

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΝΥΜΦΟΚΤΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
ΕΙΔΩΝ CULICIDAE

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΑΡΙΑ Κ. ΣΑΚΚΑ

ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ (Τ.Ε.)

ΒΟΛΟΣ 2014

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΝΥΜΦΟΚΤΟΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ
ΕΙΔΩΝ CULICIDAE

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΜΑΡΙΑ Κ. ΣΑΚΚΑ

ΠΤΥΧΙΟΥΧΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ (Τ.Ε.)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΡΗΣΤΟΣ Γ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΤΡΟΠΗ:

ΧΡΗΣΤΟΣ Γ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Γ. ΤΣΙΡΟΠΟΥΛΟΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Θ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

«Η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής έγινε στο πλαίσιο της υλοποίησης του μεταπτυχιακού προγράμματος το οποίο συγχρηματοδοτήθηκε μέσω της Πράξης «Πρόγραμμα χορήγησης υποτροφιών ΙΚΥ με διαδικασία εξατομικευμένης αξιολόγησης ακαδ. έτους 2012-2013» από πόρους του Ε.Π. «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου (ΕΚΤ) και του ΕΣΠΑ (2007-2013)».

Περιεχόμενα

| | |
|--|----------|
| EΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | 1 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 2 |
| SUMMARY | 3 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ | 4 |
| 1.1 Έντομα και άλλοι ζωικοί εχθροί στο αστικό και περιαστικό περιβάλλον | 4 |
| 1.1.1 Κλάση έντομα (Insecta) | 6 |
| 1.1.2 Κλάση Αραχνίδια (Arachnida) | 18 |
| 1.1.3 Κλάση Θηλαστικά (Mammalia) | 21 |
| 1.2 Επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και των ζώων από την παρουσία εντόμων και άλλων ζωικών εχθρών στο αστικό και περιαστικό περιβάλλον | 25 |
| 1.2.1 Κλάση έντομα (Insecta) | 25 |
| 1.2.2 Κλάση Αραχνίδια (Arachnida) | 30 |
| 1.2.3 Κλάση Θηλαστικά (Mammalia) | 33 |
| 1.3 Αντιμετώπιση των εντόμων και των ζωικών εχθρών στο αστικό και στο περιαστικό περιβάλλον | 32 |
| 1.3.1 Κλάση έντομα (Insecta) | 33 |
| 1.3.2 Κλάση Αραχνίδια (Arachnida) | 43 |
| 1.3.3 Κλάση Θηλαστικά (Mammalia) | 45 |
| 1.4 Δίπτερα υγειονομικής σημασίας | 46 |
| 1.5 Culicidae – Κυριότερα είδη, βιολογία, οικολογία, ηθολογία και σημασία για τον άνθρωπο και τα θερμόαιμα | 48 |
| 1.6 Μέθοδοι αντιμετώπισης κουνουπιών | 72 |
| 1.7 Εγκεκριμένα προνυμφοκτόνα κουνουπιών στην Ελλάδα | 89 |
| 1.8 Σκοποί της παρούσας μελέτης | 101 |

| | |
|---|------------|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 103 |
| 2. ΓΕΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 103 |
| 2.1 Συνθήκες εργαστηρίου | 103 |
| 2.2 Έντομα που χρησιμοποιήθηκαν και μέθοδος εκτροφής τους | 103 |
| 2.3 Σκευάσματα που εξετάστηκαν | 106 |
| 2.4 Αξιολόγηση στο εργαστήριο | 106 |
| 2.5 Αξιολόγηση στο ύπαιθρο | 110 |
| 2.6 Στατιστική ανάλυση | 116 |
| 2.7 Αποτελέσματα | 117 |
| 2.8 Συζήτηση | 132 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 141 |
| ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ | 154 |

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το τέλος της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής διατριβής, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με στήριξαν, με βοήθησαν, με προέτρεψαν και με καθοδήγησαν καθ' όλη τη διάρκεια αυτού του χρόνου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Χρήστο Αθανασίου για την ανάθεση του θέματος αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής, για την στήριξη, την εμπιστοσύνη, τη συμπαράσταση, και την πολύτιμη βοήθεια κατά τη διεξαγωγή της αλλά και για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα.

Ευχαριστώ επίσης τον καθηγητή κ. Νικόλαο Γ. Τσιρόπουλο και τον καθηγητή κ. Νικόλαο Θ. Παπαδόπουλο για την συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον υποψήφιο διδάκτορα Ιωάννου Χαράλαμπο για την καθοδήγηση του, για την άψογη συνεργασία του, τις πολύτιμες πληροφορίες και συμβουλές του και την προθυμία του να απαντήσει σε οποιαδήποτε απορία μου κατά την διεξαγωγή του πειράματος και κατά την συγγραφή της συγκεκριμένης διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη στήριξη τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε στο εργαστήριο [$24.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, $\Sigma.Υ.75\pm 5\%$ και φωτοπερίοδο 14:10 (Φ:Σ)] και το ύπαιθρο κατά τους μήνες Μάιο Ιούνιο και Ιούλιο του 2013 η υπολειμματική εντομοκτόνος δράση ορισμένων εμπορικών προνυμφοκτόνων σκευασμάτων εναντίον του κουνουπιού *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). Εξετάστηκαν έξι διαφορετικά εντομοκτόνα [Du-Dim 15 SC (diflubenzuron), Vectobac 12 SC (Bti), Mozkill 120 SC (spinosad), Biopren BM 20 EC (s-methoprene), Abate (temephos) και Aquatain AMF (polydimethylsiloxane) στις συνιστώμενες δόσεις εφαρμογής με βάση το πρωτόκολλο βιοδοκιμών του WHO (1981). Σε συνθήκες εργαστηρίου, η υπολειμματική δράση των εντομοκτόνων παρουσίασε αξιοσημείωτες διαφορές, οι οποίες κυμάνθηκαν από μια εβδομάδα (Biopren) έως και δύο μήνες (Mozkill, Aquatain) μετά την εφαρμογή τους. Ωστόσο η έκθεση των σκευασμάτων στο ύπαιθρο προκάλεσε σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τα εργαστηριακά αποτελέσματα. Έτσι, για τα Biopren, Vectobac και Mozkill, μετά από 1 και 3 ημέρες έκθεσης αντίστοιχα, η αποτελεσματικότητα ήταν παρόμοια με αυτή του μάρτυρα. Αντιθέτως, η υπολειμματική τοξική δράση των Du-Dim, Abate, και Aquatain κυμάνθηκε από 14 έως 28 ημέρες, ανάλογα με το μήνα έκθεσης. Η επιβίωση και η γονιμότητα των ενηλίκων ατόμων που προέκυψαν από τις ανωτέρω μεταχειρίσεις δεν διέφερε σημαντικά στο πλείστο των περιπτώσεων. Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας καταδεικνύουν την αναγκαιότητα διενέργειας μελετών τόσο στο ύπαιθρο όσο και στο εργαστήριο προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των προνυμφοκτόνων σκευασμάτων των κουνουπιών και την ορθή επιλογή σκευάσματος ανά περίπτωση. Επιπροσθέτως, η γνώση της εποχικής διακύμανσης της υπολειμματικής τοξικής δράσης ορισμένων σκευασμάτων θα μπορούσε να συμβάλει στην βελτίωση των προγραμμάτων εφαρμογής τους μειώνοντας τη διενέργεια άσκοπων και άκαιρων ψεκασμών.

SUMMARY

The residual toxicity of several commercial larvicide formulations against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) was determined under laboratory [24.5±0.5 °C, RH 75±5 % and photophase 14:10 (L:D)] and field conditions during May, June and July of 2013. The evaluation included six different insecticide formulations [Du-Dim 15 SC (diflubenzuron), Vectobac 12 SC (Bti), Mozkill 120 SC (spinosad), Biopren BM 20 EC (s-methoprene), Abate (temephos) and Aquatain AMF (polydimethylsiloxane), by using the recommended doses using WHO (1981) bioassays protocol. Results showed that under laboratory conditions, residual activity ranged from one week (Biopren) to two months (Mozkill, Aquatain) following their application. However, exposure of larvicides under field conditions resulted in noticeable differences regarding their efficacy as compared with the laboratory bioassays. Hence, exposure of Biopren, Vectobac and Mozkill for 1 and 3 days respectively gave adult emergence levels that did not differ significantly in comparison with the controls. On the other hand, residual toxicity of Du-Dim, Abate, and Aquatain ranged from 14 to 28 days, depending of the month that the formulations were exposed. For the adults that had emerged from surviving larvae, mortality and fecundity, in most of the cases tested, did not differ from that in the controls. The results of the present work demonstrate the necessity of both field and laboratory studies in order to draw safe conclusions regarding the efficacy of larvicides against mosquitoes and the selection of the proper formulation for each case. In addition, the seasonal variation in the residual toxicity of the tested formulations could be useful for improving mosquitoes' management programs.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Έντομα και άλλοι ζωικοί εχθροί στο αστικό και περιαστικό περιβάλλον.

Τα έντομα και οι άλλοι ζωικοί εχθροί που βρίσκονται στο αστικό και στο περιαστικό περιβάλλον επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τον άνθρωπο και δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στην υγεία του, στις δραστηριότητες του και στην ευημερία του. Υπάρχουν έντομα και ζωικοί εχθροί που μπορεί να προκαλέσουν διάφορα προβλήματα στον άνθρωπο όπως εντομοφοβία, ενόχληση, ανησυχία, πόνο, αλλεργίες, δηλητηριάσεις, δερματίτιδες, απώλεια αίματος από τσιμπήματα, επιπλέον μπορεί να είναι φορείς παθογόνων που να προκαλούν σοβαρές ασθένειες. Ειδικότερα τα έντομα και οι ζωικοί εχθροί είναι υπεύθυνα για:

-Ενόχληση

Τα έντομα και οι ζωικοί εχθροί με τις αιμομυζητικές τους συμπεριφορές προκαλούν ενόχληση στους ανθρώπους (Lehane 2005, Durden and Mullen 2009). Σε αυτήν την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται έντομα και ζωικοί εχθροί όπως οι ψείρες, τα τσιμπούρια, τα κουνούπια, οι μαύρες μύγες, η μύγα τσε-τσε. Μερικά δεν έχουν αιμομυζητική συμπεριφορά αλλά προκαλούν ενόχληση λόγω του μεγάλου πληθυσμού τους, του μικρού μεγέθους τους, ή λόγω των συνηθειών τους όπως για παράδειγμα να προσεγγίζουν τα μάτια, την μύτη, το στόμα του ανθρώπου. Μεγάλοι πληθυσμοί εντόμων στις οικίες προκαλούν επίσης ενόχληση όπως οι κατσαρίδες. Ενόχληση από έντομα μπορεί να προκληθεί και σε εξωτερικούς χώρους όπως πάρκα, λίμνες, παραλίες (Durden and Mullen 2009).

-Δηλητηριάσεις

Το δηλητήριο είναι οποιαδήποτε ουσία που εισάγεται μέσα στο σώμα και επηρεάζει την κανονική φυσιολογική λειτουργία. Μια τοξίνη είναι ένα δηλητήριο φυτικής ή ζωικής προέλευσης που μπορεί να οδηγήσει σε μια

παθολογική κατάσταση που ονομάζεται τοξίκωση. Πολλά είδη από διάφορες κατηγορίες εντόμων και ζωικών εχθρών μπορούν να εισάγουν δηλητήριο με το νύγμα ή το δήγμα τους. Τα πιο σημαντικά είδη είναι οι μέλισσες, οι σφήκες, τα μυρμήγκια, οι αράχνες και οι σκορπιοί. Άλλα έντομα και ζωικοί εχθροί προκαλούν προβλήματα στον άνθρωπο όταν έρθουν σε επαφή μαζί του ή έπειτα από κατάποση όπως κάποια σκαθάρια και ορισμένες κάμπιες που παράγουν τοξίνες (Durden and Mullen 2009).

-Φόβος

Κάποιοι άνθρωποι απεχθάνονται τα έντομα και τους ζωικούς εχθρούς σε τέτοιο βαθμό που να πάσχουν από εντομοφοβία, τον φόβο για τα έντομα, ακαρεοφοβία, τον φόβο για τα ακάρεα (συμπεριλαμβάνονται και τα τσιμπούρια), και την αραχνοφοβία, τον φόβο για τις αράχνες. Πλήττονται από την εσφαλμένη αλλά ακλόνητη πεποίθηση (αυταπάτη) ότι έχουν μολυνθεί από έντομα, αράχνες, σκορπιούς, τσιμπούρια, ακάρεα, ή άλλους ζωικούς εχθρούς. Δείχνοντας ανησυχία για την παρουσία εντόμων που προκαλούν επιπτώσεις στην υγεία θεωρείται δικαιολογημένη αλλά συμπεριφορές υπέρμετρου φόβου αντικατοπτρίζουν σοβαρά ψυχολογικά προβλήματα. Τέτοια άτομα παρουσιάζουν περισσότερο φόβο από ό,τι τον συνήθη όταν έρχονται σε επαφή με έντομα και ζωικούς εχθρούς, καταφεύγοντας σε έμμονες μεθόδους καταπολέμησης εντόμων όπως εφαρμογή μεγάλων δόσεων εντομοκτόνων και άλλων χημικών στα σπίτια ή κατά την ατομική χρήση τους (Durden and Mullen 2009, Sabry et al. 2012).

-Εισβολή στους ιστούς του ξενιστή

Κάποια έντομα ή ζωικοί εχθροί εισβάλλουν στους ιστούς των ξενιστών τους. Υπάρχουν διάφοροι τύποι εισβολών από υποδόριες προσβολές μέχρι και προσβολές οργάνων όπως στους πνεύμονες και στα έντερα. Οι εισβολή στους ιστούς επιτρέπει την αξιοποίηση διαφόρων θέσεων επιλογής και συνήθως περιλαμβάνει τα ανήλικα στάδια των εντόμων και των ζωικών εχθρών. Η εισβολή στους ιστούς του ξενιστή από προνύμφες διπτέρων ονομάζονται μυϊάσεις (Durden and Mullen 2009).

-Μετάδοση ασθενειών

Υπάρχουν πολλά είδη εντόμων και ζωικών εχθρών που δημιουργούν προβλήματα στον άνθρωπο (Lehane 2005, Durden and Mullen 2009). Μερικά παραδείγματα τέτοιων εντόμων και των ασθενειών τους είναι τα κουνούπια (κίτρινο πυρετό, δάγκειο πυρετό, ιό του Δυτικού Νείλου, ελονοσία, φιλαριάσεις), οι μαύρες μύγες (ογκοκέρκωση), η μύγα τσε-τσε (τρυπανοσωμίαση), οι ψύλλοι (τυφοειδής πυρετός). Η μετάδοση των παθογόνων γίνεται είτε με βιολογική μετάδοση είτε με μηχανική μετάδοση. Στην βιολογική μετάδοση τα παθογόνα αναπτύσσονται ή αναπαράγονται στον ξενιστή του εντόμου ή του ζωικού εχθρού. Τέτοια παραδείγματα είναι η ελονοσία, η τρυπανοσωμίαση, η λυμφατική φιλαρίαση. Η μηχανική μετάδοση γίνεται μέσω μολυσμένων αποφύσεων όπως στοματικά μόρια ή με την αναγωγή ενός μολυσμένου με αίμα γεύματος (Durden and Mullen 2009, Ihemanma et al. 2013).

-Μολύνσεις τροφίμων

Πολλά έντομα και ζωικοί εχθροί μπορεί να μολύνουν ή να χαλάσουν προϊόντα διατροφής. Εκτός του ότι μπορεί να προκαλέσουν άμεση ζημιά στα τρόφιμα με την παρουσία τους ή την παρουσία τμημάτων τους όπως ακίδες, τεμαχίδια του σώματος τους μπορεί επίσης να καταποθούν κατά λάθος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε τοξικές και αλλεργικές αντιδράσεις, γαστρεντερικές μυϊάσεις και άλλες επιπτώσεις. Τέτοια έντομα είναι η οικιακή μύγα και οι κατσαρίδες (Durden and Mullen 2009).

Στην ενότητα αυτή, θα αναφερθούν έντομα και ζωικοί εχθροί που υπάρχουν στο αστικό και στο περιαστικό περιβάλλον.

1.1.1 Κλάση έντομα (Insecta)

Diptera

Κουνούπια: Τα κουνούπια ανήκουν στην τάξη Diptera στην υποτάξη Nematocera και την οικογένεια Culicidae (Εικόνα 1,2). Η οικογένεια Culicidae περιλαμβάνει 2 υπεριοικογένειες τις Chironomoidea και



Εικόνα 1: Οικογένεια Culicidae, είδος *Aedes* spp.
(<http://portal.crfsp.org.br/noticias/1892-crf-sp-contra-a-dengue.html>).



Εικόνα 2: Οικογένεια Culicidae, είδος *Culex pipiens*
(<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/La%20Diversidad%20de%20los%20seres%20vivos/moscas.htm>).

Thaumaleidae που έχουν μυζητικά στοματικά μόρια. Η υπεροικογένεια Chironomoidea περιλαμβάνει τις οικογένειες Chironomidae και την Thaumaleidae που τα έντομα των οικογενειών αυτών δεν έχουν μυζητικά στοματικά μόρια και οι οικογένειες Simuliidae και Ceratorogonidae που τα έντομα τους τρέφονται με αίμα από σπονδυλωτά. Η υπεροικογένεια Culicoidea περιλαμβάνει τις οικογένειες Dixidae, Corethrellidae, Chaoboridae και Culicidae των οποίων οι οικογένειες Dixidae και Culicidae τρέφονται με αίμα. Αρκετές από τις οικογένειες αυτές είναι μορφολογικά παρόμοιες μεταξύ τους (Foster and Walker 2009).

Φλεβοτόμοι: Οι φλεβοτόμοι ανήκουν στην τάξη Diptera, στην υποτάξη Nematocera, την υποοικογένεια Phlebotominae, την οικογένεια Psychodidae. Η οικογένεια Psychodidae περιλαμβάνει 6 υποοικογένειες τις Bruchomyiinae, Trichomyiinae, Horaellinae και Psychodinae στις οποίες ανήκουν μη αιμομυζητικά είδη, Sycoracinae και Phlebotominae τα οποία έχουν μόνο είδη αιμομυζητικά (Rutledge and Gupta 2009) (Εικόνα 3).

Μύγες: Οι μύγες ανήκουν στην τάξη Diptera, στην υποτάξη Brachycera, την οικογένεια Muscidae με 2 υποοικογένειες Muscinae και Fanniinae. Η οικογένεια Muscidae περιλαμβάνει περίπου 4,200 είδη τα οποία κατατάσσονται σε 190 γένη (Εικόνα 4). Σημειώνεται ότι κάποιοι συγγραφείς ξεχωρίζουν την υποοικογένεια όπως αναφέρεται πιο πάνω Fanniinae σαν μια οικογένεια (Fanniidae) (Moon 2009).

Μύγα Τσε-τσε: Η μύγα τσε-τσε ανήκει σε δικιά της υποοικογένεια την Glossininae ή Stomoxyni από την οικογένεια Muscidae. Παρόλα αυτά, λόγω της δομής των κεραιών τοποθετήθηκε σε δικιά της οικογένεια Glossinidae (Krinsky 2009a) (Εικόνα 5).

