

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμ. Πρωτοκ. 157  
27-3-2007

**Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**της**  
**Ιωάννας Μανωλικάκη**

**ΘΕΜΑ**

**Μελέτη της ανθεκτικότητας της αφίδας *Myzus persicae* (Hemiptera:Aphididae)  
σε διάφορα εντομοκτόνα με τη μέθοδο της στιγμιαίας εμφάνισης.**

**ΒΟΛΟΣ 2006**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5686/1  
Ημερ. Εισ.: 21-08-2007  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2006  
MAN

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΗΣ**  
**Ιωάννας Μανωλικάκη**

**ΘΕΜΑ**

**Μελέτη της ανθεκτικότητας της αφίδας *Myzus persicae***  
**(Hemiptera: Aphididae) σε διάφορα εντομοκτόνα με τη μέθοδο της**  
**στιγμαϊάς εμβάπτισης**

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

**Ι. Τσιτσιπής, Καθηγητής, Επιβλέπων**

**Π. Λόλας, Καθηγητής, Μέλος**

**Ν. Παπαδόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος**

## **Ευχαριστίες**

*Είναι ίσως δύσκολο να εκφράσει κανείς τις ευχαριστίες του με λίγα λόγια σε ανθρώπους που τον βοήθησαν, τον παρότρυναν και του συμπαραστάθηκαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της πτυχιακής διατριβής.*

*Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα της εν λόγω διατριβής, τον κ. Ιωάννη Τσιτσιπή, καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τη δυνατότητα που μου έδωσε να ασχοληθώ με το παρόν θέμα, αλλά και για την αμέριστη επιστημονική και ηθική υποστήριξή του καθόλη τη διάρκεια της διατριβής.*

*Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται και στα άλλα δύο μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, κ. Πέτρο Λόλα, Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο, Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Οι υποδείξεις, οι επισημάνσεις και οι διορθώσεις τους συνέβαλαν σημαντικά στην οργάνωση, στη βελτίωση και στην τελική διαμόρφωση της διατριβής.*

*Επίσης ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Δρ. Ιωάννη Μαργαριτόπουλο, τον Δρ. Κωνσταντίνο Ζάρπα και τον υποψήφιο διδάκτορα τον κ. Παναγιώτη Σκούρα, για τη βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος αλλά και κατά τη συγγραφή της διατριβής, καθώς και για την υποστήριξη που μου πρόσφεραν.*

*Τέλος, ευχαριστώ θερμά τους γονείς μου και τις δύο αδερφές μου για την ηθική και υλική τους υποστήριξη καθώς και για την αμέριστη συμπαράσταση τους καθόλη τη διάρκεια των σπουδών μου.*

*Στις αδερφές μου Έρη και Χρυσούλα,*

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....</b>	<b>1</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>4</b>
<b>Α ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>7</b>
<b>1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Ροδακινιά</b>	<b>8</b>
1.1.1. Ιστορικό - Περιγραφή.....	8
1.1.2. Οικονομική σημασία.....	9
1.1.3. Καλλιεργητικές συνθήκες.....	12
1.1.4. Ποικιλίες ροδακινιάς.....	13
1.1.5. Εχθροί και ασθένειες της ροδακινιάς.....	15
<b>1.2. Καπνός.....</b>	<b>21</b>
1.2.1. Ιστορικά δεδομένα.....	21
1.2.2. Σημασία του καπνού στην Ελλάδα.....	21
1.2.3. Μορφολογία και ταξινόμηση.....	21
1.2.3.1. Μορφολογία του <i>N. tabacum</i> .....	21
1.2.3.2. Γενική ταξινόμηση .....	22
1.2.3.3. Ταξινόμηση του <i>N. tabacum</i> .....	22
1.2.4. Εχθροί και ασθένειες.....	24
<b>2. ΑΦΙΔΕΣ.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1. Συστηματική Κατάταξη – Περιγραφή.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2. Βιολογικός κύκλος αφίδων.....</b>	<b>26</b>
2.2.1. Ζημίες.....	30
2.2.2. Φυσικοί εχθροί.....	30
2.2.3. Καταπολέμηση.....	31



<b>2.3. <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)</b> .....	<b>31</b>
<b>3. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1. Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας</b> .....	<b>34</b>
3.2.1. Αυξημένη αποικοδόμηση εντομοκτόνων.....	35
3.2.2. Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων.....	35
3.2.3. Παρεμπόδιση του εντομοκτόνου να φθάσει στο στόχο.....	36
<b>3.3. Ανίχνευση ανθεκτικότητας</b> .....	<b>37</b>
3.3.1. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με τη μέθοδο Στιγμαϊάς Εμβάπτισης (Rapid Dip Test) FAO.....	37
3.3.2. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής.....	37
<b>Β ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	<b>38</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>39</b>
<b>ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> .....	<b>40</b>
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b> .....	<b>41</b>
<b>2.1. Μέθοδος ταχείας εμβάπτισης</b> .....	<b>41</b>
2.1.1. Πειραματικό Υλικό.....	41
2.1.2. Μέθοδος δειγματοληψίας.....	42
2.1.3. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης (dip test).....	42
2.1.4 Πειραματική διαδικασία.....	44
<b>2.2. Μέθοδος τοπικής εφαρμογής</b> .....	<b>47</b>
2.2.1. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής.....	47
2.2.2 Πειραματική διαδικασία.....	47
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>48</b>



<b>3.1. Imidacloprid.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2. Methamidophos.....</b>	<b>53</b>
<b>3.3. Pirimicarb.....</b>	<b>57</b>
<b>3.4. Bifenthrin.....</b>	<b>60</b>
<b>3.5 Deltamethrin.....</b>	<b>63</b>
<b>3.6. DDT.....</b>	<b>67</b>
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>68</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>72</b>





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ροδακινιά, ο καπνός και άλλα σολανώδη φυτά αποτελούν σημαντικές και προσοδοφόρες καλλιέργειες για την Ελλάδα με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις για το 2002 να καλύπτουν τα 42.400 και 57.770 εκτάρια, αντίστοιχα. Ένας από τους σοβαρότερους εχθρούς της ροδακινιάς και ο σημαντικότερος του καπνού στην Ελλάδα είναι η αφίδα *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera, Aphididae), ένα εξαιρετικά πολυφάγο είδος που προσβάλλει περισσότερα από 400 είδη φυτών. Η υψηλή ικανότητα αναπαραγωγής των αφίδων και ο σύντομος βιολογικός τους κύκλος (επιτρέποντας μεγάλο αριθμό γενεών ετησίως) αποτελούν χαρακτηριστικά της οικολογίας του που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την εφαρμογή των κατάλληλων στρατηγικών αντιμετώπισης. Είναι έντομο που έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα εδώ και πολλά χρόνια με εντονότερα τα προβλήματα τα τελευταία 20 χρόνια. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται να γίνει κατανοητή από όλους η αναγκαιότητα ορθολογικής χρήσης των εντομοκτόνων ώστε να διαφυλαχθεί η αποτελεσματικότητα των πολύτιμων χημικών προϊόντων. Η ανάγκη διατήρησης του πληθυσμού κάτω από το επίπεδο οικονομικής ζημίας, που επιτάσσει το μεγάλο αριθμό εφαρμογών, δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για ανάπτυξη ανθεκτικότητας καθώς και αποτυχία ελέγχου τους (Welling *et al.* 1989). Το είδος αυτό έχει αναπτύξει τρεις μηχανισμούς ανθεκτικότητας. Σύμφωνα με τον πρώτο, παρουσιάζεται υπερπαραγωγή μιας καρβοξυλεστεράσης υπεύθυνης για την αποτοξικοποίηση της εντομοκτόνου ουσίας, γνωστή ως E4 ή FE4, η οποία δεσμεύει ή διασπά το μόριο της ουσίας. Οι άλλοι δύο μηχανισμοί βασίζονται σε αλλαγή του στόχου δράσης- Τροποποιημένη ακετυλοχολινεστεράση (AChE) και Knockdown (Kdr).

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη ανίχνευσης ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα και ο βαθμός στον οποίο αυτή εμφανίζεται. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι της «ταχείας εμβάπτισης» (dip test) και της «τοπικής εφαρμογής»

Για τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής, εξετάστηκαν 168 κλώνοι αφίδων από καλλιέργεια καπνού *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) και ροδακινιάς *Prunus persica* L. (Rosaceae) Για τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης συλλέχθηκαν 41 πληθυσμοί αφίδων από καλλιέργεια καπνού *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) και



ροδακινιάς *Prunus persica* L. (Rosaceae) και εξετάστηκαν. Σχετικά με την καλλιέργεια του καπνού συλλέχθηκαν επτά πληθυσμοί από Μελίκη, τρεις από Κατερίνη, τρεις από Αμφίκλεια, πέντε από Καρδίτσα και τρεις από Ναύπλιο. Όσον αφορά τη ροδακινιά συλλέχθηκαν δώδεκα πληθυσμοί από Μελίκη, δύο από Βελεστίνο και τέλος έξι από Λεχώνια. Οι δόσεις που εφαρμόστηκαν ποικίλουν για κάθε εντομοκτόνο. Χρησιμοποιήθηκαν τα εντομοκτόνα imidacloprid, methamidophos, pirimicarb, bifenthrin, deltamethrin και DDT. Μετά τη μεταχείριση, τα έντομα διατηρούνταν σε θερμοκρασία 17°C και φωτοπερίοδο L16:D8 για τη μέθοδο της ταχείας εμφάνισης, ενώ για τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής σε θερμοκρασία 23°C και φωτοπερίοδο L16:D8. Η θνησιμότητα υπολογιζόταν μετά από την παρέλευση 24 ωρών και για το imidacloprid μετά από 48 ώρες.

Τα αποτελέσματα του πειράματος επιβεβαίωσαν για ακόμη μία φορά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά και λιγότερο στα πυρεθροειδή και νεονικοτινοειδή εντομοκτόνα. Ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) ο οποίος εκφράστηκε ως προς τον κλώνο με τη μικρότερη μέση θανατηφόρα συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) χωρίς όμως αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι είναι και ευαίσθητος, παρουσίασε διακύμανση για το methamidophos από 1-22 στην καλλιέργεια της ροδακινιάς και 5-25 στην καλλιέργεια του καπνού. Ανάλογα, στο pirimicarb κυμάνθηκαν από 1-47 και 10-89 αντίστοιχα. Στο πυρεθροειδές bifenthrin ο λόγος ανθεκτικότητας κυμάνθηκε από 1-15 στη ροδακινιά και 14-29 στον καπνό, ανάλογα για το deltamethrin 1-60 στη ροδακινιά και 9-74 στον καπνό. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή imidacloprid είναι αρκετά ενδιαφέροντα αφού ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) λαμβάνει τιμές από 0,53 στη ροδακινιά και 1-8 στον καπνό.



## Α' ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

---



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστά 4000 είδη αφίδων τα οποία τρέφονται από τους χυμούς των φυτών. Τα χαρακτηριστικά που τα διακρίνουν από τα άλλα έντομα είναι η ιδιομορφία του βιολογικού τους κύκλου, η στενή τους σχέση με το φυτό ξενιστή, ο πολυμορφισμός τους (η εμφάνιση εντός του είδους διαφορετικών μορφών) και η ικανότητά τους να αναπαράγονται αγενώς και εγγενώς.

Το *M. persicae* είναι κοσμοπολίτικο είδος και συναντάται σε όλες τις περιοχές του πλανήτη. Έχει μεγάλη οικονομική σημασία για πολλές καλλιέργειες λόγω των άμεσων και έμμεσων ζημιών που προκαλεί. Οι πυκνοί συνήθως πληθυσμοί τους, 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. Αποτελεί το σοβαρότερο εχθρό για την καλλιέργεια του καπνού, μια από τις πιο προσοδοφόρες στη χώρα μας ανάμεσα σ' αυτές που δεν συμβάλλουν στη διατροφή του ανθρώπου. Η μεγάλη έκταση που καλύπτει και έφτασε τα 54.770 εκτάρια το 2001 αντιστοιχούσε στο 1/3 της Ευρωπαϊκής καθιστώντας την μία από τις σημαντικότερες στην Ελλάδα. Σημαντικός ξενιστής του εντόμου είναι και η καλλιέργεια της ροδακινιάς. Η αλματώδης αύξηση των εκτάσεων που φυτεύτηκαν το διάστημα 1970-1995 την καθιστούν την πιο δυναμική μεταξύ των φυλλοβόλων ειδών που καλλιεργούνται για νωπούς καρπούς στην Ελλάδα.

Σημαντικός περιοριστικός παράγοντας των πληθυσμών των αφίδων είναι οι φυσικοί εχθροί, και σε αρκετές περιπτώσεις τους ελέγχουν ικανοποιητικά. Ανάμεσα στους φυσικούς εχθρούς είναι αρπακτικά: Δίπτερα (*Syrphidae*, *Cecidomyiidae*), Νευρόπτερα (*Hemerobiidae*, *Chrysopidae*), Κολεόπτερα (*Coccinellidae*, *Carabidae*, *Staphylinidae*), παρασιτοειδή: Υμενόπτερα (*Proctotrupidae*, *Chalcididae*, *Braconidae*) και εντομοπαθογόνοι μύκητες γενών όπως: *Empusa* (*Zygomycota*), *Entomophthora* (*Zygomycota*), *Verticillium* (*Hyphomycetes*) κ.ά.

Ωστόσο, η χημική καταπολέμηση αποτελεί το σημαντικότερο τρόπο αντιμετώπισης των αφίδων κυρίως κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο όπου ο πληθυσμός είναι ιδιαίτερα αυξημένος (Τζανακάκης 1980). Δυστυχώς όμως, τα τελευταία χρόνια σημειώνεται ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε πολλά από τα



εντομοκτόνα με αποτέλεσμα πληθυσμός αφίδων να επιβιώνουν μετά την εφαρμογή. Οι μηχανισμοί ανθεκτικότητας είτε εμποδίζουν τα εντομοκτόνα να φθάσουν στο στόχο μέσα στο έντομο (αυξημένη ποσότητα ενζύμου εστεράσης E4) ή αλλάζουν τη σύνθεση του στόχου (MACE, Kdr).

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν 168 κλώνοι του *M. persicae*, που συλλέχθηκαν από δύο ξενιστές (ροδακινιά, καπνός) και περιοχές της Μακεδονίας, Κεντρικής Ελλάδας (Θεσσαλία), Στερεάς Ελλάδας και Πελοποννήσου με στόχο τη διαπίστωση ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε DDT και 41 σε οργανοφωσφορικά (methamidophos), καρβαμιδικά (pirimicarb), πυρεθρίνες (bifenthrin, deltamethrin) και σε νεονικοτινοειδή (imidacloprid). Η μελέτη έγινε με τη βοήθεια των μεθόδων της «ταχείας εμφάνισης» σε ενήλικα θηλυκά παρθενογενετικά άτομα και της «τοπικής εφαρμογής». Η ταχεία εμφάνιση χρησιμοποιήθηκε ως μέθοδος για τη διαπίστωση ανάπτυξης ανθεκτικότητας της *M. persicae* σε οργανοφωσφορικά (methamidophos), καρβαμιδικά (pirimicarb), πυρεθρίνες (bifenthrin, deltamethrin) νεονικοτινοειδή (imidacloprid), ενώ η τοπική εφαρμογή στη διαπίστωση ανθεκτικότητας της *M. persicae* στο DDT.

## 1. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

### 1.1. Ροδακινιά

#### 1.1.1. Ιστορικό - Περιγραφή

Η ροδακινιά ανήκει στην τάξη Rosales, οικογένεια Rosaceae, υποοικογένεια Prunoideae και συγκεκριμένα στο γένος *Prunus*. Τα είδη του γένους *Prunus* κατατάσσονται στα πυρηνόκαρπα και περιλαμβάνονται στα υπογένη *Amygdalus*, *Prunofora* και *Cerasus*. Η ροδακινιά κατατάσσεται στο υπογένος *Amygdalus*. Το καλλιεργούμενο είδος ροδακινιάς είναι το *Prunus persica*, το οποίο είναι διπλοειδές με  $2n=2x=16$  χρωμοσώματα. Άλλα είδη ροδακινιάς είναι τα *P. davidiana*, *P. ferghanensis*, *P. kansuensis*, *P. andersonii* (Σφακιωτάκης, 1987).

Η ροδακινιά κατάγεται από την Κίνα, όπου αυτοφύεται και διατηρεί σχεδόν όλο το χρόνο το φύλλωμα της, έχοντας ελάχιστες απαιτήσεις σε ψύχος για διακοπή



του λήθαργου των οφθαλμών της. Από εκεί διαδόθηκε και σήμερα έχει εξαπλωθεί σε Ευρώπη και Αμερική. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της είναι γνωστή από το 400-300 π.Χ. Στην Αμερική διαδόθηκε από Ισπανούς αποίκους το 1565 μ.Χ. (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984; Σφακιωτάκης, 1987)

Το ριζικό σύστημα του δέντρου της ροδακινιάς είναι πλούσιο και μετρίου βάθους, ενώ το ύψος του δέντρου φτάνει τα 4-6 m. Ο βλαστός αρχικά είναι ερυθροπράσινος και μετέπειτα καστανός, με το φλοιό να σχίζεται σε ορισμένα σημεία του, με την πάροδο των ετών. Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ανθοφόρους και βλαστοφόρους. Οι βλαστοφόροι είναι μικρότεροι από τους ανθοφόρους και βρίσκονται στις κορυφές των βλαστών ή στα γόνατα μόνοι ή μαζί με 1-2 ανθοφόρους. Ο κάθε ανθοφόρος οφθαλμός δίνει ένα άνθος, το οποίο είναι ερμαφρόδιτο, περιγύνο με 5 σέπαλα και 5 πέταλα λευκορόδινου ή ρόδινου χρώματος, διάφορου μεγέθους με πολλούς στήμονες. Ο ύπερος αποτελείται από ένα καρπόφυλλο με δύο σπερμοβλάστες, εκ των οποίων η μία μόνο γονιμοποιείται. Ο καρπός προέρχεται από την ωοθήκη και χαρακτηρίζεται ως δρύπη με εδώδιμο το εξωκάρπιο και το μεσοκάρπιο του. Ο φλοιός σε ορισμένες ποικιλίες αποκτά ερυθρό επίχρωμα. Το ενδοκάρπιο είναι σκληρό και περιέχει το σπόρο ενώ αντίθετα η σάρκα είναι μαλακή, λευκού ή κίτρινου χρώματος. Η ευκολία αποκόλλησης της σάρκας από τον πυρήνα ταξινομεί τα ροδάκινα σε συμπύρηνα (δύσκολη αποκόλληση) και σε εκπύρηνα (εύκολη αποκόλληση). Το σπέρμα έχει πικρή γεύση και δεν τρώγεται. Η διάρκεια ζωής του δέντρου είναι 25-30 χρόνια (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984).

### 1.1.2. Οικονομική Σημασία

Η ροδακινιά θεωρείται ως η πιο δυναμική καλλιέργεια μεταξύ των διαφόρων φυλλοβόλων δενδροκομικών ειδών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Το 1965-66 έγιναν οι πρώτες φυτεύσεις συμπύρηνων ποικιλιών για παραγωγή κομπόστας ροδάκινου. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '70 η βασική ποικιλία ήταν η κιτρινόσαρκη, διπλής χρήσης Elberta. Κατά την 20ετία μεταξύ 1960-1980 η αύξηση των εκτάσεων ήταν αλματώδης. Από περίπου 90 χιλ. στρέμματα έφτασε τα 302 χιλ. στρέμματα το 1982, κατατάσσοντας έτσι τη ροδακινιά στην 4<sup>η</sup> θέση στην Ελλάδα μεταξύ των δενδροκομικών καλλιεργειών ως προς την καλλιεργούμενη έκταση που





καταλαμβάνουν με ανάλογη αύξηση και της παραγωγής. με ορισμένες ωστόσο έντονες διακυμάνσεις λόγω παγετοπληξίας. Το 94% των εκτάσεων βρίσκονται στην Μακεδονία (νομός Ημαθίας 46,6%, νομός Πέλλης 40,1%) με το 67,5% να κατέχουν

οι επιτραπέζιες ποικιλίες. Η ετήσια παραγωγή το 1982 ήταν 455 χιλ. τόνοι, εκ των οποίων 100 χιλ. κάλυπταν τις εσωτερικές ανάγκες σε νωπό καρπό και άλλοι 60-100 χιλ. τόνοι νωπού καρπού εξήχθησαν (Σφακιωτάκης, 1987; Κουκουργιάννης, 2003). Παλαιότερα λειτουργούσαν 26 γεωργικές βιομηχανίες μέσης και μεγάλης δυναμικότητας στην παραγωγή κομπόστας και άλλων παράλληλων προϊόντων, ωστόσο σήμερα έχουν μείνει 16. Η Ελλάδα είναι η 5<sup>η</sup> χώρα παγκοσμίως σε παραγωγή ροδάκινων. Είμαστε ωστόσο οι πρώτοι σε παραγωγή συμπύρηνων ροδάκινων και ως χώρα ελέγχουμε περίπου το 60% των παγκόσμιων εξαγωγών κομπόστας ροδάκινου. Από την παραγόμενη ποσότητα κομπόστας μόλις το 2-3% καταναλώνεται στην εσωτερική αγορά και το υπόλοιπο εξάγεται με το 50% και πλέον να απορροφάται από χώρες της Ε.Ε. Άλλες χώρες προορισμού είναι η Ιαπωνία, Καναδάς, Βραζιλία, Μεξικό, Ουρουγουάη, Παραγουάη, Ρωσία, Νορβηγία κ.α. (Κουκουργιάννης, 2003; FAOSTAT, 2005).

Σήμερα η παραγωγή σε επίπεδο Ε.Ε. είναι περίπου 4.000.000 τόνοι, μια ποσότητα που είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη σε ζήτηση. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη φθαρτότητα του προϊόντος δημιουργούν πρόβλημα στη διάθεση του (Κουκουργιάννης, 2006).



