

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμός πρωτοκ 138  
Ημερομηνία 16-10-2006

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού  
Περιβάλλοντος**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ  
ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ**

**Πτυχιακή Διατριβή**

**«Μελέτη της ανθεκτικότητας πληθυσμών του δάκου της ελιάς σε  
οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα»**

**ΠΑΠΑΓΙΑΝΝΗΣ ΜΑΤΘΑΙΟΣ**

**ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ  
ΙΟΥΝΙΟΣ 2006**



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

Αριθ. Εισ.: 5763/1  
Ημερ. Εισ.: 29-08-2007  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2006  
ΠΑΠ

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Ι. ΤΣΙΤΣΙΠΗΣ** Επιβλέπων, Καθηγητής Εντομολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

**Π. ΛΟΛΑΣ** Καθηγητής Ζιζανιολογίας Γεωπονικού Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

**Ν. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ** Επίκουρος Καθηγητής Εντομολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Στην οικογένεια μου

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον υπεύθυνο επιβλέποντα καθηγητή κ. Ι. Τσιτσιτή για την υπόδειξη του συγκεκριμένου θέματος καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του. Επίσης, θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Π. Λόλα για τις χρήσιμες επισημάνσεις και διορθώσεις και τον επίκουρο καθηγητή κ. Ν. Παπαδόπουλο. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Ι. Μαργαριτόπουλο και τον κ. Κ. Ζάρπα, προσωπικό του Εργαστηρίου Εντομολογίας, για την πολύτιμη βοήθειά τους στη διεξαγωγή των πειραμάτων σε διάφορες φάσεις της εργασίας. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω στον Κ. Σεραφείδη για τα στοιχεία που μου δόθηκαν, και αφορούν την Κύπρο. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συμφοιτητές μου καθώς και τον μεταπτυχιακό φοιτητή Π. Σκούρα και του Εργαστηρίου Εντομολογίας για την πολύτιμη βοήθεια και συμπαράστασή τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το έντομο *Bactrocera oleae* (Gmelin), ο κοινός δάκος της ελιάς, θεωρείται ως ένα από τα πλέον βλαβερά έντομα, δεδομένου ότι προκαλεί τεράστιες 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, και στο πυρεθροειδές εντομοκτόνο alpha-cypermethrin, με βιοδοκιμές σε άτομα από φυσικούς πληθυσμούς που συλλέχθηκαν από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδος και της Κύπρου το έτος 2004, καθώς και από εργαστηριακό πληθυσμό. Οι βιοδοκιμές έγιναν με τοπική εφαρμογή του εντομοκτόνου. Τα αποτελέσματα έδειξαν επίπεδα ανθεκτικότητας στους φυσικούς πληθυσμούς 5-60 φορές μεγαλύτερα σε σχέση με ευαίσθητο εργαστηριακό πληθυσμό στο dimethoate, ενώ στο alpha-cypermethrin από 2-50 φορές. Τα επίπεδα αυτά είναι υπερδεκαπλάσια σε σχέση με τα μέχρι τώρα δημοσιευμένα αποτελέσματα. Η παραλλακτικότητα αυτή ανάμεσα στους πληθυσμούς μπορεί να οφείλεται είτε στη διαφορετική πίεση επιλογής, είτε στη μετακίνηση.

## ABSTRACT

*Bactrocera oleae* (Gmelin), the common olive fruit fly, is considered as one of the most damaging pests of the olive crop. The control of the olive fruit is based almost exclusively on chemical insecticides. Apart from the adverse effects of insecticides in the environment, their excessive and not rational use has created intense resistance development problems by many insect pest. For this reason, the resistance of the olive fruit fly in the organophosphate insecticide dimethoate and the synthetic pyrethroid insecticide alpha-cypermethrin was studied with bioassays in individuals from natural populations collected in different regions of Greece and Cyprus, A laboratory susceptible strain was used as a reference. Bioassays were performed by topical application of the insecticides. The results showed an over ten fold level of resistance in the natural populations compared to the sensitive stain. This corresponds to a ten 5 to 60 fold resistance of the natural population compared to the laboratory susceptible strain to dimethoate, and 2 to 50 fold to alpha-cypermethrin.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	9
1. Εισαγωγή.....	10
2. Ελιά ( <i>Olea europaea</i> L., Oleaceae) .....	10
2.1. Προέλευση και Εξάπλωση.....	10
2.2. Ασθένειες και Εχθροί.....	12
2.2.1. Ασθένειες .....	12
2.2.2. Εχθροί .....	13
3. <i>Bactrocera oleae</i> (Gmelin) (Diptera: Tephritidae, κν. δάκος της ελιάς).....	14
3.1. Προέλευση και Εξάπλωση.....	14
3.2. Ταξινόμηση.....	15
3.3. Περιγραφή και Μορφολογία.....	16
3.4. Βιολογικός Κύκλος.....	16
3.5. Μετακίνηση και Διασπορά.....	19
3.6. Φυσικοί Εχθροί.....	19
3.7. Προσβολή του ελαιοκάρπου και προκαλούμενη ζημιά.....	20
3.8. Εκτροφή του δάκου της ελιάς.....	22
3.8.1. Εκτροφή προνυμφών του Δάκου της Ελιάς σε ελαιόκαρπο .....	22
3.8.2. Εκτροφή του Δάκου της Ελιάς σε Τεχνητές Τροφές.....	23
3.8.2.1. Τροφή Ενηλίκων.....	23
3.8.2.2. Κλουβιά και Πυκνότητα ενήλικου πληθυσμού.....	24
3.8.2.3. Υπόστρωμα Ωοθεσίας.....	24
3.8.2.4. Τροφή Προνυμφών.....	25
3.8.2.5. Τροφές.....	25
3.8.3. Διατήρηση των Τελείων.....	26
3.8.4. Κατασκευή κώνου ωοθεσίας.....	27
4. Καταπολέμηση.....	27
4.1. Χημική Καταπολέμηση.....	28
5. Αρνητικές επιπτώσεις της χημικής καταπολέμησης.....	32
5.1. Ανάπτυξη Ανθεκτικότητας.....	32
5.2. Μέγεθος της Ανθεκτικότητας.....	33



5.3. Ανθεκτικότητα ανάμεσα στα είδη.....	33
5.4. Ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα.....	33
5.5. Παρουσία ανθεκτικών εντόμων στις καλλιέργειες.....	34
5.6. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας.....	34
5.7. Αυξημένη αποικοδόμηση εντομοκτόνων.....	35
5.7.1. Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων.....	35
5.7.2. Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα.....	36
6. Dimethoate .....	37
7. Σκοπός του πειράματος.....	38
<b>B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>40</b>
1. Εισαγωγή.....	41
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	42
2.1. Περιοχές Δειγματοληψίας.....	42
2.2. Συλλογή προνυμφών, νυμφών, και ενηλίκων του φυσικού πληθυσμού του δάκου της ελιάς.....	43
2.3. Διαδικασία εκτροφής και αναπαραγωγής του ευαίσθητου πληθυσμού δάκου.....	43
3. Διαδικασία Βιοδοκιμών.....	44
3.1. Μέθοδος βιοδοκιμών.....	44
3.2. Στατιστική ανάλυση.....	45
4. Αποτελέσματα.....	45
5. Συζήτηση.....	52
6. Βιβλιογραφία.....	54

## **A. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## 1. Εισαγωγή

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

## 2. Ελιά (*Olea europaea* L., *Oleaceae*)

### 2.1. Προέλευση & Εξάπλωση

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, την Αυστραλία, τις Η.Π.Α. 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 (Walton 1995).

Σχετικά με την έναρξη της καλλιέργειας της ελιάς, οι απόψεις διίστανται. 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 στην Αιθιοπία, απ' όπου οι Φοίνικες τη μετέφεραν στην Κύπρο, την παράκτια ζώνη της Β. Αφρικής και στη 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 (Πίνακας 1). Το υπόλοιπο 4% κατανέμεται στη Β. Αμερική και κυρίως στην Καλιφόρνια, όπου Μεταφέρθηκε από Φραγκισκανούς μοναχούς στα τέλη του 18<sup>ου</sup> αιώνα, στην Αυστραλία, στη Ν. Αφρική, στο Ιράκ, το Ιράν, το Αφγανιστάν και στην Κίνα.

Η ελαιοκαλλιέργεια στην Ευρώπη καταλαμβάνει περίπου 5,2 εκατομμύρια εκτάρια και παράγει γύρω στους 1,8 εκατομμύρια τόνους λαδιού και ελαιοκάρπου το χρόνο. Η Ελλάδα βρίσκεται μέσα στις τρεις πρώτες ευρωπαϊκές χώρες από άποψη παραγωγής, κατανάλωσης και αριθμού ελαιοδέντρων (Πίνακας 2). Στη 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 και Πήλιο. Από αυτές τις περιοχές, οι θερμότερες και ξηρότερες παράγουν κυρίως ελαιοποιήσιμες ελιές, ενώ οι δροσερότερες επιτραπέζιες. Η καλλιέργεια της ελιάς στη χώρα μας καλύπτει συνολική 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.

**Πίνακας 1.** Κατανομή των καλλιεργούμενων ελαιοδέντρων παγκοσμίως.

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

Στοιχεία από : Walton 1995

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

Χώρα	Παραγωγή (tn)	Κατανάλωση (tn)	Αριθμός δέντρων	Έκταση (ha)
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

Στοιχεία από : Walton 1995

## 2.2. Ασθένειες & Εχθροί

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. Ασθένειες

Οι σοβαρότερες ασθένειες που προσβάλλουν την ελιά είναι : το κυκλοκόνιο (οφείλεται στον μύκητα *Cycloconium oleaginum* Cast. συν. *Spilocaea oleaginea* Hugh.), η καπνιά (οφείλεται σε ομάδα μυκήτων, οι κυριότεροι των οποίων είναι οι *Fumago vagans* Pers. και *Altenaria elaeophila* Mont.), η αδρομύκωση ή βερτισιλλίωση (οφείλεται στο μύκητα *Verticillium dahliae* Kleb.), η ξεροβούλα (οφείλεται στο μύκητα *Macrophoma dalmatica* Thum.), το γλοιοσπόριο (οφείλεται στο μύκητα *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.), η κομμίωση (οφείλεται στο μύκητα *Omphalotus olearius* Singer.), η φόμα (οφείλεται στο μύκητα *Phoma incopta* Sacc. Et Mart.), ο καρκίνος (οφείλεται στο βακτήριο *Pseudomonas savastanoi* Stevens.), κ.ά.

Παρακάτω δίνονται λεπτομέρειες για το Γλοιοσπόριο 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* (Gmelin), Diptera: Tephritidae).

Ξεροβούλα : οφείλεται στην προσβολή από το μύκητα *M. 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 και 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 *C. 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 δυνατόν να προσβληθεί ολόκληρος ο καρπός, ο οποίος τότε μωμιοποιείται. 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. Εχθροί

Μερικοί από τους σοβαρότερους εχθρούς της ελιάς είναι οι παρακάτω: ο πυρηνοτρήτης (*Prays oleae* Bernard, Lepidoptera: Yponomeutidae), ο οποίος προκαλεί ζημιές στα φύλλα, στα άνθη και στους καρπούς, το λεκάνιο (*Saissetia oleae* Bernard, Hemiptera: Coccidae), το οποίο απομυζά φυτικούς χυμούς και εκκρίνει μελιτώματα που ευνοούν την ανάπτυξη της «καπνιάς», η ψύλλα (*Euphyllura olivina* (Costa) και *E. anthophillyreae*, Hemiptera: Psyllidae), η οποία προσβάλλει τους νεαρούς βλαστούς και τις ανθοταξίες, ο



φλοιοτρίβης (*Phloeotribus scarabaeoides* Bernard, Coleoptera: Scolytidae), ο οποίος δημιουργεί στοές στη βάση των ταξιανθιών και των καρποφόρων βλαστών, καταστρέφοντάς τους, οι κηκιδόμυγες (όπως οι, *Thomasiniana oleisuga* Targ., *Dasyneura oleae* Loew, και *Prolasioptera berlesiana* Paoli, Diptera: Cecidomyiidae), οι οποίες προσβάλουν τους καρπούς και είναι συνήθως φορείς του μύκητα *S. dalmatica*, ο θρίπας (*Liothrips oleae* Costa, Thysanoptera: Phloeothripidae), ο οποίος προσβάλλει τους βλαστούς και τα φύλλα και πολλές φορές προκαλεί ανθόρροια, παραμόρφωση και πτώση καρπών, ο ρυγχίτης (*Coenorhinus cribripennis* Desb., Coleoptera: Curculionidae), ο οποίος προσβάλλει τους καρπούς, διάφορα άλλα είδη εντόμων, όπως τα *Zeuzera pyrina* L., (Lepidoptera: Cossidae), *Calocoris trivialis* Costa, (Hemiptera: Miridae), *Pollinia pollini* Costa (Homoptera: Asterolecaniidae), νηματώδεις, πουλιά, και ο σημαντικότερος εχθρός (για την Ελλάδα), ο δάκος, για τον οποίο θα γίνει εκτενής αναφορά στη συνέχεια.

### 3. *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae), κν. δάκος της ελιάς

#### 3.1. Προέλευση & Εξάπλωση

Ο δάκος της ελιάς, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmelin), Diptera: Tephritidae, είναι το σοβαρότερο επιβλαβές έντομο της ελιάς παγκοσμίως. Περισσότερο γνωστό είναι από τις μεσογειακές περιοχές της νότιας Ευρώπης, αλλά βρίσκεται επίσης στη Βόρειο 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 υπάρχουν είδη 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.

**Πίνακας 3.** Χώρες στις οποίες έχει καταγραφεί ο δάκος της ελιάς.

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	

---

Στοιχεία από : Rice 2000

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. Ήδη από τον 3<sup>ο</sup> 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. Ταξινόμηση

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 (Δήμου 2002). Η υποοικογένεια Dacinae, στην οποία ανήκει ο δάκος, αποτελείται από τις φυλές Ceratitidini, Dacini και Gastrozonini. Στα Ceratitidini ανήκει, επίσης, ο πολύ σημαντικός εχθρός *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*, το οποίο περιλαμβάνει είδη που συναντώνται σχεδόν αποκλειστικά στην Αφρική (Δήμου 2002). Θεωρήθηκε σωστότερο να μεταφερθεί στο γένος *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 σε 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. Περιγραφή & Μορφολογία

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. Οι πτέρυγες είναι διαφανείς, ιριδίζουσες, με ένα σκοτεινό στίγμα στη άκρη. Η μεσαία ταινία επιμηκύνεται λίγο προς τα πίσω. Η κοιλία είναι καφέ με σκουρότερες περιοχές στις άκρες κάθε τεργίτη. Στα θηλυκά καταλήγει σε ισχυρό ωοθήτη, εξωεκτατό και ισομήκη με την κοιλία.

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<sup>ου</sup> 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 4-4,5mm.