Ιριδίζουσες Μύγες και μη ιριδίζουσες Μύγες: Προκαλούν τις λεγόμενες μυϊάσεις που νοείται η προσβολή ζώντων σπονδυλωτών ζώων από pronύμφες διπτέρων οι οποίες τρέφονται από νεκρούς ή ζωντανούς ιστούς, εκκρίματα του σώματος ή προσληφθείσες από τα ζώνα αυτά ζώα τροφές (Εμμανουήλ 1999, Scholl et al. 2009). Η πλειοψηφία των ειδών που ανήκουν στις μυϊάσεις ανήκουν σε 2 μεγάλες υπεροικογένειες και 6 οικογένειες τις Muscoidea (Anthomyiidae, Fanniidae και Muscidae) και



ΕΙΚΟΝΑ 3: Οικογένεια Psychodidae, είδος *Phlebotomus papatasi*
(http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=4789).



ΕΙΚΟΝΑ 4: Οικογένεια Muscidae, είδος *Musca domestica*
(http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=529).



ΕΙΚΟΝΑ 5: Οικογένεια Glossinidae, είδος *Glossina morsitans morsitans* (http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=2078).

Oestroidae (Calliphoridae, Sarcophagidae, και Oestridae). Μέλη της οικογένειας Calliphoridae ονομάζονται ιριδίζουσες μύγες (blow flies) (Εικόνα 6). Αυτή είναι μεγάλη οικογένεια και περιλαμβάνει περί τα 1,000 είδη παγκοσμίως. Αρκετά είδη έχουν μεταλλικό μπλε, πράσινο, ή μπρούτζινο χρώμα. Η οικογένεια Sarcophagidae περιλαμβάνει τις μη ιριδίζουσες μύγες (flesh flies) που μερικές φορές καλούνται και κρεατόμυγες, και περιλαμβάνουν 2,000 είδη παγκοσμίως κατανεμημένα (Scholl et al. 2009, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011).

Μαύρες Μύγες: Οι μαύρες μύγες ανήκουν στην τάξη Diptera, στην υποτάξη Nematocera, την οικογένεια Simuliidae με 2 υποοικογένειες Simuliinae και Parasimuliinae (Adler and McCreadie 2009) (Εικόνα 7). Πάνω από 2,000 είδη από μαύρες μύγες έχουν περιγραφεί παγκοσμίως (Adler and McCreadie 2009).

Νυσοιτικές Σκνίπες: Ανήκουν στην τάξη Diptera (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Οι νυσοιτικές σκνίπες ανήκουν στην οικογένεια Ceratorogonidae με τέσσερις υποοικογένειες Leptoconorinae, Forcipomyiinae, Dasyheleinae, Ceratorogoninae. Η οικογένεια Ceratorogonidae αντιπροσωπεύει παγκοσμίως περίπου 110 γένη και 6,000 περιγραφόμενα είδη (Mullen 2009a) (Εικόνα 8).

Αλογόμυγες: Ανήκουν στην τάξη Diptera, στην οικογένεια Tabanidae (Εικόνα 9). Στην οικογένεια Tabanidae περιλαμβάνονται περίπου 4,300 είδη και υποείδη σε 133 γένη παγκοσμίως. Η οικογένεια Tabanidae χωρίζεται σε τρεις υποοικογένειες τις Pangoniinae, Chrysopsinae και Tabaninae (Mullens 2009).

Σκνίπες: Οι σκνίπες ανήκουν στην υποτάξη Nematocera, στην υποοικογένεια Psychodinae, στην οικογένεια Psychodidae (Εικόνα 10). Οι οικογένεια Psychodidae περιλαμβάνει περίπου 3,000 είδη που ταξινομούνται σε 6 υποοικογένειες. Οι υποτάξεις Bruchomyiinae, Trichomyiinae, Horaellinae και Psychodinae περιλαμβάνουν μόνο είδη που δεν είναι αιμομυζητικά. Μέλη των Bruchomyiinae, Trichomyiinae και Horaellinae δεν έχουν καμία σημασία για την δημόσια υγεία και την κτηνιατρική, αλλά η υποοικογένεια Psychodinae περιλαμβάνει κάποια είδη που προκαλούν



Εικόνα 6: Οικογένεια Calliphoridae, είδος *Callitroga* sp.
(<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/La%20Diversidad%20de%20los%20seres%20vivos/moscas.htm>).



Εικόνα 7: Οικογένεια Simuliidae, είδος *Simulium* spp.
(http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=2385).



ΕΙΚΟΝΑ 8: Οικογένεια Ceratomyzidae, είδος *Culicoides sonorensis* (http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/biting_midges.htm).



Εικόνα 9: Οικογένεια Tabanidae, είδος *Chrysops vittatus* (http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=8274).



Εικόνα 10: Οικογένεια Psychodidae, είδος *Psychoda* sp.
(<http://entoweb.okstate.edu/ddd/insects/mothfly.htm>).

όχληση. Οι υποοικογένειες Sycoracinae και Phlebotominae περιλαμβάνουν μόνο είδη αιμομυζητικά (Rutledge and Gupta 2009).

Siphonaptera

Ψύλλοι: Οι ψύλλοι ανήκουν στην τάξη Siphonaptera. Υπάρχουν περίπου 2,500 είδη και υποείδη από ψύλλους που είναι ταξινομημένα σε 15 οικογένειες και 220 γένη (Durden and Hinkle 2009) (Εικόνα 11).

Lepidoptera

Μικρολεπιδόπτερα και Πεταλούδες: Τα μικρολεπιδόπτερα και οι πεταλούδες ανήκουν στην τάξη Lepidoptera. Πολλά είδη είναι σημαντικά για την ιατρική και την κτηνιατρική. Αυτά περιλαμβάνονται σε τέσσερις υπεριοικογένειες τις Bombycoidea, Noctuoidea, Papilionoidea και Zygaenoidea (Mullen 2009b) (Εικόνα 12).

Coleoptera

Σκαθάρια: Τα σκαθάρια ανήκουν στην τάξη Coleoptera. Η τάξη των Coleoptera διαιρείται σε τέσσερις υποτάξεις τις Archostemata, Aderphaga, Myxophaga και Polyphaga (Krinsky 2009b) (Εικόνα 13).

Hymenoptera

Μυρμήγκια, Μέλισσες, Σφήκες: Τα μυρμήγκια, οι μέλισσες και οι σφήκες ανήκουν στην τάξη Hymenoptera. Υπάρχουν πάνω από 115,000 είδη στην τάξη των Hymenoptera. Η τάξη αυτή χωρίζεται σε δύο υποτάξεις τα Symphyta και τα Apocrita. Τα Apocrita διαιρούνται σε Terebrantia και Aculeata. Τα πιο σημαντικά είδη που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία είναι μέλη των Formicoidea, Apoidea και Vespoidea, όπου ανήκουν κοινωνικά έντομα όπως τα μυρμήγκια, οι μέλισσες και οι σφήκες (Reed and Landolt 2009) (Εικόνα 14).

Blattaria

Κατσαρίδες: Οι κατσαρίδες ανήκουν στην τάξη Blattaria (Kramer and Brenner 2009). Υπάρχουν περίπου 4,000 είδη κατσαρίδας εκ των



Εικόνα 11: Οικογένεια Pulicidae, είδος *Xenopsylla cheopis*
(<http://www.cdc.gov/dpdx/fleas/index.html>).



Εικόνα 12: Υπεροικογένεια Noctuoidea, οικογένεια Noctuidae, είδος
Calyptra parva
(http://eol.org/pages/68102/hierarchy_entries/35730247/overview).



Εικόνα 13: Υποτάξη Polyphaga, οικογένεια Oedemeridae, είδος *Oxycopsis mcdonaldii* (<http://bugguide.net/node/view/70882>).



Εικόνα 14: Υπεροικογένεια Vespoidea, οικογένεια Vespidae, είδος *Dolichovespula maculate* (<http://bugguide.net/node/view/302057/bgpage>).

οποίων το λιγότερο του 1% επηρεάζει τον άνθρωπο και το περιβάλλον του (O'Donell 1984). Υπάρχουν 5 οικογένειες κατσαρίδων εκ των οποίων οι τρεις έχουν τα πιο επιβλαβή είδη και είναι οι Blattidae, Blattellidae και Blaberidae (Εικόνα 15). Είδη της οικογένειας Cryptocercidae είναι ασυνήθη διότι έχουν στο έντερο συμβιωτικούς οργανισμούς παρόμοιους με αυτούς που έχουν και οι τερμίτες και ζουν σε ομάδες μέσα σε σάπια ξύλα. Είδη της οικογένειας Polyphagidae ζουν σε άνυδρες περιοχές όπου θα μπορούν να κινούνται γρήγορα μέσα στην άμμο (Kramer and Brenner 2009).

Hemiptera

True Bugs: Ανήκουν στην τάξη Hemiptera. Η τάξη χωρίζεται σε 2 υποτάξεις τα Heteroptera και τα Hemiptera. (Krinsky 2009c) (Εικόνα 16).

Phthiraptera

Ψείρες: Οι ψείρες ανήκουν στην τάξη Phthiraptera. Η τάξη Phthiraptera διαιρείται σε 2 κύριες ομάδες τις μυζητικές ψείρες (sucking lice) και τις μασητικές ψείρες (chewing lice). Λόγω της διαφορετικής στρατηγικής λήψης τροφής των δύο κατηγοριών οι αιμομυζητικές ψείρες είναι πιο σημαντικές για τη δημόσια υγεία από τις μασητικού τύπου ψείρες διότι οι πρώτες μεταδίδουν παθογόνα στους ξενιστές τους. Η τάξη Phthiraptera διαιρείται σε 4 υποτάξεις, την υπόταξη Anoplura που περιλαμβάνει τις μυζητικές ψείρες και τις υποτάξεις Amblycera, Ischnocera και Rhynchophthirina που περιλαμβάνουν τις γνωστές σαν μασητικές ψείρες (Durden and Lloyd 2009) (Εικόνα 17).

1.1.2. Κλάση Αραχνίδια (Arachnida)

Σκορπιοί: Υπάρχουν 1,077 είδη, 117 γένη και 9 οικογένειες (Mullen and Stockwell 2009) (Εικόνα 18).



Εικόνα 15: Οικογένεια Blattellidae, είδος *Parcoblatta pennsylvanica* (<http://www.americaninsects.net/bl/blatellidae.html>).



Εικόνα 16: Υποτάξη Heteroptera, οικογένεια Cimicidae, είδος *Cimex lectularius* (<http://www.cdc.gov/dpdx/bedbugs/index.html>).



Εικόνα 17: Υποτάξη Anoplura, οικογένεια Pediculidae, είδος *P. humanus capitis*
(http://www.ub.edu/web/ub/en/menu_eines/noticies/2010/06/49.html)



Εικόνα 18: Οικογένεια Buthidae, είδος *Mesobuthus gibbosus*
(<http://www.insects.gr/products/mesobuthus-gibbosus-brulle-1832-/>).

Solpugids: Ανήκει στην τάξη Solifugae η οποία περιλαμβάνει 12 οικογένειες, περίπου 150 γένη και πάνω από 900 είδη παγκοσμίως (Harney 2002, Mullen 2009c) (Εικόνα 19).

Αράχνες: Οι αράχνες ανήκουν στην τάξη Araneae. Παγκοσμίως έχουν περιγραφεί περίπου 3,000 γένη και 40,000 είδη από αράχνες. Οι πιο σημαντικές οικογένειες αραχνών είναι οι Dipluridae, Hexathelidae, Theraphosidae, Sicariidae (πρώην Loxoscelidae) και Theridiidae (Mullen and Vetter 2009) (Εικόνα 20).

Ακάρεα: Τα ακάρεα ανήκουν στην υποκλάση Acari, στην υπερτάξη Anactinotrichida και Actinotrichida. Η υπερτάξη Anactinotrichida αποτελείται από 4 τάξεις Notostigmata, Holothyrida, Ixodida και Mesostigmata (Εικόνα 21). Η υπερτάξη Actinotrichida αποτελείται από 3 τάξεις τα Prostigmata, Astigmata και Oribatida (Mullen and OConnor 2009).

Τσιμπούρια: Τα τσιμπούρια αποτελούν την υποτάξη των Ixodida, της τάξης των ακάρεων Parasitiformes, που είναι υποχρεωτικά παράσιτα. Η υποτάξη αυτή περιλαμβάνει 3 οικογένειες τις Ixodidae, Argasidae και Nuttallidae (Nicholson et al. 2009) (Εικόνα 22).

1.1.3 Κλάση Θηλαστικά (Mammalia)

Τρωκτικά: Τα ποντίκια και οι αρουραίοι ανήκουν στην τάξη Τρωκτικά (Rodentia). Στην τάξη αυτή έχουν ενδιαφέρον για τη δημόσια υγεία κυρίως τα ποντίκια και οι αρουραίοι, τα οποία ανήκουν στις οικογένειες Muridae για τα ποντίκια και Arvicolidae για τους αρουραίους (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2007) (Εικόνα 23).



Εικόνα 19: Τάξη Solifugae, είδος *Galeodes toelgi* (<http://blog.nus.edu.sg/lsm1303student2010/2010/04/07/it%E2%80%99s-an-insect-it%E2%80%99s-a-spider-it%E2%80%99s-a-scorpion-it%E2%80%99s%E2%80%A6-a-camel-spider/>).



Εικόνα 20: Οικογένεια Theridiidae, είδος *Latrodectus mactans* (<https://insects.tamu.edu/images/insects/common/images/cd-43-c-txt/cimg368.html>).



Εικόνα 21: Υπερτάξη Mesostigmata, είδος *Dermanyssus gallinae*
(http://es.wikipedia.org/wiki/Dermanyssus_gallinae).



Εικόνα 22: Οικογένεια Ixodidae, είδος *Dermacentor variabilis*
(<http://www.cdc.gov/dpdx/ticks/index.html>).



ΕΙΚΟΝΑ 23: Οικογένεια Muridae, είδος *Mus musculus*
(http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Muridae/pictures/collections/contributors/phil_myers/ADW_mammals/Rodentia/mus2/).

1.2 Επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και των ζώων από την παρουσία εντόμων και άλλων ζωικών εχθρών στο αστικό και περιαστικό περιβάλλον.

1.2.1 Κλάση έντομα (Insecta)

Diptera

Τα Diptera αποτελούν μια τάξη εντόμων που προκαλούν τις σημαντικότερες επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και των ζώων (Lehane 2005, Hall and Gehardt 2009). Τα κουνούπια είναι η πιο σημαντική ομάδα η οποία προκαλεί προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου λόγω του ότι είναι φορείς των περισσότερων παθογόνων μικροοργανισμών σε σχέση με τα άλλα δίπτερα (Foster and Walker 2009).

Ειδικότερα τα κουνούπια σχετίζονται άμεσα με την ανθρώπινη υγεία διότι τρέφονται με ανθρώπινο αίμα. Υπάρχουν πάνω από 520 ιοί που σχετίζονται με αρθρόποδα και που έχουν καταχωρηθεί από παγκόσμιο κατάλογο των Arboviruses και κάπου οι μισοί έχουν βιολογική σχέση με τα κουνούπια και περίπου 100 μολύνουν τους ανθρώπους. Τα κουνούπια κυρίως προκαλούν ελονοσία (malaria), κίτρινο πυρετό (yellow fever), δάγκειο πυρετό (dengue), φιλαρίαση (filariasis) και εγκεφαλίτιδες (encephalitis). Τα κουνούπια εκτός του ότι προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου είναι σημαντικοί φορείς ασθενειών και στα ζώα. Είναι η αιτία που προκαλούν στα ζώα ερεθισμό, απώλεια αίματος και αλλεργικές αντιδράσεις. Δεν είναι μόνο ενοχλητικά, αλλά διαταράσσουν την κανονική συμπεριφορά των ζώων. Μεγάλα σμήνη κουνουπιών μπορεί να προκαλέσουν την διακοπή της διατροφής ώστε να βρουν ανακούφιση από τα τσιμπήματα των κουνουπιών μέσω της συμπεριφοράς του ξυσίματος. Αυξάνοντας την συμπεριφορά του ξυσίματος μπορεί να προκληθούν εκδορές στο δέρμα, πτώση μαλλιών και δευτερευόντως λοιμώξεις από τα τσιμπήματα και από τα σημεία που ξύθηκαν. Στα βοοειδή

τα κουνούπια προκαλούν μείωση του σωματικού βάρους και μείωση της παραγωγής γάλακτος (Foster and Walker 2009).

Άλλα Diptera που είναι φορείς παθογόνων στον άνθρωπο είναι οι φλεβοτόμοι που προκαλούν sand fly fever, bartonellosis, λείσμανίαση (leishmaniasis), οι μαύρες μύγες που προκαλούν ογκοκέρκωση ή τύφλωση των ποταμών (onchocerciasis, river blindness) και η μύγα τσετσε που προκαλεί την αφρικανική τρυπανοσωμίαση ή ασθένεια του ύπνου (African trypanosomiasis, sleeping sickness) (Lehane 2005, Hall and Gerhardt 2009). Οι οικιακές μύγες, οι ιριδιζουσες μύγες, οι μη ιριδιζουσες μύγες ζουν ανάμεσα στην βρωμιά και τα σκουπίδια και μπορούν να μεταφέρουν παθογόνους παράγοντες που προκαλούν δυσεντερία (*Shigella dysenteriae*), τυφοειδή πυρετό (*Salmonella typhi*) και χολέρα (*Vibrio cholerae*). Το τριχωτό μέρος του σώματος τους, τα πόδια τους και το στόμα τους έχουν την ικανότητα της μεταφοράς παθογόνων και η μετάδοση στον άνθρωπο γίνεται είτε μέσω των τροφίμων είτε από πληγές του ανθρώπου (μηχανική μετάδοση). Υπάρχουν επίσης υποψίες ότι είναι φορείς του ιογενούς παράγοντα που προκαλεί πολιομυελίτιδα (poliomyelitis) (Ihemanna et al. 2013). Η ηθολογία των άγριων και κατοικίδιων ζώων επηρεάζεται από τα δίπτερα με πολλούς τρόπους. Ως φορείς παθογόνων, τα δίπτερα είναι υπεύθυνα για την διάδοση ιών όπως αυτών που προκαλούν τον καταρροϊκό πυρετό των προβάτων (bluetongue) και βοοειδών και την αιμορραγική νόσο των ελαφιών, ρικετσιακές λοιμώξεις όπως αναπλαστώσεις (anaplasmosis), λοιμώξεις πρωτόζωων όπως αυτές που προκαλούν την ελονοσία και μεταζωικές λοιμώξεις, όπως canine heartworm (filariasis) (Hall and Gerhardt 2009).