Πίνακας 1. Καλλιεργούμενη έκταση (Ha) με ποδιάκινα και νεκταρίνια (FAOSTAT, 2005).

Χώρα	Έτος										
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. Κίνα	587.644	556.683	502.847	459.949	439.912	482.496	467.473	454.905	549.795	609.837	602.680
2. Ιταλία	100.570	98.736	96.204	95.121	93.783	93.453	92.964	92.810	100.414	97.422	96.394
3. Η.Π.Α.	80.970	80.380	80.670	78.430	79.240	78.078	77.249	74.470	73.997	73.665	74.000
4. Ισπανία	75.000	74.600	71.300	70.500	71.247	70.339	72.219	69.110	77.707	70.623	71.000
5. Ελλάδα	53.400	53.500	52.900	46.500	44.700	44.600	44.800	52.500	52.500	25.000	52.500
6. Μεξικό	39.550	40.726	39.958	36.857	39.454	37.257	40.866	39.214	38.600	43.416	43.416
7. Αιθιοπία	25.500	29.000	32.500	35.635	34.658	36.121	32.725	32.981	33.970	34.000	34.000
8. Αργεντινή	34.000	33.000	33.000	25.284	24.600	23.000	24.000	23.500	23.000	23.000	26.000
9. Ισπανία	15.500	16.000	15.940	19.474	21.170	24.024	24.500	24.500	25.000	25.500	25.500
10. Τουρκία	20.870	21.310	21.496	21.940	23.860	24.100	24.520	25.400	26.000	26.600	25.400
Λοιπές Χώρες	381.372	374.908	366.484	363.544	345.962	353.905	354.759	349.277	349.273	347.297	354.134
Σύνολο παραγωγικός	1.414.376	1.378.843	1.313.299	1.253.234	1.218.586	1.267.373	1.256.075	1.238.667	1.350.256	1.376.360	1.405.024





### 1.1.3. Καλλιεργητικές συνθήκες

#### Έδαφος – Κλίμα

Η ροδακινιά είναι δέντρο των εύκρατων περιοχών και αναπτύσσεται καλά όταν η ελάχιστη θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από τους  $-15^{\circ}\text{C}$  και η μέγιστη δεν υπερβαίνει τους  $35^{\circ}\text{C}$ . Για τη διακοπή του ληθάργου των οφθαλμών απαιτούνται κάποιες ώρες χαμηλών θερμοκρασιών ( $<7^{\circ}\text{C}$ ). Οι απαιτήσεις κυμαίνονται, ανάλογα με την ποικιλία από 100 έως 1200 ώρες. Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτούνται πάνω από 600 ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, ενώ σε αρκετές ποικιλίες οι βλαστοφόροι οφθαλμοί έχουν υψηλότερες απαιτήσεις (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984).

Σε βαριά εδάφη η ροδακινιά δεν αναπτύσσεται καλά και υπάρχει μείωση της ποιότητας και της μακροζωίας. Για αυτό προτιμούνται ελαφρά και μέσης σύστασης εδάφη. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγονται αλκαλικά εδάφη διότι οι εγκατεστημένοι σε αυτά οπωρώνες, παρουσιάζουν μόνιμες ελλειψεις σιδήρου (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984). Η ροδακινιά επίσης είναι ευαίσθητη σε αλατούχα και νατριωμένα εδάφη και στο βόριο (ανεκτή συγκέντρωση στο έδαφος 0,5-0,75 mg/l) (Pescod, 1992).

#### Εγκατάσταση – Διαμόρφωση

Η ροδακινιά φυτεύεται κατά τετράγωνα ή σε ρόμβους ή πάνω σε γραμμές. Ένα τρίτο σχέδιο φύτευσης που έχει προταθεί είναι το λιβάδι οπωρώνας.

Το κλασικό σύστημα φύτευσης για τη ροδακινιά είναι η φύτευση σε τετράγωνα με τη κόμη να διαμορφώνεται σε κύπελλο. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 5-6m., τόσο επί της γραμμής, όσο και μεταξύ των γραμμών. Εκτός από κύπελλο η ροδακινιά μπορεί να διαμορφωθεί και σε κυπελλοπυραμίδα. Το σύστημα αυτό είναι οικονομικό κατά την εγκατάσταση, επιβαρύνει όμως σημαντικά το κόστος παραγωγής. Όταν η εγκατάσταση γίνεται σε γραμμές η κόμη μπορεί να διαμορφωθεί κατά διάφορους τρόπους. Ένας από αυτούς είναι η παλμέτα, ελεύθερη ή κανονική, όπως και όλα όσα περιγράφονται παρακάτω. Αρχικά η χρήση κανονικής παλμέτας με αποστάσεις φύτευσης 5x6m. έδωσε χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με της κλασικές διαμορφώσεις σε κύπελλο και κυπελλοπυραμίδα. Η τάση σήμερα είναι η φύτευση να



γίνεται σε αποστάσεις 4x4m. για την κανονική παλμέτα και (3,5-4)x(4-5)m. για την ελεύθερη. Λόγω του ότι στην ελεύθερη παλμέτα δεν τηρείται αυστηρά το όριο της γωνίας των βραχιόνων στις 45-50°, το κόστος διατήρησης της διαμόρφωσης είναι μικρότερο από ότι στην κανονική (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984).

Το Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων έχει μελετήσει την επίδραση της διαμόρφωσης (κύπελλο, καθυστερημένο κύπελλο, άτρακτος, παλμέτα) και των κλαδεμάτων στην καλλιέργεια της ροδακινιάς (ποικιλία Early Crest). Οι προσβολές από εχθρούς και ασθένειες, οι αποδόσεις, η ετήσια βλάστηση, η θερμοκρασία, ο φωτισμός και η σχετική υγρασία στο εσωτερικό της κόμης επηρεάζονται περισσότερο από την διαμόρφωση, παρά από το εφαρμοζόμενο κλάδεμα. Το κύπελλο παρουσιάζει τη ζωηρότερη βλάστηση και μεγαλύτερες προσβολές στα φύλλα από εχθρούς και ασθένειες με εξαίρεση τους τετράνυχους από τους οποίους οι μεγαλύτερες προσβολές παρουσιάζονται στη διαμόρφωση σε άτρακτο. Η άτρακτος παρουσίασε και τις μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις (Χατζηχαρίσης κ.α., 2001).

#### 1.1.4. Ποικιλίες ροδακινιάς

Τα ροδάκινα και αναλογικά και οι ποικιλίες, διαχωρίζονται σε επιτραπέζια ροδάκινα, βιομηχανικά ή κονσερβοποιήσιμα ή συμπύρηννα ροδάκινα και νεκταρίνια ή μηλοροδάκινα. Χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται στην περιγραφή των ποικιλιών είναι οι απαιτήσεις των οφθαλμών σε ώρες χαμηλών θερμοκρασιών, ο χρόνος ωρίμανσης, το χρώμα της σάρκας του καρπού, αποχωρισμός του πυρήνα από τη σάρκα, ύπαρξη ή όχι χνουδιού, συνεκτικότητα της σάρκας και ευπάθεια σε ασθένειες. Η ύπαρξη ή όχι χνουδιού διαφοροποιεί τα ροδάκινα (με χνούδι) από τα νεκταρίνια (χωρίς χνούδι). Όταν ο πυρήνας αποχωρίζεται σχετικά εύκολα από τη σάρκα έχουμε εκπύρηννα ροδάκινα. Αντίστοιχα αν ο πυρήνας αποχωρίζεται δύσκολα από τη σάρκα έχουμε συμπύρηννα ροδάκινα. Ο βαθμός αποχώρησης του πυρήνα από τη σάρκα δεν αποτελεί μοναδικό στοιχείο διαχωρισμού των επιτραπέζιων από των βιομηχανικών ποικιλιών, αν και όλες οι βιομηχανικές ποικιλίες είναι συμπύρηννες.

Οι πρώιμες είναι συμπύρηννες ή σχεδόν συμπύρηννες ποικιλίες, ενώ οι όψιμες είναι σχεδόν όλες εκπύρηννες (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984). Προωθούμενες σήμερα ποικιλίες είναι οι Early May Crest, Early Crest, May Crest, Spring Crest, Rich May,



Spring Lady, Spring Bell, June Gold, Maravilha, Florida King (πρώιμες ποικιλίες), Ruby Rich, Royal Glory (μεσοπρώιμες ποικιλίες), Crest Haven, O-Henry, Etoil, Symphony, June Gold και δοκιμαστικά η Trady Bell (όψιμες ποικιλίες). Ειδικά στη Ρόδο προωθείται η πολύ όψιμη ποικιλία Flaminia με επικονιαστές τις Roubidoux και Fayett (Γεωργία-Κτηνοτροφία, 5/2003).

Σήμερα οι κύριες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι οι Andross, Everts, Loadel, Merriam, Fortuna, Vivian κ.α. Προωθούμενες ποικιλίες είναι οι Κατερίνα, Fortuna, Ι.Φ.Δ. Α37 (πρώιμες ποικιλίες), Ι.Φ.Δ. 1842 (μέσης πρωιμότητας), Everts (όψιμη), Ι.Φ.Δ. Ε45 (πολύ όψιμη). Οι Ι.Φ.Δ. Α37 και Ι.Φ.Δ. Ε45 αποτελούν δημιουργία του Ινστιτούτου Φυλλοβόλων Δένδρων Νάουσας και αποτελούν επιλογές της Andross. Στις μη προωθούμενες ανήκουν οι Merriam, Bowen και Vivian (Κουκουργιάννης, 2003; Γεωργία Κτηνοτροφία 5/2003).

**Πίνακας 2.** Ποικιλίες ροδάκινων και νεκταρινιών, εποχή ωρίμανσης τους και χρώμα σάρκας (Βασιλακάκης, 1996)

Νεκταρίνια			Νεκταρίνια			Ροδάκινα		
Ποικιλία	Ωρίμανση	Χρώμα	Ποικιλία	Ωρίμανση	Χρώμα	Ποικιλία	Ωρίμανση	Χρώμα
Maybelle	9-Ιουν	Κ	Livinia	18-Αυγ	Κ	Redhaven Bianca	13-Ιουλ	Λ
Starmay	12-Ιουν	Κ	Orion	18-Αυγ	Κ	Regina	13-Ιουλ	Κ
Armking	17-Ιουν	Κ	Victory	18-Αυγ	Κ	Maria Blanca	15-Ιουλ	Λ
Aurelio Grand	18-Ιουν	Κ	Vega	23-Αυγ	Κ	Redtop	15-Ιουλ	Κ
Early Star	21-Ιουν	Κ	Claudia	25-Αυγ	Κ	Roza	21-Ιουλ	Κ
Maria Emilia	23-Ιουν	Κ	Tasty Free	25-Αυγ	Κ	Suwance	22-Ιουλ	Κ
May Grand	24-Ιουν	Κ	Clara	30-Αυγ	Κ	Glohaven	23-Ιουλ	Κ
Nectagrand	24-Ιουν	Κ	Fairlane	30-Αυγ	Κ	Red Globe	24-Ιουλ	Κ
Red June	24-Ιουν	Κ	Caldesi 2020	2-Σεπ	Λ	Emilia	26-Ιουλ	Κ
Super Crimson	27-Ιουν	Κ	Silver Gem	16-Σεπ	Λ	Suncrest	27-Ιουλ	Κ
Anderson	29-Ιουν	Κ	Julia	19-Σεπ	Κ	July Lady	31-Ιουλ	Κ
Pacific Star	29-Ιουν	Κ	Claudia	25-Αυγ	Κ	P. Cavicchi Pr.	1-Αυγ	Λ
Snow Queen	29-Ιουν	Λ	Tasty Free	25-Αυγ	Κ	Elegant Lady	2-Αυγ	Κ
Caldesi 2000	30-Ιουν	Λ	Clara	30-Αυγ	Κ	Fortyniner	7-Αυγ	Κ
Galdesi 2000	1-Ιουλ	Λ	Fairlane	30-Αυγ	Κ	Cresthaven	9-Αυγ	Κ
Morton	2-Ιουλ	Λ	Caldesi 2020	2-Σεπ	Λ	Fayette	9-Αυγ	Κ
Weinberger	2-Ιουλ	Κ	Silver Gem	16-Σεπ	Λ	Early O'Henry	11-Αυγ	Κ
Nectagrand 4	3-Ιουλ	Κ	Julia	19-Σεπ	Κ	Honey Dew Hale	11-Αυγ	Λ
Summer Beauty	5-Ιουλ	Κ	Ροδάκινα			J. H. Hale	11-Αυγ	Κ
Spring Red	7-Ιουλ	Κ	Early Crest	1-Ιουν	Κ	Aurella	16-Αυγ	Κ
Early Sungrand	9-Ιουλ	Κ	Primrose	1-Ιουν	Λ	Firered	16-Αυγ	Κ



Fuzalode	9-Ιουλ	Λ	Royal Gold	5-Ιουβ	K	Padana	16-Αυγ	K
Firebrite	11-Ιουλ	K	Springtime	6-Ιουβ	Λ	Red Cal	16-Αυγ	K
Maria Laura	12-Ιουλ	K	Starlite	7-Ιουβ	Λ	Silvette	18-Αυγ	Λ
Moongrand	12-Ιουλ	K	May Crest	9-Ιουβ	K	Michelini	19-Αυγ	Λ
Independence	14-Ιουλ	K	Springcrest	14-Ιουβ	K	O' Henry	19-Αυγ	K
Pegaso	15-Ιουλ	K	Spring Lady	19-Ιουβ	K	Paola Scanavini	28-Αυγ	Λ
Stark Sunglo	21-Ιουλ	K	Early Coronet	20-Ιουβ	K	Frost Queen	29-Αυγ	Λ
Atares	24-Ιουλ	K	Gemfree	21-Ιουβ	K	Laure	30-Αυγ	K
Flavortop	24-Ιουλ	K	Superior G. Crest	21-Ιουβ	K	Carnival	12-Σεπ	K
Stark Delicious	24-Ιουλ	K	Cardinal	22-Ιουβ	K	Fairtime	12-Σεπ	K
Super Star	24-Ιουλ	K	Springbelle	22-Ιουβ	K	Flaminia	17-Σεπ	K
Pacific Star	25-Ιουλ	K	Stark Earlyglo	25-Ιουβ	K			
Silvana	25-Ιουλ	K	Grezzano	26-Ιουβ	Λ			
Summergrand	25-Ιουλ	K	White Lady	27-Ιουβ	Λ			
Stark Redgold	29-Ιουλ	K	Iris Rosso	29-Ιουβ	Λ			
Fantasia	3-Αυγ	K	Botto	30-Ιουβ	Λ			
Caldesi 2010	4-Αυγ	Λ	Domiziana	6-Ιουλ	K			
Niagara	4-Αυγ	K	Coronet	7-Ιουλ	K			
Nectaross	5-Αυγ	K	Flavorcrest	7-Ιουλ	K			
Maria Aurelia	8-Αυγ	K	Sunshine	7-Ιουλ	K			
Venus	11-Αυγ	K	Merador	8-Ιουλ	K			
Claudia	13-Αυγ	K	Rosired 3	8-Ιουλ	K			
Mid Gold	13-Αυγ	K	Redhaven	9-Ιουλ	K			
Royal Giant	14-Αυγ	K	Triestina	9-Ιουλ	Λ			
Andromeda	15-Αυγ	K	Lizbeth	10-Ιουλ	K			
K-Κίτρινη σάρκα Λ-Λευκή σάρκα								

### 1.1.5. Εχθροί και ασθένειες της ροδακινιάς

#### Νηματώδεις

Είδη του γένους *Meloidogyne* προσβάλλουν την ροδακινιά. Από αυτά τις σημαντικότερες ζημιές προκαλούν οι *M. incognita* και *M. javanica*. Ο *M. arenaria* αν και είναι το είδος που ευρίσκεται συχνότερα στις χώρες της Β. Μεσογείου, προκαλεί μικρότερες ζημιές από τα προηγούμενα. Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα των προσβολών των *Meloidogyne* είναι ο σχηματισμός όγκων στις ρίζες. Συχνά τα προσβεβλημένα φυτά παρουσιάζουν τροφοπενία καλίου. Η καλιούχος λίπανση προκαλεί βελτίωση της υπέργειας βλάστησης, ευνοεί όμως και την ανάπτυξη του παράσιτου (Εμμανουήλ, 1998).



## Έντομα

Βλαστορύκτης της ροδακινιάς (*Grapholitha molesta* συν. *Cydia molesta*): Άλλο κοινό όνομα είναι καρπόκαψα της ροδακινιάς (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984). Έχει 5-6 γενεές το έτος. Θεωρείται από τους σοβαρότερους εχθρούς της ροδακινιάς και κυδωνιάς. Η προνύμφη μπαίνει στον νεαρό βλαστό από σημείο κοντά στην κορυφή και ορύσσει στοά στο κέντρο, κατά μήκος του άξονα του βλαστού, φτάνοντας σε μήκος τα 4-6cm. Όταν οι βλαστοί σκληρύνουν οι προνύμφες προσβάλλουν τους καρπούς, επιφανειακά τους πράσινους, ορύσσοντας στοές προς τα εσωτερικά στρώματα του μεσοκαρπίου στους ώριμους. Τα συμπτώματα αυτά μοιάζουν πολύ με αυτά του *Anarsia lineatella* (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Ανάρσια (*Anarsia lineatella*): Άλλες κοινές ονομασίες είναι σοκολατένιο σκουλήκι και βλαστορύκτης της ροδακινιάς. Έχει 2-3 γενεές το έτος. Στην Ημαθία έχει 3 γενεές το έτος. Ζημιά προκαλείται από τις μικρές στοές διαχείμασης που γίνονται συνήθως στη μασχάλη βλαστών διαμέτρου 1-5cm. και τις στοές που ορύσσουν οι προνύμφες κατά μήκος τρυφερών βλαστών. Οι προνύμφες της 1ης και 2ης γενιάς προσβάλλουν και καρπούς. Τα ενήλικα της γενιάς που διαχειμάζει παρατηρούνται 35-45 ημέρες μετά την πτώση των πετάλων των ποικιλιών Elberta και Red Haven (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Πράσινη αφίδα της ροδακινιάς (*Myzus persicae*): Είναι εξαιρετικά πολυφάγο έντομο καθώς εκτός από πολλά πυρηνόκαρπα προσβάλλει και πολλά ποώδη. Κύριοι ξενιστές είναι τα πυρηνόκαρπα. Έχει περισσότερες από 5 γενεές το έτος. Αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες 5-30°C και προσβάλλει κατά προτίμηση τις κορυφές βλαστών και τρυφερών φύλλων. Πέρα από την άμεση ζημιά προκαλεί και σημαντική έμμεση ζημιά καθώς αποτελεί φορέα αρκετών ιών και τα μελιτώδη αποχωρήματα ρυπαίνουν φύλλωμα και καρπούς και προκαλούν ανάπτυξη μυκήτων και καπνιάς (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Καπνώδης (ή πλατυκέφαλος σκώληκας) (*Capnodis tenebrionis*): Η προνύμφη είναι ξυλοφάγος, ενώ το ενήλικο τρώει το φύλλωμα. Έχει μία γενιά το έτος ή κάθε δύο έτη. Η προνυμφική στοά προκαλεί σημαντική βλάβη στο φλοιό, το ξύλο του κορμού και τις κεντρικές ρίζες. Σε ξηρικές περιοχές τα δέντρα ζημιώνονται σοβαρά, ενώ τα μικρότερα σχεδόν πάντα ξηραίνονται. Σε καλά αρδευόμενους οπωρώνες αποφεύγεται





συνήθως η προσβολή. Τα ενήλικα προκαλούν πολύ μικρότερη ζημιά, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις αναφέρονται σοβαρές ζημιές (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

**Βαμβακάδα** (*Pseudaulacapsis pentagona* συν. *Diaspis pentagona*): Άλλη κοινή ονομασία είναι ταραμάς ή άσπρη ψώρα της μουριάς. Έντομο πολυφάγο, κυρίως παρατηρούμενο στη ροδακινιά, μουριά και ακτινιδιά. Έχει τρεις γενεές ετησίως. Προσβάλλει κυρίως βλαστούς, κλάδους και το κορμό και σπανιότερα τους καρπούς. Η μύζηση των χυμών εξασθενεί το δέντρο και μπορεί να οδηγήσει σε ξήρανση κλάδων ή και ολόκληρου του δέντρου. Όταν προσβάλλει τους καρπούς μειώνει την εμπορική αξία τους, λόγω των κόκκινων κηλίδων που παραμένουν ακόμη και μετά την απομάκρυνση των ασπιδίων (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Η ροδακινιά προσβάλλεται και από άλλα έντομα όπως θρίπες, τη μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*) την ψώρα του San Jose (*Quadraspidotus perniciosus*) και άλλα (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984; Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

### **Ακάρεα**

Τα ακάρεα προκαλούν ζημιές έμμεσα ή άμεσα. Το *Phytoptus insidiosus* αποτελεί φορέα της ίωσης peach mosaic. Από τα κυριότερα ακάρεα που υπάρχουν στην Ελλάδα, το *Aculus cornutus* είναι αυτό που προσβάλλει την ροδακινιά. Στα νεαρά φύλλα η ζημιά εμφανίζεται ως κίτρινη κηλίδωση και μπορεί να εκληφθεί ως ίωση. Στα παλαιότερα φύλλα δεν εμφανίζεται κηλίδωση αλλά ασημόχρωμος μεταχρωματισμός. Τα φύλλα διπλώνουν χαρακτηριστικά προς τα άνω. Αντιμετωπίζεται με ελαφρά χειμερινά έλαια, θείο ή ακαρεοκτόνα (Εμμανουήλ, 1998).

### **Μύκητες**

**Εξώασκος της ροδακινιάς** (*Tafrina deformans*): Ο μύκητας ευνοείται από χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία κατά το χρονικό διάστημα που οι ιστοί είναι ευπαθείς. Μολύνει ευχερώς τους βλαστούς σε θερμοκρασίες 10-20°C, αλλά με δυσκολία σε θερμοκρασίες κάτω των 7°C. Κάποια αντοχή στην ασθένεια παρουσιάζουν η ποικιλία Redhaven και οι παραλλαγές της (Παναγόπουλος, 1997).



