέσουν εξίσου σημαντικές ζημιές στα φυτά όπως εξασθένιση και μάρανση των φύλλων, μεταφορά πολλών ασθενειών δεδομένου ότι οι αφίδες αυτές μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με τον άνεμο, καθώς και μείωση της ανάπτυξης του φυτού.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι αντιμετώπισης της αφίδας *M. persicae* όπως με χημική καταπολέμηση , π.χ. χρήση ορισμένων εντομοκτόνων στα φυτά και με φυσικό τρόπο. Ακόμα, υπάρχει και η βιολογική καταπολέμηση με τη χρήση ωφέλιμων εντόμων π.χ. πασχαλίτσα *Coccinella septempunctata*.

Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου τα έντομα μπορούν να αναπτύξουν ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα, με αποτέλεσμα η παρουσία ανθεκτικότητας σε πληθυσμούς εντόμων να δημιουργεί σοβαρά προβλήματα. Ανθεκτικότητα σε κάποιο εντομοκτόνο αποκτούν τα έντομα από την άσκοπη και υπερβολική δόση του εντομοκτόνου. Σημαντικοί είναι και οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανθεκτικότητας.

Οι ιοί που μεταφέρουν οι αφίδες μπορούμε να τους ανιχνεύσουμε με διάφορες μεθόδους. Είναι εξίσου σημαντικοί γιατί προκαλούν πολλές ασθένειες των φυτών και είναι υπεύθυνοι για τις τεράστιες απώλειες της φυτικής παραγωγής και της ποιότητας σε όλα τα μέρη του κόσμου.

Οι ιοί δεν είναι δυνατόν να ελέγχονται άμεσα από την εφαρμογή χημικών. Ο καλύτερος έλεγχος είναι η πρόληψη με διάφορα μέσα.

Μπορούν να μεταδοθούν με το σπόρο, με αγενή πολλαπλασιασμό, με διάνυσμα, με μηχανικά μέσα αλλά κυρίως με έντομα π.χ. αφίδες.

Ο ιός Y της πατάτας (PVY) είναι ο πιο σημαντικότερος εντομομεταδιδόμενος ιός στην Ελλάδα και διεθνώς. Μεταδίδεται με μη-έμμονο τρόπο και είναι πολύ δύσκολο να καταπολεμηθεί. Υπάρχουν όμως μέτρα που έχουν ως στόχο τη μείωση του αριθμού των φορέων του ιού.

Τέλος, ο PVY μεταδίδεται μηχανικά ή με χυμό, με αφίδες. Η πράσινη αφίδα του ροδακινιού *M.persicae* είναι ο πιο ικανός φορέας μετάδοσης του ιού Y της πατάτας, με βαθμό ικανότητας που κυμαίνεται από 8% έως 64%.

## Abstract

*Myzus persicae* is an important pest of many solanaceous crops and an efficient vector of the non-persistent potato virus Y (PVY). Within this aphid species two taxa have been described, the tobacco-specialist subspecies *M. persicae nicotianae* Blackman and the *M. persicae* s.str. which colonises other than tobacco crops.

Generally both taxa showed similar transmission efficiency irrespective of the genotypes and morphs. The short inoculation time affected adversely the transmission by the generalist taxon. This might be related with the different probing behaviour of winged females of the two taxa during the early phase of host selection.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο επιβλέποντα ρ. Εντομολογίας κ. Παναγιώτη Σκούρα για την υπόδειξη του συγκεκριμένου θέματος καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του σε όλα τα στάδια της πτυχιακής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τα μέλη της επιτροπής τον κ. Σταθά Γ. Αναπληρωτής καθηγητής εντομολογίας και τον κ. Κάρτσωνα Ε. Καθηγητής εφαρμογών.

Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου που με στήριξαν οικονομικά και ψυχικά όλα αυτά τα χρόνια και για τη συμπαράσταση που μου έδειξαν.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον άντρα μου για την υπομονή και τη στήριξη που μου πρόσφερε όλα αυτά τα χρόνια και που συνεχίζει να μου προσφέρει.



## Κεφάλαιο 1°

### Αφίδες

#### 1.1 Εισαγωγή

Είναι έντομα που εμφανίζονται συχνά σε πολλές καλλιέργειες και είναι γνωστά ως μελίγκρες. Οι αφίδες είναι ομόπτερα που ανήκουν στην οικογένεια Aphididae, που είναι μια από τις τρεις οικογένειες της υπεριοικογένειας Aphidoidea στη σειρά Sternorrhyncha της τάξης Hemiptera, στην οποία έχουν περιγραφεί περίπου 4000 είδη. Οι δύο άλλες οικογένειες είναι η Adelgidae, ή αλλιώς η τριχωτή αφίδα των κωνοφόρων, και η Phylloxeridae, της οποίας τα είδη σχετίζονται με δένδρα αλλά περιλαμβάνουν και την φυλλοξήρα *Viteus (=Daktulosphaira) vitifoliae*.

Οι αφίδες διατρέφονται από το χυμό των φυτικών ιστών. Είναι μυζητικά έντομα και τρέφονται σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους. Εισάγοντας τα στοματικά τους μόρια στα αγγεία των φύλλων και βλαστών απομυζούν τους φυτικούς χυμούς. Επειδή ο φυτικός χυμός είναι πλούσιος σε σάκχαρα, αλλά πτωχός σε άλλα θρεπτικά απαραίτητα στις αφίδες, οι αφίδες εκκρίνουν την επιπλέον ποσότητα σακχάρων με τη μορφή μελιτώματος. Αφαιρούν μεγάλη ποσότητα χυμού από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστροφή και χλώρωση των φύλλων. Τα άφθονα μελιτώδη απεκρίματα ορισμένων ειδών ρυπαίνουν το φύλλωμα και τους καρπούς και ευνοούν την εμφάνιση καπνιάς, που δημιουργείται από ανάπτυξη σαπροφυτικών μυκήτων. Σε πολλά είδη έχουν αναπτυχθεί σχέσεις συμβίωσης με μυρμήγκια, τα οποία συλλέγουν τα μελιτώδη απεκκρίματα προστατεύοντας τις αφίδες από διάφορους εχθρούς (Dixon 1973). Η παρθενογενετική αναπαραγωγή σε συνδυασμό με το μικρό χρόνο κάθε γενιάς, επιτρέπουν στις αφίδες να αυξάνουν τον πληθυσμό τους ιδιαίτερα γρήγορα.

Οι αφίδες είναι μικρά έντομα μήκους 1-10mm με επίμηκες μαλακό σώμα, το χρώμα των οποίων είναι ανοιχτό ή κιτρινοπράσινο, σε υψηλές θερμοκρασίες μερικές φορές είναι ανοιχτό ροζ. (Εικόνα 1).



**Εικόνα 1.** Αφίδες πάνω σε φυτό που έχουν ανοιχτό ροζ χρώμα εξαιτίας υψηλών θερμοκρασιών.



Οι προνύμφες και τα ανήλικα είναι παρόμοια, ένα μικρό μέρος των ενηλίκων έχει φτερά. Τα βασικά σημεία προσδιορισμού είναι οι κοιλιακοί αγωγοί στο πίσω μέρος του εντόμου. Αυτοί οι δύο επιμήκεις σκούροι σωλήνες υπάρχουν μόνο στις αφίδες.

Τα κυριότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις αφίδες από τα άλλα έντομα είναι:

1. Η βάση του ρύγχους βρίσκεται μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους ποδιών
2. Η κεραία αποτελείται από δύο βασικά άρθρα (σκάπος και ποδίσκος ) και το σχετικά λεπτό μαστίγιο, που συνήθως έχει τέσσερα άρθρα. Το τελευταίο άρθρο της κεραίας αποτελείται από το βασικό τμήμα, και την τελική απόληξη
3. Κάτω από κάθε σύνθετο οφθαλμό υπάρχει ένας οπτικός λοβός με τρία οματίδια (τριοματίδιο)
4. Ο τارسός αποτελείται από δύο άρθρα
5. Οι πτέρυγες έχουν μόνο ένα χαρακτηριστικό επίμηκες νεύρο
6. 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 1998).

Οι αφίδες ζουν σε ομάδες ή μια κοντά στην άλλη με το κεφάλι συνήθως προς τη βάση του βλαστού ή του φύλλου. Επιβιώνουν σε τρυφερούς βλαστούς και φύλλα. Ανάλογα με την περιοχή του φυτού που προσβάλλουν τις διακρίνουμε ως εξής:

1. Ριζόβια (είδη που προσβάλλουν τις ρίζες)
2. Φυλλόβια (είδη που προσβάλλουν την κάτω επιφάνεια των φύλλων). Εδώ κατατάσσονται τα περισσότερα είδη.
3. Ριζόβια (είδη που προσβάλλουν φύλλα και ρίζες)
4. Φυλλόβια και Ριζόβια
5. Κηκιδόβια (είδη που ζουν μέσα σε κηκίδες που δημιουργούνται στο φύλλωμα των ξενιστών τους, όπου τρέφονται).

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

Οι αφίδες εμφανίζουν μεγάλους πληθυσμούς κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο και γενικά σε θερμό και υγρό καιρό. Την άνοιξη τα

παρθενογενετικά θηλυκά αναπαράγονται ταχύτατα γιατί οι συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες και τα άφθονα τρυφερά φύλλα και οι βλαστοί ευνοούν την ανάπτυξή τους. Σε κλίματα όπως της Ελλάδας, οι θερμοί και ξηροί μήνες του καλοκαιριού δεν ευνοούν τη συνεχή αναπαραγωγή των αφίδων και οι πληθυσμοί τους τότε περιορίζονται σημαντικά. Στην Ελλάδα το μέγιστο του αριθμού των ειδών των αφίδων όπως και των πληθυσμών τους παρατηρείται το μήνα Μάιο (Tsitsipis et al. 1998). Έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν πολύ μεγάλους πληθυσμούς στις καλλιέργειες, όταν οι βιοτικοί και οι αβιοτικοί παράγοντες (π.χ. θερμοκρασία, φυσικοί εχθροί) το επιτρέπουν.

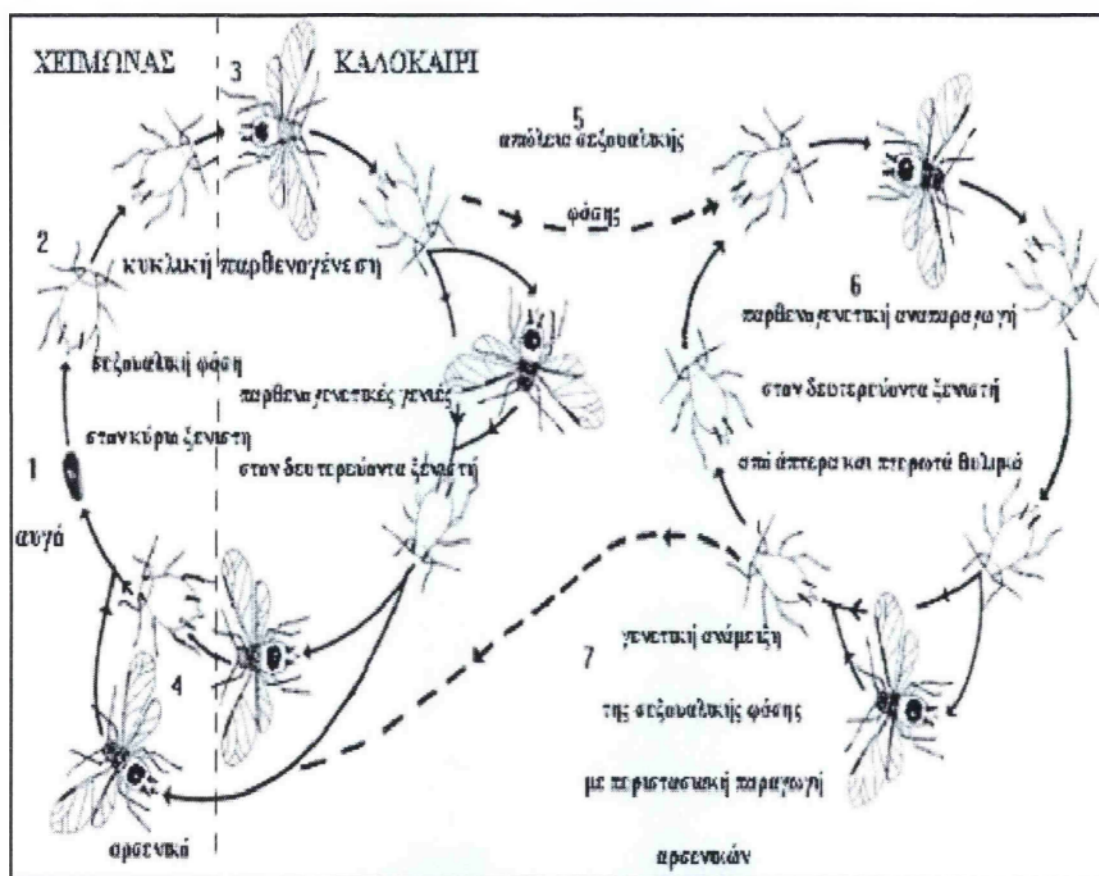
Έχει βρεθεί π.χ. ότι σε δέκα στρέμματα καλλιέργειας φασολιών παράγονται κατά την καλλιεργητική περίοδο τέσσερα εκατομμύρια πτερωτά του *Aphis fabae Scopolii* (Homoptera: Aphididae) (Way & Banks 1967). Ένας σημαντικός παράγοντας που περιορίζει την αύξηση των πληθυσμών των αφίδων είναι οι φυσικοί εχθροί, οι οποίοι σε αρκετές περιπτώσεις τους ελέγχουν ικανοποιητικά. Ανάμεσα στους φυσικούς εχθρούς είναι : α) αρπακτικά: ίπτερα των οικογενειών Syrphidae και Cecidomyiidae, Νευρόπτερα των οικογενειών Hemerobiidae και Chrysopidae, Κολεόπτερα των οικογενειών Coccinellidae, Staphylinidae και Carabidae, β) παρασιτοειδή : Υμενόπτερα των οικογενειών Braconidae και Aphidiidae καθώς και εντομοπαθογόνοι μύκητες των γενών *Conidiobolus*, *Entomophthora*, *Erynia* κ.α.