Blattaria

Οι κατσαρίδες προκαλούν σημαντικές λοιμώξεις που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία, όπως αλλεργίες, ψυχολογικό στρες και τσιμπήματα. Όσον αφορά το ανθρώπινο δέρμα υπάρχουν 3 τύποι αντιδράσεων του δέρματος από κατσαρίδες: 1. τα τσιμπήματα, 2. οι αντιδράσεις επαφής, 3. οι αντιδράσεις υπερευαισθησίας (O'Donel 1984). Το πιο σημαντικό στοιχείο για την επίδραση στην υγεία του ανθρώπου από τις κατσαρίδες είναι ότι

μεταφέρουν παθογόνα. Είναι ικανά να μεταφέρουν μικροοργανισμούς και άλλους φορείς μολύνοντας έμμεσα το φαγητό ή την επιφάνεια στην οποία φτιάχνεται το φαγητό. Παθογόνα που έχουν απομονωθεί από κατσαρίδες είναι τα εξής: *Salmonella*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* και άλλα. Οι κατσαρίδες χρησιμοποιούνται και σαν ενδιάμεσοι ξενιστές των παρασίτων και εξασθενούν κατοικίδια ζώα (Kramer and Brenner 2009).

Hemiptera

Τα ανώδυνα τσιμπήματα από τα αιμομυζητικά είδη true bugs είναι ιδιαίτερη απειλή για την υγεία και την ευημερία του ανθρώπου και των ζώων λόγω των παθογόνων που μεταφέρουν. Τα αιμομυζητικά είδη έχουν μεγάλη σημασία στην ιατρική και κτηνιατρική και περιλαμβάνει τις οικογένειες Reduviidae και Cimicidae (Lehane 2005, Krinsky 2009c).

Ως ένα καλά προσαρμοσμένο στο αστικό περιβάλλον παράσιτο οι κοριοί προκαλούν ανώδυνα τσιμπήματα. Κάποιοι άνθρωποι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στα τσιμπήματα τους και κάποιοι άλλοι λιγότερο (Wheeler 1990). Οι κοριοί μεταδίδουν πάνω από 40 ασθένειες στον άνθρωπο (Burton 1963, Goddard and deShazo 2009). Το τσίμπημα πολλές φορές περνάει απαρατήρητο λόγω του σάλιου που έχει αναισθητικές ενώσεις ενώ άλλες φορές λόγω αλλεργικής αντίδρασης σε ενώσεις που περιέχονται στο σάλιο του κοριού, εμφανίζεται στο σημείο τσιμπήματος κοκκινίλα και πρήξιμο και προκαλείται φαγούρα. Πολλοί άνθρωποι αντιλαμβάνονται την παρουσία των κοριών λόγω αυτού του έντονου κνησμού και της μεγάλης φλεγμονής που παρουσιάζουν. Το τυπικό οβάλ οίδημα είναι αποτέλεσμα αλλεργικής αντίδρασης (Wheeler 1990, Delaunay et al. 2011).

Coleoptera

Τα σκαθάρια αποτελούν μία μεγάλη τάξη εντόμων με μείζονα σημασία για την ανθρώπινη υγεία και την κτηνιατρική. Ενήλικα και προνύμφες από κάποια είδη τσιμπούν περιστασιακά αλλά τα περισσότερα είδη εκκρίνουν χημικές ουσίες που μπορούν να ερεθίσουν το δέρμα και τους οφθαλμούς των ανθρώπων και των ζώων. Σκαθάρια που υπάρχουν σε αποθηκευμένα προϊόντα προκαλούν αναπνευστικές αλλεργίες, και κάποια

είδη που βρίσκονται στην κοπριά και στα αποθηκευμένα προϊόντα επιδρούν σαν ενδιάμεσοι ξενιστές για σκόληκες που προκαλούν λοιμώξεις. Τα σκαθάρια προκαλούν στον άνθρωπο ερεθισμό στο δέρμα, στα μάτια, στην μύτη, καθώς και αναπνευστικές αλλεργίες και ήσσονος σημασίας γαστρεντερική δυσφορία. Η εισβολή στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος από προνύμφες σκαθαριών ονομάζεται canthariasis, ενώ η εισβολή στους ιστούς του ανθρώπινου σώματος από ενήλικα σκαθάρια ονομάζεται scarabiasis. Τα κυριότερα προβλήματα που προκαλούν τα σκαθάρια στα κατοικίδια ζώα είναι εντερικές διαταραχές, μηχανική μετάδοση παθογόνων και λειτουργούν ως ενδιάμεσοι ξενιστές για helminthic παράσιτα. Εκτός αυτού προκαλούν άμεση βλάβη στα ζώα και δομικές ζημιές σε εγκαταστάσεις πουλερικών (Krinsky 2009b).

Siphonaptera

Οι ψύλλοι αποτελούν σημαντική απειλή για την ανθρώπινη υγεία. Πολλά είδη προκαλούν ενοχλητικά τσιμπήματα με σημαντική δυσφορία, που μερικές φορές οδηγεί σε δευτερογενείς λοιμώξεις από πληγές τσιμπήματος. Τα τσιμπήματα από μερικά είδη μπορεί να προκαλέσουν δερματίτιδες ή αλλεργικές αντιδράσεις (Durden and Hinkle 2009). Οι ψύλλοι προκαλούν και προβλήματα στα ζώα, καθώς ευθύνονται για πάνω από το 50% επί του συνόλου των δερματικών περιπτώσεων (Rust 1990). Ορισμένες από τις ασθένειες που προκαλούν είναι δερματική αντίδραση στο τσίμπημα ψύλλου (bite dermatitis), κεστοειδείς σκόληκες (ταινίες) (tapeworm infestation) και αναιμία (Rust 1990).

Phthiraptera

Οι ψείρες μπορεί να είναι απειλή για ανθρώπους και ζώα όχι μόνο επειδή είναι αιμομυζητικά είδη ή έχουν μασητικού τύπου στοματικά μόρια, αλλά κυρίως λόγω της δυνατότητάς τους να μεταφέρουν παθογόνα (Durden and Lloyd 2009). Όπως και τα άλλα αιμομυζητικά έντομα έτσι και οι ψείρες κατά την διάτρηση του δέρματος εγχέουν βιολογικές δραστικές πρωτεΐνες οι οποίες προκαλούν αντιπηκτικές αναισθητικές ιδιότητες. Αυτά τα αντιγόνα προκαλούν μια αλλεργική αντίδραση μέσα σε 3-4 εβδομάδες, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε κνησμό και στην συνέχεια το τσίμπημα του

εντόμου μπορεί να γίνει αντιληπτό (Raoult and Roux 1999). Υπάρχουν τρεις τάξεις μυζητικών ψειρών που παρασιτούν τον άνθρωπο: η ψείρα του σώματος (body louse), η ψείρα της κεφαλής (head louse) και η ηβική ψείρα (crab or pubic louse). Όλα τα είδη είναι εκτοπαρασιτικά σε ανθρώπους, σπανίως σε σκύλους ή άλλα είδη ζώων. Τα σημαντικότερα παθογόνα που μεταδίδονται με τα είδη αυτά είναι ο επιδημικός τύφος (epidemic typhus), η πανώλη (trench fever) και ο υποτροπιάζων πυρετός. Η ασθένεια της πανώλης εμφανίστηκε σαν «οπορτουνιστική» νόσος των ανοσοκατεσταλμένων ατόμων, συμπεριλαμβανομένων και ατόμων που είναι θετικοί στον ιό HIV (Durdan and Lloyd 2009).

Lepidoptera

Ένας αριθμός λεπιδοπτέρων μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στην υγεία των ζώων. Ο βαθμός της αντίδρασης σε επαφή με κάμπιες εξαρτάται από το είδος, το βαθμό επαφής και την φύση των τοξινών. Πολλές περιπτώσεις περιλαμβάνουν ήπια, τοπική δερματίτιδα, με την μορφή μιας αίσθησης ενόχλησης, ή μικρό ερεθισμό με τοπικό πρήξιμο ή ερυθρότητα στο σημείο επαφής. Άλλες περιπτώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν μούδιασμα, ναυτία ή πυρετό. Οι προνύμφες πολλών λεπιδοπτέρων φέρουν τρίχες ή αγκάθια τα οποία φέρουν τοξίνες και όταν έρχονται σε επαφή με το δέρμα δημιουργούν αίσθημα τσουξίματος ή αίσθηση καψίματος. Υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί οι κάμπιες να καταποθούν από κατοικίδια ζώα με αποτέλεσμα να δημιουργήσουν γαστρεντερικά προβλήματα (Mullen 2009b).

Hymenoptera

Ένας αριθμός ειδών από μυρμήγκια, μέλισσες και σφήκες είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο. Τα περισσότερα τσιμπήματα (κεντρίσματα) από Hymenoptera προκαλούν έντονο πόνο στον άνθρωπο, ανάλογα με το είδος, ενώ διαφέρει και η αντίδραση (Reed and Landolt 2009). Λίγα είναι γνωστά σχετικά με τις επιδράσεις από τα τσιμπήματα των Hymenoptera στα ζώα. Κυρίως τα είδη *S. Invicta* και το *S. Richteri* μπορεί να θανατώσουν διάφορα ζώα όπως κουνέλια, πρόβατα, ορτύκια και άλλα πτηνά που

φωλιάζουν στο έδαφος (Lofgren 1986). Σοβαρές αλλεργικές αντιδράσεις από τσιμπήματα από μέλισσες και σφήκες έχουν αναφερθεί σε σκύλους.

Όταν οι μέλισσες τσιμπούν τους ανθρώπους, αυτοί δεν υποφέρουν ιδιαίτερα παρά μόνο από τον αρχικό πόνο στο σημείο του τσιμπήματος που ακολουθείται από την ανάπτυξη ενός πομφού. Η φαγούρα και η αίσθηση θερμότητας μπορεί να κρατήσουν για κάποιες ώρες. Πολλαπλά τσιμπήματα μπορεί να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα (Green 1990). Υπάρχουν 4 τύποι αλλεργικών αντιδράσεων στους ανθρώπους: η κανονική αντίδραση, η τοπική αντίδραση, η τοξική αντίδραση και η γενικευμένη αλλεργική αντίδραση (Green 1990).

Ορισμένα είδη μυρμηγκιών έχουν σημασία για την ανθρώπινη υγεία. Τα μυρμηγκία συχνά είναι ενοχλητικά και μερικές φορές επικίνδυνα λόγω των δαγκωμάτων και των τσιμπημάτων τους. Παρόλο αυτά δεν τσιμπούν όλα τα είδη μυρμηγκιών. Πολλά μυρμηγκία εκκρίνουν μια τοξική ουσία από τους αδένες της κεφαλής που εναποτίθεται κατά το δάγκωμα. Αυτή η ουσία είναι το μυρμηγκικό οξύ (Haack and Granovsky 1990).

1.2.2 Κλάση Αραχνίδια (Arachnida)

Το τσίμπημα από σκορπιό κατηγοριοποιείται σε δύο γενικούς τύπους: αυτοί που περιλαμβάνουν γενικά τοπικά και παροδικά συμπτώματα τα οποία διαρκούν λίγα λεπτά με μερικές ώρες, και αυτά που περιλαμβάνουν παρατεταμένες αντιδράσεις. Τα τοπικά συμπτώματα χαρακτηρίζονται από άμεσο πόνο που ακολουθείται από μέτριο οίδημα, που μοιάζει με τσίμπημα από μέλισσα ή σφήκα. Στις περιπτώσεις που περιλαμβάνονται τοξίνες το οίδημα μπορεί να κρατήσει και 72 ώρες και να ακολουθηθούν παρατεταμένες αιμορραγίες καθώς και φουσκάλες με αίμα κοντά στην περιοχή του τσιμπήματος. Άλλες επιδράσεις μπορεί να είναι ανατριχίλα, εφίδρωση και μυϊκοί σπασμοί κοντά στην περιοχή του τσιμπήματος. Στις πιο σοβαρές συστηματικές αντιδράσεις περιλαμβάνονται νευρολογικές επιδράσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε έντονη εφίδρωση, σιελόρροια, ακραία νευρική ανησυχία, αναπνευστικά και καρδιακά προβλήματα, διανοητική σύγχυση και

σπασμούς. Αυτά τα κλινικά συμπτώματα δείχνουν, ότι τα κύρια συστατικά του δηλητηρίου των επικίνδυνων σκορπιών είναι νευροτοξίνες. Αυτές οι τοξίνες δρουν στο συμπαθητικό νευρομυϊκό σύστημα προκαλώντας ένα ευρύ φάσμα συστηματικών αντιδράσεων. Δρουν με διάσπαση της τάσης των διαύλων νατρίου και καλίου των νευρών, η οποία διάσπαση με τη σειρά της προκαλεί νευρική αποπόλωση, παρατεταμένη δυναμική δράσεως, επαναλαμβανόμενη πυροδότηση, και ανεξέλεγκτη απελευθέρωση των αγγειοδιαστολέων και νευροδιαβιβαστών που επηρεάζουν ουσιαστικά το βασικό σύστημα του οργανισμού. Η επίδραση επί των νευροδιαβιβαστών οδηγεί σε παραστατική απελευθέρωση κατεχολαμινών (όπως για παράδειγμα adrenaline, noradrenaline) που μπορούν να βλάψουν σοβαρά την καρδιά και άλλα όργανα. Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι οι σκορπιοί αποτελούν πλέον σημαντική απειλή για τα κατοικίδια ζώα, συμπεριλαμβανομένων των γάτων και των σκύλων (Mullen and Stockwell 2009).

Όλες οι αράχνες έχουν δηλητήριο στους αδένες. Όταν φοβηθούν, πολλά είδη τρυπουν το δέρμα και δαγκώνουν τον άνθρωπο και άλλα ζώα. Η σοβαρότητα της αντίδρασης εξαρτάται από το είδος της αράχνης, το μέγεθος και από την ποσότητα του δηλητηρίου που εκχέεται (Mullen and Vetter 2009). Το δηλητήριο των αραχνών ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό μεταξύ των διαφόρων ταξινομικών κατηγοριών των αραχνών όσον αφορά τη χημική σύνθεση και τις επιπτώσεις του με την έγχυση του στα διάφορα ζώα. Στα συστατικά περιλαμβάνονται τα αμινοξέα, η ισταμίνη και ειδικές ενώσεις τοξινών που αποτελούν χαρακτηριστικό των μεμονωμένων ομάδων ή ειδών. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ορισμένα δηλητήρια είναι κυρίως κυτταρολυτικά, προκαλώντας την καταστροφή των κυττάρων του δέρματος και των γύρω ιστών με τα οποία έρχονται σε επαφή, ενώ άλλα ενεργούν ως νευροτοξίνες ή διακόπτουν την κανονική λειτουργία του αίματος (O' Donel 1984, Mullen and Vetter 2009). Τα περισσότερα προβλήματα που δικαιολογούν ιατρική φροντίδα δεν οφείλονται άμεσα σε τσιμπήματα, αλλά σε δευτερογενείς λοιμώξεις. Σε άλλες περιπτώσεις που αφορούν τα πιο τοξικά είδη μπορεί να είναι πιο σοβαρά προκαλώντας και θάνατο (Mullen and Vetter 2009).

Υπάρχουν πάνω από 250 είδη ακάρεων που έχουν αναγνωριστεί ότι σχετίζονται με προβλήματα υγείας για ανθρώπους και κατοικίδια ζώα. Τύποι προβλημάτων που δημιουργούν: 1. προσωρινός ερεθισμός του δέρματος από τσιμπήματα ή μύζηση στην επιφάνεια του δέρματος, στην γούνα και στα φτερά, 2. επίμονη δερματίτιδα που προκαλείται όταν τα ακάρεα εισβάλλουν στο δέρμα ή στα ωθηλάκια των μαλλιών, 3. αλλεργίες, 4. μεταφορά παθογόνων μικροοργανισμών και μετάζωων παρασίτων, 5. λειτουργούν ως ενδιάμεσοι ξενιστές ιδίως για κεστοειδείς σκώληκες (κοινώς ταινία) (tapeworm), 6. εισβάλλουν στις αναπνευστικές διόδους, στις διώρυγες των αυτιών και στα εσωτερικά όργανα, 7. υπέρμετρος φόβος για τα ακάρεα που ονομάζεται ακαροφοβία (acarophobia) και 8. οι αυταπάτες ακαρίασης μια ψυχολογική κατάσταση στην οποία το άτομο είναι πεπεισμένο ότι δέχεται επίθεση από ακάρεα, και στην πραγματικότητα δεν εμπλέκονται ακάρεα (Mullen and OConnor 2009).

Τα τσιμπούρια είναι πολύ γνωστοί φορείς ασθενειών για τον άνθρωπο και τα ζώα. Μεταφέρουν έναν μεγάλο αριθμό από μολύσματα σε σχέση με όλα τα αιμομυζητικά αρθρόποδα. Παγκοσμίως είναι οι σημαντικότεροι φορείς στον τομέα τις κτηνιατρικής και έχουν την ίδια σημαντικότητα στην ανθρώπινη υγεία σε σχέση με τα κουνούπια. Τα τσιμπούρια μεταφέρουν πολυάριθμα πρωτόζωα, ιούς, βακτήρια, και παθογόνα. Τσίμπημα από τσιμπούρι μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση, θανατηφόρο παράλυση, και οι πληγές που δημιουργούν μπορεί να προκαλέσουν δευτερογενή τραύματα (Nicholson et al. 2009). Η μορφή της αντιδράσεως με την προσκόλληση τους στο δέρμα μπορεί να είναι μια εξωτερική επίδραση του σώματος, μια τοπική αντίδραση σε έκκριση σιέλου, μια αντίδραση στην έγχυση τοξίνης του τσιμπουριού, μια γενικευμένη αντίδρασης υπερευαισθησίας ή ακόμα και αφαιμάξη ενός ζώου μέσω της προσκόλλησης στο δέρμα μεγάλου αριθμού τσιμπουριών (O'Donell 1984). Οι ασθένειες που μεταδίδονται από τα τσιμπούρια είναι: πιροπλάσμωση (babesiosis), αναπλάσμωση (anaplasmosis), theileriosis, υδρωπικία (heartwater) και πολλές ακόμα που έκαναν δύσκολο ή ακατόρθωτο να αυξηθεί η κτηνοτροφία στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου (Nicholson et al. 2009).

1.2.3 Κλάση Θηλαστικά (Mammalia)

Τα τρωκτικά μπορούν να μεταδώσουν απευθείας ασθένειες με το δάγκωμα τους, δηλαδή φορέας της ασθένειας είναι το τρωκτικό, καθώς μπορούν να μεταδώσουν ασθένεια από τσιμπούρια, ψύλλους ή ακάρεα ή από τη μόλυνση στα τρόφιμα ή το νερό με τα κόπρανα ή και τα ούρα. Οι ασθένειες που προκαλούν τα τρωκτικά είναι:

-Λεπτοσπείρωση (Leptospirosis) η οποία προκαλείται από το βακτήριο *Leptospira icterohaemorrhagiae*,

-Σαλμονέλλωση (Salmonellosis),

-Τυφοειδής πυρετός (Murine Typhus Fever),

-Πανώλη (Plague) η οποία εμφανίζεται σε 4 μορφές: βουβωνική (Bubonic plague), πνευμονική (Pneumonic plague), σηψαιμική (Septicemic plague) και πανώλη των δασών (Sylvatic plague).

-Rat-Bite Fever που προκαλείται από δύο βακτηριακούς οργανισμούς, *Spirillum minus* και *Streptobacillus miniliformis* (Jackson 1990).