Κορύναιο ροδακινιάς (*Wilsonomyces carpophilus*): Οι ιστοί είναι ευπαθείς σε μολύνσεις σε όλες τις εποχές του χρόνου. Προσβάλλει φύλλα, βλαστούς, οφθαλμούς, άνθη και καρπούς και μπορεί να προκαλέσει ξηράνσεις κλαδίσκων, μεγάλων κλάδων ή και δέντρων. Οι πιο κρίσιμες περιόδους είναι η άνοιξη και το φθινόπωρο. Τα κονίδια του μύκητα βλαστάνουν σε θερμοκρασίες 9-27°C, με βέλτιστη τους 18°C. Οι ποικιλίες Lovell και Muir αναφέρονται ως ανθεκτικές στο κορύναιο (Παναγόπουλος, 1997).

Ωίδιο (ή μπάστρα) (*Sphaerotheca pannosa* var. *persicae*): Ευνοείται από ξηρό καιρό με μεγάλη ηλιοφάνεια. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι μεταξύ 21-27°C. Όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει τους 36°C τα κονίδια δεν βλαστάνουν. Καθώς οι ιστοί ωριμάζουν γίνονται ανθεκτική στις μολύνσεις. Ευαίσθητη ποικιλία είναι η Rio Oso Gem, ενώ οι Washington, Rio Oso Gem, Red Skin, Fay Elberta, Elberta Queen Strain, Southland, Yellow Elberta και June Gold έχουν μεγάλη ευαισθησία στην «σκωριόχρωμη κηλίδα» των καρπών (Παναγόπουλος, 1997).

Φαιά σήψη (ή μονίλια) (*Monilia* sp. συν. *Sclerotinia* sp.): Στην Ελλάδα η ασθένεια κυρίως οφείλεται στον *Monilia laxa* που προσβάλλει άνθη, κλαδίσκους, φύλλα και καρπούς. Βροχερός, υγρός και νεφοσκεπής καιρός ευνοεί την ανάπτυξη της ασθένειας. Τα σπόρια βλαστάνουν και μολύνουν τα άνθη μόνο όταν η σχετική υγρασία είναι άνω του 90%. Η θερμοκρασία δεν είναι περιοριστικός παράγοντας καθώς μολύνσεις γίνονται σε θερμοκρασίες 5-27°C, ωστόσο χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν την ασθένεια διότι παρατείνεται η άνθηση (Παναγόπουλος, 1997).

Άλλοι μύκητες που προσβάλλουν τη ροδακινιά είναι: κλαδοσπόριο (*Cladosporium carpophilum*), αργυροφυλλία (*Stereum purpureum*), βερτισιλλιώσεις (*Verticillium* sp.) (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984).

## Βακτήρια

Καρκίνος (*Agrobacterium tumefaciens*): Μολύνει τα φυτά μόνο από πρόσφατες πληγές. Η παρουσία ζωντανών βακτηρίων στις πληγές είναι απαραίτητη για τρεις ημέρες για την μετατροπή των κυττάρων σε καρκινικά. Προληπτικά συνιστάται απολύμανση των εργαλείων εμβολιασμού και κλαδέματος. Άλλη προληπτική μέθοδος είναι η εμφύσηση των νεαρών δενδρυλλίων μετά την εκρίζωση από το φυτώριο σε βακτηριακό διάλυμα του μη παθογόνου *Agrobacterium*, του στελέχους K 84. Με αυτό



τον τρόπο αντιμετώπιζονται μονάχα οι βιότυποι 1 και 2 του *A. tumefaciens*. Οι όγκοι θεραπεύονται με χρήση του σκευάσματος Bacticin (Παναγόπουλος, 1997).

Βακτηριακό έλκος των πυρηνοκάρπων (*Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*): Περίοδοι συχνών βροχοπτώσεων, σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών και ισχυρών ανέμων ευνοούν την ανάπτυξη και επέκταση της ασθένειας. Η ευπάθεια στην ασθένεια επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες (π.χ. εδάφη αμμώδη, πτωχά σε άζωτο, αβαθή, με υψηλό πληθυσμό νηματωδών). Η περίοδος που οι ιστοί είναι πιο ευπαθείς είναι από Οκτώβριο έως Δεκέμβριο (Παναγόπουλος, 1997).

## Ιοί

Η πιο σοβαρή ίωση είναι η ευλογιά (sharka). Τα πλέον χαρακτηριστικά συμπτώματα εμφανίζονται στον καρπό. Οι προσβεβλημένοι καρποί γίνονται τελείως άνοστοι, χάνοντας την εμπορική τους αξία. Η ασθένεια οφείλεται στον ιό plum pox virus, ο οποίος ανήκει στο άθροισμα Potyvirus. Η χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, η καταπολέμηση των αφίδων και η χρήση ανεκτικών ποικιλιών είναι οι κυριότεροι τρόποι αντιμετώπισης της ασθένειας. Ανεκτικές ποικιλίες είναι οι Spring Time, Dixired, Gardinal, Red Haven, Sun Crest, Blake, Red Cap, Honey dew Hale, Shipper's Late Red (ποικιλίες επιτραπέζιες), Cortez, Early Red, Loadel, Andross και Fortuna (ποικιλίες συμπύρηνες) (Παναγόπουλος, 1997).

Άλλες ιώσεις που προσβάλλουν τη ροδακινιά είναι οι κίτρινη των ροδακινιών (peach yellow), little peach, κόκκινη ραφή (red suture), X-disease, phony disease, peach rosette, μωσαϊκή της ροδακινιάς (peach mosaic), rosette mosaic, ring spot και necrotic leaf spot (Βασιλακάκης και Θεριός, 1984).





**Πίνακας 3.** Χρόνος τελευταίας εφαρμογής εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων προ της συγκομιδής (ημέρες) (Γεωργία - Κτηνοτροφία 3, 2004)

Εντομοκτόνα	
Δραστική Ουσία	Τελευταία εφαρμογή
acetamiprid	14
alpha cypermethrin	7
azadirachin	3
aziphos-methyl	20
Bacillus thurigiensis	0
carbaryl	7
carbosulfan	45
chlorpyrifos	20
chlorpyrifos-methyl	21
cypermethrin	14
deltamethrin	15
diazinon	15
diflubenzuron	30
fenitrothion	14
fenoxycarb	20
fluvalinate	7
hexaflumuron	15
imidacloprid	14
indoxacarb	7
lamba cyhalothrin	7
lufenuron	40
malathion	7
methamidophos	56
methomyl	20
parathion methyl	14
phosalone	21
phosmet	30
pymetrozine	14
thiacloprid	14
ορυκτέλαιο	20
παραφινέλαιο	20
ροτενόνη	10
Ακαρεοκτόνα	
clofentezine	45
cyhexatin	30
fenbutatin oxide	2
hexythiazox	14
propargite	7
pyridaben	20



## 1.2. Καπνός

### 1.2.1. Ιστορικά δεδομένα

Ο καπνός κατάγεται από την Αμερική. Στην Ελλάδα πολλοί ιστορικοί υποστηρίζουν ότι ο καπνός ήρθε από τον Εύξεινο Πόντο στην Κεντρική Μακεδονία, και από τα παράλια της Μικράς Ασίας στην Ανατολική Μακεδονία και Θράκη (μπασμάς, στις αρχές του 18<sup>ου</sup> αιώνα).

### 1.2.2. Σημασία του καπνού στην Ελλάδα

Ο καπνός αποτελεί βασικό γεωργικό προϊόν με κοινωνική και οικονομική σημασία και με ιστορικές ρίζες στην παράδοση του τόπου. Η συνολική παραγωγή καπνού είναι περίπου 120-160 χιλ τόνοι και οι εξαγωγές 80-90% της συνολικής παραγωγής. Η αξία του προϊόντος ανέρχεται σε 120-150 δις δραχμές και των εξαγωγών σε 80-100 δις δραχμές. Η καπνοπαραγωγή συμβάλλει ετησίως στην ανάπτυξη σχέσεων με κλάδους που προμηθεύουν εισροές ή και άλλους που προμηθεύουν τον καπνό ως πρώτη ύλη. Αν δεν υπήρχε ο καπνός ίσως η χώρα μας δε θα μπορούσε να αντιμετωπίσει ικανοποιητικά το δημογραφικό πρόβλημα που προέκυψε μετά το 1920-1922. η καλλιεργούμενη έκταση σήμερα είναι 2,2% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης, και η αξία των εξαγωγών του καπνού, σε σχέση με τις συνολικές εξαγωγές της χώρας, φτάνει το 4,5%.

### 1.2.3. Μορφολογία και ταξινόμηση

#### 1.2.3.1. Μορφολογία του *N. tabacum*

Το είδος *N. tabacum* είναι φυτό ποώδες ή ημιξυλώδες, ετήσιο, σπανίως διετές ή τριετές και παρουσιάζει μεγάλη πολυμορφία κυρίως ως προς τα φύλλα και το στέλεχος. Έχει πασσαλώδη ρίζα, Ο βλαστός είναι παχύς, ευθυτενής και έχει συνήθως ύψος 1-2 m. 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. Η ταξιανθία είναι φοβοειδής κόρυμβος με πολλούς κλάδους μικρότερους της ράχης. Ο Καρπός, είναι κυλινδρική ή κωνική κάψα με διάφορο μέγεθος

### 1.2.3.2. 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 φυτών. Το γένος *Nicotiana* περιλαμβάνει ετήσια και πολυετή είδη με ποικιλομορφία χαρακτήρων. Από τα 66 είδη του γένους *Nicotiana* το κατ' εξοχήν καλλιεργούμενο είδος είναι το *N. tabacum* ( $2n=4x=48$ ), δηλαδή ο καπνός που ανήκει στο υπογένος *Tabacum*, ομάδα *Genuinae*.

Το *N. tabacum* προήλθε με αμφιπλοειδία από απλοειδή είδη, κατά πάσα 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).

### 1.2.3.3. Ταξινόμηση του *N. tabacum*

Με διάφορες μεθόδους βελτίωσης προκύπτουν διάφοροι τύποι από το *N. Tabacum*, το οποίο έχει πλούσιο γενετικό υλικό που μεταβάλλεται συνεχώς. Στη χώρα μας το 1960 ο Αργυρούδης, Διευθυντής του Καπνολογικού Ινστιτούτου, έδωσε τη βοτανική (τύποι έμισχοι και άμισχοι) και εμπορική (εξαγωγίμα 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 γεμίματος:** Προστίθενται στο μίγμα σε διάφορες αναλογίες, ώστε να μετριάσουν, χωρίς να αλλοιώσουν, το χαρακτήρα του βασικού καπνού (Καμπά Κουλάκ, Μυρωδάτα, Ζιχνομυρωδάτα)
3. **Βασικά ή γεύσεως:** Αποτελούν τη βάση του μίγματος στο οποίο προσδίδουν τη γεύση ή επηρεάζουν το χαρακτήρα (Κατερίνης, Τσεμπέλια, 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.

Με τον κανονισμό 2075/92 της Ε.Ε. όλες οι ποικιλίες ακατέργαστου καπνού που διακινούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση κατατάσσονται στις ακόλουθες οκτώ ομάδες (Γαλόπουλος 1966):

1. **Flue cured.** Καπνά τα οποία έχουν αποξηρανθεί σε φούρνους με ελεγχόμενες συνθήκες κυκλοφορίας του αέρα, της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Στην ομάδα αυτή ανήκουν και τα ελληνικά Virginia.
2. **Light air cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί στον αέρα υπό σκιά σε ξηραντήριο και τα οποία δεν έχουν υποστεί ζύμωση. Στην ομάδα αυτή ανήκουν και τα ελληνικά Burley.
3. **Dark air cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί όπως της ομάδας II, αλλά τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση πριν διατεθούν στο εμπόριο. Στην ομάδα αυτή δεν ανήκει καμία ελληνική ποικιλία.
4. **Fire cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί με φωτιά. Και στην ομάδα αυτή δεν ανήκει καμία ελληνική ποικιλία.
5. **Sun cured.** Καπνά που έχουν αποξηρανθεί στον ήλιο. Στην ομάδα αυτή από τα ελληνικά καπνά περιλαμβάνονται τα Τσεμπέλια, τα Μαύρα, τα Μη Κλασικά Καμπά Κουλάκ, τα Μυρωδάτα Σμύρνης, τα Τραπεζούς και Φ/1.
6. **Μπασμάς (Sun cured).** Καθαρή ελληνική ομάδα ποικιλιών που περιλαμβάνει τα αρωματικά ελληνικά καπνά (Μπασμάς Ξάνθης, Μπασμάς Μακεδονίας και Ζίχνα).
7. **Κατερίνη και παρεμφερείς ποικιλίες (Sun cured).** Επίσης καθαρή ελληνική ομάδα ποικιλιών που περιλαμβάνει τα καπνά Σαμψούς και Μπασή-Μπαγλή.



8. **Κλασικά καμπά κουλάκ και παρεμφερή (Sun cured).** Και αυτή η ομάδα ποικιλιών είναι καθαρή ελληνική και περιλαμβάνει τα κλασικά Καμπά Κουλάκ, Ελασσόνα, Μυρωδάτα Αγρινίου και Ζιγνομυρωδάτα.

#### 1.2.4. Εχθροί και ασθένειες

Τα καπνόφυτα προσβάλλονται στον αγρό από: α) ασθένειες, β) ζωικά παράσιτα και γ) ορισμένα άλλα φυτοπαράσιτα.

##### A) Ασθένειες

Ορισμένες ασθένειες που προσβάλλουν τόσο το καπνοσπορείο όσο και τα ανεπτυγμένα φυτά στον αγρό είναι ο περονόσπορος, το βακτήριο του καπνού και η κηλιδωτή νέκρωση του καπνού. Τα καπνόφυτα, όμως, στον αγρό μπορεί να εκδηλώσουν και άλλες ασθένειες, όπως είναι οι παρακάτω : (Σφήκας 1988, Χρυσοχόου και Βεζιρτζόγλου 1996):

- Φυτόφθορα του καπνού (*Phytophthora*, Pythiaceae).
- Μαύρη σήψη ριζών (θιελάβια).
- Ωίδιο του καπνού (στάχτη ή μπάστρα).
- Μωσαϊκό του καπνού.

##### B) Ζωικά παράσιτα

Έκτός από τα συνήθη έντομα εδάφους: σιδηροσκώληκες, αγρότιδες, κ.ά. τα καπνόφυτα στον αγρό προσβάλλονται και από τα παρακάτω έντομα:

- Θρίπας του καπνού,
- Αφίδες, *M. persicae*.
- Φθοριμαία *Phthorimaea heliopa* (Lower) (Lepidoptera, Gelechiidae)
- Πράσινο σκουλήκι, *Helicoverpa armigera* (Huebner) (Lepidoptera, Noctuidae).
- Αλευρώδης του καπνού, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera, Aleyrodidae)
- Νηματώδεις.



Γ) Φυτοπαράσιτα

- Οροβάγχη (*Orobancha* spp., Orobanchaceae)
- Ψευδοροβάγχη (Orobanchaceae).



## 2. ΑΦΙΔΕΣ

### 2.1. Συστηματική Κατάταξη – Περιγραφή

Οι αφίδες ανήκουν στην υπεριοικογένεια Aphidoidea στη σειρά Sternorrhyncha της τάξης Hemiptera, στην οποία έχουν περιγραφεί περίπου 4000 είδη. Τις συναντούμε με διάφορα ονόματα, όπως μελίγκρα, ψύλλοι και ψείρες.

### 2.2. Βιολογικός κύκλος αφίδων

Ο διαχωρισμός των αφίδων σε σχέση με το βιολογικό τους κύκλο γίνεται σε δύο ομάδες με βάση την εναλλαγή ή τη μη εναλλαγή ξενιστή, στις μονόοικες (μη μεταναστευτικές) και στις ετερόοικες (μεταναστευτικές) αφίδες. Τα μονόοικα είδη τρέφονται στο ίδιο πολυετές ή ποώδες φυτό κατά τη διάρκεια του έτους. Τα ετερόοικα είδη μεταναστεύουν μεταξύ του πρωτεύοντος ξενιστή, που είναι κυρίως δένδρο και παραμένουν από το φθινόπωρο ως το τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι σε ένα ή περισσότερα είδη δευτερεύοντων ξενιστών, που είναι κυρίως ποώδη φυτά. Περίπου 10 % των αφίδων είναι ετερόοικες, όπως για παράδειγμα η αφίδα των μηλοειδών *Dysaphis plantaginea* Passerini (Homoptera, Aphididae), η οποία έχει ως πρωτεύοντα ξενιστή τη μηλιά *Pyrus malus* L. (Rosaceae) και ως δευτερεύοντα ξενιστή το αυτοφυές *Plantago lanceolata* L. (πεντάνευρο) (Plantaginaceae), η μαύρη αφίδα των κουκιών *Aphis fabae* Scopoli (Homoptera, Aphididae) έχει ως πρωτεύοντα ξενιστή το ευώνυμο *Euonimus europaeus* L. (Celasteraceae) και δευτερεύοντες ξενιστές τα κουκιά *Vicia faba* L. (Papilionaceae) τα λάπαθα *Rumex* sp. (Polygonaceae) και άλλα ποώδη φυτά.

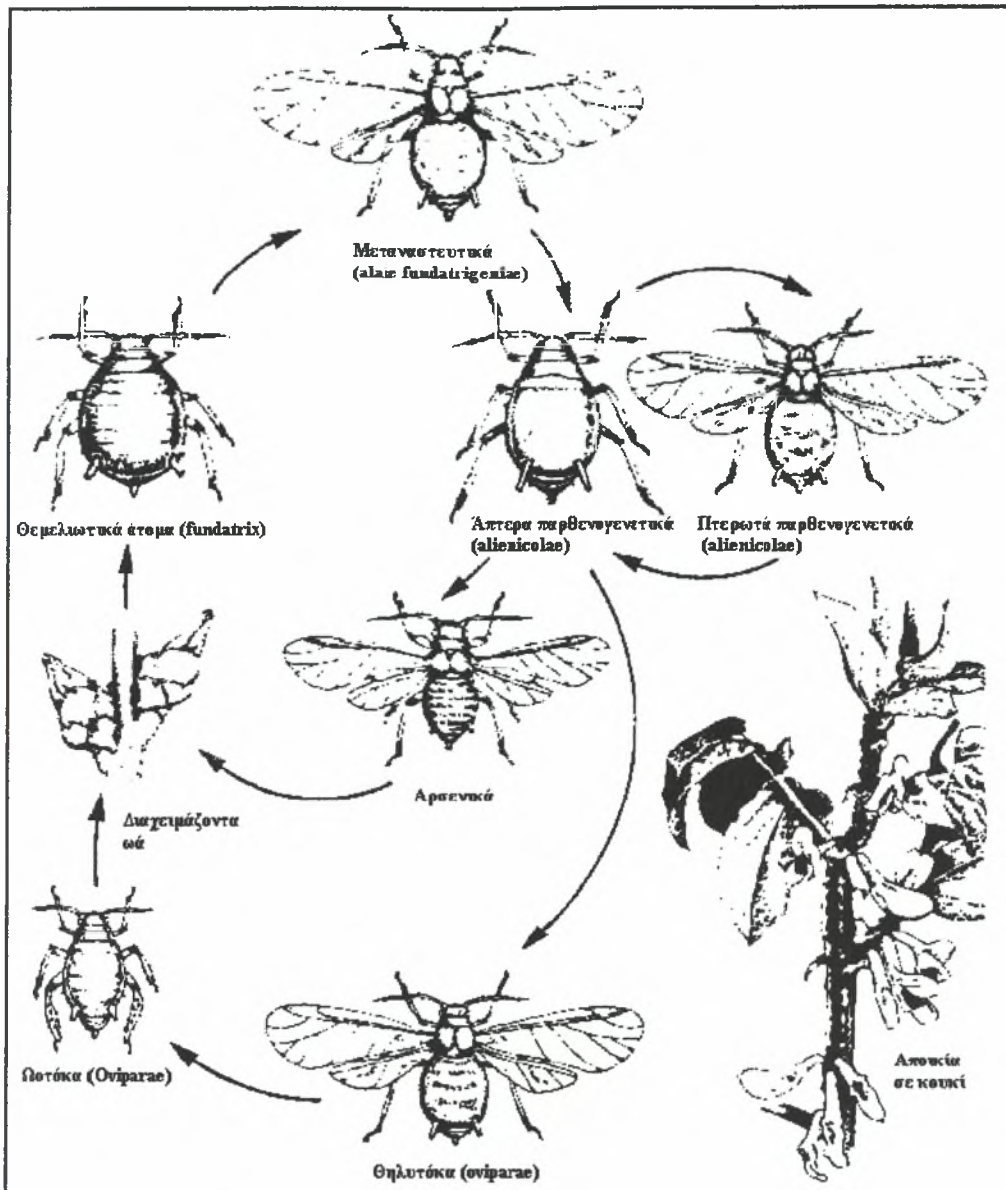
Στα ετερόοικα είδη τα χειμερινά ωά γεννιούνται το φθινόπωρο στο φλοιό του κύριου ξενιστή. Την άνοιξη τα ωά εκκολάπτονται και δίνουν άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά, που ονομάζονται θεμελιωτικά ή ιδρυτικά άτομα (fundatrix). Ακολουθούν παρθενογενετικές γενιές με άπτερα που παρουσιάζουν προοδευτική μεταβολή στη μορφολογία τους (Lees, 1966). Έπειτα από ορισμένο αριθμό γενεών, γεννιούνται τα πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (alatae) που διασπείρονται σε φυτά του ίδιου είδους με τον κύριο ξενιστή ή μεταναστεύουν στους



δευτερεύοντες πλώδεις ξενιστές. Την άνοιξη και το καλοκαίρι στους δευτερεύοντες ξενιστές η μία παρθενογενετική γενιά διαδέχεται την άλλη. Εκτός από άπτερες μορφές παράγονται πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (apterae και alatae) που μεταναστεύουν σε άλλα φυτά και συνεχίζουν την παρθενογενετική αναπαραγωγή. Το φθινόπωρο, καθώς η διάρκεια της ημέρας μειώνεται, στα Aphididae παράγονται στο δευτερεύοντα ξενιστή θηλυτόκα πτερωτά (gynoparae) και αρσενικά, που θα μεταναστεύσουν στον κύριο ξενιστή. Εκεί τα θηλυτόκα θα γεννήσουν τα θηλυκά (ωοτόκα) (oviparae), που εναποθέτουν τα χειμερινά ωά μετά από σύζευξη με τα αρσενικά. Στα ετερόοικα είδη άλλων οικογενειών π.χ. Pemphigidae παράγονται στους δευτερεύοντες ξενιστές μόνο μια μεταναστευτική μορφή, που είναι πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά και ονομάζονται φυλογόνα.







