

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΟΥΣΙΩΝ ΣΕ
ΠΡΟΝΥΜΦΕΣ ΔΙΠΤΕΡΩΝ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ CULICIDAE**

Πτυχιακή εργασία
του σπουδαστή **Μιχάλη Κωσταρά**

Εισηγητής
Δρ. Ευάγγελος Βλαχόπουλος

Καλαμάτα, 02-03-2009

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Εντομοκτόνων Υγειονομικής Σημασίας του τμήματος Ελέγχου Γεωργικών Φαρμάκων και Φυτοφαρμακευτικής του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου. Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τους εξής: Την Διεύθυνση του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου που μου παρείχε την δυνατότητα να εκπονήσω τη πτυχιακή μου εργασία στο Ινστιτούτο, καθώς επίσης και για τη διάθεση όλων των απαραίτητων υλικών και χώρων για την πραγματοποίηση του πρακτικού μέρους.

Ευχαριστώ τον κ. Κολιόπουλο Γεώργιο, Γεωπόνο του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου και υπεύθυνο του Εργαστηρίου, για την καθοδήγηση και για παρακολούθηση της πτυχιακής μου μελέτης σε όλα τα στάδια.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Μιχαηλάκη Αντώνη, ερευνητή του Μ.Φ.Ι, για τις πολύτιμες συμβουλές πάνω στα χημικά μέρη του πειράματος και για τη σημαντική βοήθειά του στην στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Το Δρ. Βλαχόπουλο Ευάγγελο, Επίκουρο Καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, για την ανάληψη παρακολούθησης της πτυχιακής μου μελέτης, καθώς και για τις εύστοχες υποδείξεις του και συμβουλές για τη συγγραφή και την τελική παρουσίαση της εργασίας αυτής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον κ. Στάθη Ιωάννη, τεχνικό βοηθό του εργαστηρίου, που μου εμπιστεύτηκε την εκτροφή των κουνουπιών *Culex pipiens* biotype *molestus* και μου παραχώρησε το εντομολογικό υλικό που χρειάστηκε για τη διεξαγωγή των πειραμάτων. Χωρίς αυτά τίποτα δεν θα είχε γίνει πράξη.

| | |
|--|---------------|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ..... | - 2 - |
| <i>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</i> | - 1 - |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 7 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ..... | - 9 - |
| 1. ΤΑ ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ ΚΑΙ Η ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΗΜΑΣΙΑ | - 9 - |
| 1.1. Η ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ..... | - 9 - |
| 1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ | - 11 - |
| <i>Εκκόλαψη.....</i> | - 1 - |
| <i>Εναπόθεση ωών.....</i> | - 1 - |
| <i>Έξοδος από νυμφικό περίβλημα.....</i> | - 1 - |
| <i>Στάδιο Προνύμφης.....</i> | - 1 - |
| 1.2.1. Ωό..... | - 13 - |
| 1.2.2. Προνύμφη | - 14 - |
| 1.2.3. Νύμφη | - 15 - |
| 1.2.4. Ακμαίο | - 16 - |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ | - 19 - |
| 2. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ | - 19 - |
| 2.1. Καταπολέμηση των προνυμφών..... | - 19 - |
| 2.1.1. Περιορισμός των εστιών ανάπτυξης | - 19 - |
| 2.1.2. Βιολογική καταπολέμηση | - 20 - |
| 2.1.3. Χημική καταπολέμηση | - 21 - |
| 2.2. Καταπολέμηση ακμαίων κουνουπιών | - 22 - |
| 2.2.1. Υπολειμματικοί ψεκασμοί..... | - 22 - |
| 2.2.2. Ψεκασμοί ανοικτών χώρων..... | - 23 - |
| 2.2.3. Καπνισμοί εσωτερικών χώρων..... | - 24 - |
| 2.3. Ατομική προστασία..... | - 25 - |

| | |
|--|---------------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ..... | - 26 - |
| 3. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ..... | - 26 - |
| 3.1. Ανθεκτικότητα των εντομών στα εντομοκτονα..... | - 27 - |
| 3.2. Επιπτώσεις του φαινομένου της ανθεκτικότητας.... | - 27 - |
| 3.3. Αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας..... | - 28 - |
| 3.3.1. Μέτρα για την αποφυγή ή καθυστέρηση της ανάπτυξης ανθεκτικότητας..... | - 29 - |
| 3.3.2. Μέτρα για την αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας που έχει ήδη αναπτυχθεί..... | - 29 - |
| 3.3.3. Νέες στρατηγικές για την καταπολέμηση της ανθεκτικότητας..... | - 30 - |
| ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ..... | - 1 - |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | - 33 - |
| 1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΜΕ ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟ ΔΡΑΣΗ | - 33 - |
| 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | - 35 - |
| 2.1. Γενικά..... | - 35 - |
| 2.2. Εκτροφή | - 35 - |
| 2.2.1. Ωά..... | - 35 - |
| 2.2.2. Προνύμφες..... | - 35 - |
| 2.2.3. Νύμφες..... | - 36 - |
| 2.2.4. Ακμαία..... | - 36 - |
| 2.3. Υλικά πειραμάτων προνυμφοκτονίας..... | - 37 - |
| 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ | - 37 - |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | - 40 - |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' | - 42 - |

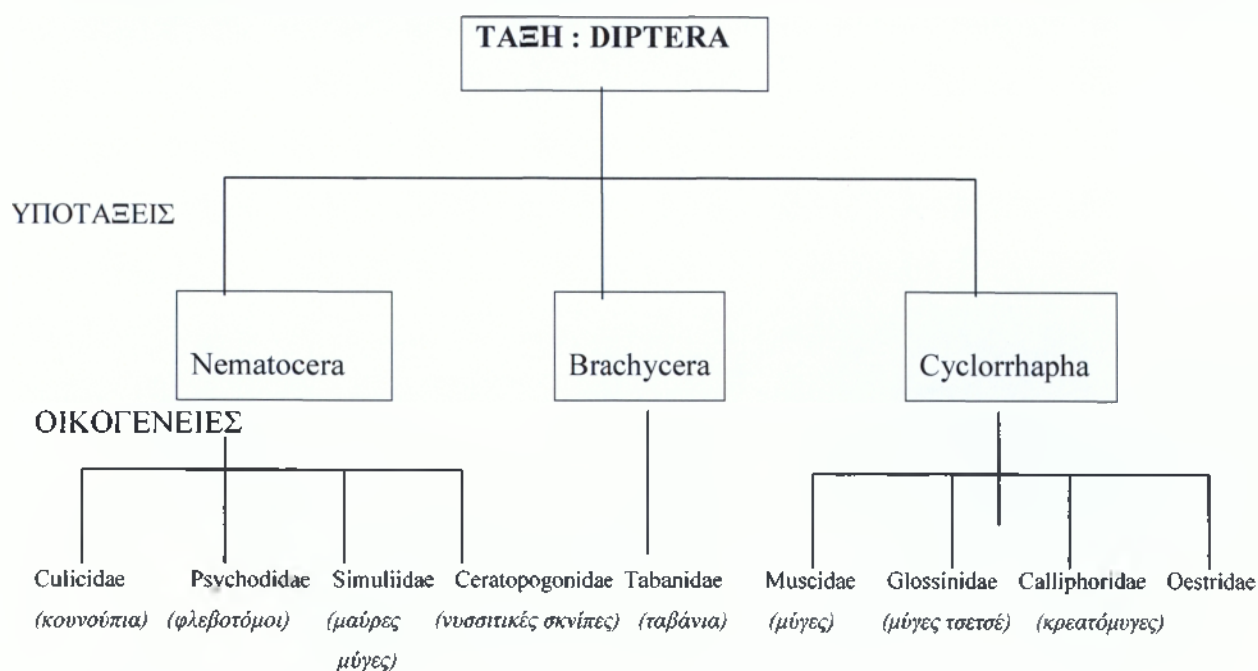
*Αφιερώνεται στην οικογένεια μου
και ιδιαίτερα στην ξαδέλφη μου,
Ντιάνα*

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Δίπτερα αποτελούν μια σημαντική τάξη εντόμων, τόσο ως προς τον αριθμό των ειδών που περιλαμβάνουν, όσο και ως προς τη γεωργική και υγειονομική σημασία που παρουσιάζουν τα είδη αυτά. Από υγειονομική άποψη πολλά είναι τα είδη που προκαλούν προβλήματα στους ανθρώπους και τα ζώα είτε άμεσα (νύξη, μύζηση αίματος, κ.α.) είτε έμμεσα (μετάδοση παθογόνων μικροοργανισμών και παρασίτων), επιφέροντας σημαντικές οικονομικές επιπτώσεις σε τουριστικές, αστικές και αγροτικές περιοχές ιδιαίτερα όταν βρίσκονται σε μεγάλους πληθυσμούς.

Τα Δίπτερα ταξινομικά διαιρούνται σε δύο μεγάλες υποτάξεις τα Nematocera και τα Brachycera. Η ονομασία των υποτάξεων οφείλεται στην κατασκευή και μορφολογία των κεραιών. Τα Brachycera, ανάλογα με τον τρόπο ανοίγματος του νυμφικού περιβλήματος κατά την έξοδο του ακμαίου, χωρίζονται σε δύο αθροίσματα τα Cyclorrhapha και στα Orthorrhapha (ΠΙΝΑΚΑΣ Ε.1.). Στο μεν πρώτο, το νυμφικό περίβλημα ανοίγει κυκλικά στο άνω μέρος (ανήκουν οικογένειες με μεγάλο υγειονομικό ενδιαφέρον, όπως Muscidae, Glossinidae, Calliphoridae, Oestridae, κ.α.) και στο δεύτερο δημιουργώντας μια ορθή σχισμή κατά το μήκος του περιβλήματος, σχήματος T (οικογένειες, όπως Tabanidae, Asilidae, κ.α.).



Για την οριοθέτηση του προβλήματος από πρακτική πλευρά, σύμφωνα πάντα με την εντομολογική θεώρηση των επιμέρους ταξινομικών κατηγοριών (οικογένειες, γένη, είδη), τα Δίπτερα υγειονομικής σημασίας εντάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- **Τα αιμομυζητικά**. Η κατηγορία αυτή αποτελεί πιθανόν την σπουδαιότερη από πλευράς επιπτώσεων στον άνθρωπο και στα αγροτικά ζώα ομάδα εντόμων υγειονομικής σημασίας παγκοσμίως.

Η ζημιά που τα έντομα αυτά προκαλούν αναφέρεται: α) στον πόνο που ο ξενιστής αισθάνεται, με έντονα μερικές φορές αλλεργικά συμπτώματα από την συχνά επαναλαμβανόμενη νύξη του δέρματος, β) στην απώλεια αίματος, τόσο κατά την μύζηση όσο και από τις πληγές που δημιουργούνται μετά τη νύξη, γ) στην μετάδοση σοβαρότατων παθογόνων μικροοργανισμών και παρασίτων, δ) στη ενόχληση και ανησυχία που δημιουργεί η παρουσία τους.

- **Τα προκαλούντα «μυΐασεις»**. Με τον όρο «μυΐαση» εννοούμε την προσβολή ζώντων σπονδυλωτών ή/και του ανθρώπου με προνύμφες διπτέρων, οι οποίες για ένα χρονικό διάστημα, μικρό ή μεγάλο τρέφονται από νεκρούς ή ζωντανούς ιστούς, εκκρίματα του σώματος ή προσληφθείσες από τα ζώντα αυτά ζώα τροφές.

- **Τα μη αιμομυζητικά**. Στην κατηγορία αυτή είδη με σημαντικό υγειονομικό ενδιαφέρον είναι σχετικώς λίγα και αφορούν σχεδόν αποκλειστικά την οικογένεια Muscidae (*Musca domestica*, η κοινή οικιακή μύγα, κ.α.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. ΤΑ ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ ΚΑΙ Η ΥΨΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΟΥΣ ΣΗΜΑΣΙΑ

Τα κουνούπια ανήκουν στην οικογένεια Culicidae, στην υποτάξη Nematocera και στην τάξη Diptera. Η οικογένεια Culicidae διαιρείται σε τρεις υποοικογένειες τις: Toxorhynchitinae, Anophelinae και Culicinae. Στην πρώτη υπάγεται το γένος *Toxorhynchites*, τα είδη του οποίου δεν είναι αιμομυζητικά, οι δε προνύμφες τους, θεωρούνται ωφέλιμες, ως αρπακτικές άλλων προνυμφών Culicidae. Στα Anophelinae υπάγεται το γένος *Anopheles* πολλά είδη, του οποίου μεταδίδουν την ελονοσία στον άνθρωπο. Ενώ στα Culicinae υπάγονται περισσότερα γένη, των οποίων τα πιο ενδιαφέροντα είναι τα *Aedes*, *Culex*, *Culiceta*, *Psorophora* και *Mansonia* με πολυάριθμα είδη, πολλά από τα οποία είναι φορείς σπουδαίων παθογόνων και παρασίτων (ιών, βακτηρίων, κ.α.) του ανθρώπου.

Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί περίπου 3.450 είδη κουνουπιών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη όλων των ειδών των κουνουπιών είναι η ύπαρξη, έστω και σε μικρή ποσότητα, στάσιμου ή με μικρή ροή νερού. Κουνούπια έχουν βρεθεί στο Κασμίρ σε υψόμετρο 4.650 m μέχρι και σε βάθος 1.250 m, κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, στα ορυχεία χρυσού στη Νότια Ινδία.

1.1. Η ΥΨΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ

Πολλά είδη κουνουπιών που έχουν τη συνήθεια να μυζούν αίμα από τον άνθρωπο (ανθρωπόφιλα) θεωρούνται σημαντικοί φορείς παθογόνων σοβαρών ασθενειών, όπως της ελονοσίας, του κίτρινου και του δάγγειου πυρετού, των φιλαριάσεων και των εγκεφαλίτιδων. Η ελονοσία μεταδίδεται μόνο από τα ανωφελή κουνούπια, ενώ οι λοιπές ασθένειες μόνο ή κυρίως από τα κοινά (υποοικογένεια Culicinae).

Αρμπολοίμωξη είναι λοίμωξη που μεταβιβάζεται από ζώα στον άνθρωπο ή μεταξύ ανθρώπων, με αιμομυζητικά αρθρόποδα ως ενδιάμεσους ξενιστές (π.χ. ελονοσία).

Ενδιάμεσος ξενιστής μπορεί να είναι ζώο, άνθρωπος ή αρθρόποδο που χρησιμοποιείται ως μέσο μεταφοράς και διασποράς των παθογόνων οργανισμών, χωρίς όμως το παθογόνο να πολλαπλασιάζεται σεξουαλικά.

Υπόδοχο είναι ο ξενιστής (ζώο, άνθρωπος, αρθρόποδο) στον οποίο ο παθογόνος οργανισμός διατηρείται επί μακρό χρονικό διάστημα και θεωρείται μολυσματικός.

Η ελονοσία είναι ανθρωπονόσος με μακρόχρονη ιστορία και ανυπολόγιστες αρνητικές επιπτώσεις στην παγκόσμια δημόσια υγεία. Ακόμη και στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, παρ' όλη την πρόοδο της ιατρικής επιστήμης, η ελονοσία παραμένει μια μάστιγα, που θέτει σε κίνδυνο το 40% του πληθυσμού της γης σε 90 χώρες, με 300-500 εκατομμύρια κλινικές περιπτώσεις και 1,5-2,7 εκατομμύρια θανάτους ετησίως. Μέχρι το 1945, η ελονοσία στην Ελλάδα αποτελούσε τεράστιο πρόβλημα δημόσιας υγείας σε σημείο που να θεωρείται ως η πιο ελονοσιογενής χώρα της Ευρώπης, Βαλκανικής και Μεσογείου (τα περιστατικά της ελονοσίας ετησίως κυμαίνονταν από 1-2 εκατομμύρια, με μέσο όρο 5.000 θανάτους).

Οι ιοί που μεταδίδονται από αρθρόποδα είναι γνωστοί ως αρμποϊοί (arthropod-borne viruses). Σύμφωνα με τον ορισμό της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, οι αρμποϊοί είναι ιοί που διατηρούνται στη φύση κυρίως με βιολογική μετάδοση από αιμομυζητικά αρθρόποδα μεταξύ σπονδυλωτών – ξενιστών. Ορισμένα είδη κουνουπιών είναι ενδιάμεσοι ξενιστές για τη μετάδοση αρμποϊών λοιμώξεων, όπως οι ιοί του κίτρινου και δάγγειου πυρετού, του δυτικού Νείλου και του ιού Sindbis.

Τα κουνούπια του γένους *Aedes* περιλαμβάνουν είδη τα οποία είναι ενδιάμεσοι ξενιστές της φιλαρίασης και των ιογενών εγκεφαλιτιδών. Ως ενδιάμεσοι ξενιστές της φιλαρίασης λειτουργούν και ορισμένα είδη του γένους *Culex*.

Εκτός από τη μετάδοση των ανωτέρων ασθενειών, τα κουνούπια είναι δυνατόν να προκαλέσουν σημαντικές οικονομικές απώλειες, μόνο και μόνο με την ενόχληση που προκαλούν, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση τουριστικών, αστικών και αγροτικών περιοχών. Για το λόγο αυτό, σε ορισμένες αναπτυγμένες χώρες (Η.Π.Α., Γερμανία, Γαλλία) έχουν δημιουργηθεί τοπικοί κυρίως οργανισμοί με αποκλειστικό σκοπό την καταπολέμηση των κουνουπιών. Τα τελευταία χρόνια τέτοιοι οργανισμοί έχουν συσταθεί

και στην Ελλάδα σε περιοχές, όπου η ενόχληση από τα κουνούπια είχε φτάσει στα όρια της απόγνωσης. Τέτοιες περιοχές είναι ο κάμπος των Σερρών, η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης (στις εκβολές των ποταμών Αξιού, Λουδία και Γαλλικού) και η πεδιάδα του Σπερχειού, στις οποίες υπάρχουν εκτεταμένες εκτάσεις ορυζοκαλλιεργειών, που προσφέρουν άριστες συνθήκες για την αναπαραγωγή των κουνουπιών, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται εξαιρετικά μεγάλοι πληθυσμοί τους θερμούς μήνες του έτους.

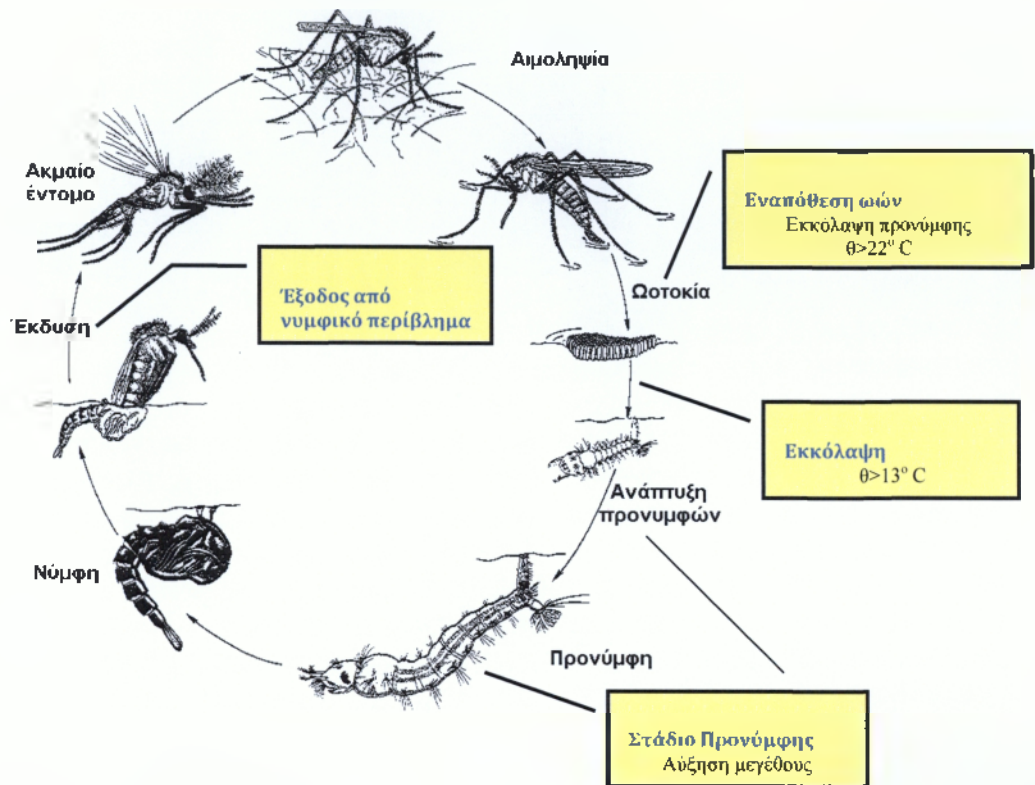
1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΑ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ο βιολογικός κύκλος του κουνουπιού περιλαμβάνει τα στάδια του ωού, της προνύμφης, της νύμφης και του ακμαίου (ΕΙΚΟΝΑ 1.1.). Το καθένα από τα οποία περιγράφεται παρακάτω.

Τα κουνούπια για την ανάπτυξη τους χρειάζονται υδάτινο περιβάλλον. Κατάλληλα οικοσυστήματα για την ανάπτυξη των κουνουπιών είναι οι λίμνες, τα έλη, οι βάλτοι, οι ορυζώνες, τα τμήματα ποταμών και ρυακιών, οι κοιλότητες των βράχων, των δένδρων και του εδάφους που διατηρούν μικρές ποσότητες νερού. Άλλα σημεία ανάπτυξης είναι οι βόθροι και τα φρεάτια σε πόλεις και χωριά, οι δεξαμενές, οι ποτίστρες κατοικίδιων και παραγωγικών ζώων, τα μεταλλικά και τα χάρτινα κουτάκια που διατηρούν μικρή ποσότητα νερού, οι γλάστρες, κ.λ.π. (ΕΙΚΟΝΑ 1.2.).

Τα κουνούπια ανάλογα με το είδος παρουσιάζουν αρκετές διαφορές τόσο στο είδος των εστιών ανάπτυξης των ατελών σταδίων, όσο και στην προτίμηση των ξενιστών για τη λήψη αίματος και τις θέσεις διημέρευσης των τέλειων εντόμων. Έτσι, ανάλογα με το είδος των εστιών ανάπτυξης των ατελών σταδίων, διακρίνουμε είδη γλυκών, υφάλμυρων, αλατούχων, στάσιμων, ψυχρών και θερμών νερών.

Ανάλογα με το είδος του ξενιστή που προτιμούν για την αιμοληψία τους, διακρίνουμε είδη ανθρωπόφιλα (είδη με κύριους ξενιστές τους ανθρώπους), ζωόφιλα (κυρίως θηλαστικά), ορνιθόφιλα (πτηνά), ερπετόφιλα (ερπετά), κ.λ.π.



ΕΙΚΟΝΑ 1.1. Βιολογικός κύκλος κουνουπιού.



ΕΙΚΟΝΑ 1.2. Πιθανές εστίες ανάπτυξης ατελών σταδίων κουνουπιών.

Με βάση τα σημεία όπου αναζητούν τον ξενιστή τους τα διακρίνουμε σε οικοδίατα (προτιμούν τα σπίτια για αναζήτηση ξενιστή) ή αγροδίατα (τα συναντάμε

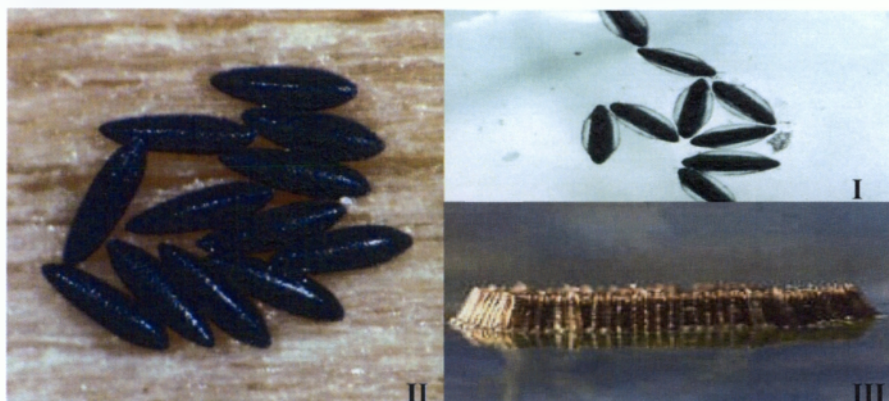
στην ύπαιθρο), σε ενδόφιλα και εξώφιλα (προτιμούν εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, αντίστοιχα, για την ανάπαυσή τους μετά την αιμοληψία ή κατά την διάρκεια της ημέρας).

Τέλος, ανάλογα με το μέγεθος του χώρου που χρειάζονται για την πτήση και τη σύζευξη διακρίνονται σε στενόγαμα και ευρύγαμα και με βάση το χρόνο δραστηριοποίησης τους σε νυκτόβια και ημερόβια είδη.

1.2.1. Ωά

Τα ωά των κουνουπιών είναι πολύμορφα και μικροσκοπικά (έως 1 mm). Κατά τη στιγμή της εναπόθεσης τα ωά είναι λευκά ή ανοιχτόχρωμα, αργότερα γίνονται σκοτεινόχρωμα ή μελανά.