1.3 Αντιμετώπιση των εντόμων και των ζωικών εχθρών στο αστικό και στο περιαστικό περιβάλλον.

1.3.1 Κλάση έντομα (Insecta)

Diptera

Η αντιμετώπιση των κουνουπιών για να είναι αποτελεσματική, απαιτείται να γίνουν ατομικές προσπάθειες των πολιτών, καθώς και να πραγματοποιηθούν συντονισμένες δράσεις από πλευράς πολιτείας υπό την επίβλεψη ειδικών επιστημόνων. Έτσι αναμένεται να εξασφαλιστούν αποτελέσματα που θα ελαχιστοποιήσουν την πιθανότητα μετάδοσης νόσων και θα περιορίσουν σημαντικά την όχληση από τα κουνούπια (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Η αντιμετώπιση των κουνουπιών γίνεται είτε στο στάδιο των ενηλίκων (ακμαιοκτονία) είτε στο στάδιο των ανήλικων (προנוμφοκτονία).

-Αντιμετώπιση ενηλίκων κουνουπιών (ακμαιοκτονία):

- Υπολειμματικοί ψεκασμοί:

Οι υπολειμματικοί ψεκασμοί είναι ψεκασμοί με εντομοκτόνα που κατευθύνονται σε εξωτερικές επιφάνειες κτιρίων, σε εσωτερικούς τοίχους κτιρίων σε εξωτερικούς χώρους, γύρω από τις εστίες αναπαραγωγής κουνουπιών (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Όσον αφορά τους ψεκασμούς εξωτερικών χώρων πραγματοποιούνται όταν κρίνεται αναγκαίο κυρίως στην διάρκεια επιδημιών, καθώς οι επιδράσεις τους δεν είναι μακράς διάρκειας και η διαδικασία πρέπει να επαναλαμβάνεται συχνά. Συνήθως εφαρμόζονται μέσα και γύρω από τα σπίτια, κάποιους εξωτερικούς χώρους ανάπαυσης σε πυκνή βλάστηση ή έλη (WHO 2013). Σύμφωνα με τον WHO (2013) οι ψεκασμοί εσωτερικών χώρων αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο για την μείωση και την διακοπή μετάδοσης της ελονοσίας.

- Ψεκασμοί εσωτερικών χώρων:

Οι ψεκασμοί εσωτερικών χώρων μπορούν διακριθούν σε καπνισμούς εσωτερικών χώρων, καπνογόνες σπείρες, ηλεκτροθερμαινόμενα πλακίδια, εντομοαπωθητικά χώρου (Εμμανουήλ 1999, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Οι καπνογόνες σπείρες είναι πολύ δημοφιλής και ανέξοδη μέθοδος αντιμετώπισης κουνουπιών, καίγονται αργά και έχουν σταθερή απελευθέρωση εντομοκτόνου στον ατμοσφαιρικό αέρα διάρκειας ως και 6-8 ώρες. Όσον αφορά τα εντομοαπωθητικά χώρου και κυρίως αυτά που είναι σε μορφή αεροζόλ είναι εμπορικά διαθέσιμα για χρήση από άτομα και νοικοκυριά. Ο ψεκασμός πρέπει να εφαρμοστεί μέσα σε ένα δωμάτιο με όλες τις εξόδους κλειστές. Ο άνθρωπος που ψεκάξει θα πρέπει να φύγει από το δωμάτιο και να περιμένει για λίγα λεπτά, ενώ τα κουνούπια θανατώνονται απευθείας. Η μέθοδος έχει μειονεκτήματα όπως το άνοιγμα ενός παραθύρου ή της πόρτας που μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να εισέλθουν εκ νέου στο χώρο κουνούπια. (WHO 2013).

- Χρήση απωθητικών ουσιών για ατομική προστασία:

Ένας αριθμός ουσιών υπάρχει (υπό μορφή κρεμών, λοσιόν, στικ, γαλακτωμάτων, αερολυμάτων κ.α.) που μπορούν να αγοραστούν και να χρησιμοποιηθούν (μόνες τους ή σε συνδυασμό) για την προστασία των γυμνών μερών του σώματος (π.χ. τους καρπούς, τα χέρια, το λαιμό, το πρόσωπο, αποφεύγοντας τα μάτια) από τα κουνούπια (Εμμανουήλ 1999, WHO 2013, Ihemanma et al.2013). Μπορούν επίσης να εφαρμοστούν και στα ρούχα. Τα απωθητικά παραμένουν σε ισχύ μόνο για περίπου 2 ώρες, αλλά όσον αφορά την χρήση τους στα ρούχα, τα εμποτισμένα με απωθητικά ρούχα μπορεί να παραμείνουν αποτελεσματικά για αρκετές εβδομάδες ή μήνες, αν δεν πλυθούν (Ihemanma et al. 2013).

- Χρήση διχτυωτού πλέγματος:

Χώροι (οικίες, δωμάτια, κρεβάτια) που προστατεύονται από διχτυωτό 16 έως 18 mesh (1,19 mm έως 1mm) σπανίως έχουν πρόβλημα από κουνούπια (Εμμανουήλ 1999). Επίσης μπορεί να γίνει και χρήση διχτυών εμποτισμένων με εντομοκτόνες ουσίες (WHO 2013).

-Αντιμετώπιση των προνυμφών κουνουπιών (προνυμφοκτονία):

- Βιολογική καταπολέμηση:

Τα προνυμφοφάγα ψάρια είναι ευρύτερα διαδεδομένοι οργανισμοί για βιολογική καταπολέμηση. Επίσης χρησιμοποιούνται για βιολογική καταπολέμηση πολλά παθογόνα όπως ιοί, βακτήρια (*Bacillus thuringiensis var. israelensis*, *B. sphaericus*), και μύκητες (*Coelomomyces*, *Lagenidium*, *Culicinomyces*) που είναι παράγοντες θνησιμότητας των προνυμφών (Lacey and Orr 1994, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011, Tetreau 2013).

- Χημική καταπολέμηση:

Υπάρχουν διάφορα εγκεκριμένα βιοκτόνα υγειονομικής σημασίας, κατάλληλα για να χρησιμοποιηθούν σε προγράμματα καταπολέμησης των προνυμφών κουνουπιών (προνυμφοκτονία). Σήμερα στα προγράμματα καταπολέμησης κουνουπιών χρησιμοποιούνται είτε ρυθμιστές ανάπτυξης (Insect growth regulators, IGRs) όπως diflubenzuron, pyriproxifen και S-methoprene είτε σπινοςίνες όπως spinosad (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Σχετικά με την αντιμετώπιση των προνυμφών μπορεί να γίνει και

χρήση σκευάσματος προνυμφοκτόνου μονομοριακού φιλμ με βάση τη σιλικόνη το οποίο δρα με μηχανικό τρόπο εμποδίζοντας την αναπνοή των προνυμφών και νυμφών στο νερό αλλά και την ωστοκία των ενηλίκων κουνουπιών (Bukhari 2009). Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι αυτό το σκεύασμα είναι φιλικό προς το περιβάλλον και κατάλληλο για μια ποικιλία οικοτόπων περιλαμβανομένων των λιμνών, λιβαδιών, δεξαμενών νερού, συστημάτων αποχέτευσης (Bukhari 2009). Επίσης σύμφωνα με τη νομοθεσία δεν υπάγεται στα γεωργικά φάρμακα (βιοκτόνα) που χρειάζονται ειδική άδεια έγκρισης κυκλοφορίας στη χώρα μας (Αριθ. πρωτ.: 5112/549920).

- Διαχείριση του περιβάλλοντος

Είναι ένας συνολικός όρος για την μεγάλη ποικιλία μεθόδων όπως ο καθαρισμός της βλάστησης στις όχθες των λιμνών, ελών, ποταμών, αρδευτικών και αποστραγγιστικών αυλάκων, ώστε να υπάρχει συνεχής ροή νερού ώστε να βοηθά να συμπαρασύρονται και να καταστρέφονται τα αυγά και τα ατελή στάδια των κουνουπιών, τα οποία συνήθως αναπτύσσονται εκεί (Εμμανουήλ 1999, WHO 2013). Αυτή μπορεί να είναι μια οικονομικά αποδοτική στρατηγική για τον έλεγχο των προνυμφών κυρίως όταν εστιάζει στην εξάλειψη ενός μικρού αριθμού ενδαιτημάτων προνυμφών που είναι γνωστό ότι συμβάλλουν στην μείωση των ενηλίκων πληθυσμών (WHO 2013).

Όσον αφορά την καταπολέμηση άλλων δίπτερων, για τους φλεβοτόμους η καταπολέμηση τους γίνεται κατά κύριο λόγο στα ενήλικα άτομα διότι υπάρχει η δυσκολία εντοπισμού τους στις θέσεις ανάπτυξης των προνυμφών των φλεβοτόμων και τα μέτρα αντιμετώπισης είναι ίδια με αυτά των κουνουπιών (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Για τις μύγες της οικογένειας Simuliinae η αντιμετώπιση γίνεται με την λήψη προληπτικών ατομικών μέτρων όπως η χρήση κατάλληλου ρουχισμού (ανοιχτόχρωμα ρούχα, ρούχα που καλύπτουν όλα τα σημεία του σώματος μας, ή η απαγόρευση κυκλοφορίας τις ώρες δραστηριοποίησης τους 2-3 ώρες πριν το λυκόφως ή μετά την ανατολή του ηλίου) (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011, Adler and McCreadie 2009). Επίσης άλλο ατομικό μέτρο είναι η χρήση εντομοαπωθητικών τόσο φυσικών όσο και χημικών σκευασμάτων

που μπορούν να απλωθούν απευθείας στο δέρμα ή στα ρούχα των ανθρώπων (Adler and McCreadie 2009). Παγκοσμίως οι μαύρες μύγες αντιμετωπίζονται πρωτίστως με την χρησιμοποίηση εντομοπαθογόνων βακτηρίων του *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* στο στάδιο των προνυμφών (Adler and McCreadie 2009).

Για τις οικιακές μύγες πολλά μέσα και τρόποι αντιμετώπισης υπάρχουν, που μπορεί να αρχίζουν από μια απλή «μυγοσκοτώστρα» για απαλλαγή ενός χώρου από μικρό αριθμό εντόμων έως την βιολογική καταπολέμηση για εκτεταμένες περιοχές. Η βασικότερη ενέργεια στην προσπάθεια αντιμετώπισης αποτελεί πάντως η καταστροφή των εστιών ανάπτυξης των προνυμφών. Οι κάδοι σκουπιδιών πρέπει να κλείνουν καλά ώστε να μην επιτρέπουν την είσοδο των θηλυκών προς φωτοκία (Εμμανουήλ 1999). Απορρίμματα που βρίσκονται σε υπαίθριο χώρο και δεν είναι δυνατό να καταστραφούν αμέσως, χρήσιμο είναι να σκεπάζονται με διαφανή φύλλα πολυαιθυλενίου, έτσι ώστε να γίνεται καταστροφή των προνυμφών από την αυξημένη θερμοκρασία που αναπτύσσεται από τον ήλιο, κάτω από τα φύλλα του πολυαιθυλενίου (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011).

Η αντιμετώπιση των εντόμων της οικογένειας Tabanidae είναι δύσκολο να πραγματοποιηθεί (Mullens 2009). Δεν υπάρχουν πραγματικά αποτελεσματικές μέθοδοι ελέγχου των Tabanidae (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Αντιμετώπιση για μικρό χρονικό διάστημα για τα ζώα μπορεί να γίνει με την χρήση εντομοκτόνων, αλλά τα εντομοκτόνα σπρέι συχνά δεν είναι ιδιαίτερος αποτελεσματικά. Για την ατομική προστασία εντομοαπωθητικά που εφαρμόζονται στο ανθρώπινο δέρμα ή εμποτίζονται σε ρούχα μπορεί να προσφέρουν προσωρινή ανακούφιση για τους ανθρώπους, αλλά μερικές φορές αναφέρονται φτωχά αποτελέσματα κατά τη χρήση τους. Επίσης παγίδες που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των ενηλίκων Tabanidae μπορεί να είναι ένα πιθανό εργαλείο για την αντιμετώπιση τους (Mullens 2009).

Blattaria

Οι κύριες μέθοδοι αντιμετώπισης των κατσαρίδων είναι οι εξής:

- Υγιεινή:

Πρέπει να καθαρίζουμε καθημερινά για να αποφύγουμε τις κατσαρίδες (O'Donell 1984, Kramer and Brenner 2009). Κυρίως πρέπει να μην αφήνονται υπολείμματα τροφών μέσα και γύρω από καφετιέρες, νεροχύτες, ψυγεία, έπιπλα, όπου και συσσωρεύονται υπολείμματα τροφών (Kramer and Brenner 2009). Σύμφωνα με τους Lee and Lee (2000), η υγιεινή επηρέασε την απόδοση των δολωματικών σταθμών ενάντια στην αμερικάνικη κατσαρίδα (*Periplaneta americana*).

- Φυσικοί μέθοδοι:

Περιλαμβάνει τεχνικές όπως σκούπισμα με ηλεκτρική σκούπα, κολλητικές παγίδες και παγίδες τύπου pitfall. Επίσης θερμότητα, κρύο, ατμός, είναι μερικές από τις μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των κατσαρίδων (Kramer and Brenner 2009).

- Βιολογικοί μέθοδοι:

Έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης των κατσαρίδων. Μεταξύ των φυσικών παραγόντων που έχουν διερευνηθεί είναι παρασιτοειδή όπως σφήκες, νηματώδεις και σπόρια μυκήτων (Kramer and Brenner 2009). Οι ωόσακοι της *P. americana* (αμερικάνικη κατσαρίδα) είναι επιρρεπή σε παρασιτισμό. Οι ωόσακοι επωάζονται μέσα σε 4 έως 7 εβδομάδες συνήθως, κρυμμένοι μέσα σε μια ρωγμή ή πλήρως εκτεθειμένοι. Υπάρχουν αρκετά παράσιτα των Hymenoptera για την αμερικάνικη κατσαρίδα, ένα από τα πιο σημαντικά είναι το *Aprostocetus (Tetrastichus) hagenowii*. Η *A. hagenowii* είναι ο πιο αποτελεσματικός οργανισμός ελέγχου από ό,τι άλλα είδη παρασιτοειδών επειδή είναι κοινωνικά, με ένα σύντομο βιολογικό κύκλο (24-40 ημέρες), και αναπτύσσονται ακόμη και αν οι ωόσακοι διαταραχθούν (Reiersen 2005). Οι δυσκολίες εφαρμογής που σχετίζονται με τις σφήκες αυτές είναι η μαζική παραγωγή τους και το γεγονός ότι δεν εξαλείφουν εντελώς τους πληθυσμούς των κατσαρίδων. Η χρήση παρασιτικών νηματωδών όπως *Steinernema carpocapsae* και διάφοροι παθογόνοι μύκητες που έχουν απομονωθεί από κατσαρίδες δεν έχει αποδειχθεί ακόμα ότι είναι αποτελεσματικά μέσα αντιμετώπισης (Kramer and Brenner 2009).

- Ατομική υγιεινή:

Για την προστασία των ατόμων συνίσταται ο ψεκασμός, ή η επίπαση επιφανειών με πυρεθρίνες και απωθητικές ουσίες (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Επιπλέον ενδείκνυται επάλειψη της επιδερμίδας στα γυμνά μέρη του σώματος με ειδικές απωθητικές ουσίες (πυρεθρίνες) που κυκλοφορούν στο εμπόριο ως λοσιόν, γαλάκτωμα κ.α. (ΥΠΑΑΤ 2013).

Hemiptera

Τα μέτρα που πρέπει να ακολουθηθούν για την αντιμετώπιση των κοριών είναι τα ακόλουθα:

- 1) Έλεγχος του χώρου.
- 2) Προσδιορισμός του είδους ή των ειδών των κοριών που υπάρχουν.
- 3) Χρήση δύο ή και περισσότερων μεθόδων ή μέσων καταπολέμησης.
- 4) Έλεγχος αποτελεσματικότητας των μεθόδων (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011).

Η καθαριότητα του σπιτιού είναι ένα από τα βασικά μέτρα για την αντιμετώπιση των κοριών (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011, Krinsky 2009c). Πρέπει να γίνει αφαίρεση των συσσωρευμένων χαρτιών, σκουπιδιών από ξύλο, θα πρέπει να απομακρύνονται μέρη τα οποία είναι θέσεις καταφύγια για τους κοριούς (Krinsky 2009c). Μόλις εμφανιστεί μια προσβολή από έντομα της οικογένειας Cimicidae απαιτείται διεξοδική απεντόμωση και οι εφαρμογές των εντομοκτόνων θα πρέπει να γίνουν στις επιφάνειες επί των οποίων βαδίζουν τα έντομα για να βρουν τον ξενιστή τους. Οι ψεκασμοί εσωτερικών χώρων γίνονται με πυρεθροειδή (deltamethrin, alpha-cypermethrin, cyfluthrin κ.α.) επίσης, χρησιμοποιούνται ετοιμόχρηστα διαλύματα (aerosols) τα οποία είναι συνήθως συνθετικά πυρεθροειδή (permethrin, cyphenothrin, d-tetramethrin), φυσικές πυρεθρίνες (pyrethrins) και συνεργιστικές ουσίες (piperonyl butoxide) (ΥΠΑΑΤ 2013). Οι μη χημικές μέθοδοι από μόνες τους δεν είναι επαρκείς για την αντιμετώπιση των κοριών, αλλά είναι

σημαντικά πρόσθετα μέτρα στον χημικό έλεγχο. Οι μη χημικές μέθοδοι περιλαμβάνουν:

- Την απομάκρυνση των κοριών από τα καταφύγια ή θέσεις ανάπαυσης τους μπορεί να γίνει με την χρήση της ηλεκτρικής σκούπας και με αυτό τον τρόπο απομακρύνονται ταυτόχρονα και όλα τα αλλεργιογόνα που τους συνοδεύουν, όπως αποχωρήματα και ενδύματα. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με άλλα μέτρα καταπολέμησης.

- Εφαρμογή ατμού
- Θερμικές επεξεργασίες

-Έκθεση σε υψηλές συνθήκες

-Έκθεση σε χαμηλές συνθήκες

- Καθαρισμού μολυσμένων ενδυμάτων (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011)

Coleoptera

Η πρόληψη της δημόσιας υγείας και κτηνιατρικής από σκαθάρια απαιτεί εκπαίδευση για την αναγνώριση των ειδών που είναι επιβλαβή. Η έκθεση του ανθρώπου στα σκαθάρια μπορεί να αποφευχθεί με το συνδυασμό της εκπαίδευσης για το πρόβλημα των σκαθαριών και με τα μέτρα ατομικής προστασίας όπως την απομάκρυνση της ξένης βλάστησης και των αποσυντετημένων οργανικών υλικών από τις γύρω αγροτικές εκτάσεις και τις κατοικίες (Krinsky 2009b). Τα εντομοκτόνα μπορούν να εφαρμοστούν ως ψεκασμοί επιφανειών. Οι ψεκασμοί των επιφανειών γίνονται με βιοκτόνα όπως lambda-cyhalothrin, abamectin, etofenprox κ.α. (ΥΠΑΑΤ 2013).