## 1.2 Βιολογικός κύκλος των αφίδων

Οι αφίδες είναι γνωστές για τον πολύπλοκο βιολογικό τους κύκλο. Με βάση αυτόν χωρίζονται σε δύο ομάδες- κατηγορίες ανάλογα με την εναλλαγή ή τη μη εναλλαγή ξενιστή. Ιαχωρίζονται σε μονόοικες (μη μεταναστευτικές ) και στις ετερόοικες (μεταναστευτικές ).

Στα ετερόοικα (μεταναστευτικά) είδη αφίδων τα χειμερινά ωά γεννιούνται το φθινόπωρο στους κλάδους του κύριου ξενιστή. 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 alate fundatrigeniae*), 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 ωτόκα 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 1.



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

Στα μόνοοικα (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 ωτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά συνήθως είναι άπτερα, γιατί δεν χρειάζεται να μεταναστεύουν για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Σε ορισμένα είδη παράγονται πτερωτά και άπτερα αρσενικά. Τα περισσότερα μονόοικα είδη σε ποώδη φυτά πιστεύεται ότι εξελίχθησαν 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 δύο πιθανούς λόγους για την εξέλιξη της εναλλαγής ξενιστών: 1. Έντομα με πολλές γενιές το έτος, όπως οι αφίδες, μπορούν να εκμεταλλευτούν τη συμπληρωματική ανάπτυξη που παρουσιάζουν οι ποώδεις και δενδρώδεις ξενιστές. 2. Εκμετάλλευση των ποωδών φυτών, που αποτελούν υψηλότερης ποιότητας τροφή. Ο ίδιος θεώρησε, ότι η ιδιότητα της εναλλαγής ξενιστών διατηρήθηκε μέσω της εξελικτικής διαδικασίας εξαιτίας της προσαρμογής που παρουσιάζουν τα θεμελιωτικά άτομα στον πρωτεύοντα ξενιστή.

Σύμφωνα με τον 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 χρόνο, ώστε να μεγιστοποιηθούν οι πιθανότητες συνεισφοράς των γονιδίων του στην επόμενη σεξουαλική φάση. 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.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των αφίδων είναι η τηλεσκοπική ανάπτυξη των γενεών, συνδυασμένη με την ζωτοκία, δηλαδή η ανάπτυξη του εμβρύου αρχίζει πριν ακόμη γεννηθεί η μητέρα του, ενώ με την ενηλικίωσή της το έντομο είναι έτοιμο να γεννηθεί. Η τηλεσκοπική αναπαραγωγή, που συντομεύει τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου σε συνδυασμό με την ζωτοκία επιτρέπει την ανάπτυξη μεγάλων πληθυσμών, ενώ παράλληλα οδηγεί στη μείωση της μέσης διάρκειας γενιάς των αφίδων, με αποτέλεσμα τη γρήγορη αύξηση των πληθυσμών τους. Επίσης, αυτό το

χαρακτηριστικό έχει ως αποτέλεσμα οι αφίδες να συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους σε χρόνο τρεις φορές μικρότερο από άλλα ισομεγέθη έντομα και οι πληθυσμοί τους να επιτυγχάνουν ρυθμούς αύξησης ομοίους με αυτούς μικρότερων ζώων, όπως π.χ. τα ακάρεα (Dixon 1998).

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

Οι αφίδες λοιπόν, είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη κατηγορία εντόμων κυρίως λόγω του βιολογικού τους κύκλου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρουσιάζουν συνήθως μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα στους πληθυσμούς τους, σε σχέση βέβαια και με άλλους παράγοντες. Η γενετική παραλλακτικότητα αποτελεί καθοριστικό παράγοντα και σε άλλες ικανότητες των συγκεκριμένων εντόμων, όπως για παράδειγμα η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε διάφορες μορφές εντομοκτόνων.

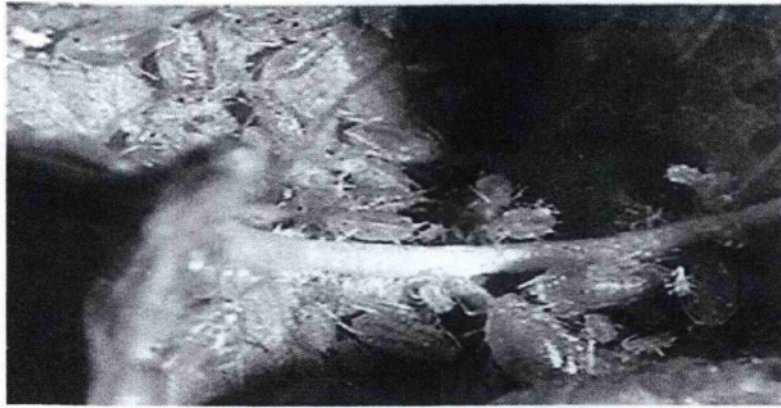
## Κεφάλαιο 2°

### Η αφίδα *Myzus persicae*

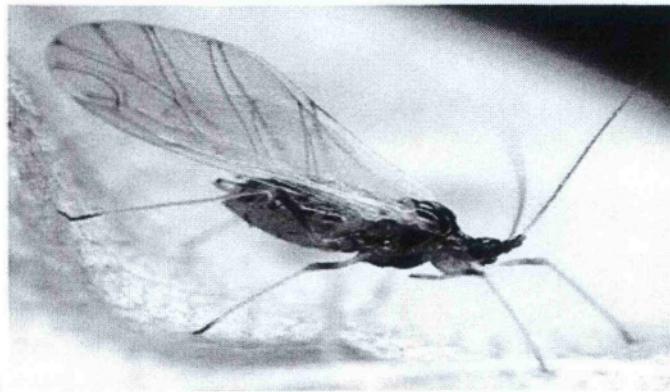
#### 2.1 Γενικά

Η αφίδα *Myzus persicae* είναι ένα είδος πολυφάγο και κοσμοπολίτικο. Ανήκει στο Ζωικό Βασίλειο, στην κλάση: Insecta, στην υποκλάση: Εξωπτερυγωτά, τάξη: Hemiptera, υποοικογένεια: Aphidoidea, οικογένεια: Aphididae. Το κοινό όνομα της αφίδας *Myzus persicae* είναι "η πράσινη αφίδα της ροδακινιάς".

Τα άπτερα ανήλικα παρθενογενετικά θηλυκά άτομα του *Myzus persicae* έχουν σχετικά μικρό προς μεσαίο σώμα που κυμαίνεται από 1,2 έως 2,3 mm. Τα άπτερα άτομα έχουν ομοιόμορφο χρώμα με διάφορες αποχρώσεις του πράσινου και του κόκκινου, ενώ τα πτερωτά θηλυκά έχουν πράσινο χρώμα και φέρουν μια σκουρόχρωμη περιοχή επί του νωτιαίου μέρους της κοιλιάς. Τα ενήλικα θηλυκά ωοτόκα έχουν συνήθως πορφυρό κόκκινο χρώμα ενώ στην περιοχή της κοιλιάς διακρίνεται ένα σκουρόχρωμο τμήμα. Τα αρσενικά έχουν κίτρινο χρώμα ή κιτρινοπράσινο. Στα θηλυτόκα των πράσινων κλώνων, τα ενήλικα στάδια έχουν πράσινη απόχρωση που προοδευτικά γίνεται ρόδινη. Στους κόκκινους ή ρόδινους κλώνους το χρώμα δεν αλλάζει, παραμένει το ίδιο. Η *M. persicae* προσπαθεί να αποικίσει σε όλα τα διαθέσιμα φυτά. Συχνά εναποθέτουν μερικά νεαρά και έπειτα φεύγουν πάλι. Αυτό το χαρακτηριστικό τους συμβάλλει σημαντικά στην αποτελεσματικότητά του ως φορέας των ιών.



A



B

**Εικόνα 3. Α.** Άπτερα άτομα στην κάτω επιφάνεια φύλλου του *Myzus persicae*  
**Β.** Ενήλικο πτερωτό του *Myzus persicae*

Η αφίδα *M. persicae* προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών σε πολλές ηπείρους. Από τα καλλιεργούμενα φυτά προσβάλλει είδη των οικογενειών *Rosaceae*, *Solanaceae*, *Malvaceae*, *Compositae*, *Chenopodiaceae*, *Umbelliferae*, *Papilionaceae*, *Cruciferae*. Προσβάλλει αρκετές καλλιέργειες όπως: καπνός, πατάτα, τομάτα, μαρούλι, καρότο, λάχανο, τεύτλα κ.α.





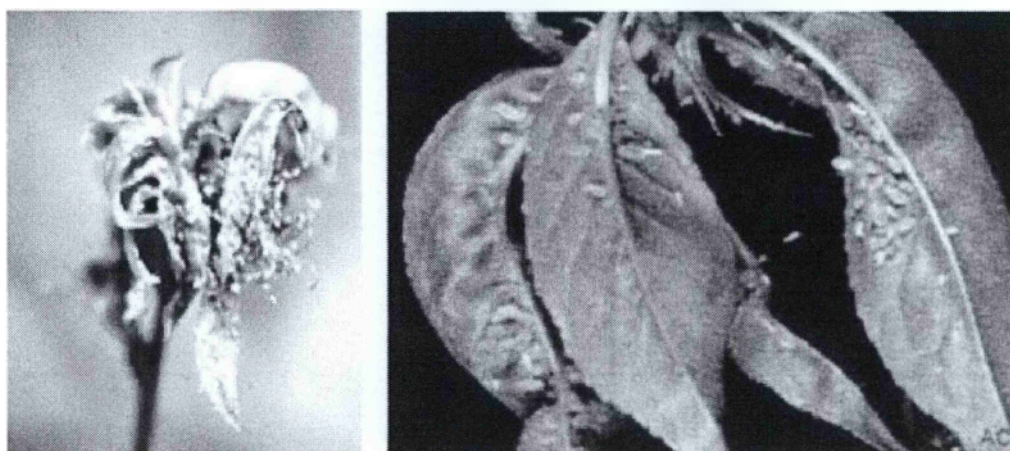
**Εικόνα 4.** Προσβολή και παραμόρφωση καρπών ροδακινιάς από *Myzus persicae*

Έκτος από το ότι μολύνει φυτά στους αγρούς, μολύνει λαχανικά και καλλωπιστικά φυτά στα θερμοκήπια. Αυτό επιτρέπει υψηλά επίπεδα διαβίωσης και γρήγορη μεταφορά στο φυτικό κεφάλαιο. Όταν μολύνονται νεαρά φυτά σε θερμοκήπια και έπειτα μεταφυτεύονται στους αγρούς οι αγροί δεν μολύνονται απλώς από τις αφίδες, αλλά αναπτύσσεται και ανθεκτικότητα ως προς τα εντομοκτόνα. Η ζημιά που προκαλούν εκτός από την εξασθένηση και τη μάρανση των φύλλων, είναι η μεταφορά πολλών ασθενειών δεδομένου ότι οι αφίδες αυτές μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις με τον άνεμο.

Το είδος αυτό πιθανότατα προέρχεται από την Ασία και σήμερα έχει εξαπλωθεί σημαντικά σε όλες τις ηπείρους (Blackman & Eastop 2000). Στα παράκτια μέρη της υτικής Ευρώπης και στα ζεστά Νότια μέρη υπάρχουν λίγες αφίδες, εξαιτίας των συνεχών δυτικών ανέμων ή των εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών. Είναι ανθεκτικό στο κρύο και μπορεί να αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 5°C και 30°C. Από διάφορα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν που εξέτασαν διάφορους παραμέτρους ζωής του είδους *M. Persicae* σε ανατολικού και δυτικού τύπου ποικιλίες καπνού, έδειξαν ότι κατά μέσο όρο η διάρκεια ζωής των ενήλικων ατόμων κυμαίνεται μεταξύ 12-23 ημέρες ενώ η θνησιμότητα που παρουσιάστηκε στο στάδιο της προνύμφης του εντόμου ήταν 18-52% (Goundoudaki et al. 2003).