Τα είδη του γένους *Anopheles* εναποθέτουν τα ωά τους ένα – ένα στην επιφάνεια του νερού, κάθε ωά έχει ειδικούς σάκους με αέρα στις πλευρές του (τους πλωτήρες), οι οποίοι τα βοηθούν να επιπλέουν. Τα ωά των κουνουπιών του γένους *Culex* και σε ορισμένα άλλα γένη (*Culiseta*, *Mansonia*, κ.α.) είναι ενωμένα σε ομάδες και ονομάζονται «σχεδίες» (egg rafts). Άλλα είδη του γένους *Mansonia* εναποθέτουν τα ωά τους κατά ομάδες κάτω από την υδρόβια βλάστηση. Τα ωά στα γένη *Aedes* και *Psorophora* δεν φέρουν πλωτήρες και συχνά τοποθετούνται στην άκρη υδάτινων συλλογών ή σε πολύ υγρές περιοχές λίγο πέρα από την επιφάνεια του νερού. Από τα ωά αυτά, οι προνύμφες, εκκολάπτονται όταν κατακλυστούν με νερό (ΕΙΚΟΝΑ 1.3.).



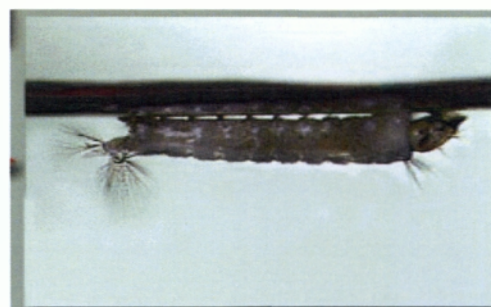
ΕΙΚΟΝΑ 1.3. Ωά από διάφορα είδη κουνουπιών (I) με πλωτήρες, (II) ένα-ένα εκτός νερού και (III) σε σχεδία ή egg raft.

1.2.2. Προνύμφη

Τα ωά των Culicidae συχνά δίδουν προνύμφες εντός 48 ωρών. Οι προνύμφες είναι πάντα υδρόβιες, παρουσιάζουν γρήγορη κίνηση με χαρακτηριστικό στριφογύρισμα της κοιλιάς. Ενδέχεται όμως να κινηθούν αργά εμπρός με την κεφαλή, χρησιμοποιώντας σαν έλικα τις στοματικές ψήκτρες. Οι ίδιες ψήκτρες είναι που οδηγούν το νερό στην στοματική κοιλότητα, προκειμένου οι προνύμφες να τραφούν με άλγη, πρωτόζωα και σωματίδια οργανικής ύλης. Οι προνύμφες είναι το μοναδικό στάδιο στο νερό που τρέφεται και αυξάνεται σε μέγεθος.

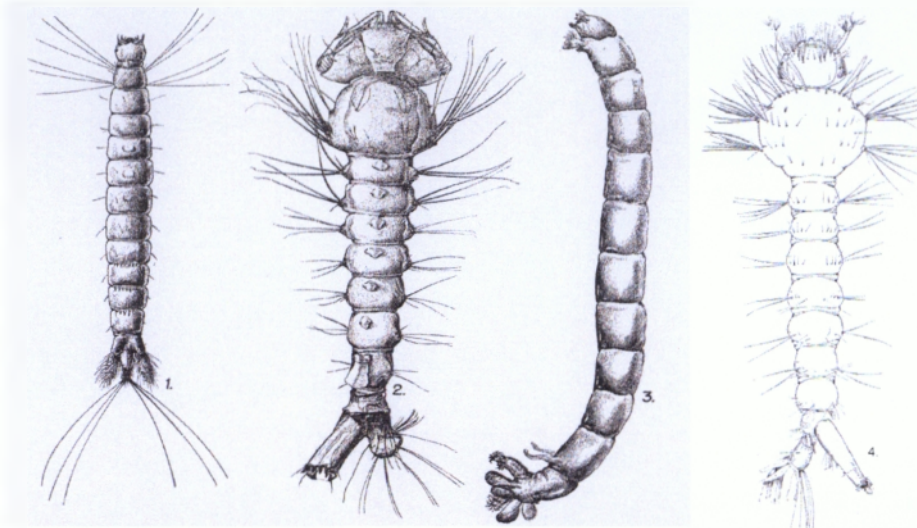
Οι προνύμφες όλων των γενών εκτός του γένους *Anopheles* φέρουν στο 8^ο κοιλιακό τμήμα ένα αναπνευστικό σιφώνιο από το οποίο και αναπνέουν. Λόγω της ύπαρξης αυτού του σιφωνίου στο σώμα της, η προνύμφη σχηματίζει γωνία με την επιφάνεια του νερού. Στα είδη του γένους *Anopheles*, όπου το σιφώνιο δεν υπάρχει, το σώμα της προνύμφης παίρνει παράλληλη θέση με την επιφάνεια του νερού (ΕΙΚΟΝΑ 1.4.). Τα κουνούπια που ανήκουν στα γένη *Mansonia* και *Coquillettidia* έχουν σιφώνια με οξύ άκρο, που παρέχουν σ' αυτά την ικανότητα να διατρύπουν τις ρίζες ή τους βλαστούς των υδρόβιων φυτών, από τις οποίες εφοδιάζονται με το αναγκαίο οξυγόνο.

Το προνυμφικό στάδιο (4 ηλικίες) ανάλογα με το είδος, τη θερμοκρασία του νερού, την ποσότητα και ποιότητα της διαθέσιμης τροφής διαρκεί περίπου 7-10 ημέρες, όπου πραγματοποιείται η απόρριψη του εξωτερικού περιβλήματος (έκδυση) και η μεταμόρφωσή της σε νύμφη.



ΕΙΚΟΝΑ 1.4. Προνύμφες κουνουπιών (I) Το σώμα της προνύμφης σχηματίζει γωνία με την επιφάνεια του νερού (*Culex* ή *Aedes*) και (II) Το σώμα της προνύμφης είναι παράλληλο με την επιφάνεια του νερού (*Anopheles*).

Τα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν τις προνύμφες των κουνουπιών απ' όλες τις άλλες υδρόβιες προνύμφες άλλων εντόμων είναι η έλλειψη ποδιών (άποδες) και το ότι ο σφαιροειδής τους θώρακας είναι πλατύτερος από το κεφάλι (εικόνα 1.5.).

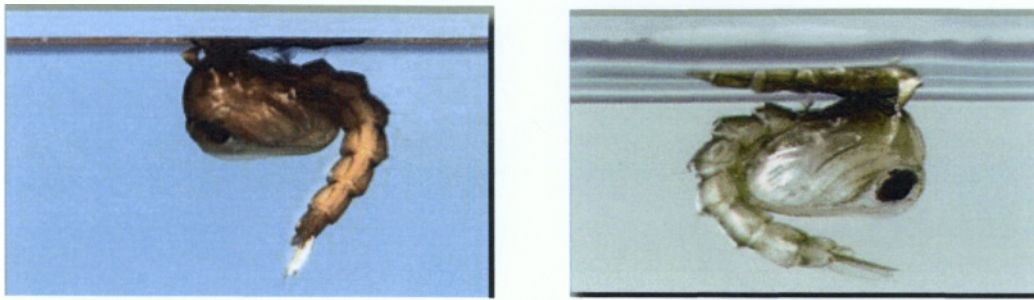


ΕΙΚΟΝΑ 1.5. Υδρόβιες προνύμφες άλλων Διπτέρων: (1) Οικογένεια Dixidae, (2) Οικογένεια Chaoboridae, (3) Οικογένεια Chironomidae και (4) Οικογένεια Culicidae.

1.2.3. Νύμφη

Οι νύμφες είναι χαρακτηριστικά κυρτές (μοιάζουν με κόμμα) και ζουν και αυτές μέσα στο νερό. Επίσης, ένα χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι κινούνται αρκετά ζωηρά, ενώ όταν ενοχληθούν εκτελούν πλήρη αναστροφή.

Κατά το μεγαλύτερο διάστημα παραμένουν στην επιφάνεια του νερού αναπνέοντας με ένα ζεύγος αναπνευστικών χοανοειδών εξαρτημάτων, που βρίσκονται στο άνω μέρος του κεφαλοθώρακα. Στα είδη του γένους *Mansonia* η πρόσληψη του οξυγόνου γίνεται από υδρόβια φυτά (όπως και στο προνυμφικό στάδιο), επί των οποίων προσαρμόζουν τα καταλλήλως διαμορφωμένα αναπνευστικά εξαρτήματα και όχι από την επιφάνεια του νερού (ΕΙΚΟΝΑ 1.6.).

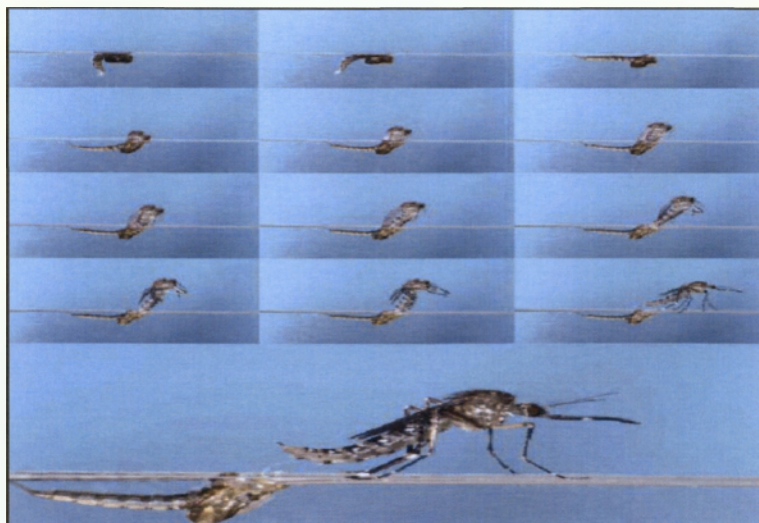


ΕΙΚΟΝΑ 1.6. Νύμφες κουνουπιών: (I) του γένους *Culex* και (II) του γένους *Anopheles*.

Η διάρκεια του νυμφικού σταδίου είναι 1-3 ημέρες, αλλά στο σύντομο αυτό χρονικό διάστημα γίνονται σημαντικές αλλαγές στο εσωτερικό τους με πλήρη αποδόμηση των προνυμφικών ιστών και αναδόμηση του ακμαίου ατόμου (ΕΙΚΟΝΑ 1.7.).

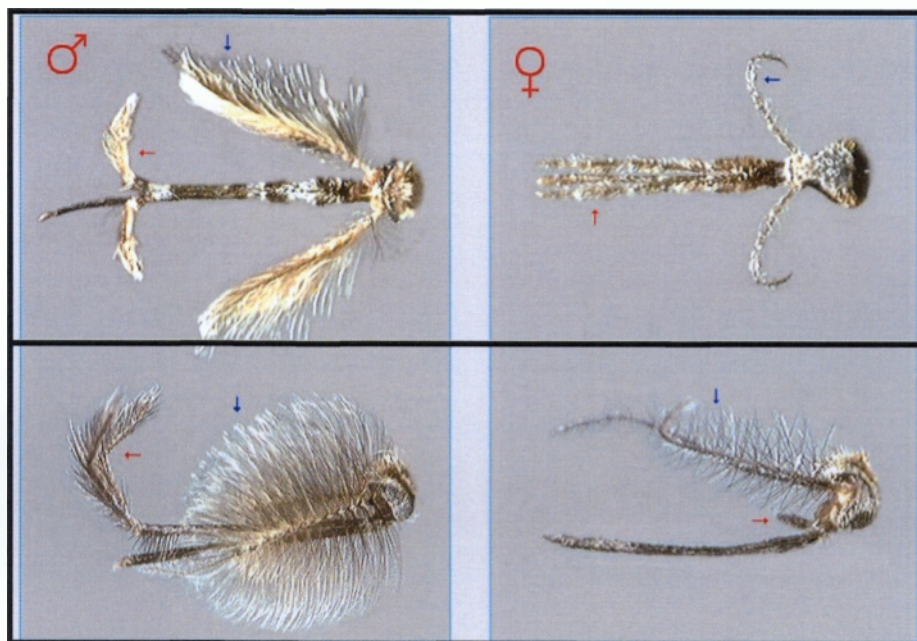
1.2.4. Ακμαίο

Τα τέλεια έντομα είναι σχετικώς μικρά (μήκος 3-6 mm σπανίως έως 9 mm), με σώμα λεπτό και μακριά πόδια. Η κοιλιά είναι μακριά και λεπτή, οι πτέρυγες λεπτές, διαφανείς με χαρακτηριστική νεύρωση και με λείπια στα νεύρα και στην περιφέρεια, η οποία φέρει σμήριγγες που σχηματίζουν «κροσσό». Οι κεραίες στα αρσενικά είναι περισσότερο πτεροειδείς (φουντωτές), απ' ό τι τα στα θηλυκά. Οι οφθαλμοί είναι καλά ανεπτυγμένοι.



ΕΙΚΟΝΑ 1.7: Η διαδικασία έκδυσης του ακμαίου κουνουπιού. Τα ενήλικα άτομα εξέρχονται πάνω στην επιφάνεια του νερού, σπάζοντας σε καθορισμένο ασθενές σημείο το νυμφικό περίβλημα.

