

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

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Μελέτη της ανθεκτικότητας σε οργανοφωσφορικά
εντομοκτόνα φυσικών πληθυσμών του δάκου της ελιάς
(*Bactrocera oleae*)»**

Πυριανιάν Νικόλαος

Υπεύθυνος Καθηγητής : Ι. Α. Τσιτσιπής

ΒΟΛΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2004

**Στην οικογένειά μου και
τους φίλους μου**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 4203/1
Ημερ. Εισ.: 15-12-2004
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2004
ΠΥΡ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- 1) **Ι. Τσιτσιπής : Καθηγητής Εντομολογίας Π. Θ., Επιβλέπων Καθηγητής.**
- 2) **Π. Λόλας : Καθηγητής Ζιζανιολογίας Π. Θ. , Μέλος**
- 3) **Ν. Παπαδόπουλος : Επίκουρος καθηγητής Εντομολογίας Π. Θ. , Μέλος**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ/ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Εντομολογίας του Τμήματος Γεωπονίας και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στον Βόλο. Το θέμα της διατριβής αυτής μου δόθηκε από τον καθηγητή εντομολογίας κ. Ιωάννη Τσιτσιπή, ο οποίος και αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα στην ολοκλήρωσή της. Έτσι κρίνω σκόπιμο ότι είναι απαραίτητο να είναι το πρώτο άτομο που θα ευχαριστήσω για την εργασία αυτή. Επίσης θα πρέπει να ευχαριστήσω και τους άλλους δύο εξεταστές μου τον καθηγητή μου, κ. Π.Χ. Λόλα και επίκουρο καθηγητή Ν. Παπαδόπουλο, οι οποίοι αν και δεν είχαν άμεση σχέση με την εργασία μου, μου πρόσφεραν γνώσεις και εφόδια που με βοήθησαν να καταλάβω και να κατανοήσω την επιστήμη την οποία διδάχτηκα τα τελευταία πέντε χρόνια.

Υποστηρικτές και άμεσα εμπλεκόμενοι της όλης προσπάθειας μου αυτής είναι ακόμα ο κ. Ι. Μαργαριτόπουλος και ο Κ. Ζάρμπας, οι οποίοι εκτός από τις γνώσεις και την εμπειρία τους πάνω στην διατριβή αυτή, βοήθησαν και στο τεχνικό μέρος, είτε βοηθώντας μας, είτε κάνοντας μερικές φορές μέρος της δουλειάς μας λόγω κωλύματός μας να ανταποκριθούμε στις υποχρεώσεις της διατριβής κατά την διάρκεια των εξεταστικών και των διακοπών των Χριστουγέννων και του Πάσχα.

Ιδιαίτερα πρέπει να ευχαριστήσω το μεταπτυχιακό φοιτητή Παναγιώτη Σκούρα, με τον οποίο συνεργαστήκαμε για την διατριβή αυτή, τόσο στον τομέα τον πειραματικό, όσο και στον τομέα της παρουσίασής της.

Θα ήταν παράληψη να μην πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειες, της μεταπτυχιακής φοιτήτριας Μαρίας Τζώρτζη και του μεταπτυχιακού φοιτητή Παναγιώτη Σκούρα, οι οποίοι συνέδραμαν στο πειραματικό μέρος της μελέτης αυτής, κάνοντας δειγματοληψίες από την Κρήτη και την Αχαΐα, αντίστοιχα, και αποστέλλοντας τα δείγματα στο εργαστήριό μας στο Βόλο.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θέλω να πω στην οικογένειά μου, για την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη και για το ότι βρίσκομαι σήμερα σε αυτή την θέση, καθώς και την παρέα μου, που με βοήθησε σε δύσκολες φάσεις της πορείας μου ως φοιτητής. Άλλο ένα άτομο που μου στάθηκε πολύ σε αυτή την προσπάθεια και δεν θα πρέπει να το παραλείψω είναι η Τσατσαρή Σαββούλα, η οποία με βοήθησε σε δύσκολες στιγμές της εργασίας αυτής, κυρίως ψυχολογικά.

*****ΕΝΑ ΜΕΓΑΛΟ ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΣΕ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΠΑΝΩ*****

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	σελίδα
Πρόλογος/ Ευχαριστίες	3
Περίληψη	6
Abstract.....	7

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή.....	9
2. Ελιά (<i>Olea europaea</i>).....	9
2.1 Προέλευση και εξάπλωση.....	9
2.2 Ασθένειες και εχθροί.....	11
2.2.1 Ασθένειες.....	11
2.2.2 Εχθροί.....	12
3. Ο δάκος της ελιάς (<i>Bactrocera oleae</i>).....	13
3.1 Προέλευση και ξάπλωση.....	13
3.2 Ταξινόμηση.....	14
3.3 Περιγραφή – Μορφολογία.....	15
3.4 Βιολογικός κύκλος.....	15
3.5 Μετακίνηση – Διασπορά.....	19
3.6 Φυσικοί εχθροί.....	19
3.7 Προσβολή του ελαιοκάρπου και προκαλούμενη ζημιά.....	20
4. Καταπολέμηση.....	22
4.1 Χημική καταπολέμηση.....	23
4.2 Αρνητικές επιπτώσεις.....	23
5. Εντομοκτόνα.....	24
5.1 Είσοδος – Μεταβολισμός – Απέκκριση.....	24
5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά τους.....	25
5.3 Ανάπτυξη ανθεκτικότητας (εθισμού) σε εντομοκτόνα.....	28
5.4 Αποτελεσματικότητα.....	28
6. Προσδιορισμός τοξικότητας – Θανατηφόρες δόσεις.....	28
6.1 Πλεονεκτήματα χημικής καταπολέμησης.....	32
6.2 Μειονεκτήματα χημικής καταπολέμησης.....	33
7. Ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα.....	35

7.1 Ιδιότητες και εξέλιξη της ανθεκτικότητας.....	37
7.2 Τύποι ανθεκτικότητας.....	40
7.3 Έμμεση ανθεκτικότητα.....	43
7.4 Σημασία και αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας.....	44
7.5 Οργανοφωσφορικές ενώσεις.....	51

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

8. Εισαγωγή.....	55
8.1 Σκοπός της εργασίας.....	56
8.2 Υλικά / Μέθοδοι.....	56
8.2.1 Περιοχές – δειγματοληψίες.....	56
8.2.2 Συλλογή προνυμφών, ρυραε, ενηλίκων του εντόμου.....	58
8.2.3 Εκτροφή του δάκου της ελιάς.....	59
8.2.4 Διαδικασία βιοδοκιμών.....	65
8.2.5 Εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν.....	66
8.2.5.1 Dimethoate.....	66
8.2.6 Αποτελέσματα βιοδοκιμών.....	68
8.2.7 Αποτελέσματα.....	69
8.2.8 Συζήτηση – Συμπεράσματα.....	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	89

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το έντομο *Bactrocerae oleae* (Gmelin), ο κοινός δάκος της ελιάς, θεωρείται ως ένα από τα πλέον βλαβερά έντομα, δεδομένου ότι προκαλεί πολύ μεγάλες καταστροφές στην ελαιοπαραγωγή. Ο έλεγχος του δάκου γίνεται ως επί το πλείστον με χρήση χημικών εντομοκτόνων. Πέρα από τις καταστροφικές επιπτώσεις των εντομοκτόνων στο περιβάλλον και γενικά στο οικοσύστημα, η υπερβολική και η μη ορθολογική χρήση τους έχει δημιουργήσει και ένα έντονο πρόβλημα ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα. Για το λόγο αυτό μελετήθηκε η ανθεκτικότητα του δάκου στο οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο dimethoate με βιοδοκιμές σε άτομα από φυσικούς πληθυσμούς που συλλέχθηκαν από πέντε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδος, καθώς και σε ένα εργαστηριακό στέλεχος. Οι βιοδοκιμές έγιναν με τοπική εφαρμογή του εντομοκτόνου. Τα αποτελέσματα δείχνουν ένα υπερδεκαπλάσιο επίπεδο ανθεκτικότητας στους φυσικούς πληθυσμούς σε σχέση με το μέχρι τώρα περιγραφόμενο, κάτι που αντιστοιχεί σε μια διαφορά που κυμάνθηκε από 15 έως 30 φορές της ανθεκτικότητας του εργαστηριακού στελέχους.

Ένας από τους πιο σημαντικούς μηχανισμούς ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά αφορά τη δομική μεταβολή του μορίου της ακετυλοχολινεστεράσης (AChE), η οποία αποτελεί στόχο δράσης των εντομοκτόνων. Η δομική μεταβολή της AChE εκτιμάται ότι οφείλεται σε μεταλλάξεις που αλλάζουν το ενεργό κέντρο του ενζύμου. Τα μέχρι τώρα αποτελέσματα των βιοδοκιμών μας κάνουν να υποπτευόμαστε την παρουσία πολλών διαφορετικών μεταλλάξεων στο γονίδιο της AChE. Από το πείραμα προέκυψε ότι το LD₅₀ του πληθυσμού της Αργολίδας ήταν 41,54ng/έντομο, για τον πληθυσμό της Καβάλας 42,63 ng/έντομο , των Καλών Νερών 35,59 ng/έντομο , της Κυπαρισσίας 67,14 ng/έντομο και της Λέσβου 50,51 ng/έντομο , ενώ το LD₅₀ του εργαστηριακού πληθυσμού ήταν 2,11 ng/έντομο.

ABSTRACT

The olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Gmelin) is the most important pest of olives, causing extensive damages in olive oil production. The control of the olive fly is based mainly on chemical insecticides. The excessive and not prudent use of insecticides has adverse effects on the environment as well as responsible for the development of insecticide resistance. The present study aimed at examining the resistance of the olive fruit fly in the organophosphate insecticide dimethoate. Five populations collected from different regions of Greece and a laboratory-reared population were tested. Bioassays were performed by topical application of different concentrations of the insecticide. The natural populations demonstrated a 15 to 30-fold greater resistance than that of the laboratory reared population. These resistance levels are much greater than the ones described previously. One of the most important mechanisms of resistance in organophosphates concerns the structural change of the molecule of acetylcholinesterase (AChE), which constitutes the target of such insecticides. It is considered that the structural change of AChE is caused by mutations that change the active site of the enzyme. The bioassay results suggest the presence of several different mutations in the gene of AChE. In order to confirm this we compared the nucleotide sequences of various exons of the AChE gene between resistant insects and individuals from the laboratory-reared population. The results of the experiment were, LD₅₀ for Argolidas' population was 41,54 ng/insect, LD₅₀ for Kavala's population was 42,63 ng/insect, LD₅₀ for Kala Nera's population was 35,59 ng/insect, for Kiparissia's population was 67,14 ng/insect, Lsvo's population was 50,51 ng/insect and LD₅₀ for laboratory-reared population was 2,11 ng/insect.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οποιαδήποτε μελέτη ενός επιβλαβούς εντόμου δεν θα μπορούσε να ξεκινάει χωρίς να γίνεται μία αναφορά στον ξενιστή του. Και αυτό, γιατί η βιολογία και οι στρατηγικές ζωής του πρώτου έχουν εξελιχθεί και βρίσκονται σε στενή συσχέτιση με τα χαρακτηριστικά του δεύτερου. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για το δάκο της ελιάς, καθώς πρόκειται για έντομο πρακτικά μονοφάγο. Από καθαρά πρακτική και οικονομοτεχνική πλευρά, τέλος, η σημασία του βλαβερού εντόμου για τον άνθρωπο θα είναι ευθέως ανάλογη της σημασίας που έχει το προϊόν που βλάπτεται για την οικονομία και τον πολιτισμό του.

2. ΕΛΙΑ (*Olea europaea*)

2.1. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Η ελιά, *Olea europaea* L., ανήκει στην οικογένεια Oleaceae. Άλλα σημαντικά γένη της οικογένειας αυτής είναι τα *Ligustrum*, *Jasminum*, *Fraxinus*, *Forsythia* και *Syringa*. Το γένος *Olea* αποτελείται από 35 περίπου είδη, που κατανέμονται από τη νότια έως την τροπική και βορειοανατολική Αφρική αλλά συναντώνται και στη δυτική Κίνα, την Ινδία, τη Μαλαισία και την Αυστραλία. Η *O. europaea* πιθανολογείται ότι κατάγεται από την ανατολική Μεσόγειο, έχοντας ως αρχικό κέντρο εξέλιξης βιοποικιλότητας το Λίβανο, τη Συρία και / ή το Ισραήλ (Walton 1995). Από εκεί εξαπλώθηκε δυτικά, με ένα δεύτερο κέντρο στο Αιγαίο και ένα τρίτο στην Τυνησία και τη νότια Ιταλία. Η καλλιεργούμενη μορφή της, *O. europaea*, γνωστή ως var. *europaea*, πιστεύεται ότι προήλθε από υβριδισμό ανάμεσα στην *O. laperrinii* και την *O. africana* (= *chrysophylla*), δύο άγρια είδη με τα οποία έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά. Το πρώτο συναντάται σήμερα σε περιοχές της νότιας Σαχάρας και το δεύτερο στην Κένυα, την Ουγκάντα, την Αιθιοπία και βόρεια ως τα σύνορα του Σουδάν με την Αίγυπτο.

Σχετικά με το που ξεκίνησε η καλλιέργεια της ελιάς, οι θεωρίες δίστανται. Σύμφωνα με μία από αυτές το ελαιόδεντρο πρωτοκαλλιεργήθηκε στην περιοχή όπου σήμερα βρίσκονται το Ιράν, η Συρία και η Τουρκία. Σύμφωνα με μία άλλη, οι αρχικές περιοχές καλλιέργειας ήταν στην Αίγυπτο και την Αιθιοπία, απ' όπου οι Φοίνικες την μετέφεραν στην Κύπρο, την παράκτια ζώνη της Β. Αφρικής και τη νότιο Κρήτη.

Μετά την εξάπλωσή της στην ανατολική Μεσόγειο, η ελαιοκαλλιέργεια μεταφέρθηκε δυτικότερα ως την Ισπανία μέσω των αποικιών και του εμπορίου Ελλήνων, Ρωμαίων και Αράβων. Στη σημερινή εποχή το 96% των ελαιοδέντρων παγκοσμίως καλλιεργούνται στη λεκάνη της Μεσογείου (βλ. Πίνακα 1). Το υπόλοιπο 4% κατανέμεται στη Ν. Αμερική και κυρίως την Καλιφόρνια, εισαχθείσα από Φραγκισκανούς μοναχούς στα τέλη του 18^{ου} αιώνα, στην Αυστραλία, στη Ν. Αφρική, στο Ιράκ, το Ιράν, το Αφγανιστάν και την Κίνα.

Η ελαιοκαλλιέργεια στην Ευρώπη καταλαμβάνει περίπου 5,2 εκατομμύρια εκτάρια και παράγει γύρω στους 1,8 εκατομμύρια τόνους λαδιού και ελαιοκάρπου τον χρόνο. Η Ελλάδα βρίσκεται μέσα στις τρεις πρώτες ευρωπαϊκές χώρες από άποψη παραγωγής, κατανάλωσης και αριθμού ελαιοδέντρων (βλ. Πίνακα 2). Στην χώρα μας η ελιά είναι μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες. Καλλιεργείται κυρίως στη Σαμοθράκη, Χαλκιδική, Λήμνο, Μυτιλήνη, Χίο, Σάμο, Ικαρία, Ρόδο, Κρήτη, Πελοπόννησο, Ιόνια Νησιά, Αιτωλοακαρνανία, Αττική, Φθιώτιδα, Εύβοια, Πήλιο. Από αυτές τις περιοχές, οι θερμότερες και ξηρότερες παράγουν κυρίως λάδι, ενώ οι δροσερότερες επιτραπέζια ελιά. Η καλλιέργεια της ελιάς στην χώρα μας καλύπτει έκταση 758.100 εκταρίων, δηλαδή το 22% της καλλιεργούμενης γης, και απασχολεί 450.000 οικογένειες. Τα ελαιόδεντρα έχουν ξεπεράσει τα 120 εκατομμύρια και από αυτά τα 95 εκατομμύρια προορίζονται για παραγωγή ελαιολάδου. Η Κρήτη παράγει το 30% του ελαιολάδου, ακολουθεί η Πελοπόννησος με 26%, η Λέσβος με 10% και τα Ιόνια Νησιά με 8%. Η μέση ετήσια κατανάλωση λαδιού κατά άτομο είναι 18,5 κιλά για την Ελλάδα, 8,2 κιλά για την Ισπανία, 7,4 κιλά για την Ιταλία και πολύ λιγότερη για τις άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας (Walton 1995).

Πίνακας 1: Κατανομή των καλλιεργούμενων ελαιοδέντρων παγκοσμίως

Περιοχή	Αριθμός δέντρων (x 10 ⁶)
Μεσογειακή λεκάνη	754,2
Αμερική	8,5
Ασία	21
Αφρική (μη μεσογειακή)	0,3
Αυστραλία	0,2
Σύνολο	784,2

Πηγή: Walton 1995

Πίνακας 2: Παραγωγή και κατανάλωση ελαιολάδου και αριθμός καλλιεργούμενων ελαιοδέντρων στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Χώρα	Παραγωγή (τόνοι)	Κατανάλωση (τόνοι)	Αριθμός δέντρων	Έκταση (εκτάρια)
Ιταλία	530.000	654.000	165.000.000	1.176.556
Ισπανία	494.000	374.000	167.000.000	2.087.000
Ελλάδα	262.000	200.000	120.000.000	758.100
Πορτογαλία	31.000	35.000	49.496.000	1.114.000
Γαλλία	2.000	27.000	5.000.000	44.600
Άλλες χώρες		11.000		
Σύνολο Ε.Ε.	1.319.000	1.301.000	506.496.000	5.180.256

Προσαρμογή από :Walton 1995

2.2. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΕΧΘΡΟΙ

Η ευρωστία και η παραγωγικότητα της ελιάς μπορούν να διαταραχθούν από ένα μεγάλο αριθμό ασθενειών που προσβάλλουν το φυτό ή από τη δράση παρασίτων και εχθρών εντομολογικής ή άλλης φύσεως. Οι ασθένειες έχουν προέλευση κυρίως μυκητολογική. Η μόνη βακτηριακή πάθηση είναι ο καρκίνος της ελιάς. Οι εχθροί της ελιάς είναι ως επί το πλείστον έντομα, με εξαίρεση ορισμένα ακάρεα αλλά και κάποια πτηνά και άλλα ζώα.

2.2.1. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Οι σοβαρότερες ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά είναι : το Κυκλοκόνιο (οφείλεται στον μύκητα *Cycloconium oleaginum* Cast. συν. *Spilocaea pleaginea* Hugh.), η Καπνιά (οφείλεται σε ομάδα μυκήτων, όπου οι κυριότεροι είναι οι *Fumago vagans* Pers. και *Antennaria elaeophila* Mont.), η Αδρομύκωση ή Βερτισιλλίωση (οφείλεται στον μύκητα *Verticillium dahliae* Kleb.), η Ξεροβούλα (οφείλεται στον μύκητα *Macrophoma dalmatica* Thum.), το Γλοισπόριο (οφείλεται στον μύκητα *Colletotrichum gloeosporioides*), η Κομμίωση (οφείλεται στον μύκητα *Omphalotus olearius* Singer.), η Φόμα (οφείλεται στον μύκητα *Phoma incopta* Sacc. Et Mart.), ο Καρκίνος (οφείλεται στο βακτήριο *Pseudomonas savastanoi* Stevens.), κ.ά.

Παρακάτω δίνονται λεπτομέρειες για το Γλοισπόριο και τη Ξεροβούλα, για τις οποίες είναι γνωστό ότι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την

εκδήλωσή τους είναι το έντομο δάκος της ελιάς (*Bactrocera oleae*).

Ξεροβούλα : οφείλεται στην προσβολή από το μύκητα *Macrophoma dalmatica* και είναι σοβαρή ασθένεια του ελαιοκάρπου. Ο μύκητας μπαίνει στον καρπό από τα τραύματα που προκαλεί ο δάκος της ελιάς και εγκαθίσταται κάτω από την επιδερμίδα. Σχηματίζεται έτσι μία κηλίδα, ενώ η προσβολή μπορεί να φτάσει μέχρι το ενδοκάρπιο. Αργότερα η κηλίδα ξεραίνεται, γίνεται καστανή με στίγματα που αντιστοιχούν στις καρποφορίες του μύκητα. Προσβάλλονται και οι ημιώριμοι ή οι ώριμοι καρποί, σπανιότερα οι ανώριμοι. Στην περίπτωση που η προσβολή γίνει όταν ο καρπός είναι πολύ ώριμος, δημιουργείται υδαρής σήψη. Αυτή η δεύτερη μορφή της ασθένειας ονομάζεται «σαποβούλα ή σαπίλα» (γενικευμένη μόλυνση).

Γλοιοσπόριο : Το παθογόνο αυτής της ασθένειας είναι ο μύκητας *Colletotrichum gloeosporioides*. Προκαλεί σοβαρές ζημιές σε ελαιώνες υγρών περιοχών, ιδίως παραλιακών. Ευνοϊκές συνθήκες για την ασθένεια είναι η μεγάλη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και η έλλειψη αερισμού του φυλλώματος του ελαιοδέντρου. Ο μύκητας προσβάλλει τους καρπούς, τα μικρά κλαδιά και τα φύλλα. Οι καρποί προσβάλλονται στο στάδιο της ωρίμανσής τους και σαπίζουν. Πάνω τους δημιουργούνται καφετιές κηλίδες διαφόρων μεγεθών που αργότερα βαθαίνουν και ρυτιδιάζουν. Είναι δυνατό να προσβληθεί ολόκληρος ο καρπός ο οποίος τότε μουμιοποιείται. Σε υγρό περιβάλλον πάνω στις κηλίδες σχηματίζεται ένα χνουδωτό στρώμα με χρώμα σκούρο κόκκινο, που αποτελείται από τις καρποφορίες του μύκητα. Ιδιαίτερα ευπρόσβλητοι είναι οι καρποί που έχουν τραύματα από προσβολή δάκου, από χαλάζι κ.ά. Επίσης προσβάλλονται τα φύλλα, στα οποία εμφανίζονται κιτρινωπές κηλίδες που αργότερα παίρνουν χρώμα κόκκινο - μαυριδερό και ξεραίνονται, και μικρά κλαδιά ηλικίας δύο - τριών ετών, στα οποία σχηματίζονται καστανωπές κηλίδες που αργότερα ξεραίνονται, νεκρώνονται και σχηματίζονται ρωγμές στο φλοιό του κλαδιού. Την προσβολή του παθογόνου ακολουθεί φυλλόπτωση.

2.2.2. ΕΧΘΡΟΙ

Μερικοί από τους σοβαρότερους εχθρούς της ελιάς είναι οι παρακάτω : ο Πυρηνοτρήτης (*Prays oleae*), ο οποίος προκαλεί ζημιές στα φύλλα, τα άνθη και τους καρπούς, το Λεκάνιο (*Saissetia oleae*), το οποίο απομυζά φυτικούς χυμούς και

εκκρίνει μελιτώματα που ευνοούν την ανάπτυξη της «καπνιάς», η Ψύλλα (*Euphyllura phyllireae*), η οποία προσβάλλει τους νεαρούς βλαστούς και τις ανθοταξίες, ο Φλοιοτρίβης (*Phloeotribus scarabaeoides*), ο οποίος δημιουργεί στοές στην βάση των ταξιανθιών και των καρποφόρων βλαστών, καταστρέφοντάς τους, οι Κηκιδόμυγες (όπως οι, *Thomasiniana oleisuga*, *Dasyneura oleae*, *Prolasioptera berlesiana*), οι οποίες προσβάλλουν τους καρπούς και είναι συνήθως φορείς του μύκητα *S. dalmatica*, ο Θρίπας (*Liothrips oleae*), οποίος προσβάλλει τους βλαστούς και τα φύλλα και πολλές φορές προκαλεί ανθόρροια, παραμόρφωση καρπών και πτώση τους, ο Ρυγχίτης (*Coenorrhinus cribripennis*), ο οποίος προσβάλλει τους καρπούς, η Μαργαρόνια (*Palpita unionalis*), η οποία προσβάλλει τα φύλλα, τα, *Zeuzera pyrina*, *Calocoris trivialis*, *Pollinia pollini*, Νηματώδεις, πουλιά, ζώα και ο σημαντικότερος εχθρός (για την Ελλάδα) ο δάκος (*Bactrocera oleae*), για τον οποίο θα γίνει εκτενής αναφορά στη συνέχεια.

3. Ο ΔΑΚΟΣ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ (*Bactrocera oleae*)

3.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ

Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmelin), είναι το σοβαρότερο επιβλαβές έντομο της ελιάς παγκοσμίως. Περισσότερο γνωστό είναι από τις μεσογειακές περιοχές της νότιας Ευρώπης, αλλά βρίσκεται επίσης στη Βόρεια Αφρική, τα Κανάρια Νησιά, τη Μέση Ανατολή, κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Αφρικής ως τη Νότιο Αφρική και γενικότερα σε όλες σχεδόν τις περιοχές όπου φύονται φυτά του γένους *Olea* (Πίνακας 3). Εξαιρούνται περιοχές όπου η ελιά έχει εισαχθεί από τον άνθρωπο, όπως η Κεντρική και Βόρεια Αμερική, η Νότια Αμερική (Αργεντινή, Χιλή, Περού, Ουρουγουάη), η Κεντρική Ασία (Κίνα) και η Αυστραλία. Πρόσφατα όμως (Οκτώβριος 1998) εντοπίστηκε για πρώτη φορά και στην πολιτεία της Καλιφόρνια, Η.Π.Α., ενώ έχει συλληφθεί σε παγίδες και στο Μεξικό.

Οι περισσότεροι μελετητές του εντόμου συμφωνούν πως ο δάκος και το δέντρο της ελιάς έχουν ακολουθήσει παράλληλες πορείες εξέλιξης και εξάπλωσης στην πάροδο των χρόνων.

Πίνακας 3. Παγκόσμια εξάπλωση του δάκου της ελιάς

Αίγυπτος	Η.Π.Α	Κύπρος	Πορτογαλία
Αλβανία	Ιορδανία	Λίβανος	Σαρδινία
Αλγερία	Ισπανία	Λιβύη	Συρία
Γαλλία	Ισραήλ	Μαρόκο	Τουρκία
Γιουγκοσλαβία	Ιταλία	Μεξικό	Τυνησία
Ελλάδα	Κανάριοι Νήσοι	Νότιος Αφρική	
Ερυθραία	Κορσική	Πακιστάν	

Πηγή : Rice 2000

Ήδη από τον 3^ο αιώνα π.Χ υπάρχουν μαρτυρίες για προσβολές του ελαιοκάρπου από το παράσιτο στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου. Είναι δε αποδεκτό μεταξύ των ερευνητών πως το έντομο αυτό μπορεί να επιβιώσει και να αναπτυχθεί σε οποιαδήποτε περιοχή του κόσμου υπάρχουν ελιές, άγριες ή ήμερες. Για τη στενή αυτή σχέση υπεύθυνες είναι οι προνύμφες του, που είναι μονοφάγες και αποκλειστική τους τροφή είναι το μεσοκάρπιο του ελαιοκάρπου.

3.2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera (Dacus) oleae* Gmelin, ανήκει στην οικογένεια Tephritidae των Διπτέρων. Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει τις λεγόμενες "μύγες των φρούτων" ("fruit flies"), μία ομάδα εντόμων-εχθρών της γεωργικής παραγωγής με μεγάλη οικονομική σημασία, και αποτελείται από έξι υποοικογένειες και 27 φυλές. Οι υποοικογένειες είναι τα Tachiniscinae, Blepharoneurinae, Phytalmiinae, Dacinae, Trypetinae και Tephritinae. Η υποοικογένεια Dacinae, στην οποία ανήκει ο δάκος, αποτελείται από τις φυλές Ceratitidini, Dacini και Gastrozonini. Στα Ceratitidini ανήκει το επίσης πολύ σημαντικό παράσιτο *Ceratitis capitata* Wied., η γνωστή μύγα της Μεσογείου. Η φυλή Dacini διακρίνεται στα γένη *Bactrocera*, *Dacus* και *Monacrostichus*. Τα δύο πρώτα διακρίνονται σε δέκα και οκτώ, αντίστοιχα, υπογένη. Μέχρι το 1989, οπότε η συστηματική των Tephritidae αναθεωρήθηκε, ο δάκος της ελιάς ανήκε στο γένος *Dacus* (Drow), το οποίο περιλαμβάνει είδη που συναντώνται σχεδόν αποκλειστικά στην Αφρική. Θεωρήθηκε σωστότερο να μεταφερθεί στο *Bactrocera* (που παλαιότερα συμπεριλαμβανόταν στο *Dacus*), το οποίο συγκεντρώνει είδη ιθαγενή της τροπικής Ασίας, Αυστραλίας και του Νοτίου Ειρηνικού, με κάποια να συναντώνται επίσης στην Αφρική και εύκρατες περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας. Όλα τα υπογένη του *Bactrocera* είναι τα: *Afrodacus*, *Aglaodacus*, *Apodacus*,

Asiadacus, *Austrodacus*, *Bactrocera*, *Bulladacus*, *Daculus*, *Diplodacus* και *Gymnodacus*.