Επειδή η *M. persicae* είναι ένα έντομο που τρέφεται μωζώντας τους χυμούς προκαλεί και άμεση (προσβολή των κορυφών στους τρυφερούς βλαστούς και συστροφή φύλλων) αλλά και έμμεση ζημιά (κυρίως ως φορέας

ασθενειών). Μπορεί να μεταδώσει συνολικά πάνω από 100 ιούς φυτών (Kennedy et. al.1962). Η μετάδοση των ιών μπορεί να είναι έμμονη ή μη έμμονη και εξαρτάται από τον ιό. Η πράσινη αφίδα μπορεί να επιτύχει μεγάλες πυκνότητες σε νεαρούς φυτικούς ιστούς, προκαλώντας μάρανση και μείωση της ανάπτυξης του φυτού. Παρατεταμένη μόλυνση από αφίδες μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση της απόδοσης των φυτών. Μόλυνση του συγκομιζόμενου τμήματος του φυτού με αφίδες ή με το μελίτωμα των αφίδων, επίσης προκαλεί απώλειες. Σημάδια στον φυτικό ιστό, συνήθως με τη μορφή κίτρινων κηλίδων, μπορεί να προέρχονται από τις αφίδες.



**Εικόνα 5.** Προσβολή και παραμόρφωση κορυφών και τρυφερών φύλλων ροδακινιάς από *Myzus persicae*

Η μεγαλύτερη ζημιά που προκαλείται από την *Myzus persicae* προέρχεται από τη μετάδοση των ιών στο φυτό. Πράγματι, αυτή η αφίδα θεωρείται ο πιο σημαντικός φορέας των ιών στα φυτά σε όλο τον κόσμο. Οι προνύμφες και τα ενήλικα είναι το ίδιο ικανά στην μεταφορά των ιών αλλά τα ενήλικα έχουν το προτέρημα ότι είναι σταθερά, έχοντας περισσότερες ευκαιρίες για μετάδοση. Η *Myzus persicae* είναι ο κυρίως φορέας του ιού PVY, αλλά και άλλων ιών (π.χ. του ιού του μωσαικού της αγγουριάς κ.α.)

## 2.2 Βιολογικός κύκλος της *Myzus persicae*

Τα χειμερινά αυγά εκκολάπτονται τον Απρίλιο. Τα θηλυκά παράγουν περίπου 40 προνύμφες, οι οποίες μπορεί να γίνουν είτε άπτερα είτε πτερωτά ανήλικα. Μετά από τρεις γενιές, παράγονται μόνο πτερωτές μορφές, οι οποίες πετούν σε δευτερογενείς ξενιστές – φυτά. Οι βασικοί ξενιστές – φυτά παραμένουν χωρίς αφίδες από τα μέσα Μαΐου ή Ιουνίου ανάλογα με τις

κλιματικές συνθήκες. Πολλές γενιές παρθενογενετικών θηλυκών παράγονται διαδοχικά σε δευτερογενείς ξενιστές. Οι πτερωτές μορφές εμφανίζονται από νωρίς την άνοιξη ως τα τέλη Νοέμβρη όπου πετούν πίσω στο βασικό ξενιστή. Συγχρόνως, τα αρσενικά παράγονται στους δευτερογενείς ξενιστές. Το ζευγάρωμα γίνεται στα τέλη Οκτωβρίου και τα χειμερινά αυγά εναποτίθενται στη βάση των βλαστών.

Σύμφωνα με τους Τζανακάκη (1980): Lees (1966) και Lambers (1966) κατά σειρά εμφάνισης, αρχίζοντας από την Άνοιξη παρατηρούνται οι εξής μορφές ή τύποι :

- 1) **fundatrices (θεμελιωτικά ή ιδρυτικά)**: Εξέρχονται από τα χειμερινά αυγά, στον κύριο ξενιστή, κυρίως στη ροδακινιά. Είναι συνήθως άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, ζωοτόκα και αναπτύσσονται την άνοιξη στη ροδακινιά.
- 2) **fundatrigeniae**: Είναι άπτεροι παρθενογενετικοί, θηλυκοί απόγονοι των ιδρυτικών
- 3) **migrantes (μεταναστευτικά)**: Παράγονται στον κύριο ξενιστή, μαζί με τα fundatrigeniae, συνήθως από τη 2<sup>η</sup> γενεά και μετά. Είναι πτερωτά παρθενογενετικά (virginoparae) άτομα και μεταναστεύουν στο δευτερεύοντα ξενιστή, όπου δίνουν απογόνους
- 4) **alienicolae**: Γεννιούνται στο δευτερεύοντα ξενιστή σε περισσότερες από μία γενεές, από άνοιξη ως φθινόπωρο. Είναι απόγονοι των μεταναστευτικών ατόμων και είναι παρθενογενετικά άπτερα ή πτερωτά. Τα πτερωτά μεταναστεύουν σε άλλα φυτά του δευτερεύοντα ξενιστή ή άλλων δευτερευόντων ξενιστών.
- 5) **Sexuparae (φυλογόνα)**: Είναι παρθενογενετικά πτερωτά ή άπτερα, ζωοτόκα. Τα φυλογόνα παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή και είναι τέκνα της τελευταίας γενεάς των alienicolae. Στο είδος *M. persicae*, όπως όλα τα ετερόστικα είδη της οικογένειας Aphididae, τα αρσενικά και τα θηλυκά παράγονται από διαφορετικά παρθενογενετικά άτομα. Επομένως τα **sexupara** (φυλογόνα), παρθενογενετικά άπτερα, διακρίνονται στα **andropara** και **gynopara**. Τα andropara, κάτω από ειδικές συνθήκες φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας παράγουν στο δευτερεύοντα ξενιστή τα πτερωτά αρσενικά. Στη συνέχεια, τόσο τα πτερωτά αρσενικά όσο και τα θηλυγόνα gynoparae μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, όπου τα θηλυγόνα (gynoparae), στα τέλη του φθινόπωρου, γενούν τα θηλυκά (έμφυλα). Επομένως δύο γενεές χρειάζονται για να παραχθούν τα θηλυκά (έμφυλα, sexual or gamic females).
- 6) **Sexuales (έμφυλα ή αμφιγονικά)**: Όπως ήδη αναφέρθηκε τα αρσενικά είναι πτερωτά, παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή και μεταναστεύουν στον πρωτεύοντα για να συζευχθούν με τα θηλυκά, τα οποία παράγονται στον πρωτεύοντα ξενιστή από τα θηλυγόνα (gynoparae). Τα άπτερα θηλυκά έμφυλα (sexual or gamic females, oviparous) είναι ζωοτόκα και



εμφανίζονται μια φορά το έτος, το φθινόπωρο. Αφού συζευχθούν, γεννούν ένα ή περισσότερα χειμερινά αυγά. Η διαχείμαση κατά κανόνα γίνεται στο στάδιο του αυγού (Van Emdem et al., 1969; Tamaki, 1973, 1984; Blackman, 1974;).

### **2.3 Καταπολέμηση – Αντιμετώπιση της *Myzus persicae***

Τα μολυσμένα φυτά πρέπει να καταστρέφονται αμέσως μετά τη συγκομιδή για να εμποδιστεί η υπερβολική εξάπλωση και μπορεί να καταστραφούν και οι ξενιστές, όταν αυτοί είναι ζιζάνια, στους οποίους διαχειμάζουν οι αφίδες. Όταν η συνεχής καλλιέργεια ευθύνεται για τη διατήρηση του πληθυσμού των αφίδων τότε είναι απαραίτητη η αγρανάπαυση.

Οι εφαρμογές συστηματικών εντομοκτόνων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένες κατά την περίοδο φύτευσης, τα περισσότερα από αυτά τα εντομοκτόνα παρέχουν προστασία μεγάλης διάρκειας κατά των πληθυσμών των αφίδων στο σημαντικό και ευπαθή στάδιο της ανάπτυξης του φυτού και μερικά μάλιστα παρέχουν προστασία για τρεις μήνες.

Η υπερβολική και άσκοπη χρήση των εντομοκτόνων πρέπει να αποφεύγεται. Στην αρχή της εποχής οι μολύνσεις από αφίδες είναι ανομοιόμορφες, και αν αυτά τα φυτά ή αυτές οι περιοχές αντιμετωπιστούν έγκαιρα με το σωστό τρόπο η μεγάλη ζημιά μπορεί να αποφευχθεί. Σε μερικές περιπτώσεις, η χρήση εντομοκτόνων για την καταπολέμηση άλλων, πιο καταστρεπτικών εντόμων οδηγεί σε έξαρση της *Myzus persicae*.

#### **2.3.1 Χημική καταπολέμηση**

Εγκεκριμένες δραστικές ουσίες για τον έλεγχο της αφίδας *Myzus persicae* σε καλλιέργειες ροδακινιάς και καπνού είναι οι εξής:

1. paraffin oil,
2. chlorpyrifos methyl,
3. imidacloprid,
4. pymetrozine,
5. acetamiprid,
6. bifenthrin,
7. thiacloprid,
8. thiamethoxam,
9. acetomiprid,
10. pyrethrins,
11. flonicamid,
12. deltamethrin,
13. clothianidin

#### **2.3.2 Καταπολέμηση με φυσικό τρόπο**

Ένα από τα βασικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνει υπόψη του ο παραγωγός πριν από την έναρξη μίας καλλιέργειας, είναι η επιλογή των κατάλληλων ειδών και ποικιλιών. Έχουν υιοθετηθεί πέντε βαθμοί ανθεκτικότητας των φυτικών ποικιλιών α) ανοσία, β) μεγάλη ανθεκτικότητα, γ)

μικρή ανθεκτικότητα, δ) ευπάθεια και ε) μεγάλη ευπάθεια. Επίσης ένα άλλο μέτρο αντιμετώπισης εξίσου σημαντικό είναι σωστή εφαρμογή των κατάλληλων καλλιεργητικών τεχνικών όπως είναι η αμειψισπορά , η αλλαγή του χρόνου φύτευσης ή συγκομιδής.

Ακόμα άλλα μέτρα που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα τα έντομα είναι το κατάλληλο κλάδεμα των φυτών, μείωση της ζωηρής βλάστησης, απομάκρυνση των εντόμων, καλός αερισμός και φωτισμός.

### 2.3.3 Βιολογική καταπολέμηση της *Myzus persicae*

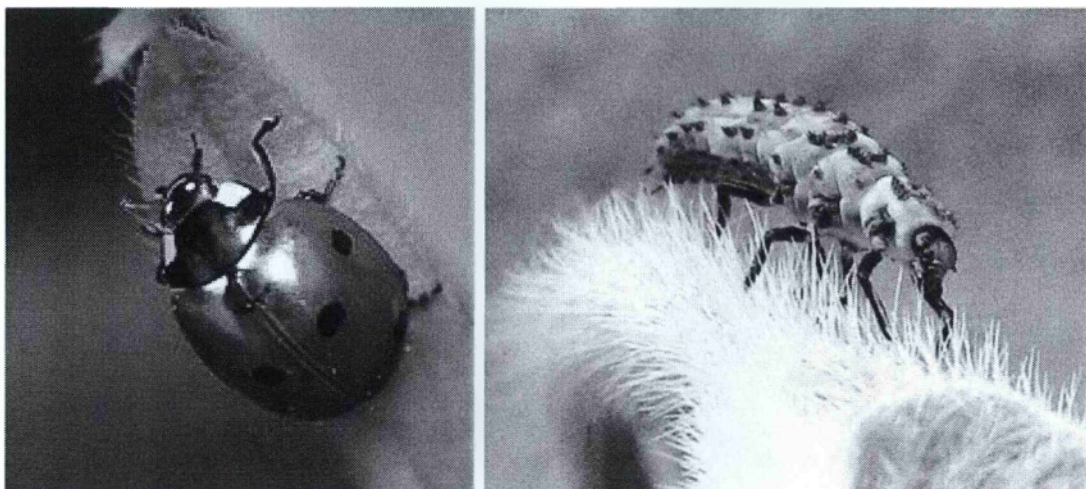
Η Βιολογική καταπολέμηση έχει αποτελέσματα με μεγάλη διάρκεια , δεν ρυπαίνει το περιβάλλον , δεν καταστρέφει τους ωφέλιμους οργανισμούς και δεν προκαλεί εθισμό .

#### Βιολογική καταπολέμηση με:

-Χρήση ωφέλιμων εντόμων π.χ. πασχαλίτσα *Coccinella septempunctata*

-Παρασιτική σφήκα *Aphidius colemani* είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική εναντίον της *Myzus persicae*. Οι παρασιτισμένες αφίδες φτιάχνουν χαρακτηριστικές μούμιες.