Τα τέλεια άτομα ειδών του γένους *Anopheles* είναι σχετικώς μεγάλου μεγέθους, το σώμα τους σχηματίζει γωνία με την επιφάνεια που κάθονται, έχουν κυκλικό θυρεό και πολύ κυρτή προβοσκίδα με περίπου ισομήκεις γναθικές με αυτή προσακτρίδες και στα δύο φύλλα. Στα περισσότερα είδη των κοινών κουνουπιών οι προσακτρίδες των θηλυκών ατόμων έχουν μήκος μικρότερο από το μισό του μήκους της προβοσκίδας, αντίθετα στο αρσενικό τα μήκη αυτά είναι περίπου ίδια (ΕΙΚΟΝΑ 1.8.). Ο θυρεός είναι τρίλοβος και το σώμα τους φέρεται παράλληλα με την επιφάνεια στην οποία κάθεται.



ΕΙΚΟΝΑ 1.8. Διαχωρισμός αρσενικού και θηλυκού κουνουπιού: του γένους *Anopheles* (επάνω) και του γένους *Culex* (κάτω).

Τα στοματικά μόρια του θηλυκού είναι νύσσοντος – αίματος μυζητικού τύπου, έχουν τη μορφή μακριάς προβοσκίδας στα πλάγια της οποίας υπάρχουν οι γναθικές προσακτρίδες. Μόνο τα θηλυκά είναι αιμομυζητικά, αφού το αίμα τους είναι απαραίτητο για την ωρίμανση των ωών και συνήθως προηγείται μια τουλάχιστον αιμοληψία πριν από κάθε ωοτοκία.

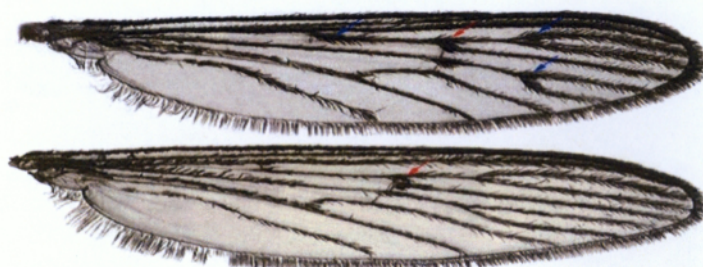
Αμφότερα, θηλυκά και αρσενικά, για τις διάφορες δραστηριότητες που επιτελούν (πτήση, σύζευξη, ωοτοκία, κ.λ.π.) έχουν ανάγκη σακχαρούχων ουσιών ως πηγή

ενέργειας. Τέτοιες ουσίες επιζητούν και βρίσκουν στο νέктar των λουλουδιών, στις εκκρίσεις των δένδρων και στα φύλλα των φυτών, στα ώριμα φρούτα και στις εκκρίσεις ορισμένων εντόμων (αφίδες).

Τα είδη των γενών *Anopheles* και *Culex* μετά από μία τελευταία λήψη αίματος διαχειμάζουν ως γονιμοποιημένα θηλυκά σε προφυλαγμένα και θερμά σημεία (σπήλαια, εσωτερικό κατοικιών, στάβλοι, τούνελ, κ.α.). Την επόμενη άνοιξη, με την άνοδο της θερμοκρασίας δραστηριοποιούνται και μετά από μία λήψη αίματος πραγματοποιούν την πρώτη ωτοκία. Τα περισσότερα είδη του γένους *Aedes* και *Psorophora* διαχειμάζουν ως ωά, υπάρχουν και περιπτώσεις, όπου στο γένος *Mansonia* η διαχείμαση γίνεται στο προνυμφικό στάδιο.

Τα κουνούπια είναι ικανά να αναπτύξουν πολύ μεγάλες πληθυσμιακές πυκνότητες. Ένα θηλυκό και ανάλογα με το είδος μπορεί να γεννήσει την πρώτη φορά από 50 έως 500 ωά περίπου. Στις επόμενες γενεές, οι οποίες ενδέχεται να φτάσουν και τις 10, γεννά μικρότερο αριθμό ωών. Εάν θεωρηθεί ότι κάθε φορά γεννά 200 ωά από τα οποία τα 100 θα αναπτυχθούν σε θηλυκά και ότι το χρονικό διάστημα ωό – τέλειο άτομο είναι περίπου 2 βδομάδες, σε 5 γενιές θα αναπτυχθούν 20 εκατομμύρια έντομα. Γίνεται συνεπώς αντιληπτό οι μεγάλες πληθυσμιακές πυκνότητες που αναπτύσσονται, εάν αντί του ενός θηλυκού εντόμου υπολογίσει κανείς ότι σε μια περιοχή υπάρχουν χιλιάδες θηλυκά.

Τα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν τα τέλεια των κουνουπιών από τα τέλεια των άλλων Δίπτερων, είναι ο συνδυασμός μεγάλης προβοσκίδας, λεπιών στα νεύρα των πτερύγων και χαρακτηριστική διάταξη των νεύρων, όπου στην κορυφή των φτερών καταλήγει ένα απλό νεύρο (3^ο επίμηκες) ανάμεσα σε δύο διακλαδισμένα το 2^ο και το 4^ο (ΕΙΚΟΝΑ 1.9.).



ΕΙΚΟΝΑ 1.9. Πτέρυγα κουνουπιού. Το 3^ο νεύρο της πτέρυγας (κόκκινο βέλος) ανάμεσα σε δύο διακλαδιζόμενα (μπλε βέλος).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ

Είναι γνωστό ότι οι εστίες ανάπτυξης των κουνουπιών (έλη, χαντάκια, στάσιμα νερά) συμβαίνει συχνά να είναι οικοσυστήματα μικρής ή μεγάλης οικολογικής αξίας ή να βρίσκονται πολύ κοντά σε κατοικημένες περιοχές. Για το λόγο αυτό θα πρέπει πάντα να γίνεται προσεκτικός χειρισμός της κατάστασης και η καταπολέμηση να βασίζεται σε συνδυασμό μέτρων και όχι στην εφαρμογή μιας μόνο μεθόδου καταπολέμησης.

Η καταπολέμηση των κουνουπιών θα πρέπει να στηρίζεται κατά κύριο λόγο στην καταπολέμηση των προνυμφών και συμπληρωματικά μόνο να γίνεται καταπολέμηση των τελείων εντόμων, όταν αυτό απαιτείται από τις συνθήκες.

2.1. Καταπολέμηση των προνυμφών

2.1.1. Περιορισμός των εστιών ανάπτυξης

Ο περιορισμός των εστιών ανάπτυξης των κουνουπιών είναι ένα από τα σημαντικότερα μέτρα καταπολέμησής τους. Η καταστροφή των εστιών μειώνει την ευχέρεια πολλαπλασιασμού τους και επομένως μειώνει την πυκνότητά τους. Αν και οι εστίες ανάπτυξης των ατελών σταδίων των κουνουπιών διαφέρουν από είδος σε είδος, μπορούμε γενικά να πούμε ότι για τα είδη που αναπτύσσονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις νερών, όπως ποτάμια και αρδευτικά ή αποστραγγιστικά χαντάκια, τα ωά, οι προνύμφες και οι νύμφες των κουνουπιών συγκεντρώνονται συνήθως στις όχθες όπου υπάρχει βλάστηση και η κίνηση του νερού είναι αργή. Ο καθαρισμός των εστιών αυτών από τη βλάστηση, όταν αυτό είναι δυνατό, διευκολύνει την κίνηση του νερού που παρασύρει τα ωά και τις προνύμφες.

Εάν το πρόβλημα είναι μεγάλο θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα αποστράγγισης ορισμένων εκτάσεων, ενώ μικρές κοιλοότητες του εδάφους θα μπορούσαν να επιχωματωθούν.

Εκτός όμως από την πιο πάνω περίπτωση θα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι και μικρές συγκεντρώσεις νερού αποτελούν συχνά σημαντικές εστίες ανάπτυξης κουνουπιών, ιδίως των κοινών. Τέτοιες εστίες είναι το νερό που συγκεντρώνεται σε

βαρέλια ή άλλα δοχεία, σε στέρνες ή ανοικτές δεξαμενές, κάτω από σχάρες συλλογής νερών, σε παλιά ελαστικά αυτοκινήτων και άλλες εστίες που συχνά συμβαίνει να βρίσκονται μέσα στις αστικές περιοχές.

Η καταστροφή, απομάκρυνση ή κάλυψη των εστιών αυτών μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην αντιμετώπιση ορισμένων ειδών κουνουπιών, περιορίζοντας τις εστίες αναπαραγωγής τους. Επίσης οι δεξαμενές νερού που χρησιμοποιούνται για πυρασφάλεια θα μπορούσαν να σκεπαστούν καλά, ώστε να είναι αδύνατη η πρόσβαση των κουνουπιών στο νερό.

2.1.2. Βιολογική καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση των προνυμφών των κουνουπιών γίνεται με εμπλουτισμό των εστιών ανάπτυξής τους με διάφορα είδη προνυμφοφάγων ψαριών, κυριότερο από τα οποία είναι το είδος *Gambusia affinis* και με σκευάσματα του παθογόνου βακίλου *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (B.t.i.) ή του *Bacillus sphaericus* (B.s.).

Εντομοκτόνα βιολογικής προέλευσης, με βάση το B.t.i. και το B.s., χρησιμοποιούνται σε πολλές χώρες με επιτυχία για τη μείωση του πληθυσμού των προνυμφών των κουνουπιών.

Το *Gambusia affinis* είναι ένα μικρό ψάρι της οικογένειας Poeciliidae, μήκους 4-6 cm το θηλυκό και 2-3 cm το αρσενικό. Τα ψάρια αυτά είναι ζωτόκα, πολλαπλασιάζονται γρήγορα και προσαρμόζονται εύκολα σε όλα τα κλίματα και σε νερά διαφορετικής σύνθεσης. Κατά το παρελθόν, έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για την καταπολέμηση των κουνουπιών και ειδικότερα των ανωφελών που είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση της ελονοσίας, όπου σε αρκετές περιπτώσεις έδωσαν άριστα αποτελέσματα, περιορίζοντας την πυκνότητα των κουνουπιών σε ανεκτά επίπεδα.

2.1.3. Χημική καταπολέμηση

Η χρήση βιοκτόνων είναι αποτελεσματικό μέτρο και δίνει άμεσα αποτελέσματα, αλλά θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η χρήση για την οποία προορίζεται το νερό των εστιών.

Σε εστίες που υπάρχουν ψάρια θα πρέπει να εφαρμοστεί η χαμηλότερη δυνατή δόση, ιδίως όταν ψεκάζουμε με πυρεθρινοειδή, τα οποία είναι ιδιαίτερα τοξικά για τα ψάρια.

Για να είναι αποτελεσματικοί οι ψεκασμοί πρέπει οι ψεκαζόμενες εστίες να έχουν μικρή βλάστηση, ενώ για την επιτυχία κάθε προγράμματος αντιμετώπισης κουνουπιών δεν πρέπει να υποβαθμίζεται η σημασία του επίκαιρου των επεμβάσεων. Η ημερομηνία πραγματοποίησης του πρώτου ψεκασμού καθορίζεται, κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και του συγκεκριμένου έτους. Για το λόγο αυτό θα πρέπει από νωρίς την άνοιξη να γίνεται διερεύνηση των εστιών ανάπτυξης, για να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν προνύμφες κουνουπιών και μόνο τότε να πραγματοποιούνται οι ψεκασμοί.

Βιοκτόνα κατάλληλα για την καταπολέμηση των προνυμφών των κουνουπιών, σύμφωνα με τα στοιχεία της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας, είναι εκείνα που περιέχουν ένα από τα δρώντα συστατικά που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα (ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.). Με αστερίσκο (*) σημειώνονται αυτά που έχουν έγκριση κυκλοφορίας στη χώρα μας.

Η εφαρμογή των βιοκτόνων από εδάφους με μηχανοκίνητο ψεκαστήρα υψηλής πίεσεως δίνει συνήθως καλύτερα αποτελέσματα, γιατί αυτός ο τρόπος εφαρμογής παρέχει την ευχέρεια κατεύθυνσης του εντομοκτόνου στα επιθυμητά σημεία και επιπλέον, λόγω της υψηλής πίεσεως, το ψεκαστικό διάλυμα φθάνει πιο εύκολα στο νερό και αποφεύγεται έτσι η απώλεια από την επικάθιση μεγάλου μέρους του διαλύματος επάνω στα φυτά.

| Δρων συστατικό | Δόση (g a.i./str) ¹ | Διάρκεια δράσης (εβδομαδιαία) | Τοξικότητα LD ₅₀ από στόμα (mg/kg ζωντ. βαρ.) |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| chlorpyrifos | 1,1-2,5 | 3-17 | 135 |
| deltamethrin | 0,25-1 | 1-3 | 135 |
| fenitrothion | 10-100 | 1-3 | 503 |
| fenthion | 2,2-11,2 | 2-4 | 586 |
| malathion | 22,4-100 | 1-2 | 2100 |
| permethrin | 0,5-1 | 5-10 | 500 |
| pirimiphos-methyl | 5-50 | 1-11 | 2018 |
| temephos | 5,6-11,2 | 2-4 | 8600 |
| *Bacillus thuringiensis var. israelensis | ανάλογα το σκεύασμα | 1-2 | >30000 |
| Bacillus sphaericus | ανάλογα το σκεύασμα | 1-2 | >5000 |
| *diflubenzurol | 25-100 | 2-6 | >4640 |
| *pyriproxifen | 5-10 | 4-12 | >5000 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1. Βιοκτόνα κατάλληλα για καταπολέμηση των προνυμφών των κουνουπιών.