**Εικόνα 1** Βιολογικός κύκλος του ετερόικου είδους *Aphis fabae* Scopoli (Γροποποιημένο από Blackman & Eastop 1984).

(sexuparae). Τα φυλογόνα γενούν στον πρωτεύοντα ξενιστή άπτερα αρσενικά και ωτόκα θηλυκά. Τα πτερωτά θηλυκά που επιστρέφουν στον πρωτεύοντα ξενιστή, συχνά παρουσιάζουν μορφολογικές διαφορές από αυτά που μεταναστεύουν την άνοιξη στους δευτερεύοντες ξενιστές (Blackman & Eastop 2000).

Στα μονόικα είδη αφίδων 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 μεταναστεύσουν για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός τους κύκλος. Σε ορισμένα είδη παράγονται πτερωτά και άπτερα αρσενικά.

Διάφορες κατηγορίες βιολογικού κύκλου είναι γνωστές μεταξύ των αφίδων (Lampel 1968). Για το είδος *M. persicae* καθώς και για άλλα είδη, όπως το *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera, Aphididae), *Sitobion avenae* F. (Homoptera, Aphididae) και *A. fabae* (Scopoli), έχουν περιγραφεί τέσσερις κατηγορίες βιολογικού κύκλου: ο ολοκυκλικός, ο ανολοκυκλικός, ο ανδροκυκλικός και οι ενδιάμεσοι. Οι ολοκυκλικοί κλώνοι αναπαράγονται σεξουαλικά καθώς κατά το φθινόπωρο, με τη μείωση της διάρκειας της ημέρας, παράγουν αρσενικά και ωτόκα που θα συζευχθούν και θα δώσουν τα διαπαύοντα ωά. Τα ωά παράγονται στον πρωτεύοντα ξενιστή, στον οποίο και διαχειμάζουν (κυκλική παρθενογένεση). Οι ανολοκυκλικοί κλώνοι δεν έχουν τη δυνατότητα παραγωγής σεξουαλικών μορφών και διαχειμάζουν και αναπαράγονται με παρθενογενετικές μορφές σε αυτοφυή φυτά ή σε χειμερινές καλλιέργειες.



Εικόνα 2. Αποικία αφίδων.

Οι ανδροκυκλικοί κλώνοι παράγουν το φθινόπωρο παρθενογενετικά θηλυκά καθώς και αρσενικά τα οποία μπορούν να συζευχθούν με θηλυκά των ολοκυκλικών κλώνων (Blackman 1971, 1972, Simon 1991). Οι ενδιάμεσοι κλώνοι κατά την ίδια περίοδο παράγουν παρθενογενετικά άτομα και μικρό αριθμό αρσενικών και ωτόκων.

Οι διάφορες κατηγορίες βιολογικού κύκλου καθώς και οι διάφορες μορφές ατόμων, αποτελούν σημαντικό παράγοντα της εξέλιξης των αφίδων. Στα εύκρατα



κλίματα οι συνθήκες διαβίωσης των αφίδων στα δέντρα και σε ποώδη φυτά είναι ευνοϊκές την άνοιξη αλλά παύουν να είναι ευνοϊκές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με τη μείωση της ανάπτυξης των βλαστών και την ωρίμανση των φύλλων. Επομένως, η εξέλιξη των αφίδων συσχετίζεται με το συγχρονισμό του βιολογικού κύκλου του ξενιστή και του εντόμου, με την ποικιλία μορφών, τρόπου διαχείμασης, εναλλαγή ξενιστή και εξειδίκευση διατροφής με αποτέλεσμα τα διάφορα είδη των αφίδων να μπορούν και αποφεύγουν τις δυσμενείς για την επιβίωσή τους συνθήκες και συντείνουν στην επιβίωση και διαιώνισή τους (Shaposhnikov 1985).

### 2.2.1. Ζημίες

Ο μεγάλος αριθμός γενεών το έτος των αφίδων, που συχνά ξεπερνά τις 10 και οι φυτοπαθογόνοι ιοί που μεταφέρονται με αυτές, τις κατατάσσουν ανάμεσα στους πιο επικίνδυνους εχθρούς των καλλιεργούμενων φυτών. Οι αφίδες απομυζούν χυμούς από τα φυτά και το νύγμα πολλών ειδών προκαλεί συστροφή των φύλλων. Τα άφθονα μελιτώδη αποχωρήματα ορισμένων ειδών ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων της καπνιάς. Οι αφίδες είναι η κυριότερη κατηγορία εντόμων που μεταδίδει φυτοπαθογόνους ιούς. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

### 2.2.2. Φυσικοί εχθροί

Οι αφίδες μπορούν να καταπολεμηθούν με φυσικούς εχθρούς. Ανάμεσα στους αποτελεσματικούς φυσικούς εχθρούς των αφίδων είναι Coleoptera της οικογένειας Coccinellidae, αρπακτικά Neuroptera των οικογενειών Chrysopidae και Hemerobiidae, αρπακτικά, όπως *Adalia bipunctata* (L.) και *Coccinella septempunctata* (L.), αρπακτικά Diptera της οικογένειας Syrphidae και παρασιτοειδή Hymenoptera των οικογενειών Braconidae, Chalcididae και Proctotrupidae. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).



### 2.2.3. Καταπολέμηση

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος για τον έλεγχο των πληθυσμών των αφιδών είναι η χημική, δηλαδή η χρήση εντομοκτόνων. Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός αφιδοκτόνου σκευάσματος είναι η εκλεκτική τοξικότητα του για τους οργανισμούς στόχους, να έχει διασυστημική δράση, να έχει ικανοποιητική υπολειμματική δράση, να δρα ταχέως και να έχει μικρή τοξικότητα. Τα αφιδοκτόνα, ενδείκνυται να μην έχουν καμιά επίδραση πάνω στα αρπακτικά και τα παρασιτοειδή των αφιδών. Επίσης, να μην επηρεάζουν τους επικονιαστές των καλλιεργούμενων φυτών, όπως π.χ. τους βομβίνους και τις μέλισσες. Επιπλέον, να μην είναι πολύ τοξικά σε άλλα ζώα (θηλαστικά, πουλιά). Τέλος, δεν πρέπει τα σκευάσματα αυτά να είναι φυτοτοξικά.

### 2.3. *Myzus persicae* (Sulzer)

Το ακμαίο άπτερο θηλυκό έχει σώμα ωοειδές, χρώμα πράσινο-κίτρινο ή ρόδινο, μακριές κεραίες, λίγο μικρότερες του μήκους του σώματος του, που φύονται από χαρακτηριστικό λοβοειδές φυμάτιο στο μέτωπο. Τα σιφώνια είναι λεπτά και μακριά (περίπου 4 mm) αλλά δεν ξεπερνούν την άκρη της κοιλίας και έχουν χρώμα πράσινο, ενώ η ουρά (cauda) είναι μικρή, στενόμακρη (περίπου 0,2 mm), ανοιχτού χρώματος και έχει 3 ζευγάρια τριχών.

Στο ακμαίο πτερωτό η κεφαλή και ο θώρακας είναι μαύρου χρώματος, οι κεραίες σκούρες καστανές ισομεγέθεις με το σώμα, τα σιφώνια είναι υπόμαυρα έως καστανά, ελαφρά διογκωμένα στο μέσον, η cauda είναι σκοτεινή και οι πτέρυγες καλά αναπτυγμένες (Blackman & Eastop 2000).

Είναι εξαιρετικά πολυφάγο έντομο που προσβάλλει πάνω από 400 διαφορετικούς ξενιστές. Από τα καλλιεργούμενα προσβάλλει είδη των Rosaceae, Rutaceae, Solanaceae, Papilionaceae και Cruciferae. Εκτός από πολλά καρποφόρα δέντρα, η αφίδα αυτή προσβάλλει και πολλά ποώδη καλλιεργούμενα φυτά, όπως καπνό, πατάτα (*Solanum tuberosum*, Solanaceae), τομάτα (*Lycopersicon esculentum*, Solanaceae), μαρούλι (*Lactuca sativa*, Asteraceae), καρότο (*Daucus carota*,



Umbelliferae), κουκιά (*Vicia faba*, Papilionaceae), κ.α. (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 1998).

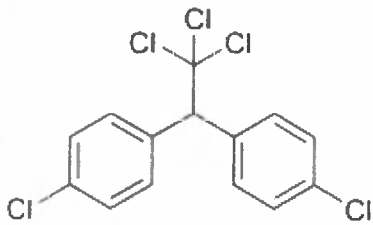
Το *M. Persicae* προτιμά να προσβάλλει τις κορυφές τρυφερών βλαστών και τρυφερά φύλλα, στα οποία προκαλεί έντονη συστρόφη και δημιουργεί ευνοϊκό περιβάλλον για ανάπτυξη μυκήτων καπνιάς. Είναι ανθεκτικό στο κρύο και μπορεί να αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 5°C και 30°C. (Blackman & Eastop 2000).



### 3. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι περισσότερες μεγάλες καλλιέργειες, παγκοσμίως, απειλούνται μέχρι κάποιο σημείο από τα έντομα που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα. 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 ένα εντομοκτόνο. Αν και επηρεάζονται περισσότερο από την ανθεκτικότητα τα παλαιότερα και πιο διαδεδομένα εντομοκτόνα (οργανοχλωριομένα), όπως το DDT, υπάρχει επίσης μια ανησυχητική αύξηση της ανθεκτικότητας και σε ορισμένα νεότερα εντομοκτόνα

Χημική ονομασία	Διχλωρο-διφαινυλ-τριχλωροαιθανιο
Χημικός τύπος	$C_{14}H_9Cl_5$
Μοριακό βάρος	354.49 g/mol
Σημείο τήξεως	108.5 °C
Σημείο βρασμού	260 °C
Συντακτικός τύπος	$ClC(Cl)(Cl)C(Cl)=CC=C(Cl)$ $C=C(Cl)C_2=CC=C(Cl)C=C_2$
	

Εικόνα 3. Φυτικοχημικά χαρακτηριστικά και συντακτικός τύπος του εντομοκτόνου DDT.





### 3.1. Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα

**Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα** αναφέρεται στην ανθεκτικότητα εντόμου σε εντομοκτόνα που ανήκουν σε μία ή σε περισσότερες από μία χημικές ομάδες αλλά έχουν τον ίδιο τρόπο δράσης και οφείλεται σε έναν, τον ίδιο μηχανισμό. 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. Όταν, βέβαια, έχουμε τη δημιουργία πολλαπλής ανθεκτικότητας τότε η διαδικασία για την αντιμετώπισή της είναι αρκετά δύσκολη. Συγκεκριμένα η **πολλαπλή ανθεκτικότητα** αναφέρεται στην παρουσία στο έντομο δύο ή περισσότερων μηχανισμών, ο καθένας με συγκεκριμένο τύπο διασταυρούμενης ανθεκτικότητας (Field *et al.* 1997)

Πίνακας 4. Έντομα με πιστοποιημένη ανθεκτικότητα (Field *et al.* 1997)

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

### 3.2. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας



Οι πιο σημαντικοί μηχανισμοί ανθεκτικότητας αφορούν είτε στην αυξημένη ικανότητα των εντόμων να αποικοδομούν τα εντομοκτόνα, είτε στη 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 τοξικές ουσίες.

### 3.2.1. Αυξημένη αποικοδόμηση εντομοκτόνων

Τρεις είναι οι γνωστοί τύποι αποικοδόμησης εντομοκτόνων που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα:

- Αυξημένος οξειδωτικός μεταβολισμός των εντομοκτόνων που δημιουργείται από το κυτόχρωμα P450 μονοοξυγενάσης. Αυτός ο τύπος μπορεί προκαλεί ανθεκτικότητα σε όλες τις σημαντικές ομάδες εντομοκτόνων, με εξαίρεση κυκλοδιένια.
- Αυξημένη δραστηριότητα του ενζύμου τρανσφεράση της γλουταθειόνης, το οποίο καταλύει τη γλουταθειόνη σε μια ποικιλία αντιδρώντων υποστρωμάτων. Η ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα οφείλεται σε αυτόν το μηχανισμό.
- Η υδρόλυση ή δέσμευση των εντομοκτόνων από σε ενζυμικά συστήματα εστεράσων, προκαλεί την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά και πυρεθροειδή εντομοκτόνα. (Field *et al.* 1997)

### 3.2.2. Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων

Σε τρεις γνωστές ομάδες εντομοκτόνων έχει εμφανιστεί ανθεκτικότητα που οφείλεται σε μηχανισμούς αλλαγής στόχου δράσης. Αυτές οι ομάδες είναι τα καρβαμιδικα, τα οργανοφωσφορικά και τα πυρεθροειδή.





- Οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά θανατώνουν τα έντομα δεσμεύοντας το ένζυμο ακετυλοχολινεστεράση (acetylcholinesterase –Ache-) στην ακετυλοχολίνη, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά των νευρικών ώσεων στις συνάψεις των νευρώνων. Μια μεταλλαγμένη μορφή του ενζύμου, μπορεί να μην προσδίδει ευαισθησία του εντόμου στο συγκεκριμένο εντομοκτόνο, αλλά διασταυρούμενη ανθεκτικότητα.
- Ο τρόπος δράσης των πυρεθροειδών εντομοκτόνων είναι στο διάλυο νατρίου, μια μικρή οπή απ'όπου ιόντα Na μπαίνουν στο νευράξονα και προκαλούν τη διέγερσή του. Αποτέλεσμα είναι διέγερση του νευρώνα, επανειλημμένες ώσεις και τελικά παράλυση. Μια αλλαγή της πρωτεΐνης της διόδου νατρίου στις κυτταρικές μεμβράνες μπορεί να δημιουργήσει ανθεκτικότητα του εντόμου στο εντομοκτόνο. και ονομάζεται knockdown resistance ή Kdr (Field *et al.* 1997).

### 3.2.3. Παρεμπόδιση του εντομοκτόνου να φθάσει στο στόχο

Οι αφίδες διαθέτουν αυξημένη ποσότητα του ενζύμου εστεράσης (E4/FE4), το οποίο διασπά το εντομοκτόνο πριν αυτό φτάσει στο νευρικό σύστημά τους, οπότε έχουμε μείωση της αποτελεσματικότητας του εντομοκτόνου. Βέβαια, ανάλογα με τη χημική ομάδα του εντομοκτόνου διαμορφώνεται και η ανθεκτικότητά του.

Με βάση το επίπεδο παραγωγής της εστεράσης E4, οι αφίδες μπορεί να ταξινομηθούν ως ευαίσθητες (S), μετρίως ανθεκτικές (R1), ανθεκτικές (R2) και πολύ ανθεκτικές (R3) (Devonshire *et al.* 1986).



### 3.3. Ανίχνευση ανθεκτικότητας

#### 3.3.1. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με τη μέθοδο Στιγμαϊάς Εμβάπτισης (Rapid Dip Test) FAO

Έλεγχος δειγμάτων αγρού είναι εύκολο να γίνει με τη μέθοδο της στιγμαϊάς εμβάπτισης (rapid dip test), που συστήνει ο FAO για ενήλικες αφίδες (FAO, 1979). Η μέθοδος απαιτεί στιγμαϊά εμβάπτιση των εντόμων σε διαφορετικές συγκεντρώσεις εντομοκτόνου (συμπεριλαμβανομένου του μάρτυρα). Τα έντομα που εξετάζονται μετά την εφαρμογή διατηρούνται σε σταθερές συνθήκες (π.χ. 17<sup>0</sup>C, L16:D8) σε φύλλα (π.χ. πατάτας) σε ειδικά κουτιά εκτροφής και ο έλεγχος της θνησιμότητας γίνεται μετά από 24 και 48 ώρες.

#### 3.3.2. Βιοδοκιμές ανίχνευσης ανθεκτικότητας με τη μέθοδο της Τοπικής Εφαρμογής

Βιοδοκιμές γίνονται και με τοπική εφαρμογή των εντομοκτόνων με τη βοήθεια μικροσυριγγών. Για την εφαρμογή του εντομοκτόνου απαιτείται η ακινητοποίηση των εντόμων. Εξαίρεση αποτελεί η αφίδα η οποία από τη φύση της δε μετακινείται όταν εκτρέφεται. Μετά την εφαρμογή του εντομοκτόνου τα έντομα διατηρούνται σε σταθερές συνθήκες σε φύλλα, σε ειδικά δοχεία. Ο έλεγχος της θνησιμότητας γίνεται μετά από παρέλευση 24-72 ωρών.



## Β' ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

---



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αφίδα *M. persicae* είναι ο σημαντικότερος εχθρός της ροδακινιάς και του καπνού αλλά και άλλων ποωδών καλλιεργειών. Η αντιμετώπισή της πρέπει να εμπίπτει στα πλαίσια της σύγχρονης φυτοπροστασίας, δηλαδή στα πλαίσια της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Εχθρών (IPM) για την επίτευξη του προσδοκώμενου αποτελέσματος με σεβασμό στην υγεία του καταναλωτή και την προστασία του περιβάλλοντος. Ωστόσο, η ανάπτυξη και εφαρμογή τέτοιων συστημάτων προϋποθέτει γνώση σε βασικά σημεία της οικολογίας του εντόμου εχθρού καθώς και της στρατηγικής διαχείρισης των πληθυσμών του. Δύο παράγοντες επηρεάζουν κυρίως τη στρατηγική αναπαραγωγής που υιοθετεί η αφίδα, η θερμοκρασία και η σχετική αφθονία του πρωτεύοντα ξενιστή του είδους, της ροδακινιάς (Blackman 1974).

Άλλο σημαντικό στοιχείο των προγραμμάτων ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι η Διαχείριση της Ανθεκτικότητας σε Εντομοκτόνα (Denholm & Rowland 1992, Denholm & Jespersen 1999), που προϋποθέτει την παρακολούθηση (monitoring) της ανθεκτικότητας στους πληθυσμούς του εχθρού. Στην Ελλάδα υπάρχουν περιορισμένες μελέτες στις οποίες έχει καταγραφεί σημαντική ανθεκτικότητα σε OPs και καρβαμιδικά εντομοκτόνα και λιγότερο σε πυρεθρίνες (Cox *et al.* 2001).

Τρεις μηχανισμοί ανθεκτικότητας έχουν περιγραφεί στο είδος. Ο πρώτος αφορά στην παρεμπόδιση του εντομοκτόνου να φθάσει στο στόχο. Περιγράφηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1970 στο Ηνωμένο Βασίλειο (Devonshire & Sawicki 1979) και παραμένει ο πιο συνηθισμένος μηχανισμός παγκοσμίως. Έχουν αναγνωριστεί δύο γονίδια που κωδικοποιούν δύο μορφές εστερασών τις E4 και FE4 που διασπούν ή δεσμεύουν τα μόρια του εντομοκτόνου (Field *et al.* 1993). Ένας άλλος μηχανισμός αφορά στην αλλαγή του στόχου του εντομοκτόνου ώστε να είναι λιγότερο ευαίσθητος. Δύο τύποι ανθεκτικότητας έχουν ανακαλυφθεί στην αφίδα που εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία. Ο πρώτος ονομάζεται modified acetylcholinesterase (MACE) (Τροποποιημένη ακετυλοχολινεστεράση, AchE) και ο δεύτερος Knockdown (Kdr).



## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της ανάπτυξης ανθεκτικότητας πληθυσμών της αφίδας *M. persicae* που προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές και διαφορετικά φυτά ξενιστές σε εντομοκτόνα. Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν καλύπτουν την ομάδα των οργανοφωσφορικών (phosphamidon), καρβαμιδικών (pirimicarb), πυρεθροειδών (bifenthrin, deltamethrin) και νεονικοτινοειδών (imidacloprid). Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στα νεονικοτινοειδή με αντιπρόσωπο το imidacloprid μιας και έχει το πλεονέκτημα του ελέγχου της αφίδας αυτή τη στιγμή και ενώ είναι γνωστό ότι έχει αναπτύξει ισχυρή ανθεκτικότητα στις ομάδες των OP<sub>3</sub> και καρβαμιδικών. Επίσης, δόθηκε μεγάλη βαρύτητα στα οργανοχλωριωμένα με κύριο εκπρόσωπο το DDT, διότι μια πιθανή ανθεκτικότητα σε αυτό θα σήμαινε και μια πιθανή ανθεκτικότητα στα πυρεθροειδή, αφού οι δυο αυτές κατηγορίες εντομοκτόνων έχουν τον ίδιο μηχανισμό δράσης. Ο λόγος που χρησιμοποιήσαμε το DDT είναι ότι το εν λόγω εντομοκτόνο δεν περιέχει ένα δεσμό εστεράσης οπότε δεν το καθιστά ευαίσθητο στην υδρόλυση των εστεράσεων. Οι πληθυσμοί που χρησιμοποιήθηκαν συλλέχθηκαν από τον κύριο ξενιστή, τη ροδακινιά, από περιοχές της Μελίκης, Κατερίνης, Βελεστίνου και Λεχωνίων. Επίσης, κλώνοι συλλέχθηκαν και από την καλλιέργεια του καπνού από τις περιοχές της Μελίκης, Κατερίνης, Καρδίτσας, Αμφίκλειας και Ναυπλίου. Η επιλογή των περιοχών έγινε με τρόπο ώστε να επιτευχθεί εκτίμηση της ανθεκτικότητας της αφίδας σε όλο το γεωγραφικό πλάτος της χώρας. Επιπλέον, επιλέχθηκαν τόσο περιοχές στις οποίες συνυπάρχουν οι δύο ξενιστές όσο και περιοχές στις οποίες καλλιεργείται μόνο ο ένας ώστε να εξεταστεί αν η συνύπαρξη των καλλιεργειών επηρεάζει το βαθμό ανθεκτικότητας ή όχι.