-Το αρπακτικό *Aphidoletes aphidimyza* (Οικογένεια: *Aphididae*, Τάξη: *Hemiptera*) γεννάει τα αυγά του στις αποικίες των αφίδων. Οι πορτοκαλί προνύμφες που βγαίνουν απ' αυτά τα αυγά τρώνε με λαιμαργία της αφίδες. Το έντομο είναι αποτελεσματικό σ'ένα ευρύ αριθμό ειδών αφίδων.



**Εικόνα 6.** *Coccinella septempunctata* (πασχαλίτσα) προνύμφη και ενήλικη

### Πλεονεκτήματα της χρήσης του *Aphidoletes aphidimyza*:

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

### Μειονεκτήματα - Αντιμετώπισή :

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

Τα δύο πρώτα μειονεκτήματα αντιμετωπίζονται με μαζική παραγωγή και πολλαπλές απελευθερώσεις, ενώ η παραμπόδιση της εισόδου σε διάπαυση των περισσοτέρων προνυμφών, όταν η φωτοπερίοδος είναι 9:15 ώρες και η θερμοπερίοδος 21:15 °C , επιτυγχάνεται με φωτισμό χαμηλής έντασης στον περιβάλλοντα χώρο.

Ένας άλλος τρόπος καταπολέμησης των αφίδων είναι η χρήση παθογόνων μυκήτων και ιδιαίτερα για την αφίδα *Myzus persicae* είναι ένας μύκητας που ανήκει στους δευτερομυκητες ο μύκητας *Verticillium lecanii*.

Η μόλυνση γίνεται όταν τα κονίδια του μύκητα, μέσο σταγόνων νερού έρθουν σε επαφή με το σώμα της αφίδας. Τα κονίδια επιζούν για λίγους μήνες σε χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή σχετικά υγρασία, αλλά είναι ευαίσθητα σε χαμηλή σχετικά υγρασία.

Για την εφαρμογή του απαιτείται θερμοκρασία πάνω από 15°C σχετική υγρασία πάνω από 85% και ψεκασμός των φυτών κατά διαστήματα για να αυξηθεί η σχετική υγρασία.

## 2.4 Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα

Ως ανθεκτικότητα ορίζεται η ανάπτυξη της ικανότητας από ένα πληθυσμό ενός παράσιτου, να ανέχεται την έκθεση σε δόση εντομοκτόνου που κανονικά θα ήταν θανατηφόρα για τα περισσότερα άτομα του πληθυσμού του ίδιου είδους, τα προβλήματα που δημιουργούνται από την παρουσία της ανθεκτικότητας σε πληθυσμούς εντόμων στις καλλιέργειες είναι αρκετά σοβαρά. Πλήττουν την ίδια την καλλιέργεια και την παραγωγή τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, ενώ έχουν και μεγάλο οικονομικό αντίκτυπο. Οι παράγοντες που καθορίζουν την ανθεκτικότητα έχουν να κάνουν κατά κύριο λόγο με τη βιολογία και την οικολογία του εντόμου, τη φύση της δραστηρικής ουσίας και τις διαδικασίες εφαρμογής των εντομοκτόνων (δόση, πλήθος εφαρμογών κ.τ.λ.).

Το φαινόμενο της ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα είναι ευρέως διαδεδομένο παρόλο που είναι σχετικά πρόσφατο φαινόμενο. Η εκτεταμένη χρήση και κατάχρηση του DDT έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ανθεκτικών στελεχών εντόμων σε πολλές χώρες του κόσμου. Το 1990, περισσότερα από 500 είδη είχαν αναφερθεί να είναι ανθεκτικά σε μια ομάδα τουλάχιστον εντομοκτόνου, ενώ αρκετά από αυτά ήταν ανθεκτικά σε αρκετές κλάσεις ταυτόχρονα. Σχεδόν το 40% αυτών των ειδών είναι είδη κτηνιατρικού και υγειονομικού ενδιαφέροντος και το 60% δεσμεύεται σε έντομα γεωργικών καλλιεργειών (Denholm et al. 1998). Από τα είδη των αρθροπόδων στα οποία έχει βρεθεί ανθεκτικότητα, το 88% είναι έντομα (κλάση Insecta ) και το υπόλοιπο 12% είναι ακάρεα και αραχνίδια (κλάση Arachnida, τάξη Acarina). Το 92% των εντόμων με ανθεκτικότητα ανήκει στις εξής τέσσερις τάξεις: Coleoptera, Diptera, Hemiptera και Lepidoptera, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό περιλαμβάνει θρίπες, ψείρες, κατσαρίδες και ψύλλους.

Ο βαθμός και η εξάπλωση της ανθεκτικότητας που επηρεάζει όλα σχεδόν τα εντομοκτόνα ποικίλει ανάμεσα στα είδη. Για ορισμένα έντομα η ανθεκτικότητα μπορεί να είναι περιορισμένη σε μια μικρή γεωγραφικά περιοχή και να εκτείνεται σε λίγες ουσίες, ενώ κάποια άλλα επιζήμια έντομα για τις καλλιέργειες μπορεί να είναι ανθεκτικά σε αρκετά ή σχεδόν σε όλα τα διαθέσιμα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμησή τους, όπως π.χ. ο δορυφόρος της πατάτας, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), η αφίδα της ροδακινιάς, *Myzus persicae*, κ.α.

Αν και τα παλαιότερα και πιο διαδεδομένα εντομοκτόνα επηρεάζονται από την ανθεκτικότητα, επικρατεί και μια ανησυχία για την αυξημένη ύπαρξη της ανθεκτικότητας και στα καινούργια εντομοκτόνα.



## 2.5 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας και διαχείριση

Η ανθεκτικότητα που αποκτούν τα έντομα προέρχεται από την υπερβολική χρήση των εντομοκτόνων. Οι σημαντικότεροι μηχανισμοί ανθεκτικότητας αφορούν είτε την ικανότητα που έχουν τα έντομα να εντοπίζουν ή να αναγνωρίζουν τον κίνδυνο και να αποφεύγουν την τοξίνη, είτε στη δομική μεταβολή των στόχων που δρουν τα εντομοκτόνα στο έντομο. Ο πρώτος μηχανισμός αντίστασης έχει αναφερθεί για αρκετές κατηγορίες εντομοκτόνων, συμπεριλαμβανομένων οργανοχλώρια, οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, και τα πυρεθροειδή. Τα έντομα μπορούν απλά να σταματήσουν το θηλασμό αν υποπέσει στην αντίληψή τους ορισμένα εντομοκτόνα, ή εγκαταλείπουν την περιοχή όπου έγινε ο ψεκασμός (για παράδειγμα δεν μπορεί να κυκλοφορήσει στο κάτω μέρος ενός ψεκασμένου φύλλου, πετάει μακριά από την περιοχή). Ένας άλλος μηχανισμός αντίστασης είναι η μειωμένη διείσδυση των εντομοκτόνων μέσω της επιδερμίδας των εντόμων.

Στη διαχείριση έχουμε ολοκληρωμένες στρατηγικές ελέγχου. Ενσωματώνουμε πολλές διαφορετικές στρατηγικές ελέγχου όσο το δυνατόν συμπεριλαμβανομένης της χρήσης των συνθετικών εντομοκτόνων, βιολογικά εντομοκτόνα, ωφέλιμα έντομα (αρπακτικά / παράσιτα), πολιτιστικές πρακτικές, διαγονιδιακά φυτά (όπου αυτό επιτρέπεται), αμειψισπορά, παρασίτων ανθεκτικών ποικιλιών και προσελκυστικά χημικά ή αποτροπή.

Η εφαρμογή του εντομοκτόνου θα πρέπει να προγραμματιστεί σωστά, με στόχο το πλέον ευάλωτο στάδιο της ζωής του εντόμου. Η χρήση των συντελεστών του ψεκασμού και τα διαστήματα εφαρμογής που συνιστώνται από τον κατασκευαστή θα πρέπει να τηρούνται. Είναι σημαντικό να αναμιγνύονται και να εφαρμόζονται προσεκτικά τα εντομοκτόνα. Καθώς αυξάνεται η αντίσταση, το περιθώριο για λάθη από την άποψη της δόσης εντομοκτόνου, το χρονοδιάγραμμα, η κάλυψη, κλπ., αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία. Οι συστάσεις από τους κατασκευαστές και τους τοπικούς σύμβουλους θα πρέπει να ακολουθούνται.

Ένα βασικό στοιχείο για αποτελεσματική διαχείριση της ανθεκτικότητας είναι η χρήση του εναλλαγής, περιστροφής, ή ακολουθίες των διαφορετικών κατηγοριών εντομοκτόνων. Οι χρήστες πρέπει να αποφεύγουν την επιλογή για την αντοχή ή διασταυρούμενη αντοχή από επαναλαμβανόμενη χρήση στο πλαίσιο του κύκλου των καλλιεργειών, και χρόνο με το χρόνο, από το ίδιο εντομοκτόνο ή σχετίζονται με προϊόντα της ίδιας κατηγορίας .

Η λανθασμένη αντιμετώπισή της οδηγεί:

- α) αύξηση του κόστους παραγωγής
- β) αύξηση χρήσης εντομοκτόνων, δοσολογιών, αναμείξεις

γ) επιβάρυνση του περιβάλλοντος (μόλυνση φυσικών πόρων, επίδραση στους ωφέλιμους οργανισμούς, ζώα κ.τ.λ.)

δ) επιπτώσεις στην υγεία του χρήστη και του καταναλωτή (πρόγραμμα ΦΥΤΟΠΕΣΤ)

ε) μείωση του κέρδους του παραγωγού

## 2.6 Πως επιτυγχάνεται η ανάπτυξη ανθεκτικότητας

Σ' ένα ευπαθή φυσικό πληθυσμό κάποιου εντόμου, τα άτομα που έχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε ένα εντομοκτόνο είναι σπάνια. Αντιμετωπίζοντας ένα πληθυσμό εντόμων, χρησιμοποιούμε την κατάλληλη γι' αυτόν θανατηφόρα δόση εντομοκτόνου. Η δόση αυτή σκοτώνει το πλείστο του πληθυσμού, επιζούν όμως λίγα ανθεκτικά άτομα. Αφού η ανθεκτικότητα είναι κληρονομήσιμη, το % των ανθεκτικών ατόμων στη θυγατρική γενεά θα είναι μεγαλύτερο από ότι στη μητρική.

## 2.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανθεκτικότητας

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν ή καθορίζουν την εξέλιξη ή τη δημιουργία και τον βαθμό ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα είναι:

α) η συχνότητα, η αποτελεσματικότητα και η κυριαρχία ή μη των γονιδίων ανθεκτικότητας στον αρχικό πληθυσμό

β) η ένταση επιλογής, δηλαδή το μέγεθος του πληθυσμού που εκτίθεται στο εντομοκτόνο και το % που σκοτώνει

γ) ο αριθμός των γενεών

Αυτοί οι παράγοντες κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες :

**A. Γενετικοί** (συχνότητα γονιδίων ανθεκτικότητας, αριθμός και κυριαρχία γονιδίων, διεισδυτικότητα, εκφραστικότητα και αλληλεπιδράσεις των γονιδίων, προηγούμενη επιλογή από άλλα εντομοκτόνα)

**B. Βιολογικοί / Οικολογικοί** (αριθμός γενεών, αριθμός απογόνων ανά γενεά, μονογαμικότητα ή πολυγαμικότητα και παρθενογένεση, απομόνωση, κινητικότητα, μετανάστευση, μονοφαγία ή πολυφαγία, τυχαία επιβίωση, καταφύγια)

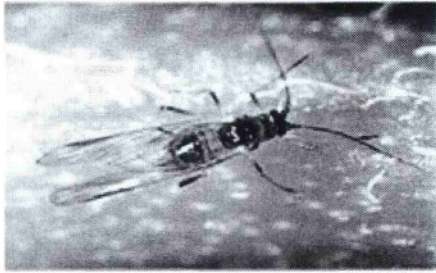
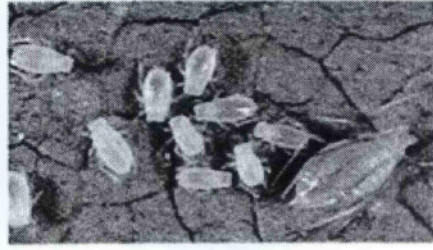
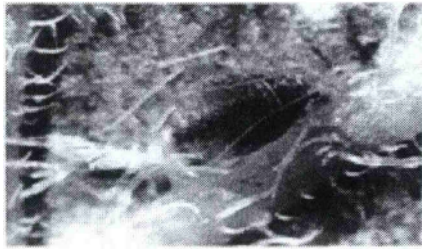
Γ. Εφαρμογής (εντομοκτόνο, χημική δόση, σχέση με εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν, διάρκεια υπολειμμάτων, σκευάσματα, ουδός εφαρμογής και επιλογής, δόση, στάδιο βιολογικού κύκλου που επιλέγεται, τρόπος, έκταση και εναλλαγή εφαρμογής)

## 2.8 Ανθεκτικότητα της *Myzus persicae* σε εντομοκτόνα

Η ανθεκτικότητα της Αφίδας *Myzus persicae* μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες όπως στην αποτοξίκωση των εντομοκτόνων, στην αλλαγή του στόχου δράσης του εντομοκτόνου κ.α.