Siphonaptera

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι για την αντιμετώπιση των ψύλλων ή την προστασία των ανθρώπων και των ζώων από τα τσιμπήματα των ψύλλων. Συχνό σκούπισμα με ηλεκτρική σκούπα κυρίως στα σημεία που κάθονται και κοιμούνται τα ζώα, καθαρισμός με ατμό στα χαλιά είναι μία αποτελεσματική μέθοδος. Η χρησιμοποίηση παρεμποδιστών ανάπτυξης της

εξέλιξης (IGRs) και ειδικότερα σκευάσματα όπως τα methoprene και pyriproxyfen είναι πολύ διαδεδομένα για τον έλεγχο των ψύλλων διότι έχουν χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά. Οι παρεμποδιστές της ανάπτυξης της εξέλιξης δεν δρουν εναντίον των ενηλίκων, αλλά δρουν σαν προνυμφοκτόνα, αποτρέποντας την εκκόλαψη των αυγών και παρεμποδίζοντας τον μηχανισμό της μεταμόρφωσης των προνυμφών (Durden and Hinkle 2009). Σήμερα για την αντιμετώπιση των ψύλλων χρησιμοποιούνται ετοιμόχρηστα σκευάσματα όπως οι πυρεθρίνες (pyrethrins), συνθετικές πυρεθρίνες (deltamethrin), για υπολειμματικούς ψεκασμούς επιφανειών, ενώ σε κατοικημένους χώρους χρησιμοποιούνται πυρεθροειδή (cyfluthrin, alpha-cypermethrin, lambda cyhalothrin, deltamethrin) (ΥΠΑΑΤ 2013).

Phthiraptera

Υπάρχουν πολλές τεχνικές για την αντιμετώπιση των ψειρών στον άνθρωπο και στα ζώα και των ασθενειών που μεταδίδουν. Η πρόληψη της σωματικής επαφής μεταξύ του ατόμου ή ζώου που έχει ψείρες με αντικείμενα με τα οποία έρχεται σε επαφή και τους διάφορους χημικούς, ορμονικούς, και βιολογικούς μηχανισμούς αντιμετώπισης είναι οι κύριες τεχνικές. Άτομα με ψείρες σώματος θα πρέπει να αλλάζουν τακτικά τα ρούχα τους, κατά προτίμηση καθημερινά, με πλύσιμο των ρούχων σε καυτό νερό με σαπούνι για να σκοτώνονται οι ψείρες και οι κόνιδες. Επίσης συνίσταται και είναι επιθυμητό να πλένονται και τα σκεπάσματα του κρεβατιού. Μολυσμένα άτομα θα πρέπει να λαμβάνουν θεραπεία για όλο το σώμα. Θα πρέπει να αποφεύγεται όποτε είναι δυνατόν ο συνωστισμός και η ανθυγιεινές συνθήκες κατά την διάρκεια κρουσμάτων ανθρώπινης ψείρας του σώματος και των ασθενειών που μεταδίδονται, επειδή κάτω από αυτές τις περιπτώσεις μπορούν να ευδοκιμήσουν και οι δύο καταστάσεις. Για να αποφευχθεί η εξάπλωση των ψειρών της κεφαλής δεν θα πρέπει να γίνεται ανταλλαγή χτένας, καπέλων, ακουστικών, και κλινοσκεπασμάτων ειδικότερα στα παιδιά. Πολλοί γονείς θεωρούν σωστό να μην πηγαίνουν τα “μολυσμένα” παιδιά στο σχολείο ή σε άλλες συγκεντρώσεις μέχρι η μόλυνση να εξαλειφθεί. Για να μειωθεί η εξάπλωση της ψείρας της κεφαλής υπάρχει ποικιλία εντομοκτόνων και εντομοαπωθητικών σε διάφορες

μορφές. Τα μικρά ζώα όπως σκυλιά και γάτες τα οποία έχουν μολυνθεί με ψείρες μπορεί να γίνει αντιμετώπιση των ψειρών τοπικά με ειδικά σαμπουάν, σκόνες, αερολύματα και άλλα, τα οποία να έχουν χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά (Durden and Lloyd 2009)

Lepidoptera

Τα μεγαλύτερα προβλήματα που φέρουν κάμπιες με τρίχες που προκαλούν κνησμό παρουσιάζονται σε άτομα που εργάζονται σε χώρους όπου υπάρχουν τέτοιου είδους κάμπιες και δημιουργούν επαγγελματικό κίνδυνο. Ένα παράδειγμα κάμπιας με τρίχες που προκαλούν κνισμό είναι η κάμπια των πεύκων *Thaumetopoea pityocampa* (Athanassiou et al. 2007). Η καλύτερη γραμμή άμυνας είναι να αναγνωριστούν τα είδη που προκαλούν κνίδωση και άλλα προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου και να αποφευχθεί η επαφή μαζί τους. Προστατευτικά ρούχα, με τη μορφή μακριού παντελονιού, πουκάμισα, γάντια, και κατάλληλο κάλυμμα κεφαλής μπορεί να μειώσει σημαντικά τους κινδύνους που εμπεριέχονται. Στην περίπτωση των εργαζομένων που εκτίθενται σε αερομεταφερόμενες τρίχες συνίσταται η χρήση προστατευτικής μάσκας, αναπνευστήρων και γυαλιών (Mullen 2009b).

Hymenoptera

Η αποφυγή αυτών των εντόμων είναι η καλύτερη λύση για αποφυγή τσιμπήματος (Reed and Landolt 2009). Θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι τα Hymenoptera τσιμπούν για αυτοάμυνα και αποτελούν μια πιθανή απειλή για πρόκληση τσιμπήματος (Bonifazi et al. 2005). Πρέπει να αποφεύγονται περιοχές με υψηλούς πληθυσμούς από μέλισσες, σφήκες ή μυρμήγκια και άτομα που εργάζονται σε περιοχές που είναι δυνατόν να δημιουργηθούν αποικίες θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί και σε εγρήγορση. Ορισμένα χρώματα στα ρούχα μπορούν να αποφευχθούν όπως το κίτρινο χρώμα, διότι κατά την αναζήτηση τροφής της σφήκας και της μέλισσας έλκονται από αυτό. Επίσης οι σφήκες που αναζητούν τροφή ελκύονται πιο πολύ από μαύρα αντικείμενα (Reed and Landolt 2009). Συνίσταται να φοριούνται μακριά παντελόνια τα οποία να μπαίνουν μέσα σε μπότες και οι μπλούζες να είναι μακρυμάνικες ώστε να προστατεύονται τα χέρια. Θα πρέπει να

αποφεύγεται η χρήση κολόνιας, σπρέι μαλλιών, λοσιόν για μετά το ξύρισμα, λοσιόν σώματος και χεριών. Κάποιες οσμές που προέρχονται από αυτά τα υλικά προσελκύουν μέλισσες και σφήκες. Αν αντιληφθεί το άτομο ότι υπάρχει αποικία από μέλισσες ή σφήκες το καλύτερο είναι να φύγει από την περιοχή. Οι μέλισσες και οι σφήκες υπερασπίζονται τις φωλιές τους και επιτίθενται όταν είναι κοντά σε αυτές κινούμενα αντικείμενα. Ωστόσο, άτομο που τον τσίμπησε μέλισσα ή σφήκα θα πρέπει να απομακρυνθεί το γρηγορότερο δυνατό διότι κατά το τσίμπημα εκλύονται φερομόνες στα άλλα έντομα της φωλιάς για επίθεση. Μόνο σε ειδικές περιπτώσεις θα πρέπει να αντιμετωπιστούν οι μέλισσες. Όταν είναι απαραίτητο μελισσοκόμοι πρέπει να απομακρύνουν τα σμήνη μελισσών σε σπίτια ή μέρη με ανθρώπινες δραστηριότητες (Ο 'Donel 1984, Reed and Landolt 2009).

1.3.2 Κλάση Αραχνίδια (Arachnida)

Είναι σκόπιμο σε περιοχές που έχουν πρόβλημα με σκορπιούς να υπάρχει δημόσια εκπαίδευση σχετικά με την εμφάνιση, την βιολογία και τις συνήθειες των τοπικών σκορπιών. Θα πρέπει να περιλαμβάνουν συμβουλές σχετικά με την επιθεώρηση των ειδών ένδυσης όπως για παράδειγμα τίναγμα των ρούχων πριν οι άνθρωποι ντυθούν, η χρήση υποδημάτων και χρησιμοποίηση φωτός στα πόδια τη νύχτα σε εσωτερικούς χώρους (Ο' Donel 1984). Όσον αφορά την χημική αντιμετώπιση των σκορπιών συνιστώνται ψεκασμοί εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών με πυρεθροειδή (cyfluthrin, lambda cyhalothrin, methyl nonyl ketone, tetramethrin) (ΥΠΑΑΤ 2013).

Ο καλύτερος τρόπος για να αποφύγει κάποιος το τσίμπημα από αράχνη είναι να μην την ενοχλήσει. Για την προστασία των χεριών μπορεί να χρησιμοποιηθούν γάντια για να φορεθούν σε εξωτερικές δουλειές όπως στην κηπουρική, για την μεταφορά ξύλων, πετρών και σε άλλες δραστηριότητες. Πρέπει να απομακρύνονται σκουπίδια, ξύλα, και διάφορα άλλα αντικείμενα δίπλα από σπίτια διότι είναι μέρη που βρίσκουν προστασία οι αράχνες. Οι πόρτες και τα παράθυρα πρέπει να είναι ερμητικά

κλειστά και να γίνεται έλεγχος κυρίως σε περιόδους δραστηριότητας των αραχνών. Καθαρισμός των ιστών τους, με χρήση ηλεκτρικής σκούπας στις γωνίες του σπιτιού, στα κουφώματα, στα περβάζια προστατεύουν το σπίτι από την εισβολή αραχνών. Όταν είναι απαραίτητο κυρίως όταν έχουν διαφύγει οι αράχνες από την ηλεκτρική σκούπα και βρίσκουν καταφύγιο σε ρωγμές και σχισμές, μπορεί να γίνει χρήση εντομοκτόνων για εσωτερική αντιμετώπιση των αραχνών με σπρέι, σκόνη, και αερολύματα (Mullen and Vetter 2009).

Η αντιμετώπιση των ακάρεων περιλαμβάνει την άμεση καταστροφή των ακάρεων στο σπίτι. Οι μεταχειρίσεις για την αντιμετώπιση περιλαμβάνουν κυρίως τις πόρτες, τα παράθυρα, τις πόρτες, τα περβάζια, και τις κορυφές του κτιρίου, και το υπόγειο. Πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να διασφαλίζεται ότι η ένωση του κτιρίου και του εδάφους ή ο χλοοτάπητας είναι καλά τοποθετημένος ώστε να μην υπάρχουν κενά γιατί αποτελούν καταφύγιο για τα αυγά και τα ακάρεα που διαχειμάζουν (Aubin 1990).

Τα τσιμπούρια αντιμετωπίζονται με τους εξής τρόπους:

- Ατομική προστασία:

Οι άνθρωποι θα πρέπει να φοράνε μπότες, κάλτσες, μακριά παντελόνια και ανοιχτόχρωμα ρούχα. Τα παντελόνια θα πρέπει να μπαίνουν μέσα από την μπότα, και οι κάλτσες να είναι πάνω από το παντελόνι. Τα ρούχα ψεκάζονται με απωθητικά (Nicholson et al. 2009). Σύμφωνα με την Σαββοπούλου κα. (2011) απωθητικά όπως το DEET (N,N diethyl-meta-toluamide) , indalone, diethyl toluamine, dimethyl carbate, dimethyl phthalate και benzyl benzoate είναι ελαφρώς δραστικά όταν προστίθενται σε κάλτσες και άλλα ρούχα ή σε προστατευτικά υφάσματα ιδιαίτερα όταν υπάρχουν δραστηριότητες στο ύπαιθρο (βοσκοί, κυνηγοί, στρατιώτες κ.α.).

- Απομάκρυνση τσιμπουριού:

Αν βρεθούν τσιμπούρια προσκολλημένα στο δέρμα, πρέπει να τοποθετηθούν πάνω τους μερικές σταγόνες γλωροφορμίου, αιθέρα, βενζίνης, ή τερεβενθίνης (νέφτι) που φράζουν τις αναπνευστικές οδούς, εμποδίζοντας

τα να αναπνεύσουν. Με αυτόν τον τρόπο χαλαρώνονται τα στοματικά τους μόρια και στην συνέχεια με λεπτή λαβίδα τραβώντας αργά και σταθερά, μπορούν να αφαιρεθούν ώστε να απομακρυνθούν και τα στοματικά μόρια από το δέρμα. Στην συνέχεια συνίσταται να καθαρίζεται η περιοχή με αντισηπτικό (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Όσον αφορά την αντιμετώπιση των τσιμπουριών στα ζώα ένας τρόπος είναι μπάνιο με κάποιο διάλυμα ακαρεοκτόνου (Nicholson et al. 2009).

1.3.3 Κλάση Θηλαστικά (Mammalia)

Η αντιμετώπιση των τρωκτικών περιλαμβάνει:

- Καθαριότητα:

Τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται αφορούν κυρίως την καθαριότητα. Καθαρισμός των αποχετεύσεων, κλείσιμο των καπακιών στα σκουπίδια, απομάκρυνση των υπολειμμάτων τροφίμων στο σπίτι κ.α., είναι μέτρα που μειώνουν τον πληθυσμό τους. Σύμφωνα με τους Fernandez et al. (2007) μπορεί να μειωθεί η μόλυνση από τρωκτικά στα αστικά κέντρα με μια μακροπρόθεσμη πολιτική που απαιτεί την βελτίωση της υγιεινής και την υγειονομική εκπαίδευση για να κρατηθούν οι πληθυσμοί των τρωκτικών σε ασφαλή επίπεδα. Η συμπεριφορά των κατοίκων σε θέματα υγιεινής είναι ζωτικής σημασίας για την μείωση και την εξάλειψη των τρωκτικών (Lambropoulos et al. 1999). Ο συνδυασμός εφαρμογής τρωκτικοκτόνου με υγιεινή στους δημόσιους χώρους, και η υγειονομική εκπαίδευση μειώνουν τα ποσοστά των τρωκτικών (Fernandez et al. 2007).

- Στεγανοποίηση:

Οι πόρτες θα πρέπει να κλείνουν καλά, να μην υπάρχουν ανοίγματα γύρω από σωλήνες, καλώδια κ.α. Διατηρώντας τα τρωκτικά μακριά από μέρη με φαγητό μειώνονται οι συνθήκες διαβίωσης τους το οποίο οδηγεί σε μείωση του πληθυσμού τους (Jackson 1990).

- Χημική αντιμετώπιση:

Η αντιμετώπιση των τρωκτικών γίνεται κυρίως με τη χρήση χημικών δολωμάτων, παγίδων, υποκαπνιστικών και απωθητικών. Όμως, η χρήση των

δολωμάτων αποτελεί την πλέον αποτελεσματική και οικονομική μέθοδο αντιμετώπισης. Τα τρωκτικοκτόνα εφαρμόζονται συνήθως σε μορφή δολωμάτων (baits) μαζί με ελκυστικά και τροφικά συστατικά σε μορφή κηρωδών κύβων (wax blocks) ή κουφέτων (pellets) ή σε μορφή «σκόνης ίχνευσης» (trucking powder) (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2007).

Τα τρωκτικοκτόνα μπορούν να διακριθούν στα άμεσης τοξικότητας ή άμεσης δράσης και στα βραδείας τοξικότητας ή βραδείας δράσης. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε γρήγορη και άμεση δράση με μια μόνο δόση του φαρμάκου, ενώ στην δεύτερη περίπτωση απαιτείται πολλαπλή λήψη του σκευάσματος ή έχουμε βραδεία δράση του τρωκτικοκτόνου (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2007).

Τα τρωκτικοκτόνα βραδείας δράσης διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

-Πρώτης γενιάς: Τα τρωκτικοκτόνα αυτά είναι πολλαπλών δόσεων και τα τρωκτικά πρέπει να τα λαμβάνουν συνεχώς για 4-10 ημέρες (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2007).

-Δεύτερης γενιάς: Τα τρωκτικοκτόνα αυτά έχουν τον ίδιο τρόπο δράσης όπως και της πρώτης γενιάς, διαφέρουν όμως ως προς την απαιτούμενη ποσότητα που πρέπει να λάβουν τα τρωκτικά για να θανατωθούν. Θεωρούνται τρωκτικοκτόνα μιας δόσης ή περιορισμένων δόσεων (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2007). Σε αυτά ανήκουν σκευάσματα με τις δραστικές ουσίες bromadiolone, difenacoum, diphethialone (ΥΠΑΑΤ 2013).

- Παγίδευση:

Οι απλές παγίδες τύπου "snap trap" ή οι παγίδες τύπου "cage trap" όταν χρησιμοποιούνται σωστά είναι αποτελεσματικές στην εξάλειψη των τρωκτικών. Οι ηλεκτρικές παγίδες είναι συσκευές που υποτίθεται ότι λειτουργούν βάσει του μαγνητικού πεδίου που παράγουν και αποτελούν εμπόδιο για τα τρωκτικά. Οι συσκευές υπερήχων λειτουργούν βάσει της αρχής ότι ορισμένες συχνότητες και πλάτη ήχων ενοχλούν τα τρωκτικά. Οι συγκεκριμένοι υπέρηχοι γίνονται αντιληπτοί από τα τρωκτικά αλλά δεν είναι αντιληπτοί για το ανθρώπινο αυτί (Jackson 1990).

1.4 Δίπτερα υγειονομικής σημασίας

Η κατηγορία των διπτέρων αποτελεί πιθανόν την σπουδαιότερη από πλευράς επιπτώσεων στον άνθρωπο και στα ζώα ομάδα εντόμων υγειονομικής σημασίας παγκοσμίως και στην χώρα μας. Η ζημιά που τα έντομα αυτά προκαλούν αναφέρεται: 1. στον πόνο που ο ξενιστής αισθάνεται, κατά την νύξη του εντόμου και στην εμφάνιση αλλεργικών συμπτωμάτων που μπορεί να προκληθούν, 2. στην απώλεια αίματος που συμβαίνει κατά την νύξη, 3. στην μετάδοση παθογόνων μικροοργανισμών και παρασίτων, 4. στην προδιάθεση που αναπτύσσεται στον ξενιστή για δευτερογενής προσβολές από άλλα παθογόνα και 5. στην ενόχληση και ανησυχία που η παρουσία τους μπορεί να δημιουργήσει, και ως εκ τούτου έχουμε σημαντικές επιπτώσεις στις αποδόσεις των αγροτικών ζώων. Επισημαίνεται ότι οι επιπτώσεις αυτές μπορούν να εμποδίσουν την τουριστική, αγροτική, οικιστική ανάπτυξη των περιοχών αυτών. (Εμμανουήλ 1999).