2.2. Καταπολέμηση ακμαίων κουνουπιών

Όπως έχει αναφερθεί τα κουνούπια, ανάλογα με το είδος, παρουσιάζουν αρκετές διαφορές ως προς την προτίμηση των ξενιστών και τις θέσεις διημέρευσης των τελείων εντόμων. Η καταπολέμηση των ακμαίων κουνουπιών θα πρέπει να εφαρμόζεται ως συμπλήρωμα της καταπολέμησης των προνυμφών, όταν το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα οξύ και οι συνθήκες το επιβάλλουν.

2.2.1. Υπολειμματικοί ψεκασμοί

Για τη σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος θα πρέπει να διενεργηθούν υπολειμματικοί ψεκασμοί σε όλους τους χώρους που διημερεύουν τα τέλεια έντομα. Οι ψεκασμοί αυτοί πρέπει να προηγηθούν των επεμβάσεων κατά των προνυμφών και να

¹ Γραμμάρια δραστικής ουσίας ανά στρέμμα.

επαναληφθούν το φθινόπωρο, όταν τα τέλεια άτομα ετοιμάζονται να διαχειμάσουν. Αυτό θα περιορίσει στο ελάχιστο τον αριθμό των ατόμων που θα δραστηριοποιηθούν την επόμενη άνοιξη. Ένας ενδιάμεσος ψεκασμός τον Ιούνιο θα πρέπει να γίνει μόνο όταν υπάρχει πολύ έντονο πρόβλημα.

Οι υπολειμματικοί ψεκασμοί κατευθύνονται σε εξωτερικές επιφάνειες κτιρίων, σε εσωτερικούς τοίχους καλά αεριζόμενων κτισμάτων, στους παρακείμενους θάμνους ή στα αγριόχορτα (σε ακτίνα 30-45 μέτρων και μέχρι το ύψος του ενός μέτρου) καθώς και γύρω από τις εστίες αναπαραγωγής των κουνουπιών.

Στους πίνακες 2.2. και 2.3. αναφέρονται ορισμένα από τα βιοκτόνα που προτείνει η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, ως κατάλληλα για την καταπολέμηση των τελείων μορφών των κουνουπιών.

| Δρων συστατικό | Δόση (g a.i./m ²) | Διάρκεια δράσης (μήνες) | Τοξικότητα LD ₅₀ από στόμα (mg/kg ζωντ. βαρ.) |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------|--|
| bendiocarb | 0,4 | 2-3 | 55 |
| cypermethrin | 0,5 | ≥4 | 250 |
| deltamethrin | 0,05 | 2-3 | 135 |
| fenitrothipon | 1-2 | ≥3 | 503 |
| malathion | 1-2 | 2-3 | 2100 |
| permethrin | 0,5 | 2-3 | 500 |
| pirimiphos-methyl | 1-2 | 2-3 | 2018 |
| propoxur | 1-2 | 2-3 | 95 |

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2. Βιοκτόνα κατάλληλα για υπολειμματικούς ψεκασμούς επιφανειών.

2.2.2. Ψεκασμοί ανοικτών χώρων

Στην περίπτωση που το πρόβλημα είναι πολύ μεγάλο θα μπορούσαν, να γίνουν ψεκασμοί ανοικτού χώρου στα μέρη που έχουμε μεγάλες συγκεντρώσεις κουνουπιών. Οι ψεκασμοί αυτοί γίνονται με φορητούς ή μηχανοκίνητους ψεκαστήρες και διακρίνονται σε ψεκασμούς ψυχρού αερολύματος ή θερμού ατμού (η διαφορά των δύο βρίσκεται στον τρόπο, με τον οποίο δημιουργούνται τα σταγονίδια). Στις περιπτώσεις αυτές οι

ψεκασμοί επαναλαμβάνονται κάθε 7-10 ημέρες, ανάλογα με την πυκνότητα των εντόμων.

Είναι ευνόητο, ότι η εφαρμογή των εντομοκτόνων θα πρέπει να γίνεται από ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό και ότι πάντα θα τηρούνται πιστά οι οδηγίες χρήσεως του συγκεκριμένου σκευάσματος, ενώ θα λαμβάνονται όλες οι προφυλάξεις που αναγράφονται στην ετικέτα.

2.2.3. Καπνισμοί εσωτερικών χώρων

Γίνεται με διάχυση στον αέρα πτητικών βιοκτόνων και έχει ως αποτέλεσμα την απώθηση περισσότερο παρά τη θανάτωση των κουνουπιών.

Για τον καπνισμό χρησιμοποιούνται πτητικά βιοκτόνα, όπως φυσικές πυρεθρίνες και συνθετικά πυρεθροειδή, σε τρεις κυρίως μορφές σκευασμάτων: καπνογόνες σπείρες, ηλεκτροθερμενόμενα πλακίδια και υγρά. Η δραστική ουσία απελευθερώνεται έπειτα από θέρμανση και η διάρκεια δράσης τους διαρκεί όσο η καύση τους, δηλαδή 6-8 ώρες

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: Βιοκτόνα κατάλληλα για ψεκασμούς ανοικτών χώρων

| Δρων συστατικό | Δόση (g a.i./str). | | Τοξικότητα LD ₅₀ από στόμα (mg/kg ζωντ. βαρ.) |
|-------------------|--------------------|--------------|--|
| | Ψυχρό αερόλυμα | Θερμός ατμός | |
| bioresmethrin | 5-10 | 20-30 | 7000 |
| chlorpyrifos | 10-40 | 150-200 | 135 |
| deltamehtrin | 0,5-1,0 | - | >2940 ² |
| dichlorvos | 56-280 | 200-300 | 56 |
| fenitrothion | 250-300 | 270-300 | 503 |
| fenthion | 112 | - | 330 |
| malathion | 112-693 | 500-600 | 2100 |
| permethrin | 5-10 | - | >4000 ³ |
| pirimiphos-methyl | 230-330 | 180-200 | 2018 |
| propoxur | 53-75 | - | 95 |

² Οξεία από δέρματος τοξικότητα (LD₅₀ mg/kg ζώντος βάρους)

³ Οξεία από δέρματος τοξικότητα (LD₅₀ mg/kg ζώντος βάρους)

2.3. Ατομική προστασία

Η χρησιμοποίηση των διαφόρων μέσων ατομικής προστασίας αποτελεί ένα σημαντικό δείκτη της έντασης της όχλησης, ενώ η μείωση της εφαρμογής τους αποτελεί δείκτη αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών. Η ατομική προστασία επιτυγχάνεται είτε με μηχανική προστασία του χώρου διαβίωσης (λεπτά πλέγματα σε πόρτες και παράθυρα, κουνουπιέρες κ.λ.π.), είτε με τη χρήση απωθητικών ουσιών.

Τα πιο κοινά μέσα που χρησιμοποιούν σήμερα οι άνθρωποι για να προστατεύονται από τα κουνούπια σε υπαίθριους χώρους είναι τα εντομοαπωθητικά που εφαρμόζονται απευθείας πάνω στο δέρμα και τα σπιράλ.

Τα περισσότερα εντομοαπωθητικά επάλειψης που χρησιμοποιούνται σήμερα περιέχουν μία συνθετική ουσία, που είναι ευρέως γνωστή με το όνομα DEET (N,N-diethyl-3-methylbenzamide). Η ουσία αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, αποτρέποντας τα τσιμπήματα από μια πληθώρα εντόμων όπως κουνούπια, μύγες, ψύλλοι και τσιμπούρια. Τα εντομοαπωθητικά τύπου σπιράλ («φιδάκια») περιέχουν εντομοκτόνα από πυρεθρίνες σε ποσοστό 0,3-0,4% κατά βάρος, ενώ τα υπόλοιπα συστατικά τους είναι ουσίες που έχουν την ιδιότητα να καίγονται αργά και χωρίς φλόγα δημιουργώντας καπνό. Παρά το γεγονός ότι οι φυτικές πυρεθρίνες είναι σχετικά μη τοξικές για τον άνθρωπο, οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τη καύση των υπολοίπων συστατικών (>99% του προϊόντος), δεν έχουν ακόμα διευκρινιστεί (ΕΙΚΟΝΑ 2.1.)



ΕΙΚΟΝΑ 2.1. Τα απωθητικά ρεύματος, το DEET και το εντομοαπωθητικό τύπου σπιράλ αποτελούν μερικές από τις πιο γνωστές μεθόδους μείωσης της όχλησης των κουνουπιών. Ο καπνός του τελευταίου ενοχοποιείται για την παραγωγή υψηλών συγκεντρώσεων πτητικών οργανικών ενώσεων, όπως π.χ. το βενζένιο, ένα νευροτοξικό αλλά καρκινογόνο συστατικό, το οποίο έχει επίδραση στο μυελό των οστών μετά από μακροχρόνια έκθεση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων και των βιοκτόνων είναι η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των καταπολεμούμενων οργανισμών στις ουσίες που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπισή τους. Η ανθεκτικότητα αναπτύσσεται σ' όλους τους ζωικούς οργανισμούς, κυρίως όμως εμφανίζεται πιο έντονα στα έντομα και τα ακάρεα (γεωργικής ή υγειονομικής σημασίας).

Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι στη συνέχεια θα χρησιμοποιείται ο όρος "παρασιτοκτόνα" για να εκφράσει όλες τις ουσίες ή τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των αρθροπόδων γεωργικής ή υγειονομικής σημασίας, είτε αυτά θεωρούνται "φυτοπροστατευτικά προϊόντα", όπως ορίζονται από την οδηγία 91/414/EEC της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είτε ονομάζονται "βιοκτόνα" βάσει της οδηγίας 98/8/EC.

Η πρώτη περίπτωση ανθεκτικότητας διαπιστώθηκε το 1905 στο San Jose, ενώ έως το 1945 που άρχισε και η εφαρμογή των νέων συνθετικών εντομοκτόνων, είχε διαπιστωθεί ανθεκτικότητα σε 12 περίπου είδη εντόμων και ακάρεων (κυρίως σε αρσενικούχες και κυανιούχες ενώσεις). Σήμερα, περιπτώσεις ανθεκτικότητας έχουν αναφερθεί σε όλες σχεδόν τις ομάδες εντομοκτόνων (κυκλοδιένια, καρβαμιδικά, οργανοφωσφορικά, πυρεθρινοειδή και στο *Bacillus thuringiensis*) μετά από 2 μέχρι 20 έτη εφαρμογής τους.

Τα έντομα υγειονομικής σημασίας ήταν από τα πρώτα στα οποία διαπιστώθηκε η ανθεκτικότητα και δημιούργησε σοβαρά προβλήματα κυρίως με την ανθεκτικότητα της οικιακής μύγας και ορισμένων ειδών κουνουπιών στο οργανοχλωριωμένο εκλεκτικό εντομοκτόνο DDT κατά τη δεκαετία του '50 στη Σουηδία, τη Γερμανία, τις Η.Π.Α. και σε χώρες του τρίτου κόσμου. Ο ρυθμός αύξησης των ειδών είναι υψηλός, συγκεκριμένα από 2 είδη που ήταν το 1946 αυξήθηκε σε 150 το 1980 και 198 το 1990. Από τα 198 αυτά είδη τα 114 είναι είδη κουνουπιών.

Τα στοιχεία αυτά αφορούν είδη στα οποία η ανθεκτικότητα έχει αποδειχθεί πειραματικά, έπειτα από σχετική έρευνα και ως εκ τούτου θεωρείται βέβαιο ότι στην πραγματικότητα τα είδη που έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα είναι πολύ περισσότερα από τα καταγεγραμμένα.

3.1. Ανθεκτικότητα των εντομών στα εντομοκτόνα

Ανθεκτικότητα (resistance) ονομάζεται η ικανότητα ορισμένων ατόμων ενός πληθυσμού κάποιου είδους εντόμου, να αντέχει (να επιζεί) σε δόσεις μιας τοξικής ουσίας, οι οποίες είναι θανατηφόρες για την πλειονότητα των ατόμων ενός κανονικού πληθυσμού του ίδιου είδους.