### 3.4. Βιολογικός Κύκλος

Ο δάκος της ελιάς, είναι έντομο πολυκυκλικό, δηλαδή συμπληρώνει περισσότερους από έναν βιολογικούς κύκλους 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. Σύμφωνα με τα 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 ανηλικών ολοκληρώνεται μέσα στον καρπό της ελιάς. Στα τέλη του φθινοπώρου όμως η προνύμφη 3<sup>ου</sup> σταδίου αντί να μεταμορφωθεί στον καρπό, τον εγκαταλείπει ("migrating

larvae") και την πραγματοποιεί 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 προνύμφες 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 και τη χημική σύσταση του καρπού.

Τα θηλυκά κατά την ωοαπόθεση ρυθμίζουν την πυκνότητα των αυγών, σηματοδύοντας 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").

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 ανηλικών σταδίων και, κατά συνέπεια, η διάρκεια όλου του βιολογικού κύκλου, μπορεί να ποικίλει πολύ.

Η διάρκεια του προνυμφικού σταδίου κυμαίνεται από 37 ημέρες στους 12,5°C ως 9 ημέρες στους 30°C. Ο βέλτιστος ρυθμός ανάπτυξης βρίσκεται ανάμεσα στους 25 και 27,5°C και η κάτω ουδός ανάπτυξης ανάμεσα στους 6 και 11°C. Στο πεδίο 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 22,5 και 25°C, η κάτω ουδός ανάπτυξης βρίσκεται ανάμεσα στους 6 και 10°C και η άνω ανάμεσα στους 31 και 36°C (Tsitsipis 1980).

Κατά τη 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. Τα βομβύκια 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, Karatos & Fletcher 1984, Karatos & Fletcher 1986). Θνησιγόνες επιπτώσεις αρχίζουν να παρατηρούνται από τους 33 - 34°C. 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 μιας θερμικής καταπόνησης 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 θνησιμότητα 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 στους πληθυσμούς του δάκου 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, 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 (Katsoyianos 1992). 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 Μετακίνηση & Διασπορά

Οι μετακινήσεις του ενηλικού 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 (Econoμopoulos *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 ελαιοδέντρου (πλήρης καρποφορία κάθε δεύτερη χρονιά). Οι τελευταίες πραγματοποιούνται όταν την Άνοιξη, σε μία περιοχή που είχε καλή παραγωγή καρπού, εξέλθουν μεγάλοι αριθμοί ενηλικών. 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 (Fletcher & Karatos 1981). Στην πρώτη έγινε μαζική ελευθέρωση ενηλικών 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 μεταναστεύσεις από πεδινές περιοχές προς περιοχές ημιορεινές και το αντίστροφο (Delgio 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. Φυσιικοί Εχθροί

Οι σημαντικότεροι φυσικοί εχθροί του δάκου είναι ορισμένα Υμενόπτερα που παρασιτούν τις προνύμφες του. Τα κυριότερα είναι τα *Opius concolor* Szepi. (Braconidae),



*Eupelmus urozomus* Dalm. και *Eupelmus martellii* Masi (Eupelmidae), *Pnigalio mediterraneus* Ferr and Del. (Eulophidae), *Eurytoma martellii* Dom. (Eurytomidae) και *Cyrtoptyx latipes* Rond (Pteromatidae). Τα αυγά προσβάλλονται από το *Prolasioptera herlesiana* Paoli (Cecidomyiidae). Θηρευτές αποτελούν και άλλα, μη εξειδικευμένα έντομα, όπως μυρμήγκια, Δερμάπτερα, 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. Προσβολή του ελαιοκάρπου και προκαλούμενη ζημιά

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. 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 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, από το αυγό εξέρχεται η προνύμφη πρώτου σταδίου, η οποία αρχίζει να ανοίγει 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 5mm 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.

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 το 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 ξεραίνονται 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. 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* 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.

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 σε 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.

### **3.8 Εκτροφή του δάκου της ελιάς**

Λόγω της σοβαρότητας του δάκου της ελιάς ως εχθρού έχει αναπτυχθεί σύστημα εκτροφής του. Η εκτροφή του δάκου αναπαριστάει το βιολογικό του κύκλο σε συνθήκες εργαστηρίου, και αποβλέπει στη 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 (Tsitsipis 1989).

#### **3.8.1. Εκτροφή προνυμφών του δάκου της ελιάς σε ελαιόκαρπο.**

Στο Μαρόκο ο Sacantanis (1953) χρησιμοποιούσε ώριμους καρπούς, μέσου μεγέθους (200-250 καρπούς/κιλό), τους οποίους αποθήκευε στους 4-6 °C και μεγάλη υγρασία. Πριν την αποθήκευση οι καρποί πλένονταν σε ένα διάλυμα 2% βόρακα, σκουπίζονταν και τοποθετούνταν σε στρώσεις σε κιβώτια. Οι καρποί δεν θα έπρεπε να είναι τραυματισμένοι για την αποφυγή μόλυνσης από σπόρια και παθογόνους μικροοργανισμούς. Μετά την ωθησία, οι καρποί μεταφέρονταν σε δοχείο με αποστειρωμένη άμμο στο πάτο, για τη νύμφωση των προνυμφών. Το στάδιο της προνύμφης λάμβανε χώρα κάτω από σκοτεινές και υγρές συνθήκες. Το σημαντικότερο πρόβλημα στη μέθοδο αυτή είναι η εύρεση ελαιοκάρπου κατά τη διάρκεια όλου του χρόνου.

Στην κεντρική και βόρεια Ελλάδα, ο καλύτερος μήνας για την συγκομιδή κατάλληλων ελαιοκάρπων για αποθήκευση είναι ο Σεπτέμβριος. Στην νότια Ευρώπη τέτοιοι καρποί

κατάλληλοι για αποθήκευση μπορούν να βρεθούν από μέσα Αυγούστου έως και αρχές Οκτώβρη. Κάποιες ποικιλίες ελιών καταστρέφονται κατά την διατήρησή τους σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 4 °C. Ενώ άλλες δεν διατηρούνται καθόλου ή είναι ευπαθείς στις μολύνσεις.

Αντιβιοτικά ή άλλα συστηματικά χημικά που είναι γνωστά ή υπάρχει υποψία αρνητικής δράσης αυτών στη συμβίωση του δάκου με τα συμβιωτικά βακτήρια θα πρέπει να αποφεύγονται. Οι πράσινες άγουρες ελιές θα πρέπει να διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα RH όταν βρίσκονται σε ψυχρή αποθήκευση και του σταδίου της λάρβας.

### 3.8.2 Εκτροφή του δάκου της ελιάς σε τεχνητές τροφές.

#### 3.8.2.1 Τροφή ενήλικων

Στο εργαστήριο, τα ενήλικα άτομα του δάκου της ελιάς μπορεί να ζήσουν για αρκετές εβδομάδες μόνο με ζάχαρη και νερό, αλλά θα παράγουν λίγα αυγά (Tsigopoulos 1977). Ο Moore (1960) παρατήρησε τη μεγαλύτερη γονιμότητα χρησιμοποιώντας 1/4/5 μέρη μαγιά ενζυματικά υδρολυμένη, ζάχαρη και νερό. Οι υγρές τροφές καταναλώνονται ευκολότερα από τα ενήλικα άτομα του δάκου και μεγαλύτερο μέρος από αυτά γεννά και η τελική παραγωγή αυγών είναι μεγαλύτερη. Ωστόσο η ολική παραγωγή αυγών από στερεά τροφή είναι επίσης ικανοποιητική και η παραγωγή αυγών ανά ενήλικο θηλυκό δεν είναι υποδεέστερη των ενήλικων που τρέφονται με υγρή (Tzanakakis et al., 1967a). Οι Tsitsipis & Kontos (1983) έδειξαν ότι ζευγάρια του δάκου, που εκτρέφονται με υγρή τροφή παράγουν περισσότερα αυγά σε σχέση με αυτά που τρέφονται με στερεή τροφή. Η στερεά τροφή ήταν μείγμα σουκρόζης υδρολιμένης σόγιας και κρόκο αυγού σε αναλογία 40/10/7. Ωστόσο ομάδες 30 ζευγαριών ανά κλουβί παρήγαγαν περισσότερα αυγά από μεμονωμένα θηλυκά που τρέφονταν σε στερεή τροφή. Αυτό αποδίδεται στα χαμηλότερα επίπεδα θνησιμότητας των μυγών που τρέφονταν με στερεή τροφή. Οι Tsitsipis και Kontos (1983) είχαν τη μεγαλύτερη παραγωγή αυγών με σουκρόζη, υδρολιμένη μαγιά μύρας και στερεό κρόκο αυγού σε αναλογία 40\15\3.3. Οι στερεές τροφές έχουν το πλεονέκτημα ότι θέλουν ανανέωση μία φορά κάθε λίγες εβδομάδες ή καθόλου, και κατά συνέπεια στοιχίζουν λιγότερο από τις υγρές. Οι υγρές τοποθετούνται σε σταγόνες και χρειάζονται ανανέωση 2 φορές την εβδομάδα, υπό την προϋπόθεση ότι η στερεή σουκρόζη βρίσκεται μόνιμα στο κλουβί.



Για μέγιστη παραγωγή αυγών κάποιοι ερευνητές προσφέρουν στα ενήλικα μόνο το μείγμα σουκρόζης υδρολιμένης μαγιάς και κρόκο αυγού και το νερό ξεχωριστά (George and Ruhm, 1977; Tsitsipis, 1977b; Tsitsipis and Kontos, 1983)

### **3.8.2.2 Κλουβιά και πυκνότητα του ενήλικου πληθυσμού**

Όταν οι δάκοι ωθητούν σε κώνους με παραφίλμ, οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούσαν κλουβιά διαστάσεων 30X30X30cm. Ο Tsitsipis συντήρησε ικανοποιητικά για 4-5 εβδομάδες σε κλουβί διαστάσεων 100X40X30 15-20 δάκους/l. Τα κλουβιά αυτά είχαν ξύλινη διαμόρφωση με το πρόσθιο μέρος και τις πλευρές με συρμοτόπλεγμα. Η πάνω μεριά είχε 4 οπές των 18 cm όπου εκεί τοποθετούνταν οι κώνοι ωστοκίας. Οι κώνοι μπορούν να τοποθετηθούν και σε μικρότερα κλουβιά 30X30X30 cm (Tsitsipis, 1977a). Επίσης ο Tsitsipis διευκρινίζει ότι η πυκνότητα του πληθυσμού των δάκων στα κλουβιά θα πρέπει να είναι ανάλογη της επιφάνειας ξεκούρασης του κάθε εντόμου παρά να συσχετίζεται με τον όγκο του εκάστοτε κλουβιού.

Τα ενήλικα έλκονται θετικά από το φως, και η προτιμότερη πυκνότητα πληθυσμού εξαρτάται από την ένταση και την κατανομή του φωτός και το τύπο του υποστρώματος ωοθεσίας.

### **3.8.2.3 Υποστρώματα ωοθεσίας**

Στη φύση ο δάκος της ελιάς εναποθέτει τα αυγά του μόνο σε καρπούς ελιάς και αγριελιάς. Όταν βρίσκεται σε αιχμαλωσία και στερημένο από ελαιόκαρπο, ώριμα θηλυκά επιχειρούν να ωοθετήσουν σε διάφορα αντικείμενα με λεία κυρτή ή επίπεδη επιφάνεια, όπως παραφίνη (Moore 1959), γυαλί (Hagen et al 1963) κ.α. Αν η λεία επιφάνεια δεν είναι απωθητική και επιτρέπει σε αυτά να ανοίξουν μια οπή ωστοκίας, τότε ένα αυγό συνήθως θα τοποθετηθεί. Δεν εναποθέτουν για δεύτερη φορά αυγά στη ίδια τρύπα (Hagen et al 1963). Πολύ ερευνητές χρησιμοποίησαν λεπτούς ημισφαιρικούς με βαθύλωμα κώνους από παραφίνη ή μίγμα από αυτό με κερί μέλισσας, ή παρόμοια υποστρώματα (Hagen et al 1963; Moore 1959).

Ο φυσικός πληθυσμός παίρνει περίπου τρεις με τέσσερις γενιές για να προσαρμοστεί στην κατασκευή ωοθεσίας και σε άλλες εργαστηριακές συνθήκες (Tsitsipis 1983). Ο Tsitsipis (1977) περιέγραψε έναν βελτιωμένο κώνο για μαζική παραγωγή, αλλά μπορεί να

χρησιμοποιηθεί και για μικρές εκτροφές του δάκου της ελιάς. Είναι ένα ημιδιάφανο, καλυμμένο με κερεζίνη τούλι σε σχήμα κώνου. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτού του κώνου είναι ότι χρειάζεται αλλαγή κάθε δέκα μέρες.

#### **3.8.2.4. Τροφή προνυμφών**

Η τεχνητή τροφή για της προνύμφες του δάκου της ελιάς που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα, βασίζονται στην ανακάλυψη ότι όταν μια τροφή περιέχει αντιμικροβιακά ή έχει υψηλή οξύτητα, η προνύμφη χρειάζεται υδρολυμένη πρωτεΐνη, διότι σε αυτές τις συνθήκες τα συμβιωτικά βακτήρια της προνύμφης είναι ανενεργά ή δεν υπάρχουν σε βαθμό που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη μη υδρολυμένη πρωτεΐνη (Hagen et al 1963).

Μια τροφή δεν θα πρέπει να απορρίπτεται αλλά ούτε και να υιοθετείται μόνο από την δημοσίευση, αλλά πρώτα θα πρέπει να δοκιμάζεται χρησιμοποιώντας τα συστατικά που είναι διαθέσιμα στην αγορά εκείνη την περίοδο. Η μεγαλύτερη δυσκολία στην παραγωγή τροφής κατάλληλης για το δάκο ήταν τα πολλά είδη σόγιας που είχαν ως αποτέλεσμα να λαμβάνονται τροφές καλές έως απαράδεκτες.

#### **3.8.2.5 Τροφές**

Στο εργαστήριο έχουν αναπτυχθεί κατάλληλες τροφές (Tsitsipis 1982; Tsitsipis & Kontos 1983), η σύνθεση των οποίων και η αναλογία τους φαίνεται στους Πίνακες 4 και 5.

*Τροφή τέλειων:* ζάχαρη εμπορίου, ενζυματικά υδρολυμένα μαγιά (Yeast hydrolyzate).

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

Η τροφή των τέλειων είναι στερεή και παρασκευάζεται με απευθείας ανάμειξη των στερεών συστατικών της σε γουδί και λυοτριβισή τους μέχρι να γίνουν σκόνη.