3.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το ενήλικο είναι μία μύγα με μήκος 4-5 mm και άνοιγμα πτερύγων 12 mm. Η κεφαλή έχει ανοιχτό καστανό χρώμα, και οι σύνθετοι οφθαλμοί πρασινωπές μεταλλικές ανταύγειες, που στο νεκρό και αποξηραμένο έντομο γίνονται κοκκινωπές. Ο θώρακας έχει στο κάτω τμήμα του χρώμα καστανό και στο νωτιαίο σκούρο μαύρο με 2-4 γκρι ή μαύρες κατά μήκος ταινίες. Η μεσαία ταινία επιμηκύνεται λίγο προς τα πίσω. Η κοιλία είναι καφέ με σκουρότερες περιοχές στις άκρες κάθε tergum. Στα θηλυκά καταλήγει σε ισχυρό ωοθέτη, εξωεκτατό και ισομήκη με την κοιλία. Οι πτέρυγες είναι διαφανείς και ιριδίζουσες και έχουν μια μικρή χαρακτηριστική μαύρη κηλίδα στις άκρες τους, το πτερόστιγμα. Οι αλτήρες είναι λευκοί και τα πόδια κιτρινο-κόκκινα.

Το αυγό έχει λευκό χρώμα και είναι επίμηκες, μήκους περίπου 0,7 mm και διαμέτρου 0,2 mm. Η προνύμφη είναι άποδη, όπως και όλες οι προνύμφες των Διπτέρων, λευκόχρωμη, και στο τέλος του 3^{ου} σταδίου έχει μήκος περίπου 7 mm. Η κεφαλή της έχει σχήμα τραπεζοειδές και στο πρόσθιο άκρο της φέρει δύο κεραίες των τριών άρθρων. Το βομβύκιο είναι ωοειδές, με χρώμα που ποικίλει από κίτρινο ως καφέ και μήκος 4 - 4,5 mm (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003).

3.4. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο δάκος της ελιάς, είναι έντομο πολυκυκλικό, δηλαδή συμπληρώνει περισσότερες από μία γενιές το έτος. Όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την αναπαραγωγή και την ανάπτυξή του (ύπαρξη διαθέσιμων καρπών για ωοτοκία, κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία κ.ά.) οι γενιές μπορούν να διαδέχονται η μία την άλλη χωρίς διακοπή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Βάσει των παραπάνω, ιδιαίτερα ευνοείται σε περιοχές όπου υπάρχουν και άγριες ελιές, και οι καλλιεργούμενες περιλαμβάνουν τόσο πρώιμες όσο και όψιμες ποικιλίες. Στην Ελλάδα μπορεί να δώσει μέχρι και επτά γενιές το έτος, δύο την Άνοιξη, τρεις από το Καλοκαίρι μέχρι το Φθινόπωρο και δύο από το Φθινόπωρο μέχρι το Χειμώνα. Αν δεν υπάρχουν διαθέσιμοι καρποί για την ωοτοκία το Χειμώνα και την Άνοιξη ή είναι λίγοι, το έντομο περιορίζεται στις τρεις γενιές του Καλοκαιριού - Φθινοπώρου.

Ο δάκος είναι έντομο ολομετάβολο. Το στάδιο του αυγού ακολουθούν τρία προνυμφικά στάδια, έπειτα η νύμφη (pupa) ή βομβύκιο με μεταμόρφωση, και τέλος, με τη δεύτερη μεταμόρφωση το ενήλικο. Κατά το μεγαλύτερο μέρος της χρονιάς η ανάπτυξη των ανηλίκων ολοκληρώνεται μέσα στον καρπό της ελιάς. Στα τέλη του Φθινοπώρου όμως η προνύμφη 3^{ου} σταδίου αντί να μεταμορφωθεί στον καρπό, τον εγκαταλείπει ("migrating larvae") και νυμφώνεται στο έδαφος, συνήθως στα πρώτα δέκα εκατοστά, ή σε σχισμές του φλοιού του ελαιοδέντρου. Ο λόγος αυτής της μετακίνησης πιστεύεται ότι είναι η αποφυγή δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών: παραμένοντας στον καρπό κατά τη θερμή θερινή περίοδο οι νύμφες αποφεύγουν τις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην επιφάνεια του εδάφους. Από τον Οκτώβριο και έπειτα οι θερμοκρασίες αυτές έχουν πέσει κάτω από τα θνησιγόνα επίπεδα, η μετακίνηση δε των προνυμφών σε αυτό τις προστατεύει από τα πουλιά που τρώνε τους ώριμους, πλέον, καρπούς (Karatos & Fletcher 1984). Έχει διατυπωθεί επίσης η άποψη πως η αλλαγή του υποστρώματος της νύμφωσης είναι μία εξελικτική προσαρμογή έναντι στη συγκομιδή του καρπού της ελιάς, που πραγματοποιείται προς τα τέλη του Φθινοπώρου. Το ερέθισμα για τη μετακίνηση δεν έχει ακόμα ξεκαθαριστεί, φαίνεται όμως ότι είναι ένας συνδυασμός αλλαγών στη φωτοπερίοδο, την χημική σύσταση του καρπού και ενδεχόμενα την σχετική υγρασία (Tsitsipis and Papanicolaou 1979).

Τα θηλυκά κατά την ωοαπόθεση ρυθμίζουν την πυκνότητα των αυγών, σηματοδύνοντας αποτρεπτικά τον καρπό με τους χυμούς που βγαίνουν από την πληγή. Σε περίπτωση που η προσβολή είναι μεγάλη ή η παραγωγή μικρή, μπορεί να ξεκινήσουν την ανάπτυξή τους δύο ή περισσότερες προνύμφες στον ίδιο καρπό. Το *B. oleae* είναι το μόνο Dacinae όπου η ανάπτυξη των προνυμφών είναι του λεγόμενου "ανταγωνιστικού τύπου" ("contest type"). Αυτό σημαίνει πως συνήθως μόνο μία από τις προνύμφες του ίδιου καρπού θα ολοκληρώσει την ανάπτυξή της και οι υπόλοιπες θα πεθάνουν.

Από τους παράγοντες του περιβάλλοντος, μεγάλο ρόλο στην ανάπτυξη και επιβίωση του εντόμου έχουν η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία. Ανάλογα με την επικρατούσα θερμοκρασία, η διάρκεια ανάπτυξης των ανηλίκων σταδίων και, κατά συνέπεια, η διάρκεια όλου του βιολογικού κύκλου, μπορεί να ποικίλει πολύ .

Η διάρκεια του προνυμφικού σταδίου κυμαίνεται από 37,1 ημέρες στους 12,5 °C ως 9,2 ημέρες στους 30 °C. Ο βέλτιστος ρυθμός ανάπτυξης βρίσκεται ανάμεσα στους 25 °C και 27,5 °C και η κάτω ουδός ανάπτυξης ανάμεσα στους 6 °C και 12,5 °C

στο πεδίο (Tsitsipis 1980), η ανάπτυξη των προνυμφών επηρεάζεται επίσης και από το βαθμό ωριμότητας του καρπού, όντας συντομότερη κατά κάποιες ημέρες στους καρπούς προχωρημένης ωριμότητας.

Η νύμφη απαιτεί για την ανάπτυξή της στο εργαστήριο, από 48,6 ημέρες στους 12,5 °C έως 9,3 ημέρες στους 30 °C. η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξή του είναι ανάμεσα στους 25 °C και 27,5 °C, η κάτω ουδός ανάπτυξης βρίσκεται ανάμεσα στους 6 °C με 10 °C και η άνω ανάμεσα στους 31 °C και 36 °C (Tsitsipis 1977, 1980).

Κατά την διάρκεια του Χειμώνα, η μειωμένη διαθεσιμότητα καρπών, οι χαμηλές θερμοκρασίες και οι αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. ισχυροί άνεμοι) αποτελούν τους κυριότερους περιοριστικούς παράγοντες του εντόμου. Ο πληθυσμός του εντόμου αυτή την περίοδο αποτελείται κυρίως από βομβύκια στο έδαφος και λιγότερο από ανήλικα στον καρπό και ενήλικα, που μπορεί να επιβιώσουν ως την ερχόμενη Άνοιξη αν οι συνθήκες δεν είναι πολύ δύσκολες. Οι νύμφες στο έδαφος αντιμετωπίζουν υψηλή θνησιμότητα (50-90%) λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, της υψηλής εδαφικής υγρασίας που δημιουργεί συνθήκες ανοξίας, και της δράσης θηρευτών (Bigler 1982, Karatos & Fletcher 1986).

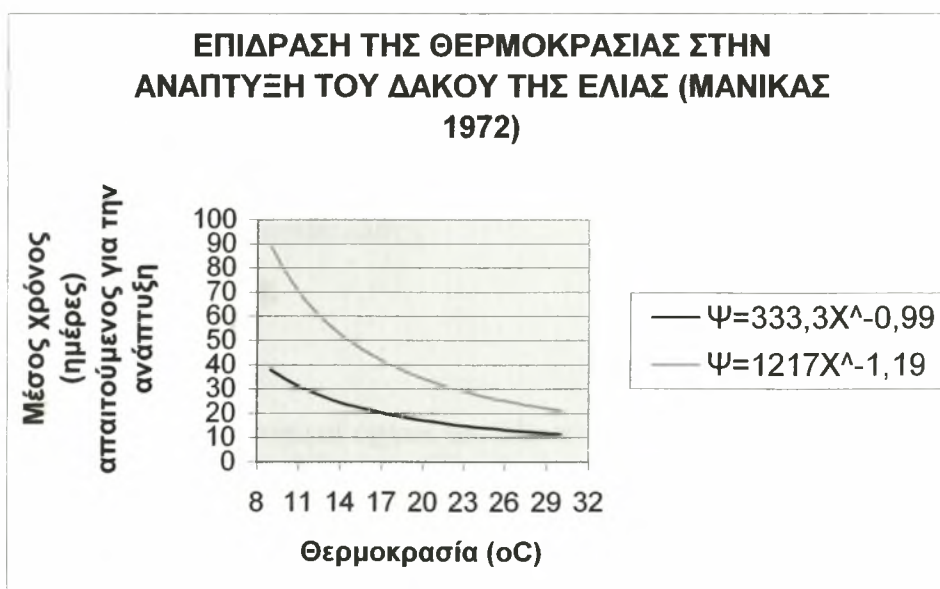
Το Καλοκαίρι ο σημαντικότερος περιοριστικός παράγοντας είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, ιδιαίτερα όταν συνδυάζονται με χαμηλή σχετική υγρασία (Orphanidis & Karayannis 1958, Martelli 1963, Delrio 1978, Pucci et al. 1982, Michelakis & Neuenschwander 1984, Karatos & Fletcher 1984, Karatos & Fletcher 1986). Θνησιγόνες επιπτώσεις αρχίζουν να παρατηρούνται από τους 30°C (Tsitsipis 1980). Οι παραπάνω συνθήκες επιδρούν και έμμεσα στους πληθυσμούς του εντόμου, καθώς ο καρπός της ελιάς συρρικνώνεται, αφυδατώνεται και γίνεται ακατάλληλος για να συντηρήσει τα ανήλικα στάδια.

Η αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία γενικά ευνοεί το έντομο άμεσα και έμμεσα. Άμεσα γιατί μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις ενός θερμικού στρες κατά τη θερμή περίοδο και έμμεσα, γιατί συμβάλλει στο να αυξηθούν οι καρποί σε μέγεθος και να καταστούν περισσότερο ευπρόσβλητοι, αλλά και γιατί προκαλεί την εκροή μελιτώματος από τα ελαιόδεντρα και άλλα φυτά, από το οποίο διατρέφονται τα ενήλικα.

Από τον Αύγουστο ως τον Οκτώβριο οι προνύμφες του δάκου προσβάλλονται σε ένα αυξημένο ποσοστό από ορισμένα παρασιτοειδή Υμενόπτερα.. Παρ' όλο που έχει αναφερθεί και παρασιτισμός της τάξης του 80% (Delrio 1978), η

θησιμότητα που προκαλείται από αυτά είναι γενικά περιορισμένη. Στην Κέρκυρα, κατά το 1976-77 και 1977-78 το μέσο ποσοστό παρασιτισμού των προνυμφών ήταν 11,1% (Karatos & Fletcher 1986). Τα ποσοστά αυτά δεν είναι ικανά να προκαλέσουν μακροπρόθεσμες μειώσεις στους πληθυσμούς του δάκου (Pappas et al. 1977). Επιπλέον, οι πληθυσμοί των παρασιτοειδών από τα μέσα του Οκτωβρίου και έπειτα παρουσιάζουν συνήθως μια κάμψη παρά τη διατήρηση του ξενιστή τους σε υψηλά επίπεδα. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη εναλλακτικών ξενιστών και στη σταδιακή ελάττωση της δραστηριότητάς τους λόγω της πτώσης της θερμοκρασίας (Karatos & Fletcher 1986).

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι ο ετήσιος κύκλος του δάκου της ελιάς θα έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά σε περιοχές όπου οι παραπάνω ρυθμιστικοί παράγοντες διαφέρουν. Για παράδειγμα, σε ότι αφορά την εμφάνιση του εντόμου σε μία μεγάλη κλίμακα, θα αναφερθεί ότι στις βόρειες περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου (Γαλλία, Γιουγκοσλαβία κ.ά.) η εξέλιξη των πληθυσμών του δάκου διακόπτεται κυρίως από τις αντίξοες συνθήκες του Χειμώνα, στις νότιες περιοχές (π.χ. Β. Αφρική, Λίβανος, Συρία) διακόπτεται από το θερμό και ξηρό Καλοκαίρι, ενώ στις ενδιάμεσες (Ιταλία, Ελλάδα) επηρεάζεται και από τις δύο περιόδους (Κατσόγιαννος 1992). Στο Σχήμα 1, φαίνονται οι μέρες που απαιτούνται για να ολοκληρώσει το έντομο την ανάπτυξή του σε σχέση με την θερμοκρασία.



Σχήμα 1. Επίδραση της θερμοκρασίας στην ανάπτυξη του δάκου της ελιάς.

Και εντός της χώρας μας όμως η εμφάνιση του εντόμου ημερολογιακά και ο αριθμός των γενιών που μπορούν να αναπτυχθούν διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή.

3.5 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ - ΔΙΑΣΠΟΡΑ

Οι μετακινήσεις του ενήλικου του δάκου της ελιάς δεν είναι τόσο εκτεταμένες όσο των πολυφάγων τροπικών συγγενικών του *Dacinae*. Παρ' όλα αυτά θεωρείται ότι έχει καλή ικανότητα πτήσης, καθώς έχουν καταγραφεί αποστάσεις ως και 10 km (Economidou et al. 1978). Οι μετακινήσεις του μπορούν να διακριθούν σε μικρής κλίμακας, μέσα στην κόμη του δέντρου και το εσωτερικό του ελαιώνα για αναζήτηση κατάλληλου καρπού, τροφής και συντρόφου, και μεγάλης κλίμακας μαζικές μετακινήσεις λόγω της παρεννιαυτοφορίας του ελαιόδέντρου (πλήρης καρποφορία κάθε δεύτερη χρονιά). Οι τελευταίες πραγματοποιούνται όταν την Άνοιξη, σε μία περιοχή που είχε καλή παραγωγή καρπού, εξέλθουν μεγάλοι αριθμοί ενηλίκων. Τη νέα περίοδο σε αυτή την περιοχή δεν θα υπάρχουν διαθέσιμοι καρποί για ωοαπόθεση, οπότε τα έντομα πετούν σε αναζήτηση άλλης. Οι Fletcher & Karatos το 1977 και το 1979 για να μελετήσουν αυτόν τον τύπο μετακινήσεων πραγματοποίησαν στην Κέρκυρα δύο δοκιμές (βλ.: Fletcher & Karatos 1981). Στην πρώτη έγινε μαζική ελευθέρωση ενηλίκων σε μία περιοχή όπου η καρποφορία των δέντρων ήταν μηδενική, και τα έντομα επέδειξαν μία μέση διασπορά 400 μέτρων σε διάστημα μίας εβδομάδας. Στη δεύτερη περίπτωση τα έντομα ελευθερώθηκαν σε περιοχή όπου το 30% των δέντρων έφερε καρπό, και είχαν μέση διασπορά 180 μέτρα στο ίδιο διάστημα. Η έλλειψη καρπού μπορεί επίσης να οδηγήσει τα έντομα σε διαφορετικές από πεδινές περιοχές προς περιοχές ημιορεινές και το αντίστροφο (Delrio 1978), οι ελιές των οποίων, λόγω διαφορετικών κλιματικών συνθηκών, ωριμάζουν σε διαφορετικές περιόδους (στις ημιορεινές περιοχές η ωρίμανση είναι οψιμότερη, ενώ υπάρχουν και περισσότερες άγριες ελιές).

3.6. ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ

Οι σημαντικότεροι φυσικοί εχθροί του δάκου είναι ορισμένα υμενόπτερα που παρασιτούν στις προνύμφες του. Τα κυριότερα είναι τα *Opius concolor* Szepi. (Braconidae), *Eupelmus urozonus* Dalm. και *Eupelmus martellii* Masi (Eupelmidae), *Pnigalio mediterraneus* Ferr and Del. (Eulophidae), *Eurytoma martellii* Dom. (Eurytomidae) και *Cyrtoptyx latipes* Rond (Pteromalidae). Τα αυγά προσβάλλονται από το *Prolasioptera berlesiana* Paoli (Cecidomyiidae). Θηρευτές αποτελούν και άλλα, μη εξειδικευμένα έντομα, όπως μυρμηγκια, Δερματόπτερα, ορισμένα

Carabidae και Staphylinidae, και άλλα ζώα όπως πουλιά και διάφορα Scolopendridae και Lithobiidae, που επιτίθενται κυρίως στα βομβύκια στο έδαφος (Katsoyiannos 1992). Τα ποσοστά παρασιτισμού από τα προαναφερθέντα υμενόπτερα είναι συνήθως σχετικά χαμηλά, έχουν όμως καταγραφεί σε περιοχές της Ελλάδας και Ιταλίας και προσβολές της τάξης του 80-95% από κάποια Eupelmidae στα τέλη του Καλοκαιριού (Fletcher 1987). Από τους υπόλοιπους θηρευτές, τα μυρμήγκια έχουν βρεθεί να περιορίζουν σημαντικά τους πληθυσμούς του εντόμου στο έδαφος (Bigler 1982).

3.7. ΠΡΟΣΒΟΛΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΚΑΡΠΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΚΑΛΟΥΜΕΝΗ ΖΗΜΙΑ

Μετά τη σύζευξη, τα θηλυκά, όταν βρουν κατάλληλους καρπούς, αρχίζουν την εναπόθεση των αυγών. Στον ορισμό της καταλληλότητας ενός καρπού για ωοαπόθεση συμμετέχει ένας μεγάλος αριθμός παραμέτρων. Ο καρπός θα πρέπει να βρίσκεται κοντά στην ωρίμανση, το χρώμα του από βαθύ πράσινο να έχει γίνει πράσινο ανοικτό. Η καταλληλότητα θα κριθεί από το έντομο και συγκριτικά, δέντρα που αρδεύονται και ο καρπός τους έχει αναπτυχθεί περισσότερο, ή που ανήκουν σε ποικιλίες με μεγαλύτερους καρπούς θα προσβληθούν πρώτα. Εκτός από την οπτική πληροφορία, το έντομο βασίζεται και σε ερεθίσματα οσφρητικά και γευστικά. Έχει βρεθεί πως οι καρποί της ελιάς σε διάφορες φάσεις της ανάπτυξής τους εκκρίνουν έναν αριθμό ελκυστικών ή αποτρεπτικών (Girolami et al. 1981) για την ωοαπόθεση πτητικών ουσιών. Ανάλογες ελκυστικές ουσίες έχουν βρεθεί να περιέχονται και σε εκχυλίσματα φύλλων. Επίσης, στην επιφάνεια καρπών που είχαν τις κατάλληλες προδιαγραφές για ωοαπόθεση διαπιστώθηκε η ύπαρξη μη-πτητικών, κηρωδών ουσιών, που περιείχαν ελκυστικές ενώσεις.

Τα θηλυκά προτιμούν να γεννούν σε καρπούς ανέπαφους, όπου δεν έχει γεννήσει άλλο θηλυκό, σε περιόδους όμως μεγάλης προσβολής ή μικρής παραγωγής, κάθε καρπός μπορεί να φέρει και περισσότερα αυγά. Η εναπόθεση ενός αυγού πραγματοποιείται μέσω διαφόρων φάσεων και διαρκεί περίπου τρία λεπτά. Το έντομο διπλώνει αρχικά την κοιλία του κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο ωοθέτης να λάβει θέση κάθετη προς την επιφάνεια του καρπού, κάνει δοκιμές ώστε να διαλέξει το κατάλληλο σημείο και στη συνέχεια τρυπά το επικάρπιο. Έπειτα μετατοπίζεται ελαφρά προς τα πίσω για να βυθίσει τον ωοθέτη λοξά στο επικάρπιο. Πριν αποθέσει το αυγό φέρνει τα στοματικά του μόρια στο σημείο της οπής και πραγματοποιεί το λεγόμενο "φίλημα της πληγής", κατά το οποίο μεταδίδει το βακτήριο του καρκίνου

της ελιάς (*Pseudomonas savastanoi* Stevens), το οποίο εμποδίζει την επούλωση της πληγής. Αφού αποθέσει το αυγό και πριν αφήσει τον καρπό, το θηλυκό με τον ωοθέτη του απλώνει στην επιφάνεια του καρπού τους χυμούς που βγαίνουν από την πληγή. Αυτή η "σήμανση" δρα αποτρεπτικά για άλλα θηλυκά που πιθανώς θα έρθουν να γεννήσουν στον ίδιο καρπό. Και τα προνυμφικά στάδια στον καρπό, όμως, έχουν αποτρεπτική δράση για άλλα θηλυκά που έρχονται να γεννήσουν στον προσβεβλημένο καρπό. Έχει προταθεί ότι αυτό οφείλεται σε κάποιες λιποδιαλυτές πτητικές ουσίες που εκκρίνουν οι ιστοί του καρπού όταν αρχίσουν να καταναλώνονται ως τροφή της προνύμφης (Girolami et al. 1981).

Μετά από επώαση 2-6 ημερών, ανάλογα με την θερμοκρασία (Tsitsipis 1977), από το αυγό εξέρχεται η προνύμφη πρώτου σταδίου η οποία αρχίζει να σκάβει ακανόνιστες στοές, στην αρχή επιφανειακές και αργότερα βαθύτερες και με μεγαλύτερη διάμετρο καθώς υφίσταται τις εκδύσεις και μεγαλώνει σε μέγεθος. Όταν φτάσει το μήκος των 5 mm περίπου και πλησιάζει τη συμπλήρωση της ανάπτυξής της, επανέρχεται προς την επιφάνεια και ανοίγει ένα είδος θαλαμίσκου, πάνω από το οποίο έχει αφήσει ανέπαφο μόνο το επικάρπιο. Όταν ολοκληρωθεί ο σχηματισμός αυτού του θαλαμίσκου, η προνύμφη τρίτου σταδίου νυμφώνεται. Από το βομβύκιο απελευθερώνεται, τέλος, το ενήλικο, το οποίο σπάζει το επικάρπιο και εγκαταλείπει τον καρπό.

Οι προσβεβλημένες ελιές αναγνωρίζονται μετά από την πάροδο μόλις 4-5 ωρών από την εναπόθεση του αυγού. Στη θέση του νύγματος εμφανίζεται μια μικρή, καστανωπή, γραμμική κηλίδα. Κάτω από αυτή σχηματίζεται μία πράσινη κηλίδα βαθύτερου χρώματος. Εάν στον καρπό υπάρχει προνύμφη το χρώμα του είναι βαθύτερο, οι υπερκείμενοι των στοών ιστοί εμφανίζονται με αυλακώσεις, χαλαροί και βυθισμένοι, ενώ μπορεί και ολόκληρος ο καρπός να παραμορφωθεί και να καταστραφεί. Εάν το ακμαίο έχει ήδη εξέλθει, η οπή της εξόδου διακρίνεται ευχερώς.

Η προκαλούμενη ζημιά από τον δάκο ποικίλλει αισθητά από έτος σε έτος, διακρίνεται δε σε ζημιά ποσοτικής και ποιοτικής φύσης. Κάθε προνύμφη για να συμπληρώσει την ανάπτυξή της καταναλώνει από το 1/5 ως το 1/4 του μεσοκαρπίου ενός μέσου μεγέθους καρπού. Η απώλεια βάρους θα είναι ακόμα πιο σημαντική αν ο καρπός έχει προσβληθεί από περισσότερες της μίας προνύμφες. Επιπλέον, εάν η περίοδος είναι ξηρή, οι ιστοί του καρπού ξεραινόνται και συρρικνώνονται κατά τρόπο που από την ελιά απομένει μόνο ο πυρήνας περιβαλλόμενος από το επικάρπιο. Η

ποιοτική υποβάθμιση οφείλεται στη ρύπανση από τα περιττώματα της προνύμφης και στις σήψεις και τις προσβολές μυκήτων που ακολουθούν, ιδιαίτερα όταν επικρατούν υγρές καιρικές συνθήκες (π.χ. δημιουργία "ξεροβούλας" από το *M. (Phoma) dalmatica*). Εξάλλου, όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο σχετικά με τις ασθένειες του ελαιοδέντρου, την προσβολή του δάκου ακολουθεί συχνά προσβολή από την κηκιδόμυγα *P. berlesiana*, η οποία εγκαθιστά ως τροφή το μύκητα *Sphaeropsis dalmatica* (Thum.) Gigante με δραματικές συνέπειες για τον καρπό, ο οποίος τελικά πέφτει. Η προσβολή, τέλος, από το δάκο έχει ως αποτέλεσμα την πρόωρη πτώση του καρπού, σε περιόδους που η περιεκτικότητά του σε λάδι είναι ακόμα μικρή.

Το λάδι που βγαίνει από ελιές προσβεβλημένες από το δάκο είναι υποβαθμισμένης ποιότητας, αυξημένης οξύτητας (από 7°-8° μέχρι 15°-20° στις σοβαρές περιπτώσεις) και έχει οσμή χώματος (Neuenschwander & Michelakis 1978). Οι μεγάλοι καρποί που προορίζονται για επιτραπέζια χρήση καταστρέφονται ως προϊόν και δεν είναι δυνατόν να διατεθούν στην αγορά.

Οι απώλειες, που ο δάκος προκαλεί στην παραγωγή, ποικίλουν πολύ από χρονιά σε χρονιά και από περιοχή σε περιοχή, είναι δε μεγαλύτερες στις αναπτυσσόμενες χώρες, για παράδειγμα αυτές της Β. Αφρικής, όπου δεν εφαρμόζονται προγράμματα μαζικής καταπολέμησης. Στην Ελλάδα η εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων, υπό κρατικό έλεγχο και συντονισμό, κρατάει τις ετήσιες απώλειες κάτω από το 5%. Χωρίς εντομοκτόνες επεμβάσεις, οι απώλειες μπορούν να φτάσουν το 30%-40% της παραγωγής (Katsoyiannos 1992). Στη Γιουγκοσλαβία αυτές υπολογίζονται περίπου στο 30% της παραγωγής, στη Συρία στο 25%, στη Λιβύη στο 50% (Rice 2000) και στη Σαρδηνία (Ιταλία) στο 19% κατά μέσο όρο.

4. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Ο δάκος της ελιάς σύμφωνα με την κατάταξη των φυτοφάγων εντόμων και ακάρεων (Τζανακάκης 1995), αποτελεί «χρόνιο εχθρό» για την ελαιοκαλλιέργεια. Αυτό σημαίνει ότι το Όριο Ανεκτής Πυκνότητας των πληθυσμών του, συνήθως βρίσκεται λίγο πάνω από τη Γενική Θέση Ισορροπίας τους, οπότε χρειάζονται τακτικές επεμβάσεις καταπολέμησης, όταν οι πληθυσμοί βρεθούν σε αυξητική πορεία, για να είναι δυνατή η παραγωγή λαδιού και επιτραπέζιας ελιάς αποδεκτής ποιότητας.

4.1. ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ

Η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου γίνεται με τη χρήση παγίδων τύπου McPhail. Για το χημικό έλεγχο του δάκου στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται διάφορα οργανοφωσφορικά σκευάσματα δραστικών ουσιών dimethoate και fenthion. Τα εντομοκτόνα αυτά χρησιμοποιούνται για περισσότερο από 20 έτη, με το fenthion να εφαρμόζεται μέχρι την 31 Αυγούστου κάθε περιόδου καθώς είναι λιποδιαλυτό, ενώ το dimethoate, ως υδατοδιαλυτό, εφαρμόζεται από την 1η Σεπτεμβρίου. Οι εφαρμογές των εντομοκτόνων αυτών είναι είτε προληπτικοί δολωματικοί ψεκασμοί (τροφικά ελκυστικά) ή ψεκασμοί κάλυψης. Οι επεμβάσεις πραγματοποιούνται όταν 5% των ελαιοποιήσιμων ή το 2% των εδώδιμων καρπών έχει προσβληθεί από το έντομο (παρουσία αυγών, προνυμφών, νυμφών ή προνυμφικών στοών) (Karatos et al. 1977). Ικανοποιητικά αποτελέσματα έχει δώσει η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης με παγίδες που περιέχουν φερομόνη, τροφικό ελκυστικό (αμμωνιακό άλας) και εντομοκτόνο αν και σε περιπτώσεις υψηλών πληθυσμών απαιτείται συμπληρωματική χρήση ψεκασμών. Σε προγράμματα βιολογικής καλλιέργειας, η θανάτωση των εντόμων στις παγίδες γίνεται με τη χρήση συνθετικών πυρεθροειδών. Το Ελληνικό Υπουργείο Γεωργίας έχει ξεκινήσει πειράματα αξιολόγησης άλλων εντομοκτόνων ουσιών όπως είναι οι συνθετικές πυρεθρίνες (b-cyfluthrine, z-cypermethrine, b-cypermethrine, deltamethrine) για την μελλοντική αντικατάσταση των οργανοφωσφορικών που χρησιμοποιούνται τις τελευταίες δεκαετίες.