Η μελέτη της ανάπτυξης ανθεκτικότητας μας δίνει τη δυνατότητα να ελέγχουμε σε πιο βαθμό το έντομο έχει αναπτύξει μηχανισμούς ανθεκτικότητας και ανάλογα να μας κατευθύνει όσον αφορά τις τακτικές διευθέτησης που πρέπει να ακολουθηθούν. Άλλωστε, η ανεξέλεγκτη χρήση εντομοκτόνων θα καταστήσει την αντιμετώπιση των εντόμων αδύνατη και η αξία των εντομοκτόνων θα εκμηδενιστεί.



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Μέθοδος ταχείας εμφάπτισης

#### 2.1.1. Πειραματικό Υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 168 κλώνοι της *Myzus persicae* που συλλέχθηκαν από τρία γεωγραφικά διαμερίσματα, από δενδρώδη καλλιέργεια ροδάκινων (επιτραπέζιες ποικιλίες) και καπνό (Κατερίνης και Virginia) με στόχο τον έλεγχο ανάπτυξης ανθεκτικότητας στο DDT. Για τον έλεγχο ανάπτυξης ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά (methamidophos, Tamaron), καρβαμιδικά (pirimicarb, Pirimor G), νεονικοτινοειδή (imidacloprid, Confidor 200SL) και πυρεθρίνες (bifenthrin-Talstar, deltamethrin, Decis) χρησιμοποιήθηκαν 41 πληθυσμοί της *Myzus persicae*. Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκαν άτομα από 22 διαφορετικά χωράφια από τη Β. Ελλάδα (Μελίκη, Κατερίνη), 13 από την Κεντρική Ελλάδα (Λεχώνια, Βελεστίνο, Καρδίτσα), τρία από τη Στερεά Ελλάδα (Αμφίκλεια) και τρία από την Πελοπόννησο (Ναύπλιο).

Έχει βρεθεί ότι η ανθεκτικότητα στο DDT είναι ανεξάρτητη από τη δραστηριότητα εστεράσων, αλλά οφείλεται αποκλειστικά στο μηχανισμό ανθεκτικότητας kdr. Επίσης, μια πιθανή ανθεκτικότητα στο DDT θα σήμαινε ανθεκτικότητα και στα πυρεθροειδή, αφού έχουν τον ίδιο μηχανισμό δράσης.

Σε αυτό το σημείο, κρίνεται σκόπιμο να αναφέρουμε ότι ο λόγος που χρησιμοποιήσαμε δύο μεθόδους, έγκειται στο γεγονός ότι η μέθοδος της ταχείας εμφάπτισης είναι λιγότερο ακριβής απ'ότι η μέθοδος της τοπικής εφαρμογής. Αυτό συμβαίνει, διότι κατά την εμφάπτιση υπάρχει περίπτωση να μην περιβρεχτούν με το εντομοκτόνο όλες οι αφίδες, ενώ με την τοπική εφαρμογή το εντομοκτόνο εφαρμόζεται ακριβώς επάνω στις αφίδες, χωρίς το περιθώριο λάθους ή διαφυγής των αφίδων.



### 2.1.2. Μέθοδος δειγματοληψίας

Η δειγματοληψία έγινε σε χωράφια με ροδακινίες την άνοιξη του έτους 2004-2005 (τέλη Απριλίου – μέσα Ιουνίου) και με καπνό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες του έτους 2004-2005 (μέσα Ιουνίου – τέλη Αυγούστου). Από κάθε χωράφι συλλέχθηκαν 25 δείγματα. Το κάθε δείγμα περιείχε φύλλωμα με εγκατεστημένο πληθυσμό από ένα μόνο δένδρο στην περίπτωση των ροδάκινων και 2–3 διπλανών φυτών στην περίπτωση του καπνού τα οποία τοποθετήθηκαν σε ειδικό αεροστεγές σακουλάκι δειγματοληψίας μαζί με απορροφητικό χαρτί. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε φορητό ψυγείου μικρού μεγέθους με παγοκύστες για καλύτερη διατήρηση των δειγμάτων μέχρι τη μετάβαση στο εργαστήριο. Στο εργαστήριο αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 4°C. Εκτροφές πληθυσμών διατηρούνταν σε βιοκλιματικούς θαλάμους με φωτοπερίοδο L16:D8 και θερμοκρασία 23°C αμέσως μετά την άφιξη.

### 2.1.3. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης (dip test)

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα σκεύη στα οποία τοποθετούνταν τα διαλύματα των εντομοκτόνων και ειδικά τροποποιημένα ημισφαιρικά στραγγιστήρια τσαγιού από μουσελίνα ώστε να ελαχιστοποιηθεί κάθε πιθανότητα τραυματισμού των εντόμων. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι για κάθε εντομοκτόνο χρησιμοποιούνταν διαφορετικό ζεύγος στραγγιστηριών, για αποφυγή της παρουσίας υπολειμμάτων που θα σήμαινε διαστρέβλωση των αποτελεσμάτων. Ο χειρισμός των εντόμων έγινε με λεπτά πινέλα ζωγραφικής No 001. Φύλλα κινέζικου λάχανου χρησιμοποιήθηκαν για την εκτροφή των αφίδων μετά από τη βιοδοκιμή και για παρέλευση 24 και 48 ωρών. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε κινέζικο λάχανο για τη διατήρηση των ατόμων είναι ότι αποτελούν καλούς ξενιστές της *M. persicae* και αναπτύσσονται γρήγορα στο θερμοκήπιο, δίνοντας μεγάλη παραγωγή σε φύλλα. Τα φύλλα τοποθετούνταν σε πλαστικό τριβλίο που αεριζόταν με τη βοήθεια οπής στο καπάκι ενώ ο μίσχος διαβρεχόταν με βρεγμένο κομμάτι βαμβακιού. Στη βάση του τριβλίου υπήρχε δίσκος διηθητικού χαρτιού για απορρόφηση της περίσσειας υγρασίας.





Τα τριβλία με τις αφίδες μετά τη βιοδοκιμή τοποθετούνταν σε βιοκλιματικούς θαλάμους με φωτοπερίοδο L16:D8 και θερμοκρασία 17°C.



Εικόνα 4. Βιοκλιματικός θάλαμος.

Τέλος, εφαρμόστηκαν τα παρακάτω εντομοκτόνα με τις εμπορικές ονομασίες τους: imidacloprid (Confidor 200SL) συγκέντρωσης 20,6% β/ο. με συνιστώμενη δόση 30ml/100L νερού, pirimicarb (Pirimor G) συγκέντρωσης 50% β/ο. με συνιστώμενες δόσεις 50g/100L νερού, methamidophos (Tamaron) συγκέντρωσης 61% β/ο με συνιστώμενες δόσεις 100 ml/100L, bifenthrin (Talstar) συγκέντρωσης 10% με συνιστώμενη δόση 40 ml/100L νερού και deltamethrin (Decis) συγκέντρωσης 2,5% β/ο. με συνιστώμενες δόσεις 70 ml/100L νερού. Για κάθε βιοδοκιμή και κάθε εντομοκτόνο χρησιμοποιήθηκαν αρκετές διαφορετικές συγκεντρώσεις εντομοκτόνου (αραιωμένες με νερό) και μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, η ελάχιστη και μέγιστη συγκέντρωση για το imidacloprid ήταν αντίστοιχα 1/192X (0.32ppm), 1 ½ (92.7ppm), για το pirimicarb 1/8X (31.25ppm), 4X (1000ppm), για το methamidophos 1/50X (0.0000327ppm), 2X (1220ppm), για το bifenthrin 1/16384X (0.0024ppm), 1/32X (1.25ppm) και για το deltamethrin 1/1000X (0.000057ppm), 1X (17.5ppm) . Οι συγκεντρώσεις των βασικών



διαλυμάτων υπολογίστηκαν από τις δόσεις που αναγράφονται στην ετικέτα κάθε εμπορικού σκευάσματος.

#### 2.1.4 Πειραματική διαδικασία

Τα σακουλάκια με τα δείγματα των εντόμων εξέρχονταν από το χώρο αποθήκευσής τους (4°C) το πολύ 3 ώρες πριν από την έναρξη της βιοδοκιμής. Στο διάστημα αυτό συλλέγονταν ομάδες 25-30 αφίδων (άπτερα, θηλυκά) τόσες όσες και οι μεταχειρίσεις.



Εικόνα 5. Άπτερο θηλυκό άτομο.

Κάθε ομάδα τοποθετούνταν μέσα στο στραγγιστήρι. Για κάθε ξεχωριστή μεταχείριση τα σουρωτήρια βυθίζονταν στην ανάλογη συγκέντρωση εντομοκτόνου. Η βιοδοκιμή άρχιζε πάντοτε με τη μεταχείριση του μάρτυρα (εμβάπτιση σε πόσιμο νερό) και για κάθε μεταχείριση προχωρούσε από το αραιότερο διάλυμα προς το πυκνότερο, έτσι ώστε η επίδραση της συγκέντρωσης του διαλύματος της προηγούμενης μεταχείρισης να είναι αμελητέα. Κατά τη βύθιση του σουρωτηριού στο υδατικό διάλυμα εξασφαλιζόταν πλήρης κάλυψη των αφίδων. Η διάρκεια της βύθισης ήταν 10 sec. Το σουρωτήρι μετά την έξοδο από το διάλυμα τοποθετούνταν σε απορροφητικό χαρτί για απομάκρυνση των υπολειμμάτων του διαλύματος που θα σήμαινε περαιτέρω έκθεση στο εντομοκτόνο. Οι αφίδες με τη βοήθεια του πινέλου τοποθετούνταν σε πλαστικό τριβλίο που σκεπαζόταν με πλαστικό καπάκι (Εικόνα 6), στο οποίο είχε ανοιχτεί οπή ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής αερισμός. Στη βάση του τριβλίου υπήρχε δίσκος διηθητικού

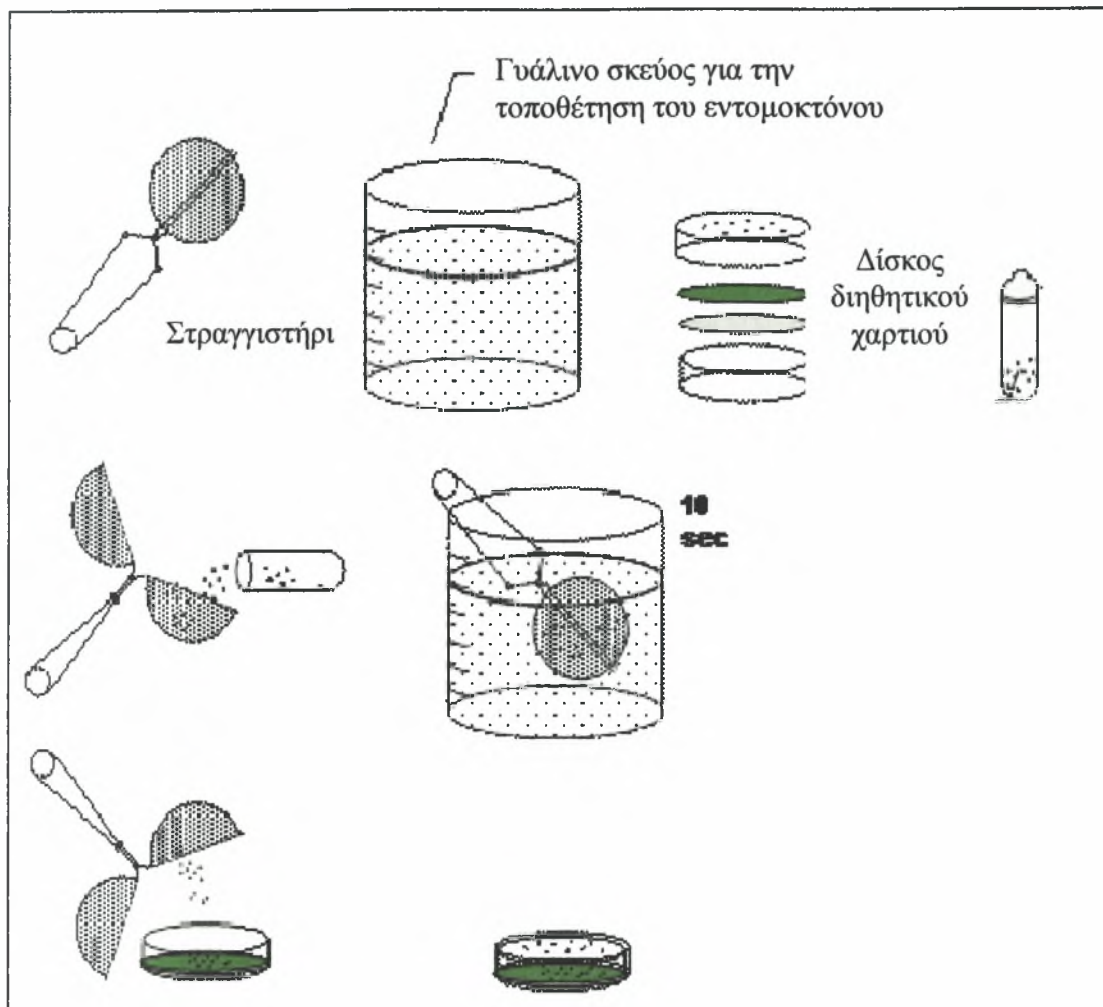


χαρτιού και από επάνω ένα φύλλο στο μίσχο του οποίου τοποθετήθηκε υγρό βαμβάκι για διατήρηση της σπαργής του.

Τα τριβλία με τις αφίδες των βιοδοκιμών διατηρούνταν σε βιοκλιματικό θάλαμο με φωτοπερίοδο L16:D8. Η εκτίμηση της θνησιμότητας γινόταν σε 24 και 48 ώρες μετά τη βιοδοκιμή. Τα αποτελέσματα λαμβάνονταν με γυμνό μάτι. Νεκρές θεωρούνταν όλες οι αφίδες που δεν παρουσίαζαν κανένα σύμπτωμα κίνησης όταν ενοχλούνταν με το πινέλο. Ζωντανές θεωρούνταν οι αφίδες που περπατούσαν ή τρέφονταν και αντιδρούσαν σε παρενόχληση με το πινέλο. Επίσης, ζωντανές θεωρήθηκαν και οι ανάποδα γυρισμένες αφίδες όταν εμφάνιζαν έντονη κινητικότητα σε πόδια και κεραίες, η οποία ήταν εμφανής μακροσκοπικά.

Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των αποτελεσμάτων και υπολογισμός των δόσεων θνησιμότητας για 50% του πληθυσμού ( $LD_{50}$ ) κάθε βιοδοκιμής μέσω H/Y με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS.





Εικόνα 6. Μέθοδος στιγμιαίας εμβάπτισης για ενήλικες αφίδες.



## 2.2 Μέθοδος τοπικής εφαρμογής

### 2.2.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε μικροσύριγγα Hamilton των 5μl με διαβαθμίσεις των 0.5 μl, ακετόνη (pro analysis), που χρησιμεύει ως διαλύτης του εντομοκτόνου, πιπέτες και ζυγαριά για την παρασκευή του διαλύματος. Ο χειρισμός των εντόμων έγινε με λεπτά πινέλα ζωγραφικής No 001 και λαβίδες.

Φύλλα κινέζικου λάχανου χρησιμοποιήθηκαν για την εκτροφή των αφίδων μετά από τη βιοδοκιμή και για παρέλευση 24 ωρών. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε κινέζικο λάχανο για τη διατήρηση των ατόμων είναι ότι αποτελούν καλούς ξενιστές της *M. persicae* και αναπτύσσονται γρήγορα στο θερμοκήπιο, δίνοντας μεγάλη παραγωγή σε φύλλα. Τα φύλλα τοποθετούνταν σε πλαστικό τριβλίο, αφού πρώτα είχε τοποθετηθεί άγαρ συγκεντρώσεως 1.1%. Τα τριβλία με τις αφίδες μετά τη βιοδοκιμή σφραγίζονταν με μονωτική ταινία για την αποφυγή διαφυγής κάποιας αφίδας και στη συνέχεια τοποθετούνταν σε βιοκλιματικούς θαλάμους με φωτοπερίοδο L16:D8 και θερμοκρασία 23°C. Σε κάθε αφίδα εφαρμόστηκαν 200 ng DDT και 0.5 μl ακετόνης σύμφωνα με την υπάρχουσα μελέτη, όπου εφαρμόστηκε η ίδια μέθοδος (D.Martinez-Torres et al. 1999).

### 2.2.2 Πειραματική διαδικασία

Τα κουτάκια τύπου Blackman, τα οποία περιείχαν φύλλα κινέζικου λάχανου ήταν ο τόπος διατήρησης των αφίδων. Τα κουτάκια εξέρχονταν από το βιοκλιματικό θάλαμο το πολύ 3 ώρες πριν από την έναρξη της βιοδοκιμής. Στο διάστημα αυτό συλλέγονταν ομάδες 25-30 αφίδων (άπτερα, θηλυκά) από κάθε κλώνο. Στη συνέχεια, ετοιμαζόταν το άγαρ συγκεντρώσεως 1.1% και τοποθετούνταν στα πλαστικά τριβλία για τη διατήρηση της σπαργής των φύλλων κινέζικου λάχανου, τα οποία αργότερα θα τοποθετούνταν μέσα στα πλαστικά τριβλία. Έπειτα ετοιμαζόταν το διάλυμα ανάλογα με τον αριθμό των αφίδων, αφού για κάθε αφίδα απαιτούσαν 200 ng DDT και 0.5 μl



ακετόνης. Σε κάθε τριβλίο τοποθετούνταν 25-30 αφίδες και σε κάθε αφίδα εφαρμοζόταν, με τη βοήθεια της μικροσύριγγας, 200 ng DDT και 0.5 μl ακετόνης ή μόνο 0.5 μl ακετόνης για μάρτυρας .

Τα τριβλία με τις αφίδες των βιοδοκιμών διατηρούνταν σε βιοκλιματικό θάλαμο με φωτοπερίοδο L16:D8. Η εκτίμηση της θνησιμότητας γινόταν σε 24 ώρες μετά τη βιοδοκιμή. Τα αποτελέσματα λαμβάνονταν με γυμνό μάτι. Νεκρές θεωρούνταν όλες οι αφίδες που δεν παρουσίαζαν κανένα σύμπτωμα κίνησης όταν ενοχλούνταν με το πινέλο. Ζωντανές θεωρούνταν οι αφίδες που περπατούσαν ή τρέφονταν και αντιδρούσαν σε παρενόχληση με το πινέλο. Επίσης, ζωντανές θεωρήθηκαν και οι ανάποδα γυρισμένες αφίδες όταν εμφάνιζαν έντονη κινητικότητα σε πόδια και κεραίες, η οποία ήταν εμφανής μακροσκοπικά.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1. Imidacloprid

Το Imidacloprid χρησιμοποιήθηκε για ανίχνευση ανθεκτικότητας, με τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης, σε πληθυσμούς που συλλέχθηκαν τόσο από καλλιέργεια ροδακινιάς (15) όσο και καπνού (23).

##### Ροδακινιά

Η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 0.38 ppm που εμφανίστηκε σε πληθυσμό της Λεχωνίων, έως 1.57 ppm σε πληθυσμό της Μελίκης. Λαμβάνοντας ως ευαίσθητο τον πληθυσμό με τον μικρότερο  $LC_{50}$ , διαπιστώνουμε ότι ο παράγων της ανοχής (RR) κυμαίνεται από 0.53 έως 2.18 (Πίνακας 5). Ο πληθυσμός που χρησιμοποιήθηκε ως ευαίσθητος παρατηρούμε ότι έχει μικρότερο  $LC_{50}$  από τον ευαίσθητο US1L, ο οποίος συλλέχθηκε από καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων το 1974 στην Αγγλία (Foster *et al.* 2003) (Πίνακας 6).

Στη σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς στην περιοχή των Λεχωνίων η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 0.38 έως 1.22 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 0.53 έως 1.69. Για την περιοχή του Βελεστίνου η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ )





παρουσίασε διακύμανση από 0.46 έως 0.51 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 0.64 έως 0.71. Για την περιοχή της Μελίκης η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση (LC<sub>50</sub>) παρουσίασε διακύμανση από 0.47 έως 1.57 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 0.65 έως 2.18 .

**Πίνακας 5.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου imidacloprid, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>c</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	25/5/2005	126	1,57	0,7 - 3,4	2	0,89	0,57	2,18
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	21/5/2005	212	1,22	0,9 - 1,7	1,55	1,52	0,9	1,69
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	3/5/2005	139	1,21	0,6 - 2,2	0,61	1	0,89	1,68
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	27/5/2005	173	1,21	0,8 - 1,8	2,01	1,48	0,84	1,68
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	14/5/2005	134	0,77	0,4 - 1,4	1,66	1,03	0,65	1,07
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	3/5/2005	138	0,73	0,3 - 1,2	3,53	1,08	0,32	1,01
US1L	US1L	GR		290	0,72	0,9 - 1,0	1,769	1,84	0,986	1,00
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	23/5/2005	209	0,63	0,4 - 0,9	1,98	1,24	0,85	0,88
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	22/5/2005	186	0,53	0,3 - 0,8	3,13	1,41	0,68	0,74
Βελεστίνο	Ροδακινιά	GR	22/5/2005	217	0,51	0,4 - 0,7	1,92	1,65	0,86	0,71
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	14/5/2005	190	0,49	0,3 - 0,7	1,48	1,79	0,91	0,68
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	14/5/2005	129	0,47	0,1 - 0,9	3,16	0,94	0,37	0,65
Βελεστίνο	Ροδακινιά	GR	11/5/2005	217	0,46	0,3 - 0,6	2,06	2,19	0,84	0,64
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	16/5/2005	200	0,42	0,2 - 0,6	4,06	1,24	0,54	0,58
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	1/6/2005	183	0,42	0,2 - 0,7	2,96	0,94	0,7	0,58
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	15/5/2005	186	0,38	0,2 - 0,6	1,58	1,2	0,9	0,53

<sup>a</sup>: χρώμα σώματος GR=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.