Το θρεπτικό υπόστρωμα πάνω στο οποίο αναπτύσσονται οι προνύμφες παρασκευάζεται σε αναμικτήρα, με κάδο και πτερύγια ανάμειξης

**Πίνακας 4.** Σύσταση τροφής προνύμφης του δάκου της ελιάς.

	<i>Bactrocera oleae</i>
Νερό βρύσης	53,2%
Κυτταρίνη	31,6%
Μαγιά μπίρας	7,3%
Υδρολυμένη σόγια	2,9%
Ζάχαρη	1,9%
Ελαιόλαδο	1,9%
Tween-80	0,7%
Σορβικό κάλι	0,05%
Niragin (Νιπαγκίνη)	0,2%
HCL, 2N	0,2%

**Πίνακας 5.** Σύσταση τροφής τέλειου του δάκου της ελιάς

	<i>Bactrocera oleae</i>
Ζάχαρη	75%
Υδρολυμένη μαγιά	25%

### 3.8.3. Διατήρηση των τελείων

Τα τέλεια διατηρούνται σε κλούβια από πλεξιγκλάς διαστάσεων 8X8X8cm και πάχος 3mm (Εικ. 1). Οι δυο πλαϊνές πλευρές περικλείονται από δικτυωτό πλέγμα (τούλι) με άνοιγμα 1mm, ενώ στις άλλες δυο, που αποτελούνται από πλεξιγκλάς, η μια έχει μια οπή διαμέτρου 3,5cm για την εκτέλεση των εργασιών μέσα στο κλουβί. Στη βάση του κλουβιού υπάρχουν 2 στρογγυλά ανοίγματα διαμέτρου 3,5cm, μία για παροχή νερού μέσα σε φιαλίδιο και μία για τη τοποθέτηση των νυμφών. Επιπλέον, μία στο κέντρο, όπου στηρίζεται ο κώνος συλλογής ωών διαμέτρου 1,2cm, όπου υπάρχει πλαστικό σωληνάκι για την ακρίβεια της εφαρμογής του. Επίσης, υπάρχει ένα άνοιγμα διαμέτρου 2cm για τη παροχή τροφής. Στις άλλες δυο πλευρές, η μια είναι ολόκληρη από πλεξιγκλάς, ενώ στη άλλη υπάρχει ένα στρογγυλό

άνοιγμα στο κέντρο διαμέτρου 3,5cm. Στην οροφή υπάρχει ένα στρογγυλό άνοιγμα διαμέτρου 4,8cm όπου τοποθετείται ο κώνος συλλογής των αυγών. Ο κώνος αποτελείται από πλεξιγκλάς, στο κάτω μέρος του οποίου έχει επικολληθεί πλαστικός σπόγγος. Οι σπόγγοι είναι εμβαπτισμένοι με νερό για να κρατούν υψηλή την υγρασία στο εσωτερικό του και να αποφεύγεται η ξήρανση.



**Εικόνα1: κλουβί διατήρησης ενηλίκων**

#### **3.8.4. Κατασκευή κώνου ωοθεσίας**

Ο κώνος (Εικ.2) αποτελείται από τούλι με την πάνω πλευρά να στηρίζεται σε κυκλική πλαστική βάση. Το τούλι είναι καλυμμένο με μείγμα παραφίνης (paraffin) το οποίο έχει σημείο τήξης (melting point) θερμοκρασίας 46 με 54°C. Αφού λιώσει η παραφίνη (130°C) ο κώνος εμβαπτίζεται μέσα σε αυτή.



**Εικόνα2: κώνος αναπαραγωγής**

#### **4. Καταπολέμηση**

Ο δάκος της ελιάς σύμφωνα με την κατάταξη των φυτοφάγων εντόμων (Τζανακάκης 1998), αποτελεί «χρόνιο εχθρό» για την ελαιοκαλλιέργεια. Εφαρμόζεται με επιτυχία από χρόνια η χημική μέθοδος τόσο από το κράτος όσο και από τους ελαιοπαραγωγούς. Δοκιμάστηκαν επίσης βιολογικές μέθοδοι, όπως η εισαγωγή και εξαπόλυση φυσικών έχθρων του δάκου και οι μαζικές εξαπόλυσης στειρωμένων με ακτινοβολία δάκων, μαζική παγίδευση και συνδυασμός ορισμένων από τις μεθόδους αυτές.

#### 4.1. Χημική Καταπολέμηση

Η παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου γίνεται με τη χρήση παγίδων τύπου McPhail. Για τον χημικό έλεγχο του δάκου στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται διάφορα οργανοφωσφορικά σκευάσματα δραστικών ουσιών dimethoate και fenthion. Τα εντομοκτόνα αυτά χρησιμοποιούνται για περισσότερο από 30-40 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 το 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 (Τζανακάκης 1995). Σε προγράμματα βιολογικής καλλιέργειας, η θανάτωση των εντόμων στις παγίδες γίνεται με τη χρήση συνθετικών πυρεθροειδών

Μεταξύ των πολλών εντομοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν ή χρησιμοποιούνται εναντίον του δάκου αναφέρονται τα οργανοφωσφορικά dimethoate, fenthion, formothion, malathion και phosphamidon. Τα πιο πολλά μπαίνουν στον ελαιόκαρπο και σκοτώνουν τις προνύμφες του δάκου, έχουν δηλαδή και προνυμφοκτόνο δράση, όταν χρησιμοποιούνται από ορισμένες δόσεις και πάνω. Ορισμένα, σε ψεκασμούς πλήρους κάλυψης των δέντρων, μπορεί να είναι φυτοτοξικά για ορισμένες ποικιλίες ελιάς (π.χ. το dimethoate για τη Λιανολιά Κέρκυρας).

Η χημική καταπολέμηση γίνεται με δύο μεθόδους: την «προληπτική» και την «θεραπευτική» ή «κατασταλτική».

α. Προληπτική μέθοδος: Συνεπάγεται την εκτέλεση δολωματικών εντομοκτόνων ψεκασμών (εντομοκτόνο μαζί με ελκυστικό) με σκοπό την προσέλκυση, βρώση του ψεκαστικού μίγματος και θανάτωση των ενηλίκων πριν προλάβουν να ωοτοκήσουν στον ελαιόκαρπο. Οι ψεκασμοί αυτοί γίνονται με επινώτιους, συνήθως, ψεκαστήρες από το έδαφος. Από τα μέσα όμως της δεκαετίας του 1970, παράλληλα με τους ψεκασμούς από το έδαφος, άρχισε η εφαρμογή και δολωματικών αεροψεκασμών με ειδικά ψεκαστικά αεροπλάνα ή ελικόπτερα που διενεργούνταν από ιδιωτικές εταιρίες, με κρατική εποπτεία. Η εφαρμογή των



αεροψεκασμών επεκτάθηκε ραγδαία, κυρίως λόγω της έλλειψης εργατικών χεριών για την διεξαγωγή ψεκασμών εδάφους. Λόγω όμως των δυσμενών επιπτώσεων που είχαν οι αεροψεκασμοί στο περιβάλλον και των άλλων μειονεκτημάτων τους, η διεξαγωγή τους στη χώρα μας απαγορεύτηκε (1997).

Η διεξαγωγή των δολωματικών ψεκασμών εποπτεύεται από τα Ταμεία Προστασίας Ελαιοπαραγωγής που είναι νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου και υπάγονται στις κατά τόπους Διευθύνσεις Αγροτικής Ανάπτυξης ή τις Διευθύνσεις Γεωργίας, του Υπουργείου Γεωργίας. Οι ψεκασμοί αυτοί, γίνονται σε μια περιοχή, μόνο εφόσον το ποσοστό καρποφορίας κατά την έναρξη της ελαιοκομικής περιόδου είναι ανώτερο του 25% και 20% μιας πλήρους εσοδείας για τις ελαιοποιήσιμες και τις βρώσιμες ποικιλίες ελιάς αντίστοιχα. Για την εκτέλεση των εργασιών «δακοκτονίας», όπως κοινώς ονομάζονται τα κρατικά μέτρα καταπολέμησης του δάκου, προσλαμβάνεται εποχικό προσωπικό. Μια ευρύτερη ελαιοκομική περιοχή ενός νομού διαχωρίζεται σε «τομείς», καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει περίπου 250.000-300.000 ελαιόδεντρα, και υποδιαιρείται σε μικρότερες μονάδες. Οι τομείς εποπτεύονται από εποχικά προσλαμβανόμενους γεωπόνους, τομεάρχες δακοκτονίας. Στις υποδιαιρέσεις των τομέων γίνεται σύσταση «συνεργείων» δακοκτονίας που συγκροτούνται από εποχικό προσωπικό της περιοχής.

Οι δολωματικοί ψεκασμοί διενεργούνται από το έδαφος με επινώτιους ψεκαστήρες με ακροφύσια χωρίς βελόνες. Το ψεκαστικό υγρό περιέχει κατάλληλο οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο (dimethoate, fenthion κ.ά.) σε συγκέντρωση 0,3% και υδρολυμένη πρωτεΐνη ή άλλο προϊόν με παρόμοια ελκυστική δράση (Alma Dacus, Atropaz, Buminal, Dacona, Daconyl, Dacus Bait, Entomela, Entomozyl, Staley, Zitan κ.α.) 2% και σε περίπτωση μεγάλης πυκνότητας δακοπληθυσμού 3%. Στους δολωματικούς ψεκασμούς από εδάφους και με κανονική πυκνότητα δένδρων, ψεκασμός γίνεται μόνο σε ένα τμήμα της κόμης κάθε τρίτου δέντρου, υπό μορφή χοντρών σταγόνων.

Για τον καθορισμό του χρόνου διεξαγωγής του 1<sup>ου</sup> δολωματικού ψεκασμού του έτους (μέσα Ιουνίου-αρχές Ιουλίου), που πρέπει να είναι γενικός (σε ολόκληρη την περιοχή) και να ολοκληρωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα (7-10 ημέρες), λαμβάνονται υπόψη διάφορα κριτήρια. Μεταξύ αυτών είναι η πυκνότητα του ενήλικου πληθυσμού του δάκου, η αναλογία φύλου (περίπου 1:1 αρσενικά προς θηλυκά), η παρουσία ώριμων ωαρίων στα θηλυκά (άνω του 5%), η δεκτικότητα του καρπού για ωοτοκία (ξύλοποίηση μεσοκαρπίου) και ευνοϊκές για την ωοτοκία του δάκου καιρικές συνθήκες.

Για την παρακολούθηση της πορείας του ενήλικου πληθυσμού, εδώ και αρκετές δεκαετίες χρησιμοποιούνται στη χώρα μας γυάλινες «δακοπαγίδες» τύπου McPhail. Ως ελκυστικό, περιέχουν υδατικό διάλυμα φωσφορικού ή θεικού αμμωνίου 2% και σε ορισμένες πειραματικές περιπτώσεις διάλυμα υδρολυμένης πρωτεΐνης 4% και βόρακα 1,5%. Στην περιοχή κάθε «συνεργείου» αναρτώνται συνήθως 50 παγίδες, μια ανά 1000 περίπου δέντρα. Έλεγχος των παγίδων και αλλαγή του ελκυστικού υγρού γίνεται ανά πενήνήμερο, από ειδικά εκπαιδευμένους «παγιδοθέτες». Γίνεται καταμέτρηση των συλληφθέντων αρσενικών και θηλυκών δάκων, καθώς και έλεγχος για ώριμα ωάρια στις ωοθήκες των θηλυκών. Διεξαγωγή ψεκασμών συνιστάται όταν συλλαμβάνονται 5-20 δάκοι ανά παγίδα ανά πενήνήμερο, ανάλογα με την ποικιλία της ελιάς και το ποσοστό καρποφορίας των δέντρων. Εκτός από τον πρώτο ψεκασμό, που είναι γενικός σε όλη την περιφέρεια, κατά τη διάρκεια της «δακικής» περιόδου μπορεί να διεξαχθούν και άλλοι γενικοί ή τοπικοί ψεκασμοί. Για την εφαρμογή τους, εκτός από τις συλλήψεις των παγίδων, συνεκτιμάται και το ποσοστό προσβολής του ελαιοκάρπου, που προσδιορίζεται με τακτικές δειγματοληψίες καρπών. Ο τελευταίος ψεκασμός πρέπει να εφαρμόζεται τουλάχιστον 20 ημέρες για το fenthion ή 15 ημέρες για το dimethoate πριν από την έναρξη συλλογής του ελαιοκάρπου. Σύμφωνα πάντως με την ακολουθούμενη τακτική τα τελευταία χρόνια, ο ψεκασμός αυτός εφαρμόζεται συνήθως 30 περίπου ημέρες πριν από την έναρξη συλλογής του ελαιοκάρπου (Ζιώγας 1996). Στον τελευταίο ψεκασμό και για την αποφυγή υπολειμμάτων εντομοκτόνων στο λάδι και στις ελιές, χρησιμοποιείται το dimethoate, που είναι και υδατοδιαλυτό ώστε μεγάλο μέρος του φεύγει στο ελαιοτριβείο με την υδάτινη φάση, και επίσης αποδομείται γρηγορότερα από το fenthion που είναι μόνο λιποδιαλυτό. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δολωματικοί ψεκασμοί από εδάφους είναι μια πρακτική που έχει ελάχιστες δυσμενείς επιπτώσεις στο οικοσύστημα γενικότερα και στην ωφέλιμη πανίδα ειδικότερα και ως εκ τούτου είναι συμβατή με τις αρχές και τις επιδιώξεις της ολοκληρωμένης καταπολέμησης.

β. Θεραπευτική ή κατασταλακτική μέθοδος: Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμόζεται από κάθε παραγωγό χωριστά, ιδίως σε περιοχές όπου δεν εφαρμόζονται τα μέτρα δακοκτονίας του Υπουργείου Γεωργίας. Γίνεται πλήρης κάλυψη της κόμης των δέντρων με ψεκαστικό υγρό από εδάφους, με σκοπό να σκοτωθούν όχι μόνο τα ενήλικα αλλά και οι προνύμφες μέσα στον καρπό. Το ψεκαστικό υγρό περιέχει οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο συνήθως 0,03%. Οι ψεκασμοί γίνονται με ψεκαστήρες υψηλού όγκου, σχεδόν μέχρις απορροής του ψεκαστικού υγρού (10-25L υγρού για δέντρα μέσης ανάπτυξης) ή, λιγότερο συχνά, με επινώτιους

ψεκαστήρες μικρού όγκου και συγκέντρωση εντομοκτόνου 0,3% (1-1,5 λίτρο ανά δέντρο). Ο ψεκασμός πραγματοποιείται όταν το ποσοστό «γόνιμης προσβολής» (αυγά, ζωντανές προνύμφες, νύμφες ή προνυμφικές στοές) φτάσει το 5% για τις ελαιοποιήσιμες ή το 2% για τις βρώσιμες ελιές (Ζιώγας 1996). Άλλες όμως πηγές συνιστούν ως πυκνότητα επέμβασης γόνιμη δακοπροσβολή σε ελαιοποιήσιμες ποικιλίες μόνο 2-4% και σε βρώσιμες ποικιλίες πολύ μικρότερο (Μπρούμας 1994). Σε πολλές περιοχές χρειάζονται 2 - 4 θεραπευτικοί ψεκασμοί για την προστασία της ελαιοπαραγωγής. Πρέπει να τηρούνται με σχολαστικότητα τα καθορισμένα ελάχιστα χρονικά όρια μεταξύ τελευταίας επέμβασης και συγκομιδής, ώστε να μην έχει το λάδι ανεπίτρεπτα υπολείμματα εντομοκτόνων, υπολείμματα που ουσιαστικά δεν μειώνονται μέσα στο λάδι με την πάροδο του χρόνου. Η θεραπευτική όμως μέθοδος έχει ως συνέπεια τη θανάτωση πολλών ωφέλιμων εντομοφάγων εντόμων σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι η προληπτική μέθοδος, με συχνή συνέπεια εξάρσεις πληθυσμών κοκκοειδών και άλλων εχθρών της ελιάς.