4.2. ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Η χρήση των χημικών εντομοκτόνων, πάντως, εμπεριέχει πολλούς και γνωστούς κινδύνους. Μεταξύ αυτών μπορούν να αναφερθούν: Πρώτον, οικολογικές διαταραχές της σχέσης θηρευτή-θηράματος στο σύστημα, συχνά προς όφελος των εντόμων εχθρών. Δεύτερον, δημιουργία και εξάπλωση της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα. Τρίτον, εξάρσεις πληθυσμών δευτερευόντων εχθρών. Τέταρτον, επιβλαβείς τοξικολογικές επιδράσεις λόγω της μόλυνσης εδάφους, υδάτων και αέρος και την εισαγωγή τους στην τροφική αλυσίδα ως τοξικά υπολείμματα στα ζώα, πτηνά και ψάρια. Και, τέλος, βλαβερές συνέπειες στην υγεία του ανθρώπου, είτε αυτός είναι ο καλλιεργητής είτε ο καταναλωτής (Fletcher and Karatos 1981). Πολλοί από αυτούς

του κινδύνους είναι πια φανεροί όχι μόνο στους επιστήμονες αλλά και στους καλλιεργητές και τους καταναλωτές που απαιτούν καθαρότερο και ασφαλέστερο περιβάλλον καθώς επίσης και ποιότητα τροφίμων. Παράλληλα, τόσο η Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και η κυβέρνηση της Ελλάδας έχει ταχθεί σαφώς υπέρ της μείωσης της χρήσης των χημικών ουσιών που απελευθερώνονται στο περιβάλλον και την αντικατάστασή τους με φιλικότερες προς το περιβάλλον μεθόδους, αρχές που έχουν ξεκάθαρα εκφραστεί στην Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ).

Ως εκ τούτου, είναι φανερή η ανάγκη ελέγχου τόσο των υπολειμμάτων των εντομοκτόνων στη φύση όσο και της έκτασης της ανθεκτικότητας των εντόμων-στόχων. Η μη ορθολογική χρήση των εντομοκτόνων τα τελευταία 20 χρόνια οδήγησε σε μια δραματική αύξηση της ανθεκτικότητας των εντόμων με αποτέλεσμα τα εντομοκτόνα να γίνονται αναποτελεσματικά. Έτσι υπάρχει ένας φαύλος κύκλος με μια συνεχή ανάγκη χρησιμοποίησης όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων εντομοκτόνων για την αντιμετώπιση των όλο και ανθεκτικότερων εντόμων.

5. ENTOMOKTONA

5.1. ΕΙΣΟΔΟΣ - ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ- ΑΠΕΚΚΡΙΣΗ

Όταν ψεκάσουμε, σκονίσουμε, ή με άλλο τρόπο εφαρμόσουμε ένα εντομοκτόνο σε κάποιο χώρο, ένα μέρος του εντομοκτόνου έρχεται σε επαφή με το σώμα του εντόμου, κατά την εφαρμογή. Ένα μέρος αποτίθεται στην επιφάνεια, φυτική ή άλλη, που επιθυμούμε να καλύψουμε και ένα μέρος πηγαίνει εκτός στόχου. Το εκτός στόχου ποσοστό όταν ψεκάσουμε ή σκονίζουμε φυτά, μπορεί να είναι πολύ μεγάλο. Το έντομο, βαδίζοντας, έρποντας ή και απλώς ιστάμενο στην ψεκασθείσα επιφάνεια, δέχεται στο δερμάτιό του εντομοκτόνο και, αν φάει φυτικό ιστό, εισάγει το εντομοκτόνο στον πεπτικό του σωλήνα. Αν το εντομοκτόνο είναι πολύ πτητικό ή σε αέρια κατάσταση, θα μπει στο σώμα του εντόμου κυρίως με τον εισπνεόμενο αέρα. Συνεπώς, τα εντομοκτόνα μπαίνουν στο σώμα του εντόμου, δια του δερματίου (τα πλείστα οργανικά), δια του στόματος ή δια του αναπνευστικού συστήματος. Έχουμε, λοιπόν, απόθεση του εντομοκτόνου (πάνω στο έντομο και στο υπόστρωμα όπου βαδίζει), είσοδό του στο σώμα του εντόμου με μία ή περισσότερες από τις ανωτέρω οδούς, μετακίνησή του μέσα στο σώμα του εντόμου και προσβολή του στόχου, δηλαδή του ευπαθούς στο εντομοκτόνο ιστού ή του ενζύμου, στην οποία προσβολή

οφείλεται η τοξική δράση του. Από την είσοδό του στο σώμα ως την προσβολή του στόχου, ένα ποσοστό του εντομοκτόνου μεταβολίζεται, συνήθως προς λιγότερο τοξικές ή μη τοξικές ουσίες, οι οποίες τελικά απεκκρίνονται. Ορισμένα εντομοκτόνα μεταβολίζονται προς περισσότερο τοξικές ουσίες, δηλαδή ενεργοποιούνται, και αφού προσβάλλουν το στόχο απενεργοποιούνται και απεκκρίνονται. Ορισμένα εντομοκτόνα, που ονομάζονται αθροιστικά, αντί να απεκκρίνονται, συσσωρεύονται στο λιπόσωμα και ορισμένους άλλους ιστούς χωρίς να αποδομηθούν. Η ποσότητα του εντομοκτόνου που εισέρχεται στο σώμα του εντόμου, η ποσότητα που αποτίθεται σε μη ευπαθείς ιστούς, η ποσότητα που αποδομείται και η ποσότητα που απεκκρίνεται στη μονάδα του χρόνου, καθορίζουν την ποσότητα που είναι διαθέσιμη για να προσβάλει το στόχο και να σκοτώσει ή όχι το έντομο.

5.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΩΝ

Τους παράγοντες αυτούς μπορούμε να χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες. Αυτούς που αφορούν ή επηρεάζουν το έντομο ή το φυτό και αυτούς που αφορούν την εντομοκτόνο ή άλλη χημική ουσία. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν η φυλή, το φύλο, η ηλικία, η φυσιολογική κατάσταση, η συμπεριφορά του εντόμου, η επιφάνεια του φυτού, παράγοντες του περιβάλλοντος που τα επηρεάζουν, και η ανάπτυξη αντοχής στα εντομοκτόνα. Στη δεύτερη ανήκουν το σκεύασμα του εντομοκτόνου, ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής του και οι καιρικές συνθήκες.

Φυλή. Ιδιαίτερα σε απομακρυσμένες μεταξύ τους ή απομονωμένες γεωγραφικά περιοχές, σπανιότερα όμως και στην ίδια γεωγραφική περιοχή, υπάρχουν ή μπορεί να υπάρχουν διαφορετικές φυλές ενός είδους εντόμου. Επίσης, με τη χρησιμοποίηση εντομοκτόνων επί σειρά γενεών, είναι δυνατόν να δημιουργηθούν φυλές εντόμων ανθεκτικές (εθισμένες) στα εντομοκτόνα αυτά(βλέπε παρακάτω).

Φύλο. Σε πολλά είδη εντόμων το ένα φύλο είναι ανθεκτικότερο σε ορισμένα εντομοκτόνα από το άλλο. Συχνά το θηλυκό είναι ανθεκτικότερο σε εντομοκτόνα επαφής, λόγω κυρίως του μεγαλύτερου μεγέθους του. Αυτό σημαίνει μεγαλύτερη από το αρσενικό αναλογία μάζας προς επιφάνεια σώματος. Σε όσα έντομα η δραστηριότητα και ο τρόπος βადίσης, πτήσης, ή βρώσης διαφέρουν σε αξιόλογο βαθμό μεταξύ των φύλων, το ένα θα έχει μεγαλύτερη πιθανότητα από το άλλο να πάρει την Α δόση εντομοκτόνου. Σε είδη με διαφορά αντοχής μεταξύ αρσενικού και

θηλυκού, πληθυσμοί που διαφέρουν πολύ στην αναλογία φύλου θα διαφέρουν και στη μέση αντοχή τους στο εντομοκτόνο.

Ηλικία. Η ευπάθεια σε ένα εντομοκτόνο μπορεί να αλλάζει με την ηλικία, σε βαθμό που να επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της εντομοκτόνου επέμβασης. Αυτό είναι ιδιαίτερα αισθητό στα ανήλικα στάδια όπου τα νεαρά άτομα, δηλαδή νεαρές προνύμφες (1ης ή 2ης ηλικίας), είναι ευπαθέστερα από τα πιο αναπτυγμένα (π.χ. 4ης ή 5ης ηλικίας). Ορισμένα εντομοκτόνα, στις συνιστώμενες δόσεις δεν σκοτώνουν παρά τα νεαρά ανήλικα. Είναι λοιπόν σημαντικό να επεμβαίνουμε έγκαιρα, πριν ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού των εντόμων γίνει ανθεκτικό λόγω ηλικίας. Γι' αυτό και σε δοκιμές προσδιορισμού της εντομοτοξικότητας μιας ουσίας είναι απαραίτητο ο πειραματικός μας πληθυσμός να είναι της ίδιας ηλικίας. Η ηλικία επηρεάζει την ευπάθεια στα εντομοκτόνα. Και στο ενήλικο στάδιο, ο δε βαθμός επηρεασμού ποικίλλει με το έντομο, το εντομοκτόνο και άλλους παράγοντες.

Φυσιολογική κατάσταση του εντόμου. Έντομα σε διάπαυση είναι συνήθως πιο ανθεκτικά από έντομά που δεν είναι σε διάπαυση. Έντομα νηστικά μπορεί να διαφέρουν από έντομα χορτάτα, έντομα ασθενικά και μικρά από έντομα καλοθρεμμένα, ζωηρά και μεγαλύτερα, έντομα παρθένα από έντομα γονιμοποιημένα που έχουν αρχίσει να ωοτοκούν, έντομα με άφθονο λιπώδη ιστό από έντομα με λίγο ή χωρίς τέτοιο ιστό. Μια ορισμένη φυσιολογική κατάσταση μπορεί να έχει σχέση και με την ηλικία, συχνά δε επηρεάζει και τη συμπεριφορά του εντόμου, συμπεριφορά που μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει την ποσότητα του εντομοκτόνου που δέχεται το έντομο.

Συμπεριφορά του εντόμου. Εννοούμε εδώ τις συνήθειες του κάθε είδους εντόμου, τη συχνότητα και τις αποστάσεις μετακίνησής του και την κατανομή του πληθυσμού του στο φυτό. Αν ο πληθυσμός του εντόμου δεν μετακινούνταν και ήταν κατανεμημένος ομοιόμορφα σε όλες τις επιφάνειες του φυτού, κάλυψη του 90% της φυτικής επιφάνειας με ένα εντομοκτόνο επαφής θα σκότωνε, θεωρητικά, το 90% του πληθυσμού. Σε μια τέτοια περίπτωση, όπως αναφέρει ο Gould (1991), η θνησιμότητα θα ήταν ανεξάρτητη του είδους της φυτικής επιφάνειας που έμενε αφέκαστη, είτε αυτή ήταν κυρίως οφθαλμοί, καρποί, βλαστοί, άνω ή κάτω επιφάνεια φύλλων. Στα πλείστα όμως είδη εντόμων ο πληθυσμός δεν είναι κατανεμημένος ομοιόμορφα, οπότε σε ορισμένα είδη κάλυψη του 90% της φυτικής επιφάνειας μπορεί να σκοτώσει 0% του πληθυσμού, ή αντίθετα, κάλυψη του 1 % της επιφάνειας (εκείνης όμως όπου βρίσκονται τα έντομα) να σκοτώσει το 100% του πληθυσμού. Εκτός τούτου, τα

πλείστα είδη εντόμων μετακινούνται και υπάρχει πιθανότητα να πάνε σε επιφάνειες (θέσεις) ψεκασμένες με το εντομοκτόνο ή να αποφύγουν τέτοιες επιφάνειες. Συνεπώς, η συμπεριφορά του εντόμου είναι δυνατόν να επηρεάσει σε αξιόλογο βαθμό την αποτελεσματικότητα ενός εντομοκτόνου, όπως και άλλων φυτοπροστατευτικών ουσιών, όπως ελκυστικών, αποτρεπτικών ή τοξινών που παράγουν τα φυτά (Gould, 1991).

Ορισμένα συνθετικά εντομοκτόνα και άλλα φυτοπροστατευτικά, όπως ορισμένα συνθετικά πυρεθροειδή, έχουν και εντομοαποτρεπτική δράση. Η ιδιότητά τους αυτή μπορεί να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα της χημικής καταπολέμησης. Για παράδειγμα, τα ενοχλημένα από το εντομοκτόνο βλαβερά έντομα ή άλλα αρθρόποδα μπορεί να μετακινηθούν έγκαιρα (πριν λάβουν θανατηφόρο δόση) σε θέσεις του φυτού όπου δεν αποτέθηκε εντομοκτόνο και αργότερα, όταν το εντομοκτόνο υπόλειμμα θα έχει μειωθεί σε επίπεδο κάτω του θανατηφόρου, να επανέλθουν σε ευπαθή μέρη του φυτού και να τα βλάψουν. Ορισμένα φυτοφάγα ακάρεα όπως το *Tetranychus urticae*, αλλά και θηρευτικά ακαρεοφάγα ακάρεα, διαπιστώθηκε ότι αποφεύγουν τα πυρεθροειδή (για λεπτομέρειες βλέπε Gould, 1991). Άλλα πάλι εντομοκτόνα, των ίδιων ή άλλων χημικών ομάδων, όχι μόνο επαφής αλλά και διασυστηματικά, είναι αποτρεπτικά βρώσης ή ωοτοκίας φυτοφάγων εντόμων.

Είτε βαδίζει είτε όχι, το έντομο λαμβάνει τα εντομοκτόνα επαφής από την επιφάνεια του φυτού δια του εξωσκελετού του, αλλά και τρώγοντας φυτικούς ιστούς που τα περιέχουν. Ανάλογα με τον αριθμό και τον τύπο των οργάνων βάδισης (θωρακικών ποδιών, ή ψευδοπόδων), αυξημένη βάδιση σε συνδυασμό με μειωμένη βρώση, σε άλλα είδη εντόμων αυξάνει τη λήψη του εντομοκτόνου, άρα τη θανάτωση, και σε άλλα όχι.

Επιφάνεια του φυτού. Επηρεάζει την ποσότητα του εντομοκτόνου που το φυτό συγκρατεί κατά τον ψεκασμό ή την επίπαση. Εξ άλλου, οι κηρώδεις ουσίες της επιφάνειας του φυτού απορροφούν ορισμένη ποσότητα των εντομοκτόνων, δεδομένου ότι τα πλείστα οργανικά εντομοκτόνα είναι λιποδιαλυτά. Συνεπώς, η ποσότητα και το είδος των κηρωδών ουσιών μπορεί να επηρεάσουν τη διαθέσιμη στο έντομο ποσότητα εντομοκτόνου, άρα και το θανατηφόρο αποτέλεσμα.

Περιβάλλον. Η ποιότητα και ποσότητα της διαθέσιμης τροφής, η θερμοκρασία, η εποχή του έτους, η πυκνότητα πληθυσμού του εντόμου και των φυσικών του εχθρών, το είδος της επιφάνειας ή του χώρου όπου βρίσκεται το έντομο και άλλοι

παράγοντες του περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσουν την ευπάθειά του σε ένα ή περισσότερα εντομοκτόνα. Στα πιο πολλά εντομοκτόνα η εντομοτοξικότητα αυξάνει με τη θερμοκρασία. Υπάρχουν όμως και εξαιρέσεις, όπως το DDT.

5.3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΑ

Η επί σειρά γενεών έκθεση σε ένα εντομοκτόνο μπορεί να δημιουργήσει πληθυσμούς ή φυλές ανθεκτικές σε εντομοκτόνα, που δεν καταπολεμούνται με τις δόσεις που αρκούν για ευπαθείς πληθυσμούς.

5.4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ομοιογένεια, η ικανότητα καλής διατήρησης και διασποράς και γενικά η ποιότητα, του εντομοκτόνου σκευάσματος, που εξαρτώνται από το είδος και την ποιότητα των αδρανών και των βοηθητικών ουσιών και τη μέθοδο και τα μέσα παρασκευής του σκευάσματος, μπορεί να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητα ενός εντομοκτόνου. Αν και κατ' ανάγκη, συγκρίνουμε τα σκευάσματα βάσει της περιεκτικότητάς τους σε δραστική ουσία, πρέπει να μην ξεχνούμε ότι η αποτελεσματικότητα εξαρτάται κι από τα άλλα συστατικά που συμβάλλουν στην ποιότητα του σκευάσματος. Οι εταιρίες που παράγουν κατ' αποκλειστικότητα ένα εντομοκτόνο, έχουν συμφέρον και φροντίζουν ώστε τα σκευάσματά του να είναι όσο το δυνατό πιο δραστικά

6. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ – ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΕΣ ΔΟΣΕΙΣ

Όταν δώσουμε ορισμένη ποσότητα (δόση) ενός εντομοκτόνου σε ένα πληθυσμό εντόμων, είναι δυνατόν να διαπιστώσουμε ή όχι κάποιο αποτέλεσμα (σύμπτωμα). Όσο αυξάνουμε τη δόση πέρα από αυτήν που προκαλεί τα πρώτα συμπτώματα, τόσο αυξάνονται σε μέγεθος και σε αριθμό τα συμπτώματα, ώσπου τελικά τα έντομα θα πεθάνουν.

Τοξικότητα είναι η ικανότητα μιας ουσίας να προκαλεί βλάβη σε ένα ζωντανό οργανισμό. Για να προσδιορίσουμε την τοξικότητα ενός εντομοκτόνου για έντομα, μπορούμε να λάβουμε υπόψη μας συμπτώματα όπως η κατάρριψη (knock-down), η παράλυση, η ανάσχεση ανάπτυξης, ο θάνατος.

Ο θάνατος είναι το σύμπτωμα που μας ενδιαφέρει πιο συχνά. Συνεπώς και τα πειράματα σε εργαστήρια για τον προσδιορισμό της εντομοτοξικότητας διάφορων ουσιών, αφορούν συχνότατα τον προσδιορισμό θανατηφόρων δόσεων. Αν με ορισμένη δόση εντομοκτόνου ουσίας πεθαίνουν μόνο λίγα άτομα ενός πληθυσμού, όσο περισσότερο αυξήσουμε τη δόση τόσο περισσότερα άτομα (έντομα) θα πεθάνουν, ώσπου τελικά θα πεθάνουν όλα.

Για να βρούμε θανατηφόρες δόσεις κατασκευάζουμε τις καμπύλες δόσης-θνησιμότητας, βάζοντας την κάθε δόση στον άξονα των X και την αντίστοιχη διορθωμένη θνησιμότητα στον άξονα των Y . Αν οι ομάδες των εντόμων που έλαβαν την κάθε δόση είναι μικρές (π.χ. 10 ατόμων), η γραμμή που θα πάρουμε είναι συνήθως τεθλασμένη. Αν οι ίδιες δόσεις δοθούν σε σχετικά μεγάλες ομάδες ατόμων, παίρνουμε αντί της τεθλασμένης καμπύλη γραμμή. Η καμπύλη αυτή είναι κατά κανόνα σιγμοειδής και ασύμμετρη. Η ασυμμετρία της οφείλεται στο ότι το εύρος της παραλλακτικότητας (ποικιλότητας) είναι πολύ μεγαλύτερο στα ανθεκτικά άτομα του πληθυσμού από ότι στα ευπαθή. Τα ασύμπτωτα της καμπύλης αυτής πλησιάζουν το 0 (μηδέν) αφ' ενός και το 100% αφ' ετέρου της θνησιμότητας. Τα δύο αυτά σημεία είναι δύσκολο να προσδιοριστούν με ακρίβεια, διότι η καμπύλη τα πλησιάζει με πολύ μικρή γωνία και απαιτούν εκτεταμένα πειράματα με πολλά άτομα. Αλλά και η ακρίβειά τους εξαρτάται από λίγα ευπαθή άτομα που σκοτώνονται κοντά στο 0 και λίγα ανθεκτικά που επιζούν κοντά στο 100%. Αντίθετα, η ζώνη της μέσης ανοχής ή αντοχής του πληθυσμού, δηλαδή η δόση που σκοτώνει το 50% του πληθυσμού μπορεί να προσδιοριστεί εύκολα και με ακρίβεια. Η δόση αυτή, που ονομάζεται μέση θανατηφόρος δόση (διεθνώς LD_{50} ή DL_{50} , από τα αρχικά του *dosis letalis*), έχει γίνει διεθνώς δεκτή ως βάση σύγκρισης της σχετικής τοξικότητας ουσιών. Κοντά στη μέση θανατηφόρο δόση έχουμε τη μέγιστη διαφορά αποτελέσματος (θνησιμότητας) με ορισμένη αύξηση της δόσης και, για τα πλείστα των ειδών που δοκιμάστηκαν, την ελάχιστη παραλλακτικότητα λόγω σθένους των ατόμων ενός πληθυσμού. Συνεπώς, η μέση θανατηφόρος δόση θεωρείται το καταλληλότερο για συγκρίσεις σημείο της καμπύλης δόσης θνησιμότητας. Και άλλα όμως σημεία της καμπύλης είναι χρήσιμα για τοξικολογικές μελέτες, όπως Π.χ. το LD_{95} .

Το σχήμα της σιγμοειδούς καμπύλης ποικίλλει με το είδος του ζώου, την τοξική ουσία και άλλους παράγοντες. Αν οι καμπύλες δύο εντομοκτόνων ουσιών για το ίδιο πάντα είδος εντόμου και μάλιστα για τον ίδιο πληθυσμό, έχουν το ίδιο περίπου σχήμα, οι σχετικές τοξικότητές τους μπορεί να συγκριθούν μεταξύ τους σε οποιοδήποτε επίπεδο. Αν π.χ. συγκριθούν οι LD_{50} τους, η ίδια περίπου αναλογία θα ισχύει και για άλλες δόσεις, όπως την LD_{95} , που μας ενδιαφέρουν από άποψη καταπολέμησης των εντόμων. Αν όμως οι καμπύλες δύο εντομοκτόνων διαφέρουν πολύ στο σχήμα, συγκρίσεις με βάση την LD_{50} , ή οποιαδήποτε άλλη θανατηφόρο δόση, δεν ισχύουν για άλλες δόσεις.

Η ασύμμετρη καμπύλη δόσης-θνησιμότητας μπορεί να γίνει συμμετρική αν η κλίμακα των δόσεων (τετμημένη) γίνει λογαριθμική. Αυτό συμβαίνει διότι η αύξηση της θνησιμότητας είναι ανάλογη με το λογάριθμο της δόσης της τοξικής ουσίας. Στη συνέχεια, η καμπύλη μπορεί να γίνει ευθεία (εκτός από τις άκρες της) αν η κλίμακα θνησιμότητας (τεταγμένη) από αριθμητική μετατραπεί σε κλίμακα μονάδων probits. Κάθε μονάδα probit αντιστοιχεί σε μία τυπική απόκλιση. Συνεπώς, αν βάλουμε τα αποτελέσματα των σχετικών βιοδοκιμών μας σε ειδικά χαραγμένο χαρτί λογαριθμικό μονάδων probits (log-probit paper) ή για μεγαλύτερη ακόμα διευκόλυνσή μας, σε κλίμακα ποσοστών (%) του πληθυσμού που αντιστοιχούν σε μονάδες probits, μετατρέπουμε την καμπύλη σε ευθεία. Η ευθύγραμμη παρουσίαση της καμπύλης διευκολύνει πολύ την περαιτέρω εργασία και διάφορες συγκρίσεις. Οι μονάδες probits μπαίνουν στην κλίμακα και η τιμή 5 να αντιστοιχεί σε θνησιμότητα 50%. Οι μονάδες probits βρίσκονται από πίνακες.

Εργαζόμαστε στο εργαστήριο (όχι στο ύπαιθρο), σε κατά το δυνατόν σταθερές συνθήκες, ιδιαίτερα θερμοκρασίας, και χρησιμοποιούμε πληθυσμούς από εργαστηριακή εκτροφή του εντόμου με άτομα της ίδιας ηλικίας. Ο πληθυσμός χωρίζεται σε ομάδες, συνήθως των 25 ή 100 ατόμων και κάθε ομάδα δέχεται διαφορετική δόση του εντομοκτόνου, χωρίς να παραλείπεται ο μάρτυρας (δόση μηδέν). Το εντομοκτόνο μπορεί να χορηγηθεί με ποικίλους τρόπους, ανάλογα με το σκοπό της βιοδοκμής και το είδος του εντόμου.

Συνηθισμένοι τρόποι χορήγησης εντομοκτόνων για σύγκριση τοξικότητας είναι: 1) η λεγόμενη τοπική εφαρμογή (topical application), όπου η ουσία αυτούσια ή με κάποιο κατάλληλο οργανικό διαλύτη τοποθετείται σε σημείο του δερματίου του κάθε εντόμου, 2) η ένεση, 3) η κατάποση, 4) η εμβάπτιση σε διάλυμα, ή γαλάκτωμα του εντομοκτόνου, 5) ο ψεκασμός, 6) η προσθήκη στην τροφή του εντόμου, 7) η

βάδιση ή η διατήρηση του εντόμου σε ψεκασμένη επιφάνεια, 8) η έκθεσή του σε κλειστό χώρο όπου διοχετεύεται αέριο εντομοκτόνο. Για εντομοκτόνα επαφής που σε συνηθισμένες συνθήκες θερμοκρασίας είναι στερεά ή υγρά, η ένεση και η τοπική εφαρμογή δίνουν τα καλύτερα στοιχεία για κατασκευή καμπυλών δόσης-θνησιμότητας. Η ομοιογένεια των πειραματικών στοιχείων που παίρνουμε εξαρτάται πολύ από τη μέθοδο χορήγησης της τοξικής ουσίας και από την ομοιογένεια του πληθυσμού των εντόμων που χρησιμοποιούμε. Στις περιπτώσεις (4), (6) και (7) ανωτέρω, ο χρόνος έκθεσης στο εντομοκτόνο μπορεί να είναι από λίγα λεπτά ως λίγες ώρες, ανάλογα με το είδος του εντόμου και τη μέθοδο που ακολουθεί το κάθε εργαστήριο. Η θνησιμότητα όμως θα μετρηθεί κατά κανόνα μετά από 24 ώρες και σε ορισμένες περιπτώσεις μετά από 48 ώρες. Τη θνησιμότητα με κάθε δόση εντομοκτόνου διορθώνουμε με βάση τη θνησιμότητα του μάρτυρα, χρησιμοποιώντας τον τύπο των Tattersfield και Morris (1924), που είναι πιο γνωστός ως τύπος του Abbot (1925):

M-E

$$\Delta.\theta.\% = \frac{M - E}{M} \cdot 100$$

M

όπου: **Δ.θ.** = διορθωμένη θνησιμότητα

M = άτομα που επιζούν στο μάρτυρα

E = άτομα που επιζούν σε κάποια δόση εντομοκτόνου

Σε χαρτί log-probit βάζουμε τις διορθωμένες θνησιμότητες που αντιστοιχούν σε κάθε δόση του εντομοκτόνου. Αν τα σημεία βρίσκονται περίπου σε ευθεία, χαράσσουμε την ευθεία «με το μάτι». Τη θέση της ευθείας μπορούμε να διορθώσουμε με ειδικούς στατιστικούς υπολογισμούς. Για τη χάραξη της ευθείας λαμβάνουμε υπόψη τη ζώνη θνησιμότητας μεταξύ 15% και 85% (σπανιότερα 10-90%), αγνοώντας τις ακραίες τιμές. Επίσης, για λόγους ευνόητους, επαναλαμβάνουμε τη βιοδοκιμή. Αν οι δύο καμπύλες δεν διαφέρουν πολύ σε απόσταση μεταξύ τους και σε κλίση, λαμβάνουμε υπόψη τη μία απ' αυτές. Αν πάλι, οι αποκλίσεις ορισμένων σημείων είναι τόσο μεγάλες ώστε να δημιουργούν αμφιβολίες για τη σωστή θέση της ευθείας, αυτό σημαίνει πιθανότατα ότι ο πληθυσμός των εντόμων μας δεν είναι αρκετά ομοιογενής και πρέπει να επαναλάβουμε την εργασία με ομοιογενέστερο πληθυσμό.

Αφού χαράξουμε την ευθεία μας (καμπύλη δόσης-θνησιμότητας) είναι εύκολο να βρούμε την LD_{50} (δόση που αντιστοιχεί σε θνησιμότητα 50%), την LD_{90} την LD_{95} ή άλλη θανατηφόρο δόση.

Συνεπώς, όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία κλίσης της καμπύλης, τόσο καταλληλότερος είναι ο πληθυσμός μας για τη μέτρηση με ακρίβεια μικρών διαφορών δόσης του εντομοκτόνου αυτού. Η LD_{50} , αλλά και το σχήμα της καμπύλης δόσης-θνησιμότητας αλλάζουν όταν αλλάζει ο τρόπος χορήγησης του εντομοκτόνου στα έντομα.

Η θανατηφόρος δόση (μέση ή οποιαδήποτε άλλη) εκφράζεται σε μέρη (δραστικής ουσίας) ανά εκατομμύριο μερών ζώντος βάρους του πειραματόζωου (εντόμου, θηλαστικού, ή άλλου ζώου). Για τα έντομα εκφράζεται συνήθως σε γ/g και για τα θηλαστικά σε mg/kg . Επειδή τα έντομα του ίδιου σταδίου δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους σε μέγεθος και βάρος, στην πράξη συχνά η LD_{50} εκφράζεται και σε γ ή ng ανά έντομο. Επίσης σε συγκρίσεις τοξικότητας χρησιμοποιείται και η συγκέντρωση (όχι δόση) της τοξικής ουσίας στο υγρό όπου εμβαπτίζονται τα έντομα ή που θα φάνε τα έντομα, οπότε η τοξικότητα μετριέται με την LC_{50} (lethal concentration) κ.ο.κ.