Ο Σκούρας Π. (2009) πραγματοποίησε βιοδοκιμές με τη μέθοδο της στιγμιαίας εμφάνισης και της τοπικής εφαρμογής σε δείγματα πληθυσμών του *M. persicae*, που προέρχονταν τόσο από καλλιέργειες ροδακινιάς όσο και καπνού. Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν και δοκιμάστηκαν σε αυτό το είδος αφίδας είναι: το imidacloprid με τη μέθοδο της στιγμιαίας εμφάνισης, και τα acetamiprid, pirimicarb, methamidophos, bifenthrin, deltamethrin και το chlorpyrifos methyl. Τα αποτελέσματα της διδακτορικής διατριβής δείχνουν την ανάπτυξη ισχυρής ανθεκτικότητας της αφίδας *M. persicae* σε οργανοφωσφορικά, πυρεθροειδή και καρβαμιδικά εντομοκτόνα, ενώ αντίθετα δεν παρατηρήθηκαν υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας στα νεονικοτινοειδή. Μελετήθηκε επίσης η ανθεκτικότητα των φυσικών εχθρών της αφίδας, στο νεονικοτινοειδές εντομοκτόνο imidacloprid με την μέθοδο της τοπικής εφαρμογής. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας στους φυσικούς εχθρούς της αφίδας.

Τέλος, κατά τον έλεγχο της εξέλιξης της ανθεκτικότητας της αφίδας θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τον περίεργο βιολογικό της κύκλο, ο οποίος μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται (Blackman 1974) και τον ξενιστή που αποικίζει.



Εικόνα 7. Το *Myzus persicae*

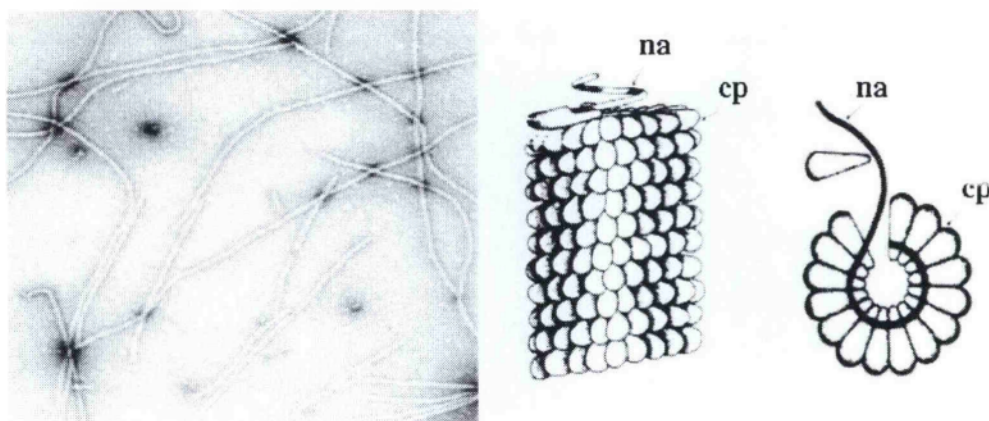
## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### Οι Ιοί των φυτών

#### 3.1 Γενικά

Οι Ιοί των φυτών, ανακαλύφθηκε πριν από έναν αιώνα, όταν η επιστήμη της ιολογίας γεννήθηκε. Οι ιοί είναι από τα μικρότερα και πιο απλής οντότητες που μπορούν να προκαλέσουν ασθένεια, οι οποίες κατά μερικούς επιστήμονες θεωρούνται ζωντανοί οργανισμοί και κατά άλλους όχι. Μπορούν μόνο να φανούν όταν μεγεθυνθούν χιλιάδες φορές χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και ως επί το πλείστον αποτελούνται από δύο μόνο βασικές χημικές ουσίες. Αυτές οι χημικές ουσίες είναι νουκλεϊκού οξέος (είτε RNA ή DNA) και πρωτεΐνες. Υπάρχουν πάνω από 2000 γνωστούς ιούς και περίπου το ένα τέταρτο αυτών των γνωστών ιών προκαλούν ασθένειες στα φυτά.





**Εικόνα 8.** Αριστερά μια μικρογραφία ηλεκτρονίων ενός ιού, εξιά βασική δομή του ιού νουκλεικού οξέος (na) τυλιγμένο σε ένα παλτό πρωτεΐνη (PC).

εν αποτελούνται από κύτταρική δομή (κύτταρο), όπως οι ζωντανοί οργανισμοί και για να μπορέσουν να αναπαραχθούν πρέπει να εισχωρήσουν σε κάποιο ξένο κύτταρο. Από τη στιγμή που θα βρεθούν σε ένα τέτοιο περιβάλλον οι ιοί τροποποιούν κάποιες βασικές διαδικασίες των κυττάρων και πολλαπλασιάζονται. Έτσι προκαλούν διάφορες αρνητικές επιπτώσεις στα κύτταρα και κατά συνέπεια στον αντίστοιχο οργανισμό.

Μέσα από τον κύκλο ζωής τους, από τη συσσώρευση του ιού σε ενδοκυτταρική, τοπικές, και συστηματική κίνηση, οι ιοί χρησιμοποιούν φυτικές πρωτεΐνες, που συνήθως εμπλέκονται σε δραστηριότητες φιλοξενίας ειδικά, για δικούς τους σκοπούς. Η πρώτη αναγνώριση μιας πρωτεΐνης που φιλοξενεί την αλληλεπίδραση με φυτικά RNA του ιού έλαβε χώρα πάνω από 25 χρόνια (για την ανασθεώρηση, Buck, 1999; Waigmann et al, 2004).

### 3.2 Ανίχνευση των ιών των φυτών

Πολλά φυτά είναι φορείς ιών των φυτών αλλά δεν παρουσιάζουν κανένα νόσο.

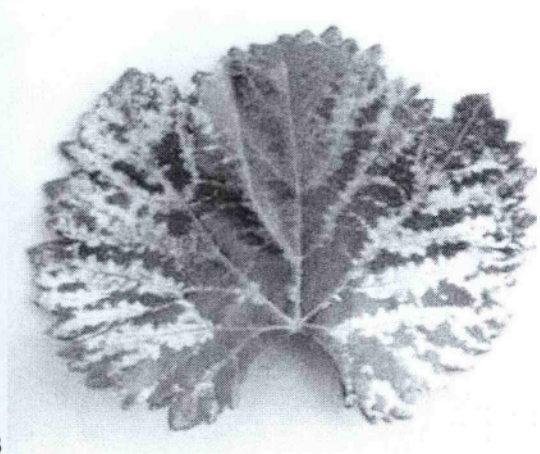
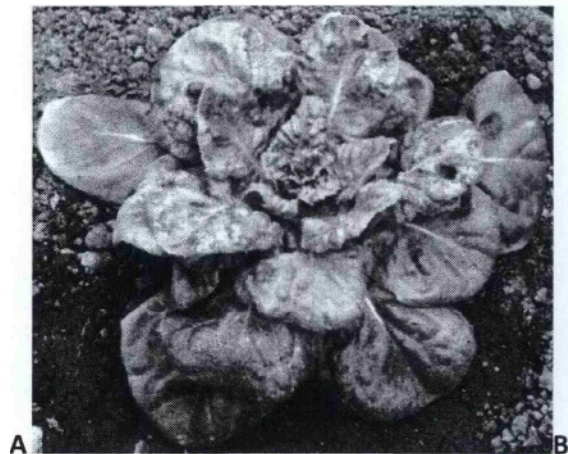
*Οι μέθοδοι για την ανίχνευση των ιών των φυτών περιλαμβάνουν:*

- Χρήση των αντισωμάτων έναντι του ιού
- Μόσχευμα ενός φύλλου από τον υπόπτη φυτό σε φυτό δείκτη. Ο ιός κινείται στις εγκαταστάσεις υποδοχής και προκαλεί τα συμπτώματα στο φυτό δείκτη
- Τοποθετώντας μια σταγόνα του σφρίγος από την υπόπτη μονάδα σε ένα άθικτο φύλλο ενός εργοστασίου δείκτη. Προσθέτοντας μερικές τρίξιμο στο

σφρίγος και τρίβοντας έτσι ώστε το φύλλο να είναι γδαρμένο, και ο ιός αν υπάρχει, να μπορεί να μπει στο φύλλο. Εάν τα συμπτώματα εμφανιστούν στο δείκτη φυτό τότε ξέρουμε ότι ο ιός προήλθε από το φυτό δότη.

### 3.3 Γιατί είναι σημαντικοί οι ιοί

Οι ιοί προκαλούν πολλές σημαντικές ασθένειες των φυτών και είναι υπεύθυνοι για τις τεράστιες απώλειες της φυτικής παραγωγής και της ποιότητας σε όλα τα μέρη του κόσμου. Τα μολυσμένα φυτά μπορούν να παρουσιάσουν μια σειρά από συμπτώματα, ανάλογα με την ασθένεια, όπως κιτρίνισμα των φύλλων (είτε σε ολόκληρο το φύλλο είτε σε ένα μοτίβο ρίγες ή κηλίδες), παραμόρφωση των φύλλων (π.χ. κέρλινγκ) και άλλες στρεβλώσεις ανάπτυξης (π.χ. νανισμό σε ολόκληρο το φυτό, ανωμαλίες στο σχηματισμό λουλουδιών ή φρούτων).





**Εικόνα 9:** **A:** Συμπτώματα από τον ιό του μωσαϊκού στο Μαρούλι (*Lettuce mosaic potyvirus*, LMV)., **B:** Συμπτώματα αμπέλου που προκαλείται από ιό ο μολυσματικός εκφυλισμός (*Grapevine Fanleaf Virus – GFLV*), **Γ:** Παραμόρφωση φρούτων σε μελιτζάνα που προκαλείται από τον ιό του θαμνώδη νανισμού της ντομάτας (*Tomato bushy stunt virus*, TBSV). Ένας υγιής καρπός εμφανίζεται στα αριστερά, **Δ:** Ιοειδές του ραγίσματος του φλοιού των εσπεριδοειδών (*Citrus bark cracking viroid*).

Τα συμπτώματα ποικίλουν ανάλογα με τον ιό. Τα σημαντικότερα συμπτώματα που συναντάμε είναι τα ακόλουθα:

- **Στα φύλλα:** Ανοιχτό πράσινο ή κίτρινο σχέδιο συμπεριλαμβανομένου σημεία, γραμμές, σχήματα μωσαϊκό ή κηλίδες δαχτυλίδι. Μπορεί να υπάρχουν σημεία του καφέ, νεκρό ιστό. Μπορεί επίσης να συναντήσουμε καχεκτική ανάπτυξη ή στρεβλώσεις, μερικές φορές με πολύ μειωμένη επιφάνεια μεταξύ των φλεβών, που μοιάζει με ζημιές από ζιζανιοκτόνα ορμόνη και τα φύλλα μπορούν να τυλίγονται, πτυχωτά
- **Στους βλαστούς :** Καχεκτικοί μίσχοι (σκούπες μαγισσών).
- **Στα λουλούδια:** Μικρή ή μεγάλη παραμόρφωση λουλουδιών. Λευκές λωρίδες όπου η χρωστική ουσία λείπει
- **Στα φρούτα:** Παραμόρφωση και ακανόνιστα σχήματα, χρώματα και ακατάλληλο περιεχόμενο.

Μερικές φορές ο ιός περιορίζεται σε ορισμένα μέρη του φυτού (π.χ. στο αγγειακό σύστημα, σε διακριτά σημεία στο φύλλο) και σε άλλες περιπτώσεις



απλώνεται σε όλο το φυτό προκαλώντας μια συστηματική λοίμωξη. Η μόλυνση δεν καταλήγει πάντοτε σε ορατά συμπτώματα.

Οι ιοί των φυτών δεν είναι δυνατόν να ελέγχονται άμεσα από την εφαρμογή χημικών. Τα κύρια μέσα ελέγχου περιλαμβάνουν:

- Χημικό ή βιολογικό έλεγχο του φορέα (ο οργανισμός μετάδοσης της νόσου, συχνά ένα έντομο)

- Χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών καλλιεργειών

- Χρήση του ιού χωρίς υλικό φύτευσης: στο αγενή πολλαπλασιασμό καλλιεργειών (π.χ. πατάτες, πολλές καλλιέργειες φρούτων) όπου οι ιοί μεταδίδονται μέσω του σπόρου, σημαντικές προσπάθειες γίνονται μέσω της αναπαραγωγής, τα συστήματα πιστοποίησης, κ.τ.λ., ώστε να εξασφαλιστεί ότι το υλικό φύτευσης είναι απαλλαγμένο από ιούς

- Η πρόληψη των ασθενειών για εγκατάσταση σε περιοχές όπου δεν έχει ακόμα εξαπλωθεί

### 3.4 Πως μεταδίδονται οι ιοί

Οι ιοί των φυτών διαφέρουν στον τρόπο μετάδοσής τους. Τα φυτικά κύτταρα έχουν ισχυρό κυτταρικό τοίχωμα και οι ιοί δεν μπορούν να τα διαπεράσουν χωρίς βοήθεια. Συνήθως οι ιοί μεταδίδονται με περισσότερους από έναν τρόπο.