γ. Άλλες μέθοδοι: Προσπάθειες βιολογικής καταπολέμησης του δάκου με εισαγωγή του παρασιτοειδούς *Opius concolor* Szepf. σε περιοχές όπου αυτό δεν υπήρχε, ή με μαζικές εξαπολύσεις, δεν έδωσαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα και δεν συνεχίστηκαν. Μαζικές εξαπολύσεις στειρωμένων με ακτινοβολία δάκων σε συνδυασμό με δύο δολωματικούς ψεκασμούς, στη Χαλκιδική, διατήρησαν τον πληθυσμό του δάκου σε χαμηλά επίπεδα (Econoμopoulos *et al.* 1977), όμως, οι τεχνικές φύσεως απαιτήσεις της μεθόδου και άλλοι λόγοι δεν ευνόησαν τη δοκιμή της σε μεγαλύτερες περιοχές και τη συνέχιση της προσπάθειας.

Εκτός των ψεκασμών με εντομοκτόνα, αποτελεσματικότερη και πρακτικότερη από τις άλλες μεθόδους αποδείχτηκε ως τώρα η μαζική παγίδευση των ενηλίκων, με διαφόρους τύπους παγίδων (τροφικών, χρωματικών, φερομονικών, ή συνδυασμούς αυτών), ιδίως όταν ο πληθυσμός του δάκου είναι σε χαμηλά επίπεδα. Όταν όμως ο πληθυσμός του εντόμου είναι ή προβλέπεται πυκνός, είναι αναγκαίοι και ένας ή δύο δολωματικοί ψεκασμοί. Οι ψεκασμοί αυτοί προηγούνται ή έπονται της τοποθέτησης παγίδων στον ελαιώνα. Η θανάτωση των εντόμων που ελκύονται στις παγίδες επιτυγχάνεται, ανάλογα με τον τύπο της παγίδας, με πνιγμό στο ελκυστικό υγρό, προσκόλληση στην κολλητική επιφάνεια, ή επαφή με εντομοκτόνο μεγάλης υπολειμματικής διάρκειας.



## 5. Αρνητικές επιπτώσεις της χημικής καταπολέμησης

Η χρήση των χημικών εντομοκτόνων, 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 & Karatos 1981). Πολλοί από αυτούς τους 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 Ελλάδα έχουν 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).

Υπάρχει ένας φαύλος κύκλος με μια συνεχή ανάγκη χρησιμοποίησης όλο και μεγαλύτερων ποσοτήτων εντομοκτόνων για την αντιμετώπιση των όλο και ανθεκτικότερων εντόμων.

### 5.1 Ανάπτυξη ανθεκτικότητας

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

Όταν γίνει εφαρμογή με εντομοκτόνο αρχίζουν ν' αυξάνουν σε συχνότητα. Κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων της επιλογής, η ανθεκτικότητα μπορεί να έχει μικρή επίπτωση στο βαθμό αντιμετώπισης των εντόμων, παρά του ότι μπορεί να ανιχνευθεί με λεπτομερείς βιοδοκιμές. Τελικά, η συχνότητα των γονιδίων ανθεκτικότητας θα φθάσει σε τέτοιο στάδιο, ώστε οι δυσκολίες αντιμετώπισης να είναι φανερές. Το πόσο γρήγορα αυξάνεται η ανθεκτικότητα και κατά πόσο μπορεί να γίνει ανεκτή εξαρτάται από ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων στους οποίους συμπεριλαμβάνονται το είδος της ζημιάς, το μέγεθος της

καταστροφής, η ισχύς των μηχανισμών ανθεκτικότητας, η συχνότητα χρήσης των εντομοκτόνων, και ένας μεγάλος αριθμός βιολογικών παραγόντων οι οποίοι πρέπει να μελετηθούν. Το κλειδί της επιτυχίας στον έλεγχο της ανθεκτικότητας βρίσκεται στο να αναγνωρισθούν όσο το δυνατό περισσότεροι παράγοντες προτού η ανθεκτικότητα φθάσει σε υψηλά επίπεδα.

Η δραματική αύξηση του προβλήματος της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα τα τελευταία 20 χρόνια οδήγησε τους επιστήμονες γεωπόνους και τις βιομηχανίες παραγωγής αγροχημικών στο να συνειδητοποιήσουν την αναγκαιότητα της ορθολογικής χρήσης των εντομοκτόνων και να προσπαθούν να διαφυλάξουν την αποτελεσματικότητα των πολύτιμων χημικών προϊόντων.

## **5.2 Μέγεθος της ανθεκτικότητας**

Η ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα είναι τώρα πάρα πολύ εξαπλωμένη. Μέχρι το 1990 υπήρχαν πάνω από 500 είδη αρθροπόδων στα οποία αναφέρθηκε ανθεκτικότητα σε τουλάχιστον μια χημική ομάδα. Περίπου το 40% αυτών των ειδών είναι είδη υγειονομικού και κτηνιατρικού ενδιαφέροντος και το υπόλοιπο 60% αφορά σε έντομα των γεωργικών καλλιεργειών (Georghίου 1994)

## **5.3 Ανθεκτικότητα ανάμεσα στα είδη**

Από τα είδη αρθροπόδων για τα οποία έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα το 88% είναι έντομα (κλάση Insecta) και το 12% είναι ακάρεα και αραχνίδια (κλάση Arachnida, τάξη Acarina).

Το 92% των ανθεκτικών ειδών εντόμων ανήκουν στις εξής τέσσερις τάξεις εντόμων: Coleoptera (σκαθάρια), Diptera (μύγες), Hemiptera (αφίδες, βρωμούσες και αλευρώδεις) και Lepidoptera. Το υπόλοιπο ποσοστό περιλαμβάνει κατσαρίδες, θρίπες, ψείρες και ψύλλους.

## **5.4 Ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα**

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

μικρή γεωγραφική περιοχή. Στο άλλο άκρο κάποια πολύ κοινά έντομα όπως, η *Plutella xylostella*, ο δορυφόρος της πατάτας (*Leptinotarsa decemlineata*), η αφίδα της ροδακινιάς (*Myzus persicae*), ο αλευρώδης του καπνού (*Bemisia tabaci*) είναι σε πάρα πολλά ή μάλλον σχεδόν σε όλα τα διαθέσιμα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμησή τους ανθεκτικά (Denholm 1999).

Αν και επηρεάζονται περισσότερο από την ανθεκτικότητα τα παλαιότερα και πιο διαδεδομένα εντομοκτόνα (π.χ οργανοχλωριωμένα) υπάρχει επίσης μια ανησυχητική αύξηση της ανθεκτικότητας και στα πιο καινούργια εντομοκτόνα.

### 5.5 Παρουσία ανθεκτικών εντόμων στις καλλιέργειες

Οι περισσότερες μεγάλες καλλιέργειες, παγκοσμίως, απειλούνται μέχρι κάποιο σημείο από τα έντομα που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα. Τα πιο έντονα προβλήματα συνδέονται με το βαμβάκι (ρόδινο σκουλήκι, αφίδες, αλευρώδεις, ακάρεα), φυλλοβόλα οπωροφόρα και ξινά (καρπόκαψα, ψύλλες και ακάρεα), λαχανικά (*Plutella xylostella*, δορυφόρος, ακάρεα, αλευρώδεις και αφίδες) και αποθηκευμένοι σπόροι (σκαθάρια). Αυτά αντιπροσωπεύουν περιπτώσεις στις οποίες η ανθεκτικότητα επηρεάζει ή απειλεί να επηρεάσει το χημικό έλεγχο σε μεγάλη έκταση. Η πιο ολοκληρωμένη ανάλυση της εξάπλωσης της ανθεκτικότητας παρέχεται από τον Georghiou (1986).

### 5.6 Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

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

Άλλοι πιθανοί μηχανισμοί περιλαμβάνουν μειωμένη διείσδυση των εντομοκτόνων μέσω της επιδερμίδας των εντόμων και ιδιαιτερότητα συμπεριφοράς, που καθιστούν ικανούς τους εχθρούς, ώστε να μειώνουν ή να αποφεύγουν την έκθεση σε τοξίνες (Soderland & Bloomquist 1990).

Κάποιοι μηχανισμοί που βασίζονται είτε στην αυξημένη αποικοδόμηση, είτε στην τροποποίηση του στόχου, εξηγούνται περιληπτικά πιο κάτω.

## 5.7 Αυξημένη αποικοδόμηση εντομοκτόνων

Οι τρεις γνωστοί τύποι αποικοδόμησης εντομοκτόνων που εμπλέκονται στην ανθεκτικότητα είναι οι εξής: Αυξημένος οξειδωτικός μεταβολισμός των εντομοκτόνων από το κυτόχρωμα τη μονοοξυγενάσης P 450. Αυτό μπορεί να προκαλέσει ανθεκτικότητα σε όλες τις σημαντικότερες ομάδες εντομοκτόνων, εκτός από τα κυκλοδιένια. Ωστόσο, τα περισσότερα στοιχεία γι' αυτόν τον μηχανισμό είναι έμμεσα και βασίζονται στην ικανότητα του βουτοξειδίου του πιπερονυλίου (Piperonyl Butoxide) ή συγγενών ουσιών, που είναι γνωστές ως αναχαιτιστές του κυτοχρώματος P450 της μονοοξυγενάσης, να καταστέλλουν την ανθεκτικότητα όταν χρησιμοποιούνται ως συνεργιστές σε βιοδοκιμές (Denholm 1999).

Περιπτώσεις στις οποίες ο αυξημένος οξειδωτικός μεταβολισμός των εντομοκτόνων εξηγήθηκε άμεσα μέσω δέσμευσης ή με μελέτες μεταβολισμού, είναι ακόμα σπάνιες. Αυξημένη δραστηριότητα του ενζύμου μεταφοράς της γλουταθειόνης (GST) το οποίο καταλύει τη γλουταθειόνη σε μια ποικιλία αντιδρώντων υποστρωμάτων. Ο μηχανισμός αυτός είναι ουσιαστικά σοβαρός για την ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά. Η υδρόλυση ή δέσμευση των εντομοκτόνων από εστεράσες, είναι σπουδαίος παράγοντας στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα οργανοφωσφορικά και πυρεθρίνες. Από τους τρεις μηχανισμούς αποικοδόμησης, αυτός είναι ο πιο χαρακτηριστικός βιοχημικά.

Ανθεκτικότητα που οφείλεται στην αυξημένη δραστηριότητα των εστερασών, μπορεί να προκύψει ή με ποιοτική αλλαγή του ενζύμου, αυξάνοντας την ικανότητα του ενζύμου να δεσμεύει τα εντομοκτόνα, ή ποσοτική αλλαγή στην παραγωγή ενός ενζύμου το οποίο ήδη υπάρχει στα ευαίσθητα άτομα (π.χ. Field *et al.* 1997).

### 5.7.1 Μείωση της ευαισθησίας του στόχου δράσης των εντομοκτόνων

Δύο από τους πιο κατανοητούς, αλλαγής στόχου δράσης, μηχανισμούς, είναι αυτοί που προκαλούν ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά στην πρώτη περίπτωση και στις πυρεθρίνες στην άλλη. Οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά θανατώνουν τα έντομα με τη δέσμευση του ενζύμου ακετυλοχολινεστεράσης, (acetylcholinesterase -AChE-). Έτσι δεν διακόπτουν τη μεταφορά των νευρικών παλμών στη σύναψη με αποτέλεσμα το θάνατο του εντόμου.

Περιπτώσεις AChE με μειωμένη δέσμευση από τα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά έχει παρατηρηθεί σε πολλά είδη εντόμων και ακάρεων. Βιοχημικός προσδιορισμός μη

ευαίσθητης AChE στα εντομοκτόνα, έχει αποκαλύψει ότι τα έντομα μπορεί να φέρουν μια μεταλλαγμένη μορφή του ενζύμου, με χαρακτηριστικά να δίνει και διασταυρούμενη ανθεκτικότητα. Ο κύριος τρόπος δράσης των πυρεθρινών είναι στα μέρη του νευρικού άξονος όπου γίνεται η ανταλλαγή ιόντων  $\text{Na}^+$ , στις διόδους νατρίου (sodium channel). Ο μηχανισμός καθιστά ανθεκτικότητα του στόχου στις πυρεθρίνες με αλλαγή της πρωτεΐνης της διόδου νατρίου στις κυτταρικές μεμβράνες και ονομάζεται knockdown resistance ή kdr. Αυτός ο τύπος ανθεκτικότητας έχει προσδιορισθεί σε πολλά είδη εντόμων συμπεριλαμβανομένων του δορυφόρου της πατάτας, αφίδων, οικιακής μύγας, κατσαρίδων και κουνουπιών.

### 5.7.2 Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα και πολλαπλή ανθεκτικότητα

Ένα σοβαρό βήμα στην αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας είναι ο προσδιορισμός της διασταυρούμενης ανθεκτικότητας, που δίνει ο μηχανισμός που είναι παρών. Ο όρος διασταυρούμενη ανθεκτικότητα αναφέρεται στην ικανότητα ενός μηχανισμού να δίνει ανθεκτικότητα σε μία σειρά εντομοκτόνων, συνήθως (αλλά όχι πάντα) της ίδιας χημικής ομάδας. Ο προσδιορισμός κατηγοριών διασταυρούμενης ανθεκτικότητας είναι ουσιώδης για τη χρήση εντομοκτόνων κατά τέτοιο τρόπο (π.χ. εναλλαγή), ώστε να αποφεύγεται η συνεχής επιλογή του ίδιου ανθεκτικού μηχανισμού και χρήση εντομοκτόνων, τα οποία επηρεάζονται λιγότερο από αυτόν τον μηχανισμό όταν είναι παρών. Ατυχώς, η διαδικασία για την αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας μπορεί να γίνει περίπλοκη από την πολλαπλή ανθεκτικότητα, δηλαδή την παρουσία στο έντομο δύο ή περισσότερων μηχανισμών, ο καθένας με συγκεκριμένο τύπο διασταυρούμενης ανθεκτικότητας. Ο διαχωρισμός μεταξύ των δύο αυτών τύπων ανθεκτικότητας είναι ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα.

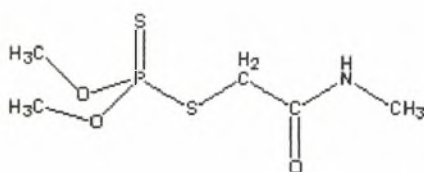
Κατηγορίες διασταυρούμενης ανθεκτικότητας είναι δύσκολο να προβλεφθούν εκ των προτέρων, αφού οι μηχανισμοί που βασίζονται στην αποικοδόμηση ή στην αλλαγή της ευαισθησίας του στόχου δράσης μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Η ανθεκτικότητα στα οργανοφωσφορικά, που οφείλεται στην αυξημένη δραστηριότητα εστεράσης, μπορεί να έχει ευρύ φάσμα, επιδρώντας σε αρκετά από αυτά τα εντομοκτόνα (π.χ. E4 ανθεκτικότητα στη *Myzus persicae*, Field et al. 1997) ή να είναι πολύ ειδική η δράση της σε λίγα εντομοκτόνα ή ακόμα σε ένα μόνο μόριο, (π.χ. μαλαθείου-καρβοξυλεστεράσης μηχανισμός στα έντομα της οικογένειας Calliphoridae). Ομοίως, οι μηχανισμοί ανθεκτικότητας που οφείλονται στην τροποποίηση του



στόχου δράσης μπορεί να διαφέρουν στους τύπους της διασταυρούμενης ανθεκτικότητας.