Όταν αναφέρεται ότι ένα είδος έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε ένα ή περισσότερα παρασιτοκτόνα ή ομάδες παρασιτοκτόνων, δεν σημαίνει ότι όλοι οι πληθυσμοί του είδους αυτού έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα, αλλά ότι το φαινόμενο έχει διαπιστωθεί τουλάχιστον σε ένα πληθυσμό του είδους, σε κάποια περιοχή της γης. Η ανάπτυξη όμως ανθεκτικότητας σε έναν πληθυσμό, φανερώνει ότι υπάρχουν οι προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας και σε άλλους πληθυσμούς του ίδιου είδους, γεγονός το οποίο και συμβαίνει κατά κανόνα, όπως αποδεικνύουν σχετικά στοιχεία.

Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας θα ήταν εύκολο να αντιμετωπιστεί στην πράξη με την αντικατάσταση του παρασιτοκτόνου από ένα άλλο, αν δεν υπήρχε το φαινόμενο της "πολυδύναμης" και της "πολλαπλής" ανθεκτικότητας.

3.2. Επιπτώσεις του φαινομένου της ανθεκτικότητας

Οι δυσμενείς επιπτώσεις από την ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ένα πληθυσμό αρthropόδων που θέλουμε να καταπολεμήσουμε είναι:

➤ Οι τοξικολογικές επιπτώσεις, δηλαδή η αύξηση των υπολειμμάτων των παρασιτοκτόνων στα γεωργικά προϊόντα και οι κίνδυνοι δηλητηριάσεων ως συνέπεια της αύξησης των δόσεων και του αριθμού των επεμβάσεων για την αντιμετώπιση των εχθρών των καλλιεργειών.

➤ Οι οικολογικές επιπτώσεις, που είναι επακόλουθο της ρύπανσης του περιβάλλοντος με μεγαλύτερα ποσά τοξικών ουσιών καθώς και τον αυξημένο κίνδυνο

μείωσης του πληθυσμού των ωφέλιμων ειδών, ως αποτέλεσμα και πάλι της εφαρμογής υψηλότερων δόσεων και περισσότερων επεμβάσεων.

➤ Ανάγκη εξεύρεσης νέων μεθόδων καταπολέμησης οι οποίες συνήθως απαιτούν ειδική εκπαίδευση των ενδιαφερομένων, επιφέρουν αλλαγές στο είδος και τον τύπο των καλλιεργειών ή ακόμη αλλάζουν και τον τύπο της οικονομικής δραστηριότητας (γεωργικής, τουριστικής) μιας περιοχής.

➤ Οικονομικές επιπτώσεις οι οποίες είναι φυσικό επακόλουθο τόσο των υπόλοιπων επιπτώσεων όσο και της ανάγκης για περισσότερη έρευνα για την ανακάλυψη νέων μέσων και μεθόδων καταπολέμησης.

Ενδεικτικά σημειώνουμε ότι, ενώ το 1956 η πιθανότητα ανακάλυψης ενός νέου παρασιτοκτόνου ήταν 1:5000 εξεταζόμενες ουσίες, με κόστος των σχετικών ερευνών 1,2 εκατομμύρια δολάρια, το 1975 τα αντίστοιχα ποσά ήταν 1:15000 και το κόστος 13 εκατομμύρια δολάρια και το 1990 η πιθανότητα ήταν μικρότερη από 1:25000, απαιτούνται 7 περίπου χρόνια μελετών πριν εμφανιστεί το νέο παρασιτοκτόνο στην αγορά και το συνολικό κόστος πλησιάζει τα 50 εκατομμύρια δολάρια.

Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι οι εταιρείες παραγωγής φυτοπροστατευτικών προϊόντων να διστάζουν πια να επενδύσουν στην ανάπτυξη νέων παρασιτοκτόνων και διαγράφεται έτσι στον ορίζοντα ο κίνδυνος μείωσης του οπλοστασίου μας εναντίον των εχθρών των καλλιεργειών και των αρθροπόδων υγειονομικής σημασίας.

3.3. Αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ανθεκτικότητας έχει μεγάλη σημασία η ανίχνευσή της στον πληθυσμό του αρθροπόδου που θέλουμε να καταπολεμήσουμε σε όσο το δυνατό πρώιμο στάδιο. Αυτό έχει μεγάλη αξία για να καταστεί δυνατή η έγκαιρη λήψη των απαραίτητων μέτρων για την αποφυγή της παραπέρα ανάπτυξής της.

Παράλληλα θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί και να μην αποδίδουμε σε ανάπτυξη ανθεκτικότητας κάθε αποτυχία καταπολέμησης ή κάθε έξαρση του πληθυσμού των ανεπιθύμητων αρθροπόδων που μπορεί να συμβεί μετά από μια εφαρμογή παρασιτοκτόνου. Η αποτυχία στην καταπολέμηση μπορεί να οφείλεται σε

άσχετους λόγους, όπως σκεύασμα κακής ποιότητας, λανθασμένος υπολογισμός της δόσης, κακή εφαρμογή, κ.λ.π.

Για την αντιμετώπιση αυτής της κατάστασης πρέπει να εξετάσουμε τα μέτρα που μπορούμε ή επιβάλλεται να πάρουμε για να αποφύγουμε, να καθυστερήσουμε ή να αντιμετωπίσουμε την ανάπτυξη της ανθεκτικότητας⁴.

3.3.1. Μέτρα για την αποφυγή ή καθυστέρηση της ανάπτυξης ανθεκτικότητας

Τα μέτρα αυτά έχουν σκοπό να διατηρήσουν τα γονίδια ευαισθησίας που υπάρχουν σε ένα πληθυσμό, μέσα σε κάποια όρια που θα επιτρέπουν τη συνέχιση της χρησιμοποίησης χημικών παρασιτοκτόνων της ίδιας ομάδας. Τέτοια μέτρα είναι:

- Μείωση του αριθμού των επεμβάσεων με χημικά παρασιτοκτόνα.
- Αποφυγή εφαρμογής παρασιτοκτόνων σε μεγάλες εκτάσεις.
- Χρησιμοποίηση παρασιτοκτόνων με μικρή υπολειμματική ενέργεια.
- Οι δόσεις να είναι οι χαμηλότερες δυνατές (οπλισθήποτε κάτω από το LD₁₀₀ του ευαίσθητου πληθυσμού).
- Εναλλαγή παρασιτοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης ή/και χρησιμοποίηση μειγμάτων παρασιτοκτόνων.
- Να προτιμούνται ακμαιοκτόνα σκευάσματα παρά προνυμφοκτόνα.
- Προστασία και ενίσχυση των φυσικών εχθρών.

3.3.2. Μέτρα για την αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας που έχει ήδη αναπτυχθεί

Τα κυριότερα που εφαρμόζονται είναι:

- Χρησιμοποίηση παρασιτοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης.

⁴ Για την πρόληψη ή τον περιορισμό φαινομένων ανθεκτικότητας στα νέα μόρια, έχει ιδιαίτερη σημασία η εκτίμηση του κινδύνου ανάπτυξης ανθεκτικότητας πριν τη χορήγηση έγκρισης κυκλοφορίας τους και η επιβολή σχετικών περιορισμών στη χρήση τους, καθώς και η τακτική παρακολούθηση των αγρών (monitoring) για έγκαιρη διάγνωση τυχόν ανθεκτικών πληθυσμών και η άμεση εφαρμογή των κατάλληλων στρατηγικών για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Τα μέτρα αυτά προβλέπονται και από την ισχύουσα σήμερα και στη Χώρα μας κοινοτική νομοθεσία (Οδ. 91/414/ΕΟΚ).

- Χρησιμοποίηση συνεργιστικών ουσιών για να αυξήσουμε την αποτελεσματικότητα των χρησιμοποιούμενων δραστικών ουσιών.
- Χρησιμοποίηση διαφορετικής μεθόδου καταπολέμησης, εκτός της χημικής, εφόσον βέβαια υπάρχει για το συγκεκριμένο είδος.
- Αν η ανθεκτικότητα είναι ακόμη σε χαμηλά επίπεδα, μπορούμε να εφαρμόσουμε αρκετά υψηλότερες δόσεις παρασιτοκτόνου, ώστε να υπερνικηθούν οι αμυντικοί μηχανισμοί του αρθρόποδου και να θανατωθούν τα "εν δυνάμει" ανθεκτικά άτομα.
- Εφαρμόζοντας πολλαπλή επίθεση με μείγματα ουσιών ή εναλλαγή παρασιτοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης.

3.3.3. Νέες στρατηγικές για την καταπολέμηση της ανθεκτικότητας⁵

Για να περιορίσουμε τους κινδύνους που προκύπτουν από την ανθεκτικότητα, πρέπει να προσανατολιζόμαστε στην εφαρμογή προγραμμάτων ολοκληρωμένου χειρισμού του κάθε προβλήματος. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση των νέων μεθόδων καταπολέμησης σε συνδυασμό με τις ήδη υπάρχουσες και τον περιορισμό της χημικής καταπολέμησης στον απολύτως αναγκαίο αριθμό επεμβάσεων. Σήμερα έχουμε τη δυνατότητα αντικατάστασης των επικίνδυνων χημικών ουσιών με λιγότερο τοξικά χημικά ή βιολογικά μέσα, τα οποία δρουν αποκλειστικά εναντίον του συγκεκριμένου είδους που θέλουμε να καταπολεμήσουμε και όχι εναντίον άλλων, πιθανώς ωφέλιμων οργανισμών

Εφόσον στις μέρες μας η χρήση των χημικών παρασιτοκτόνων είναι αναπόφευκτη, τόσο για τις αναπτυγμένες όσο και για τις αναπτυσσόμενες χώρες, θα πρέπει προκειμένου να περιορίσουμε τους κινδύνους που προκύπτουν από την ανθεκτικότητα, να προσανατολιζόμαστε στην εφαρμογή προγραμμάτων ολοκληρωμένου χειρισμού του κάθε προβλήματος. Τα ολοκληρωμένα προγράμματα καταπολέμησης (integrated pest management - IPM) έχουν σαν κύριο στόχο τη μείωση

⁵ Για τη μελέτη και την παροχή βοήθειας για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ανθεκτικότητας έχουν συσταθεί δύο διεθνείς επιτροπές: Η FRAC (Fungicides Resistance Action Committee) και η IRAC (Insecticide Resistance Action Committee).

των πληθυσμών των κουνουπιών κάτω του ορίου ανεκτικότητας και προσβολής από πλευρά όχλησης και υγειονομικής σημασίας αντίστοιχα.

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος χημικής καταπολέμησης των κουνουπιών είναι η προνυμφοκτονία. Οι βιότοποι των προνυμφών των κουνουπιών κατατάσσονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες: τον αστικό, τον περιαστικό, τον αγροτικό και το φυσικό περιβάλλον. Για κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες εστιών αναπαραγωγής κουνουπιών απαιτείται ξεχωριστός σχεδιασμός και διαφορετική οργάνωση προκειμένου να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

Το παραπάνω πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη χρήση των νέων μεθόδων καταπολέμησης σε συνδυασμό με τις ήδη υπάρχουσες και τελικώς τον περιορισμό της χημικής καταπολέμησης στον απολύτως αναγκαίο αριθμό επεμβάσεων. Σήμερα, έχουμε τη δυνατότητα αντικατάστασης των επικίνδυνων χημικών ουσιών με λιγότερο τοξικά χημικά ή βιολογικά μέσα, τα οποία δρουν αποκλειστικά εναντίον του συγκεκριμένου είδους που θέλουμε να καταπολεμήσουμε και όχι εναντίον άλλων, πιθανώς ωφέλιμων, οργανισμών.

Η εφαρμογή της ολοκληρωμένης καταπολέμησης στην πράξη είναι βέβαια δύσκολη, απαιτεί ειδικές γνώσεις και μπορεί να εφαρμοστεί μόνο ύστερα από συστηματική μελέτη του συγκεκριμένου προβλήματος. Θα πρέπει όμως να προχωρήσουμε χωρίς καθυστέρηση προς την κατεύθυνση αυτή, ειδικά στην περίπτωση της καταπολέμησης των αρθροπόδων υγειονομικής σημασίας, επειδή στις περιπτώσεις αυτές έχουμε να κάνουμε συνήθως με ευαίσθητα οικοσυστήματα, μεγάλης οικολογικής σημασίας (λίμνες, έλη, ρυάκια) ή οικοσυστήματα που αποτελούν τμήμα του περιβάλλοντος στο οποίο ζει ο άνθρωπος και τα οικιακά ζώα (σπίτια, στάβλοι, κ.λ.π.).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έχει αποδειχθεί ότι πολλές ουσίες που προέρχονται από διάφορα φυτά, μπορεί να διαθέτουν μεγάλο εύρος χρήσης, καθώς χρησιμοποιούνται τόσο ως φάρμακα, αλλά και ως εντομοκτόνα. Τα συνθετικά οργανικά εντομοκτόνα, αν και είναι αποτελεσματικά σε είδη όπως τα κουνούπια, είναι αρκετά ζημιογόνα σε άλλες μορφές ζωής συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Εκτός από την επιβλαβή δράση που προκαλείται στο περιβάλλον από τα συμβατικά εντομοκτόνα, έχει παρατηρηθεί πως τα κουνούπια, αλλά και πολλά άλλα είδη παρασίτων, αποκτούν ανθεκτικότητα σε πολλά από αυτά τα σκευάσματα. Αυτοί οι παράγοντες, δημιούργησαν την ανάγκη για την Παρασκευή εντομοκτόνων, τα οποία θα είναι φιλικά προς το περιβάλλον και θα έχουν συγκεκριμένη δράση ως εντομοκτόνες ουσίες, εναντίον των κουνουπιών.