Υπάρχει ένας αριθμός οδών μέσω των οποίων μπορούν οι ιοί να μεταδοθούν και είναι οι ακόλουθοι:

- **Σπόροι:** Μπορούν να διαβιβάζουν μόλυνση από ιό είτε λόγω εξωτερικής μόλυνσης του σπόρου με τα σωματίδια του ιού, είτε από λοίμωξη από τους ζωντανούς ιστούς του εμβρύου. Η μετάδοση μέσω αυτής της οδού οδηγεί σε πρώιμη εκδήλωση της νόσου σε νέες καλλιέργειες οι οποίες συνήθως αρχικά εστιάζουν στον τομέα της διανομής, αλλά μπορεί στη συνέχεια να διαβιβάζονται στο υπόλοιπο της καλλιέργειας από άλλους μηχανισμούς.

- **Αγενής πολλαπλασιασμός/ μόσχευμα:** Οι τεχνικές αυτές είναι φθηνές και εύκολες μέθοδοι πολλαπλασιασμού των φυτών, αλλά παρέχει και την ιδανική ευκαιρία στους ιούς να εξαπλωθούν σε νέες εγκαταστάσεις.

- **Διανύσματα:** Πολλές διαφορετικές ομάδες των ζωντανών οργανισμών μπορούν να λειτουργήσουν ως φορείς και οι ιοί να μεταδοθούν εύκολα από το ένα φυτό στο άλλο:

› Τα βακτήρια ( π.χ. το *Agrobacterium tumefaciens* – του πλασμιδίου Τι οργανισμού αυτού έχει χρησιμοποιηθεί πειραματικά για τη μετάδοση του ιού μεταξύ των γονιδιωμάτων φυτά)

› Fungi Μύκητες

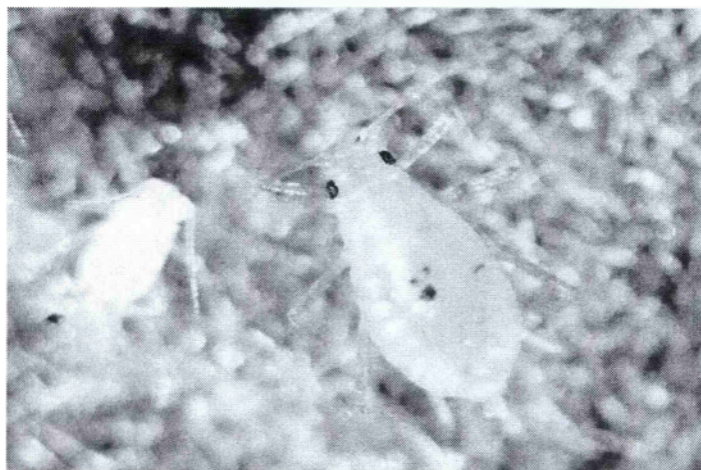
› Νηματώδεις

› Αρθρόποδα: Έντομα- αφίδες, τζιτζίκια, σκαθάρια, θρίπες, κ.τ.λ.

› Αραχνοειδή- Ακάρεα

•**Μηχανική:** Μηχανική μετάδοση των ιών είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την πειραματική μόλυνση των φυτών και επιτυγχάνεται συνήθως με το τρίψιμο του ιού με σκευάσματα που περιέχουν τα φύλλα, τα οποία στα περισσότερα φυτικά είδη είναι ιδιαίτερα ευπαθή σε λοιμώξεις. Ωστόσο αυτό είναι ένας σημαντικός φυσικός τρόπος μετάδοσης. Σωματίδια του ιού μπορούν να μολύνουν το έδαφος για μεγάλες χρονικές περιόδους και μπορούν να μεταδοθούν στα φύλλα των νέων εγκαταστάσεων υποδοχής ως αερόφερτων σκόνη ή σαν βροχή.

•**Μετάδοση των ιών από τα έντομα:** Έχει ιδιαίτερη γεωργική σημασία. Εκτεταμένες περιοχές της μονοκαλλιέργειας και η κατάλληλη χρήση των φυτοφαρμάκων, η οποία σκοτώνει τα φυσικά αρπακτικά ζώα μπορεί να οδηγήσει σε μαζική συγκέντρωση των πληθυσμών των εντόμων όπως οι αφίδες.



**Εικόνα 10.** Η εικόνα δείχνει *Bemisia tabaci*, το διάνυσμα της ενθαρρύνει πολλούς ιούς, συμπεριλαμβανομένων τομάτας ιός του κίτρινου κατσαρώματος των φύλλων και το μαρούλι μολυσματικός ιός κίτρινα.

Οι ιοί των φυτών βασίζονται σε ένα μηχανισμό παραβίασης της ακεραιότητας του κυτταρικού τοιχώματος να εισάγει άμεσα ένα σωματίδιο του

ιού σε ένα κελί. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με το διάνυσμα που σχετίζεται με τη μετάδοση του ιού ή απλά από μηχανική βλάβη στα κύτταρα.

Μεταφορά από έντομα φορείς είναι ένα αποτελεσματικό μέσο μετάδοσης του ιού. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι ιοί μεταδίδονται μηχανικά από το ένα φυτό στο άλλο με το φορέα και το έντομο δεν είναι παρά ένα μέσο διανομής, που φέρουν ή έχουν μεταφερθεί με τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις. Έντομα που δαγκώνουν ή πιπιλίζουν φυτικούς ιστούς είναι, φυσικά, το ιδανικό μέσο μετάδοσης των ιών σε νέους ξενιστές. Ωστόσο, σε άλλες περιπτώσεις ο ιός μπορεί επίσης να μολύνει και να πολλαπλασιάζεται στους ιστούς του εντόμου, καθώς και εκείνες των φυτών ξενιστών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το διάνυσμα χρησιμεύει ως μέσο όχι μόνο για τη διανομή του ιού, αλλά και ενισχύοντας τη μόλυνση:

Τα περισσότερα γονιδιώματα *Begomovirus* αποτελούνται από δύο κυκλικές, μονόκλιωνα μόρια DNA. Οι ιοί αυτοί προκαλούν μεγάλη ζημιά στην καλλιέργεια φυτών όπως ντομάτες, φασολάκια, σκουός, μανιόκα και το βαμβάκι και η εξάπλωση τους μπορεί να συνδέεται άμεσα με τη ακούσια παγκόσμια διάδοση του "B" ή αλλιώς βιότυπος *Silverleaf* του αλευρώδη *Bemisia tabaci*. Αυτό το διάνυσμα ενθαρρύνει την ταχεία και αποτελεσματική εξάπλωση των ιών από εγχώρια είδη φυτών σε καλλιέργειες γειτονικών χωρών.

### 3.5 Πως οι ιοί μολύνουν τα κύτταρα

Η βασική διαδικασία της ιογενούς λοίμωξης και τον πολλαπλασιασμό του ιού συμβαίνει σε 6 βασικά βήματα:

1. Προσρόφηση - ο ιός συνδέεται με το κύτταρο ξενιστή.
2. Είσοδος - ο ιός εγχέει γονιδιώματα του στο κύτταρο ξενιστή.
3. Αντιγραφή του ιού γονιδιώματος - επαναλήψεις μικρού γονιδιώματος χρησιμοποιώντας κυτταρικό μηχανισμό του ξενιστή.
4. Συνέλευση –τα ιογενής συστατικά και τα ένζυμα που παράγονται αρχίζουν να συγκεντρώνονται.
5. Ωρίμανση - ιογενής εξαρτήματα συναρμολόγησης και ο ιός έχει πλήρως αναπτυχθεί.
6. Τύπου - Τα πρόσφατα παραχθέντα ιού να αποβληθούν από το κύτταρο ξενιστή.

## Κεφάλαιο 4°

### Ο ιός Υ της πατάτας (PVY) και η μετάδοση του από την *M. persicae*

#### 4.1 Γενικά

Ο ιός Υ ή ιός ράβδωσης της πατάτας (PVY) ανήκει στο γένος *Potyvirus* της οικογένειας *Potyviridae*. Το γένος *Potyvirus* πήρε το όνομά του από το πιο αρχέγονο μέλος του, τον ιό Υ της πατάτας. Από της 34 ομάδες φυτικών ιών που υπάρχουν, είναι η μεγαλύτερη και πολύ σημαντική από οικονομικής πλευράς.

Ο PVY αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικότερους εντομομεταδιδόμενους ιούς της πατάτας στην Ελλάδα και διεθνώς. Πιθανότατα βρίσκεται σε περιοχές όπου καλλιεργείται πατάτα, πιπεριά, καπνός και ντομάτα. Έχουν χαρακτηριστεί τρεις φυλές του ιού ανάλογα με τα συμπτώματα που προκαλούν σε ορισμένους φυτοδείκτες όπως: *Nicotiana tabacum*, *Physalis floridana*. ή ανάλογα με την ικανότητα τους να εκδηλώνουν ανθεκτικότητα σε διάφορα φυτά ξενιστές. Οι φυλές σημειώνονται με ειδικούς εκθέτες και ονομάζονται φυλή Ο, Ν και C του ιού Υ της πατάτας ενώ παράλληλα υπάρχει και ο ιός PVY<sup>NTN</sup> που αποτελεί συνδυασμό μεταξύ της νεκρωτικής φυλής Ν και της φυλής Ο αλλά και συνδυασμοί μεταξύ των φυλών PVY<sup>c</sup> και PVY<sup>z</sup> (de Bokx & Huttinga 1981, Jones 1990, Le Romancer et al. 1994, Kerlan et al. 1999, Chrzanowska 1991, McDonald & Singh 1993, 1996, Blanco-Urgoiti et al., 1998). Η φυλή Υ<sup>o</sup> παρουσιάζει παγκόσμια εξάπλωση, ενώ η φυλή Υ<sup>N</sup> υπάρχει στην Ευρώπη συμπεριλαμβανοντας και άλλες χώρες όπως η πρώην Σοβιετική Ένωση, τμήματα της Αφρικής και της Νότιας Αμερικής, ενώ οι φυλές Υ<sup>c</sup>, συμπεριλαμβανόμενου και του ιού C της πατάτας, παρουσιάζονται πιθανότατα στην Αυστραλία, την Ινδία και κάποια τμήματα του Ηνωμένου Βασιλείου και της ηπειρωτικής Ευρώπης (Brunt et al. 1987). Στην Ελλάδα ενδημεί σε όλες τις καπνοπαραγωγικές περιοχές και από ότι φαίνεται δημιουργεί πολύ σοβαρά προβλήματα στις ποικιλίες Virginia και Burley (Katis et al. 1993).

Ο PVY μπορεί να ανιχνευτεί με ορολογικές μεθόδους, κυρίως με ανοσοενζυμική ανάλυση (ELISA) των μολυσμένων φυτών με μονοκλωνικά και πολυκλωνικά αντισώματα (Ellis et al. 1996). Τα τελευταία είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για την ορολογική διαφοροποίηση των φύλλων του ιού, κάτι που δεν μπορεί να γίνει με τα πολυκλωνικά αντισώματα.

Ο PVY, ως ιός που μεταδίδεται με μη-έμμοιο τρόπο, είναι δύσκολο να καταπολεμηθεί, αφού μεταναστευτικά και μη- μεταναστευτικά είδη αφίδων



μπορούν να τον μεταδώσουν ακόμα και μετά από σύντομη διάτρηση της επιφάνειας του φύλλου (Katis et al. 1998). Για την αντιμετώπιση του PVY σε καλλιέργειες καπνού συνιστώνται κυρίως μέτρα που έχουν ως στόχο τη μείωση του αριθμού των φορέων του ιού.

- Χρήση εντομοκτόνων, τα οποία είναι αποτελεσματικά εναντίων των μεταναστευτικών πτερωτών μορφών. Παρόλο που τα εντομοκτόνα δεν μπορούν να ελέγξουν τις μεταναστευτικές μορφές, η εφαρμογή τους είναι απαραίτητη προκειμένου να περιοριστούν οι άμεσες ζημιές των αφίδων (DiFonzo et al. 1995).

- Ψεκασμοί με ελαφρά ορυκτέλαια. Στις περιοχές που ενδημεί ο PVY οι εφαρμογές με λάδια μπορεί να συμβάλλουν σημαντικά στο περιορισμό της εξάπλωσής του. Στα προβλήματα της μεθόδου έγκειται η φυτοτοξικότητα που εκδηλώνεται σε ορισμένες περιπτώσεις καθώς και το υψηλό κόστος εφαρμογής.

- Εγκατάσταση των σπορειών καπνού σε μεγάλη απόσταση από της καλλιέργειες πατάτας, καλυψή τους με αφιδοστεγή δίκτυα και ένας προληπτικός ψεκασμός με imidacloprid. Η μεταφύτευση υγιών φυταρίων είναι σημαντικό μέτρο γιατί επιτρέπουν την έναρξη της καλλιέργειας με υγιή φυτά χωρίς μολύσματα του ιού.