Η ανθεκτικότητα μπορεί να είναι πολύ εκτεταμένη επηρεάζοντας μια μεγάλη σειρά από τα οργανοφωσφορικά και καρβαμικά ή να είναι πολύ συγκεκριμένη, όπως με το τροποποιημένο ένζυμο που προσδιορίστηκε στη *M. persicae*, που δίνει ανθεκτικότητα σε λίγα καρβαμικά εντομοκτόνα, όπως το pirimicarb με το triazamate και προϊόντα τους (Devonshire *et al.* 1999).

## 6. Dimethoate



Χημικός τύπος :  $C_5H_{12}NO_3PS_2$  -

Το dimethoate είναι ένα εντομοκτόνο που χρησιμοποιείται για τη θανάτωση εντόμων και ακάρεων μέσω επαφής ή στομάχου. Χρησιμοποιείται ενάντια σε ένα ευρύ φάσμα εντόμων, συμπεριλαμβανομένων των αφίδων, των θριπών, των ακρίδων, των μυγών και σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης μηδικής, μήλων, καλαμποκιού, βαμβακιού, σταφυλιών, λεμονιών, πεπονιών, πορτοκαλιών, αχλαδιών, πεκάν, κάρδαμου, σόργου, σόγιας, καπνού, ντοματών, καρπουζιών, σιταριού και άλλων λαχανικών. Χρησιμοποιείται επίσης και για ψεκασμό των τοίχων αγροτικών κτιρίων 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 & Laws 1990; Meister 1992).

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 διάχυση. 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. Η βιοδιάσπαση μπορεί να είναι σημαντική, γιατί έχει αναφερθεί απώλεια της τάξης του 77% για γόνιμο πηλοαργιλώδες έδαφος 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°C. Στη θερμοκρασία αυτή μπορεί να προκληθεί ακόμα και έκρηξη. Όταν αυτό θερμανθεί πάνω από τους 35°C αρχίζει να χάνει την δραστηριότητά του. Η θερμική αποσύνθεση μπορεί να απελευθερώσει τοξικούς και επικίνδυνους καπνούς, οι οποίοι αποτελούνται από διμεθυλσουλφίδια, μεθυλική μερκαπτάνη, μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του άνθρακα, πεντοξειδίο του φωσφόρου, και νιτρογενοξειδάσες.

## 7. Σκοπός της μελέτης.

Η ανάπτυξη της ανθεκτικότητας στα εντομοκτόνα καθιστά δύσκολο τον έλεγχο των εντόμων-εχθρών, εκμηδενίζει την αξία τους και οδηγεί στην επαναλαμβανόμενη χρήση τους με δυσμενείς επιπτώσεις στο αγροοικοσύστημα. Παράλληλα, η ανακάλυψη εντομοκτόνων με νέους τρόπους δράσης γίνεται ολοένα δυσκολότερη και δαπανηρότερη. Για τους λόγους αυτούς έχει ήδη αλλάξει η νοοτροπία περί νέων εντομοκτόνων και έχει ενισχυθεί η άποψη της ορθολογικής χρήσης των υπαρχόντων έτσι ώστε να διατηρηθεί η αποτελεσματικότητά τους. Η προσέγγιση αυτή είναι γνωστή ως Insecticide Resistance Management (IRM). Η ικανότητα διαχείρισης της ανθεκτικότητας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη γνώση των μηχανισμών της ανθεκτικότητας, της βιολογίας και της δυναμικής των πληθυσμών των εντόμων-στόχων καθώς και την επιλογή των καταλληλότερων χειρισμών κατά την εφαρμογή των φυτοφαρμάκων. Ανάμεσα στα μέτρα που βοηθούν στη μείωση του κινδύνου για την εξέλιξη μονής ή πολλαπλής ανθεκτικότητας είναι οι τακτικοί έλεγχοι του ποσοστού ανθεκτικών εντόμων στο φυσικό πληθυσμό αλλά και των ορίων ανεκτικότητας στα διάφορα εντομοκτόνα

Σκοπός της μελέτης είναι να γίνει μια πρώτη καταγραφή του επιπέδου ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς στη Ελλάδα όσο και στην Κύπρο στο εντομοκτόνο dimethoate και στην Ελλάδα στη συνθετική πυρεθρίνη alpha-cypermethrin.

Το dimethoate επιλέχθηκε διότι χρησιμοποιείται για περισσότερο από 30 χρόνια στην Ελλάδα, για τον έλεγχο του δάκου της ελιάς, ενώ το alpha-cypermethrin, διότι είναι νέο εντομοκτόνο το οποίο πήρε πρόσφατα έγκριση, για τον έλεγχο του δάκου.



## **B. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## 1. Εισαγωγή

Στην Ελλάδα η οικονομική ζημία από το δάκο κάθε χρόνο υπολογίζεται στο 30 % περίπου της τελικής παραγωγής ελαιοκάρπου, και το κόστος της χημικής καταπολέμησης του το 1994 υπολογιστικέ για το 75% των ελαιόδεντρων στη Ελλάδα σε 20 εκατομμύρια δολάρια (Vontas et al. 2001)

Οι Vontas et al. (2001) μελετώντας έναν εργαστηριακό, έναν φυσικό και έναν τεχνητά επιλεγόμενο πληθυσμό δάκου (κάτω από συνεχή πίεση επιλογής με dimethoate) με βιοδοκιμές και βιοχημικές μεθόδους βρήκαν ότι ο φυσικός και ο τεχνητά επιλεγόμενος πληθυσμός δάκου είχαν εννιά και πέντε φορές μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στο οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο dimethoate σε σχέση με τον εργαστηριακό πληθυσμό αντίστοιχα. Τα βιοχημικά αποτελέσματα έδειξαν ότι εστεράσες και η γλουταθειόνη της μεταφοράς (GST) παρόλο που ήταν δραστικά απέναντι στο dimethoate, δεν είχαν κυρίαρχο ρόλο στην ανθεκτικότητα. Μεταλλαγμένη ακετυλοχολινεστεράση (AChE) με μικρότερη καταλυτική ικανότητα για το υπόστρωμα ακετυλοχολίνη του ιωδίου είχε πέντε και 16 φορές μικρότερη ευαισθησία κατά την αναστολή του από το dimethoate.

Εμβαθύνοντας οι Vontas et al. το (2002), κλωνοποιώντας το γονίδιο της AchE και με την αλληλούχισή του, βρήκαν ότι τα ανθεκτικά στελέχη του δάκου είχαν δυο σημειακές μεταλλάξεις σε σχέση με τα ευαίσθητα στελέχη. Μια μετάλλαξη στη θέση 488 της γλυκίνης σε σερίνη (G488S) προσέδιδε μειωμένη καταλυτική ικανότητα κατά 35-40% της AchE. Επιπλέον, μια μετάλλαξη της ιστιδίνης σε βαλίνη (I214V) στη θέση 214, όπου σε συνδυασμό με την προηγούμενη μετάλλαξη, προκαλεί 16 φορές μείωση της ευαισθησίας στα εντομοκτόνα.

Οι Hawkes *et al.* (2004) ανέπτυξαν μια απλή μέθοδο που βασίζεται στον πολυμορφισμό της κάθε μετάλλαξης, όταν πολλαπλασιάζονται τα τμήματα του DNA που περιέχουν την κάθε μετάλλαξη με τη μέθοδο της PCR και κόβοντας τη μετάλλαξη με ειδικά ένζυμα περιορισμού. Δείγματα από την Ελλάδα αποδείχθηκαν τα πιο ανθεκτικά στο dimethoate. Το 93% των δειγμάτων από Ελλάδα και Αλβανία ήταν ομόζυγα και για τις δυο μεταλλάξεις. Τα αλληλόμορφα, που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα, ανακαλύφθηκαν σε χαμηλές συχνότητες και για τις δυο μεταλλάξεις στα κράτη της δυτικής μεσόγειου, όπου χρησιμοποιούν ελάχιστα εντομοκτόνα για το δάκο. Δείγματα από τη Νότια Αφρική δεν είχαν καμία από τις δυο μεταλλάξεις.

Η μελέτη τη ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς στο εργαστήριο με τοπικές εφαρμογές, μπορεί να οδηγήσει σε ένα συμπέρασμα για τη ανθεκτικότητα του στη φύση. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτροπή ή τον έλεγχο της ανθεκτικότητας του δάκου στη φύση.

Στο υπάρχουσα εργασία, καταγράφεται η ανθεκτικότητα του δάκου της ελιάς στο dimethoate και στο alpha-cypermethrin. Έμφαση δίνεται στο dimethoate διότι μαζί με το fenthion, χρησιμοποιείται για περισσότερο από 30 χρόνια στη Ελλάδα για το έλεγχο του δάκου.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Περιοχές δειγματοληψίας

Τριάντα τρεις δειγματοληψίες από διάφορες περιοχές της Ελλάδος και της Κύπρου, πραγματοποιήθηκαν από το Σεπτέμβριο του 2004 μέχρι το Φεβρουάριο του 2005 για το δάκο της ελιάς. Οι περιοχές στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, ενώ στο εργαστήριο έγινε εκτροφή εργαστηριακού δάκου, όπου δεν είχαν δεχθεί επέμβαση εντομοκτόνου για περισσότερο από 30 χρόνια.

**Πίνακας 6.** Περιοχές δειγματοληψίας πληθυσμών του δάκου της ελιάς .

Ελλάδα			
Κεντρί Ιεράπετρας	Αργαλαστή Μαγνησίας	Πάτρα Αχαΐας	Λέσβος
Μύρτος Ιεράπετρας	Νέα Αγχιάλος Μαγνησίας	Ανύφι Αργολίδας	Εύβοια
Ξηρόκαμπος Ιεράπετρας	Δράκεια Μαγνησίας	Προσύμνη Αργολίδας	Αμφισσα
Σητεία Κρήτη	Φυτόκο Μαγνησίας	Καλαμάτα	Καβάλα
Επισκοπή Ηρακλείου	Βραχναίικα Αχαΐας	Αγρίνιο	Σάμος
Τυμπάκι Ηρακλείου	Δρέπανο Αχαΐας		
Κύπρος			
Αγλισίδες	Πάφος	Αλάμιнос	Αθαλάσσα
Δευτέρα	Ανάγια	Μαζωτός	Ζύγι

Σε κάθε περιοχή γινόταν συλλογή προσβεβλημένων καρπών από το δάκο της ελιάς και τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες για τη μεταφορά τους στο εργαστήριο. Η ποσότητα του

συλλεγόμενου καρπού ήταν περίπου 5 κιλά και γινόταν με το χέρι κατ' ευθείαν πάνω από το δέντρο.

Ο πληθυσμός του δάκου της ελιάς που προέρχεται από τη Δράκεια και τα Βραχναίικα (Γ) δεν έχει δεχθεί εντομοκτόνο τα τελευταία πέντε χρόνια, ενώ αυτός της Αργαλαστής δεν έχει δεχθεί ποτέ του εντομοκτόνα, χωρίς να είναι σίγουρο και αυτό γιατί υπάρχει πιθανότητα να έχουν μολυνθεί με δάκο από άλλες περιοχές. Όλοι οι άλλοι πληθυσμοί του δάκου της ελιάς δέχονται στην Ελλάδα 4-6 ψεκασμούς το χρόνο, ενώ συνήθως δυο ψεκασμούς δέχονται αυτοί της Κύπρου.

## **2.2 Συλλογή προνυμφών, νυμφών και ενήλικων του φυσικού πληθυσμού δάκου της ελιάς**

Οι καρποί μεταφέρονται στο εργαστήριο και κρατούνται χωριστά ανά περιοχή μέσα σε δίκτυ. Στην συνέχεια, τοποθετούνται σε δίσκο διαστάσεων 15X30cm πάνω σε πριονίδι σε στρώμα περίπου 1cm. Οι δίσκοι τυλίγονται με διαφανή μεμβράνη τροφίμων, με μικρές οπές αερισμού που δεν επιτρέπουν τη διαφυγή ενήλικων που εξέρχονται. Καθημερινά πραγματοποιείται έλεγχος για τη συλλογή εντόμων σε όποιο στάδιο και αν βρίσκεται το έντομο. Οι νύμφες τοποθετούνται σε κλουβί και οι προνύμφες σε τεχνητή τροφή. Τα ενήλικα άτομα χρησιμοποιούνται για βιοδοκιμές μετά από 24 ώρες από την έξοδο τους.

## **2.3 Διαδικασία εκτροφής και αναπαραγωγής του ευαίσθητου δάκου της ελιάς**

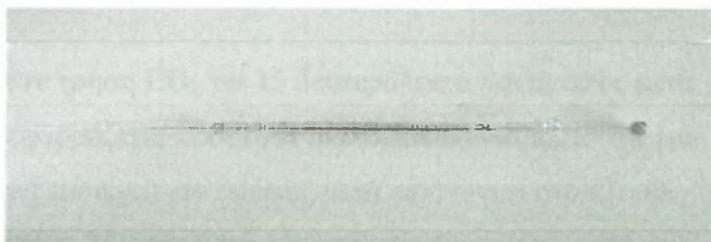
Μετά την τοποθέτηση των νυμφών στο κλουβί αναπαραγωγής και την έξοδο των τέλειων, όπου διατηρούνται στους 23°C και 16:8 L:D και 65%RH. Σε κάθε κλουβί υπάρχει τροφή και νερό. Τα νεκρά έντομα απομακρύνονται από το κλουβί καθημερινά. Μετά το πέρας πέντε (στους 23°C) ημερών, από την έξοδο ενηλίκων δάκων πραγματοποιείται καθημερινή συλλογή των αυγών από τον κώνο φωτοκίας. Με νερό ξεπλένεται το εσωτερικό του κώνου όπου τα ενήλικα του δάκου έχουν εναποθέσει τα αυγά τα οποία συλλέγονται και μεταφέρονται με τη βοήθεια πιπέτας σε τριβλία Petri, που περιέχουν διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με προπιονικό οξύ 0,3%. Το προπιονικό οξύ προτιμάται από το νερό, γιατί το τελευταίο πέφτοντας σε σταγονίδια με τα αυγά στην τροφή προκαλεί τοπική αραιώση των συντηρητικών της. Αποτέλεσμα αυτού μπορεί να είναι η ανάπτυξη μικροοργανισμών. Μετά από τέσσερις ημέρες στους 23°C

μεταφέρονται τα αυγά στην τροφή για προνύμφες. Η προνυμφική περίοδος ανάπτυξης διαρκεί συνήθως 12 ημέρες.