Οι σημαντικότερες οικογένειες διπτέρων υγειονομικής σημασίας όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο περιλαμβάνουν: την οικογένεια Simuliidae (οι μαύρες μύγες που μεταδίδουν τη νόσο ογκοκέρκωση), την οικογένεια Psychodidae (οι φλεβοτόμοι που μεταδίδουν την (λείσμανίαση), την οικογένεια Culicidae (τα κουνούπια που είναι υπεύθυνα για την εξάπλωση της ελονοσίας, του κίτρινου πυρετού, του δάγκειου πυρετού, της εγκεφαλίτιδας και των φιλαριάσεων), την οικογένεια Glossinidae (οι μύγες τσε-τσε που προκαλούν αφρικάνικη τρυπανοσωμίαση), τις οικογένειες Muscidae, Calliphoridae και Sarcophagidae (κοινές μύγες, ιριδίζουσες μύγες και μη ιριδίζουσες μύγες, που προκαλούν δυσεντερία, τυφοειδή πυρετό, χολέρα και πολιομυελίτιδα) (Ihemanma et al. 2013).

Η πιο σημαντική οικογένεια διπτέρων είναι η οικογένεια Culicidae, τα γνωστά κουνούπια που είναι διαδεδομένα σχεδόν σε κάθε περιοχή του κόσμου. (Εμμανουήλ 1999, Becker et al. 2010). Η υγειονομική τους σημασία ήταν και σε πολλές χώρες εξακολουθεί να είναι τεράστια διότι είναι οι μοναδικοί φορείς των παθογόνων της ελονοσίας, του κίτρινου και του δάγκειου πυρετού στον άνθρωπο (Εμμανουήλ 1999).

1.5 Culicidae – Κυριότερα είδη, βιολογία, οικολογία, ηθολογία και σημασία για τον άνθρωπο και τα θερμόαιμα.

Τα κουνούπια ταξινομούνται στην τάξη των διπτέρων. Το χαρακτηριστικό της τάξης των διπτέρων είναι ότι έχουν μόνο ένα ζεύγος μεμβρανών πτερύγων, το οπίσθιο ζεύγος πτερύγων έχει διαμορφωθεί σε ζεύγος ροπαλοειδών οργάνων που ονομάζονται αλτήρες (Green 1990a, Lehane 2005). Τα κουνούπια ανήκουν στην οικογένεια Culicidae και το χαρακτηριστικό τους είναι ότι φέρουν λέπια στις πτέρυγες όπως επίσης και στα πόδια και σε άλλα μέρη του σώματος τους (Green 1990a). Στο προνυμφικό και νυμφικό στάδιο είναι υδρόβια και διακρίνονται από άλλους υδρόβιους οργανισμούς ή υδρόβιες προνύμφες άλλων εντόμων, από την χαρακτηριστική γρήγορη κίνηση τους μέσα στο νερό, την απουσία βαδιστικών άκρων και, ειδικά για τις προνύμφες, την παρουσία ενός μεγάλου θώρακα, ο οποίος είναι πλατύτερος από την κεφαλή και την κοιλιά (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011). Υπάρχουν πάνω από 3.200 είδη κουνουπιών (Foster and Walker 2009, Becker et al. 2010). Η οικογένεια Culicidae διαιρείται σε 3 υποοικογένειες τις Toxorhynchitinae, Anophelinae και Culicinae (Εμμανουήλ 1999, Lehane 2005, Becker et al. 2010). Παγκοσμίως υπάρχουν 37 γένη κουνουπιών (Green 1990a). Σε όλον τον κόσμο τα κουνούπια αλληλεπιδρούν στον άνθρωπο με διάφορους τρόπους. Είναι φορείς ασθενειών τόσο του ανθρώπου όσο και των ζώων (Foster and Walker 2009, Becker et al. 2010). Υπάρχει εκτεταμένη έρευνα σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις που προκαλούν αλλά εξακολουθούν να υπάρχουν πάρα πολλά που δεν έχουν πλήρως κατανοηθεί (Becker et al. 2010).

Κυριότερα είδη

Από την οικογένεια Culicidae τα τρία σημαντικότερα είδη παγκοσμίως είναι το *Anopheles gambiae*, *Culex pipiens* και *Aedes* το υπογένο *Stegomyia* (Kline 2007).

Η υποοικογένεια Toxorhynchitinae περιλαμβάνει το γένος *Toxorhynchites* (Green 1990a). Τα ενήλικα διακρίνονται εύκολα από την θέση της προβοσκίδας που κάμπτεται προς τα πίσω και στα δύο φύλα. Τα

ενήλικα θηλυκά δεν τρέφονται με αίμα και έτσι δεν θεωρούνται είδη υγειονομικής σημασίας (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011).

Η υποοικογένεια Anophelinae περιλαμβάνει περίπου 430 είδη που παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον από υγειονομικής άποψης (Lehane 2005, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Τα πιο σημαντικά είδη της σημαντικότερης ομάδας ειδών της υποοικογένειας αυτής, είναι τα είδη στο *An. gambiae* που περιλαμβάνει το λιγότερο 6 είδη. Τα πιο σημαντικά είναι το *An. gambiae* και το *An. arabiensis* τα οποία είναι φορείς της ελονοσίας και της λυμφοαδικής φιλαρίωσης. Και τα δύο είδη προτιμούν να τσιμπούν ανθρώπους αλλά κυρίως το είδος *An. gambiae* είναι ανθρωποφιλικό, ενδοφαγικό και ενδοφιλικό (βλέπε βιολογικός κύκλος των κουνουπιών) και για αυτό το λόγο είναι και ο σημαντικότερος φορέας.

Η υποοικογένεια Culicinae περιλαμβάνει περίπου 2,930 είδη που ανήκουν σε 33 γένη (Green 1990a). Τα πιο σημαντικότερα γένη είναι τα *Culex*, *Aedes*, *Culiseta*, *Marsonia*, *Coquillettia*, *Haemagogus*, *Sabethes* και *Psorophora* (Lehane 2005). Τα πιο σημαντικά είδη των ομάδων ειδών της υποοικογένειας αυτής είναι τα εξής:

Cx. pipiens complex

Το γένος αυτό αποτελείται από διάφορα είδη, υποείδη, φυλές ή βιοτύπους σύμφωνα με διάφορους συγγραφείς. Τα σημαντικότερα είδη είναι *Cx. pipiens pipiens*, *Cx. p. pipiens biotype molestus*, *Cx. p. quinquefasciatus*, *Cx. p. pallens*, *Cx. restuans*, και *Cx. torrentium* που βρίσκεται στην Ολαρκτική ζώνη καθώς και 2 είδη από την Αυστραλία, τα *Cx. australicus* και *Cx. globocoxitus* (Becker et al. 2010).

Aedes (υπογένος *Stegomyia*)

Στο γένος *Aedes* τα σημαντικότερα είδη βρίσκονται στο υπογένος *Stegomyia* διότι περιλαμβάνει είδη που είναι ιατρικώς σημαντικά όπως το *Ae. aegypti* και το *Ae. albopictus*. Το είδος *Ae. aegypti* μεταδίδει τον κίτρινο πυρετό και είναι διαδεδομένο στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Είναι ο κύριος φορέας του δάγκειου πυρετού, του κίτρινου πυρετού καθώς και άλλων ιών. Το *Ae. albopictus* είναι το λεγόμενο κουνούπι τίγρης που

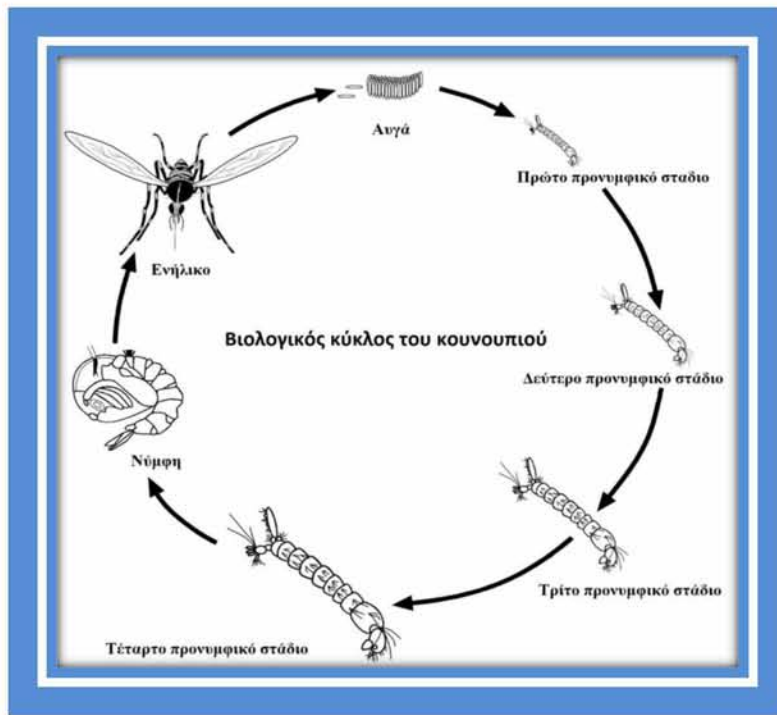
μεταδίδει και αυτό το δάγκειο πυρετό. Περιορίζεται κυρίως στην Ασία στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Άλλα είδη που είναι σημαντικά στο υπογένος *Stegomyia* είναι τα *Ae. africanus*, *Ae. bromeliae* και *Ae. luteocephalus* που μεταδίδουν τον κίτρινο πυρετό και τον δάγκειο πυρετό σε περιοχές της Αφρικής, και τα είδη *Ae. polynesiensis* και *Ae. pseudoscutellaris* που μεταδίδουν την λυμφατική φιλαρίαση στα νότια νησιά του Ειρηνικού (Foster and Walker 2009).

Βιολογικός κύκλος των κουνουπιών

Το κουνούπι για να ολοκληρώσει την ανάπτυξη του και να γίνει ενήλικο διέρχεται πρώτα από τρία άλλα στάδια: του αυγού, της προνύμφης (larva), της νύμφης ή πλαγγόνας (pupa) (Green 1990a, Kline 2007) (ΕΙΚΟΝΑ 24).

Τα θηλυκά κουνούπια αποθέτουν 50-500 αυγά, 2-4 ημέρες (ή και περισσότερο σε δροσερά εύκρατα μέρη) μετά από γεύμα αίματος (Becker et al. 2010). Στις επόμενες φορές, οι οποίες ενδέχεται να φθάσουν και τις 10, γεννά μικρότερο αριθμό αυγών (Εμμανουήλ 1999). Τα αυγά είναι μικρά, επιμήκη, με μήκος 1 mm ή και λιγότερο, λευκά, ή γενικά ανοιχτόχρωμα μόλις αποτεθούν ενώ στην συνέχεια γίνονται τεφρά, μαύρα και γενικά σκούρου χρώματος (Becker et al. 2010, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011).

Τα κουνούπια μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την συμπεριφορά ωστοκίας, και συγκεκριμένα κατά το πόσο τα αυγά τους θα εισέλθουν σε περίοδο «ληθάργου» ή περίοδο διάπαυσης (diapause) (Becker et al. 2010). Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα κουνούπια του γένους *Anopheles* που εναποθέτουν τα αυγά τους ένα-ένα στην επιφάνεια του νερού ή ενωμένα σε ομάδες οι οποίες ονομάζονται σχεδίες (egg-rafts)



ΕΙΚΟΝΑ 24: Απεικόνιση του βιολογικού κύκλου των κουνουπιών
 (προσαρμογή εικόνας από το διαδίκτυο:
<http://www.nsmad.com/wpcontent/uploads/2013/04/lifecycle-mosquito.jpg>).

και ανήκουν στα γένη *Culex*, *Uranotaenia*, *Coquillettidia*, *Orthopodomyia* και το υπογένος *Culiseta* (Becker et al. 2010). Στην δεύτερη κατηγορία, όπου δεν θα λάβει χώρα η εκκόλαψη αμέσως μετά την ωοτοκία, ανήκουν τα είδη *Aedes*, *Psorophora* και *Ochlerotatus*, τα οποία τοποθετούν τα αυγά τους ένα- ένα όχι στην επιφάνεια του νερού αλλά σε υγρό χώμα, το οποίο σημείο στην συνέχεια πλημμυρίζει (Lehane 2005, Becker et al. 2010).

Οι παράμετροι που καθορίζουν την κατάλληλη θέση εναπόθεσης των αυγών από τα θηλυκά στην επιφάνεια του νερού παραμένουν άγνωστοι για τα διάφορα είδη. Παράγοντες όπως η ποιότητα του νερού, η πρόσπτωση του φωτός, τα υπάρχοντα αυγά, η διαθεσιμότητα τροφής και η τοπική βλάστηση είναι καθοριστικοί για την επιλογή ενός ευνοϊκού μέρους εναπόθεσης των αυγών (Becker et al. 2010, Serandour et al. 2010). Μελέτες έχουν δείξει ότι τα κουνούπια έχουν την ικανότητα να διακρίνουν μεταξύ κατάλληλων ενδιαιτημάτων για εναπόθεση αυγών, έτσι ώστε να προσδιορίζουν την κατανομή του πληθυσμού των προνυμφών (Serandour et al. 2010). Σύμφωνα με τους Foster and Walker (2009) τα θηλυκά προς ωοτοκία εντοπίζουν και αξιολογούν τις κατάλληλες θέσεις ωοτοκίας με την χρήση χημικών και οπτικών ερεθισμάτων συμπεριλαμβανομένων των οργανικών χημικών, των αλάτων, της υψηλής υγρασίας, των σκοτεινών κοιλοτήτων και των αντανάκλαστικών επιφανειών. Τα οργανικά χημικά στοιχεία προέρχονται από την αποσύνθεση οργανικής ύλης, μικροοργανισμών, από χημικά υποπροϊόντα των προνυμφών και των νυμφών, τα οποία έχουν ήδη αναπτυχθεί εκεί και η παρουσία των αυγών των κουνουπιών τα οποία έχουν εναποτεθεί εκεί από τα θηλυκά (Foster and Walker 2009). Για το *Cx. p. pipiens* είναι γνωστό ότι η ύπαρξη οργανικής ύλης παίζει σημαντικό ρόλο στην προσέλκυση των θηλυκών για να γεννήσουν τα αυγά (Becker et al. 2010). Το είδος *Cx. quiquefasciatus* στο ακραίο τμήμα του αυγού εκλύεται μία φερομόνη ωοθεσίας-προσέλκυσης (oviposition-attractant pheromone) (Foster and Walker 2009).

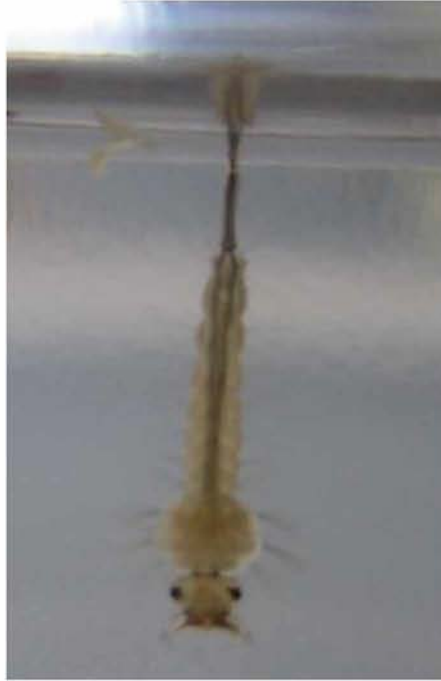
Οι προνύμφες των κουνουπιών είναι υδρόβιες, ενώ δεν υπάρχει κανένα είδος που να αντέχει στην ξηρασία. Έχουν σχήμα σκωληκόμορφο,

είναι ευκέφαλες-άποδες και το σώμα τους χωρίζεται σε τρία ευδιάκριτα μέρη, την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλιά (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011) (Εικόνα 25).

Οι προνύμφες αποικίζουν σε ευρύ φάσμα υδάτινων οικοσυστημάτων, όπως προσωρινά ή μόνιμα νερά τα οποία μπορούν να περιλαμβάνουν την ύπαρξη υψηλού φορτίου ρύπανσης, καθώς και καθαρά νερά, στάσιμα ή ρέοντα, και ακόμη και νερό σε μικρές συγκεντρώσεις όπως κουβάδες με νερό, βάζα λουλουδιών, παλιά λάστιχα (Foster and Walker 2009).

Το περιβάλλον παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των προνυμφών. Παράγοντες που επηρεάζουν την κανονική τους ανάπτυξη είναι η θερμοκρασία, το μήκος της φωτοπεριόδου, η διαθέσιμη τροφή, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού και η πυκνότητα του πληθυσμού των προνυμφών στην εστία (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011). Ειδικότερα για την θερμοκρασία να αναφερθεί ότι υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των προνυμφών. Τα είδη των ψυχρών κλιμάτων μπορούν να ολοκληρώνουν την ανάπτυξη τους σε θερμοκρασίες τόσο χαμηλές όσο αυτές 10°C, ενώ δεν μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες άνω των 25°C. Οι προνύμφες των ειδών *Oc. rusticus* ή *Cs. morsitans* μπορούν να επιβιώσουν στο νερό ακόμη και αν είναι κοντά στο να παγώσει ή και αν επικαλύπτεται με πάγο. Το είδος *Ae. vexans* αναπτύσσεται με επιτυχία σε υψηλές θερμοκρασίες σε σύντομο χρονικό διάστημα, 6-7 ημέρες ύστερα από την εκκόλαψη στους 30°C (Becker et al. 2010). Οι προνύμφες του είδους *Cx. pipiens pipiens* μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών (10-30°C) (Becker et al. 2010).

Οι νύμφες των κουνουπιών είναι υδρόβιες και έχουν σχήμα κόμματος (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011, WHO 2013) (ΕΙΚΟΝΑ 26). Το στάδιο της νύμφης διαρκεί περίπου 2 ημέρες, ωστόσο η περίοδος αυτή μπορεί να μειωθεί ή να παραταθεί ανάλογα με τι αν υπάρχουν χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες (Becker et al. 2010). Οι νύμφες δεν τρέφονται ούτε μεταβάλλονται σε μέγεθος (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).



ΕΙΚΟΝΑ 25: Προνύμφη κουνουπιού *Culex pipiens pipiens*.



ΕΙΚΟΝΑ 26: Νύμφη κουνουπιού *Culex pipiens pipiens*.

Τα κουνούπια υπάρχουν σε όλα τα μέρη του κόσμου, υγρές τροπικές, υποτροπικές περιοχές, ζεστό, υγρό κλίμα, εύκρατα, ψυχρά κλίματα, παντού, εκτός από τα μέρη που είναι μονίμως παγωμένα. Τα κουνούπια έχουν ειδικούς μηχανισμούς προσαρμοστικότητας και μπορούν να ευδοκιμήσουν σε διάφορα περιβάλλοντα. Τα ενήλικα κουνούπια ανάλογα με τα είδη διαφέρουν στην βιολογία τους όπως για παράδειγμα όσον αφορά την αναζήτηση ξενιστή, το τσίμπημα, την συμπεριφορά διασποράς και την στρατηγική της αναπαραγωγής (Becker et al. 2010).