## Καπνός

Η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 0.85 που εμφανίστηκε σε πληθυσμό της Μελίκης, έως 5.56 που εμφανίστηκε επίσης σε πληθυσμό της Μελίκης. Λαμβάνοντας ως ευαίσθητο τον πληθυσμό με τον μικρότερο  $LC_{50}$ , διαπιστώνουμε ότι ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμαίνεται από 1.18 έως 7.72 (Πίνακας 6.)

Στη σύγκριση μεταξύ των πληθυσμών που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού στην περιοχή της Μελίκης η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 0.85 έως 5.56 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 1.18 έως 7.72. Στην περιοχή του Ναυπλίου η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 0.92 έως 1.14 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 1.28 έως 1.58. Στην περιοχή της Κατερίνης η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 1.16 έως 2.29 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 1.61 έως 3.18. Στην περιοχή της Καρδίτσας η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 1.12 έως 3.34 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 1.56 έως 4.64. Στην περιοχή της Αμφίκλειας η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση ( $LC_{50}$ ) παρουσίασε διακύμανση από 2.2 έως 5.44 και ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) κυμάνθηκε από 3.06 έως 7.56.



**Πίνακας 6.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου imidacloprid, με τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού από διάφορες περιοχές.

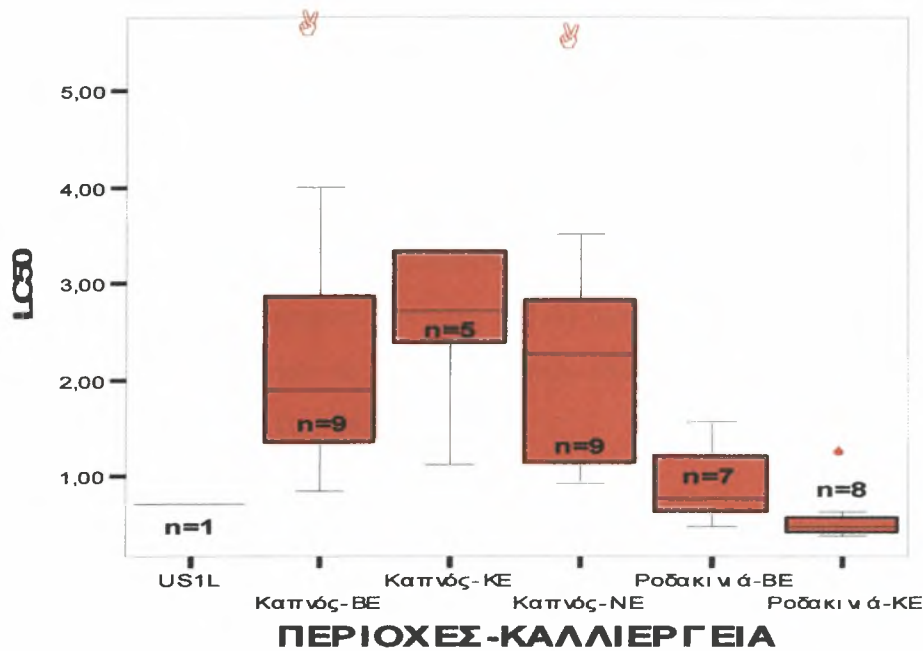
Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Μελίκη	Καπνός	GR	31/7/2005	209	5,56	3,7 - 9,0	1,57	1,24	0,91	7,72
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	212	5,44	3,6 - 9,2	0,69	1,15	0,98	7,56
Μελίκη	Καπνός	R	17/7/2005	183	3,99	2,5 - 7,1	1,35	1,08	0,93	5,54
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	205	3,5	2,2 - 6,4	7,94	0,94	0,16	4,86
Καρδίτσα	Καπνός	R	31/7/2005	177	3,34	2,0 - 6,3	1,9	1,06	0,75	4,64
Καρδίτσα	Καπνός	GR	31/7/2005	176	3,33	2,1 - 6,3	2,15	1,15	0,71	4,63
Μελίκη	Καπνός	GR	7/6/2005	191	2,87	1,9 - 4,5	2,84	1,23	0,72	3,99
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	186	2,82	1,7 - 4,7	3,02	1,02	0,69	3,92
Καρδίτσα	Καπνός	R	8/7/2005	162	2,71	1,6 - 5,4	1,65	1	0,8	3,76
Καρδίτσα	Καπνός	R	8/7/2005	193	2,39	1,5 - 4,0	1,13	1	0,95	3,32
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	217	2,38	1,6 - 3,6	2,17	1,19	0,82	3,31
Κατερίνη	Καπνός	R	8/6/2005	189	2,29	1,4 - 3,9	1,54	0,97	0,9	3,18
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	191	2,27	1,4 - 3,8	1,62	1,02	0,9	3,15
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	214	2,2	1,4 - 3,6	4,26	0,98	0,51	3,06
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	187	1,89	1,3 - 2,8	3,07	1,42	0,68	2,63
Μελίκη	Καπνός	R	31/7/2005	198	1,49	1,0 - 2,3	3,1	1,24	0,68	2,07
Κατερίνη	Καπνός	R	24/7/2005	193	1,35	0,7 - 2,4	1,3	0,83	0,93	1,88
Κατερίνη	Καπνός	GR	24/7/2005	191	1,16	0,6 - 2,0	5,64	0,91	0,34	1,61
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	180	1,14	0,7 - 1,9	0,96	1,04	0,96	1,58
Καρδίτσα	Καπνός	GR	31/7/2005	174	1,12	0,6 - 1,9	1,53	0,94	0,82	1,56
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	191	1,03	0,5 - 2,0	4,58	0,73	0,47	1,43
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	204	0,92	0,4 - 1,8	7,8	0,71	0,16	1,28
Μελίκη	Καπνός	R	5/8/2005	194	0,85	0,5 - 1,3	4,07	1,11	0,54	1,18

<sup>a</sup>: χρώμα σώματος R=Κόκκινη μορφή GR=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.

Στο Σχήμα 1 παρακάτω παρατηρούμε ότι το LC<sub>50</sub> (μαύρη γραμμή) για τη Βόρεια και Νότια Ελλάδα και στις δυο καλλιέργειες, εκτός από την Κεντρική στην καλλιέργεια της ροδακινιάς, είναι περίπου το ίδιο κυμαίνεται από 1.0 έως 3.0, ενώ ο ευαίσθητος πληθυσμός παίρνει τιμή κάτω από 1.0 . Αν κατατάξουμε το επίπεδο της ανθεκτικότητας με βάση μια κλίμακα της οποίας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 0 έως 1.0



(R1 - χαμηλή), 1.0 έως 2.0 (R2 - μέτρια), από 2.0 έως 3.0 (R3 - υψηλή), και 3.0 έως 5.0 (R4 -πολύ υψηλή), τότε παρατηρούμε ότι μόνο οι πληθυσμοί από την Κεντρική Ελλάδα και Βόρεια Ελλάδα στην καλλιέργεια της ροδακινιάς ανήκουν στη κατηγορία R1, ενώ στην κατηγορία R2 ανήκει ο πληθυσμός από τη Βόρεια Ελλάδα στην καλλιέργεια του καπνού. Στην κατηγορία R3 ανήκουν οι πληθυσμοί από την Κεντρική και Νότια Ελλάδα στην καλλιέργεια του καπνού.



**Σχήμα 1.** Κατανομή της μέσης θανατηφόρας συγκέντρωσης  $LC_{50}$  της αφίδας *Myzus persicae* ανά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα για το εντομοκτόνο imidacloprid, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, ( N= αριθμός πληθυσμών).



### 3.2. Methamidophos

Μελέτες ανίχνευσης ανθεκτικότητας, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, στην αφίδα *M. persicae* στο methamidophos. Στην παρούσα εργασία ελέγχθηκε ο βαθμός ανθεκτικότητας στο εντομοκτόνο και πραγματοποιήθηκε εφαρμογή του σε 22 πληθυσμούς που συλλέχθηκαν από καπνό και 15 από ροδακινιά.

#### Ροδακινιά

Σύγκριση των πληθυσμών έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικής διαφοράς πληθυσμού της Μελίκης με το σύνολο των πληθυσμών. Η διακύμανση των τιμών του  $LC_{50}$  είναι 16.51 έως 357.42 ppm ενώ ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) παίρνει τιμές 1.00-21.65 (Πίνακας 7). Στην περιοχή της Μελίκης το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 56.61 έως 357.42 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 3.43 έως 21.65. Στην περιοχή του Βελεστίνου το  $LC_{50}$  παίρνει την τιμή 185.62 και ο λόγος ανθεκτικότητας 11.24. Στην περιοχή των Λεχωνίων το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 92.25 έως 234.16 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 5.59 έως 14.18.



**Πίνακας 7.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου methamidophos, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	χ <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Μελίκη	Ροδακινιά	G	4/6/2005	144	357,42	206 - 639	0,89	1,15	0,93	21,65
Μελίκη	Ροδακινιά	G	4/6/2005	164	324,13	87 - 1598	8,65	1,03	0,07	19,63
Μελίκη	Ροδακινιά	G	22/5/2005	179	261,06	154 - 512	7,17	1,08	0,21	15,81
Μελίκη	Ροδακινιά	G	22/5/2005	179	238,22	151 - 416	6,46	1,25	0,26	14,43
Λεχώνια	Ροδακινιά	G	1/6/2005	171	234,16	85 - 1755	7,84	1,07	0,10	14,18
Μελίκη	Ροδακινιά	G	4/6/2005	157	215,82	119 - 385	2,61	1,00	0,63	13,07
Μελίκη	Ροδακινιά	G	27/5/2005	187	201,59	126 - 365	5,83	1,18	0,32	12,21
Βελεστίνο	Ροδακινιά	G	11/5/2005	165	185,62	114 - 323	3,30	1,12	0,51	11,24
Μελίκη	Ροδακινιά	G	4/6/2005	170	164,67	99 - 267	4,38	1,16	0,36	9,97
Λεχώνια	Ροδακινιά	G	16/5/2005	169	164,26	107 - 269	1,46	1,27	0,83	9,95
Μελίκη	Ροδακινιά	G	28/5/2005	188	137,79	87 - 238	7,60	1,17	0,18	8,35
Λεχώνια	Ροδακινιά	G	21/5/2005	165	97,07	59 - 157	1,92	1,15	0,75	5,88
Λεχώνια	Ροδακινιά	G	23/5/2005	179	93,86	61 - 146	1,01	1,26	0,91	5,68
Λεχώνια	Ροδακινιά	G	15/5/2005	181	92,25	62 - 138	2,74	1,40	0,60	5,59
Μελίκη	Ροδακινιά	G	4/6/2005	161	56,61	24 - 105	1,03	0,89	0,91	3,43
US1L					16,51	13 - 21	2,25	1,88	0,97	1,00

<sup>a</sup>:χρώμα σώματος G=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.

## Καινός

Σύγκριση των πληθυσμών ανά δύο με τη βοήθεια του t-test έδειξε την παρουσία στατιστικώς σημαντικών διαφορών ενός πληθυσμού της Καρδίτσας με τους περισσότερους από τους υπόλοιπους. Το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 81.64 έως 417.51 ppm (Πίνακας 8). Όσον αφορά το λόγο ανθεκτικότητας αυτός κυμαίνεται από 4.94 έως 25.29 αποτελώντας μια ένδειξη της κατάστασης, αφού ο πληθυσμός με το χαμηλότερο LC<sub>50</sub> με τον οποίο έγινε η σύγκριση δεν ξέρουμε αν είναι ευαίσθητος. Στην περιοχή της Καρδίτσας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 119.40 έως 417.51 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 6.37 έως 25.29. Στην περιοχή της Μελίκης το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 81.64 έως 271.08 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 4.94 έως 16.42. Στην περιοχή του Ναυπλίου το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 118.34 έως 225.96 και ο λόγος



ανθεκτικότητας από 7.17 έως 13.69. Στην περιοχή της Κατερίνης το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 84.39 έως 143.02 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 5.11 έως 8.66. Στην περιοχή της Αμφίκλειας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 92.52 έως 266.51 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 5.60 έως 16.14.

**Πίνακας 8.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου methamidophos, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού από διάφορες περιοχές.

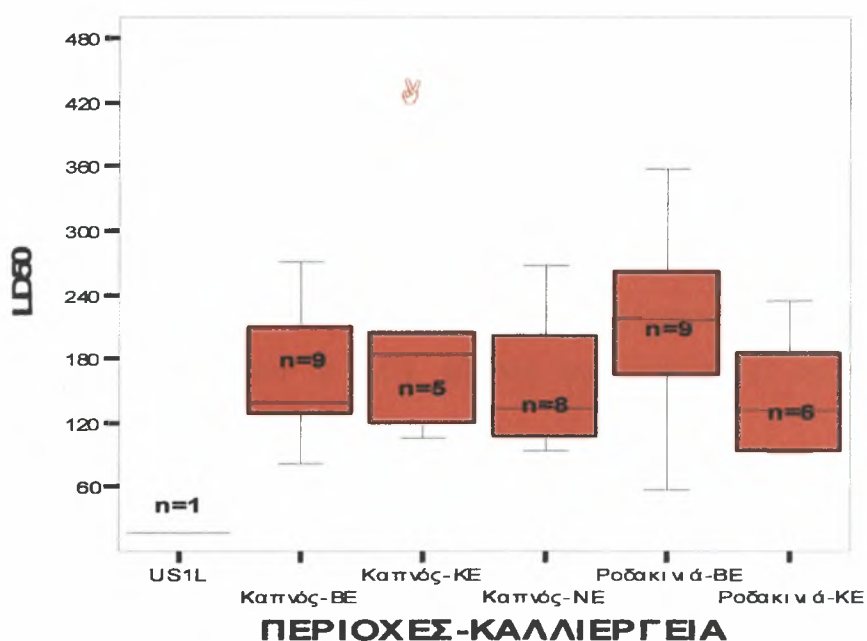
Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Καρδίτσα	Καπνός	G	8/7/2005	194	417,51	302 - 630	1,69	1,65	0,89	25,29
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	196	271,08	193 - 405	6,45	1,45	0,27	16,42
Μελίκη	Καπνός	G	5/8/2005	196	267,73	188 - 405	1,83	1,40	0,87	16,22
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	184	266,51	192 - 390	3,10	1,63	0,69	16,14
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	189	225,96	159 - 338	6,60	1,45	0,25	13,69
Μελίκη	Καπνός	R	31/7/2005	191	208,95	154 - 291	5,32	1,68	0,38	12,66
Καρδίτσα	Καπνός	R	31/7/2005	203	205,05	152 - 280	2,10	1,74	0,84	12,42
Καρδίτσα	Καπνός	R	31/7/2005	203	183,60	134 - 255	3,28	1,58	0,66	11,12
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	190	176,77	134 - 233	3,20	2,05	0,67	10,71
Κατερίνη	Καπνός	G	24/7/2005	212	143,02	95 - 214	4,05	1,17	0,54	8,66
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	191	140,43	109 - 183	6,05	2,30	0,30	8,51
Κατερίνη	Καπνός	R	24/7/2005	188	138,15	97 - 195	2,16	1,52	0,83	8,37
Μελίκη	Καπνός	G	7/6/2005	205	132,22	93 - 187	1,27	1,42	0,94	8,01
Μελίκη	Καπνός	G	7/6/2005	189	128,11	92 - 178	7,67	1,61	0,18	7,76
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	177	126,10	84 - 188	5,58	1,32	0,35	7,64
Καρδίτσα	Καπνός	G	31/7/2006	197	119,40	85 - 165	3,61	1,56	0,61	7,23
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	189	118,34	83 - 170	5,32	1,41	0,38	7,17
Καρδίτσα	Καπνός	R	8/7/2005	194	105,13	74 - 147	5,61	1,50	0,35	6,37
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	199	97,50	66 - 138	4,09	1,42	0,54	5,91
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	165	92,52	62 - 130	1,72	1,63	0,89	5,60
Κατερίνη	Καπνός	R	8/6/2005	192	84,39	45 - 135	1,21	0,99	0,94	5,11
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	191	81,64	58 - 112	3,63	1,69	0,60	4,94

<sup>a</sup>:χρώμα σώματος R=Κόκκινη μορφή G=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.





Στο Σχήμα 2 παρακάτω παρατηρούμε ότι το  $LC_{50}$  (μαύρη γραμμή) για τη Βόρεια, Κεντρική και Νότια Ελλάδα και στις δυο καλλιέργειες, εκτός από την Βόρεια στην καλλιέργεια της ροδακινιάς, κυμαίνεται από 120 έως 180, ενώ ο ευαίσθητος πληθυσμός παίρνει τιμή κάτω από 60. Αν κατατάξουμε το επίπεδο της ανθεκτικότητας με βάση μια κλίμακα της οποίας το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 0 έως 100 (R1 - χαμηλή), 100 έως 200 (R2 - μέτρια), από 200 έως 350 (R3 - υψηλή), και 350 έως 500 (R4 -πολύ υψηλή), τότε παρατηρούμε ότι μόνο ο ευαίσθητος πληθυσμός ανήκει στη κατηγορία R1, ενώ στην κατηγορία R2 ανήκουν ολοι οι πληθυσμοί, εκτός από τον πληθυσμό της Βορείου Ελλάδος στη ροδακινιά που ανήκει στην κατηγορία R3.



**Σχήμα 2.** Κατανομή της μέσης θανατηφόρας συγκέντρωσης  $LC_{50}$  της αφίδας *Myzus persicae* ανά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα για το εντομοκτόνο methamidophos, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, (N= αριθμός πληθυσμών).



### 3.3. Pirimicarb

Η διεξαγωγή πειραμάτων ανίχνευσης ανθεκτικότητας, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, έχουν αποδείξει την ανάπτυξη μηχανισμών άμυνας του εντόμου στην ομάδα αυτή σκευασμάτων. Η παρούσα εργασία επιβεβαίωσε τη μη δραστηριότητα του εντομοκτόνου.

#### Ροδακινιά

Όπως και στην περίπτωση της καλλιέργειας του καπνού, έτσι και στην καλλιέργεια της ροδακινιάς η στατιστική ανάλυση έδειξε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των περισσότερων πληθυσμών όπως φαίνεται στον Πίνακα 9. Στον ίδιο πίνακα περιγράφεται και η τοξικότητα του εντομοκτόνου που προσδιορίζεται από τις ακραίες τιμές του  $LC_{50}$  που είναι 9.5 στην Ζιμπάμπουε έως 448 ppm στα Λεχώνια. Σχετικά με το λόγο ανθεκτικότητας, αυτός αγγίζει τις τιμές από 1.0 Ζιμπάμπουε έως 47.3 στα Λεχώνια.

Στην περιοχή των Λεχωνίων το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 90.0 έως 448.0 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 9.5 έως 47.3. Στην περιοχή της Μελίκης το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 46.0 έως 279.0 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 4.9 έως 29.4. Στην περιοχή του Βελεστίνου το  $LC_{50}$  παίρνει την τιμή 135.0 και ο παράγοντας ανθεκτικότητας την τιμή 14.2.



**Πίνακας 9.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου pirimicarb, με τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς από διάφορες περιοχές.

Περιοχή	Ξενοστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	23/5/2005	158	448,00	264 - 782	1,04	5,36	0,37	47,3
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	27/5/2005	152	279,00	166 - 428	1,39	3,08	0,54	29,4
Μελίκη	Ροδακινιά	R	25/5/2005	156	250,00	177 - 361	1,86	2,50	0,64	26,4
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	27/5/2005	180	239,00	155 - 346	1,55	0,59	0,96	25,2
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	21/5/2005	167	198,07	123- 305	1,29	0,92	0,97	20,9
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	14/5/2005	171	195,95	91 - 358	0,83	1,64	0,90	20,7
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	27/5/2005	168	195,00	88 - 339	0,95	0,98	0,91	20,6
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	15/5/2005	204	184,00	124 - 266	1,56	2,84	0,72	19,4
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	3/5/2005	194	152,81	74 - 288	0,84	1,40	0,93	16,1
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	22/5/2005	183	141,00	78 - 231	1,06	5,19	0,39	14,9
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	16/5/2005	201	137,00	88 - 200	1,37	5,46	0,36	14,5
Βελεστίνο	Ροδακινιά	GR	11/5/2005	207	135,00	84 - 200	1,28	3,94	0,55	14,2
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	1/6/2005	187	99,00	42 - 175	0,89	3,90	0,56	10,4
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	14/5/2005	216	90,00	57 - 130	1,46	3,11	0,68	9,5
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	4/6/2005	191	86,00	43 - 145	0,99	1,74	0,88	9,1
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	4/6/2005	183	46,00	22 - 79	0,85	1,08	0,97	4,9
Ζιμπάμπουε		R			9,50	7 - 20	1,16	0,18	0,98	1,0

<sup>a</sup>: χρώμα σώματος R=Κόκκινη μορφή GR=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.