### 3. Διαδικασία βιοδοκιμών

#### 3.1. Μέθοδος βιοδοκιμών

Τα υλικά που χρειάζονται για να γίνει μια βιοδοκιμή με τη μέθοδο της τοπικής εφαρμογής στο δάκο της ελιάς είναι, γυάλινα μπουκαλάκια για τη παρασκευή των διαφόρων



Εικόνα3: σύριγγα Hamilton των 10μl

συγκεντρώσεων του εντομοκτόνου, σύριγγα Hamilton των 10μl (Εικ.3), CO<sub>2</sub> που συνδέεται με αεροστεγές κουτί (μεγαλύτερο από το κλουβί εκτροφής του δάκου) για την τοποθέτηση των ενήλικων του δάκου για να ναρκωθούν, ακετόνη (pro analysis) που χρησιμεύει ως διαλύτης του εντομοκτόνου, πιπέτες για τη παρασκευή των διαλυμάτων, λαβίδες για το χειρισμό των εντόμων.

Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της τοπικής εφαρμογής σε ενήλικα έντομα μια ημέρα μετά την έξοδό τους. Σε κάθε βιοδοκιμή χρησιμοποιήθηκε ο μάρτυρας και 5-6 διαφορετικές συγκεντρώσεις εντομοκτόνου. Στο μάρτυρα χρησιμοποιείται μόνο ακετόνη. Οι υπόλοιπες δόσεις του εντομοκτόνου υπολογίστηκαν όπως φαίνεται στον Πίνακα 7.

Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν είναι το οργανοφωσφορικό dimethoate (Dimethoate 40EC, ΑΛΦΑ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΕΦΟΔΙΑ) με προτεινόμενη δόση 75ml. ανά 100L και το πυρεθροειδές εντομοκτόνο alpha-cypermethrin (FASTAC 10SC BASF AGRO HELLAS SA) με προτεινόμενη δόση 30ml ανά 100L νερό.

**Πίνακας 7.** Δόσεις του dimethoate σε ng/έντομο και μl σκευάσματος και alpha-cypermethrin σε pg/έντομο, και μl σκευάσματος που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε βιοδοκιμή.

	dimethoate					
Δόσεις σε ng/έντομο	0	4,7	9,375	18,75	37,5	75
Ακετόνη (ml)	20	100	60	60	40	20
Εντομοκτόνου (μl)	0	1,17	1,4	2,8	3,75	3,75
Σύνολο διαλύματος (ml)	20	100	60	60	40	20

\*Η προτεινόμενη δόση είναι 300 ng/έντομο

### alpha-cypermethrin

Δόσεις σε ng/έντομο	0	0.117	0.156	0.234	0.468	0.937
Ακετόνη (ml)	20	100	150	200	400	800
Εντομοκτόνου (μl)	0	0,9375	0,9375	0,9375	0,9375	0,9375
Σύνολο διαλύματος (ml)	20	100	150	200	400	800

\* Η προτεινόμενη δόση είναι 30 pg/έντομο

Τα έντομα αναισθητοποιούνται με την χρήση CO<sub>2</sub> για 15 δευτερόλεπτα και αμέσως μετά γίνεται τοπική εφαρμογή. Σε κάθε έντομο εφαρμόζεται ποσότητα διαλυμένου εντομοκτόνου 1μl στο κοιλιακό στέρνο του εντόμου (abdominal sternum) και αμέσως μετά εισάγονται στο κλουβί.

Η θνησιμότητα του δάκου καταγράφηκε 24 ώρες μετά την εφαρμογή του εντομοκτόνου. Η κάθε δόση εφαρμόστηκε σε τουλάχιστον 20 άτομα δάκου. Τα έντομα διατηρούνται καθ' όλη τη διάρκεια της εκτροφής και της βιοδοκιμής σε θερμοκρασία 23°C και 16L:8D και σχετική υγρασίας 65%. Στην όλη αυτή διαδικασία τα κλουβιά τοποθέτησης των δάκων που είχαν δεχτεί το εντομοκτόνο ήταν συνεχώς εφοδιασμένα με νερό και τροφή.

Στο τέλος κάθε βιοδοκιμής γινόταν μέτρηση του βάρους των ζωντανών εντομών, με την βοήθεια μιας ζυγαριάς ακριβείας. Τα ενήλικα έντομα αναισθητοποιούνταν με την χρήση CO<sub>2</sub> και στην συνέχεια ζυγίζονταν.

### 3.2. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 10.0 με probit ανάλυση και λογαριθμική μετατροπή των δεδομένων.

## 4. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα δείχνουν μια σημαντική αύξηση της ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς στο οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο dimethoate. Τα αποτελέσματα φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα 8. Το LD<sub>50</sub> για το dimethoate κυμάνθηκε από 53,80 έως 128,70 ng ανά έντομο για τη Κρήτη ενώ για την υπόλοιπη Ελλάδα κυμάνθηκε από 27,7 για την Αργαλαστή Μαγνησίας έως 54,9 για το Αγρίνιο. Για την Κύπρο το LD<sub>50</sub> κυμάνθηκε από 12,5 –17,6 ng ανά έντομο για τον Μαζωτό και το Ζύγι αντίστοιχα. Βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους πληθυσμούς στις περιοχές δειγματοληψίας, ενώ όλοι οι πληθυσμοί διέφεραν από τον ευαίσθητο



πληθυσμό του δάκου. Ο λόγος ανθεκτικότητας, ο οποίος είναι λόγος του  $LD_{50}$  του φυσικού πληθυσμού κάθε περιοχής, προς το  $LD_{50}$  του ευαίσθητου εργαστηριακού πληθυσμού, για το δάκο της ελιάς στην Κρήτη το dimethoate κυμάνθηκε από 64,5 για το Κεντρί, έως 27,2 στο Ξηρόκαμπο ενώ για την υπόλοιπη Ελλάδα κυμάνθηκε από 27,4 για το Αγρίνιο έως 13,9 για την Αργαλαστή Μαγνησίας. Στην Κύπρο κυμάνθηκε από 8,8 στο Ζύγι έως 6,5 στο Μαζωτό.

Υψηλό επίπεδο ανθεκτικότητας του δάκου στο dimethoate εμφανίζεται να έχει η Κρήτη μιας και ο λόγος ανθεκτικότητας είναι 64,4 για το Κεντρί, 46,1 για τη Σητεία, 31,1 για το Τυμπάκι, 31 για την επισκοπή και 29,8 για το Μύρτος.

Περιοχές όπου έγιναν δειγματοληψίες από κοντινές περιοχές έδειξαν διαφορετικά αποτελέσματα. Στην περίπτωση Βραχναίικα Αχαΐας, τρεις περιοχές που απείχαν λιγότερο από 5 χιλιόμετρα, έδειξε να διαφέρουν σημαντικά ως προς το λόγο ανθεκτικότητας, (27,1 , 20,5 και 18,3). Σε περιοχές δειγματοληψίας της ανατολικής Κρήτης βρέθηκε να υπάρχουν περιοχές με σχεδόν ίδιο επίπεδο ανθεκτικότητας (βλέπε Σητεία, Τυμπάκι, Επισκοπή, Μυρτός), ενώ το Κεντρί διαφέρει σημαντικά από τις άλλες περιοχές.

Επίσης, καμία από της δυο βιολογικές καλλιέργειες ελιάς δεν έδειξε χαμηλό επίπεδο ανθεκτικότητας (Βραχναίικα (Γ) και Δρακιά), εκτός από την Αργαλαστή, περιοχή που περιτριγυρίζεται από δάσος και η καλλιέργεια δεν έχει δεχθεί ποτέ εντομοκτόνο, όπως μας ανέφεραν οι ιδιοκτήτες.

Η ετερογένεια των πληθυσμών του δάκου για τη Ελλάδα κυμάνθηκε από 7,5 έως 0,08, με τις περιοχές Κεντρί, Μύρτος και Βραχναίικα Αχαΐας να έχουν 7,5 6,4 και 5,4 αντίστοιχα, ενώ για την Κύπρο κυμάνθηκε από 15,91 έως 0,13 με το Μαζωτό, Ζύγι και Ανάγια να έχουν 15,9 11,2 και 8,8 αντίστοιχα.

Η κλίση της καμπύλης θνησιμότητας των πληθυσμών του δάκου από την Ελλάδα κυμάνθηκε από 6,3 έως 1,5, ενώ για τη Κύπρο κυμάνθηκε από 18,1 έως 3,5.

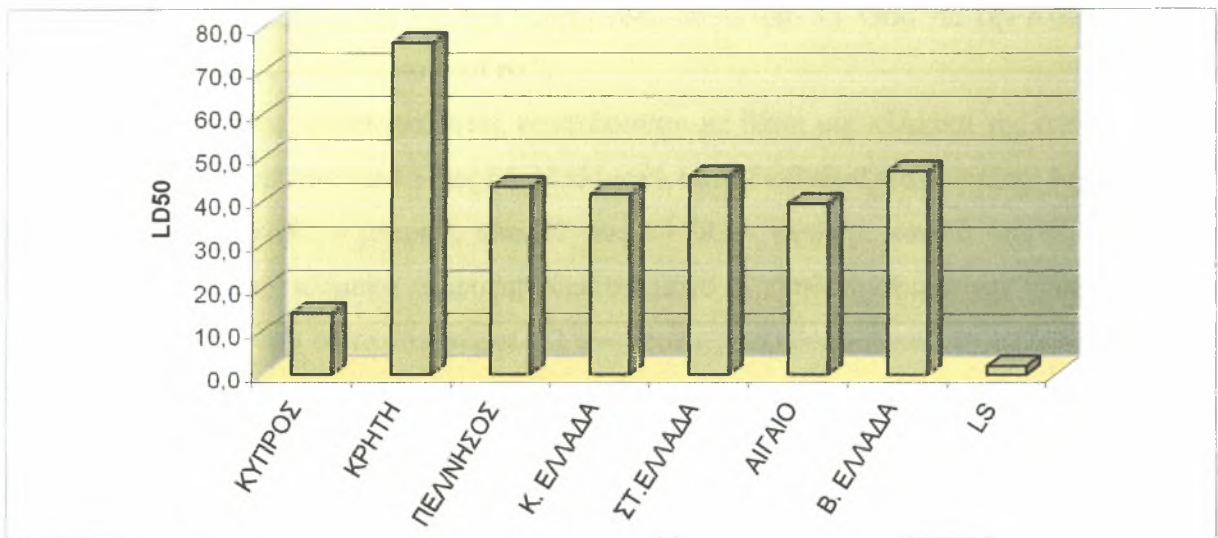


**Πίνακας 8. Θνησιμότητα φυσικών πληθυσμών του δάκου της ελιάς από Ελλάδα και Κύπρο και σε ένα εργαστηριακό ευαίσθητο πληθυσμό (LS) στο dimethoate**

Περιοχή <sup>a</sup>	N	Ημ/νια Συλλογής	LD50 σε ng / έντομο (95% C.I.)		Κλίση	X <sup>2</sup>	p value	RR <sup>c</sup>
Κεντρί, Κρήτη	156	9.x.2004	128.70 (58.5 - 288.70)	A	1.521	7.527	0.111	64.4
Σητεία, Κρήτη	123	28.xi.2004	92.15 (67.42 - 212.88)	A	3.084	1.574	0.665	46.1
Τυμπάκι, Κρήτη	113	28.x.2004	62.90 (45.79 - 112.67)	AB	2.287	0.794	0.851	31.1
Επισκοπή, Κρήτη	163	23.12.2004	61.95 (53.12 - 71.49)	AB	5.211	1.237	0.832	31.0
Μυρτός, Κρήτη	140	9.xi.2004	59.59 (45.21 - 82.86)	AB	2.500	6.415	0.170	29.8
Αγρίνιο, ΔΕ	132	23.12.2004	54.83 (44.80 - 72.39)	ABC	2.953	2.223	0.527	27.4
Ξηρόκαμπος, Κρήτη	119	22.xi.2004	53.78 (44.09 - 70.69)	ABCD	4.536	1.827	0.609	27.2
Βραχναίικα, ΝΕ	120	8.xii.2004	53.67 (42.66 - 73.19)	ABCDE	3.808	0.100	0.992	27.1
Ανυφι, ΝΕ	160	21.iv.2004	51.62 (39.51 - 76.57)	ABCDEF	2.435	4.483	0.214	25.8
Πάτρα, ΝΕ	101	9.i.2004	49.85 (38.76 - 66.87)	ABCDEF	3.595	2.646	0.449	24.7
Καλαμάτα, ΝΕ	147	6.xi.2004	48.80 (39.64 - 60.65)	ABCDEF	4.044	2.385	0.665	24.4
Νέα Αγχίαλος, ΚΕ	150	10.xi.2004	47.59 (37.76 - 64.58)	ABCDEF	3.028	1.147	0.776	23.8
Καβάλα, ΒΕ	178	3.xi.2004	46.86 (38.29 - 59.89)	ABCDEF	3.157	0.908	0.824	23.5
Δρακιά, ΝΚΕ	141	19.xii.2004	46.09 (37.32 - 58.30)	BCDEF	3.648	1.432	0.698	23.3
Εύβοια, ΚΑΕ	102	3.xi.2004	45.16 (37.35 - 53.89)	BCDEF	6.341	0.255	0.968	22.6
Φυτόκο, ΚΕ	142	24.xi.2004	44.91 (37.14 - 55.34)	BCDEF	5.535	3.038	0.386	22.5
Λέσβος, Α	108	9.i.2004	44.62 (34.82 - 63.97)	BCDEF	3.787	0.691	0.875	22.3
Βραχναίικα, ΝΕ	116	8.xii.2004	40.86 (28.68 - 69.79)	BCDEFG	1.974	5.310	0.150	20.5
Προσύμνη, ΝΚΕ	189	11.xi.2004	38.49 (33.86 - 44.39)	DEFG	5.720	0.308	0.959	19.3
Άμφισσα, ΚΕ	137	19.xii.2004	37.27 (30.44 - 46.50)	CDEFG	3.755	0.602	0.896	18.7
Βραχναίικα (Γ), ΝΕ	125	8.xii.2004	36.56 (29.96 - 45.29)	CDEFG	4.448	1.610	0.657	18.3
Δρέπανο, ΝΚΕ	173	22.xi.2004	35.81 (30.11 - 42.46)	FG	4.819	0.399	0.983	17.9
Σάμος, Α	112	12.xii.2004	34.07 (25.61-47.11)	CDEFG	2.638	2.341	0.505	17.1
Πάτρα, ΝΕ	110	22.xi.2004	28.29 (21.60 - 39.12)	FG	2.886	0.452	0.929	14.2
Αργαλαστή, ΚΕ	112	15.i.2004	27.65 (22.07 - 34.28)	G	4.904	1.664	0.645	13.9
Ζύγι, Κύπρος	193	17.xi.2004	17.63 (10.94 - 31.73)	GH	3.513	11.196	0.024	8.8
Αγγλισίδες, Κύπρος	122	9.vi.2004	15.34 (14.11 - 16.52)	H	11.153	3.257	0.196	7.7
Πάφος, Κύπρος	128	13.xii.2004	15.05 (14.00 - 15.92)	H	18.12	0.129	0.937	7.6
Αλάμιнос, Κύπρος	202	12.vi.2004	13.79 (12.39 - 15.00)	H	11.68	2.799	0.247	6.9
Αθαλάσσα, Κύπρος	194	13.xii.2004	13.48 (12.55 - 14.48)	H	11.05	4.018	0.404	6.8
Δευτέρα, Κύπρος	143	22.xii.2004	12.87 (11.58 - 14.29)	H	6.445	1.939	0.585	6.5
Ανάγια, Κύπρος	191	22.xii.2004	12.54 (10.03 - 15.51)	H	6.701	8.833	0.116	6.3
Μαζωτός, Κύπρος	186	22.xi.2004	12.45 (8.28 - 19.53)	H	5.116	15.914	0.007	6.3
LS	194	5.x.2004	1.98 (1.60 - 2.35)	I	4.112	2.709	0.608	