Πολλά είδη προτιμούν να νύσσουν ανθρώπους για να έχουν το γεύμα τους αντί για ζώα, ενώ άλλα είδη δεν νύσσουν ανθρώπους. Τα είδη που τρέφονται συνήθως με ανθρώπους λέγεται ότι είναι ανθρωποδίαιτα (ανθρωπόφιλα) ως προς τις τροφικές τους συνήθειες ενώ αυτά που τρέφονται κυρίως από ζώα λέγονται ζωοδίαιτα. Μερικά είδη κουνουπιών μπαίνουν συχνά σε κατοικίες για να τραφούν και λέγονται ενδοφαγικά στις συνήθειες θρέψης τους ενώ αυτά που νύσσουν τους ξενιστές τους έξω από τις κατοικίες λέγονται εξωφαγικά. Ανάλογα με τις θέσεις που προτιμούν για την ανάπαυση τους για την πέψη του αίματος διακρίνονται σε ενδοφιλικά, αυτά δηλαδή που αναπαύονται μέσα σε κατοικίες, και εξωφιλικά είναι τα κουνούπια που αναπαύονται σε εξωτερικούς χώρους (Σαββοπούλου κα. 2011, WHO 2013). Ανάλογα με τον χρόνο δραστηριοποίησης τους διακρίνονται σε ημερόβια και νυκτόβια είδη (Εμμανουήλ 1999, WHO 2013). Είδη κουνουπιών που τρέφονται κατά την διάρκεια της μέρας είναι τα περισσότερα είδη των γενών *Culex* όπως *Cx. quinquefasciatus* και *Anopheles*, και κάποια που τρέφονται κατά την διάρκεια της νύχτας είναι τα περισσότερα είδη του γένους *Aedes* και του γένους *Marsonia*, και υπάρχουν και κάποια που τρέφονται πρωί-βράδυ όπως *Psorophora confinnis* και *Aedes dorsalis* (Green 1990a, WHO 2013).

Η συμπεριφορά των θηλυκών όσον αφορά την νύξη μπορεί να είναι πολύ σημαντική για την επιδημιολογία της μετάδοσης των ασθενειών. Επίσης η συμπεριφορά των ενηλίκων κουνουπιών κάθε είδους μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τον σχεδιασμό μέτρων καταπολέμησης (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011).

Σύζευξη

Το ζευγάρι πραγματοποιείται μετά την ενηλικίωση των κουνουπιών (Foster and Walker 2009). Το ζευγάρι των κουνουπιών λαμβάνει χώρα όταν τα θηλυκά εισάγονται σε σμήνη που φέρουν τα αρσενικά. Ένα τέτοιο σμήνος μπορεί να αποτελείται από μόνο ένα ή λίγα έως αρκετά χιλιάδες αρσενικά κουνούπια. Συνήθως, τα αρσενικά σχηματίζουν σμήνη πάνω από ένα δείκτη σε χαμηλές εντάσεις φωτός, ιδίως το βράδυ και το πρωί. Τα αρσενικά πετούν προς τα εμπρός και προς τα πίσω, πάνω και κάτω και αυτό το μοτίβο πτήσης καλείται συχνά "γαμήλιος χορός" (dancing flight). Ο ήχος που παράγεται από τις πτέρυγες των αρσενικών έχει συχνότητα $\sim 600\text{Bcs}^{-1}$, ενώ των θηλυκών είναι $500 - 550\text{Bcs}^{-1}$ και ακόμα μικρότερο μετά την σύζευξη. Συνήθως το αρσενικό και το θηλυκό ζευγαρώνουν πρόσωπο με πρόσωπο και πετούν έξω από το σμήνος (Becker et al. 2010). Το ζευγάρι μπορεί να ολοκληρωθεί στον αέρα ή στην βλάστηση και διαρκεί από 12 δευτερόλεπτα έως και κάποια λεπτά (Foster and Walker 2009).

Διασπορά και ανεύρεση ξενιστή

Πολλά είδη θηλυκών κουνουπιών μπορούν να ολοκληρώσουν την ωογένεση χωρίς να πάρουν γεύμα αίματος. Ως εκ τούτου έχουν αναπτύξει μία πολύπλοκη συμπεριφορά ανεύρεσης ξενιστή. Κατά κύριο λόγο ο εντοπισμός του ξενιστή βασίζεται σε οσφρητικά, οπτικά και θερμικά ερεθίσματα. Το κύριο οσφρητικό ερέθισμα προκαλείται από το διοξείδιο του άνθρακα, το γαλακτικό οξύ, την οκτενόλη, την ακετόνη, την βουτανόλη και τις φαινολικές ουσίες (Becker et al. 2010). Η διαδικασία ανεύρεσης ξενιστή μπορεί να διαφέρει από είδος σε είδος και εξαρτάται από την εποχή και την διαθεσιμότητα ξενιστών (Becker et al. 2010). Ωστόσο, μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις φάσεις:

i. Μη προσανατολισμένη συμπεριφορά διασποράς που ενισχύει τις πιθανότητες του θηλυκού που έρχεται σε επαφή με ερεθίσματα που προέρχονται από ένα πιθανό ξενιστή.

ii. Προσανατολισμένη κίνηση για εντοπισμό του ξενιστή που είναι αποτέλεσμα της επαφής με το ερέθισμα. Η ένταση του ερεθίσματος αυξάνεται καθώς η απόσταση από τον ξενιστή μειώνεται.

iii. Η προσέλκυση του υποψήφιου ξενιστή μόλις το θηλυκό κουνούπι το εντοπίσει στο οπτικό του πεδίο (Becker et al. 2010).

Το θηλυκό κουνούπι πετάει αντίθετα από τον άνεμο σε μορφή ζιγκ-ζαγκ και έρχεται πιο κοντά στην οσμή. Στο τελικό στάδιο του προσανατολισμού τα κουνούπια και ιδιαίτερα εκείνα που τσιμπάνε κατά τη διάρκεια της ημέρας ή το σούρουπο, χρησιμοποιούν οπτική επαφή για να εντοπίσουν τον ξενιστή. Τα κουνούπια ανταποκρίνονται κυρίως στο μπλε, το μαύρο και το κόκκινο, και λιγότερο ελκύονται από το άσπρο και το κίτρινο (Becker et al. 2010).

Τροφή

Η τροφή με φυτικά σάκχαρα ξεκινάει αμέσως μετά την ενηλικίωση και συνήθως πριν τα θηλυκά ανταποκριθούν στα ερεθίσματα των ξενιστών. Τα φυτικά σάκχαρα λαμβάνονται και από τα δύο φύλα σε όλη την ενήλικη ζωή τους, τόσο μεταξύ όσο και κατά την διάρκεια των γονοτροφικών κύκλων. Μερικά είδη θηλυκών κουνουπιών όπως το *Ae. aegypti* και το *An. gambiae* σε κάποιες περιοχές μπορεί να τραφούν σπανίως ή και καθόλου με φυτικά σάκχαρα διότι παίρνουν από τους ξενιστές το αίμα τόσο για ενέργεια όσο και για αναπαραγωγή. Πηγές φυτικών σακχάρων είναι το νέκταρ των ανθέων, τα μελιτώδη εκκρίματα των ομοπτέρων, αλλοιωμένα ή χαλασμένα φρούτα, χυμοί δέντρων, φύλλα ή μίσχοι φυτών. Το νέκταρ και τα μελιτώδη εκκρίματα είναι οι σημαντικότερες πηγές σακχάρων (Foster and Walker 2009).

Και τα θηλυκά και τα αρσενικά κουνούπια χρησιμοποιούν τους φυτικούς χυμούς ως πηγή ενέργειας, όμως τα θηλυκά κουνούπια τρέφονται με αίμα το οποίο είναι απαραίτητο για την παραγωγή αυγών αλλά αναφορές δείχνουν ότι το χρησιμοποιούν και για παραγωγή ενέργειας (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Στα περισσότερα είδη, τα θηλυκά κουνούπια είναι μη αυτογενή (anautogenous), όταν το θηλυκό κουνούπι πρέπει να πάρει τουλάχιστον ένα γεύμα αίματος για να έχει τα απαραίτητα θρεπτικά

συστατικά για την ανάπτυξη των αυγών στις ωοθήκες. Έπειτα από κάθε γεύμα αίματος τα θηλυκά κουνούπια αναπτύσσουν ώριμα αυγά, και αυτή η διαδικασία ονομάζεται γονοτροφικός κύκλος (gonotrophic cycle). Υπάρχουν όμως μερικά είδη που δεν χρειάζεται να λάβουν ένα γεύμα αίματος για να αναπτύξουν την πρώτη ομάδα αυγών γεγονός που αναφέρεται ως αυτογενής ανάπτυξη (autogenous development) (Foster and Walker 2009, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Λίγα είναι τα είδη που είναι αυτογενή όπως το *Cx. pipiens* βιότοπος *molestus* το οποίο παράγει την πρώτη ομάδα αυγών χωρίς την λήψη αίματος (Becker et al. 2010). Η απόσταση της μη προσανατολισμένης διασποράς για την ανεύρεση του ξενιστή διαφέρει από είδος σε είδος. Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στις εξής κατηγορίες:

1. Γενικά είδη που αναπαράγονται και αναπαύονται κοντά στις εστίες ανάπτυξης των προνυμφών, δεν διανύουν μεγάλες αποστάσεις όπως για παράδειγμα το είδος *Cx. pipiens pipiens*.
2. Είδη που διανύουν μέσες αποστάσεις από τις εστίες ανάπτυξής τους ή τα σημεία που αναπαράγονται και αναπαύονται και εδώ ανήκουν είδη όπως το *Oc. rusticus*.
3. Είδη που διανύουν μεγάλες αποστάσεις για να βρουν νέα ενδιαίτηματα για θρέψη και απόθεση αυγών μόλις βρουν ξενιστή όπως το είδος *Ae. vexans* (Becker et al. 2010).

Σημασία των ειδών Culicidae για τον άνθρωπο και τα θερμόαιμα.

Τα κουνούπια είναι σημαντικοί φορείς από πολυάριθμες ασθένειες όπως η ελονοσία (malaria), κίτρινος πυρετός (yellow fever), φιλαριάσεις (filariasis), δάγκειος πυρετός (dengue) και εγκεφαλίτιδες (encephalitis). Εκτός από τις ασθένειες που μεταφέρονται με το τσίμπημα κουνουπιών, προκαλούν και ενόχληση στους ανθρώπους που βρίσκονται σε εξωτερικούς χώρους (Green 1990a). Τα περισσότερα άτομα είναι επιρρεπή στα τσιμπήματα των κουνουπιών και σε μερικά άτομα προκαλείται έντονος κνησμός, πρήξιμο, φλύκταινα (φουσαλίδα), καθώς και νευρική και απώλεια ύπνου (Green 1990a).

Τα κουνούπια δεν είναι μόνο φορείς ασθενειών του ανθρώπου αλλά και των ζώων με ασθένειες όπως ο ιός του Δυτικού Νείλου, διάφορα είδη ελονοσίας, διροφιλαρίαση. Τα κουνούπια εκτός του ότι είναι φορείς παθογόνων για τα ζώα, τους προκαλούν ερεθισμούς, απώλεια αίματος και αλλεργικές αντιδράσεις. Δεν προκαλούν μόνο ενόχληση αλλά επηρεάζουν και την συμπεριφορά των ζώων όπως την διακοπή της διατροφής τους για να αναζητήσουν ανακούφιση από τα τσιμπήματα των κουνουπιών (Foster and Walker 2009).

Στην συνέχεια θα γίνει αναφορά σε μερικές από τις σοβαρότερες ασθένειες που προκαλούνται από τα κουνούπια.

Ελονοσία (Malaria)

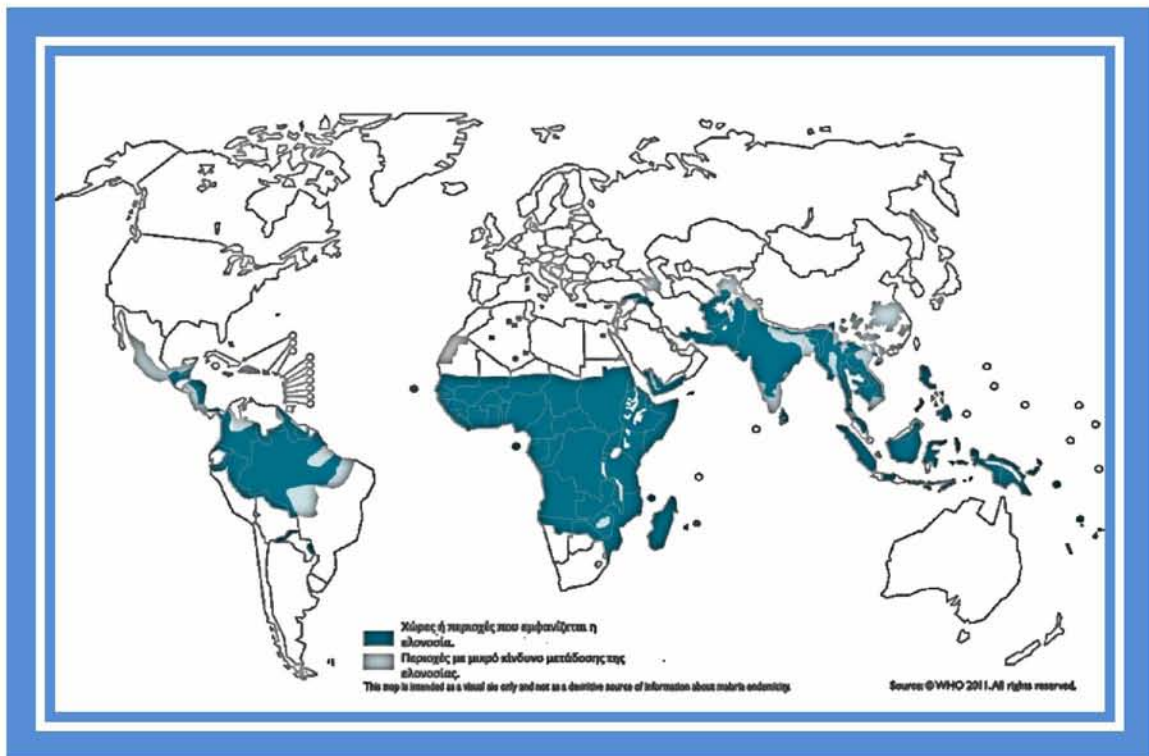
Η ελονοσία είναι μια απειλητική ασθένεια για την ανθρώπινη ζωή που προκαλείται από παράσιτα που μεταδίδονται στους ανθρώπους μέσα από τσιμπήματα μολυσμένων κουνουπιών. Το 2010 εκτιμάται ότι υπήρξαν περίπου 219 εκατομμύρια κρούσματα ελονοσίας και περίπου 660.000 θάνατοι κυρίως μεταξύ παιδιών της Αφρικής (WHO 2012).

Η ελονοσία προκαλείται από πέντε είδη των πρωτοζώων του γένους *Plasmodium* που προσβάλλουν τον άνθρωπο: *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* και *P. knowlesi*.

Η ελονοσία, λόγω του πρωτόζωου *P. falciparum* είναι η πιο θανατηφόρος μορφή και κυριαρχεί στην Αφρική, το πρωτόζωο *P. vivax* είναι λιγότερο επικίνδυνο αλλά πιο διαδεδομένο και τα άλλα τρία είδη που εντοπίζονται λιγότερο συχνά. Τα παράσιτα της ελονοσίας μεταδίδονται στον άνθρωπο από τσίμπημα μολυσμένων θηλυκών κουνουπιών από περισσότερα από 30 είδη ανωφελών κουνουπιών (WHO 2012). Η ένταση της εξαρτάται από παράγοντες που σχετίζονται με το παράσιτο, τον φορέα, τον ανθρώπινο ξενιστή και το περιβάλλον (WHO 2013a). Η γεωγραφική κατανομή της ελονοσίας απεικονίζεται στην εικόνα 27.

Συμπτώματα

Η ελονοσία είναι μία οξεία εμπύρετη νόσος. Σε ένα άτομο χωρίς ανοσία τα συμπτώματα εμφανίζονται μετά από 7 ή περισσότερες μέρες



Εικόνα 27: Γεωγραφική κατανομή της ελονοσίας (προσαρμογή εικόνας από το διαδίκτυο: <http://www.who.int/malaria/travellers/en/>).

(συνήθως 10 με 15 ημέρες) μετά από τσίμπημα μολυσμένου κουνουπιού. Τα πρώτα συμπτώματα είναι πυρετός, πονοκέφαλος, ρίγη και εμετός. Μπορεί να είναι ήπια τα συμπτώματα και έτσι είναι δύσκολο να αναγνωρισθεί η ελονοσία. Αν δεν αντιμετωπιστεί σε 24 ώρες, το *P. falciparum* μπορεί να εξελιχθεί σε σοβαρή ασθένεια που μπορεί να προκαλέσει και θάνατο. Παιδιά με βαριάς μορφής ελονοσία αναπτύσσουν συχνά ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα συμπτώματα: σοβαρού βαθμού αναιμία, αναπνευστική δυσχέρεια σε σχέση με την μεταβολική οξέωση, ή εγκεφαλική ελονοσία. Στους ενήλικες, η εμφάνιση πολυοργανικών επιπλοκών είναι επίσης συχνή. Σε περιοχές όπου ενδημεί η ελονοσία, τα άτομα μπορεί να αναπτύξουν μερική ανοσία, επιτρέποντας να συμβαίνουν ασυμπτωματικές λοιμώξεις (WHO 2013a). Είδη του γένους *Plasmodium* προσβάλλουν εκτός από τον άνθρωπο και ζώα όπως ερπετά, πουλιά, τρωκτικά και πρωτεύοντα θηλαστικά εκτός του ανθρώπου.

Θα αναφερθούν παρακάτω μερικά είδη ελονοσίας που προσβάλλουν τα ζώα.

- Ελονοσία των πτηνών (Avian Malarías): Αφορά πουλιά και είναι ευρέως διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο (Foster and Walker 2009).

-Ελονοσία των τρωκτικών (Rodent Malarías): Τα 12 είδη *Plasmodium* που προσβάλλουν τα τρωκτικά και προκαλούν την λεγόμενη ελονοσία των τρωκτικών (rodent ή murine malaria) συναντάται κυρίως στην Αφρική και την Ασία. Σαν φορέας της ασθένειας θεωρείται το γένος *Anopheles* αλλά σε πολλές περιπτώσεις είναι άγνωστο το αίτιο (Foster and Walker 2009).

-Ελονοσία των θηλαστικών (Primate Malaria): Προκαλείται από 25 είδη *Plasmodium*, πολλά των οποίων είναι στενά συνδεδεμένα με την ελονοσία των ανθρώπων (Foster and Walker 2009).

-Ελονοσία των ερπετών (Reptilian Malarías): Προκαλείται από 29 είδη *Plasmodium*. Φορείς των ασθενειών αυτών είναι το κουνούπι του γένους *Culex* ορισμένες σκνίπες (sand flies) και ορισμένες νυσσιτικές σκνίπες (biting midges) (Foster and Walker 2009).