### Καπνός

Ζεύγη πληθυσμών συγκρινόμενα με τη βοήθεια του t-test έδειξαν την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των περισσότερων από τους πληθυσμούς (Πίνακας 10). Όσον αφορά την τοξικότητα του εντομοκτόνου, η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση παρουσιάζει διακύμανση 92.00 έως 840.50 ppm. Η τιμή του LC<sub>50</sub> είναι μέχρι και τρεις φορές υψηλότερη της συνιστώμενης από τον κατασκευαστή δόση (250 ppm).

Όσον αφορά το λόγο ανθεκτικότητας αυτός κυμαίνεται από 9.7 έως 88.7. Στην περιοχή της Καρδίτσας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 145 έως 840.50 και ο λόγος



ανθεκτικότητας από 15.3 έως 88.7. Στην περιοχή της Μελίκης το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 142.0 έως 603.0 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 15.00 έως 63.6. Στην περιοχή του Ναυπλίου το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 92.0 έως 309.3 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 9.7 έως 32.6. Στην περιοχή της Κατερίνης το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 175.0 έως 398.0 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 18.5 έως 42.0. Στην περιοχή της Αμφίκλειας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 141.0 έως 670.0 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 14.9 έως 70.7.

**Πίνακας 10.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου pirimicarb, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού από διάφορες περιοχές.

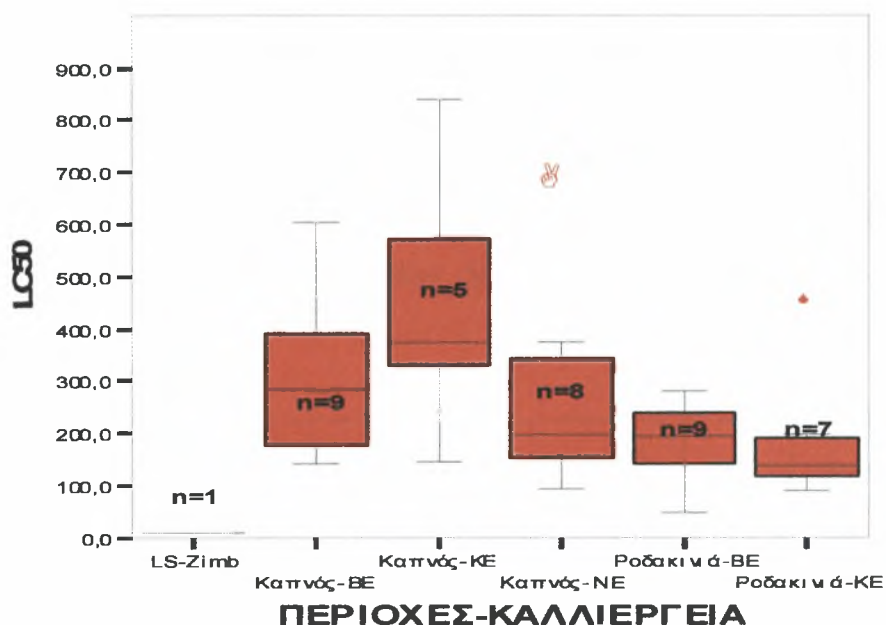
Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Μελίκη	Καπνός	GR	31/7/2005	172	284,00	71 - 1035	0,84	8,98	0,11	30,0
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	204	228,00	142 - 350	1,18	4,61	0,46	24,1
Κατερίνη	Καπνός	R	24/7/2005	188	175,00	115 - 254	1,44	4,63	0,46	18,5
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	180	167,17	110 - 245	1,53	1,18	0,95	17,6
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	181	166,06	43 - 454	0,89	8,50	0,13	17,5
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	192	162,00	83 - 288	0,84	5,60	0,34	17,1
Καρδίτσα	Καπνός	GR	31/7/2005	211	145,00	84 - 226	1,05	6,74	0,24	15,3
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	176	142,00	82 - 219	1,31	3,31	0,65	15,0
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	191	141,00	87 - 214	1,28	7,38	0,19	14,9

<sup>a</sup>: χρώμα σώματος R=Κόκκινη μορφή GR=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.

Στο Σχήμα 3 παρακάτω παρατηρούμε ότι το LC<sub>50</sub> (μαύρη γραμμή) για τη Βόρεια, Κεντρική και Νότια Ελλάδα και στις δυο καλλιέργειες, εκτός από την Κεντρική στην καλλιέργεια της ροδακινιάς, κυμαίνεται από 200 έως 390, ενώ ο ευαίσθητος πληθυσμός παίρνει τιμή κάτω από 100 γύρω στο 10. Αν κατατάξουμε το επίπεδο της ανθεκτικότητας με βάση μια κλίμακα της οποίας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από



0 έως 200 (R1 - χαμηλή), 200 έως 400 (R2 - μέτρια), από 400 έως 600 (R3 - υψηλή), και 600 έως 1000 (R4 –πολύ υψηλή), τότε παρατηρούμε ότι ο ευαίσθητος πληθυσμός και ο πληθυσμός της Κεντρικής Ελλάδας ανήκει στη κατηγορία R1, ενώ στην κατηγορία R2 ανήκουν οι πληθυσμοί της Βόρειας, Κεντρικής Ελλάδας και Νότιας στην καλλιέργεια του καπνού καθώς και της Βόρειας στην καλλιέργεια της ροδακινιάς.



**Σχήμα 3.** Κατανομή της μέσης θανατηφόρας συγκέντρωσης  $LC_{50}$  της αφίδας *Myzus persicae* ανά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα για το εντομοκτόνο pirimicarb, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, ( N= αριθμός πληθυσμών).

### 3.4. Bifenthrin

Η εφαρμογή t-test σε πληθυσμούς της αφίδας *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς και υποβλήθηκαν σε ταχεία εμβάπτιση (dip test) με χρήση σκευάσματος bifenthrin παρουσίασε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των περισσότερων πληθυσμών. Τα στοιχεία λεπτομερώς αναφέρονται στον Πίνακα 11 που παρατίθεται παρακάτω. Η μέση θανατηφόρος



συγκέντρωση κυμαίνεται από 0.001 έως 0.15 ppb για το ροδακινιά. Στην περίπτωση του καπνού το LC<sub>50</sub> παρουσιάζει εύρος από 0.14 ppb σε κλώνο της Αμφίκλειας έως 0.28 ppb σε πληθυσμό της Καρδίτσας τιμές που συγκρινόμενες μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικώς (Πίνακας 12). Ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) για τον καπνό κυμαίνεται από 14.25 έως 29.07. Τόσο στην καλλιέργεια του καπνού όσο και στη ροδακινιά παρατηρούμε ότι οι τιμές που παίρνει το LC<sub>50</sub> είναι εξαιρετικά χαμηλές εξαιτίας της περιορισμένης χρήσης πυρεθρινών. Τα τελευταία όμως χρόνια σημειώνεται αύξηση των εφαρμογών πυρεθρίνης, γεγονός που προκαλεί το ενδιαφέρον για παρακολούθηση ανάπτυξης μηχανισμών ανθεκτικότητας.

**Πίνακας 11.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου bifenthrin, με τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς.

Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	15/5/2005	165	0,15	0,1 - 0,2	0,69	1,54	0,95	15,00
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	23/5/2005	173	0,12	0,1 - 0,2	1,04	2,05	0,90	12,37
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	21/5/2005	170	0,08	0,1 - 0,1	0,64	1,67	0,96	8,25
US1L		GR		159	0,01	0,01 - 0,01	1,99	0,12	0,99	1,00

<sup>a</sup>:χρώμα σώματος GR=Πράσινη, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.





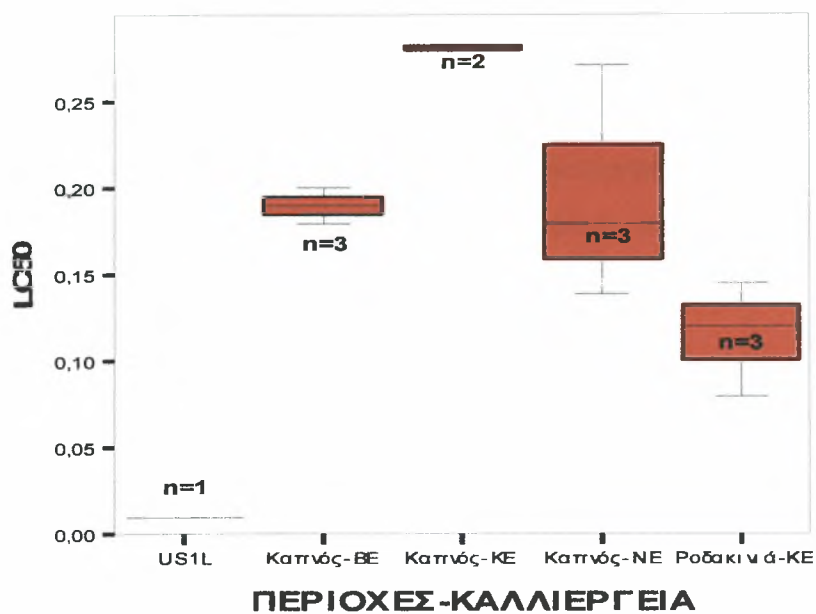
**Πίνακας 12.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου bifenthrin, με τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης, σε πληθυσμό αφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού.

Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Καρδίτσα	Καπνός	GR	8/7/2005	168	0,28	0,2 – 1,0	1,18	0,87	0,88	29,16
Καρδίτσα	Καπνός	GR	8/7/2005	161	0,28	0,2 - 0,7	0,76	1,00	0,94	28,87
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/8/2005	213	0,27	0,2 - 0,6	2,41	0,71	0,79	27,97
Κατερίνη	Καπνός	GR	8/6/2005	208	0,20	0,1 - 0,3	3,40	1,28	0,63	20,62
Κατερίνη	Καπνός	R	24/7/2005	188	0,19	0,1 - 0,3	2,12	0,90	0,83	19,62
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	185	0,18	0,1 - 0,3	1,60	0,89	0,89	18,56
Κατερίνη	Καπνός	R	24/7/2005	190	0,18	0,1 - 0,3	1,67	0,89	0,89	18,56
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/1/2005	185	0,14	0,1 -0,3	4,03	0,79	0,55	14,28

<sup>a</sup>: χρώμα σώματος R=Κόκκινη μορφή GR=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.

Στο Σχήμα 4 παρακάτω παρατηρούμε ότι το LC<sub>50</sub> (μαύρη γραμμή) για τη Βόρεια, Κεντρική και Νότια Ελλάδα και στις δυο καλλιέργειες, εκτός από την Κεντρική στην καλλιέργεια του καπνού, κυμαίνεται από 0.10 έως 0.20, ενώ ο ευαίσθητος πληθυσμός παίρνει τιμή κάτω από 0.05 γύρω στο 0.02 . Αν κατατάξουμε το επίπεδο της ανθεκτικότητας με βάση μια κλίμακα της οποίας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 0 έως 0.05 (R1 - χαμηλή), 0.05 έως 0.15 (R2 - μέτρια), από 0.15 έως 0.2 (R3 - υψηλή), και 0.2 εως 0.35 (R4 –πολύ υψηλή), τότε παρατηρούμε ότι μόνο ο ευαίσθητος πληθυσμός ανήκει στη κατηγορία R1, ενώ στην κατηγορία R2 ανήκει ο πληθυσμός της Κεντρικής Ελλάδας στην καλλιέργεια της ροδακινιάς. Στην κατηγορία R3 ανήκουν οι πληθυσμοί από την Βόρεια και Νότια Ελλάδα στην καλλιέργεια του καπνού. Στην R4 κατηγορία ανήκει ο πληθυσμός από την Κεντρική Ελλάδα στην καλλιέργεια του καπνού.





**Σχήμα 4.** Κατανομή της μέσης θανατηφόρας συγκέντρωσης  $LC_{50}$  της αφίδας *Myzus persicae* ανά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα για το εντομοκτόνο bifenthrin, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, (N= αριθμός πληθυσμών).

### 3.5 Deltamethrin

Η εφαρμογή t-test σε πληθυσμούς της αφίδας *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς και υποβλήθηκαν σε ταχεία εμβάπτιση (dip test) με χρήση σκευάσματος bifenthrin παρουσίασε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των περισσότερων πληθυσμών. Τα στοιχεία λεπτομερώς αναφέρονται στον Πίνακα 13 που παρατίθεται παρακάτω.

#### Ροδακινιά

Η μέση θανατηφόρος συγκέντρωση κυμαίνεται από 0.013 έως 0.75 ppb για τη ροδακινιά. Στην περιοχή των Λεχωνίων το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 0.08 έως 0.71 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 6.24 έως 57.10. Στην περιοχή της Μελίκης το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 0.11 έως 0.75 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 9.04 έως 59.81. Στην



περιοχή του Βελεστίνου το LC<sub>50</sub> παίρνει την τιμή 0.34 και ο λόγος ανθεκτικότητας την τιμή 27.49.

**Πίνακας 13.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου deltamethrin, με τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης, σε πληθυσμόαφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια ροδακινιάς.

Περιοχή	Ξενιστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	25/5/2005	233	0,75	0,5 - 1,3	1,26	1,10	0,97	59,81
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	14/5/2005	242	0,71	0,5 - 1,2	3,12	1,06	0,79	57,10
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	15/5/2005	226	0,45	0,3 - 0,7	3,77	1,14	0,71	35,82
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	3/5/2005	228	0,40	0,3 - 0,6	2,39	1,36	0,88	32,09
Βελεστίνο	Ροδακινιά	GR	11/5/2005	231	0,34	0,2 - 0,6	1,89	1,00	0,93	27,49
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	16/5/2005	217	0,32	0,2 - 0,5	8,19	1,11	0,23	25,55
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	3/5/2005	229	0,22	0,2 - 0,3	8,76	1,30	0,19	17,64
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	14/5/2005	226	0,19	0,1 - 0,3	3,65	1,18	0,72	15,28
Μελίκη	Ροδακινιά	GR	25/5/2005	225	0,11	0,1 - 0,2	2,84	1,41	0,83	9,04
Λεχώνια	Ροδακινιά	GR	21/5/2005	231	0,08	0,1 - 0,1	2,99	1,66	0,81	6,24
US1L		GR			0,013	0,001 - 0,02	2,36	1,24	0,94	1,00

<sup>a</sup>: χρώμα σώματος GR=Πράσινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.

### Καπνός

Στην περίπτωση του καπνού το LC<sub>50</sub> παρουσιάζει εύρος από 0.11 ppb σε πληθυσμό της Μελίκης έως 0.92 ppb σε πληθυσμό πάλι της Μελίκης τιμές που συγκρινόμενες μεταξύ τους δεν διαφέρουν στατιστικώς (Πίνακας 14). Ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) για τον καπνό κυμαίνεται από 8.86 έως 73.87. . Στην περιοχή της Μελίκης το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 0.11 έως 0.92 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 8.86 έως 73.87. Στην περιοχή της Κατερίνης το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 0.20 έως 0.22 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 16.04 έως 17.32. Στην περιοχή της Αμφίκλειας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται από 0.12 έως 0.40 και ο λόγος ανθεκτικότητας κυμαίνεται από 9.31



εως 31.83. Στην περιοχή της Καρδίτσας το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται απο 0.14 εως 0.52 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 11.0 εως 41.62 . Στην περιοχή του Ναυπλίου το LC<sub>50</sub> κυμαίνεται απο 0.32 εως 0.87 και ο λόγος ανθεκτικότητας από 25.49 εως 69.77.

Τόσο στην καλλιέργεια του καπνού όσο και στη ροδακινιά παρατηρούμε ότι οι τιμές που παίρνει το LC<sub>50</sub> είναι εξαιρετικά χαμηλές εξαιτίας της περιορισμένης χρήσης πυρεθρινών. Τα τελευταία όμως χρόνια σημειώνεται αύξηση των εφαρμογών πυρεθρίνης, γεγονός που προκαλεί το ενδιαφέρον για παρακολούθηση ανάπτυξης μηχανισμών ανθεκτικότητας.

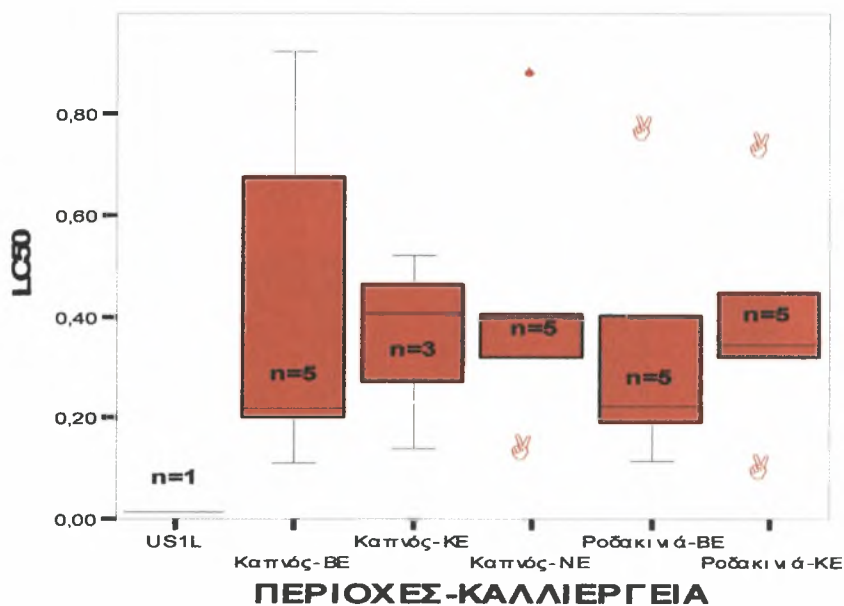
**Πίνακας 14.** Τοξικότητα του εντομοκτόνου deltamethrin, με τη μέθοδο της ταχείας εμβάπτισης, σε πληθυσμοαφίδων *M. persicae* που συλλέχθηκαν από καλλιέργεια καπνού.

Περιοχή	Ξενοστής	Χρώμα <sup>a</sup>	Ημερομηνία συλλογής	N <sup>b</sup>	LC <sub>50</sub> (ppb)(95%CI <sup>b</sup> )	Limits	x <sup>2</sup>	slope	P	RR <sup>d</sup>
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	248	0,92	0,6 - 1,5	3,38	1,08	0,85	73,87
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	258	0,87	0,6 - 1,4	6,57	1,04	0,48	69,77
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	246	0,68	0,5 - 1,1	3,37	1,06	0,85	54,14
Καρδίτσα	Καπνός	R	8/7/2005	264	0,52	0,3 - 0,8	3,04	0,96	0,88	41,62
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	274	0,41	0,3 - 0,6	5,88	0,95	0,55	32,43
Καρδίτσα	Καπνός	R	8/7/2005	256	0,40	0,3 - 0,6	6,15	1,22	0,52	32,35
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	260	0,40	0,3 - 0,6	1,87	1,06	0,97	31,83
Ναύπλιο	Καπνός	R	16/6/2005	276	0,32	0,2 - 0,5	1,46	0,89	0,98	25,49
Κατερίνη	Καπνός	R	24/7/2005	263	0,22	0,1 - 0,4	1,88	0,79	0,97	17,32
Κατερίνη	Καπνός	R	8/6/2005	257	0,20	0,1 - 0,3	1,58	0,97	0,98	16,04
Καρδίτσα	Καπνός	R	31/7/2005	264	0,14	0,1 - 0,2	7,10	1,27	0,42	11,00
Αμφίκλεια	Καπνός	R	12/7/2005	270	0,12	0,1 - 0,2	5,82	0,67	0,56	9,31
Μελίκη	Καπνός	R	7/6/2005	238	0,11	0,1 - 0,2	3,74	0,91	0,81	8,86

<sup>a</sup>: χρώμα σώματος R=Κόκκινη μορφή, <sup>b</sup>: αριθμός ατόμων στη βιοδοκιμή, <sup>c</sup>: όρια εμπιστοσύνης για πιθανότητα 95%, <sup>d</sup>: αναλογία ανθεκτικότητας ως προς τον πληθυσμό με το μικρότερο LC<sub>50</sub>.



Στο Σχήμα 5 παρακάτω παρατηρούμε ότι το  $LC_{50}$  (μαύρη γραμμή) για τη Βόρεια, Κεντρική και Νότια Ελλάδα και στις δυο καλλιέργειες, κυμαίνεται από 0.20 έως 0.40, ενώ ο ευαίσθητος πληθυσμός παίρνει τιμή κάτω από 0.20 γύρω στο 0.01. Αν κατατάξουμε το επίπεδο της ανθεκτικότητας με βάση μια κλίμακα της οποίας το  $LC_{50}$  κυμαίνεται από 0 έως 0.20 (R1 - χαμηλή), 0.20 έως 0.40 (R2 - μέτρια), από 0.40 έως 0.60 (R3 - υψηλή), και 0.60 έως 0.80 (R4 -πολύ υψηλή), τότε παρατηρούμε ότι μόνο ο ευαίσθητος πληθυσμός ανήκει στη κατηγορία R1, ενώ στην κατηγορία R2 ανήκουν οι όλοι οι πληθυσμοί από τη Βόρεια, Νότια και Κεντρική Ελλάδα και στις δύο καλλιέργειες.

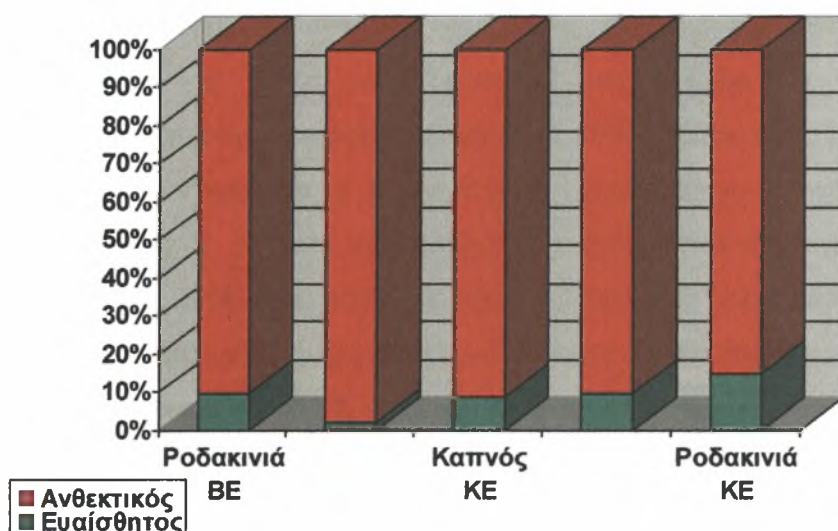


**Σχήμα 5.** Κατανομή της μέσης θανατηφόρας συγκέντρωσης  $LC_{50}$  της αφίδας *Myzus persicae* ανά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα για το εντομοκτόνο deltamethrin, με τη μέθοδο της ταχείας εμφάπτισης, ( N= αριθμός πληθυσμών).