Εκτός από τον προσδιορισμό της τοξικότητας, οι καμπύλες δόσης-θνησιμότητας βοηθούν στον προσδιορισμό της ανθεκτικότητας ενός πληθυσμού εντόμων σε ένα εντομοκτόνο και στον προσδιορισμό υπολειμμάτων των εντομοκτόνων σε διάφορα γεωργικά προϊόντα ή άλλα υλικά.

6.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ

Πολλά είναι τα πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρει η χρήση των εντομοκτόνων με κυριότερο την μεγάλη αποτελεσματικότητά τους. Χωρίς τη χρησιμοποίηση εντομοκτόνων ουσιών, οι ζημιές στην υγεία και την οικονομία του ανθρώπου και οι στερήσεις του θα ήταν τεράστιες. Ο ρόλος των εντομοκτόνων στην πρόληψη ασθενειών του ανθρώπου όπως, η ελονοσία, ο κίτρινος πυρετός, ο επιδημικός τύφος, η βουβωνική πανούκλα, η χολέρα, η δυσεντερία και άλλες, με την καταπολέμηση των εντόμων-φορέων των ασθενειών αυτών ήταν και είναι ανεκτίμητης αξίας. Υπολογίζεται ότι μόνο το DDT έσωσε τη ζωή 5 εκατομμυρίων

ανθρώπων και εμπόδισε την εκδήλωση σοβαρών ασθενειών σε 100 εκατομμύρια άτομα σ' όλο τον κόσμο από το 1942, που πρωτοχρησιμοποιήθηκε ως το 1959.

Ο προοδευμένος αγρότης χρησιμοποιεί σήμερα και βιολογικές μεθόδους, ανθεκτικές στα έντομα ποικιλίες φυτών και άλλα καλλιεργητικά μέτρα καταπολέμησης των εντόμων που ζημιώνουν την παραγωγή του. Οι μέθοδοι όμως και τα μέτρα αυτά δεν μπορούν, στις πιο πολλές περιπτώσεις, μόνα τους, να εξασφαλίσουν ικανοποιητικά την παραγωγή. Για να ικανοποιήσει δε ένα καταναλωτικό κοινό, που γίνεται όλο και πιο απαιτητικό, αναγκάζεται ο αγρότης να χρησιμοποιεί εντομοκτόνα και μάλιστα συχνά.

Άλλο πλεονέκτημα της καταπολέμησης με εντομοκτόνα είναι ότι το αποτέλεσμα επιτυγχάνεται σε μικρό χρονικό διάστημα από την εφαρμογή του εντομοκτόνου, συνήθως μέσα σε λίγες ώρες και σε μερικές περιπτώσεις μέσα σε λίγα λεπτά. Υπάρχουν όμως και εξαιρέσεις, όπου η θανάτωση των εντόμων απαιτεί λίγες μέρες ή (στο έδαφος) και περισσότερες μέρες. Για να καταπολεμηθούν κατσαρίδες με βορικό οξύ, απαιτούνται τουλάχιστον λίγες εβδομάδες. Συχνά, η βρώση του εντόμου, συνεπώς και η βλάβη που προκαλεί, σταματά αρκετά προτού το έντομο θανατωθεί. Η χρησιμοποίηση χημικών ουσιών που δεν είναι εντομοκτόνες, δεν έχει πάντα τα πλεονεκτήματα της γρήγορης καταπολέμησης.

6.2. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ

Τα μειονεκτήματα της καταπολέμησης με εντομοκτόνα είναι και πολλά και σοβαρά. Γι' αυτό η εφαρμογή της πρέπει να γίνεται με σύνεση, ώστε να περιορίζονται στο ελάχιστο δυνατόν. Ανάμεσα στα μειονεκτήματα είναι η δημιουργία φυλών βλαβερών εντόμων ανθεκτικών στα εντομοκτόνα, ο κίνδυνος για τον άνθρωπο από το χειρισμό των τοξικών αυτών ουσιών και από την κατανάλωση προϊόντων με ανεπίτρεπτα υπολείμμά τους, ο κίνδυνος για ωφέλιμα έντομα και άλλα αρθρόποδα (μέλισσες, ωφέλιμα εντομοφάγα έντομα κ.ά.), ο κίνδυνος για τα-καλλιεργούμενα ή άλλα φυτά, η ρύπανση του περιβάλλοντος εν γένει, η αλλοίωση της οσμής ή γεύσης ορισμένων γεωργικών προϊόντων, και η μείωση της αποτελεσματικότητας της καταπολέμησης από ορισμένες καιρικές συνθήκες. Τα πλείστα μειονεκτήματα αναλύονται παρακάτω.

Ορισμένα ακαρεοκτόνα, εντομοκτόνα, νηματωδοκτόνα και άλλα γεωργικά φάρμακα, στις συνιστώμενες δόσεις, αφήνουν σε ορισμένα εμπορεύσιμα γεωργικά προϊόντα ανεπιθύμητη οσμή ή γεύση. Σε ορισμένα τρόφιμα η ανεπιθύμητη αυτή γεύση ή οσμή διατηρείται ή εμφανίζεται λιγότερο, εξ ίσου, ή περισσότερο έντονη μετά την αποθήκευση ή την κονσερβοποίηση ή άλλη επεξεργασία του προϊόντος και σε μερικές περιπτώσεις και μετά το μαγείρεμα. Η ανεπιθύμητη γεύση ή οσμή μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τις πωλήσεις ενός προϊόντος, ιδιαίτερα δε σε απαιτητικές αγορές ή και να φτάσει σε απόρριψη του προϊόντος. Σοβαρές εταιρείες ή οργανισμοί αγοράς και διάθεσης νωπών ή κατεργασμένων γεωργικών προϊόντων, συχνά απαγορεύουν στους συμβεβλημένους μ' αυτούς αγρότες τη χρησιμοποίηση στα φυτά συγκεκριμένων ουσιών που επηρεάζουν δυσμενώς τη γεύση ή την οσμή του προϊόντος. Για χάρη της καλής φήμης του προϊόντος τους, οι εταιρείες παραγωγής και διάθεσης γεωργικών φαρμάκων αναφέρουν στις οδηγίες χρήσης (στην ετικέτα του δοχείου συσκευασίας ή σε χωριστά έντυπα) αν και πότε το συγκεκριμένο φάρμακο μπορεί να αφήσει ανεπιθύμητη γεύση ή και οσμή στο γεωργικό προϊόν. Καθήκον μας λοιπόν είναι να διαβάζουμε πάντα με προσοχή τις οδηγίες του παρασκευαστή, πριν χρησιμοποιήσουμε οποιοδήποτε γεωργικό φάρμακο. Αλλά και κράτη που ασκούν ουσιαστικό έλεγχο πριν δώσουν άδεια κυκλοφορίας σε ένα νέο γεωργικό φάρμακο, συχνά ζητούν από τους παρασκευαστές πειστικά στοιχεία πειραμάτων και στο θέμα αυτό. Όπως είναι φυσικό, η ένταση της ανεπιθύμητης γεύσης ή οσμής εξαρτάται από τη δόση και από το χρόνο μεταξύ εφαρμογής του φαρμάκου και συγκομιδής, από τον αριθμό των επεμβάσεων, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και άλλους παράγοντες.

Άλλες αλλοιώσεις που μπορεί να προκαλέσουν τα εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα και άλλες φυτοπροστατευτικές ουσίες, αφορούν το χρώμα του προϊόντος, το πάχος και την αδρότητα του φλοιού, τη χημική σύσταση, τη χαρακτηριστική γεύση ή άλλες ιδιότητες. Υπεύθυνα για τις ανωτέρω αλλοιώσεις μπορεί να είναι: η δραστική ουσία, άλλα συστατικά του τεχνικώς καθαρού προϊόντος, ο διαλύτης ή άλλος φορέας και συνδυασμοί αυτών.

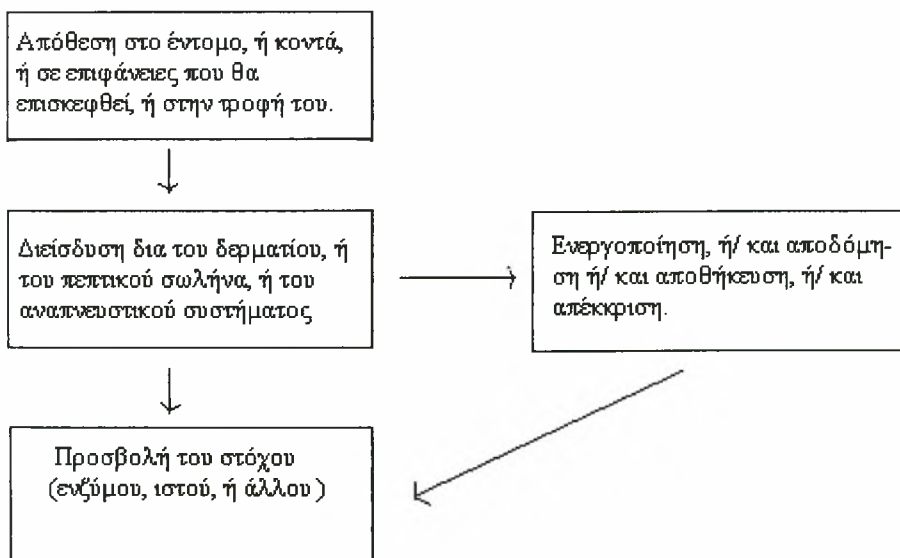
Αναφέραμε ήδη ότι ορισμένες καιρικές συνθήκες μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς την αποτελεσματικότητα ενός εντομοκτόνου, επηρεάζοντας το έντομο, το εντομοκτόνο ή και τα δύο. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι καιρικές συνθήκες εμποδίζουν την εφαρμογή των εντομοκτόνων ή μειώνουν την αποτελεσματικότητά τους σε βαθμό που να επιβάλλεται η αναβολή της επέμβασης. Επεμβάσεις στο ύπαιθρο πρέπει να μη γίνονται με δυνατό άνεμο ή με βροχή. Κατά κανόνα, οι

επεμβάσεις αρχίζουν τα ξημερώματα όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι συνήθως μικρή και συνεχίζονται και μετά την ανατολή του ήλιου *όσο* ο άνεμος είναι ανεκτός. Ορισμένες καιρικές συνθήκες μπορεί να επιτείνουν ή να προκαλέσουν ζημιά στα φυτά ή να αυξήσουν τον κίνδυνο δηλητηρίασης του ανθρώπου από επικίνδυνα εντομοκτόνα. Υψηλή θερμοκρασία ή μεγάλη ατμοσφαιρική υγρασία συχνά ευνοούν φυτοτοξική δράση. Ανάλυση των κυριότερων άλλων μειονεκτημάτων ακολουθεί. Παρακάτω γίνεται εκτενής αναφορά στην ανθεκτικότητα και στην δημιουργία ανθεκτικών πληθυσμών.

7. ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ ΣΤΑ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΑ

Η ανθεκτικότητα ενός εντόμου σε ένα εντομοκτόνο, όπως και κάθε οργανισμού σε μια τοξική γι' αυτόν ουσία, ποικίλλει από άτομο σε άτομο ενός πληθυσμού. Ο βαθμός αντοχής του κάθε εντόμου σε ένα εντομοκτόνο καθορίζεται από τις ιδιότητες του εντόμου σχετικά με ένα ή περισσότερα στάδια (φάσεις) της διαδρομής του εντομοκτόνου ή των τοξικών παραγώγων του, από τη στιγμή της εφαρμογής του ώσπου να δράσει στο στόχο. Τα στάδια αυτά φαίνονται στο Σχήμα 2.

Σχήμα 2. Διαδρομή του εντομοκτόνου στο έντομο.



Στη φαρμακολογία, εθισμός είναι η μειωμένη ευαισθησία, ή η αυξημένη ανοχή (ή αντοχή) του οργανισμού σε ένα φάρμακο, μετά από επανειλημμένη χορήγηση (εννοείται στο ίδιο άτομο) (Λογαράς, 1976). Ο εθισμός αυτός απαιτεί αξιόλογο χρονικό διάστημα για να δημιουργηθεί και εκδηλωθεί. Όταν η λήψη του

φαρμάκου διακοπεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, ο εθισμός παρέρχεται και το άτομο ανακτά την ευαισθησία του στο συγκεκριμένο φάρμακο.

Στην εφαρμοσμένη εντομολογία αυτό που ονομάζουμε *εθισμό*, ή *αντίσταση*, ή *ανθεκτικότητα* των εντόμων στα εντομοκτόνα είναι κάτι διαφορετικό. Ο διεθνής όρος είναι *resistance*. Εδώ δεν εμφανίζει ανθεκτικότητα το άτομο, κατά τη διάρκεια της ζωής του, αλλά ο πληθυσμός από ευπαθής γίνεται, με την πάροδο των γενεών ανθεκτικός, με επιλογή των ανθεκτικών στο εντομοκτόνο γονιδίων που ο πληθυσμός ήδη έχει. Παράγοντας επιλογής είναι το εντομοκτόνο, που επιλέγει τα ανθεκτικά γονίδια, θανατώνοντας τα ευπαθή άτομα.

Σε έναν ευπαθή πληθυσμό, τα άτομα που έχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε ένα εντομοκτόνο είναι σπάνια, της τάξης του 10^{-5} με 10^{-8} (βλέπε πηγές που δίνει ο Georghiou 1987). Καταπολεμώντας έναν πληθυσμό εντόμων, χρησιμοποιούμε την κατάλληλη γι' αυτόν θανατηφόρο δόση εντομοκτόνου. Η δόση αυτή σκοτώνει το πλείστο του πληθυσμού, επιζούν όμως λίγα ανθεκτικά άτομα. Αφού η ανθεκτικότητα είναι κληρονομήσιμη, το ποσοστό των ανθεκτικών ατόμων στη θυγατρική γενεά θα είναι μεγαλύτερο από ότι στη μητρική. Συνεχίζοντας την καταπολέμηση του πληθυσμού με το ίδιο εντομοκτόνο, στην ίδια δόση σε κάθε επόμενη γενεά, συνεχίζουμε να επιλέγουμε τα ανθεκτικά άτομα, δηλαδή να αυξάνουμε τη συχνότητα των ανθεκτικών γονιδίων στον πληθυσμό μας, ώσπου κάποτε το πλείστο του πληθυσμού να αποτελείται από ανθεκτικά στο εντομοκτόνο άτομα. Τότε, λέμε ότι ο πληθυσμός ανέπτυξε εθισμό ή αντίσταση ή ανθεκτικότητα στο εντομοκτόνο. Εθισμό, λοιπόν, έχουμε όταν το πλείστο του πληθυσμού ενός είδους εντόμων επιζεί όταν εκτίθεται σε δόση εντομοκτόνου που είναι θανατηφόρος για τα πλείστα άτομα ενός ευπαθούς μη εθισμένου στο εντομοκτόνο αυτό πληθυσμού. Η δημιουργία, λοιπόν, εθισμένων πληθυσμών και φυλών είναι αποτέλεσμα επιλογής που δρα στη γενετική ποικιλότητα που υπάρχει στον πληθυσμό όταν αρχίζει η εφαρμογή του εντομοκτόνου ή και στην ποικιλότητα που δημιουργείται κατά την περίοδο της επιλογής, χωρίς όμως να τη δημιουργεί (την ποικιλότητα) το εντομοκτόνο.

Από τα μειονεκτήματα της καταπολέμησης με εντομοκτόνα είναι η έξαρση (αναζωογόνηση, *resurgence*) πληθυσμών βλαβερών εντόμων ή άλλων αρθροπόδων που δεν ήταν πυκνοί προτού αρχίσει η εφαρμογή του εντομοκτόνου. Το φαινόμενο αυτό πρέπει να μη συγχέεται με την παρουσία πυκνών πληθυσμών λόγω ανθεκτικότητάς τους στο εντομοκτόνο. Όταν ο πληθυσμός γίνει ανθεκτικός, δεν σκοτώνεται στον επιθυμητό βαθμό. Όταν έχουμε έξαρση ευπαθούς στο εντομοκτόνο

πληθυσμού, αυτό οφείλεται στο ότι μετά τη σοβαρή μείωσή του (λόγω της εφαρμογής του εντομοκτόνου), αυξάνει γρήγορα. Τέτοιου είδους έξαρση πληθυσμού, μπορεί να αφορά και τον πληθυσμό-στόχο και τον πληθυσμό άλλου βλαβερού είδους. Δεν αποκλείεται όμως να έχουμε στον ίδιο αγρό ή δενδρόκηπο, μειωμένη θνησιμότητα του είδους-στόχου λόγω ανθεκτικότητας στο εντομοκτόνο και ταυτόχρονα έξαρση πληθυσμού άλλου είδους μη στόχου. Αν όμως επί σειρά γενεών αποτυγχάνει η καταπολέμηση σε ορισμένη περιοχή, με δόσεις που άλλοτε ήταν αποτελεσματικές, ή αν χρειαζόμαστε όλο και μεγαλύτερες δόσεις του εντομοκτόνου για να καταπολεμήσουμε τον πληθυσμό του εντόμου, έχουμε πιθανότατα δημιουργία ανθεκτικότητας στο εντομοκτόνο. Όμως, μόνο με κατάλληλες δοκιμές στο εργαστήριο (όχι στο ύπαιθρο) μπορούμε να διαπιστώσουμε με βεβαιότητα την ύπαρξη ανθεκτικότητας και να προσδιορίσουμε το βαθμό της. Δηλαδή, με βιοδοκιμές, σε σταθερή θερμοκρασία, βρίσκουμε την LD_{50} του εντομοκτόνου για τον υποτιθέμενο ανθεκτικό πληθυσμό και τη συγκρίνουμε με την LD_{50} ενός ευπαθούς στο εντομοκτόνο πληθυσμού, συνήθως εργαστηριακού. Σε ορισμένες περιπτώσεις η διαπίστωση της ανθεκτικότητας μπορεί να γίνει και με χημικές ή βιοχημικές μεθόδους.

7.1. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ο βαθμός ανθεκτικότητας στο εντομοκτόνο των ατόμων ενός ανθεκτικού πληθυσμού, δηλαδή η ένταση της ανθεκτικότητας συχνά διαφέρει μεταξύ φυλών ενός είδους που ζουν σε διαφορετικές περιοχές και που κατά κανόνα έχουν διαφορετικό ιστορικό ανάπτυξης (δημιουργίας) της ανθεκτικότητας. Η ανθεκτικότητα θεωρείται μέτρια όταν η LD_{50} ή η LD_{95} της τοξικής ουσίας για τον ανθεκτικό πληθυσμό είναι 5-10πλάσια από εκείνη του μη ανθεκτικού, δηλαδή του ευπαθούς πληθυσμού και ισχυρή ή μεγάλη όταν η LD_{50} ή η LD_{95} είναι τουλάχιστον 10-100πλάσια.

Η σταθερότητα της ανθεκτικότητας μπορεί να διαφέρει από ουσία σε ουσία, από είδος σε είδος εντόμου και από ορισμένες περιπτώσεις σε άλλες. Η ανθεκτικότητα θεωρείται σταθερή όταν διατηρεί την έντασή της επί πολλές γενεές του εντόμου αφού σταματήσει η επίδραση της τοξικής ουσίας. Θεωρείται ασταθής όταν η έντασή της μειώνεται, και μάλιστα σχετικά γρήγορα, όταν σταματήσει η επίδραση της τοξικής ουσίας.



Όταν διαπιστώνεται, με τη μέθοδο της «τοπικής εφαρμογής» (topical application), ότι ένας πληθυσμός έχει LD_{50} 10πλάσια από την κανονική για ένα εντομοκτόνο επαφής, σημαίνει ότι ήδη έχουμε ή σύντομα θα έχουμε δυσκολίες να τον καταπολεμήσουμε στον αγρό με το εντομοκτόνο αυτό.

Ως κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν ή καθορίζουν την εξέλιξη ή τη δημιουργία και τον βαθμό ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα, ο Busvine (1971) θεώρησε τους εξής τρεις: (1) Τη συχνότητα, την αποτελεσματικότητα και την υπόσταση (κυριαρχία ή μη) των γονιδίων ανθεκτικότητας στον αρχικό πληθυσμό. (2) Την ένταση επιλογής, δηλαδή το μέγεθος του πληθυσμού που εκτίθεται στο εντομοκτόνο και το ποσοστό που σκοτώνεται. (3) Τον αριθμό των γενεών κατ' έτος, συνεπώς το πόσο συχνά θα επιλέγεται ο πληθυσμός κατ' έτος. Αναμφίβολα, οι τρεις αυτοί παράγοντες είναι οι σπουδαιότεροι, και από αυτούς σπουδαιότερος ο δεύτερος. Ο Georghίου (1980) δίνει ένα λεπτομερή κατάλογο των παραγόντων που είναι γνωστό ή θεωρείται ότι επηρεάζουν το βαθμό επιλογής, συνεπώς τη δημιουργία ανθεκτικού πληθυσμού (Πίν. 4). Τους κατατάσσει σε τρεις κατηγορίες: γενετικούς, βιολογικούς και εφαρμογής.

Από τους παράγοντες του Πίνακα 4, η παρθενογένεση (Ba3) εμποδίζει την ομοζυγωτία και συνεπώς τη μεγάλη ανθεκτικότητα, η απομόνωση του πληθυσμού (Bβ1) κάνει την επιλογή ευκολότερη, και η μονοφαγία (Bβ2) ευνοεί την έντονη επιλογή. Η τυχαία επιβίωση λόγω ιδιαίτερης συμπεριφοράς (Bβ3), όπως και η ύπαρξη καταφυγίων, καταλήγουν στο να αποφεύγεται η επαφή με θανατηφόρες δόσεις του εντομοκτόνου, συνεπώς δεν ευνοούν την επιλογή προς ανθεκτικότητα. Μεγάλη υπολειμματική διάρκεια του εντομοκτόνου (Γα3) ευνοεί τη γρήγορη δημιουργία ανθεκτικού πληθυσμού, όπως την ευνοούν και σκευάσματα που παρατείνουν την υπολειμματική διάρκεια.

Στο στάδιο της προνύμφης (Γβ3) ο πληθυσμός είναι πιο απομονωμένος από ότι στο στάδιο του ενηλικού, συνεπώς η ανθεκτικότητα θα επιλεγεί γρηγορότερα. Ο τρόπος εφαρμογής (Γβ5) (από το έδαφος ή από αεροσκάφος) και η έκταση της εφαρμογής (Γβ6) έχουν σχέση με το πόσο γενικευμένη είναι η εφαρμογή (σε όλη την περιοχή ή όχι). Η γενίκευση ευνοεί την επιλογή για ανθεκτικότητα.

Η δημιουργία ανθεκτικών στα εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα φυλών αρθροπόδων είναι συχνή σε είδη που είναι πολύ βλαβερά και διαδεδομένα και που συνεπώς ο άνθρωπος τα καταπολεμεί συχνά, εντατικά, και σε μεγάλες εκτάσεις. Ανθεκτικές φυλές είναι συχνές σε έντομα μεγάλης υγειονομικής σημασίας, διότι η

χημική καταπολέμησή τους είναι εντατική και συχνή. Το ίδιο συμβαίνει με ορισμένα έντομα μεγάλης γεωργικής σημασίας που προσβάλλουν φυτά ή ζώα σε μεγάλες συνεχείς εκτάσεις, ή σε απομονωμένες περιοχές. Η δημιουργία ανθεκτικών φυλών είναι αναπόφευκτη συνέπεια της εντατικής χρήσης ενός ή περισσότερων εντομοκτόνων εναντίον ενός πληθυσμού εντόμου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Γνωστοί ή προτεινόμενοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα σε πληθυσμούς υπαίθρου (από Georghiou 1980, 1986).

A. Γενετικοί

1. Συχνότητα γονιδίων ανθεκτικότητας (A)
2. Αριθμός γονιδίων A
3. Κυριαρχία των γονιδίων A
4. Διεισδυτικότητα, εκφραστικότητα και αλληλεπιδράσεις των γονιδίων A
5. Προηγούμενη επιλογή από άλλα εντομοκτόνα
6. Βαθμός ενοποίησης (συμβιβασιμότητας) των γονιδίων A με παράγοντες καταλληλότητας (fitness)

B. Βιολογικοί / οικολογικοί

α. Βιοτικοί

1. Αριθμός γενεών κατ' έτος
2. Αριθμός απογόνων ανά γενεά
3. Μονογαμικότητα ή πολυγαμικότητα και παρθενογένεση

β. Συμπεριφοράς

1. Απομόνωση, κινητικότητα, μετανάστευση (ή διασπορά)
2. Μονοφαγία ή πολυφαγία
3. Τυχαία επιβίωση, καταφύγια

Γ. Εφαρμογής (operational)

α. Το εντομοκτόνο

1. Χημική δομή
2. Σχέση (συγγένεια) με εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν
3. Διάρκεια υπολειμμάτων, σκεύασμα

β. Η εφαρμογή του εντομοκτόνου

1. Ουδός εφαρμογής (πυκνότητα πληθυσμού κατά την εφαρμογή)
2. Ουδός επιλογής (ποσοστό πληθυσμού που σκοτώνεται)*
3. Δόση του εντομοκτόνου
4. Στάδιο (α) του βιολογικού κύκλου που επιλέγεται
5. Τρόπος εφαρμογής
6. Έκταση της εφαρμογής
7. Εναλλαγή εφαρμογής (σε διαδοχικές γενεές του εντόμου)

* Έχει σχέση με τη δόση του εντομοκτόνου και το βαθμό κάλυψης της επιφάνειας όπου εφαρμόζεται.

Δημιουργία ανθεκτικών σε τοξικές ουσίες πληθυσμών και φυλών δεν συμβαίνει μόνο σε έντομα και άλλα αρθρόποδα. Συμβαίνει και σε ιούς, βακτήρια, μύκητες (Georgopoulos and Zaracovitis 1967), πρωτόζωα, νηματώδεις, σπονδυλωτά και φυτά, αφορά δε ποικίλες ουσίες, όπως αντιβιοτικά, ανθελονοσιακά, κοκκιδιοστατικά, μυκητοκτόνα, νηματωδοκτόνα, τρωκτικοκτόνα και ζιζανιοκτόνα.

Από την αρχή της ευρείας χρήσης του DDT, σχεδόν κάθε ένα από τα κυριότερα συνθετικά οργανικά εντομοκτόνα έχει επιλέξει ανθεκτικές φυλές και σε είδη-στόχους και σε είδη-μη στόχους. Όπως αναφέρει ο Georghiou (1987), ενώ η παρουσία ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα ήταν σπάνιο φαινόμενο στην αρχή της δεκαετίας του 1950, είναι οι ευπαθείς πληθυσμοί που σπάνιζαν στη δεκαετία του 1980. Τα είδη εντόμων και ακάρεων με ανθεκτικές σε εντομοκτόνα ή ακαρεοκτόνα φυλές, από ένα το 1905, έφτασαν τα 12 στις αρχές της δεκαετίας του 1940, και τα 490 ως το τέλος του 1986. Ως το 1980 είχαν ανθεκτικές φυλές 152 είδη αρθροπόδων υγειονομικής σημασίας και 262 είδη γεωργικής σημασίας (Georghiou 1980).

7.2. ΤΥΠΟΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Ο τελικός στόχος ή η θέση δράσης των συνθετικών εντομοκτόνων είναι κατά κανόνα ένα ζωτικό ένζυμο, ή νευρικός ιστός του εντόμου. Τα μόρια του εντομοκτόνου μπλέκονται (δένονται, δεσμεύονται, ενώνονται) με τον στόχο, τον αδρανοποιούν, και το έντομο τελικά πεθαίνει. Το τελικό αποτέλεσμα, θάνατος ή μη, εξαρτάται από την ποσότητα του αρχικού εντομοκτόνου ή των τοξικών μεταβολιτών του που θα φτάσει στο στόχο σε ορισμένο χρόνο. Η ποσότητα αυτή επηρεάζεται από ορισμένα χαρακτηριστικά του εντόμου, όπως συμπεριφορά, μορφολογία, φυσιολογία ή βιοχημεία. Συνεπώς, η φυσική αντοχή ενός ευπαθούς πληθυσμού μπορεί να αφορά ένα ή περισσότερα σκαλοπάτια ή στάδια κατά την πορεία του εντομοκτόνου από την επιφάνεια, όπου το εφαρμόσαμε, ως την άφιξη και δράση του στον στόχο. Αντίστοιχα, η επιλογή για ανθεκτικότητα στο εντομοκτόνο και δημιουργία ανθεκτικού σ' αυτό πληθυσμού, μπορεί να αφορά ένα ή περισσότερα από τα σκαλοπάτια ή στάδια αυτά. Με βάση τις ιδιότητες των ατόμων του ανθεκτικού πληθυσμού στις οποίες οφείλεται η ανθεκτικότητά τους, ή με άλλα λόγια, με βάση το κυριότερο αίτιο στο οποίο αυτή οφείλεται, διακρίνεται η ανθεκτικότητα σε **ηθολογική, φυσιολογική και βιοχημική**. Για λεπτομέρειες στα αίτια της ανθεκτικότητας, βλέπε Orpenoorth

(1965), Brown (1970), Georghiou (1980, 1986, 1987), Devonshire and Field (1991) και πηγές που δίνουν.