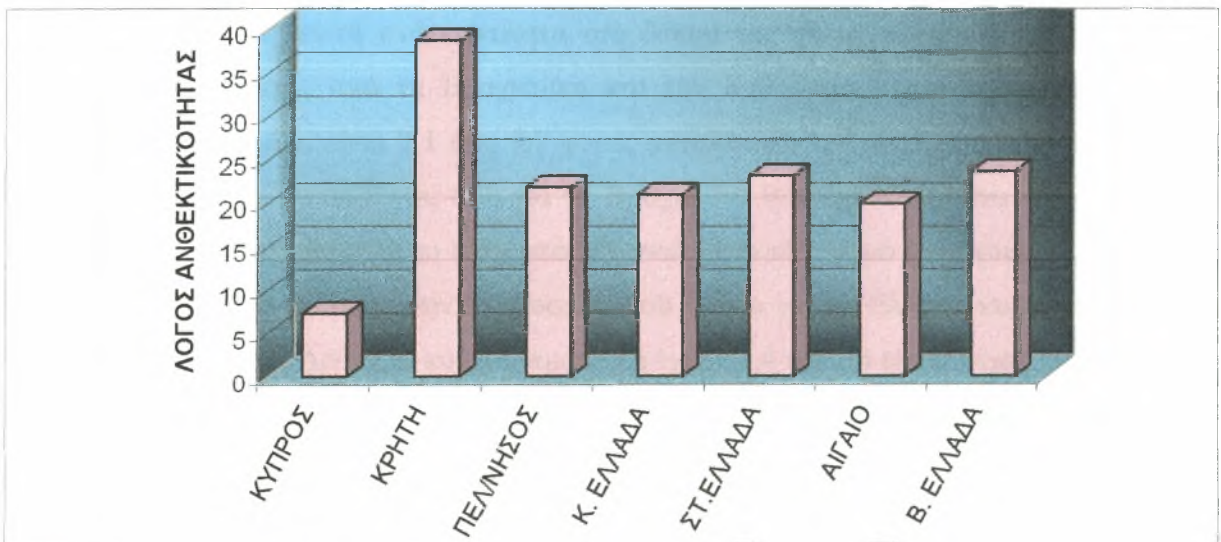
<sup>a</sup> ΝΕ = Νότια Ελλάδα. ΚΕ = Κεντρική Ελλάδα. ΝΚΕ = Νότια Κεντρική Ελλάδα. ΒΕ = Βόρεια Ελλάδα. ΒΕ = Βόρεια Ελλάδα. Α = Αιγαίο Πέλαγος. LS = Εργαστηριακός Ευαίσθητος Πληθυσμός.

<sup>c</sup> Resistance ratio = LD<sub>50</sub> του κάθε πληθυσμού / LD<sub>50</sub> από το LS.



**Σχήμα 1.** Κατανομή του Μ. Ο. LD<sub>50</sub> του δάκου της ελιάς ανά γεωγραφικό διαμέρισμα σε Ελλάδα και Κύπρο για το dimethoate.

Στο Σχήμα 1 παρατηρούμε ότι ο μέσος όρος του LD<sub>50</sub> στο dimethoate για όλη την Ελλάδα (Βόρεια, Κεντρική και Νότια Ελλάδα και Αιγαίο) εκτός από την Κρήτη, είναι περίπου ο ίδιος κυμαίνεται από 40 έως 45 ng ανά έντομο, ενώ για την Κρήτη είναι πάνω από 70 ng ανά έντομο. Όσο για την Κύπρο, ο μέσος όρος κυμαίνεται γύρω στο 10 ng ανά έντομο.



**Σχήμα 2.** Κατανομή του λόγου ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς ανά γεωγραφικό διαμέρισμα σε Ελλάδα και Κύπρο για το dimethoate.

Στο Σχήμα 2 παρατηρούμε ότι ο μέσος λόγος ανθεκτικότητας για όλη την Ελλάδα (Βόρεια, Κεντρική και Νότια Ελλάδα και Αιγαίο) εκτός από την Κρήτη, είναι περίπου ο ίδιος

κυμαίνεται από 20 έως 25, ενώ για την Κρήτη είναι πάνω από 35. Όσο για την Κύπρο, ο μέσος λόγος ανθεκτικότητας κυμαίνεται περί το 7.

Το επίπεδο της ανθεκτικότητας κατατάσσεται με βάση μια κλίμακα της οποίας ο λόγος ανθεκτικότητας κυμαίνεται από 5 έως 65. Η κλίμακα αυτή διαβαθμίζεται ως εξής: 5 έως 10 (R1 - χαμηλή), 10 έως 20 (R2 - μέτρια), από 20 έως 30 (R3 - υψηλή), και 30 έως 65 (R4 - πολύ υψηλή). Με βάση την κλίμακα παρατηρούμε ότι μόνο οι πληθυσμοί από την Κύπρο ανήκουν στη κατηγορία R1, ενώ στην κατηγορία R2 ανήκουν έξι πληθυσμοί από τη Ελλάδα: τρεις από την Κεντρική Ελλάδα, δυο από την Νότια Ελλάδα και μια από το Αιγαίο. Στην κατηγορία R3 ανήκουν 14 πληθυσμοί από την Ελλάδα: τρεις από την Κεντρική Ελλάδα, έξι από τη Νότια Ελλάδα, μια από τη Δυτική Ελλάδα, μια από τη Βόρεια Ελλάδα, δυο από την Κρήτη και μια από το Αιγαίο. Στην κατηγορία R4 ανήκουν τέσσερις πληθυσμοί από τη Ελλάδα και οι τέσσερις από την Κρήτη.

Ο λόγος ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς στη Ελλάδα για την πυρεθρίνη *alpha-cypermethrin* κυμάνθηκε από 6,7 για την Άμφισσα έως 50,5 για τα Βραχναίικα, ενώ το  $LD_{50}$  κυμάνθηκε από 0,43  $\mu\text{g}$  ανά έντομο για την Άμφισσα έως 3,3 για τα Βραχναίικα. Βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους πληθυσμούς, ενώ υπήρχαν και περιοχές που δεν διέφεραν από τον ευαίσθητο πληθυσμό δάκο.

Παρατηρείται μεικτή ανθεκτικότητα του δάκου της ελιάς στο *alpha-cypermethrin* για όλες τις περιοχές εκτός από τα Βραχναίικα και την Καλαμάτα, όπου παρατηρείται υψηλή ανθεκτικότητα. Το  $LD_{50}$  είναι 2,1 έως 9,7 φορές μεγαλύτερο του ευαίσθητου πληθυσμού στις περιοχές με μικρή ανθεκτικότητα, ενώ για τα Βραχναίικα και την Καλαμάτα είναι αντίστοιχα 50,5 και 28,1 φορές μεγαλύτερο το  $LD_{50}$  από τον ευαίσθητο πληθυσμό αντίστοιχα.

Ο βαθμός ετερογενείας των πληθυσμών του δάκου για τη Ελλάδα κυμάνθηκε από 5,4 έως 1,4, με τις περιοχές Δράκεια και Καλαμάτα να έχουν 5,4 και 1,4 αντίστοιχα.

Η κλίση των πληθυσμών του δάκου για την Ελλάδα κυμάνθηκε από 3,4 έως 1,167 με τα Βραχναίικα και την Καλαμάτα να έχουν 1,2 και 3,4 αντίστοιχα.

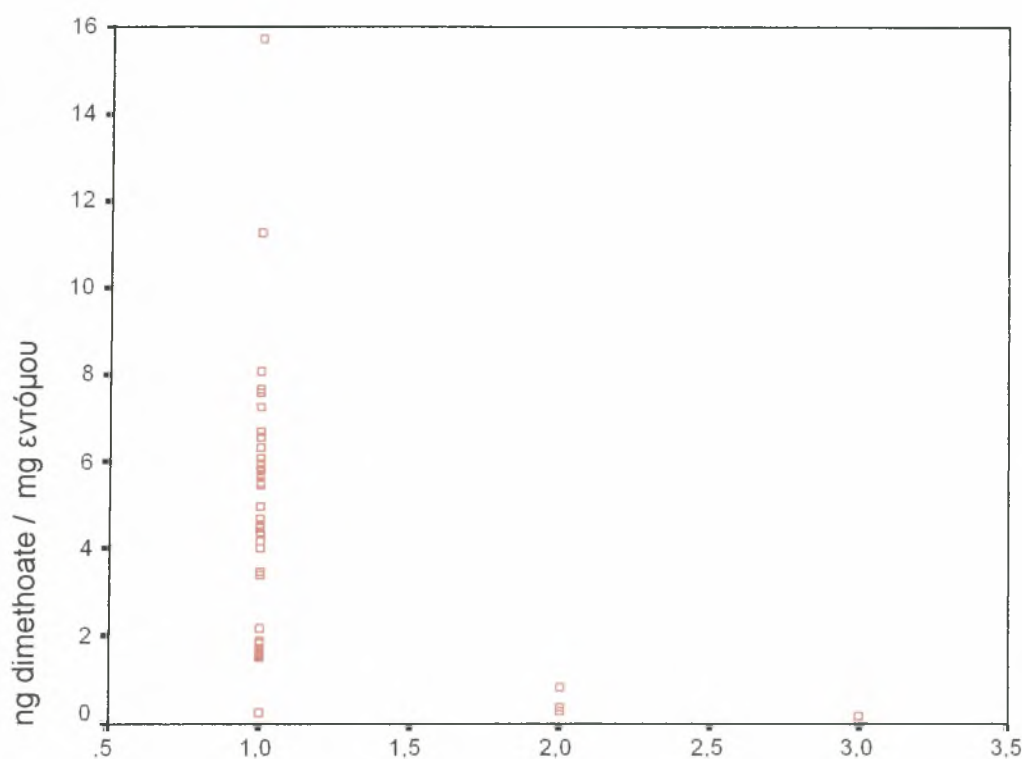
**Πίνακας 9.** Θνησιμότητα φυσικών πληθυσμών του δάκου της ελιάς από Ελλάδα και Κύπρο και σε ένα εργαστηριακό ευαίσθητο πληθυσμό (LS) στο alpha-cypermethrin.

Περιοχή <sup>a</sup>	N	Ημ/νια Συλλογής	LD50 σε pg / έντομο (95% C.I.)	Κλίση	X <sup>2</sup>	p value	RR <sup>c</sup>
Βραχναϊκά, NE	120	8.xii.2004	3.282 (1.485 - 78.864)	A	1.167	0.888	50.5
Καλαμάτα, NE	120	6.xi.2004	1.827 (1.381 - 3.298)	A	3.370	1.360	28.1
Δράκεια, KE	94	19.xii.2004	0.628 (0.210 - 5.216)	B	2.328	5.389	9.7
Άμφισσα, KE	124	19.xii.2004	0.433 (0.339 - 0.500)	B	3.241	1.788	6.7
LS	126	7.x.2005	0.065 (0.042 - 0.088)	E	2.083	2.350	0.503

\*KE = Κεντρική Ελλάδα, NE = Νότια Ελλάδα, LS = Εργαστηριακός Ευαίσθητος Πληθυσμός.

<sup>c</sup>Resistance ratio = LD<sub>50</sub> του κάθε πληθυσμού / LD<sub>50</sub> από το LS.

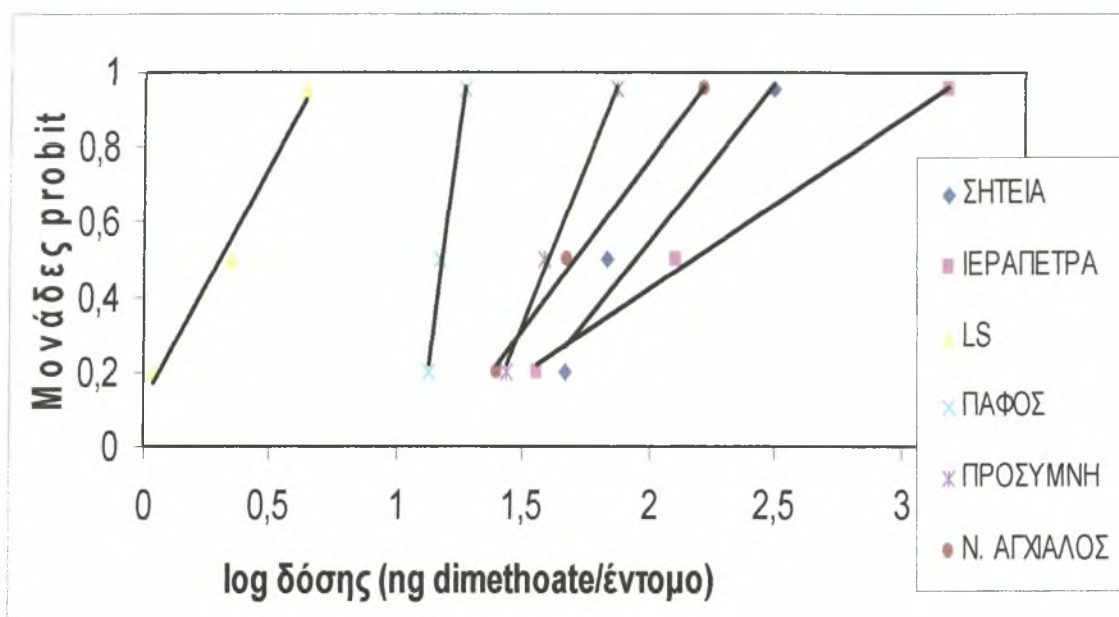
Οι μετρήσεις από τα βάρη του δάκου της ελιάς ήταν περίπου 10,5 mg/έντομο.



**Σχήμα 3.** Ng dimethoate ανά mg εντόμου για το δάκο της ελιάς (1), για τη μύγα της Μεσογείου (2) και για τη μύγα των κερασιών (3).

Συγκρίνοντας τις τιμές LD<sub>50</sub> κάθε πληθυσμού προς τα mg εντόμου (Σχήμα 2) κυμάνθηκε για το δάκο της ελιάς από 1,5 έως 15,7 ng dimethoate/mg εντόμου, για τη μύγα της Μεσογείου ήταν 0,35 και 0,8 ng dimethoate/mg εντόμου για την Πάτρα και τη Λούτσα αντίστοιχα, ενώ για τη μύγα των κερασιών ήταν 0,16 ng dimethoate/mg εντόμου (Σκούρας 2005).

Παρατηρείται ότι στη μύγα των κερασιών το LD<sub>50</sub> είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με αυτό του δάκου και της μύγας της Μεσογείου.