- Χρήση ανθεκτικών ποικιλιών. Ορισμένες θερμοξηραινόμενες σειρές, όπως η NC 744 και η ποικιλία Burley TN 86, είναι ανθεκτικές στις φυλές Y<sup>o</sup> και Y<sup>N</sup> του ιού. Τα τελευταία επίσης χρόνια δημιουργούνται όλο και περισσότερα γενετικά τροποποιημένα φυτά, τα οποία εκδηλώνουν διάφορα επίπεδα ανθεκτικότητας (Sudarsono et al. 1995).

Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι η γνώση της εποχικής αφθονίας και η σύνθεση των ειδών αφίδων είναι απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη μιας στρατηγικής προστασίας από τον ιό (Katis et al. 1998).

#### 4.2 Φυσικοί ξενιστές και συμπτώματα

Ο PVY έχει μεγάλη ποικιλία ξενιστών και μεταδίδεται μηχανικά σε 120 περίπου φυτικά είδη οικογενειών : *Amaranthaceae* , *Chenopodiaceae* , *Compositae* , *Leguminosae* και *Solanaceae*. Σημαντικοί ξενιστές του PVY είναι : *Capsicum* spp.(πιπεριά) , *Lycopersicon Esculentum* (τομάτα), *Nicotiana* spp.(καπνός), *Physalis floridana* , *Solanum* spp.(αγριοντοματιά), και η πατάτα . Φυτά πηγές του ιού είναι και διάφορα είδη ζιζανίων, όπως το στύφνο, *Solanum nigrum* L. (*Solanaceae*), η αντράκλα *Portulaca aleracea* L. (*Oleraceae*) και η φυσαλίδα *Physalis* sp. Πρόκειται για ιό που δε μεταδίδεται με τον σπόρο των ξενιστών του. Στην Ελλάδα, αλλά και σε άλλες χώρες, οι

επιδημίες παρατηρούνται σε καπνοπαραγωγικές περιοχές όπου γειτονεύουν καλλιέργειες πατάτας ή υπάρχουν φυτά εθελοντές π.χ. ζιζάνια.

Τα συμπτώματα της αρχικής μόλυνσης εμφανίζονται με στίγματα, κιτρίνισμα, ριτίδιασμα και νέκρωση των φύλλων ,ενώ εκείνα της δευτερεύουσας (μολυσμένος κόνδυλος )είναι νανισμός και εύθραυστο φύλλωμα..Η έκφραση των συμπτωμάτων εξαρτάται από την φυλή του ίου ,την καλλιεργούμενη ποικιλία πατάτας ,την ηλικία κατά την μόλυνση και τις περιβαλλοντικές συνθήκες .Τα συμπτώματα είναι εντονότερα και σοβαρότερα σε περίπτωση διπλής μόλυνσης (συνδυασμός των PVY και PVX της πατάτας ),όπου προκύπτει το λεγόμενο "τραχύ μωσαικό". Μέρος μόνο των κονδύλων μολύνεται στην αρχική μόλυνση ,επειδή οι μικρότεροι κόνδυλοι (<30 gr)σε ποσοστό περίπου 50 % δεν φιλοξενούν τον ιό.

### 4.3 Μηχανισμοί μετάδοσης

#### 4.3.1 Μετάδοση με μη έμμονο τρόπο

Με μη έμμονο τρόπο μεταδίδονται περισσότεροι από 100 ιοί και πολλοί από αυτούς έχουν μεγάλη οικονομική σημασία. Με τον τρόπο αυτό μεταδίδονται ιοί που ανήκουν στα γένη των *Potyvirus*, *Carlavirus*, *Caulimovirus*, και τα γένη *Cucumovirus*, *Alfamovirus*, και *Fabavirus* που έχουν σαν κύριο φορέα την αφίδα *Myzus persicae*. Επίσης, αποτελεσματικοί φορείς μη-έμμονων ιών είναι και διάφορα πολυφάγα είδη αφίδων όπως: *Aphis gossypii*, *A. craccivira* και *A. fabae*.

Οι ιοί της κατηγορίας αυτής προσβάλλουν τα επιδερμικά κύτταρα των φυτών ξενιστών και τα κύρια συμπτώματα που συνήθως παρατηρούνται σε αυτά είναι αποχρωματισμός και νέκρωση των νεύρων, νανισμός, μωσαικό των φύλλων, και σε λίγες περιπτώσεις παρατηρείται ποικιλοχλώρωση των πετάλων, όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τον ιό του μωσαικού του γογγυλιού (TuMV). Επίσης, υπάρχουν περιπτώσεις όπως ο ιός του μωσαικού της μηδικής (AMV) σε κάποιους ξενιστές ή είδη ιών του γένους *Carlavirus* που δεν εκδηλώνουν καθόλου συμπτώματα, έτσι πρόκειται για την περίπτωση της λανθάνουσας μόλυνσης (Katis et al. 1998).

Η μη –έμμονη μετάδοση σχετίζεται άμεσα με την τυπική συμπεριφορά που ακολουθεί μια αφίδα για την επιλογή του ξενιστή της.. Η συμπεριφορά επιλογής στην ουσία μπορεί να χωριστεί σε τέσσερα στάδια

**1° Στάδιο:** Προσέλκυση της αφίδας στο φυτό

**2° Στάδιο:** οκιμή της επιφάνειας των φυτών και των εξωτερικών ιστών του φυτού

**3° Στάδιο:** ιάτρηση

**4° Στάδιο:** οκιμή του χυμού του φλοιώματος

Αναλυτικότερα, αφού η αφίδα φτάσει στην επιφάνεια του φυτού από το οποίο δέχτηκε ένα θετικό ερέθισμα αρχίζει να κινείται συνήθως στην κάτω επιφάνειά του και να ψάχνει για σημεία κατάλληλα για νύγματα δοκιμής. Αν τα σημεία αυτά εντοπιστούν, κάνει την πρώτη διάτρηση, συνεχίζοντας τη διαδικασία δημιουργίας νυγμάτων δοκιμής. Τα νύγματα δοκιμών, που αρχικά κάνει η αφίδα με την προσγείωσή της στα φύλλα του φυτού, ουσιαστικά αποσκοπούν στο να ελέγχει την καταλληλότητα του φυτού ως πηγή διατροφής της. Λόγω αυτής της συμπεριφοράς οι αφίδες μπορούν πολύ γρήγορα να προσλάβουν ένα μη-έμμοιο ιό. Νύγματα δοκιμών σε ένα μολυσμένο με τον ιό φυτό έχουν ως αποτέλεσμα τη μόλυνση των στιλέτων της αφίδας, του τροφικού αγωγού αλλά και του πρόσθιου εντέρου. Τα στιλέτα των στοματικών μορίων της αφίδας, ο τροφικός αγωγός καθώς και το πρόσθιο έντερο είναι οι θέσεις στις οποίες διατηρείται ο μη-έμμοιος ιός από όπου θα μεταφερθεί διαδοχικά για να μολύνει ένα υγιές φυτό κατά τη διάρκεια καινούργιων νυγμάτων δοκιμής κατά την επιλογή του κατάλληλου ξενιστή από την αφίδα.

Μια ιοφόρα αφίδα είναι ικανή να μολύνει ένα υγιές φυτό μέσα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα (λιγότερο από 10 sec) από την στιγμή που θα κάνει το πρώτο νύγμα δοκιμής (Lopez-Abella et al.1969, Power 1991). Είναι δυνατόν να υπάρξει διαδοχική μόλυνση φυτών (μέχρι 5 φυτά), αν η ιοφόρα αφίδα συνεχίσει να κάνει νύγματα δοκιμών σε διαδοχικά φυτά μέχρι να βρει τον κατάλληλο ξενιστή.

#### 4.3.2. Μετάδοση με ημι-έμμοιο τρόπο

Περίπου 15 ιοί μεταδίδονται με ημι-έμμοιο τρόπο. Πρόκειται για έναν τρόπο μετάδοσης που παρουσιάζει χαρακτηριστικά έμμονης και μη-έμμονης μετάδοσης καθώς δε φαίνεται να έχει δικές του διαφορετικές ιδιότητες. Βασικά οι ιοί αυτοί είναι μη-έμμοιοι με την έννοια ότι δεν κυκλοφορούν στο σώμα των εντόμων φορέων (Harris 1981), διατηρούν όμως την ικανότητα μετάδοσης μέχρι 3 έως 4 ώρες. Ο ελάχιστος χρόνος πρόσληψης είναι 30 λεπτά αν και η αποτελεσματικότητα είναι μεγαλύτερη όταν ο χρόνος αυξάνεται σε μερικές ώρες. Επίσης, η αποτελεσματικότητα μετάδοσης σε αντίθεση με την μη-έμμονη μετάδοση δεν αυξάνεται με νηστεία των αφίδων πριν τα νύγματα



δοκιμών στα ασθενή φυτά. Όπως οι έμμονοι ιοί έτσι και αυτοί εντοπίζονται στο φλοίωμα των φυτών. Επομένως, οι αφίδες θα πρέπει να έρθουν σε επαφή με τους ασθενείς ιστούς προκειμένου να προσλάβουν και να μεταδώσουν τους ιούς. εν μεταδίδονται μετά την έκδυση των αφίδων.

Πολλοί υποστηρίζουν ότι ο μη-έμμονος και ημι-έμμονος τρόπος μετάδοσης διαφέρουν στη θέση διάτρησης του ιού στο σώμα του αντίστοιχου φορέα. Στην περίπτωση της μη-έμμονης μετάδοσης τα σωματίδια του ιού διατηρούνται στον τροφικό αγωγό, ενώ στην περίπτωση των ημι-έμμονων ιών πιθανόν να διατηρούνται στη προστοματική ή τη μεταστοματική περιοχή (Harris et al. 1996, Fereres & Collar 2001).

#### 4.3.3. Μετάδοση με έμμονο τρόπο

Οι σημαντικοί φορείς έμμονων ιών είναι τα είδη αφίδων που αποικίζουν τα φυτά που είναι ξενιστές των ιών. Τα χαρακτηριστικά των ιών που μεταδίδονται με έμμονο τρόπο συνοψίζονται στα παρακάτω:

A) Απαιτείται μεγάλης διάρκειας διατροφική δραστηριότητα (απορρόφηση φυτικού χυμού) στο μολυσμένο ξενιστή προκειμένου να επιτευχθεί μόλυνση. Η αποτελεσματικότητα αυξάνεται όταν, ο χρόνος διατροφής κυμαίνεται από 6 έως 24 ώρες.

B) Από την πρόσληψη του ιού από το φορέα μέχρι τη στιγμή που θα είναι ικανός να φέρει μόλυνση απαιτείται μια λανθάνουσα περίοδος περίπου 12 ωρών.

Γ) Τα έντομα παραμένουν ιοφόρα για μια βδομάδα ή τις περισσότερες φορές για ολόκληρη τη ζωή τους.

) Η μολυσματική δραστηριότητα των εντόμων-φορέων διατηρείται και μετά την έκδυσή τους.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες έμμονων ιών. Αυτοί που πολλαπλασιάζονται στο φορέα και αυτοί που δεν πολλαπλασιάζονται στο σώμα του φορέα. Κατά τη διάρκεια της λανθάνουσας περιόδου οι ιοί κυκλοφορούν στο σώμα του εντόμου από τα στοματικά μόρια στον πεπτικό σωλήνα, την αιμόλεμφο και τέλος ο ιός καταλήγει στους σιελογόνους αδένες, από όπου με το σίελο εισάγεται στο υγιές φυτό κατά τη διατροφή. Οι έμμονοι ιοί εντοπίζονται στο φλοίωμα των ιστών. Χαρακτηριστικό γνώρισμά τους είναι ότι εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης σε σχέση με το φορέα.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ιών που μεταδίδονται με έμμονο τρόπο είναι οι ιοί που ανήκουν στο γένος των *luteoviruses*. Οι ιοί που ανήκουν στο γένος αυτό σχετίζονται ορολογικά και η μόλυνσή τους παρουσιάζει συμπτώματα, όπως κίτρινες κηλίδες σε ποώδη φυτά.

Τέλος, στον πίνακα που ακολουθεί θα δούμε ιούς που μεταδίδονται με την *M. persicae*.