Η ηθολογική ανθεκτικότητα αφορά την ποσότητα του εντομοκτόνου που δέχεται το έντομο. Οφείλεται σε ιδιαίτερη συμπεριφορά ή συνήθεια των ανθεκτικών εντόμων που τα κάνει να μη δέχονται, να μην έρχονται σε επαφή, με θανατηφόρες ποσότητες του εντομοκτόνου. Αυξημένη διέγερση ή ενόχληση κουνουπιών από αποθέματα DDT, τα κάνει να απογειώνονται γρήγορα, πριν πάρουν τη θανατηφόρο δόση. Ορισμένες ανθεκτικές στο malathion φυλές οικιακής μύγας, αποφεύγουν να φάνε ζαχαρούχα δολώματα με το εντομοκτόνο αυτό. Αυξημένη, λοιπόν ερεθιστικότητα ή αποτροπή του εντόμου από το εντομοκτόνο μπορεί να είναι ένα αίτιο της ηθολογικής ανθεκτικότητας. Άλλο αίτιο μπορεί να είναι κάποια ιδιορρυθμία των ανθεκτικών εντόμων που τα κάνει να συγκεντρώνονται σε μέρη του φυτού όπου δεν φτάνει το εντομοκτόνο σε θανατηφόρες ποσότητες. Στην πράξη, η ηθολογική ανθεκτικότητα είναι σπάνια και μικρής έντασης, ώστε δεν δημιουργεί σοβαρές δυσκολίες.

Η φυσιολογική ανθεκτικότητα αφορά την ποσότητα του εντομοκτόνου που εισδύει στο σώμα του εντόμου και φτάνει στο στόχο σε ορισμένο χρόνο, δηλαδή αφορά κυρίως την ταχύτητα διείσδυσης σε συνδυασμό με την ταχύτητα απέκκρισης και τυχόν αποθήκευσης σε μη ευπαθείς ιστούς. Τα ανθεκτικά άτομα έχουν εξωσκελετό λιγότερο περατό στο εντομοκτόνο, άρα βραδύτερη διείσδυση, ή ταχύτερη απέκκριση. Η βραδύτητα διείσδυσης δίνει ανθεκτικότητα αν στη συνέχεια υπάρχει και άλλο αίτιο που συμβάλλει στην περίπτωση. Επί παραδείγματι, όταν υπάρχει και μηχανισμός αποδόμησης του εντομοκτόνου, η αργή διείσδυση δίνει το χρόνο να αποδομηθεί μεγαλύτερο ποσοστό του εντομοκτόνου που μπαίνει στο σώμα του εντόμου. Σε ορισμένες περιπτώσεις έχει διαπιστωθεί και συνεργισμός δύο μηχανισμών, όπως με το εντομοκτόνο carbar1, όπου διείσδυση 1,7 φορές βραδύτερη και αποδόμηση 3,2 φορές ταχύτερη, έδωσε στα ανθεκτικά έντομα ανθεκτικότητα 50 φορές μεγαλύτερη από ότι στα μη ανθεκτικά (Georghiou 1977).

Η βιοχημική ανθεκτικότητα αφορά την αποδόμηση του εντομοκτόνου προς μη τοξικά παράγωγα, ή την αδιαφορία (αδράνεια, αντοχή) του στόχου δράσης του εντομοκτόνου. Οι δύο λοιπόν γνωστοί κληρονομήσιμοι τύποι ή μηχανισμοί βιοχημικής ανθεκτικότητας είναι: (1) Υπάρχουν νέα ήπια άφθονα μεταβολικά ένζυμα που διασπούν το εντομοκτόνο αποτελεσματικά. (2) Ο στόχος (θέση δράσης) του εντομοκτόνου δεν του ταιριάζει πια, συνεπώς δεν τον ζημιώνει (εξουδετερώνει)

αρκετά. Ο πρώτος μηχανισμός οφείλεται ή σε μετάλλαξη δομικών γονιδίων, που προκαλούν την παραγωγή νέων (αλλαγμένων) μεταβολικών ενζύμων, ή σε παραγωγή αυξημένου αριθμού αντιγράφων ενός γονιδίου, άρα αυξημένης γονιδιακής δόσης, με αποτέλεσμα την παραγωγή πολύ μεγαλύτερης ποσότητας ορισμένου ενζύμου. Η τελευταία αυτή περίπτωση είναι διεθνώς γνωστή ως *gene amplification* και έχει παρατηρηθεί και σε μικροοργανισμούς και σε καρκινικά κύτταρα θηλαστικών ανθεκτικά σε αντικαρκινικά φάρμακα. Η βιοχημική λοιπόν ανθεκτικότητα οφείλεται κυρίως είτε σε ποσοτική αλλαγή της δραστηριότητας προϋπαρχόντων αμυντικών ενζύμων του μεταβολισμού, είτε σε ποιοτική αλλαγή του βιοχημικού στόχου του εντομοκτόνου που τον κάνει λιγότερο ευαίσθητο. Στις πλείστες περιπτώσεις, τα ένζυμα που παίζουν κύριο ρόλο στην αποδόμηση εντομοκτόνων είναι οι οξειδάσες μικτής λειτουργίας (MFO) που προκαλούν υδροξυλιώσεις, εποξειδώσεις, αφαλκυλιώσεις, θειοξειδώσεις, οι υδρολάσες (φωσφατάσες και καρβοξυεστεράσες, κυρίως στα οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα), οι τρανσφεράσες του γλουταθείου και οι αφυδροχλωρινάσες.

Παραδείγματα αιτίων σε φυλές με βιοχημική ανθεκτικότητα είναι τα παρακάτω: Στην οικιακή μύγα, *Musca domestica*, η ικανότητα αποδόμησης του DDT και αναλόγων του οφείλεται, τουλάχιστον εν μέρει, σε ενζυμική αφυδροχλωρίωση. Η υδρόλυση ορισμένων οργανοφωσφορούχων εντομοκτόνων στο έντομο αυτό (*M. domestica*) οφείλεται σε ένα μεταλλαγμένο γονίδιο. Στην αφίδα *Myzus persicae* η αποδόμηση ορισμένων οργανοφωσφορούχων και καρβαμιδικών εντομοκτόνων οφείλεται σε μεγάλη εστερασική δραστηριότητα λόγω αυξημένης γονιδιακής δόσης. Σε αυξημένη γονιδιακή δόση οφείλεται και η αφθονία του ενζύμου που αποδομεί το οργανοφωσφορούχο *chlorpyrifos* στο σύμπλοκο ειδών *Culex pipiens* και σε άλλα κουνούπια της ίδιας υποοικογένειας.

Αδιαφορία του στόχου διαπιστώθηκε σε δύο φυλές του κουνουπιού *Anopheles albimanus*. Η μεγάλη ανθεκτικότητά τους στο οργανοφωσφορούχο *paraoxon* και στο καρβαμιδικό *proproxur* οφείλεται στο ότι η ακετυλοχολινεστεράση (AChE) τους δεν ήταν ευαίσθητη στη δέσμευσή (μπλοκάρισμα) της από τα εντομοκτόνα αυτά. Αδιαφορία (αδράνεια, αντοχή) του στόχου διαπιστώθηκε και στην οικιακή μύγα και στο *Nephotettix cinctipes* και σε φυτοφάγα και ακαρεοφάγα ακάρεα. Στον κίτρινο ή δύστηκτο τετράνυχο, *Tetranychus urticae*, η ανθεκτικότητα ανθεκτικών σε οργανοφωσφορούχα ακαρεοκτόνα φυλών οφείλεται συνήθως σε αλλοιωμένη ακετυλοχολινεστεράση (AChE). Σε ορισμένη φυλή του ακάρεως αυτού το ένζυμο

αυτό ήταν 150 φορές λιγότερο παρεμποδίσσιμο από το diazoχον και 600 φορές από το paraοχον από ότι το κανονικό (μη μεταλλαγμένο) ένζυμο ευπαθούς φυλής. Σε ένα ορισμένο ακαρεοφάγο άκαρι, το *Typhlodromus pyri*, συμβαίνει κάτι παρόμοιο. Η AChE έχει μειωμένη ευαισθησία στην παρεμπόδισή της από ορισμένα οργανοφωσφορούχα και καρβαμιδικά ακαρεοκτόνα. Σε δύο άλλα, επίσης θηρευτικά ακαρεοφάγα ακάρεα, η ανθεκτικότητα οφείλεται σε γρήγορο μεταβολισμό των ακαρεοκτόνων από τρανσφεράση γλουταθείου, ενώ στο *Typhlodromus occidentalis* σε αυξημένη οξειδωτική αποτοξικοποίηση (Anber and Overmeer 1988 και πηγές που δίνουν).

Σε ορισμένα είδη μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από ένας αμυντικοί μηχανισμοί για την αντιμετώπιση μιας κατηγορίας εντομοκτόνων. Για παράδειγμα, στην Αυστραλία, η ανθεκτικότητα ανθεκτικών σε πυρεθροειδή φυλών του πράσινου σκουληκιού του αραβοσίτου και βαμβακιού, *Helicoverpa armigera*, που υπάρχει και στη χώρα μας, οφείλεται και σε αδράνεια του στόχου, και σε ενζυμική αποδόμηση, πιθανότατα οξειδωτική, και σε καθυστέρηση διείσδυσής τους δια του δερματίου. Η περίπτωση αυτή ονομάζεται *πολυγονιδιακή* ανθεκτικότητα (multifactorial resistance). Έχουμε λοιπόν δύο ή περισσότερους, γενετικά ανεξάρτητους, μηχανισμούς που προστατεύουν ένα είδος από μέλη της ίδιας χημικής ομάδας εντομοκτόνων.

Βιοχημικός είναι ο πιο συχνός τύπος ανθεκτικότητας. Δημιουργείται σχετικά γρήγορα, έχει τη μεγαλύτερη ένταση και συνεπώς είναι ο σημαντικότερος από πρακτικής πλευράς. Στον αγρό συνήθως απαιτούνται 15 - 20 γενεές για να δημιουργηθεί σε βαθμό που να δυσκολεύει την καταπολέμηση. Σε ορισμένα είδη εντόμων και εντομοκτόνα εμφανίστηκαν (δημιουργήθηκαν) ανθεκτικές φυλές 1 - 3 χρόνια μετά την έναρξη ευρείας χρήσης των εντομοκτόνων αυτών (Georghiou 1987). Ο αναγκαίος όμως χρόνος εξαρτάται κυρίως από το εντομοκτόνο, την πίεση επιλογής και τους άλλους παράγοντες που ήδη αναφέρθηκαν. Σε ορισμένα είδη, η ένταση της βιοχημικής ανθεκτικότητας είναι πολύ μεγάλη. Για παράδειγμα, στην οικιακή μύγα η LD₅₀ ανθεκτικών ατόμων ήταν περίπου 50.000 φορές εκείνης ευπαθών ατόμων.

7.3. ΕΜΜΕΣΗ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η ανθεκτικότητα μιας φυλής σε ένα εντομοκτόνο την κάνει συχνά ανθεκτική, σε μικρότερο συνήθως βαθμό, και σε άλλα εντομοκτόνα συγγενή του. Την ανθεκτικότητα αυτή τη λέμε έμμεση ή σταυροειδή (cross resistance) αφού δη-

μιουργείται «έμμεσα» χωρίς η συγκεκριμένη φυλή να έχει προηγουμένως εκτεθεί στην ουσία ή τις ουσίες αυτές. Παραδείγματος χάριν, φυλή της οικιακής μύγας ανθεκτική στο DDT, παρουσίασε μικρή ανθεκτικότητα (έμμεση) σε εντομοκτόνα συγγενή του DDT όπως το DFDT και το TDE και ακόμα μικρότερη ανθεκτικότητα σε λιγότερο συγγενή του DDT χλωριωμένα εντομοκτόνα όπως το lindane, το aldrin και το heptachlor.

Πολλαπλή ανθεκτικότητα (multiple resistance) λέμε αυτήν που αφορά περισσότερες από μία τοξικές ουσίες, μη συγγενείς μεταξύ τους. Δημιουργείται με επιλογή, κάτω από την επίδραση εντομοκτόνων που ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες, και οφείλεται σε περισσότερους από ένα μηχανισμούς ανθεκτικότητας. Σε είδη με πολλαπλή ανθεκτικότητα η ανθεκτικότητα μπορεί να είναι μονογονιδιακή ή πολυγονιδιακή.

Η καθιέρωση χαμηλού ορίου ανεκτής πυκνότητας πληθυσμού του εντόμου ευνοεί τη δημιουργία ανθεκτικότητας διότι δεν μένουν γενεές αφέκαστες (η πίεση επιλογής είναι μεγάλη). Αντίθετα, η καθιέρωση όσο το δυνατό υψηλότερου ορίου ανεκτής πυκνότητας καθυστερεί τη δημιουργία ανθεκτικότητας. Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση ταιριάζει σε τέτοια αντιμετώπιση και καθυστερεί τη δημιουργία ανθεκτικότητας. Υπάρχουν όμως και ορισμένα είδη ή κατηγορίες ειδών που δημιουργούν ανθεκτικές φυλές πιο εύκολα από άλλα. Τέτοιες περιπτώσεις είναι η οικιακή μύγα και Λεπιδόπτερα της οικογένειας Noctuidae.

7.4. ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Η ανθεκτικότητα των αρθροπόδων σε εντομοκτόνα και ακαρεοκτόνα έχει μεγάλη πρακτική και οικονομική σημασία. Η ζημιά είναι, ή μπορεί να αφορά: (1) Αύξηση του κόστους καταπολέμησης, διότι χρειάζονται πιο συχνές επεμβάσεις ή πιο ακριβά εναλλακτικά εντομοκτόνα. (2) Όταν δεν υπάρχουν εναλλακτικά εντομοκτόνα ή άλλη αποτελεσματική μέθοδος καταπολέμησης, ο αγρότης είναι υποχρεωμένος να στραφεί προς άλλη, συνήθως λιγότερο αποδοτική, καλλιέργεια. (3) Οι έρευνες για ανακάλυψη ή σύνθεση νέων εντομοκτόνων είναι αυξημένες και αυτό επιβαρύνει την τιμή των νέων εντομοκτόνων. (4) Το αυξημένο κόστος της γεωργικής παραγωγής λόγω ανθεκτικότητας το πληρώνει τελικά ο καταναλωτής (Georghίου 1987). (5) Το

περιβάλλον μολύνεται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό λόγω των συχνότερων και με μεγαλύτερες δόσεις επεμβάσεων.

Ορισμένοι πληθυσμοί του δορυφόρου της πατάτας *Leptinotarsa decemlineata* και του *Plutella xylostella*, εχθρού των λάχανων και κουνουπιδιών, έγιναν ανθεκτικοί σε όλα ουσιαστικά τα διαθέσιμα στην αγορά εντομοκτόνα (Denholm and Rowland, 1992). Σε φυλές της οικιακής μύγας, ανθεκτικές σε οργανοφωσφορούχα, καρβαμιδικά και χλωριωμένα εντομοκτόνα, διαπιστώθηκε μεγάλου βαθμού έμμεση ανθεκτικότητα στο diflubenzuron. Στο *P. xylostella* δημιουργήθηκαν φυλές ανθεκτικές και στο *Bacillus thuringiensis*. Τόσο στο έντομο αυτό, όσο και σε άλλα είδη, δημιουργήθηκαν φυλές ανθεκτικές σε ουσίες μιμητικές της νεανικής ορμόνης και στο diflubenzuron (που είναι παρεμποδιστής της σύνθεσης χιτίνης).

Παρά τη σοβαρότητα των δυσκολιών που δημιουργεί η ανθεκτικότητα σε πολλές περιοχές της γης, η καταπολέμηση των εντόμων είναι ακόμα δυνατή στις πλείστες περιπτώσεις, για τα πλείστα είδη, χρειάζεται όμως σύνεση και διαφορετική από την ως τώρα στρατηγική, για να παρατείνουμε τη χρησιμότητα των εντομοκτόνων, δεδομένου ότι είναι περιορισμένες οι δυνατότητες ανακάλυψης ή σύνθεσης νέων εντομοκτόνων με διαφορετικούς από τα ήδη γνωστά τρόπους τοξικής δράσης.

Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών που δημιουργεί η ανθεκτικότητα χρειάζεται αφ' ενός έγκαιρη διάγνωση ώστε να εφαρμοστούν, έγκαιρα, θεραπευτικά μέτρα και αφ' ετέρου πρόβλεψη ώστε να ληφθούν, έγκαιρα, προληπτικά μέτρα. Τα κυριότερα μέτρα που προτάθηκαν κατά καιρούς και που τα πλείστα συνιστώνται και σήμερα, είναι τα εξής:

Θεραπευτικά μέτρα (για την αντιμετώπιση ήδη ανθεκτικών πληθυσμών): .

1. Αύξηση της δόσης του εντομοκτόνου. Συνιστάται όταν η ανθεκτικότητα του πληθυσμού είναι μικρής έντασης. Είναι χρήσιμο μέτρο για λίγες μόνο γενεές, όσο η ανθεκτικότητα δεν ξεπεράσει ορισμένη τιμή, οπότε το μέτρο δεν συμφέρει, ούτε ωφελεί.

2. Αντικατάσταση του εντομοκτόνου με άλλο που ανήκει σε άλλη χημική ομάδα, δηλαδή που έχει διαφορετικό τρόπο δράσης, ή που δεν αποδομείται από τον ίδιο μηχανισμό του εντόμου.

3. Προσθήκη συνεργιστικής ουσίας ή ουσιών. Οι πλείστοι συνεργιστές δεσμεύουν αποδομητικά των εντομοκτόνων ένζυμα. Συνεπώς, η προσθήκη κατάλληλου για το συγκεκριμένο εντομοκτόνο συνεργιστή θα ενισχύσει τη δραστικότητα του

εντομοκτόνου. Ο χρόνος ωφελιμότητας εξαρτάται από την περίπτωση. Αν δεν γνωρίζουμε κατάλληλο συνεργιστή, αλλά γνωρίζουμε ότι το εντομοκτόνο αποδομείται οξειδωτικά θα δοκιμάσουμε συνεργιστή που εμποδίζει τις οξειδάσεις, όπως π. χ. το πιπερονυλοβουτοξειδίο. Η ουσία αυτή συνεργίζει και τα φυσικά και ορισμένα συνθετικά πυρεθροειδή, καθώς και ορισμένα καρβαμιδικά εντομοκτόνα. Είναι προφανές ότι οι συνεργιστικές ουσίες δεν βοηθούν όταν η ανθεκτικότητα οφείλεται σε αδράνεια (αδιαφορία) του στόχου.

4. Αλλαγή μεθόδου καταπολέμησης, δηλαδή χρησιμοποίηση μη χημικής μεθόδου, αν βέβαια υπάρχει για το συγκεκριμένο έντομο.

Προληπτικά μέτρα. Στοχεύουν στην αποφυγή ή στην καθυστέρηση δημιουργίας ανθεκτικού πληθυσμού. Συνίστανται στην αποφυγή ή στον περιορισμό ενεργειών που είναι γνωστό ότι ευνοούν την επιλογή ανθεκτικών γενοτύπων. Τα πιο πολλά στοχεύουν στη μείωση της πίεσης επιλογής, που είναι ο κυριότερος από τους παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία ανθεκτικότητας:

1. **Περιορισμός του αριθμού των επεμβάσεων** (ψεκασμών ή επιπάσεων) στον ελάχιστο δυνατό, δηλαδή αραιές επεμβάσεις.
2. **Περιορισμός της δόσης** του εντομοκτόνου στην ελάχιστη δυνατή.
3. **Επεμβάσεις τοπικά** και όχι γενικευμένες. Αυτό επιτρέπει την επιβίωση και ευπαθών στο εντομοκτόνο γενοτύπων.
4. Χρησιμοποίηση εντομοκτόνων με **όχι μεγάλη υπολειμματική διάρκεια.**
5. **Εναλλαγή ή διαδοχή εντομοκτόνων** που έχουν διαφορετικό τρόπο δράσης. Η εναλλαγή μπορεί να αφορά διαφορετικά έτη, διαφορετικές γενεές, ή διαφορετικά στάδια (ενήλικο, προνύμφη) εντόμου (βλέπε και παρακάτω). Για καταπολέμηση ορισμένων φυτοφάγων ακάρεων συνιστάται η εποχική εναλλαγή ακαρεοκτόνων που να μην ανήκουν σε ομάδες που η μια δίνει έμμεση ανθεκτικότητα στα μέλη της άλλης.
6. **Μίγματα εντομοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης.** Ορισμένοι επιστήμονες θεωρούν ότι η χρήση μιγμάτων ωφελεί. Εντούτοις, δεν έχουν διερευνηθεί αρκετά τα τυχόν πλεονεκτήματα της ταυτόχρονης πίεσης επιλογής προς δύο ή τρεις κατευθύνσεις σε σύγκριση με πίεση προς μία κατεύθυνση.
7. **Ενίσχυση των φυσικών εχθρών του εντόμου**, εννοείται σε συνδυασμό με χρήση κατάλληλου εντομοκτόνου, με σκοπό την επίτευξη των μέτρων (1) και (2) ανωτέρω (βλέπε και ολοκληρωμένη καταπολέμηση).

Η αύξηση των περιπτώσεων πολυγονικής ανθεκτικότητας, που είναι αποτέλεσμα της αντιμετώπισης ανθεκτικών πληθυσμών με νέα εντομοκτόνα και μόνο, έκανε τους ειδικούς να αντιληφθούν ότι, αντί να λύνεται το πρόβλημα, γίνεται πιο πολύπλοκη η γενετική και βιοχημική βάση της αντοχής των ανθεκτικών πληθυσμών. Δηλαδή, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, έχουμε τώρα πολλές περιπτώσεις φυλών εντόμων με πολυγονική ανθεκτικότητα που οφείλεται (βασίζεται) σε ομάδα συνυπαρχόντων μηχανισμών με διαφορετικά (ο καθένας) σχήματα (εικόνες) έμμεσης ανθεκτικότητας, που προστατεύουν τα συγκεκριμένα έντομα από εντομοκτόνα και της ίδιας χημικής ομάδας αλλά και άλλων ομάδων ή κατηγοριών ή ακόμα δε και ομάδων που δεν έχουν ακόμα χρησιμοποιηθεί (Denholm and Rowland 1992).

Τα δυσεπίλυτα αυτά πρακτικά προβλήματα οδήγησαν τους ειδικούς στο να διαμορφώσουν τακτικές ή στρατηγικές αντιμετώπισης ή χειρισμού της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα (insecticide resistance management). Πρόκειται για στρατηγικές που στοχεύουν σε τέτοιο χειρισμό του θέματος, ώστε είτε να διατηρηθεί η ευπάθεια των εντόμων στα εντομοκτόνα, είτε να υπερνικηθεί η αντοχή τους στα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται σήμερα, είτε να προληφθεί η δημιουργία ανθεκτικότητας, σε υπάρχοντα και μελλοντικά εντομοκτόνα. Ήδη, το θέμα απασχολεί και τις βιομηχανίες γεωργικών φαρμάκων, που και οι ίδιες ερευνούν και χρηματοδοτούν έρευνες για εξεύρεση κατάλληλων προγραμμάτων χειρισμού της ανθεκτικότητας των εντόμων και ακάρεων (Denholm and Rowland 1992). Οι γνωστοί τρόποι χειρισμού, όπως τους παρουσίασε ο Georghiou (1987), δίνονται στον Πίνακα 5.

Ο χειρισμός με ηπιότητα χρησιμοποιεί συντηρητικά μέτρα καταπολέμησης των εντόμων, που στις πλείστες περιπτώσεις χρειάζεται να συμπληρώνονται από κάποιο αρκετά αποτελεσματικό μη χημικό μέτρο, μέσα στα πλαίσια ενός προγράμματος ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Κατά τον Georghiou (1987), η αντιμετώπιση αυτή της ανθεκτικότητας, που είναι κυρίως προληπτική, ταιριάζει σε δασικό περιβάλλον.

Χειρισμός με κορεσμό δεν σημαίνει κορεσμό του περιβάλλοντος με εντομοκτόνα. Σημαίνει κορεσμό των αμυντικών μηχανισμών του εντόμου με δόσεις αρκετά μεγάλες ώστε να υπερνικηθεί η ανθεκτικότητα. Ο χειρισμός αυτός ταιριάζει εκεί όπου τα γονίδια ανθεκτικότητας είναι σπάνια και σε ετεροζύγωτη κατάσταση, δηλαδή κατά τα πρώτα στάδια εξέλιξης της ανθεκτικότητας. Η τακτική αυτή, της

μεγάλης δόσης, βασίζεται στο ότι, σε συνθήκες αγρού, η ανθεκτικότητα μπορεί να γίνει υποτελής, κάτι που έχει επιβεβαιωθεί σε ορισμένα είδη εντόμων και εντομοκτόνα. Παραδείγματα σκευασμάτων που δίνουν μεγάλη δόση στο στόχο, είναι οι μικροκάψουλες (συνέχεια κάτω από τον πίνακα)

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Προσεγγίσεις του χειρισμού της ανθεκτικότητας όπως τις συνόψισε ο Georghiou (1987)*

I. Χειρισμός με ηπιότητα (μετριοπάθεια, moderation)

Έννοια: Τα γονίδια είναι πολύτιμος πόρος που πρέπει να διατηρηθεί (να μην εξαφανιστεί) κατά την καταπολέμηση.

Προσέγγιση: Μικρή πίεση επιλογής.

Μέσα:

1. Μικρές δόσεις που προκαλούν θνησιμότητα στα SS** < 100%.
2. Υψηλότερες πυκνότητες επέμβασης.
3. Λιγότερο συχνές επεμβάσεις.
4. Επεμβάσεις τοπικά.
5. Διατήρηση (διαφύλαξη) των καταφυγίων.
6. Ορισμένες γενεές να μην καταπολεμούνται
7. Χρήση ουσιών με μικρή διάρκεια στο περιβάλλον.

II. Χειρισμός με κορεσμό

Έννοια: Αφαίρεση του πλεονεκτήματος επιλογής των ανθεκτικών φαινοτύπων, με κορεσμό των αμυντικών μηχανισμών.

Προσέγγιση: Να κάνουμε τα ανθεκτικά (R) γονίδια «λειτουργικώς» υποτελή. Καταστολή των αποτοξικοποιητικών ενζύμων.

Μέσα: Μεγάλες δόσεις «πάνω στο στόχο», για να κάνουν τα ανθεκτικά γονίδια «λειτουργικώς» υποτελή. Έτσι, RS = SS.

Κατάλληλος συνεργιστής, για να εξουδετερώσει ειδικά αποτοξικοποιητικά ένζυμα και να αφαιρέσει το πλεονέκτημα επιλογής των RS και RR.

III. Χειρισμός με πολλαπλή προσβολή (επίθεση)

Έννοια: Επιλογή προς πολλές κατευθύνσεις, προς πολλούς στόχους (θέσεις δράσης), μειώνει την πίεση από ένα και μόνο παράγοντα.

Προσέγγιση: Διατήρηση του βαθμού επιλογής από κάθε παράγοντα πιο κάτω από το επίπεδο που οδηγεί σε ανθεκτικότητα.

Μέσα: Μίγμα εντομοκτόνων. Εναλλαγή ή διαδοχή των εντομοκτόνων. Ουσίες με δράση σε πολλούς στόχους.

* Με μικρές αλλαγές στη διατύπωση. ** Ομοζύγωτα ευπαθή.

και τα δολωματικά εντομοκτόνα ψεκαστικά υγρά (εντομοκτόνο με φαγοδιεγερτικό). Ο πληθυσμός παίρνει τέτοια δόση εντομοκτόνου ώστε να σκοτωθούν τα ετεροζύγωτα

Ο χειρισμός με πολλαπλή προσβολή αφορά, κατά το πλείστον την εφαρμογή εντομοκτόνων ως μιγμάτων ή σε κυκλική διαδοχή. Η χρήση μιγμάτων βασίζεται στην υπόθεση ότι ο μηχανισμός ανθεκτικότητας σε καθεμιά ουσία υπάρχει αρχικά σε τόσο μικρή συχνότητα ώστε δύο διαφορετικοί μηχανισμοί δεν συνυπάρχουν σε κανένα άτομο του πληθυσμού. Συνεπώς τα έντομα (άτομα), που δε σκοτώνονται από το ένα εντομοκτόνο, σκοτώνονται από το άλλο. Η εναλλαγή εντομοκτόνων, είτε εκ περιτροπής διαδοχή είτε απλή διαδοχή, βασίζεται στο ότι στις πλείστες περιπτώσεις τα ανθεκτικά σε ένα εντομοκτόνο άτομα έχουν μικρότερη βιολογική καταλληλότητα. (δυνατότητα επιβίωσης στο περιβάλλον) από τα ευπαθή άτομα, συνεπώς η συχνότητά τους τείνει να μειωθεί όταν χρησιμοποιείται το εναλλακτικό (άλλο) εντομοκτόνο.

Υπάρχει και η περίπτωση εφαρμογής δύο ή περισσότερων εντομοκτόνων ως μωσαϊκού σε ορισμένη έκταση, δηλαδή το κάθε τμήμα της συγκεκριμένης έκτασης δέχεται διαφορετικό εντομοκτόνο.

Μετά από εργαστηριακά πειράματα με κουνούπι του γένους *Culex*, όπου επί σειρά γενεών εφαρμόστηκαν πυρεθροειδές, καρβαμιδικό και οργανοφωσφορούχο εντομοκτόνα σε μίγματα, σε κυκλική διαδοχή, και απλή διαδοχή, ο Georghiou (1987) συμπεραίνει, ότι είναι δυνατόν να αναπτυχθούν προγράμματα χημικής καταπολέμησης, που να έχουν διάρκεια παρά την εμφανή τάση που έχουν οι πληθυσμοί βλαβερών εντόμων να γίνονται ανθεκτικοί στα εντομοκτόνα.