Σχήμα 4. καμπύλες κλίσης και βαθμός ετερογένειας του πληθυσμού του δάκου σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Τέλος από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι έχουμε μικρή κλίση και μεγάλη ετερογένεια στο Κεντρί Ιεράπετρας πράγμα που υποδηλώνει ότι μπορεί να έχουμε περαιτέρω αύξηση της ανθεκτικότητας, ενώ στην Πάφο (Κύπρος) έχουμε μεγάλη κλίση και μικρή παραλλακτικότητα, με αποτέλεσμα να έχουμε μικρή αύξηση της ανθεκτικότητας. Όλες οι υπόλοιπες περιοχές εμφανίζουν μέτρια κλίση και μέτρια ετερογένεια που σημαίνει ότι έχουν αναπτύξει μικρή ανθεκτικότητα σε επίπεδα όχι επικίνδυνα αλλά με τάσεις αύξησης των επιπέδων αυτών.



## 5. Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της μελέτης μπορούμε να διακρίνουμε ότι στην Ελλάδα η συνεχής χρήση του dimethoate για τον έλεγχο του δάκου της ελιάς, παρόλο που εφαρμόζεται η μέθοδος των δολωματικών ψεκασμών, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας. Στις περιοχές Κεντρί και Σητεία το LD<sub>50</sub> είναι 129 και 92ng ανά έντομο αντίστοιχα, ενώ η προτεινόμενη δόση από την εταιρία είναι 300ng ανά έντομο, δόση για ψεκασμό κάλυψης (75κ.εκ dimethoate ανά 100L νερό). Το LD<sub>95</sub> σε αρκετές περιοχές όπως π.χ. το Κεντρί και η Σητεία ήταν μεγαλύτερο από 300ng ανά έντομο (1065ng και 314ng αντίστοιχα), πράγμα που οδηγεί στο πιθανό συμπέρασμα ότι το εντομοκτόνο αυτό πλέον δεν είναι ικανό για την πλήρη και ολοκληρωμένη καταπολέμηση στις περιοχές αυτές.

Αντιθέτως στην Κύπρο τα αποτελέσματα δεν έδειξαν ανάπτυξη ανθεκτικότητας του δάκου της ελιάς με το dimethoate αφού ο συντελεστής ανθεκτικότητας κυμάνθηκε από 6 έως 9.

Η διάφορα αυτή της ανθεκτικότητας ανάμεσα στις δυο χώρες, οφείλεται στο διαφορετικό τρόπο καταπολέμησης του δάκου. Στην Ελλάδα γίνεται σχεδόν αποκλειστικά από τις κατά τόπους αρμόδιες υπηρεσίες των Νομαρχιών, εφαρμόζοντας 4 έως 6 ψεκασμούς ετησίως (στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων της Ελλάδας), ενώ στην Κύπρο γίνονται 2 ψεκασμοί το χρόνο (στοιχεία Υπουργείου Γεωργίας Κύπρου) με την αποκλειστική ευθύνη των καλλιεργητών. Επίσης στην Ελλάδα η διαδικασία αυτή (δακοκτονία) είναι γενικευμένη ενώ στην Κύπρο όχι.

Οι Hawkes et al (2005) έδειξαν ότι στη Ελλάδα οι δυο μεταλλάξεις στην AchE υπάρχουν σε ομοζύγοτη κατάσταση σε ποσοστό μεγαλύτερο του 95%, όμοιος και σε άλλες χώρες που δέχονται σε μεγάλο βαθμό εντομοκτόνα, ενώ δεν υπήρχαν οι δυο μεταλλάξεις σε περιοχές όπου δεν καταπολεμούσαν το δάκο.

Οι Zouros & Cribas (1970) ανέφεραν μια περίπτωση διπλασιασμού της Est A σε 0,1,2,3,4 ενεργά αντίγραφα. Έτσι μπορεί να δίνει διαφορετική ανθεκτικότητα σε διαφορετικές περιοχές. Επιπλέον ο Tsakas (1977) αναφέρει ότι παρατηρήθηκε επιλογή ατόμων δάκου με αυξημένη ποσότητα του ένζυμου Est A μέσα από τους συνεχείς ψεκασμούς, αν και η υπόθεση αυτή έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα του Vontas (2001), όπου η ανθεκτικότητα του δάκου της ελιάς στο dimethoate δεν οφείλεται στις εστεράσες. Η υπόθεση αυτή μαζί με τη μετανάστευση του δάκου, μέχρι 10 Km (Economopoulos et al 1978) μπορεί να εξηγήσει τις διαφορές που υπάρχουν μέσα στις περιοχές, αλλά και μεταξύ διαφορετικών περιοχών.



Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών του δάκου με την πυρεθρίνη alpha-cypermethrin κυμάνθηκε από 3,282 ng ανά έντομο για τα Βραχναίικα έως 0,433 ng ανά έντομο για την Άμφισσα. Πιο συγκεκριμένα η ανθεκτικότητα ήταν μέτρια για όλες τις περιοχές όπως στην Άμφισσα και στη Δράκεια μιας και το LD<sub>50</sub> είναι 6,7 έως 9,7 φορές μεγαλύτερη του ευαίσθητου πληθυσμού, ενώ για τα Βραχναίικα και την Καλαμάτα είναι ισχυρή μιας και είναι 50,5 και 28,1 φορές μεγαλύτερο το LD<sub>50</sub> από τον ευαίσθητο πληθυσμό αντίστοιχα.

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι ο δάκος μπορεί να αναπτύξει ανθεκτικότητα στις πυρεθρίνες, μιας και η έγκριση του εντομοκτόνου αυτού στη Ελλάδα για τη καταπολέμηση του δάκου έχει λίγα μόνο χρόνια. Επίσης, λίγοι είναι οι παραγωγοί που ψεκάζουν επιπλέον για την καταπολέμηση του δάκου εκτός αυτής που γίνεται από το κράτος. Ανθεκτικότητα στις πυρεθρίνες έχει αναφερθεί από τους Hsu και Feng (2002) κατά την εξέταση διάφορων εντομοκτόνων για τον έλεγχο του *B. dorsalis* από διάφορες περιοχές της Ταϊβάν.

Οι Wood & Harris (1989) αναφέρουν ότι η μείωση του κλίσης σε λογάριθμο – probit γραμμή μέσω της επιλογής και αύξηση της ετερογένειας πιθανόν προσδίδει περισσότερο δυναμικό για περαιτέρω αύξηση της ανθεκτικότητας. Μικρή κλίση και μεγάλη ετερογένεια έχει το Κεντρί πράγμα που υποδηλώνει ότι μπορεί να έχουμε περαιτέρω αύξηση της ανθεκτικότητας, ενώ στην Κύπρο έχουμε μεγάλη κλίση και μικρή παραλλακτικότητα, με αποτέλεσμα να έχουμε μικρή αύξηση της ανθεκτικότητας.

Συμπερασματικά αυτή η εργασία δείχνει ότι ο δάκος της ελιάς έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα στο dimethoate. Χρειάζεται όμως περισσότερη ερευνά στο τρόπο μετανάστευσης και μεταφοράς των γονιδίων που προσδίδουν ανθεκτικότητα.

## 6. Βιβλιογραφία

- Bigler, F., 1982.** Die postlarvale Mortalität der Olivenfliege, *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Tephritidae), in Oleastergebieten von Westkreta. Z. Ang. Entom. 93: 76-89.
- Δήμου, Ε., 2002.** Οικολογική μελέτη του δάκου της ελιάς, *Bactrocera (Dacus) olea* (Gmelin) στη περιοχή της Αχαΐας. Διδακτορική διατριβή παν/μίου Πατρών, pp116.
- Cheminova Agro A/S. 1991.** Material Safety Data Sheet : Dimethoate. Cheminova, Lemvig, Denmark.
- Denholm I. & Jespersen J.B., 1999.** Πρακτικά Ημερίδας "Αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα". Θεσσαλονίκη, σελ 288.
- Derlio, G., 1978.** Fattori di regolazione delle popolazioni di *Dacus oleae* Gmelin nella Sardegna nord-occidentale. Not. Mal. Piante 98-99: 27-45.
- Devonshire, A., Denholm I. & Jespersen Foster, S., 1999.** Πρακτικά Ημερίδας "Αντιμετώπισης της ανθεκτικότητας των εντόμων στα εντομοκτόνα". Θεσσαλονίκη, σελ 288.
- Economopoulos, A.P., Avtzis, N., Zervas, G., Tsitsipis, J., Haniotakis, G., Tsiropoulos, G. & Manoukas, A., 1977.** Experiments on the control of the olive fly, *Dacus oleae* (Gmel.), by the combined effect of insecticides and releases of gamma-ray sterilized insects. Z. ang. Ent. 83: 11-16.
- Economopoulos, A.P., Haniotakis, G.E., Mathioudis, D., Missis, N. & Kinigakis, P., 1978.** Long distance flight of wild and artificially- reared *Dacus oleae* (Gmelin) (Diptera, Tephritidae). Z. Angew. Ent. 88: 101-108.
- Hawkes, J.N., , Janes, W.R., Hemingway, J. & Vontas, J., 2005.** Detection of resistance-associated point mutations of organophosphate-insensitive acetylcholinesterase in the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 81 (3): 154-163.
- Hayes, W.J. & E.R. Laws, 1990.** Handbook of Pesticide Toxicology, Vol. 3, Classes of Pesticides. Academic Press, Inc., NY.
- Howard, P.H. (ed.), 1989.** Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals, Vol. III: Pesticides. Lewis Publishers, Chelsea, MI.
- Hsu, J.C., Feng, H.T. & Wu, W.J., 2004.** Resistance and synergistic effects of insecticides in *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in Taiwan. Journal of Economic Entomology, 97: 1682-1688.

- Fletcher, B.S. & Kapatos, E., 1981.** Dispersal of the olive fly *Dacus oleae*, during the summer period on Corfu. *Entomol. Exp. Appl.* 29: 1-8.0
- Field, L. M., Anderson, A. P., Denholm, I., Foster, S. P., Harling, Z. K., Javed, N., Martinez-Torres, D., Moores, G. D., Williamson, M. S. & Devonshire, A. L., 1997.** Use of biochemical and DNA diagnostics for characterising multiple mechanisms of insecticide resistance in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer). *Pestic. Sci.* 51, 283–289.
- Fletcher, B.S., 1987.** The biology of Dacine fruit flies. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 115-144.
- Georghiou, G.P., 1986.** The magnitude of the resistance problem. pp.14-43. *In: Pesticide resistance: strategies and tactics for management.* National Academy Press, Washington, D.C.
- Georghiou, G.P., 1994.** Principles of insecticide resistance management. *Phytoprotection* 75: 51-59.
- Girolami, V., Vianello, A., Stapazzon, A., Ragazzi, E. & Veroneze, G., 1981.** Ovipositional deterrents in *Dacus oleae* Gmel. (Dipt., Tephritidae). *Ent. Exp. Appl.* 29: 177-188.
- 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., Pappas, S. & Laudeho. Y., 1977.** The release of *Opius concolor* and *O. concolor* var. *siculus* (Hym.: Braconidae) against the spring generation of *Dacus oleae* (Diptera: Tephritidae) on Corfu. *Entomophaga* 22: 265-270.
- 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.
- Katsoyiannos, P. 1992.** Olive pests and their control in the Near East. Rome, FAO of the United Nations.
- Martelli, G.M., 1963.** La mosca delle olive e gli estremi termici. *Boll Lab. Entomol. Agr. Portici* 21:236-242.
- Meister, R.T. (ed.), 1992.** Farm Chemicals Handbook '92. Meister Publishing Company, Willoughby, OH.
- Μπρούμας, Θ., 1994.** Ο δάκος της ελιάς. Ανασκόπηση της βιολογίας και της χημικής καταπολέμησης. *Γεωργία – Κτηνοτροφία.* 8: 26-31.
- Occupational Health Services, Inc. 1991.** MSDS for Dimethoate. OHS Inc., Secaucus, NJ.

- Orfanidis, P.S. & Karayannis, G.B., 1958.** Observation concernant l'influence exercée par de hautes températures prolongées sur la population du *Dacus*. Ann. Ist. Phytopath. Benaki (N.S.)1(4): 219-222.
- 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.
- Pucci, C., Forcina, A. & Salmistraro, D., 1982.** "Incidenza della temperatura sulla mortalità degli stadi preimmaginali, sull'attività dei parassiti del *Dacus Oleae* (Gmel.) ", Frustula Entomologica, nuova serie Vol. IV, Pisa. pp. 143-155.
- Rice, R.E., 2000.** Bionomics of the olive fruit fly *Dacus oleae*. In: Olive Notes. Tulare County, University of California Cooperative Extension, 1-5.
- Σκούρας, Π., 2005.** Μελέτη της ανθεκτικότητας πληθυσμών του δάκου της ελιάς σε εντομοκτόνα, μεταπτυχιακή διατριβή παν/μίου Θεσσαλίας 64.
- Soderlund, D. M. & Bloomquist, J. R., 1990.** Molecular mechanisms of insecticide resistance, pp. 58-96 in R. T. Roush and B. E. Tabashnik [eds.], Pesticide resistance in arthropods. Chapman and Hall, New York.
- Tsitsipis, J.A., 1977.** An improved method for mass rearing of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera: Tephritidae). Zeitschrift fur Angewandte Entomologie, 83: 419-426.
- 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. & Kontos A., 1983.** Improved solid adult diet for the olive fruit fly. Entomologia Hellenica 1: 24-29.
- Τσιτσιπής Α.Ι., 1982.** Η μαζική εκτροφή του δάκου της ελιάς. Περιοδικό «Γεωπονικά» τεύχος 283 Φεβρουάριος 1982 Θεσσαλονίκη. 3
- Tsakas SC, 1977.** Genetics of *Dacus-oleae*. Selection for amount of acetylcholinesterase after organophosphate treatment. Evolution 31(4):901-904
- Vontas, J., Cosmidis, N., Loukas, M., Tsakas, S., Hejazi, M.J., Ayoutanti, A. & Hemingway, J., 2001.** Altered acetylcholinesterase confers organophosphate resistance in the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 71: 124-132.

- Vontas J., Hejazi M.J., Hawkes N.J., Cosmidis N., Loukas M. & Hemingway J., 2002.** Resistance-associated point mutations of organophosphate insensitive acetylcholinesterase in the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. *Insect Molecular Biology*. 11 (4): 329-336.
- Walton, M.P., 1995.** Integrated Pest Management in olives. In: D. Dent (ed), *Integrated Pest Management*. London: Chapman & Hall, pp 222-240.
- Worthing, C.R. (ed.), 1987.** *The pesticide manual: A world compendium*. 8th Ed. The British Crop Protection Council. Croydon, England.
- Ζιώγας Β.Ν., 1996.** Ο δάκος της ελιάς. Εκδ. Υπ. Γεωρ. Περιφερ. Κέντρο Προστ. Φυτών & Ποιοτ. Ελ. Πειραιά.
- Zouros, E., and Cribas, C.B., 1970.** A case of duplication of an esterase locus in the olive fruit fly *Dacus oleae*. *Isozyme Bulletin*, 3:44.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085732