Τα προγράμματα καταπολέμησης κουνουπιών αποτελούν σημαντικό έργο για πολλές περιοχές της Ελλάδος, αφού η επιτυχία τους έχει άμεση επίδραση στην ποιότητα ζωής των κατοίκων, την τουριστική και οικονομική ανάπτυξη και κυρίως την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας εκδήλωσης ορισμένων σοβαρών ασθενειών και επιδημιών. Η συνεχής αποτελεσματικότητα τέτοιων προγραμμάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την έρευνα, αξιολόγηση και εφαρμογή νέων εναλλακτικών μεθόδων καταπολέμησης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα ή σε συνδυασμό με τις συμβατικές, ως επί το πλείστον χημικές μεθόδους καταπολέμησης.

Όσο αφορά στην καταπολέμηση των κουνουπιών με νέες μεθόδους που προαναφέραμε εντάσσεται και η χρήση αιθέριων ελαίων από φυτά ως ένας νέος τρόπος αντιμετώπισης των πληθυσμών των κουνουπιών, έναντι της συμβατικής χημικής αντιμετώπισης.

1. Βοτανικά παράγωγα με εντομοκτόνο δράση

Είναι γνωστό από πολύ παλιά ότι πολλά φυτά έχουν αναπτύξει διάφορους αμυντικούς μηχανισμούς για να προστατεύονται από τους εχθρούς τους (Chamberlain et al. 2000). Μεταξύ αυτών των μηχανισμών είναι και η παραγωγή ουσιών που έχουν απωθητικές ή και εντομοκτόνες ιδιότητες. Γνωστότερη περίπτωση ίσως είναι αυτή του «πυρέθρου», το οποίο παράγεται από ένα είδος χρυσανθέμου (*Chrysanthemum*

cinerariaefolium, Compositae), χρησιμοποιείται πάνω από 100 χρόνια και έχει οδηγήσει μάλιστα και στη δημιουργία μια ολόκληρης ομάδας εντομοκτόνων, των συνθετικών πυρεθροειδών. Τα συνθετικά πυρεθροειδή προέρχονται από τις πυρεθρίνες και είναι εντομοκτόνα με ευρύ φάσμα εντομοτοξικής δράσης, με υπολειμματική διάρκεια που ποικίλει με το κάθε πυρεθροειδές.

Στις μέρες μας το αυξημένο ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για προϊόντα που προέρχονται από φυτά μας οδήγησε στο να γνωρίζουμε ότι υπάρχουν περισσότερα από 2000 είδη φυτών που παράγουν χημικές ενώσεις με εντομοκτόνες ιδιότητες (Macedo et al. 1997; El Hag et al. 1999; Rahuman et al. 2000; Ratnayake et al. 2001; Mongelli et al. 2002; Trabousli et al. 2002; Yang et al. 2002; Jeyabalan et al. 2003; Yang et al. 2003; Cheng et al. 2004; Joseph et al. 2004). Εκτός από το πύρεθρο, έχουν αναφερθεί περισσότερα από 340 είδη φυτών για τα οποία έχει αποδειχθεί ότι διαθέτουν κουνουποκτόνες ιδιότητες (Sukumar et al. 1991). Πολλές από αυτές τις νέες χημικές ενώσεις έχουν ληφθεί από φυτά που ανήκουν στην οικογένεια Lamiaceae και έχουν δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα για πιθανή μελλοντική χρήση τους σε προγράμματα καταπολέμησης κουνουπιών (Sukumar et al. 1991; Trabousli et al. 2002). Ένα σημαντικό πρόβλημα αξιοποίησης αυτών των αποτελεσμάτων για τη χώρα μας είναι το γεγονός ότι τα περισσότερα από τα φυτά αυτά δεν απαντώνται στη χώρα μας.

Στην οικογένεια Lamiaceae (τάξη Lamiales, υποτάξη Asteridae, Δικοτυλίδονα) περιλαμβάνονται περίπου 6700 είδη (από 251 γένη) με παγκόσμια διασπορά, εκ των οποίων 450 είδη παρατηρούνται στην Ευρώπη.

Στην παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν αιθέρια έλαια φυτών του γένους *Mentha*. Τα φυτά αυτά είναι γνωστά με την κοινή ονομασία "Μέντα". Η μεγάλη χημική ποικιλότητα που παρουσιάζουν τα είδη του γένους αυτού οδηγεί στην παραγωγή αιθέριων ελαίων με διαφορετική ποιοτική σύσταση, προερχόμενα όμως από το ίδιο είδος.

Αν και έχει αναφερθεί ότι τα είδη *Mentha arvensis*, *M.piperita* και *M.pulegium* έχουν αποθητικές ή/και προνυμφοκτόνες ιδιότητες στα κουνούπια (Kumar 1987, Arsari 2000), εν τούτοις δεν έχουν δοκιμαστεί είδη ή ποικιλίες του γένους *Mentha* που υπάρχουν στη χώρα μας.

Για το λόγο αυτό στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν 3 από τα περισσότερο διαδεδομένα είδη του γένους *Mentha* της χώρας μας: Τα *Mentha spicata*, *M. longifolia* και *M. officinalis*.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Γενικά

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εντομοκτόνων Υγειονομικής Σημασίας του Μπενακείου Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

Τα πειράματα έγιναν σε χώρο απαλλαγμένο από χημικές ουσίες, χωρίς ρεύματα αέρα και απότομες αλλαγές θερμοκρασίας ενώ η θέση εκτέλεσης των πειραμάτων ήταν μακριά από την άμεση επίδραση των ηλιακών ακτίνων.

2.2. Εκτροφή

Τα κουνούπια διατηρούνται σε συνθήκες και περιβάλλον που ενδείκνυται για την καλύτερη ανάπτυξή τους. Η θερμοκρασία του χώρου είναι 23 ± 2 °C, η φωτοπερίοδος 17L:7D και η σχετική υγρασία γύρω στο $75\pm 5\%$. Οι συνθήκες αυτές διατηρούνται στα επίπεδα που προαναφέρθηκαν καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου.

Η διαδικασία της εκτροφής ανά στάδιο περιγράφεται συνοπτικά στη συνέχεια.

2.2.1. Ωά

Τα ωά των κουνουπιών του είδους *Cx. pipiens* τοποθετούνται σε λεκάνες διαστάσεων 28 cm με λίγη τροφή για να εκκολαφθούν και να εμφανιστούν οι νέες προνύμφες. Η επώαση των ωών διαρκεί περίπου 2 – 3 ημέρες.

2.2.2. Προνύμφες

Η εκτροφή των προνυμφών γίνεται σε εμαγιέ λεκάνες διαστάσεων 28 cm και ανοικτού χρώματος για την εύκολη διάκρισή τους.



Εικ. 21. Λεκάνες εκτροφής προνυμφών

Η τροφή που τους παρέχεται για την σωστή ανάπτυξή τους είναι αποξηραμένο ψωμί και ζύμη ώστε να εξασφαλίζονται οι απαραίτητες ποσότητες σε υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και μέταλλα. Η χορήγηση τροφής στις προνύμφες γίνεται κάθε μέρα. Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση του προνυμφικού σταδίου κυμαίνεται από 7-23 μέρες, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας και τη διαθεσιμότητα τροφής.

2.2.3. Νύμφες

Όταν ολοκληρωθεί το προνυμφικό στάδιο, οι προνύμφες μεταμορφώνονται σε νύμφες. Οι νύμφες συλλέγονται με ειδικά εργαλεία από τις λεκάνες εκτροφής σε πλαστικά κύπελλα και τοποθετούνται στους κλωβούς για το τελικό στάδιο της αλλαγής τους σε τέλεια έντομα, που είναι το πιο σημαντικό και το πιο δύσκολο για όλα τα κουνούπια. Η συχνότητα συλλογής νυμφών είναι κάθε δύο ημέρες. Το νυμφικό στάδιο διαρκεί περίπου 3 – 4 ημέρες.



Εικ. 22. Κλωβός εκτροφής ακμαίων και τοποθέτησης νυμφών

2.2.4. Ακμαία

Τα ακμαία τρέφονται με διάλυμα νερού και ζάχαρης, το οποίο τοποθετείται μέσα στον κάθε κλωβό σε ένα μικρό γυάλινο δοχείο μαζί με μια κατασκευή σαν φιτίλι από διηθητικό χαρτί και βαμβάκι, για την ευκολότερη λήψη του διαλύματος από τα έντομα. Δύο τέτοια διαλύματα είναι τοποθετημένα στον κλωβό και αντικαθίστώνται από καινούρια κάθε 4 μέρες.

2.3. Υλικά πειραμάτων προνυμφοκτονίας

Οι βιοδοκιμές βασίστηκαν στη μέθοδο που προτείνει η Παγκόσμια οργάνωση Υγείας (WHO 1981) με κάποιες τροποποιήσεις ή παραδοχές. Εν συντομία, τα βασικά στοιχεία της μεθόδου ήταν τα εξής:

- α) χρησιμοποιήθηκαν γυάλινα ποτήρια ζέσεως χωρητικότητας 250ml περίπου,
- β) η ποσότητα του νερού (αποχλωριωμένο) με την αντίστοιχη δόση του βιοκτόνου στο κάθε ποτήρι ήταν 200 ml,
- γ) τα μητρικά διαλύματα (1% stock solution) των ενώσεων παρασκευάστηκαν με αιθανόλη (καθαρότητας 99%),
- δ) μετρήσεις ελήφθησαν για 72 ώρες (ανά 24 ώρες),
- ε) κάθε δόση μπήκε σε 5 ποτήρια (πέντε επαναλήψεις) και
- ζ) σε κάθε ποτήρι τοποθετήθηκαν 20 προνύμφες κουνουπιών, ανεπτυγμένες τρίτου ή νεαρές τετάρτου σταδίου.

Οι βιοδοκιμές έγιναν σε χώρο του εργαστηρίου και του εντομοτροφείου που θεωρείται κατάλληλος για την εκτέλεση των βιοδοκιμών, αφού είναι απαλλαγμένος από βιοκτόνα, χωρίς ρεύματα αέρα και απότομες αλλαγές θερμοκρασίας ενώ η θέση εκτελέσεως των βιοδοκιμών δεν βρισκόταν κάτω από την άμεση επίδραση των ηλιακών ακτινών.

Όλα τα σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν για τα πειράματα είχαν πλυθεί δύο φορές και ξεπλυθεί πολύ καλά ώστε να μην υπάρχουν υπολείμματα απορρυπαντικού και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για μερικές ώρες. Πριν από την χρησιμοποίησή τους επίσης ξεπλύθηκαν με ακετόνη τουλάχιστον τρεις φορές. Οι κλωβοί των βιοδοκιμών πριν τη χρησιμοποίησή τους είχαν καθαριστεί προσεκτικά και απολυμανθεί με ατμό.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών φαίνονται συγκεντρωτικά στο Πίνακα 2. Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων έγινε καταγραφή της θνησιμότητας στις 24 και 48 h. Για κάθε εφαρμογή υπολογίστηκε το ποσοστό θνησιμότητας και με τη βοήθεια στατιστικού πακέτου υπολογίστηκαν οι δείκτες LC₅₀ και LC₉₀ για τις 48 ώρες (SPSS 11.0).

| Όνομα | LD ₅₀ | LD ₉₀ | Slope (±SE) |
|--|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Mentha longifolia</i> (δείγμα Α) | 59,33 (52,88- 66,17) | 85,89 (75,27- 109,66) | 7,98 ± 0,69 ^b |
| <i>Mentha longifolia</i> (δείγμα Β) | 65,56 (62,0- 71,12) | 82,75 (75,13- 100,04) | 12,68 ± 1,32 ^b |
| <i>Mentha longifolia</i> (δείγμα Γ) | 78,28 (75,33- 81,44) | 106,75 (100,39- 116,17) | 9,51 ± 0,91 ^b |
| <i>Mentha officinalis</i> | 61,25 (55,62- 65,61) | 88,62 (80,62- 105,78) | 7,98 ± 1,04 ^b |
| <i>Mentha spicata</i> | 52,85 (49,46- 56,42) | 79,06 (72,19- 89,81) | 7,32 ± 0,62 ^b |

Πίνακας 1. Αποτελέσματα των υπό εξέταση αιθέριων ελαίων

Αναλυτικά τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών παρουσιάζονται στο παράρτημα Α

Από το είδος *Mentha longifolia* χρησιμοποιήθηκαν αιθέρια έλαια που προέρχονται από διαφορετικές τοποθεσίες.