Σε ορισμένες χώρες όπως στην Αίγυπτο, Αυστραλία, Ζιμπάμπουε, Η.Π.Α., εφαρμόστηκαν και εφαρμόζονται σε μεγάλες εκτάσεις προγράμματα αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας (με προληπτικά ή κατασταλτικά, μέτρα) ακάρεων και Λεπιδοπτέρων του βαμβακιού στα χημικά μέσα καταπολέμησής τους. Σε όλες αυτές τις χώρες, τα προγράμματα αυτά (βλ. Denholm and Rowland 1992) έχουν δύο κοινά χαρακτηριστικά ή κατευθύνσεις: (1) Συγκλίνουν προς την εναλλαγή εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων, που θεωρητικά φαίνεται πλεονεκτικότερο από τη συνεχή χρήση της ίδιας ουσίας ώσπου να αναπτύξει ανθεκτικότητα σ' αυτήν ο πληθυσμός. Η εναλλαγή, άλλωστε, ναι πρακτικά εύκολη μέθοδος. Στην Αυστραλία, τα συνθετικά πυρεθροειδή περιορίζονται στην περίοδο όπου η ζημιά από το *Helicoverpa armigera* είναι μέγιστη. Τη λοιπή καλλιεργητική περίοδο χρησιμοποιούνται ουσίες άλλων

χημικών ομάδων, που δεν προκαλούν έμμεση ανθεκτικότητα στα πυρεθροειδή. Το ίδιο περίπου ισχύει για το endosulfan, που επίσης θεωρείται ότι δημιουργεί κίνδυνο ανθεκτικότητας. Στη Ζιμπάμπουε, για το χειρισμό της ανθεκτικότητας σε ακαρεοκτόνα, γίνεται εναλλαγή μη συγγενών μεταξύ τους ουσιών ανά διατία (διετές πρόγραμμα).

Η πείρα από τα προγράμματα αυτά δείχνει ότι πρέπει να περιορίζεται η έκθεση των πληθυσμών σε ουσίες-κλειδιά, να γίνεται εναλλαγή ουσιών και να στοχεύουμε στα εξής τρία πράγματα: *λογική χρήση των υπάρχοντων* εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων, *μεθόδευση της βέλτιστης χρήσης νέων* εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων και *μείωση της στήριξής μας σε εντομοκτόνα* και ακαρεοκτόνα μέσα σε ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Για αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας πληθυσμών του αλευρώδη *Bemisia tabaci* και άλλων εχθρών του βαμβακιού, εφαρμόζουν στο Ισραήλ, από το 1987, τακτική που έχει και τους τρεις ανωτέρω στόχους. Συγκεκριμένα, (1) καταστολή της ανθεκτικότητας στα ήδη εν χρήσει εντομοκτόνα, με περιορισμό της χρήσης τους, (2) διατήρηση της ευπάθειας σε νέες ουσίες με μελέτη των ιδιοτήτων τους και βελτιστοποίηση της χρήσης τους για ένα μόνο μήνα κατ' έτος και (3) διατήρηση των φυσικών εχθρών στην αρχή της περιόδου ανάπτυξης του βαμβακιού. Οι αγρότες ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν τότε τα aldicarb και endosulfan (που θεωρούνται ηπιότερα άλλων για τα ωφέλιμα έντομα και ακάρεα), μόνο όμως όταν είναι απαραίτητο και να χρησιμοποιούν φερομόνες εναντίον του ρόδινου σκουληκιού *Pectinophora gossypiella*. Η τακτική αυτή κατέληξε σε μεγάλη μείωση της ποσότητας εντομοκτόνων και ακαρεοκτόνων στο βαμβάκι. Δεν είναι γνωστό αν η μείωση αυτή οφείλεται στην ενίσχυση του φυσικού περιορισμού, ή στην αποφυγή των μη αναγκαίων επεμβάσεων με εντομοκτόνα. Πάντως, είναι αναμφίβολο ότι η μείωση αυτή θα συμβάλει αισθητά στη μείωση των πιθανοτήτων ανάπτυξης ανθεκτικότητας.

Τέτοιες προσεγγίσεις είναι χρήσιμες για τη διαμόρφωση στρατηγικής αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας αλλά, όπως αναφέρει ο Pickett (1991), είναι σοβαρό λάθος να νομίζουμε ότι τα προβλήματα που μακρόπνοια δημιουργεί η ανθεκτικότητα των εντόμων στα εντομοκτόνα θα επιλυθούν με την ανεύρεση ή σύνθεση ουσιών με νέους τρόπους τοξικής δράσης, ή με τη χρησιμοποίηση ουσιών στις οποίες τα έντομα δεν ανέπτυξαν ακόμα ανθεκτικότητα. Είναι επίσης λάθος να πιστεύουμε ότι η φυτοπροστασία θα γίνει ασφαλέστερη για τον άνθρωπο και το περιβάλλον με το να χρησιμοποιούμε φυσικά προϊόντα αντί των συνθετικών. Από τα

γεωργικά φάρμακα που τρώμε, ο Ames 1991 (από Pickett 1991) υπολόγισε ότι τουλάχιστο το 99,99% είναι φυσικά προϊόντα, που τα φυτά παράγουν για να προστατευτούν από τα έντομα, τα παθογόνα και τους λοιπούς εχθρούς τους. Επιπλέον, πολλές από αυτές τις φυσικές ουσίες δεν θα έπαιρναν άδεια κυκλοφορίας με τις ισχύουσες σήμερα διεθνώς αυστηρές τοξικολογικές δοκιμές, που ισχύουν για τα συνθετικά γεωργικά και άλλα παρασιτοκτόνα. Οι φυσικές ουσίες θα περιμέναμε να είναι πιο ήπιες από τις συνθετικές, και συνεπώς να έχουν πλεονεκτήματα, αν είχαν μη τοξικό τρόπο (μηχανισμό) δράσης. Τέτοιες ουσίες είναι π.χ. οι φερομόνες των εντόμων.

7.5. ΟΡΓΑΝΟΦΩΣΦΟΡΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Η κατηγορία ή ομάδα αυτή, περιέχει πολύ περισσότερα εντομοκτόνα από κάθε άλλη ομάδα που κυκλοφορεί σήμερα στη διεθνή αγορά. Στη βιβλιογραφία τα εντομοκτόνα αυτά αναφέρονται και ως οργανοφωσφορικά ή οργανοφωσφορικοί εστέρες. Πρόκειται για οργανικά φωσφορούχα εντομοκτόνα, που τα πιο πολλά είναι φωσφορικοί, φωσφοροθειϊκοί, φωσφοροθειονικοί και φωσφοροθειολικοί εστέρες.

Ο κύριος τρόπος της τοξικής τους δράσης στα έντομα και άλλα ζώα είναι με παρεμπόδιση (μπλοκάρισμα) του ενζύμου ακετυλοχολινεστεράση (AChE), απαραίτητου για τη σωστή λειτουργία του νευρικού συστήματος. Η νευρική ώση μεταδίδεται από νευρικό σε νευρικό κύτταρο καθώς και από νευρικό σε μυϊκό, με την παρουσία της ακετυλοχολίνης. Αμέσως μετά τη μεταβίβαση της νευρικής ώσης η ακετυλοχολινεστεράση (AChE) υδρολύει την ακετυλοχολίνη, που είναι το φυσικό υπόστρωμά της, τα νευρικά κύτταρα ηρεμούν, και είναι έτοιμα να δεχτούν νέα ώση. Λεπτομερέστερα η AChE, που κι αυτή βρίσκεται στις νευρικές συνάψεις, πρώτα ενώνεται με την ακετυλοχολίνη, και δημιουργεί ένα σύμπλοκο μαζί της (σύμπλοκο ενζύμου - υποστρώματος). Στη συνέχεια η ακετυλοχολίνη ακετυλιώνει το ένζυμο και σε τρίτη φάση, το ακετυλιωμένο ένζυμο υδρολύεται και ξαναδίνει το αρχικό ένζυμο ελεύθερο. Τα οργανοφωσφορούχα (όπως και τα καρβαμιδικά) εντομοκτόνα αποτελούν στην ουσία υποστρώματα για το ένζυμο AChE, αντιδρούν δηλαδή μαζί του με τρόπο ανάλογο με της ακετυλοχολίνης. Δημιουργούν πρώτα σύμπλοκο με το ένζυμο, μετά το φωσφορυλιώνουν και ακολουθεί με βραδύ ρυθμό η αποφωσφορυλίωση, που μπορεί να διαρκέσει και μήνες. Το παρεμποδισμένο λοιπόν

ένζυμο βρίσκεται κυρίως σε φωσφορυλιωμένη μορφή. Η φωσφορυλίωση γίνεται με ηλεκτρονιόφιλη προσβολή του P σε ένα OH της σερίνης του ενζύμου. Η δέσμευση αυτή (μπλοκάρισμα) της AChE, με συνέπεια την περίσσεια ακετυλοχολίνης, προκαλεί πληθώρα νευρομεταδόσεων στους νευρώνες του κεντρικού νευρικού συστήματος, με αποτέλεσμα υπερδιέγερση, μεγάλη κινητικότητα, τρόμο, σπασμούς, παράλυση και τελικά, θάνατο του εντόμου (Ware 1989 και πηγές που δίνει).

Ορισμένα οργανοφωσφορούχα εντομοκτόνα δεν είναι ισχυροί παρεμποδιστές του ενζύμου στην τεχνικώς καθαρή τους μορφή και στα σκευάσματα που κυκλοφορούν στην αγορά. Μέσα όμως στο σώμα των εντόμων (και άλλων ζώων) ενεργοποιούνται, δηλαδή μετατρέπονται, συνήθως με οξείδωση σε ισχυρούς παρεμποδιστές του ενζύμου. Έτσι το parathion μετατρέπεται σε paraoxon, το malathion σε malaoxon το diazinon σε diazoxon, το dimethoate σε dimethoxon.

Στις οργανοφωσφορούχες ενώσεις ανήκουν μερικά από τα τοξικότερα για τα έντομα, αλλά και για τα θερμόαιμα ζώα και τον άνθρωπο, εντομοκτόνα όπως και μερικά από τα λιγότερο τοξικά και λιγότερο επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Δεν είναι όμως αθροιστικά. Δεν συσσωρεύονται στο σώμα των ζώων, ούτε διατηρούνται εκεί αναλλοίωτα έπ' αόριστον. Όταν όμως το ζώο και ο άνθρωπος λαμβάνουν υποθανατηφόρες δόσεις, τα οργανοφωσφορούχα παραμένουν δεσμευμένα (συνδεδεμένα) με την AChE επί εβδομάδες ή μήνες. Το πόσο διαρκεί η δέσμευση, εξαρτάται από τη δομή του εντομοκτόνου και τη δόση που δέχτηκε το ζώο.

Τα οργανοφωσφορούχα είναι εντομοκτόνα επαφής, ορισμένα δε είναι και διασυστηματικά. Τα πλείστα είναι λιγότερο σταθερά και περισσότερο πτητικά από τους χλωριωμένους υδρογονάνθρακες. Η εντομοκτόνος δράση τους εκδηλώνεται σχετικά γρήγορα, μέσα σε λίγες ώρες ή και κλάσμα της ώρας. Έχουν, τα πλείστα, ευρύ φάσμα εντομοτοξικότητας (δηλ. σκοτώνουν πολλά και ποικίλα είδη εντόμων) και πολλά μέλη της ομάδας έχουν και ακαρεοκτόνο δράση. Ορισμένα είναι και νηματωδοκτόνα και μαλακιοκτόνα και τα ίδια ή άλλα, λόγω της μεγάλης τοξικότητάς τους για τα θερμόαιμα ζώα, είναι και τρωκτικοκτόνα, στις εντομοκτόνες εννοείται δόσεις. Η υπολειμματική τους διάρκεια είναι από μικρή ως σχετικά μεγάλη. Τα πλείστα είναι λιποδιαλυτά αλλά όσα έχουν διασυστηματική δράση είναι και υδατοδιαλυτά. Ορισμένα έχουν διεισδυτική ικανότητα σε φύλλα ή καρπούς. Λίγα είναι πτητικά σε τέτοιο βαθμό ώστε να δρουν και με τους ατμούς τους ως ασφυκτικά σε κλειστούς χώρους, εμποτισμένα σε κατάλληλα υλικά (π.χ. το dichlorvos).

Ορισμένα είναι εκλεκτικά, ή μπορούν να δώσουν εκλεκτικό αποτέλεσμα όταν χρησιμοποιηθούν κατάλληλα. Συνεπώς, είναι παραδεκτά σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης εντόμων και ακάρεων σε καρποφόρα δέντρα και θάμνους.

Ορισμένα οργανοφωσφορούχα, όταν ψεκάστηκαν από αέρος, ζημίωσαν τις βαφές αυτοκινήτων και ιδιαίτερα τις ακρυλικές λάκκες. Όταν όμως τα αυτοκίνητα πλύθηκαν μέσα σε μισή ώρα από τον ψεκασμό απέφυγαν τη ζημιά (βλ. πηγές που δίνει ο Roessler 1989).

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

8. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αύξηση του πληθυσμού της Γης αλλά και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου, έχει οδηγήσει τον επιστημονικό τομέα στην εξεύρεση λύσεων για την ανάπτυξη της γεωργίας, τομέας που μπορεί να αντισταθμίσει όλα τα παραπάνω. Στον πυρετό της προσπάθειας αυτής λαμβάνει μέρος και η προσπάθεια της αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς, εντόμου πολύ επιζήμιου για ένα από τα σπουδαιότερα εδώδιμα και εξαγωγίμα προϊόντα της Ελλάδος. Η ταχύτητα της προσπάθειας αυτής, σε συνδυασμό με την έλλειψη ενημέρωσης των γεωργών, όχι μόνο δεν εξάλειψαν το πρόβλημα που λέγεται δάκος, αλλά οδήγησαν στην όξυνση του.

Σημαντικό ρόλο στην όξυνση αυτή έπαιξε η αλόγιστη χρήση των διαφόρων χημικών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. Έτσι φτάνουμε στο σήμερα, όπου οι επιστήμονες καλούνται να αντιμετωπίσουν ένα σοβαρό πρόβλημα που προκλήθηκε από την παραπάνω αιτία, που είναι η ανθεκτικότητα των εχθρών των φυτών.

Πάνω στο θέμα της ανθεκτικότητας του δάκου υπάρχει μόνο μία αναφορά στο παρελθόν και συγκεκριμένα πάνω στην ανθεκτικότητα στο οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο dimethoate. Σύμφωνα με τον Vonta et al. το 2001 έγινε μελέτη της ανθεκτικότητας του δάκου σε μία μόνο περιοχή της Αττικής. Μετρήθηκε το επίπεδο της ανθεκτικότητας το 1999 σε φυσικό πληθυσμό, σε πληθυσμό όπου είχε συλλεχθεί από το ίδιο μέρος το 1987 και είχε κρατηθεί κάτω από ιδανικές συνθήκες στο εργαστήριο (LS), και σε εργαστηριακό πληθυσμό (LR). Η δόση του εντομοκτόνου που δέχονταν τα άτομα ήταν ίση με το LD₈₀. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Παρουσίαση του LD₈₀ στο πείραμα του Vonta.

Treatment	Parental (LS)	Selected (LR)	Field (Attiki)
Dimethoate	0,11 (0,07-0,14)	0,55 (0,52-0,57)	0,94 (0,89-0,98)

Σε επόμενη αναφορά τους οι Vontas et al. (2002), βρέθηκε ότι μία μετάλλαξη στην ακετυλοχολινεστεράση στο σημείο 488 (G488S) της σερίνης σε γλυκίνη, η οποία μείωσε κατά 35-40% την καταλυτική δράση της Ache ενώ αύξησε κατά 5 φορές το επίπεδο της ανθεκτικότητας. Επιπλέον βρέθηκε ότι μία μετάλλαξη της βαλίνης σε

ιστιδίني στο σημείο 214 (I214V) σε συνδυασμό με την πρώτη μετάλλαξη προσδίδει 16 φορές περισσότερη ανθεκτικότητα στο έντομο.

8.1. ΣΚΟΠΟΣ

Η πτυχιακή αυτή διατριβή, έχει ως στόχο την ανίχνευση και την μέτρηση της ανθεκτικότητας πληθυσμών του δάκου της ελιάς, από διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Τα αποτελέσματα αυτής θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην χαρτογράφηση του ελλαδικού χώρου βάση της ανθεκτικότητας των πληθυσμών του εντόμου, ώστε να μπορούν να βοηθηθούν οι γεωργοί επιλέγοντας το αποτελεσματικότερο εντομοκτόνο, αλλά και οι εταιρείες παρασκευής εντομοκτόνων, γνωρίζοντας πλέον την αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων που κυκλοφορούν στην αγορά.

8.2. ΥΛΙΚΑ / ΜΕΘΟΔΟΙ

8.2.1. ΠΕΡΙΟΧΕΣ - ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

1- ΠΕΡΙΟΧΕΣ

Οι περιοχές στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες είναι οι, Αργολίδα, Καβάλα, Καλά Νερά, Κυπαρισσία και Λέσβο.

2- ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

ΥΛΙΚΑ

Τα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια των δειγματοληψίας τόσο στον ελαιώνα όσο και στον αγρό είναι, σακούλες με οπές, αλουμινένιες λεκάνες διαστάσεων 25cm X 45cm, διάφανη μεμβράνη, διχτάκι με μέγεθος ματιού 5mm, κόσκινο διαμέτρου 3mm και πριονίδι κονιορτοποιημένο.

ΜΕΘΟΔΟΣ / ΑΓΡΟΣ

Οι δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στις προαναφερόμενες περιοχές, από συνεργείο, το οποίο αποτελούνταν από άτομα του εργαστηρίου. Τα δέντρα επιλέγονταν με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνουν μία αντιπροσωπευτική εικόνα του ελαιώνα. Η επιλογή των καρπών γινόταν με βάση τα χαρακτηριστικά συμπτώματα από την προσβολή του δάκου.

Μετά την συλλογή οι καρποί τοποθετούνται μέσα σε σακούλες που προηγουμένως έχουν πραγματοποιηθεί οπές, για να μην αυξηθεί η υγρασία μέσα σε αυτές και μεταφέρονται στο εργαστήριο.

ΜΕΘΟΔΟΣ / ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Οι καρποί τοποθετούνται πάνω σε μία καθαρή επιφάνεια και γίνεται μία δεύτερη διαλογή για να απομακρυνθούν τυχόν αλλοιωμένοι καρποί, οι οποίοι θα ευνοούσαν την ανάπτυξη δευτερογενών προσβολών όπως *Botrytis cinerea* κ.α. Έπειτα οι καρποί χωρίζονται ανά περιοχές και ανά 100 περίπου τοποθετούνται μέσα σε διχτάκια.

Στην συνέχεια παίρνουμε το πριονίδι, που προηγουμένως το είχαμε αποστειρώσει στον κλίβανο στους 100°C για 1 ώρα, και το τοποθετούμε μέσα στα αλουμινένια ταψιά. Το στρώμα που σχηματίζεται πρέπει να είναι περί το 1 εκατοστόμετρο. Το ροκανίδι αυτό θα αποτελέσει το υπόστρωμα μέσα στο οποίο θα σχηματιστεί η νύμφη του εντόμου. Τα ταψιά αυτά είναι ισάριθμα με τα διχτάκια που περιέχουν τους καρπούς.

Κάθε διχτάκι με καρπούς τοποθετείται μέσα σε μία λεκάνη πάνω στο πριονίδι. Έπειτα σε κάθε λεκάνη τοποθετείται καρτελάκι που αναφέρει τον κωδικό του δείγματος, δηλαδή περιοχή και ημερομηνία που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία.

Τέλος οι λεκάνες τυλίγονταν με την διάφανη μεμβράνη, πάνω στην οποία δημιουργούσαμε οπές με ένα αιχμηρό αντικείμενο ώστε να μην γίνεται συγκέντρωση υδρατμών στο εσωτερικό τους και να μην διαφεύγουν τα ενήλικα άτομα σε περίπτωση που αυτά προέρχονται από νύμφες που σχηματίστηκαν μέσα στους καρπούς.

8.2.2. ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ, ΝΥΜΦΩΝ ΚΑΙ ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΤΟΥ ΕΝΤΟΜΟΥ

ΥΛΙΚΑ

Τα αντικείμενα που χρησιμοποιούμε για την συλλογή του κάθε σταδίου του εντόμου είναι, μία λαβίδα από μεταλλικά ελάσματα (μαλακή λαβίδα), ειδικούς κλωβούς, τριβλία με κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα για τις προνύμφες, φιάλη με διοξείδιο του άνθρακα και διάφανη μεμβράνη.

ΕΛΕΓΧΟΣ

Ο έλεγχος πραγματοποιείται καθημερινά για την συλλογή του δάκου της ελιάς σε όποιο στάδιο και αν βρίσκεται το έντομο. Αυτός πραγματοποιείται με το ξετύλιγμα των ταψιών από την μεμβράνη τροφίμων και την απομάκρυνση των καρπών της ελιάς με το διχτάκι. Αφού γίνει ο έλεγχος οι ελιές τοποθετούνται πάλι στα ταψιά τα οποία ξανατυλίγονται με νέα μεμβράνη.

ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ

Αφού απομακρύνουμε τις ελιές με το διχτάκι ελέγχουμε το πριονίδι για την ύπαρξη προνυμφών. Το ίδιο κάνουμε και με τις ελιές αφού τις βγάλουμε από το διχτάκι. Σε περίπτωση που βρεθεί προνύμφη πάνεται απαλά με λαβίδα κατασκευασμένη από εύκαμπτα μεταλλικά ελάσματα και τοποθετείται σε τριβλίο που περιέχει κατάλληλο θρεπτικό υπόστρωμα (βλέπε παρακάτω). Στα τριβλία αυτά δίνεται κωδικός όπως αυτός στα ταψάκια.

ΣΥΛΛΟΓΗ ΝΥΜΦΩΝ

Η συλλογή γίνεται όπως παραπάνω με την διαφορά ότι στην περίπτωση αυτή το πριονίδι περνιέται από το κόσκινο ώστε οι pupae που υπάρχουν μέσα σε αυτό να συγκρατηθούν από το τελευταίο. Με την εύκαμπτη λαβίδα οι pupae τοποθετούνται μέσα στα ειδικά κλουβάκια (βλέπε παρακάτω).

ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΝΗΛΙΚΩΝ

Αφού διαπιστωθεί η ύπαρξη ενηλίκων εντόμων μέσα στις λεκάνες που είναι καλυμμένα από την μεμβράνη γίνεται μία οπή σε κάποιο σημείο της μεμβράνης και με την βοήθεια ενός σωλήνα σιλικόνης διοχετεύουμε διοξείδιο του άνθρακα κάτω από αυτή. Όταν δούμε ότι τα ενήλικα έχουν ακινητοποιηθεί σταματάμε την παροχή διοξειδίου του άνθρακα και ανοίγουμε την μεμβράνη. Με την λαβίδα από μεταλλικά ελάσματα πιάνουμε τα ενήλικα και τα τοποθετούμε σε ειδικά κλουβιά στα οποία βάζουμε κωδικούς όπως στα παραπάνω.

8.2.3. ΕΚΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΔΑΚΟΥ ΤΗΣ ΕΛΙΑΣ

1. Το παρών σύστημα εκτροφής (Tsitsipis 1977)

Η μαζική εκτροφή του δάκου αναπαριστάνει το βιολογικό του κύκλο σε συνθήκες εργαστηρίου, και αποβλέπει στην βελτιστοποίηση αυτών των συνθηκών για την πλέον αποδοτική παραγωγή του. Στις διάφορες φάσεις του συστήματος εκτροφής περιλαμβάνονται: η αποικία των τέλειων εντόμων, η ανάπτυξη των προνυμφών, η διατήρηση των αυγών και των νυμφών, η παρασκευή τροφής για τις προνύμφες και τα ενήλικα και η εκτέλεση κάποιων βοηθητικών εργασιών.

2. Συνθήκες διατηρήσεις – υγιεινής

Οι χώροι όπου εκτρέφονται τα τέλεια, αναπτύσσονται οι προνύμφες, και διατηρούνται τα αυγά και οι νύμφες, έχουν σταθερή θερμοκρασία 23-25°C και σχετική υγρασία 60±5% και φωτοπερίοδο 14:30 ώρες.

Οι χώροι που αναπτύσσονται τα τέλεια και οι προνύμφες απολυμνούνται με διάλυμα χλωρίνης 8%. Απαραίτητο μέτρο αποτελεί επίσης η καθαριότητα και απολύμανση με αλκοόλη των χεριών του προσωπικού που ασχολείται με την παρασκευή και το χειρισμό των τροφών.

3. Τροφές

Στο εργαστήριο έχουν αναπτυχθεί κατάλληλες τροφές, η σύνθεση των οποίων και η αναλογία φαίνεται στο Πίνακα 6 (Tsitsipis 1977).

Τροφή τέλειων: ζάχαρη εμπορίου, Yeast hydrolyzate (υδρολυμένη μαγιά μύρας).

Τροφή προνύμφης: νερό βρύσης, κυτταρίνη σε σκόνη, μαγιά μύρας σε λέπια, ενζυματικά υδρολυμένη σόγια, ζάχαρη εμπορίου, ελαιόλαδο, σορβικό κάλι, niiragin, και HCl.

Η τροφή των τέλειων είναι στερεή και παρασκευάζεται με απευθείας ανάμιξη των στέρεων συστατικών της σε γουδί και λυοτριβιση αυτών μέχρι να γίνουν σκόνη.

Το θεραπευτικό υπόστρωμα πάνω στο οποίο αναπτύσσονται οι προνύμφες παρασκευάζεται σε αναμικτήρα, με κάδο και πτερύγια ανάμιξης. Τα βήματα που ακολουθούμε είναι:

1. Η διαλυμένη σε ακετόνη niiragin προστίθεται στο ζεστό νερό (30-40°C) της τροφής μαζί με το σορβικό κάλι.
2. Μετά προστίθεται το ελαιόλαδο.
3. Το Tween-80.
4. Η υδρολυμένη σόγια.
5. Η ζάχαρη.
6. Η μαγιά μύρας.

Τα παραπάνω συστατικά αναμειγνύονται για 5 λεπτά.

7. Μετά προστίθεται το υδροχλωρικό οξύ (HCl).

Ακολουθεί ανάδευση για 1 λεπτό.

8. Μετά προστίθεται η κυτταρίνη σε δυο δόσεις.

Η ανάμιξη της με τη υπόλοιπη τροφή διαρκεί 10 λεπτά για κάθε δόση

Η παρασκευασμένη τροφή για προνύμφες παρουσιάζει ανομοιογενή κοκκώδη υφή. Έπειτα ακολουθεί η φάση της ομοιόμορφης κοκκοποίησης. Η κοκκοποίηση γίνεται με το χέρι σε κόσκινο. Πρέπει ο εργαζόμενος να φορά γάντια μια χρήσεως και το κόσκινο να έχει απολυμανθεί με 70% αλκοόλη. Έπειτα η τροφή αποθηκεύεται σε πλαστικά δοχεία στους 5 °C.

4. Διατήρηση των τελείων.

Τα τέλεια διατηρούνται σε κλούβια από πλεξιγκλάς (Εικ. 1) διαστάσεων 8X8X8 εκ. και πάχος 3 χιλιοστά. Οι δυο πλαϊνές πλευρές περικλείονται από δικτυωτό πλέγμα (τούλι) με άνοιγμα 1 χιλιοστό, ενώ στις άλλες δυο που αποτελούνται από πλεξιγκλάς, η μια έχει μια οπή με 1,75 εκατοστά ακτίνα για τη εκτέλεση των εργασιών μέσα στο κλουβί.



Εικ. 1. Σχηματική απεικόνιση κλωβού τελείων του δάκου

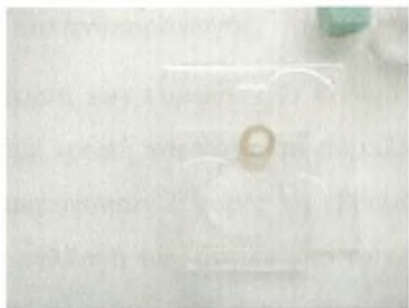
Στη βάση του κλωβού υπάρχουν 2 στρογγυλά ανοίγματα με ακτίνα 1,75 εκατοστά, μια για παροχή νερού μέσα σε φιαλίδιο (Εικ. 2) και μια για τη τοποθέτηση των νυμφών (Εικ. 3). Επιπλέον ένα στο κέντρο όπου στηρίζεται ο κώνος (Εικ. 4) συλλογής ωών με ακτίνα 0,6 εκατοστά, όπου έχει πλαστικό σωληνάκι για να εφαρμόζει ακριβώς.



Εικ. 2. Μπουκαλάκι παροχής νερού.

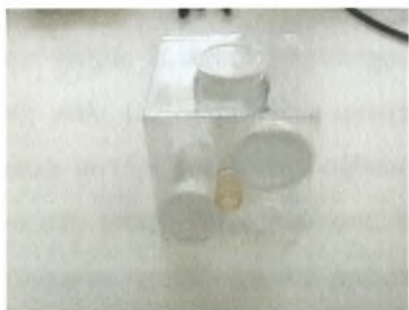


Εικ. 3. Καπάκι για την τοποθέτηση νυμφών.