### 3.6 DDT

Στο σχήμα 10 παρακάτω διακρίνουμε ποιοι κλώνοι είναι ανθεκτικοί και ποιοι ευαίσθητοι στο DDT. Η μέθοδος, που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση ανθεκτικότητας της αφίδας *Myzus persicae* στο εντομοκτόνο DDT, ήταν η τοπική εφαρμογή. Ο βαθμός ευαισθησίας των κλώνων κρίνεται σύμφωνα με την υπάρχουσα ερευνητική μελέτη (D.Martinez-Torres et al 1999), δηλαδή όταν το ποσοστό θνησιμότητας είναι μεγαλύτερο του 10% ο κλώνος κρίνεται ανθεκτικός. Συγκεκριμένα, σε κλώνους της ροδακινιάς της Βορείου Ελλάδας μόνο ένα ποσοστό 10% των συνολικών κλώνων αυτής της περιοχής βρέθηκε ευαίσθητο στο DDT. Το ίδιο ισχύει και για τους κλώνους του καπνού της Κεντρικής Ελλάδας, του καπνού της Νότιας Ελλάδας και της ροδακινιάς της Κεντρικής Ελλάδας. Εξαιρέση αποτελούν οι κλώνοι του καπνού της Βορείου Ελλάδας που ένα ποσοστό μικρότερο του 5% των συνολικών κλώνων της περιοχής αυτής βρέθηκε ευαίσθητο.



Σχήμα 6. Κατανομή του βαθμού ευαισθησίας της αφίδας *Myzus persicae* ανά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα για το εντομοκτόνο DDT, με τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής.





#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Είναι γνωστό από την επιστημονική κοινότητα ότι η αφίδα *M. persicae* είναι έντομο που παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα σε ποικίλα περιβάλλοντα και έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε διάφορα εντομοκτόνα. Την τελευταία δεκαετία χρησιμοποιείται εκτεταμένα το νεονικοτινοειδές imidacloprid για την καταπολέμηση της αφίδας του καπνού και της ροδακινιάς. Ο έλεγχος των αφίδων με χρήση του imidacloprid κρίνεται ικανοποιητικός έως τώρα, αν και πρόσφατες μελέτες δείχνουν ανάπτυξη ανθεκτικότητας. Το 2003 οι Nauen *et al.*, δημοσίευσαν στοιχεία σχετικά με την ανάπτυξη ανθεκτικότητας όσον αφορά το imidacloprid. Επισήμαναν ότι το ποσοστό θνησιμότητας στους περισσότερους κλώνους που εξετάστηκαν ήταν μεγαλύτερο από 80%. Τόνισαν ότι σε αποτελέσματα του 2001 δεν σημειώθηκε καμία μείωση ευαισθησίας. Μοναδική περίπτωση ανοχής παρουσιάστηκε σε ένα κλώνο κόκκινης μορφής της *M. persicae*, η οποία ωστόσο ερμηνεύτηκε ως φυσική απόκλιση παρά ως ανάπτυξη ανθεκτικότητας (Devine *et al.*, 1996; Elbert *et al.*, 1996; Nauen *et al.*, 1996,1998). Στις περισσότερες περιπτώσεις μείωσης της ευαισθησίας στο imidacloprid και σ' άλλα νεονικοτινοειδή συσχετίζεται με μείωση της αποτελεσματικότητας της νικοτίνης (Devine *et al.*, 1996; Nauen *et al.*, 1996).

Το 2003 ο Foster και οι συνεργάτες του δημοσίευσαν στοιχεία εμφάνισης ανοχής της αφίδας *M. persicae* από δείγματα με ημερομηνία συλλογής Ιανουάριος 1997-Δεκέμβριος 2000. Τα δείγματα προέρχονταν από καλλιέργειες πατάτας, λάχανου, ελαιοκράμβης και ζαχαρότευτλου και παρουσίασαν διακύμανση του λόγου ανθεκτικότητας από 0.6 έως 18. Από τα δείγματα που εξετάστηκαν 4 στους 186 (2,2%) κλώνους παρουσίασαν αυξημένη ανθεκτικότητα, η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί σε εθισμό σε νικοτίνη μετά από συνεχή διατροφή σε φύλλα καπνού (Blackman 1987). Κάτι τέτοιο όμως απορρίπτεται διότι στο Ηνωμένο Βασίλειο ο καπνός δεν αποτελεί παραγόμενο προϊόν και δεν αυτοφύεται. Για το λόγο αυτό οι Foster *et al.* θεώρησαν ως πιθανότερη την μετανάστευση πληθυσμών από χώρες στις οποίες καλλιεργείται ο καπνός. Εναλλακτικά, ανοχή στη νικοτίνη και κατ' επέκταση και στα νεονικοτινοειδή θα μπορούσε να δικαιολογηθεί και ως άμεση συνέπεια της αυξημένης έκθεσης σε σκευάσματα νικοτίνης με τη μορφή σπρέυ φυλλώματος για την καταπολέμηση εντόμων.



Η Cox και οι συνεργάτες της (2001) μετά από διετή έρευνα 1999-2000 και χρησιμοποιώντας πληθυσμούς από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, δημοσίευσαν στοιχεία που δηλώνουν και στη χώρα μας την ύπαρξη ανεκτικών πληθυσμών. 182 στους 490 κλώνους σημείωσαν επιβίωση μετά από εφαρμογή σε imidacloprid σε ποσοστό μεγαλύτερο από 10% ενώ 5 από αυτούς μεγαλύτερο από 30%. Ο λόγος ανθεκτικότητας στους κλώνους αυτούς ήταν μεγαλύτερος από εκείνον που εντοπίστηκε στον 926B, κλώνος προερχόμενος από καλλιέργεια ροδάκινων κατά το έτος 1990 από την Ελλάδα, όπου σύμφωνα με τους Foster *et al.* εμφανίζει R3 ανθεκτικότητα συγκρινόμενος με τον ευαίσθητο US1L.

Ενδιαφέροντα κρίνονται και τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας, τα οποία εμφανίζουν το λόγο ανθεκτικότητας (RR) να λαμβάνει την τιμή 2.18 στους κλώνους που προέρχονται από ροδακινίες και την τιμή 7.72 σε εκείνους που προέρχονται από καπνό. Στην περίπτωση του καπνού, σύγκριση με τον US1L, γνωστό ευαίσθητο κλώνο προερχόμενο από την καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων στην Αγγλία το 1974 (Foster *et al.* 2003), έδειξε την εμφάνιση πληθυσμών ανεκτικών στο imidacloprid. Ωστόσο, βρέθηκαν και δύο κλώνοι με μεγαλύτερη ευαισθησία στο σκεύασμα. Στην περίπτωση της ροδακινιάς, κλώνοι περισσότερο ευαίσθητοι στο εντομοκτόνο από τον US1L βρέθηκαν σε ποσοστό 78 % του συνολικού αριθμού των δειγμάτων που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα αυτά κάνουν σαφή τη διαφοροποίηση της συμπεριφοράς του εντόμου στις δύο καλλιέργειες, γεγονός που διαφαίνεται και από τη σύγκριση της μέσης θανατηφόρου συγκέντρωσης που απαιτείται για πληθυσμούς που προέρχονται από ροδακινίες σε σχέση με εκείνες που προέρχονται από καπνό. Η διαφορά αυτή θα μπορούσε να αποδοθεί σύμφωνα με τους Devonshire *et al.* (1999) στην ανοχή στη νικοτίνη ως αποτέλεσμα της συνεχούς εκτροφής του εντόμου στον καπνό. Επιπλέον όμως, πέρα από την ανοχή στη νικοτίνη, είναι λογικό οι πληθυσμοί που μεταναστεύουν από τον πρωτεύοντα ξενιστή, που είναι η ροδακινιά, στο δευτερεύοντα, που είναι ο καπνός, να είναι αυτοί που επέζησαν μετά από επαναλαμβανόμενες εφαρμογές γεγονός που καθιστά την απαιτούμενη αυτή συγκέντρωση για την καταπολέμηση του πληθυσμού, υψηλότερη.

Πρόσφατα στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί υψηλά ποσοστά εμφάνισης κυρίως των μηχανισμών E4/FE4 και MACE που καλύπτουν τις ομάδες των οργανοφωσφορικών και καρβαμιδικών. Γενικά ο συνδυασμός E4/FE4 και MACE,



δηλαδή αφίδες με αυξημένη παραγωγή εστεράσων και μη ευαίσθητη ακετυλοχολινεστεράση βρέθηκε σε υψηλά ποσοστά στην Κεντρική Μακεδονία, όπου καλλιεργείται εκτεταμένα η ροδακινιά, τόσο σε πληθυσμούς από τη ροδακινιά όσο και από άλλους ξενιστές. Επίσης, σε υψηλά ποσοστά βρέθηκε στην Κεντρική Ελλάδα και σε μικρότερο βαθμό στη Νότια Ελλάδα. Η Cox και οι συνεργάτες της το 2001 εφαρμόζοντας τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής σε κλώνους που συνέλεξαν από περιοχές της Ελλάδας από καλλιέργεια ροδακινιάς και καπνού τα έτη 1998-2000 εντόπισαν την παρουσία υψηλών ποσοστών εμφάνισης του μηχανισμού MACE. Πιο συγκεκριμένα, δείγματα που έλαβαν από ροδακινιές το 1998 από τη Βόρεια Ελλάδα παρουσίασαν την ύπαρξη του μηχανισμού MACE σε ποσοστό 96% ενώ το 97% παρουσίαζε R2 ή R3 ανθεκτικότητα. Το 1999, το 97% του πληθυσμού εμφάνιζε ανάπτυξη του μηχανισμού MACE και το 93% R2 ή R3 ανθεκτικότητα. Τέλος, το 2000 επιβεβαιώθηκε για ακόμη μία φορά η επικράτηση του μηχανισμού αφού παρουσιάστηκε σε ποσοστό 94%. Συγχρόνως, περισσότερο από το 99% των δειγμάτων παρουσίασε R2 ή R3 ανθεκτικότητα. Όσον αφορά την Κεντρική Ελλάδα, το έτος 1998 σε δείγματα που το 89% προήλθε από ροδακινιές, εμφάνιζε επίσης υψηλά επίπεδα R2 ή R3 ανθεκτικότητα ενώ ο μηχανισμός MACE παρουσιάστηκε σε ποσοστό 64%. Τα επόμενα δύο έτη, μοναδικός ξενιστής του πληθυσμού ήταν ο καπνός με R2 ή R3 κατά 64-79% και το MACE 50-67%.

Σε ανάλογο πείραμα οι Mazzoni & Cravedi (2002) με εφαρμογή pirimicarb διαπίστωσαν ότι περισσότερο από το 20% του πληθυσμού που συλλέχθηκε από περιοχές της Ιταλίας παρουσίαζε υψηλή ανθεκτικότητα. Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα της μελέτης των Nauen και των συνεργατών του (2003), οι οποίοι παρατήρησαν ότι σε χρήση pirimicarb 5 στους 16 κλώνους σημείωσαν θνησιμότητα σε ποσοστό μικρότερο από 50%. Η πτυχιακή εργασία επιβεβαίωσε για ακόμη μία φορά πειραματικά την ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ουσίες όπως το methamidophos και pirimicarb. Ο λόγος ανθεκτικότητας (RR) αποδίδει με σαφήνεια το επίπεδο αυτής της ανθεκτικότητας. Ο κλώνος με τον οποίο έγινε η σύγκριση, δε μπορούμε να βεβαιώσουμε ότι είναι ο ίδιος ευαίσθητος, ωστόσο όμως η σύγκριση του LC<sub>50</sub> με τη συνιστώμενη από τον κατασκευαστή δόση μαρτυρεί την ύπαρξη κλώνων με αυξημένη ανθεκτικότητα. Στην καλλιέργεια του καπνού και στις δύο ομάδες εντομοκτόνων βρέθηκε να λαμβάνει το LC<sub>50</sub> τιμή μέχρι και τέσσερις φορές



υψηλότερη της συνιστώμενης δόσης. Στη ροδακινιά το pirimicarb επίσης εμφανίζεται μέχρι και έξι φορές μεγαλύτερο ενώ το methamidophos τρεις. Συνεπώς, η αντιμετώπιση των αφίδων στις περιοχές που αναπτύχθηκε ανθεκτικότητα με τα σκευάσματα που προαναφέρθηκαν κρίνεται προβληματική.

Η εφαρμογή πυρεθρινών έδειξε χαμηλές τιμές  $LC_{50}$  που μπορεί να εξηγηθεί με την περιορισμένη χρήση τους. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των εφαρμογών στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών, γεγονός που εγκυμονεί κινδύνους λόγω του ευρέως φάσματος δράσης τους.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

**Βασιλακάκης Μ. & Ι. Θεριός, 1984.** Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα, σελ. 94-137;180-206

**Βασιλακάκης Μ. & Ι. Θεριός, 1998.** Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας. Φυλλοβόλα Οπωροφόρα Δένδρα. Έκδοση Ύπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

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

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

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

**Blackman R.L. and V.F. Eastop, 1984.** Aphids on the World's Crops: An Identification Information Guide. John Wiley & Sons Publ. London.

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

**Blackman R.L. and V.F. Eastop 2000.** Aphids on the World's Crops. An Identification and Guide 2<sup>nd</sup> edition. J. Wiley & Sons Publications, London.

**Γεωργία Κτηνοτροφία 5/2003.** Προωθούμενα είδη και ποικιλίες για την περίοδο 2003-2006, σελ. 71-76



**Cox, D., A. Devonshire, I. Denholm, St. Foster 2001.** Monitoring of insecticide resistance in *Myzus persicae* from Greece.

**D. Martinez-Torres, S. P. Foster, L. M. Field, A. L. Devonshire and M. S. Williamson 1999.** A sodium channel point mutation is associated with resistance to DDT and pyrethroid insecticides in the peach-potato aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)

**Denholm, I., Rowland, M. W. 1992.** Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: theory and practice. Annual Review of entomology 37: 91-112.

**Denholm, I., A. R. Horowitz, M. Cahill, I. Ishaaya 1998a.** Management of resistance to novel insecticides. In Insecticides with novel modes of action: mechanisms and application (ed. I. Ishaaya and D. Degheele), pp 260-282. Berlin: Springer.

**Denholm, I., M. Cahill, T.J. Dennehy, A.R. Horowitz 1998b.** Challenges with managing insecticide resistance in agricultural pests, exemplified by the whitefly *Bemisia tabaci*. Philosophical Transactions of the Royal Society, Series B 353: 1757-1767.

**Denholm, I. and J. B. Jespersen, 1999:** Overview of insecticide resistance, pp. 26-35. In Denholm, I. & P.M. Ioannnides (eds): Combating Insecticide Resistance. Proceedings of a Symposium on Combating Insecticide Resistance. Thessaloniki. 125 pp.

**Devine G.J., Z.K. Harling, A.W. Scarr and A.L. Devonshire, 1996.** Lethal and sublethal effects of imidacloprid on nicotine-tolerant *Myzus nicotianae* and *Myzus persicae*, Pesticide Science 1996,47, 48: 57-62..

**Devonshire, A.L. & R.M. Sawicki 1979.** Insecticide- resistant *Myzus persicae* as an example of evolution by gene duplication. Nature 280: 140-141.





Elbert, A., R. Nauen, M. Cahill, A. . Devonshire, A. Scarr, S.Sone and R. Steffens 1996. Resistance management for chloronicotinyls using imidacloprid as an example. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 49: 5-54.

Εμμανουήλ Νικ., 1998. Γεωργική Ζωολογία: Ειδικό Μέρος Α' Φυτοφάγα Είδη, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Αθήνα

Ευστρατόγλου- Τοδούλου, Σ. 1995. Κοινωνικο-οικονομική και Περιφερειακή διάσταση της καπνοπαραγωγής. Γεωργική Τεχνολογία. pp. 69-74.

FAO, 1979. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides, Method for adult aphids-FAO method No 17. FAO Plant Protection Bulletin. Vol. 27, no. 2: 29-32.

FAOSTAT data, 2005. [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)

Field, L.M., M.S. Williamson, G.D. Moores & A.L. Devonshire 1993. Cloning and analysis of the esterase genes, conferring insecticide resistance in the peach- potato aphid *Myzus persicae* (Sulzer). Journal of Biochemistry 294: 569-574.

Field, L.M., A.P., Anderson, I. Denholm, S.P. Foster, Z.K Harling, N. Javed, D. Martinez- Torres, G.D Moores, M.S Williamson, A.L. Devonshire 1997. Use of biochemical and DNA diagnostics for characterizing multiple mechanisms of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* Sulzer. Pesticide Science 51: 97-107, 283-289.

Foster, St.P., I Denholm and R. Thompson 2003. Variation in response to neonicotinoid insecticides in peach-potato aphids, *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae). Pest Management Science 59: 166-173.



**Γαλόπουλος, Α. 1966.** Τύποι καπνού στην Ελλάδα. Οδηγός καλλιέργειας καπνού. Εθνικός Οργανισμός καπνού και Καπνολογικό Ινστιτούτο Ελλάδος. Δράμα. pp. 25-44.

**Iiharco, F.A. & A. van Harten 1987.** Systematics. In: Minks A.K. and P. Harrewijn [eds.]. Aphids, Their biology, Natural Enemies and Control, Volume 2A. pp. 51-76. Elsevier, Amsterdam.

**Κουκουργιάννης Βασίλης, 2003.** Συμπύρηνες ποικιλίες και κονσερβοποίηση ροδάκινων - Μια ιστορία 40 χρόνων στην Ελλάδα, Γεωργία Κτηνοτροφία 1/2003, σελ. 24-31

**Κουκουργιάννης Βασίλης, 2006.** Η κρίση στη διάθεση ροδάκινων και νεκταρινιών, Γεωργία Κτηνοτροφία 1/2006, σελ. 78-79

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

**Mazzoni, E. and P. Cravedi 2002.** Analysis of insecticide- resistant *Myzus persicae* (Sulzer) populations collected in Italian peach orchards. *Pest Management Science*. 58 : 975-980.

**Nauen, R., J. Strobel, K. Otsu, K. Tietjen, C. Erdelen and A. Elbert 1996.** Aphicidal activity of imidacloprid against a carbamate and organophosphate resistant Japanese strain of the tobacco feeding form of *Myzus persicae* (Homoptera, Aphididae) closely related to *Myzus nicotianae*. *Bulletin of Entomological Research*. 86: 165-171.

**Nauen, R., H. Hungenberg, B. Tollo, K. Tietjen, A. Elbert 1998.** Antifeedant effect, biological efficacy and high affinity binding of imidacloprid to acetylcholine receptors in *Myzus persicae* and *Myzus nicotianae*. *Pesticide Science* 53: 133-140.



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

**Παναγόπουλος, Χ.Γ. 1997.** Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Έκδοση: Α. Σταμούλης. Αθήνα.

**Pescod M.B., 1992,** Wastewater treatment and use in agriculture - FAO irrigation and drainage paper 47, (διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.fao.org/docrep/T0551E/t0551e00.htm>)

**Shaposhnikov, G.Ch. 1985.** Organization (Structure) of populations and species, and biosystematics of Aphids, Proceedings of the International Aphidological Symposium at Jablonna, 1981, Polska Akademia Nauk, Ossilinium, Warszawa, pp.19-99.

**Simon, J.C., R.L. Blackman and J.F. Le Gallic. 1991.** Local variability in the life cycle of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (Homoptera, Aphididae) in western France. Bulletin of Entomological Research. 81: 315-322.

**Σφακιωτάκης Ευάγγελος, 1987.** Μαθήματα Γενικής Δενδροκομίας, Εκδόσεις ΖΗΤΗ

**Σφακιωτάκης, Μ.Ε. 1993.** Γενική Δενδροκομία. Έκδοση: τυρο ΜΑΝ. Θεσσαλονίκη.

**Σφήκας, Α.Γ. 1988.** Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη.

**Τζανακάκης Μ.Ε. 1980.** Μαθήματα Εφαρμοσμένης Εντομολογίας. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

**Τζανακάκης Μ.Ε. & Β.Ι. Κατσόγιαννος 1998.** Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Έκδοση: Αγρότυπος.



**Τσιτσιπής, Ι.Α. 1999.** Σημειώσεις στο μάθημα «Εφαρμοσμένη Εντομολογία». Πανεπιστημιακές παραδόσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

**Wellings, P.W., S.A. Ward, A.F.G. Dixon and R. Rabbinge 1989.** Crop loss assessment pp. 49-64 in Minks, A.K. & Harrewijn, P. (Eds) Aphids: their biology Natural Enemies and Control. Volume 2C, Amsterdam, Elsevier.

**Χατζηχαρίσης Ι., Τσιπουρίδης Κ. και Γκουντάρας Α., 2001.** Επίδραση κλαδευμάτων ροδακινιάς στην ολοκληρωμένη παραγωγή καρπών, Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 19<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Ηράκλειο, 25-27 Οκτωβρίου, 1999, σελ. 88-91

**Χρυσοχόου, Α.Π. & Ρ.Μ. Βεζιρτζόγλου 1996.** Αρρώστιας καπνού. Οδηγός καλλιέργειας καπνού. Εθνικός Οργανισμός καπνού και Καπνολογικό Ινστιτούτο Ελλάδος. Δράμα. pp. 161-169.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085688