**Πίνακας 1.** Ιοί που μεταδίδονται με την αφίδα *M. Persicae*

Ιός	Φορέας	Τρόπος μετάδοσης
Ευλογία της δαμασκηνιάς (PPV)	<i>M. persicae</i>	Μη-έμμονος
Κίτρινο μωσαικό της κοινής κολοκυθιάς (ZYMV)	-//-	Μη-έμμονος
Μωσαικό τεύτλων (BtMV)	-//-	Μη-έμμονος
Μωσαικό μαρουλιού (LMV)	-//-	Μη-έμμονος
Μωσαικό αγγουριάς (CMV)	-//-	Μη-έμμονος
Κίτρινη στιγμάτωση κολοκυθιάς (ZYFV)	-//-	Μη-έμμονος
Ιός Υ της πατάτας (PVY)	-//-	Μη-έμμονος
Ιός Α της πατάτας (PVA)	-//-	Μη-έμμονος
Μωσαικό μηδικής (AMV)	-//-	Μη-έμμονος
Αφιδομετ/νος ίκτερος κολοκυνθοειδών (ABYV)	-//-	Έμμονος
Παραμόρφωση νεύρων καπνού (TVD)	-//-	Έμμονος
Καρούλιασμα φύλλων πατάτας (PRLV)	-//-	Έμμονος
Καρούλιασμα φύλλων μπιτζελιού	-//-	Έμμονος
Ίκτερος τεύτλων (BYV)	-//-	Ημί-έμμονος

#### 4.4 Μετάδοση του ιού PVY

Ο PVY μεταδίδεται μηχανικά ή με χυμό. Ανήκει στο γένος Potyvirus και μεταδίδεται με αφίδες (μη έμμοнос τρόπος) (Hemiptera : Aphididae).

Οι De Bokx και huttinga (1981) αναφέρουν περίπου 25 είδη αφίδων φορείς του ιού Y της πατάτας. Άλλες βιβλιογραφικές αναφορές εμφανίζουν περίπου 50 είδη αφίδων ως φορείς του PVY. Οι αφίδες μολύνονται με το PVY σε λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα, ενώ η αποτελεσματικότητα μετάδοσης διαρκεί από 10 δευτερόλεπτα έως 1 λεπτό τροφικής δραστηριότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν μια αφίδα τρέφεται για περισσότερο από 5 έως 10 λεπτά παρατηρείται μειωμένη μεταδοτικότητα. Σύμφωνα με το Bradley (1983), μόνο οι φιδές που κάνουν σύντομη μύζηση μεταδίδουν αποτελεσματικά τον PVY. Επιπλέον έχουν αναφερθεί ότι οι πεινασμένες αφίδες μεταδίδουν αποτελεσματικά τον PVY. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στο γεγονός ότι οι πεινασμένες αφίδες τσιμπούν με μεγαλύτερη συχνότητα σε σχέση με τις μη πεινασμένες, όταν μετακινούνται από τους ξενιστές στα φυτά δείχτες.

Η συχνότητα μετάδοσης ποικίλει ανάμεσα στα είδη των αφίδων. Η πράσινη αφίδα του ροδακινιού *Myzus persicae* είναι ο πιο ικανός φορέας του ιού Y της πατάτας, αλλά η ικανότητα μετάδοσης κυμαίνεται από 8% έως 64%. Άλλα είδη που αποικίζουν την πατάτα και μεταδίδουν τον PVY είναι: *nasturtii* (31%), *Aulacorthum solani* (4%), *Macrosiphum euphorbiae* (2-45%).

Είδη αφίδων που δεν αποικίζουν την πατάτα και μεταδίδουν τον PVY σε μεγάλο ποσοστό είναι: *Myzus certus* μεταδίδει τον ιό με μεγάλη ικανότητα (54%) στον Καναδά, ενώ η *Brachycaudus helichrysi* είναι ένας αποτελεσματικός φορέας (15-34%) στην Ευρώπη. Άλλες αφίδες που δεν αποικίζουν την πατάτα και μεταδίδουν τον PVY σε σχετικά μικρά ποσοστά είναι: *Acyrtosiphon pisum* (0-12%), *Aphis citricola* (6%), *Aphis fabae* (0-12%), *Capitophorus elaeaghi* (2%), *Ropalosiphum maidis* (2%), *Ropalosiphum padi* (0-11%), *Schizaphis graminum* (4-5%), *Sitobion avenae* (0-2%).

Η διαφορά στην ικανότητα μετάδοσης του PVY ανάμεσα στα είδη των αφίδων οφείλεται στην συμπεριφορά τους αλλά και σε φυσικούς παράγοντες.

Σχετικά με την συμπεριφορά: Η *M. euphorbiae* μεταδίδει αποτελεσματικότερα τον PVY στον καπνό παρά στην πατάτα, ενδεχόμενα να τσιμπάει συχνότερα και με μικρότερη διάρκεια τον καπνό. Η *B. helichrysi* συνήθως κάνει σύντομα τσιμπήματα (0-20 δευτερόλεπτα) σε φυτά καπνού μολυσμένα με τον PVY με μεταδοτικότητα 15%, ενώ στην *Drepanosiphum platanoideis* τα τσιμπήματα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια (περισσότερο από 1 λεπτό) και η μεταδοτικότητα είναι περίπου 1%.

Όσο αφορά τους φυσικούς παράγοντες ,ενδεχόμενα να σχετίζονται με την αδρανοποίηση των ιοσωματίων στο σίελο του φορέα η στις διαφορετικές θέσεις προσκόλλησης των ιοσωματίων στο εσωτερικό τοίχωμα του στιλέτου και του οισοφάγου των αφίδων. Η μετάδοση του PVY εξαρτάται από την παρουσία ενός βοηθητικού συστατικού στο χυμό του φυτού. Το βοηθητικό συστατικό σχετίζεται με την προσκόλληση των ιοσωματίων στα τοιχώματα των στοματικών μορίων των αφίδων.

Επιπλέον, στα διαφορετικά στάδια των αφίδων εμφανίζεται διαφορετικό επίπεδο αποτελεσματικότητας. Οι Singh et al (1983) και Upreti & Nagaich(1971) αναφέρουν ότι οι νύμφες και τα ανήλικα άπτερα στη *M. persicae* έχουν μεγαλύτερη ικανότητα μετάδοσης σε σχέση με τα πτερωτά ενήλικα. Αντίθετα ο Stevenson(1959) δεν βρήκε ανάλογη διάφορα μεταξύ των σταδίων ανάπτυξης της *M. persicae*. Η μετάδοση από αφίδες επηρεάζεται και από περιβαλλοντικούς και άλλους παράγοντες. Οι Singh et al (1988) αναφέρουν αύξηση της μετάδοσης του PVY σε υψηλότερες θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία (μεγαλύτερη από 80 %) για *M. persicae* και *A. gossypii*. Η ικανότητα μετάδοσης της *M. Persicae* σχετίζεται με την συγκέντρωση του ίου στο φυτό ξενιστή.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι, η ικανότητα μετάδοσης PVY από διαφορετικά είδη αφίδων εξαρτάται από φυσικούς παράγοντες ,τη συμπεριφορά των αφίδων, τη γενετική ποικιλότητα ,τα στάδια ανάπτυξης των αφίδων, καθώς επίσης και το περιβάλλον στο οποίο δρουν οι αφίδες .

## Βιβλιογραφία

**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. 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. & Eastop, V. F. 2000.** *Aphids of the World's Crops: An Identification and Information Guide*. Second edition. John Wiley & Sons Publications, London.

**Blanco-Urgoiti, B., Tribodet, M., Leclere, S., Ponz, F., Roman, C.P.S.D., Legorburu, F.J., Kerlan, C., 1998.** Characterization of potato potyvirus Y (PVY) isolates from seed potato batches. Situation of the NTN, Wilga and Z isolates. *Eur. J. Plant Pathol.* 104, 811–819.

**Buck KW, 1999.** Replication of tobacco mosaic virus RNA. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 354: 613–627

**Chrzanowska, M., 1991.** New isolates of the necrotic strain of Potato virus Y (PVYN) found recently in Poland. *Potato Res.* 34, 179–182.

**De Bokx J. A., Hutinga H. 1981.** Potato virus Y // CMJ AAB Descript: Plant viruses. №242.- P. 7.

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



**DiFonzo, C.D., D.W. Ragsdale, and E.B. Radcliffe. 1995.** Potato leafroll virus spread in differentially resistant potato cultivars under varying aphid densities. *Am. Pot. J.* 72: 119-132.

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

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

**Ellis, P., Stace-Smith, R., Bowler, G. and Mackenzie, D.J. (1996).** Production of monoclonal antibodies for detection and identification of strains of potato virus Y. *Canadian Journal of Plant Pathology* 18, 64-70.

**Fereres, A. and Collar, J.L. 2001.** Analysis of Noncirculative Transmission by Electrical Penetration Graphs. pp.87-109 in Harris, K.F., Smith, O.P. & Duffs, J.E. (Eds) *Virus-Insect-Plant Interactions.* Academic Press, London.

**Goundoudaki, S. Tsitsipis, J.A. Margaritopoulos, J.T. Zarpas, K.P. Divanidis, S. (2003).** Performance of tobacco aphid *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) on the Oriental & Virginia tobacco varieties . *Agricultural and Forest Entomology* 5: 285-291.

**Hari, V., 1981.** The RNA of tobacco etch virus : further characterisation and detection of protein linked to RNA. *Virology* 112, 391-399.

**Harris K.F., Pesic-Van Esbroeck, Z., and Duffus, J.E. 1996.** Morphology of the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) relative to virus transmission. *Zoomorphology* 116, 143-156

**Jones RAC (1990)** Strain group specific and virus specific hypersensitive reactions to infection with potyviruses in potato cultivars. *Ann Appl Biol* 117:93-105 .

**Katis, N., Chrysoshoos, A. and Woods, R. 1993.** Tobacco viruses in Greece. Coresta Congress, October 1992, Spain, pp. 169.

**Katis, N., Tsitsipis, J. A., Avgelis, A., Gargalianou, J., Papapanayotou A. & Milla, S. 1998.** Aphid populations and potato virus Y potyvirus (PVY) spread in potato fields.

**Kennedy, J.S., Day, M.F. & Eastop V.F. 1962.** A Conspectus of Aphids as Vectors of Plant Viruses. Commonwealth Institute of Entomology, London, 114pp.

**Kerlan, C., Tribodet, M., Glais, L., Guillet, M., 1999.** Variability of Potato virus Y in potato crops in France. *J. Phytopathol.* 147, 643–651.

**Le Romancer, M., Kerlan, C. and Nedellec, M. 1994.** Biological characterisation of various geographical isolates of potato virus Y inducing superficial necrosis on potato tubers. *Pl Pathol*, 43: 138–144

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

**Lopez-Abella, D., and Bradley, R.H.E. 1969.** Aphids may not acquire and transmit stylet-borne viruses when probing intercellularly. *Virology* 39, 338-342.

**McDonald, J.G., Singh, R.P., 1996.** Response of potato cultivars to North American isolates of PVYNTN. *Am. Potato J.* 73, 317–323.

**Mordvilko, A. K. 1928.** The evolution of cycles and the origin of heteroecy (migrations) in plant-lice. *Annals and Magazine Natural History (Series 10)*, 2: 570-582.

**Powell, G. 1991.** Cell membrane punctures during epidermal penetrations by aphids: Consequences for the transmission of two potyviruses. *Annals of Applied Biology* 119, 313-321.

**Singh, M.N., S.M.P.Khurana & B.B.Nagaich, 1983.** Evidence on heredity variations in the virus transmission efficiency of aphid clones. *Z.Pflanz.* 90:345-351.

**Singh NP, McCoy MT, Tice RR, Schneider EL 1988.** A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. *Exp Cell Res*, 175: 184-191.

**Stevenson, A. B., 1959.** A study of the aphid transmission of potato virus Y in Wisconsin. *Diss. Abstr.* 19 : 2711-2712. (*Rev. appl. Mycol.* 39(1960): 34,

**Sudarsono, Young JB, Woloshuk SL, Parry DC, Hellmann GM, Wernsman EA, Lommel SA and Weissinger AK., 1995.** Transgenic burley and flue-cured tobacco with resistance to four necrotic isolates of potato virus Y. *Phytopathology* 85: 1493-1499

**Tamaki, G. (1973).** Spring populations of the green peach aphid on peach trees and the role of natural enemies in their control. *Environmental Entomology* 2, 186–191.

**Tamaki, G. (1984).** Biological control of potato pests. In: Lashomb, J.H. and Casagrande, R. (eds) *Advances in Potato Pest Management*. Hutchinson Ross, Pennsylvania, pp. 178–192

**Tsitsipis, J. A., Lykouressis, D., Katis, N., Avgelis, A. D., Gargalianou, J., Papanayotou, 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).

**Upreti, G. C, and Nagaich, B. B. 1971.** Variation in the ability of *Myzus persicae* Sulz. To transmit potato viruses. *Phytopathol. Z.* 71:223-230.

**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.

**Waimann E, Ueki S, Trutnyeva K, Citovsky V (2004)** The ins and outs of non-destructive cell-to-cell and systemic movement of plant viruses. *Crit Rev Plant Sci* 23: 195–250.

**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.

**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*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Νέα Ιώνια, Μαγνησίας.

#### **Ηλεκτρονική βιβλιογραφία**

<http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/steg/fp/2010/loannidiAikaterini/attached-document-1287477196-670930-8081/loannidis2010.pdf>

[www.gewponoi.com/fytikh/index.php&spell=1&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.,cf.osb&fp=a7cf4c9857096694&biw=1680&bih=903](http://www.gewponoi.com/fytikh/index.php&spell=1&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.,cf.osb&fp=a7cf4c9857096694&biw=1680&bih=903)