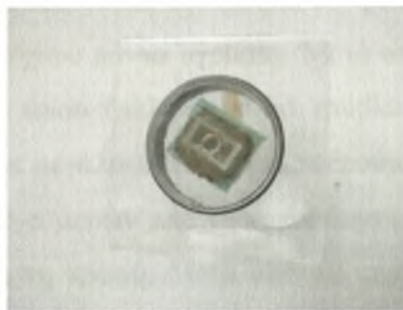


Εικ. 4. Κάτω επιφάνεια κλωβού. Σημείο στήριξης κώνου φωτοκίας.

Επίσης, υπάρχει ένα άνοιγμα με διάμετρο 1 εκατοστό για την παροχή τροφής (Εικ. 5). Στις άλλες δυο πλευρές η μια είναι ολόκληρη από πλεξιγκλάς, ενώ στην άλλη υπάρχει ένα στρογγυλό άνοιγμα στο κέντρο με ακτίνα 1,75 εκατοστά (Εικ. 6).

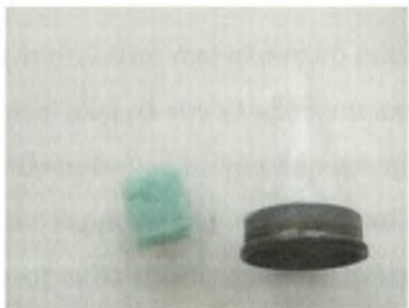


Εικ. 5. Οπή εισαγωγής τροφής (κάτω δεξιά)



Εικ. 6. Άνω πλευρά του κλωβού. Σημείο εισαγωγής κώνου φωτοκίας.

Στη οροφή υπάρχει ένα στρογγυλό άνοιγμα με ακτίνα 2,4 εκατοστά όπου τοποθετείται ο κώνος συλλογής των αυγών. Ο κώνος έχει ένα κάλυμμα με πλεξιγκλάς (Εικ.7), στο κάτω μέρος του οποίου έχει επικολληθεί πλαστικός σπόγγος. Οι σπόγγοι είναι βρεγμένοι με νερό για να κρατούν ψηλή τη υγρασία μέσα στο κώνο και να αποφεύγεται η αποξήρανση ή μείωση της εκκολαπτικότητας των αυγών.



Εικ. 7. Ο κώνος φωτοκίας και το κάλυμμα με τον σπόγγο.

5. Διαδικασία εκτροφής και αναπαραγωγής.

Μετά τη τοποθέτηση των νυμφών στο κλουβί αναπαραγωγής και την έξοδο των τέλειων, τοποθετούμε τροφή και νερό και συμπληρώνουμε όταν χρειαστεί, ενώ τα νέκτρα έντομα απομακρύνονται 2 φορές τη εβδομάδα. Μετά το πέρας 4 (στους 23°C) ημερών κάνουμε συλλογή των αυγών από το κώνο ωοτοκίας. Προσέχουμε το σφουγγαράκι στο καπάκι του κώνου να είναι πάντα βρεγμένο και η βάση του κώνου να είναι κλειστή (οι κώνοι αλλάζουν κάθε 15-20 μέρες). Με ένα υδροβολέα που περιέχει απεσταγμένο νερό ξεπλένουμε το εσωτερικό του κώνου όπου τα ενήλικα του δάκου έχουν αφήσει τα αυγά και τα μαζεύουμε σε γυάλινο ποτήρι. Μετά τα μεταφέρουμε με τη βοήθεια πιπέτας σε τρυβλία Petri όπου περιέχουν διηθητικό χαρτί εμποτισμένο σε προπιονικό οξύ 0,3%. Τα τρυβλία τοποθετούνται σε βιοκλιματικό θάλαμο στους 23°C. Η συλλογή των αυγών γίνεται δυο φορές την ημέρα, το πρωί και το απόγευμα. Πρέπει να προσέχουμε τα αυγά να έχουν πάντα υγρασία. Μετά από 4 μέρες πάλι με τη βοήθεια απεσταγμένου νερού όπου ξεπλένουμε το τρυβλίο σε γυάλινο ποτήρι και με τη βοήθεια μιας πιπέτας με μεγάλο άνοιγμα μεταφέρουμε τα αυγά στη τροφή για προνύμφες. Μετά το πέρας 5-6 μερών από τη τοποθέτηση των προνυμφών στη τροφή, θα πρέπει να αλλάζουμε τη τροφή. Μετά από 12 περίπου ημέρες οι προνύμφες νυμφώνονται μέσα στη τροφή όπου και τις συλλέγουμε. Η διάρκεια του νυμφικού σταδίου είναι 12 ημέρες περίπου. Θα πρέπει σε όλη αυτή τη διαδικασία να τηρούνται τα κατάλληλα μέτρα υγιεινής. Μετά από κάθε χρήση θα πρέπει τα εργαλεία και τα διάφορα μέρη του κλούβιου να απολυμαίνονται με διάλυμα χλωρίνης 8%. Απαραίτητο μέτρο αποτελεί η καθαριότητα και η απολύμανση με αλκοόλη των χεριών του προσωπικού που ασχολείται με τη διαδικασία εκτροφής και αναπαραγωγής.

6. Κατασκευή κώνου ωοθεσίας.

Ο κώνος (Εικ.8) αποτελείται από πλαστική κυκλική βάση στο άνω μέρος όπου και κρατά το κώνο στη άνω πλευρά του κλωβού και από τούλι που του δίνει το τελικό σχήμα. Το τούλι είναι καλυμμένο με μείγμα παραφίνης (paraffin) όπου έχουν σημείο τήξης (melting point) σε θερμοκρασία 46-48°C και 52-54°C. Αφού λιώσουμε τη παραφίνη (130°C) ο κώνος εμβαπτίζεται μέσα σε αυτή. Πρέπει όλες οι τρύπες από το τούλι να έχουν καλυφθεί με παραφίνη.



Εικ. 8. Κώνος συλλογής ωών.

Πίνακας 6. Σύσταση τροφών προνύμφης και τέλειου του δάκου της ελιάς.

ΤΡΟΦΗ ΠΡΟΝΥΜΦΩΝ

	50 Kg	0,2Kg	0,5Kg	1Kg
Νερό βρύσης (Tap water)	24,750 lit	99 ml	247,500 ml	495,000 ml
Κυτταρίνη (Cellulose)	14,700 Kg	58,8 g	147,000 g	294,000 g
Μαγιά μύραας (Brewer's yeast)	3,375 Kg	13,5 g	33,750 g	67,500 g
Σόγια ενζυμικά υδρολυμένα (Soya hydrolyzate)	1,350 Kg	5,4 g	13,500 g	27,000 g
Ζάχαρη (Sugar)	0,900 Kg	3,6 g	9,000 g	18,000 g
Ελαιόλαδο (Olive oil)	0,900 lit	3,6 ml	9,000 ml	18,000 ml
Tween-80	0,338 Kg	1,4 ml	3,375 ml	6,750 ml
Σορβικό κάλι (K sorbate)	0,023 Kg	0,1 g	0,225 g	0,450 g
Νιπαγκίνη (Nipagin)	0,090 Kg	0,4 g	0,900 g	1,8000 g
HCl (2N)	1,5 lit	6,0 ml	15,000 ml	30,000 ml

ΤΡΟΦΗ ΕΝΗΛΙΚΩΝ

	4.000 kg	0.2 kg	0.5 kg	1.000 kg
Ζάχαρη (Sugar)	3.000 kg	0.150 kg	0.375 kg	0.750 kg
Υδρολυμένη μαγιά μύρας (Yeast hydrolyzate)	1,000 kg	0.050 kg	0.125 kg	0.250 kg

8.2.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ**1. Υλικά**

Τα υλικά που χρειάζονται για να γίνει μια βιοδοκιμή με τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής στο δάκο της ελιάς είναι, τουλάχιστον 6 μπουκαλάκια των 100 ml που να κλείνουν πολύ καλά, (μπορεί να χρειαστεί και μεγαλύτερα αν θέλουμε μικρότερες συγκεντρώσεις), μια μικροσύριγγα Hamilton των 10 ml με μήκος βελόνας 1 each, μικρούς κλωβούς εκτροφής του δάκου της ελιάς, εφοδιασμένα με τροφή και νερό για να τοποθετηθούν τα έντομα μετά τη βιοδοκιμή, φιάλη CO₂ που θα συνδέεται με αεροστεγές κουτί (μεγαλύτερο από το κλουβί εκτροφής του δάκου) για τη τοποθέτηση των ενήλικων του δάκου για να αναισθητοποιηθούν, ακετόνη pro analysis που χρησιμεύει ως διαλυτής του εντομοκτόνου, πιπέτες για τη παρασκευή των διαλυμάτων και λαβίδες για το χειρισμό των εντομών.

2. Μέθοδος

Αρχικά προετοιμάζονται οι κλωβοί του δάκου για να τοποθετήσουμε τα έντομα μετά τη βιοδοκιμή. Προσπαθούμε τα έντομα να έχουν τις ιδανικές συνθήκες. Στους κλωβούς τοποθετείται νερό και τροφή. Στη συνέχεια φτιάχνουμε τα διαλύματα. Συνήθως χρησιμοποιούμε το μαρτυρά και άλλες 5 διαφορετικές συγκεντρώσεις. Στο μάρτυρα έχουμε διαλυμένο μόνο ακετόνη. Οι υπόλοιπες δόσεις του εντομοκτόνου υπολογίζονται όπως φαίνεται στο Πίνακα 7.

Πίνακας 7. Υπόδειγμα πίνακα απεικόνισης των συγκεντρώσεων των διαλυμάτων των εντομοκτόνων.

ml ακετόνης	20	100	60	60	40	20
	0X	1/64X	1/32X	1/16X	1/8X	1/4X
λ εντομοκτόνου	0	1,17	1,4	2,8	3,75	3,75
ng/έντομο	0	4,7	9,375	18,75	37,5	75

Οι τιμές στον Πίνακα 7 είναι ενδεικτικές για το εντομοκτόνο dimethoate. Στην πρώτη στήλη φαίνονται τα ml ακετόνης που χρειάζεται για τη παρασκευή του διαλύματος. Στη δεύτερη γραμμή ορίζουμε ως 1X τη προτεινόμενη δόση του παρασκευαστή του εντομοκτόνου και τη ανάγουμε σε σχέση με αυτή. Στην τρίτη σειρά έχουμε τα λ του εντομοκτόνου που τοποθετούμε στη ακετόνη με πιπέτα. Τα διαλύματα πριν και μετά τη τοποθέτηση του εντομοκτόνου πρέπει να είναι πολύ καλά κλεισμένα διότι η ακετόνη εξατμίζεται πολύ εύκολα. Τα μπουκαλάκια πρέπει να έχουν αποστειρωθεί πρώτα σε κλίβανο. Μετά τη τοποθέτηση του εντομοκτόνου ανακατεύουμε τα διαλύματα. Στη τέταρτη στήλη είναι τα ng εντομοκτόνου που δέχεται κάθε έντομο.

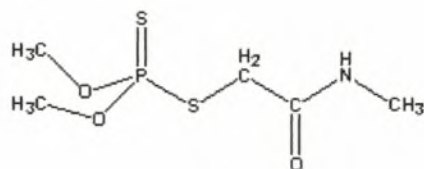
Μετά τη παρασκευή και των διαλυμάτων, τοποθετούμε μέσα στο αεροστεγές κλουβί τα έντομα για να ναρκωθούν, αυτό χρειάζεται μόνο μερικά δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια τοποθετούμε 1 ml από το διάλυμα στο κοιλιακό στερνό του εντόμου (abdominal sternum) και τα τοποθετούμε στο κλουβί του.

Κάθε κλουβί δέχεται έντομα με μια συγκεκριμένη δόση εντομοκτόνου, ξεκινώντας πάντα από το μάρτυρα. Τα κλουβιά με τα έντομα τοποθετούνται μετά πάλι στο θάλαμο στους 23 °C. Μετράμε τα νέκρα και τα ζωντανά έντομα μετά από 24 ώρες. Θα πρέπει σε κάθε δόση να έχουμε περισσότερα από 20 άτομα.

8.2.5. ENTOMOKTONA ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

8.2.5.1. Dimethoate (οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο) Εταιρεία «ΑΛΦΑ»

Χημικός τύπος : $C_5H_{12}NO_3PS_2$ -



Το Dimethoate είναι ένα εντομοκτόνο που χρησιμοποιείται για την θανάτωση εντόμων και ακάρεων μέσω επαφής ή στομάχου. Χρησιμοποιείται ενάντια σε ένα ευρύ φάσμα εντόμων, συμπεριλαμβανομένων των αφιδών, των θριπών, των ακριδών, των μυγών και σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης αλφάλαφα, μήλων, καλαμποκιού, βαμβακιού, γκρέιπφρουτ, σταφυλιών, λεμονιών, πεπονιών, πορτοκαλιών, αχλαδιών, πεκάν, κάρδαμου, σόργου, σόγιας, καπνού, ντοματών, καρπουζιών, σιταριού και άλλων λαχανικών. Χρησιμοποιείται επίσης και για ψεκασμό των τοίχων αγροτικών κτηρίων για την αντιμετώπιση ενοχλητικών και επιβλαβών εντόμων. Το Dimethoate στο παρελθόν χορηγούνταν στα ζώα για τον έλεγχο του οίστρου τους. Οι μορφές με τις οποίες κυκλοφορεί είναι, ως αερόλυμα, σκόνη, συμπυκνωμένο γαλάκτωμα, και με συμπυκνωμένες μορφές που προτείνει το ULV (Hayes, W.J., E.R. Laws (ed.). 1990, Meister, R.T. (ed.). 1992.).

Το Dimethoate ανήκει στην κατηγορία των οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων. Αυτές οι χημικές ουσίες ενεργούν στην βιοσύνθεση της ακετυλοχολινεστερασης ενός ενζύμου που παίζει σημαντικό ρόλο στην μεταβίβαση μηνυμάτων μέσω του νευρικού συστήματος.

Το εντομοκτόνο αυτό είναι πολύ τοξικό στα πουλιά. Τα πουλιά δεν είναι ικανά να μεταβολίσουν το dimethoate γρήγορα όπως τα θηλαστικά (Stevens, 1971). 7 mg/kg dimethoate σκοτώνουν τον μισό πληθυσμό των άγριων πουλιών που εκτίθενται (LC₅₀). Το LC₅₀ για τα πουλιά γενικά είναι 22 mg/kg σώματος (NIOSH RTECS Online File 84/8310). Επίσης είναι ιδιαίτερα τοξικό για τα ψάρια και τα υδρόβια ασπόνδυλα. Το LC₅₀ για το dimethoate σε έκθεση της πέστροφας για 96 ώρες είναι 6,2 ug/l (Cheminova Agro A/S. 1991). Η δυσκολία του στην χρήση έγκειται και στο γεγονός ότι αυτό είναι ιδιαίτερα τοξικό για τις μέλισσες. Το LD₅₀ για το dimethoate για έκθεση των μελισσών για 24 ώρες είναι 0,12 ug/μέλισσα (Cheminova Agro A/S. 1991). Δια στόματος το LD₅₀ για τον άνθρωπο είναι 30 mg/kg σωματικού βάρους.(NIOSH RTECS Online File 84/8310).

Το Dimethoate είναι βιοδιασπώμενο. Υφίσταται γρήγορη υποβάθμιση στο περιβάλλον και στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (Cheminova Agro A/S.

1991). Επειδή είναι ιδιαίτερα διαλυτό στο νερό και προσροφάται ελάχιστα από τα εδαφικά μόρια, μπορεί να υφίσταται ισχυρή διαχυση (U. S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1990, Howard, P.H. 1989). Υποβαθμίζεται με την υδρόλυση, ειδικά στα αλκαλικά εδάφη, και κατά την εξάτμιση από τις ξηρές εδαφικές επιφάνειες. Έχουν αναφερθεί απώλειες από την εξάτμιση από 23 έως 40% της εφαρμοζόμενης ποσότητας dimethoate. Η βιοδιάσπαση μπορεί να είναι σημαντική, γιατί έχει αναφερθεί απώλεια της τάξης του 77% για γόνιμο πηλοαργιλώδες έδαφος σε 2 εβδομάδες από την εφαρμογή του (Howard, P.H. 1989).

Το Dimethoate είναι ένα άχρωμο κρυσταλλικό στερεό με μυρωδιά σαν καμφορά, όπως το mercaptan (Worthing, C.R. 1987, Occupational Health Services, Inc. 1991). Η αποσύνθεσή του γίνεται γρήγορα όταν αυτό θερμαίνεται σε θερμοκρασία άνω των 80 βαθμών Κελσίου. Στην θερμοκρασία αυτή μπορεί να προκληθεί ακόμα και έκρηξη. Όταν αυτό θερμανθεί πάνω από τους 35 βαθμούς Κελσίου αρχίζει να χάνει την δραστηριότητά του. Η θερμική αποσύνθεση μπορεί να απελευθερώσει τοξικούς και επικίνδυνους καπνούς, οι οποίοι αποτελούνται από διμεθυσουλφίδια, μεθυλική μερκαπτάνη, μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του άνθρακα, πεντοξειδίο του φωσφόρου, και νιτρογενοξειδάσες (Meister, R.T. 1992., Occupational Health Services, Inc. 1991, Cheminova Agro A/S. 1991). Παρακάτω παρουσιάζονται διαλύτες του εντομοκτόνου και ο βαθμός διάλυσης:

Είναι διαλυτό στη μεθανόλη και το κυκλοεξάνιο. Ελαφρώς διαλυτό είναι στους αλειφατικούς υδρογονάνθρακες, τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες, το διεθυλικό αιθέρα, το τετραχλωρίδιο άνθρακα, το εξάνιο και το ξυλόλιο. Είναι πολύ διαλυτό στο χλωροφόρμιο, το βενζόλιο, το τολουόλιο, τις αλκοόλες, τους εστέρες, τις κετόνες, το χλωρίδιο μεθυλενίου, την ακετόνη και την αιθανόλη. Αδιάλυτο είναι στους πετρελαϊκούς αιθέρες. (Meister, R.T. 1987, Sunshine, Irving. 1969).

8.2.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ

Παρακάτω (Πίνακας 8), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών ανά περιοχή καθώς και τα αποτελέσματα της βιοδοκιμής του εργαστηριακού πληθυσμού.

8.2.7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Με επεξεργασία των παραπάνω στοιχείων με το στατιστικό πρόγραμμα S-PLUS 6.1 PROFESSIONAL προκύπτει ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Πίνακας αποτελεσμάτων επεξεργασίας των δεδομένων των βιοδοκιμών.

ΠΕΡΙΟΧΕΣ	LD ₅₀	95% Confidence Limits		LD ₉₅	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper		Lower	Upper
Εργαστηριακός πληθυσμός	2,11	0,62	2,93	4,64	3,63	8,31
Αργολίδα	41,54	29,26	63,06	85,42	63,64	150,51
Καβάλα	42,63	34,08	53,37	71,92	59,55	97,1
Καλά Νερά	35,59	25,1	54,84	77,47	57,2	135,77
Κυπαρισσία	67,14	48,56	123,26	143,12	100,1	308,71
Λέσβος	50,51	39,39	66,06	88,44	71,15	131,06

Αργολίδα

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το LD₅₀ είναι ίσο με 41,54 ng/έντομο. Ο λόγος του LD₅₀ του πληθυσμού της Αργολίδας προς το LD₅₀ του εργαστηριακού πληθυσμού είναι $LD_{50Aργ.} / LD_{50Eργ.} = 19,7$. Στην περίπτωση αυτή, η ανθεκτικότητα που εμφανίζεται στον πληθυσμό της Αργολίδας χαρακτηρίζεται ισχυρή, αφού το LD_{50Aργ.} είναι πάνω από 10 φορές μεγαλύτερο από αυτό του εργαστηριακού.

Καβάλα

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το LD₅₀ είναι ίσο με 42,63 ng/έντομο. Ο λόγος του LD₅₀ του πληθυσμού της Καβάλας προς το LD₅₀ του εργαστηριακού πληθυσμού είναι $LD_{50Καβ.} / LD_{50Eργ.} = 20,2$. Στην περίπτωση αυτή, η ανθεκτικότητα που εμφανίζεται στον πληθυσμό της Καβάλας χαρακτηρίζεται ισχυρή, αφού το LD_{50Καβ.} είναι πάνω από 10 φορές μεγαλύτερο από αυτό του εργαστηριακού.

Καλά Νερά

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το LD₅₀ είναι ίσο με 35,59 ng/έντομο. Ο λόγος του LD₅₀ του πληθυσμού των Καλών Νερών προς το LD₅₀ του εργαστηριακού πληθυσμού είναι $LD_{50Κ.Νερ.} / LD_{50Eργ.} = 16,9$. Στην περίπτωση αυτή, η ανθεκτικότητα που εμφανίζεται στον πληθυσμό των Καλών Νερών χαρακτηρίζεται ισχυρή, αφού το LD_{50Κ.Νερ.} είναι πάνω από 10 φορές μεγαλύτερο από αυτό του εργαστηριακού.

Πίνακας 8. Αποτελέσματα βιοδοκιμών.

Περιοχή	DIMETHOATE																	
	Δόση 0X (0ng)		Δόση 1/128X (2,34ng)		Δόση 1/64X (4,69ng)		Δόση 1/32X (9,37ng)		Δόση 1/16X (18,75ng)		Δόση 1/8X (37,5ng)		Δόση 1/4X (75ng)		Δόση 1/2X (150ng)		Δόση 1X (300ng)	
	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο	Νεκρά	Σύνολο
Εργαστηρ.	0	5	10	16	12	13	13	13	14	13	13	13	-	-	-	-	-	-
Αργολίδα	0	15	-	-	2	27	8	32	5	47	18	39	35	39	-	-	-	-
Καβάλα	-	-	-	-	0	9	0	10	1	12	6	12	16	17	-	-	-	-
Καλά Νερά	1	33	-	-	3	41	15	47	9	53	22	43	38	40	21	24	-	-
Κυπαρισσία	0	20	-	-	4	38	1	35	10	37	10	38	20	37	-	-	15	15
Λέσβος	-	-	-	-	0	6	0	7	1	9	4	12	10	12	-	-	-	-

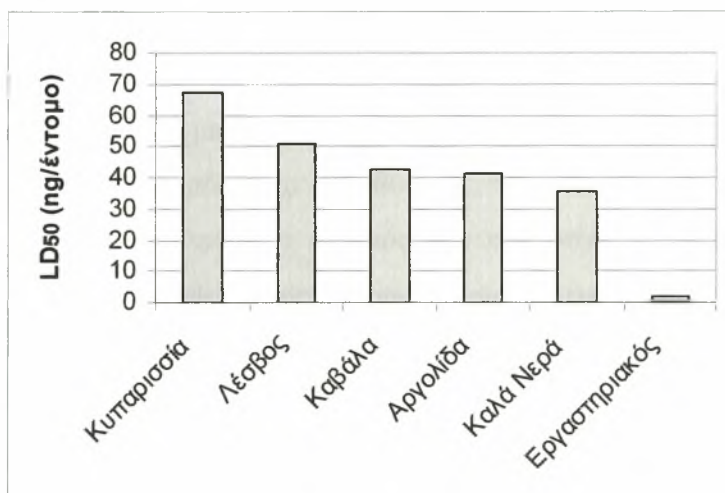
Κυπαρισσία

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το LD_{50} είναι ίσο με 67,14 ng/έντομο. Ο λόγος του LD_{50} του πληθυσμού της Κυπαρισσίας προς το LD_{50} του εργαστηριακού πληθυσμού είναι $LD_{50Κυπ.} / LD_{50Εργ.} = 31,8$. Στην περίπτωση αυτή, η ανθεκτικότητα που εμφανίζεται στον πληθυσμό της Κυπαρισσίας χαρακτηρίζεται ισχυρή, αφού το $LD_{50Κυπ.}$ είναι πάνω από 10 φορές μεγαλύτερο από αυτό του εργαστηριακού.

Λέσβος

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι το LD_{50} είναι ίσο με 50,51 ng/έντομο. Ο λόγος του LD_{50} του πληθυσμού της Λέσβου προς το LD_{50} του εργαστηριακού πληθυσμού είναι $LD_{50Λεσβ.} / LD_{50Εργ.} = 23,9$. Στην περίπτωση αυτή, η ανθεκτικότητα που εμφανίζεται στον πληθυσμό της Λέσβου χαρακτηρίζεται ισχυρή, αφού το $LD_{50Λεσβ.}$ είναι πάνω από 10 φορές μεγαλύτερο από αυτό του εργαστηριακού.

Στο γράφημα που ακολουθεί (Σχήμα 3) παρουσιάζονται τα LD_{50} των πληθυσμών ανά περιοχή κατά φθίνουσα σειρά:



Σχήμα 3. Παρουσίαση των LD_{50} των πληθυσμών ανά περιοχή κατά φθίνουσα σειρά.

8.2.8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών δίνουν μία ξεκάθαρη εικόνα του βαθμού της ανθεκτικότητας σε διάφορες ελαιοπαραγωγικές περιοχές, καθώς οι πληθυσμοί των εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν, επιδιώχθηκε να είναι όσο το δυνατό πιο αντιπροσωπευτικοί.

Από το τελευταίο διάγραμμα φαίνεται ότι τον μεγαλύτερο βαθμό ανθεκτικότητας τον έχει ο πληθυσμός από την Κυπαρισσία, ενώ τον μικρότερο (εκτός του εργαστηριακού), ο πληθυσμός από τα Καλά Νερά Βόλου. Αν και ο βαθμός των ανθεκτικότητων των πληθυσμών παρουσιάζει διαφορές, όλες χαρακτηρίζονται ισχυρές λόγω του ότι ήταν μεγαλύτερες από 10 φορές από την ανθεκτικότητα του εργαστηριακού πληθυσμού.

Η Κυπαρισσία είναι μία περιοχή, όπου η κύρια γεωργική παραγωγή της είναι οι βρώσιμες ελιές και το λάδι αυτή η γραμμή παραγωγής είναι και ο κύριος παράγοντας της ανάπτυξης, σε τόσο μεγάλο βαθμό της ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς. Αυτή η πίεση επιλογής που ασκείται, σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό των εντόμων και τις σχετικά πολλές γενιές του (3-4 γενιές), αποτελούν έφορο έδαφος για την ανάπτυξη εθισμού στα εντομοκτόνα σκευάσματα.

Οι ελαιοπαραγωγοί, στην προσπάθειά τους να προστατεύσουν τον καρπό που προορίζεται για βρώση, από την καταστροφή που προκαλεί ο δάκος με τον ωοθέτη του, καθώς και η προνύμφη του που τρώει το μεσοκάρπιο, χρησιμοποιούν πολύ ισχυρά εντομοκτόνα σε πολύ μεγάλες δόσεις. Το αποτέλεσμα αυτής τους της ενέργειας είναι μεν αποδοτικό για την συγκεκριμένη καλλιεργητική περίοδο, αλλά εντελώς ζημιογόνο για τις μετέπειτα.

Χρόνο με το χρόνο, ο πληθυσμός του δάκου της ελιάς αποκτάει ανθεκτικότητα, με αποτέλεσμα ο αριθμός των εντόμων να αυξάνεται ολοένα και περισσότερο. Την ενέργεια αυτή των ελαιοπαραγωγών επιτραπέζιας ελιάς «πληρώνουν» και οι ελαιοπαραγωγοί που εκμεταλλεύονται τον καρπό για λάδι. Στην περίπτωση των τελευταίων, η προσβολή του δάκου δεν είναι τόσο σημαντική όσο ο αριθμός του κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Στην αντίθετη περίπτωση, αύξηση του πληθυσμού του εντόμου οδηγεί σε καρπόπτωση, όπου είναι και ο βασικός ζημιογόνος παράγοντας των ελαιοδοτικών ποικιλιών ελιάς. Έτσι, οι ελαιοπαραγωγοί αναγκάζονται να συμβαδίζουν με τους παραγωγούς βρώσιμης ελιάς συμβάλλοντας και αυτοί κατά ένα μεγάλο μέρος στην όξινση του προβλήματος της ανθεκτικότητας.

Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται σε κάθε ελαιοπαραγωγική περιοχή άλλοτε σε μεγάλο και άλλοτε σε μικρότερο βαθμό, όπως συμβαίνει και στην Λέσβο, που βάση των στοιχείων έρχεται 2^η στην ανθεκτικότητα των πληθυσμών της, την Καβάλα, την Αργολίδα, τα Καλά Νερά κ.α. (Η κατάταξη αναφέρεται μόνο για τις πέντε περιοχές που μελετήθηκαν).

Λύση στο πρόβλημα της ανθεκτικότητας των πληθυσμών του εντόμου του δάκου της ελιάς έρχονται να δώσουν διάφορες τεχνικές, όπως : 1) Αύξηση της δόσης του εντομοκτόνου, 2) Αντικατάσταση του εντομοκτόνου με ένα άλλο, 3) Χρησιμοποίηση συνεργιστικών ουσιών, 4) Αλλαγή τρόπου καταπολέμησης (μη χημική μέθοδος ή μετρίως χημική), 5) Εναλλαγή εντομοκτόνου διαφορετικού τρόπου δράσης, 6) Χρησιμοποίηση μιγμάτων εντομοκτόνων, 7) Ενίσχυση φυσικών εχθρών κ.α.

Το πλείστο των τεχνικών αυτών θα ήταν αποτελεσματικές στην περίπτωση όπου ο βαθμός της ανθεκτικότητας των πληθυσμών του δάκου της ελιάς θα ήταν μικρό. Όμως στις περιοχές που μελετήθηκαν η ανθεκτικότητα των πληθυσμών χαρακτηρίζεται ισχυρή, γεγονός που την καθιστά δύσκολη στην αντιμετώπισή της.