Από τα πειραματικά αποτελέσματα προκύπτει:

1. Τα φυτά του γένους *Mentha* που ενδημούν στη χώρα μας, μπορούν να αποτελέσουν πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθέριων ελαίων με αξιόλογες εντομοκτόνες ιδιότητες.

2. Όλα τα αιθέρια έλαια που δοκιμάστηκαν, εμφάνισαν σημαντική αποτελεσματικότητα εναντίον προνυμφών κουνουπιών του είδους *Culex pipiens*, με τιμές LD₉₀ 50-76 ppm (24h).

3. Τα αιθέρια έλαια από το ίδιο είδος *Mentha longifolia* αλλά διαφορετικής προέλευσης μπορεί να εμφανίζουν διαφορές στις βιοκτόνες ιδιότητες τους

Από τη μελέτη αυτή προκύπτει:

1. Ανάγκη μελέτης των ουσιών αυτών σε συνθήκες υπαίθρου καθώς και εναντίον άλλων ειδών κουνουπιών.
2. Ανάγκη διερεύνησης των παραγόντων που είναι υπεύθυνες για την εντομοκτόνο δράση των αιθέριων ελαίων καθώς και των στοιχείων που επηρεάζουν τη ν παραγωγή καλύτερης ποιότητας αιθέριου ελαίου από το φυτό.
3. Η συνέχεια της έρευνας θα μπορούσε να οδηγήσει στην παρασκευή ενός νέου, φυσικής προέλευσης, εντομοκτόνου από φυτά που καλλιεργούνται σχετικά εύκολα και μάλιστα σε άγονες και ορεινές περιοχές της χώρας μας.
4. Οι παραπάνω ιδιότητες των αιθέριων ελαίων θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης κουνουπιών ή προγράμματα διαχείρισης ανθεκτικότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ansari M. A., P. Vasudevan, M.Tandon and R.K. Razdan. 2000. Larvicidal and mosquito repellent action of peppermint (*Mentha piperita*) oil. *Biorescue Technology*. 71: 267-271.
2. Chamberlain, K., J. A. Pickett and C. M. Woodcock. 2000. Plant signaling and induced defense in insect attack. *Mol. Plant Physiol*. 1: 67-72.
3. Cheng, S.-S., J.-Y. Liu, K.-H. Tsai, W.-J. Chen and S.-T. Chang. 2004. Chemical Composition and Mosquito Larvicidal Activity of Essential Oils from Leaves of Different *Cinnamomum osmophloeum* Provanances. *J. Agric. Food Chem*. 52: 4395-4400.
4. El Hag, E. A., A. H. El Nadi and A. A. Zaitton. 1999. Toxic and Growth Retarding Effects of Three Plant Extracts on *Culex pipiens* Larvae (Diptera: Culicidae). *Phytother. Res*. 13: 388-392.
5. Jeyabalan, D., N. Arul and P. Thangamathi. 2003. Studies on effects of *Pelargonium citrosa* leaf extracts on malarial vector *Anopheles stephensi* Liston. *Bioresource Technol*. 89: 185-189.
6. Joseph, C. C., M. M. Ndoile, R. C. Malima and M. H. H. Nkunya. 2004. Larvicidal and mosquitocidal extracts, a coumarin, isoflavonoids and pterocarpan from *Neorautanemia mitis*. *T. Roy. Soc. Trop. Med. H*. 98: 451-455.
7. Kumar A. and G. P. Dutta. 1987. Indigenous plant oils as larvicidal agent against *Anopheles stephensi* mosquitos. *Current Science, India*. 56: 959-960.
8. Macedo, M. E., R. A. G. B. Consoli, T. S. M. Grandi, M. G. Antonio dos Anjos, B. Alaide de Oloveira, N. M. Mendes, R. O. Queiroz and C. L. Zani. 1997. (?) Screening of Asteraceae (Compositae) Plant extracts for Larvicidal Activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 92: 565-570.

9. Mongelli, E., J. Coussio and G. Ciccia. 2002. Investigation of the Larvicidal Activity of *Pothomorphe peltata* and Isolation of the Active Constituent. *Phytother. Res.* 16: S71-S72.
10. Rahuman, A. A., G. Gopalakrishnan, B. S. Ghouse, S. Arumugam and B. Himalayan. 2000. Effect of *Feronia limonia* on mosquito larvae. *Fitoterapia* 71: 553-555.
11. Ratnayake, R., V. Karunaratne, B. M. Ratnayake Bandara and V. Kumar. 2001. Teo New Lactones with Mosquito Larvicidal Activity from Three *Hortonia* species. *J. Nat. Prod.* 64: 376-378.
12. Sukumar, K., M. J. Perich and L. R. Boobar. 1991. Botanical derivatives in mosquito control: a review. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7: 210-237.
13. Trabousli, A. F., K. Taoubi, S. El-Haj, J. M. Bessiere and S. Rammal. 2002. Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). *Pest Manag. Sci.* 58: 491-495.
14. WHO. 1981. Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. Geneva, World Health Organization.
15. Yang, Y.-C., S.-G. Lee, H.-K. Lee, M.-K. Kim, S.-H. Lee and H.-S. Lee. 2002. A Piperidine Amide Extracted from *Piper longum* L. Fruit Shows Activity against *Aedes aegypti* Mosquito Larvae. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3765-3767.
16. Yang, Y.-C., M.-Y. Lim and H.-S. Lee. 2003. Emodin Isolated from *Cassia obtusifolia* (Leguminosae) Seed Shows Larvicidal Activity against Three Mosquito Species. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7629-7631.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

Mentha spicata

| Dose | Replicates | Total | Pupae 24h | Total 24h | Dead 24h | Pupae 48h | Total 48h | Dead 48h | Total Dead |
|------|------------|-------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 30 | A | 20 | 1 | 19 | 1 | 1 | 19 | 0 | 1 |
| 30 | B | 20 | 0 | 20 | 1 | 1 | 19 | 0 | 1 |
| 30 | C | 20 | 0 | 20 | 2 | 0 | 20 | 1 | 3 |
| 40 | A | 20 | 0 | 21 | 1 | 0 | 16 | 4 | 5 |
| 40 | B | 20 | 0 | 22 | 0 | 0 | 20 | 2 | 2 |
| 40 | C | 20 | 0 | 20 | 1 | 0 | 16 | 3 | 4 |
| 50 | A | 20 | 1 | 19 | 2 | 2 | 18 | 3 | 5 |
| 50 | B | 20 | 0 | 20 | 2 | 0 | 20 | 5 | 7 |
| 50 | C | 20 | 0 | 20 | 1 | 0 | 20 | 5 | 6 |
| 60 | A | 20 | 0 | 20 | 3 | 0 | 20 | 9 | 12 |
| 60 | B | 20 | 0 | 20 | 4 | 0 | 20 | 11 | 15 |
| 60 | C | 20 | 0 | 20 | 4 | 0 | 20 | 11 | 15 |
| 80 | A | 20 | 0 | 20 | 8 | 0 | 20 | 10 | 18 |
| 80 | B | 20 | 0 | 20 | 5 | 0 | 20 | 11 | 16 |
| 80 | C | 20 | 0 | 20 | 11 | 0 | 20 | 8 | 19 |
| 90 | A | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 90 | B | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 90 | C | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 |

Mentha longifolia

(Δείγμα Γ)

| Dose | Replicates | Total | Pupae 24h | Total 24h | Dead 24h | Pupae 48h | Total 48h | Dead 48h | Total Dead |
|------|------------|-------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 50 | A | 20 | 2 | 18 | 0 | 5 | 13 | 0 | 0 |
| 50 | B | 20 | 0 | 20 | 0 | 1 | 19 | 0 | 0 |
| 50 | C | 20 | 2 | 18 | 0 | 6 | 12 | 1 | 1 |
| 80 | A | 20 | 0 | 20 | 7 | 0 | 20 | 5 | 12 |
| 80 | B | 20 | 1 | 19 | 7 | 1 | 19 | 6 | 13 |
| 80 | C | 20 | 1 | 19 | 5 | 1 | 19 | 5 | 10 |

Mentha officinalis

| Dose | Replicates | Total | Pupae 24h | Total 24h | Dead 24h | Pupae 48h | Total 48h | Dead 48h | Total Dead |
|------|------------|-------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 50 | A | 20 | 2 | 18 | 2 | 5 | 13 | 12 | 14 |
| 50 | B | 20 | 4 | 16 | 4 | 7 | 18 | 12 | 16 |
| 50 | C | 20 | 1 | 19 | 0 | 4 | 15 | 13 | 13 |
| 80 | A | 20 | 0 | 20 | 14 | 4 | 16 | 16 | 20 |
| 80 | B | 20 | 1 | 19 | 16 | 5 | 14 | 14 | 20 |
| 80 | C | 20 | 0 | 20 | 15 | 4 | 16 | 16 | 20 |

Mentha longifolia

| Dose | Replicates | Total | Pupae 24h | Total 24h | Dead 24h | Pupae 48h | Total 48h | Dead 48h | Total Dead |
|------|------------|-------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 20 | A | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 1 | 1 |
| 20 | B | 20 | 0 | 20 | 0 | 1 | 19 | 1 | 1 |
| 20 | C | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 20 | A | 20 | 1 | 19 | 0 | 2 | 18 | 0 | 0 |
| 30 | B | 20 | 1 | 19 | 0 | 1 | 19 | 0 | 0 |
| 30 | C | 20 | 2 | 18 | 0 | 2 | 18 | 0 | 0 |
| 30 | A | 20 | 1 | 19 | 0 | 2 | 18 | 1 | 1 |
| 30 | B | 20 | 0 | 20 | 2 | 0 | 20 | 0 | 2 |
| 50 | C | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 8 | 8 |
| 50 | A | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 10 | 10 |
| 50 | B | 20 | 0 | 20 | 2 | 0 | 20 | 7 | 9 |
| 50 | C | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 6 | 6 |
| 60 | A | 20 | 0 | 20 | 3 | 0 | 20 | 16 | 19 |
| 60 | B | 20 | 0 | 20 | 3 | 0 | 20 | 15 | 18 |
| 60 | C | 20 | 0 | 20 | 3 | 0 | 20 | 12 | 15 |
| 60 | A | 20 | 0 | 20 | 5 | 0 | 20 | 15 | 20 |
| 80 | B | 20 | 1 | 19 | 11 | 1 | 19 | 8 | 19 |
| 80 | C | 20 | 1 | 19 | 11 | 1 | 19 | 8 | 19 |
| 80 | A | 20 | 0 | 20 | 13 | 0 | 20 | 7 | 20 |
| 80 | B | 20 | 0 | 20 | 16 | 0 | 20 | 4 | 20 |
| 110 | C | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |
| 110 | A | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |
| 110 | B | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |
| 110 | C | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |
| 140 | A | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |
| 140 | B | 20 | 0 | 20 | 19 | 0 | 20 | 0 | 20 |
| 140 | C | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |
| 140 | D | 20 | 0 | 20 | 20 | 0 | 20 | 0 | 20 |

Mentha longifolia

| Dose | Replicates | Total | Pupae 24h | Total 24h | Dead 24h | Pupae 48h | Total 48h | Dead 48h | Total Dead |
|------|------------|-------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| 40 | A | 20 | 2 | 18 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 |
| 40 | B | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 40 | C | 20 | 1 | 19 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 |
| 45 | A | 20 | 2 | 18 | 0 | 2 | 16 | 0 | 0 |
| 45 | B | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 45 | C | 20 | 3 | 17 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 |
| 50 | A | 20 | 2 | 18 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 |
| 50 | B | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 50 | C | 20 | 1 | 19 | 0 | 1 | 18 | 1 | 1 |
| 55 | A | 20 | 2 | 18 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 |
| 55 | B | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 5 | 5 |
| 55 | C | 20 | 3 | 17 | 0 | 0 | 17 | 7 | 7 |
| 60 | A | 20 | 2 | 18 | 1 | 2 | 18 | 8 | 9 |
| 60 | B | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 20 | 2 | 2 |
| 60 | C | 20 | 1 | 19 | 2 | 1 | 19 | 3 | 5 |
| 70 | A | 20 | 2 | 18 | 1 | 1 | 19 | 7 | 8 |
| 70 | B | 20 | 0 | 20 | 4 | 2 | 18 | 13 | 17 |
| 70 | C | 20 | 3 | 17 | 6 | 0 | 20 | 11 | 17 |