Μακροχρόνιες μελέτες έχουν αποδείξει ότι ο πλέον αποτελεσματικότερος τρόπος αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας είναι η αποφυγή χρήσης χημικών εντομοκτόνων και η αντικατάσταση της χημικής καταπολέμησης με άλλες τεχνικές που βασίζονται σε ήπιες μεθόδους αντιμετώπισης (βιολογικές και οικολογικές μέθοδοι). Ενδεικτικά αναφέρονται μερικές από τις μεθόδους που είναι η χρησιμοποίηση χρωματικών και τροφικών κολλητικών παγίδων, η ενίσχυση των φυσικών εχθρών του εντόμου κ.α. Σήμερα, ιδιαίτερη εφαρμογή βρίσκουν οι παγίδες, οι οποίες λαμβάνουν μέρος στο σύστημα της μαζικής παγίδευσης του εντόμου. Σε αυτό το σύστημα χρησιμοποιούνται παγίδες, στις οποίες, για την προσέλκιση των εντόμων χρησιμοποιούνται δολώματα (π.χ. υδρολυμένες πρωτεΐνες, αζωτούχες ενώσεις κ.α.), ή φερομόνες. Για την θανάτωση του εντόμου χρησιμοποιείται κόλλα ή κάποιο εντομοκτόνο επαφής ή στομάχου.

Η χρήση μόνο των ήπιων μορφών αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς δεν έχει βρει πλήρη εφαρμογή, γιατί οι πληθυσμοί του εντόμου είναι πολύ μεγάλοι, οι φυσικοί εχθροί έχουν μειωθεί από την αλόγιστη χρήση εντομοκτόνων ευρέου φάσματος και οι απαιτήσεις του εμπορείου είναι πολύ μεγάλες, παράγοντες που δεν αφήνουν των ελαιοπαραγωγό να πάρει το ρίσκο της μείωσης της παραγωγής, έως ότου λειτουργήσουν οι ήπιες μορφές καταολέμησης.

Αντιμετώπιση στο πρόβλημα έρχεται να δώσει η θέσπιση της «Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης», η οποία συνδυάζει τόσο την χημική καταπολέμηση, όσο και την βιολογική. Χρήση βιολογικών μεθόδων συνεπάγεται μείωση των χημικών επεμβάσεων άρα και μείωση της πίεσης επιλογής.

Επιδείωση των σύγχρονων κυβερνήσεων είναι η εφαρμογή της «Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης» σε κάθε καλλιέργεια, ώστε να μειωθεί το πρόβλημα της ανθεκτικότητας των επιζήμιων εντόμων. Στην Ελλάδα σοβαρές προσπάθειες γίνονται πάνω στην αντικατάσταση των ήδη χρησιμοποιούμενων εντομοκτόνων με νέα, πιο αποτελεσματικά και πιο ακίνδυνα για το περιβάλλον. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το spinosad, το οποίο παράγεται από τον Ακτινομύκητα *Saccharopolyspora spinosa*, και το οποίο έχει παρουσιάσει αξιόλογα αποτελέσματα.

Σεβασμός στην φύση, μείωση επεμβάσεων, διατήρηση φυσικών εχθρών των επιζήμιων εντόμων και σωστές καλλιεργητικές τεχνικές, σημαίνει μείωση της ανθεκτικότητας των εχθρών των καλλιεργειών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ



Με τα κόκκινα βέλη σημειώνονται οι περιοχές στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες.

2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ PROBITS

1- ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

DATA Information

6 unweighted cases accepted.
0 cases rejected because of missing data.
1 case is in the control group.

MODEL Information

ONLY Normal Sigmoid is requested.

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

Parameter estimates converged after 19 iterations.
Optimal solution found.

Parameter Estimates (PROBIT model: (PROBIT(p)) = Intercept + BX):

	Regression Coeff.	Standard Error	Coeff./S.E.
VAR00001	,65031	,20915	3,10925

	Intercept	Standard Error	Intercept/S.E.
	-1,37583	,60996	-2,25561

Pearson Goodness-of-Fit Chi Square = ,999 DF = 4 P = ,910

Since Goodness-of-Fit Chi square is NOT significant, no heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

Observed and Expected Frequencies

Number of	Observed	Expected
-----------	----------	----------

VAR00001	Subjects	Responses	Responses	Residual	Prob
,00	5,0	,0	,422	-,422	,08444
37,50	13,0	13,0	13,000	,000	1,00000
18,75	14,0	14,0	14,000	,000	1,00000
9,38	13,0	13,0	13,000	,000	1,00000
4,69	13,0	12,0	12,386	-,386	,95279
2,34	16,0	10,0	8,943	1,057	,55896

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

Confidence Limits for Effective VAR00001

Prob	VAR00001	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
,01	-1,46164	-8,56081	,24100
,02	-1,04245	-7,44004	,51142
,03	-,77649	-6,73055	,68460
,04	-,57642	-6,19787	,81591
,05	-,41368	-5,76535	,92350
,06	-,27516	-5,39784	1,01571
,07	-,15371	-5,07615	1,09710
,08	-,04496	-4,78860	1,17047
,09	,05394	-4,52754	1,23763
,10	,14498	-4,28763	1,29987
,15	,52191	-3,29954	1,56272
,20	,82148	-2,52219	1,77959
,25	1,07848	-1,86348	1,97382
,30	1,30928	-1,28105	2,15737
,35	1,52314	-,75208	2,33818
,40	1,72608	-,26330	2,52292
,45	1,92243	,19293	2,71832
,50	2,11566	,62047	2,93208
,55	2,30890	1,02032	3,17354
,60	2,50524	1,39166	3,45384
,65	2,70818	1,73352	3,78550
,70	2,92205	2,04710	4,18171
,75	3,15285	2,33775	4,65702
,80	3,40985	2,61584	5,23188
,85	3,70942	2,89777	5,94417
,90	4,08635	3,21185	6,88102
,91	4,17738	3,28313	7,11189
,92	4,27629	3,35903	7,36422
,93	4,38503	3,44088	7,64328
,94	4,50649	3,53058	7,95667
,95	4,64501	3,63098	8,31598
,96	4,80775	3,74678	8,74030
,97	5,00782	3,88649	9,26458
,98	5,27378	4,06863	9,96511
,99	5,69296	4,34952	11,07541

2- ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

***** PROBIT ANALYSIS *****

DATA Information

6 unweighted cases accepted.
 0 cases rejected because of missing data.
 1 case is in the control group.

MODEL Information

ONLY Normal Sigmoid is requested.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Parameter estimates converged after 11 iterations.
 Optimal solution found.

Parameter Estimates (PROBIT model: (PROBIT(p)) = Intercept + BX):

	Regression Coeff.	Standard Error	Coeff./S.E.
VAR00001	,03748	,00467	8,02286

	Intercept	Standard Error	Intercept/S.E.
	-1,55700	,17588	-8,85263

Pearson Goodness-of-Fit Chi Square = 9,341 DF = 4 P = ,053

Since Goodness-of-Fit Chi square is significant, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Observed and Expected Frequencies

	Number of Subjects	Observed Responses	Expected Responses	Residual	Prob
VAR00001					

,00	15,0	,0	,896	-,896	,05973
4,69	27,0	2,0	2,257	-,257	,08359
9,38	32,0	8,0	3,648	4,352	,11399
18,75	47,0	5,0	9,236	-4,236	,19650
37,50	39,0	18,0	17,154	,846	,43985
75,00	39,0	35,0	34,910	,090	,89513

***** PROBIT ANALYSIS *****

Confidence Limits for Effective VAR00001

Prob	VAR00001	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
,01	-20,52463	-79,55932	-,43550
,02	-13,25222	-64,54937	4,74605
,03	-8,63810	-55,09756	8,10510
,04	-5,16709	-48,03663	10,68127
,05	-2,34368	-42,33231	12,81600
,06	,05948	-37,51060	14,66655
,07	2,16658	-33,31295	16,31917
,08	4,05324	-29,58217	17,82660
,09	5,76908	-26,21526	19,22364
,10	7,34852	-23,14100	20,53459
,15	13,88780	-10,74156	26,29114
,20	19,08501	-1,41772	31,39711
,25	23,54375	6,03943	36,31944
,30	27,54784	12,19236	41,28367
,35	31,25823	17,37497	46,40277
,40	34,77902	21,82665	51,72640
,45	38,18543	25,73693	57,27384
,50	41,53783	29,25950	63,05906
,55	44,89024	32,51904	69,10729
,60	48,29664	35,61852	75,46554
,65	51,81744	38,64775	82,21163
,70	55,52783	41,69345	89,46764
,75	59,53192	44,85240	97,42584
,80	63,99066	48,25315	106,40458
,85	69,18787	52,10270	116,98483
,90	75,72715	56,82135	130,42217
,91	77,30659	57,94503	133,68371
,92	79,02243	59,15991	137,23278
,93	80,90908	60,48929	141,14161
,94	83,01619	61,96680	145,51437
,95	85,41935	63,64354	150,50988
,96	88,24275	65,60340	156,38907
,97	91,71377	67,99972	163,62986
,98	96,32788	71,16623	173,27421
,99	103,60030	76,12150	188,51044

3- ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ

***** PROBIT ANALYSIS *****

DATA Information

5 unweighted cases accepted.
 0 cases rejected because of missing data.
 0 cases are in the control group.

MODEL Information

ONLY Normal Sigmoid is requested.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Parameter estimates converged after 16 iterations.
 Optimal solution found.

Parameter Estimates (PROBIT model: (PROBIT(p)) = Intercept + BX):

	Regression Coeff.	Standard Error	Coeff./S.E.
VAR00001	,05617	,01124	4,99925

	Intercept	Standard Error	Intercept/S.E.
	-2,39474	,47808	-5,00907

Pearson Goodness-of-Fit Chi Square = 1,428 DF = 3 P = ,699

Since Goodness-of-Fit Chi square is NOT significant, no heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Observed and Expected Frequencies

VAR00001	Number of Subjects	Observed Responses	Expected Responses	Residual	Prob
	4,69	9,0	,0	,149	-,01653
	9,38	10,0	,0	,309	-,03087

18,75	12,0	1,0	1,078	-,078	,08987
37,50	12,0	6,0	4,638	1,362	,38653
75,00	17,0	16,0	16,413	-,413	,96547

***** PROBIT ANALYSIS *****

Confidence Limits for Effective VAR00001

Prob	VAR00001	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
,01	1,21757	-24,03598	13,60853
,02	6,07072	-16,37793	17,41971
,03	9,14988	-11,56390	19,88254
,04	11,46622	-7,97146	21,76419
,05	13,35038	-5,07112	23,31660
,06	14,95409	-2,62026	24,65574
,07	16,36024	-,48653	25,84509
,08	17,61927	1,41057	26,92341
,09	18,76432	3,12381	27,91620
,10	19,81833	4,68974	28,84117
,15	24,18223	11,03960	32,80432
,20	27,65051	15,89689	36,14349
,25	30,62599	19,89675	39,17545
,30	33,29807	23,33577	42,05123
,35	35,77414	26,38106	44,85755
,40	38,12370	29,13978	47,65142
,45	40,39692	31,68809	50,47531
,50	42,63409	34,08496	53,36547
,55	44,87127	36,37986	56,35760
,60	47,14449	38,61782	59,49184
,65	49,49404	40,84371	62,81854
,70	51,97012	43,10726	66,40659
,75	54,64219	45,47064	70,35801
,80	57,61767	48,02299	74,83749
,85	61,08596	50,91390	80,14303
,90	65,44986	54,45265	86,91729
,91	66,50387	55,29411	88,56673
,92	67,64891	56,20325	90,36362
,93	68,90795	57,19736	92,34493
,94	70,31409	58,30133	94,56405
,95	71,91781	59,55303	97,10234
,96	73,80197	61,01459	100,09354
,97	76,11830	62,79955	103,78268
,98	79,19747	65,15491	108,70417
,99	84,05061	68,83412	116,49418

4- ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΑΛΩΝ ΝΕΡΩΝ

***** PROBIT ANALYSIS *****

DATA Information

7 unweighted cases accepted.
 0 cases rejected because of missing data.
 1 case is in the control group.

MODEL Information

ONLY Normal Sigmoid is requested.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Parameter estimates converged after 12 iterations.
 Optimal solution found.

Parameter Estimates (PROBIT model: (PROBIT(p)) = Intercept + BX):

	Regression Coeff.	Standard Error	Coeff./S.E.
VAR00001	,03927	,00462	8,50222

	Intercept	Standard Error	Intercept/S.E.
	-1,39752	,14248	-9,80876

Pearson Goodness-of-Fit Chi Square = 14,160 DF = 5 P = ,015

Since Goodness-of-Fit Chi square is significant, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Observed and Expected Frequencies

VAR00001	Number of Subjects	Observed Responses	Expected Responses	Residual	Prob
,00	33,0	1,0	2,677	-1,677	,08113
4,69	41,0	3,0	4,612	-1,612	,11248
9,38	47,0	15,0	7,128	7,872	,15165

18,75	53,0	9,0	13,474	-4,474	,25423
37,50	43,0	22,0	22,786	-,786	,52992
75,00	40,0	38,0	37,566	,434	,93915
150,00	21,0	21,0	21,000	,000	1,00000

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

Confidence Limits for Effective VAR00001

Prob	VAR00001	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
,01	-23,65315	-74,23688	-5,69132
,02	-16,71127	-60,46021	-,73487
,03	-12,30687	-51,78178	2,47226
,04	-8,99361	-45,29690	4,92843
,05	-6,29853	-40,05698	6,96137
,06	-4,00460	-35,62728	8,72200
,07	-1,99326	-31,77066	10,29310
,08	-,19236	-28,34297	11,72529
,09	1,44550	-25,24981	13,05199
,10	2,95315	-22,42587	14,29653
,15	9,19521	-11,04638	19,76167
,20	14,15621	-2,51763	24,62051
,25	18,41230	4,26426	29,32396
,30	22,23440	9,81896	34,08346
,35	25,77615	14,46640	38,99366
,40	29,13693	18,44395	44,08538
,45	32,38851	21,93981	49,36414
,50	35,58854	25,10261	54,83685
,55	38,78858	28,04892	60,52604
,60	42,04016	30,87242	66,47716
,65	45,40094	33,65389	72,76495
,70	48,94269	36,47171	79,50478
,75	52,76479	39,41470	86,87599
,80	57,02088	42,60295	95,17309
,85	61,98188	46,23260	104,93102
,90	68,22394	50,70510	117,30314
,91	69,73159	51,77326	120,30347
,92	71,36945	52,92925	123,56735
,93	73,17035	54,19546	127,16101
,94	75,18169	55,60417	131,18002
,95	77,47562	57,20450	135,77003
,96	80,17070	59,07703	141,17034
,97	83,48396	61,36920	147,81923
,98	87,88836	64,40185	156,67214
,99	94,83024	69,15474	170,65237

5- ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΚΥΠΑΡΙΣΙΑΣ

***** PROBIT ANALYSIS *****

DATA Information

7 unweighted cases accepted.
 0 cases rejected because of missing data.
 1 case is in the control group.

MODEL Information

ONLY Normal Sigmoid is requested.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Parameter estimates converged after 17 iterations.
 Optimal solution found.

Parameter Estimates (PROBIT model: (PROBIT(p)) = Intercept + BX):

	Regression Coeff.	Standard Error	Coeff./S.E.
VAR00001	,02165	,00388	5,58433

	Intercept	Standard Error	Intercept/S.E.
	-1,45361	,16757	-8,67477

Pearson Goodness-of-Fit Chi Square = 8,467 DF = 5 P = ,132

Since Goodness-of-Fit Chi square is significant, a heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

***** PROBIT ANALYSIS *****

Observed and Expected Frequencies

	Number of Subjects	Observed Responses	Expected Responses	Residual	Prob
VAR00001					

,00	20,0	,0	1,461	-1,461	,07303
4,69	38,0	4,0	3,350	,650	,08817
9,38	35,0	1,0	3,694	-2,694	,10553
18,75	37,0	10,0	5,453	4,547	,14739
37,50	38,0	10,0	9,899	,101	,26051
75,00	37,0	20,0	20,998	-,998	,56752
300,00	15,0	15,0	15,000	,000	1,00000

***** PROBIT ANALYSIS *****

Confidence Limits for Effective VAR00001

Prob	VAR00001	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
,01	-40,31330	-153,66581	-9,69048
,02	-27,72147	-122,83460	-1,24586
,03	-19,73235	-103,39935	4,23815
,04	-13,72246	-88,87443	8,45902
,05	-8,83387	-77,14200	11,97483
,06	-4,67291	-67,23210	15,04359
,07	-1,02457	-58,61654	17,80778
,08	2,24209	-50,97513	20,35556
,09	5,21299	-44,09908	22,74618
,10	7,94770	-37,84491	25,02200
,15	19,27014	-13,10127	35,59479
,20	28,26886	4,34553	46,21636
,25	35,98896	16,86730	57,77476
,30	42,92185	26,01763	70,24916
,35	49,34621	33,06169	83,24364
,40	55,44229	38,85997	96,45997
,45	61,34032	43,92566	109,79114
,50	67,14484	48,56228	123,25971
,55	72,94936	52,96246	136,96471
,60	78,84740	57,26377	151,06026
,65	84,94348	61,58070	165,75794
,70	91,36784	66,02693	181,35024
,75	98,30072	70,73779	198,26411
,80	106,02082	75,90492	217,17715
,85	115,01954	81,85124	239,29921
,90	126,34199	89,24912	267,21775
,91	129,07670	91,02511	273,97175
,92	132,04760	92,95049	281,31304
,93	135,31425	95,06316	289,38957
,94	138,96260	97,41773	298,41475
,95	143,12356	100,09737	308,71376
,96	148,01214	103,23861	320,82077
,97	154,02204	107,09126	335,71391
,98	162,01115	112,19935	355,52508
,99	174,60299	120,22510	386,77516

6- ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΛΕΣΒΟΥ

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

DATA Information

5 unweighted cases accepted.
0 cases rejected because of missing data.
0 cases are in the control group.

MODEL Information

ONLY Normal Sigmoid is requested.

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

Parameter estimates converged after 14 iterations.
Optimal solution found.

Parameter Estimates (PROBIT model: (PROBIT(p)) = Intercept + BX):

	Regression Coeff.	Standard Error	Coeff./S.E.
VAR00001	,04337	,01029	4,21677

	Intercept	Standard Error	Intercept/S.E.
	-2,19084	,50056	-4,37679

Pearson Goodness-of-Fit Chi Square = ,679 DF = 3 P = ,878

Since Goodness-of-Fit Chi square is NOT significant, no heterogeneity factor is used in the calculation of confidence limits.

* * * * * P R O B I T A N A L Y S I S * * * * *

Observed and Expected Frequencies

	Number of Subjects	Observed Responses	Expected Responses	Residual	Prob
VAR00001					

4,69	6,0	,0	,141	-,141	,02343
9,38	7,0	,0	,260	-,260	,03719
18,75	9,0	1,0	,757	,243	,08415
37,50	12,0	4,0	3,435	,565	,28621
75,00	12,0	10,0	10,270	-,270	,85585

***** PROBIT ANALYSIS *****

Confidence Limits for Effective VAR00001

Prob	VAR00001	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper
,01	-3,12445	-45,47452	14,08095
,02	3,16105	-34,11766	18,75952
,03	7,14899	-26,97042	21,78624
,04	10,14897	-21,63265	24,10195
,05	12,58922	-17,32079	26,01560
,06	14,66625	-13,67571	27,66941
,07	16,48741	-10,50151	29,14130
,08	18,11803	-7,67903	30,47884
,09	19,60102	-5,13018	31,71336
,10	20,96612	-2,80089	32,86666
,15	26,61797	6,63072	37,85394
,20	31,10988	13,80629	42,13804
,25	34,96355	19,65742	46,11830
,30	38,42425	24,61653	49,98807
,35	41,63112	28,92839	53,85749
,40	44,67411	32,75373	57,79538
,45	47,61825	36,21101	61,84912
,50	50,51571	39,39504	66,05703
,55	53,41317	42,38614	70,45785
,60	56,35730	45,25599	75,09902
,65	59,40030	48,07275	80,04549
,70	62,60716	50,90753	85,39199
,75	66,06787	53,84417	91,28423
,80	69,92153	56,99751	97,96228
,85	74,41345	60,55498	105,86448
,90	80,06530	64,89860	115,93975
,91	81,43039	65,93047	118,39048
,92	82,91338	67,04509	121,05923
,93	84,54401	68,26365	124,00068
,94	86,36516	69,61670	127,29372
,95	88,44220	71,15069	131,05862
,96	90,88245	72,94180	135,49302
,97	93,88242	75,12931	140,95899
,98	97,87037	78,01620	148,24606
,99	104,15587	82,52684	159,77085

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Al-Zaghal, K., Mustafa, T.M., 1986** . Flight activity of the olive fruit fly (*Dacus oleae* Gmelin) in Jordan. J. Appl. Entomol. 102: 58-62.
- Al-Zaghal, K., Mustafa, T.M., 1987** . Studies on the pupation of the olive fruit fly *Dacus oleae* Gmelin (Diptera, Tephritidae) in Jordan. J. Entomol. 103: 452-456.
- Cochran, W.G., 1977** . Sampling Techniques, 3rd edition. New York: John Wiley & Sons.
- Dominici, M., Pucci, C., Montanari, G.E., 1986** . *Dacus oleae* (Gmelin) ovipositing in olive drupes (Diptera, Tephritidae). J. Appl. Entomol. 101 : 111-120.
- Economopoulos, A.P. 1979** . Attraction of *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) to odor and color traps. Z. Angew. Ent. 87: 90-97.
- Economopoulos, A.P. 1980** . SIRM against the olive fruit fly: Differences between wild and lab-reared (normal or sterilized) insects. In: J. Coyama (ed.), Proceedings of XVI Int. Cong. of Entomol./Symp. on Fruit Fly Problems, Naha, Japan, August 1980, pp. 17-26.
- Economopoulos, A.P., Haniotakis, G.E., Michelakis, S., Tsiropoulos, G.J., Zervas, G.A., Tsitsipis, J.A., Manoukas, A.G., Kiritsakis, A., Kinigakis, P., 1982** . Population studies on the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) in Western Crete. Z. Ang. Ent. 93: 463-476.
- FAO.
- Fletcher, B.S., 1987** . The biology of Dacine fruit flies. Ann. Rev. Entomol. 32: 115-144.
- Fletcher, B.S., Kapatos, E., 1981** . Dispersal of the olive fly, *Dacus oleae*, during the summer period on Corfu. Entomol. Exp. Appl. 29: 1-8.
- Kapatos, E., Fletcher, B.S., 1983** . Seasonal changes in the efficiency of McPhail traps and model for estimating olive fly densities from trap catches using temperature data. Ent. Exp. Appl. 33 : 20-26.
- Kapatos, E., Fletcher, B.S., 1984** . The phenology of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae), in Corfu. Zeit. ang. Ent. (97)4: 360-370.
- Kapatos, E., Fletcher, B.S., 1986** . Mortality factors and life-budgets for immature stages of the olive fly, *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) in Corfu. J. Appl. Entomol. 102: 326-342.

- Kapatos, E., McFadden, M.W., Pappas, S., 1977** . Sampling techniques and preparation of partial life tables for the olive fly, *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) in Corfu. *Ecol. Entomol.* 2: 193-196.
- Katsoyiannos Panayotis, 1992**. Olive pests and their control in the Near East. Rome.
- Katsoyiannos, P. 1992** . Olive pests and their control in the Near East. Rome, FAO of the United Nations.
- Loukas, M., Economopoulos, A.P., Zouros, E., Vergini, Y., 1985** . Genetic changes in artificially reared colonies of the olive fruit fly. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 78: 159-165.
- Mazomenos, B.E., Pantazi-Mazomenou, A., Stefanou, D., 2002** . Attract and kill of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of an integrated control system. In : Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production, IOBC wprs Bulletin Vol. 25 (in press).
- McFadden, M.W., Kapatos, E., Pappas, S., Carvounis, G., 1977** . Ecological studies on the olive fly *Dacus oleae* (Gmelin) in Corfu : I. The yearly life cycle. *Boll. Lab. Ent. Agr. Portici* 34: 43-50.
- Mustafa, T.M., Al-Zaghal, K., 1987** . Frequency of *Dacus oleae* (Gmelin) immature stages and their parasites in seven olive varieties in Jordan. *Insect Sci. Applic.* 8(2): 165-169.
- Neuenschwander, P., Michelakis, S., 1978** . The infestation of *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) at harvest time and its influence on yield and quality of olive oil in Crete. *Z. ang. Ent.* 86: 420-433.
- Neuenschwander, P., Michelakis, S., 1979** . McPhail trap captures of *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae) in comparison to the fly density and population composition as assessed by sondage technique in Crete, Greece. *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.* 52: 343-357.
- Pappas, S., Kapatos, E., McFadden, M.W., 1977** . Ecological studies on the olive fly *Dacus oleae* (Gmelin) in Corfu: III. The action of hymenopterous parasites. *Boll. Lab. Ent. Agr. Portici* 34: 80-86.
- Rice, R.E., 2000** . Bionomics of the olive fruit fly *Dacus oleae*. In : Olive Notes. Tulare County, University of California Cooperative Extension, 1-5.
- Sutherland, W., 1996** . Ecological Sensus Techniques. Cambridge : Cambridge University Press.
- Tsiropoulos, G.J., 1972** . Storage temperatures for eggs and pupae of the olive fruit fly *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 65(1):100-103.
- Tsiropoulos, G.J., 1980a**. Major nutritional requirements of adult *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 73(3):251-253.

- Tsitsipis, J.A. 1975.** Mass rearing of the olive fruit fly, *Dacus o/ae* (Gmel.) at "Democritos". In *Controlling Fruit Flies by the Sterile Insect Technique*, IAEA, STI/PUB/392, Vienna, p. 93-100
- Tsitsipis, J.A. 1977.** An improved method for the mass rearing of the olive fruit fly, *Dacus o/ae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae). *Z. Ang. Entomol.* 83:419-426.
- Tsitsipis, J.A. 1977.** Development of a caging and eggging system for mass rearing the olive fruit fly, *Dacus o/ae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae). *Z. ang. Entomol.* 83:96-105
- Tsitsipis, J.A. 1977.** Effect of constant temperatures on the eggs of the olive fruit fly, *Dacus o/ae* (Diptera, Tephritidae). *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 9:133-140.
- Tsitsipis, J.A. 1977.** Larval diets for *Dacus o/ae*: The effect of inert materials cellulose and agar. *Ent. exp. & appl.* 22:227-235.
- Tsitsipis, J.A. 1978.** The mass rearing of the olive fruit fly, and its improvement in controlling it. Improvement of larval rearing. *Mededel. Fac. Landbouwwet., Rijksuniv. Gent*, 43:505-511.
- Tsitsipis, J.A. 1980.** Effect of constant temperatures on larval and pupal development of olive fruit flies reared on artificial diet. *Env. Entomol.* 9:764-768.
- Tsitsipis, J.A. and E.P. Papanicolaou. 1979.** Pupation depth in artificially reared olive fruit flies, *Dacus o/ae* (Diptera, Tephritidae) as affected by several physical characteristics of the substrates. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 11:31-40.
- Tsitsipis, J.A., and C. Abatzis. 1980.** Relative humidity effects, at 20° C, on eggs of the olive fruit fly, *Dacus o/ae* (Diptera: Tephritidae) reared on artificial diet *Ent. exp. & appl.* 28:92-99.
- Tsitsipis, J., 1982.** Changes of a wild ecotype of the olive fruit fly during adaptation to lab rearing. *CEC/IOBC Symposium / Athens* 416-422.
- Tsitsipis, J.A., Papanicolaou, E.P., 1979 .** Pupation depth in artificially reared olive fruit flies *Dacus oleae* (Diptera, Tephritidae), as effected by several physical characteristics of the substrates. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 11(1) : 31-40.
- Tzanakakis, M.E., Economopoulos, A.P., Tsitsipis, J.A., 1970 .** Rearing and nutritin of the olive fruit fly. 1. improved larval diet and simple containers. *J. Econ. Entomol.* 63: 317-318.
- Δήμου, Ι.Ε. 2002.** Οικολογική μελέτη του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*), στην περιοχή της Αχαΐας. Πάτρα. Διδακτορική διατριβή.
- Μανίκας, Γ., 1972 .** Συμβολή εις την βιολογίαν και οικολογίαν του *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae). Διδακτορική διατριβή, Αθήνα, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

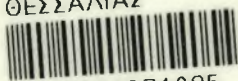
- Μπαλατσούρας, Γ.Δ., 1986** . Σύγχρονη ελαιοκομία, Τόμος 1^{ος} : Το ελαιόδενδρο. Αθήνα, Εκδόσεις Πελεκάνος.
- Παναγόπουλος, Χ.Γ. 1997.** Ασθένειες καρποφόρων δέντρων και της αμπέλου. Αθήνα. Εκδόσεις Α. Σταμούλης.
- Ποντίκης, Κ., 1992** . Ελαιοκομία. Πειραιάς : Εκδόσεις Α. Σταμούλης.
- Τζανακάκης, Μ.Ε. και Κατσόγιαννος, Β.Ι. 2003.** Έντομα καρποφόρων δέντρων και της αμπέλου. Αθήνα.. Εκδόσεις Αγρότυπος.
- Τζανακάκης, Μ.Ε., 1995.** Εντομολογία. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις University studio press.
- Τσιτσιπής, Ι.Αθ., 1982.** Η μαζική εκτροφή του δάκου της ελιάς. Θεσσαλονίκη. Περιοδικό «Γεωπονικά» τεύχος 283.
- Τσιτσιπής, Ι.Αθ., 1999.** Εφαρμοσμένη εντομολογία (σημειώσεις μαθήματος), Βόλος, σελ. 256-257.

Web sites

<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/dienochlor-glyphosate/dimethoate-ext.html>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074285