Ιός του Δυτικού Νείλου (West Nile Virus)

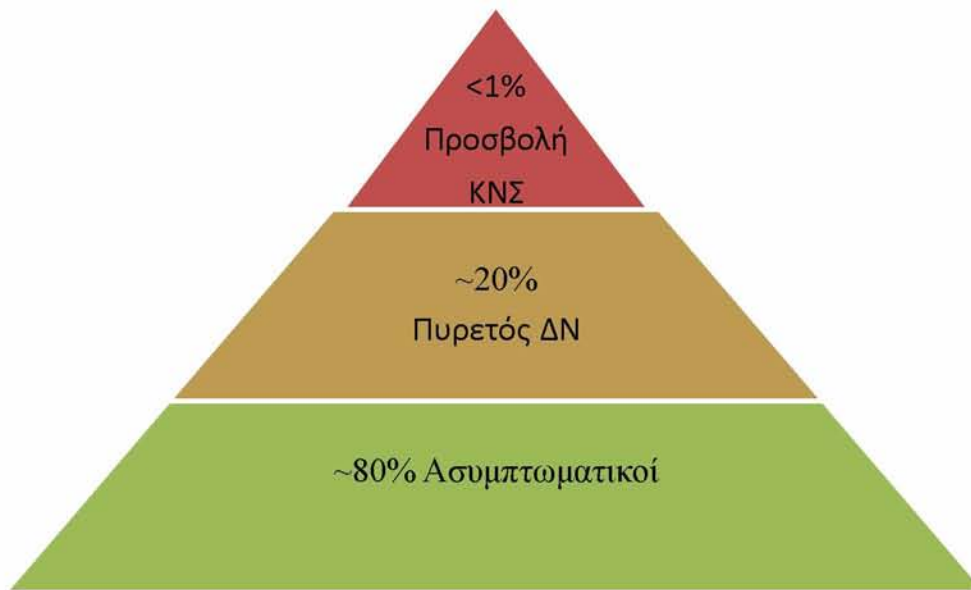
Ο ιός του Δυτικού Νείλου είναι RNA ιός και ανήκει στην οικογένεια των φλαβοϊών *Flaviviridae*, το γένος *Flavivirus* (ΚΕΕΛΠΝΟ 2011, WHO 2011). Ο ιός του Δυτικού Νείλου μπορεί να προκαλέσει θανατηφόρα νευρολογική νόσο σε ανθρώπους. Ωστόσο, περίπου το 80% των ανθρώπων που έχουν μολυνθεί δεν παρουσιάζουν συμπτώματα. Ο ιός του Δυτικού Νείλου κυρίως μεταδίδεται στους ανθρώπους μέσω τσιμπήματος μολυσμένων κουνουπιών. Ο ιός μπορεί να προκαλέσει σοβαρές επιπλοκές ή και θάνατο σε άλογα και άλλα θηλαστικά. Απαντάται κυρίως στην Αφρική, την Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή, τη Βόρεια Αμερική και τη Δυτική Ασία (WHO 2011).

Συμπτώματα

Περισσότερο από τον 80% των ατόμων που μολύνονται με τον ιό δεν εκδηλώνουν συμπτώματα και μόνο περίπου 20% εξ αυτών εμφανίζουν ήπια αυτοπεριοριζόμενη νόσο που μοιάζει με γριπώδη συνδρομή. Λιγότερο από το 1% των ατόμων που μολύνονται εμφανίζουν σοβαρή νόσο που προσβάλλει το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (εγκεφαλίτιδα/μηνιγγίτιδα ή οξεία χαλαρή παράλυση) (ΚΕΕΛΠΝΟ 2011) (Εικόνα 28). Προς το παρόν δεν υπάρχει διαθέσιμο εμβόλιο για τον άνθρωπο, ούτε ειδική θεραπεία για τη λοίμωξη από τον ιό του ΔΝ.

Ο ιός μεταδίδεται από το τσίμπημα μολυσμένου θηλυκού κουνουπιού (*Culex spp.*) όμως υπάρχουν και άλλοι τρόποι μετάδοσης του ιού του Δυτικού Νείλου όπως:

- Μετάδοση μέσω μεταμοσχευθέντων οργάνων.
 - Μετάδοση μέσω μετάγγισης μολυσμένου αίματος (μεμονωμένα περιστατικά).
 - Κάθετη μετάδοση από την μητέρα στο έμβρυο (μεμονωμένα περιστατικά).
 - Μετάδοση μέσω του θηλασμού (μεμονωμένα περιστατικά).
- Επαγγελματική έκθεση σε εργαζόμενους σε Μικροβιολογικά Εργαστήρια (μεμονωμένα περιστατικά) (ΚΕΕΛΠΝΟ 2011).



Εικόνα 28: Κλινική εικόνα του ιού του Δυτικού Νείλου στον άνθρωπο.

Κίτρινος πυρετός (Yellow fever)

Ο κίτρινος πυρετός αποτελεί ιστορικά την πιο σημαντική ασθένεια από τσίμπημα κουνουπιού και εξακολουθεί να αποτελεί μια σοβαρή αιμορραγική νόσο σε πολλές χώρες της Αφρικής και της Νότιας Αμερικής παρόλο που έχει βρεθεί εμβόλιο (Becker et al. 2010). Το «κίτρινο» στο όνομά του αναφέρεται στον ίκτερο που επηρεάζει μερικούς ανθρώπους (Εικόνα 29). Είναι ένας αρμποϊός που ο κύριος φορέας του είναι το κουνούπι (WHO 2013b).

Συμπτώματα

Μόλις κάποιος προσβληθεί από τον ιό, μετά από σύντομη επώαση (3-6 ημέρες), ακολουθεί μόλυνση που συμβαίνει σε μία ή δύο φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η οξεία φάση που προκαλεί συνήθως πυρετό, μυϊκούς πόνους με εμφανή οσφυαλγία, κεφαλαλγία, ρίγη, ανορεξία, ναυτία ή εμετός. Στους περισσότερους ασθενείς βελτιώνεται η κατάσταση και μετά από 3-4 ημέρες τα συμπτώματα υποχωρούν. Εντούτοις στους περισσότερους ασθενείς εμφανίζεται η δεύτερη φάση που είναι οξεία, εντός 24 ωρών από την αρχική ύφεση. Στη φάση αυτή, επανέρχεται ο πυρετός και επηρεάζεται όλο το σώμα. Ο ασθενής εμφανίζει ίκτερο σε σύντομο χρονικό διάστημα, κοιλιακό άλγος και εμετό. Μπορεί να παρουσιαστεί αιμορραγία από το στόμα, την μύτη, τα μάτια ή το στομάχι. Μόλις συμβεί αυτό, εμφανίζεται αίμα στον εμετό και στα κόπρανα. Η νεφρική λειτουργία επιδεινώνεται. Οι μισοί από τους ασθενείς οι οποίοι εισέρχονται στην τοξική φάση πεθαίνουν μέσα σε 10 έως 14 ημέρες, ενώ οι υπόλοιποι θα αναρρώσουν χωρίς σημαντική βλάβη των οργάνων. Ο κίτρινος πυρετός είναι δύσκολο να εντοπιστεί, ιδιαίτερα κατά τα πρώτα στάδια (WHO 2013b).

Δάγκειος πυρετός – Δάγκειος αιμορραγικός πυρετός (Dengue)

Ο δάγκειος πυρετός είναι μια νόσος που προκαλείται από τους ιούς DEN-1, DEN-2, DEN-3 ή DEN-4, που μεταδίδονται στον άνθρωπο με το τσίμπημα μολυσμένου κουνουπιού *Aedes* και ειδικότερα το είδος *Ae. aegypti*. Ο δάγκειος πυρετός ανήκει στο γένος *Flavivirus*, στην οικογένεια *Flaviviridae* (WHO 2009).



Εικόνα 29: Κίτρινος πυρετός, στην εικόνα απεικονίζεται ασθενής με συμπτώματα κίτρινου πυρετού όπως ίκτερος

(<http://yellowfever.info/yellow-fever-symptoms/>).

Η συχνότητα εμφάνισης του δάγκειου πυρετού τις τελευταίες δεκαετίες έχει αυξηθεί δραματικά. Πάνω από 2,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι, πάνω από το 40% του πληθυσμού του πλανήτη κινδυνεύουν από τον δάγκειο πυρετό. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκτιμά ότι σε όλο τον κόσμο κάθε χρόνο οι μολύνσεις από δάγκειο πυρετό ανέρχονται σε 50-100.000.000 (WHO 2012a).

Μετάδοση

Όπως ήδη έχει αναφερθεί ο ιός μεταδίδεται στον άνθρωπο από το τσίμπημα θηλυκού κουνουπιού, κυρίως του είδους *Ae. aegypti*. Από την στιγμή που το κουνούπι τσιμπήσει έναν άνθρωπο με δάγκειο πυρετό μετά από 4-10 ημέρες από την επώαση του ιού το κουνούπι θα είναι ικανό για την μετάδοση του ιού για το υπόλοιπο της ζωής του (WHO 2012a).

Συμπτώματα

Ο δάγκειος πυρετός εκδηλώνεται σε βρέφη, μικρά παιδιά και ενήλικες και σπάνια προκαλεί θάνατο. Κύρια συμπτώματα του δάγκειου πυρετού είναι ο υψηλός πυρετός, ο έντονος πονοκέφαλος, ο πόνος στα μάτια, οι πόνοι των μυών και των αρθρώσεων, η ναυτία, ο εμετός, η διόγκωση των αδένων ή εξανθήματα. Τα συμπτώματα διαρκούν 2-7 ημέρες, μετά από μια περίοδο επώασης 4-10 ημερών, που ακολουθείται από το τσίμπημα από μολυσμένο κουνούπι. Ο δάγκειος αιμορραγικός πυρετός είναι μια δυνητικά θανατηφόρος επιπλοκή που οφείλεται σε διαρροή του πλάσματος, ηπατική συσσώρευση υγρού, αναπνευστική δυσχέρεια και σοβαρή αιμορραγία (Εικόνα 30). Προειδοποιητικά σημάδια εμφανίζονται 3-7 ημέρες μετά τα πρώτα συμπτώματα, σε συνδυασμό με μία μείωση της θερμοκρασίας (κάτω από 38°C/100°F) και περιλαμβάνουν: έντονο κοιλιακό άλγος, επίμονο εμετό, γρήγορη αναπνοή, αιμορραγία των ούλων, κόπωση, ανησυχία, αίμα στον εμετό. Οι επόμενες 24-48 ώρες από την κρίσιμη φάση μπορεί να είναι θανατηφόρες. Κατάλληλη ιατρική φροντίδα είναι απαραίτητη για να αποφευχθούν επιπλοκές και κίνδυνος για θάνατο (WHO 2012a).

Ιός Chikungunya ή Πυρετός Chikungunya



Εικόνα 30: Δάγκειος αιμορραγικός πυρετός, στην εικόνα απεικονίζεται η εξωτερική αιμορραγία από τους βλεννογόνους (<http://naturalunseenhazards.wordpress.com/2012/04/27/california-preparing-for-tiger-mosquito-that-carries-dengue-and-other-viruses-european-climate-change-favors-mosquito-that-carries-dengue-and-o>).

Ο πυρετός Chikungunya είναι μια ιογενής νόσος που προκαλείται από τσίμπημα κουνουπιού και εμφανίστηκε πρώτη φορά κατά την διάρκεια μιας επιδημίας το 1952 στην Τανζανία. Ανήκει στο γένος *Alphavirus*, στην οικογένεια *Togaviridae* (WHO 2008).

Συμπτώματα

Οι ασυμπτωματικές λοιμώξεις έχουν αναφερθεί στο 10-15% των περιπτώσεων. Η ασθένεια χαρακτηρίζεται από αιφνίδια εμφάνιση πυρετού, ρίγη, κεφαλαλγία, ναυτία, φωτοφοβία, εμετό, πόνο στις αρθρώσεις. Η οξεία φάση διαρκεί περίπου 10 ημέρες. Το τυπικό σύμπτωμα της νόσου είναι η αρθραλγία αλλά και νευρολογικές, αιμορραγικές και οφθαλμικές εκφάνσεις. Στην χρόνια φάση της νόσου, 30-40% των ασθενών έχουν περιοδικό πόνο στις αρθρώσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να διαρκέσει ο πόνος ακόμα και χρόνια. Μια σημαντική συνέπεια στα νεογνά είναι η μηνιγγοεγκεφαλίτιδα. Παρά το γεγονός ότι θεωρείται η ασθένεια ως μη θανατηφόρα, θάνατοι έχουν αποδοθεί στον ιό (ECDC 2013).

Φιλαριάσεις

Η λυμφατική φιλαρίαση γνωστή και ως ελεφαντίαση επηρεάζει 120 εκατομμύρια ανθρώπους σε 80 χώρες στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές της Ασίας, της Αφρικής, του Δυτικού Ειρηνικού καθώς και τμήματα της Καραϊβικής και της Νότιας Αμερικής (Εικόνα 31).

Προκαλείται από τους παρασιτικούς νηματώδεις:

- *Wuchereria bancrofti*, που ευθύνεται για το 90% των περιπτώσεων *Brugia malayi*, που προκαλεί το μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου των περιπτώσεων, και *B. timori*, που επίσης προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις.
- Μεταδίδεται από διάφορα είδη κουνουπιών όπως το γένος *Culex* διαδεδομένο σε αστικές και περιαστικές περιοχές, το είδος *Anopheles* σε αγροτικές περιοχές και το γένος *Aedes* στα νησιά του Ειρηνικού (WHO 2013c).
- Τα κουνούπια μολύνονται με αναρρόφηση αίματος από άτομα που έχουν μικροφιλαριαιμία. Στο πεπτικό σύστημα του κουνουπιού,



Εικόνα 31 : Γεωγραφική κατανομή της λυμφατικής φιλαρίασης. Με το κόκκινο χρώμα υποδεικνύονται οι περιοχές με λυμφατική φιλαρίαση (<http://www.cdc.gov/parasites/lymphaticfilariasis/epi.html>).

οι μικροφιλάρειες υφίστανται μεταμορφώσεις και τελικά εξελίσσονται σε ώριμες μολυσματικές προνύμφες που μεταναστεύουν στην προβοσκίδα του κουνουπιού από όπου, μετά από τσίμπημα για λήψη αίματος, εμβολιάζονται στο δέρμα υγιούς ανθρώπου. Με την κυκλοφορία οι προνύμφες πηγαίνουν

- στο λεμφικό σύστημα όπου μέσα σε διάστημα 12 μηνών ενηλικιώνονται. Τότε κάνουν την εμφάνιση τους στο αίμα του νέου θύματος οι μικροφιλάρειες (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

Συμπτώματα

Η λυμφατική φιλαρίαση μπορεί να έχει ασυμπτωματικές, οξείες και χρόνιες παθήσεις. Η πλειοψηφία των μολύνσεων είναι ασυμπτωματικές, δηλ. δεν υπάρχουν εξωτερικά σημεία της μόλυνσης. Αυτές οι ασυμπτωματικές λοιμώξεις εξακολουθούν να προκαλούν βλάβη στο λεμφικό σύστημα και τα νεφρά, καθώς μεταβάλλεται το ανοσοποιητικό σύστημα του σώματος. Οξεία επεισόδια τοπικής φλεγμονής που αφορούν το δέρμα, τους λεμφαδένες και τα λεμφαγγεία συχνά συνοδεύουν το χρόνιο λεμφοίδημα ή ελεφαντίαση. Μερικά από αυτά τα επεισόδια προκαλούνται από την ανοσολογική απόκριση του σώματος στο παράσιτο.

Ωστόσο, τα περισσότερα είναι αποτέλεσμα βακτηριακής λοίμωξης του δέρματος όπου η άμυνα εν μέρει έχει ατονήσει λόγω βλάβης του λεμφικού. Όταν η λεμφική φιλαρίαση εξελίσσεται σε χρόνιες παθήσεις, οδηγεί σε λεμφοίδημα (πρήξιμο των ιστών) ή ελεφαντίαση (πάχυνση δέρματος και ιστού) των άκρων και συσσώρευση υγρού (hydrocele) (Εικόνα 32). Η εμπλοκή των μαστών και των γεννητικών οργάνων είναι κοινή. Τέτοιες παραμορφώσεις του σώματος μπορεί να οδηγήσουν σε κοινωνικό στιγματισμό, καθώς και σε οικονομικές δυσκολίες από την απώλεια των εσόδων και την αύξηση των ιατρικών εξόδων. Οι κοινωνικοοικονομικές επιβαρύνσεις της απομόνωσης είναι τεράστιες (WHO 2013c).

Φιλαριάσεις στα ζώα



Εικόνα 32: Η δεξιά εικόνα μας δείχνει σύμπτωμα από ελεφαντίαση και η δεύτερη εικόνα από συσσώρευση υγρών (hydrocele) (WHO 2013d).

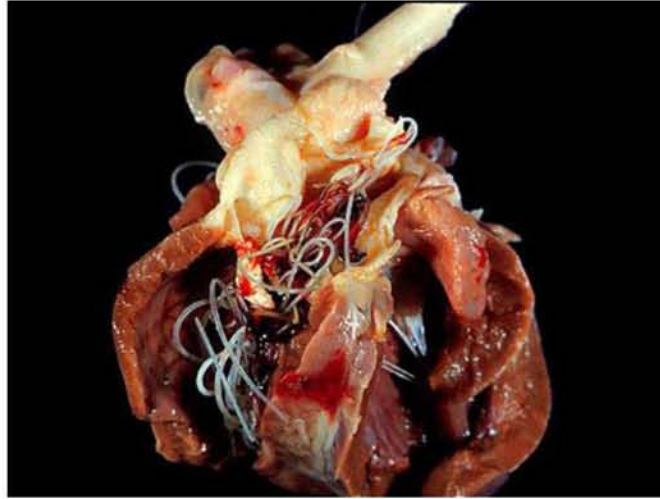
Η διροφιλαρίαση στον σκύλο είναι ένα νόσημα που μεταδίδεται από τσίμπημα κουνουπιών από τον νηματώδη *Dirofilaria immitis* που ανήκει στην οικογένεια των Onchocercidae (Arwell 1988, Foster and Walker 2009). Τα παράσιτα του νηματώδη *Dirofilaria immitis* καταλαμβάνουν την δεξιά κοιλία της καρδιάς του σκύλου και την πνευμονική αρτηρία (Εικόνα 33).

Τα ενήλικα παράσιτα έχουν μήκος από 12 έως 31 εκατοστά, ζουν στην δεξιά καρδιά προκαλούν αλλοιώσεις στα τοιχώματα και στις πνευμονικές αρτηρίες το οποίο οδηγεί σε πνευμονική υπέρταση και δεξιά κοιλιακή υπερτροφία. Αυτές οι παθολογικές αλλαγές προκαλούν μειωμένη καρδιακή παροχή και αποδυνάμωση των πνευμόνων, λήθαργο, χρόνια βήχα, και τελικά καρδιακή ανεπάρκεια. Τα σκυλιά που αφήνονται χωρίς θεραπεία μπορεί να πεθάνουν.

Μεταδίδεται με πολλά είδη κουνουπιών ανάλογα με την γεωγραφική κατανομή. Τα κουνούπια μολύνονται με *Dirofilaria immitis* όταν μυζούν αίμα από μολυσμένο σκύλο με μικροφιλάριας. Η εξάπλωση της νόσου εξαρτάται απόλυτα από τα κουνούπια, αφού μέσα σε αυτά εξελίσσονται οι μικροφιλάριας (Foster and Walker 2009).

1.6 Μέθοδοι αντιμετώπισης κουνουπιών

Η αντιμετώπιση των κουνουπιών ξεκίνησε διεθνώς και στην Ελλάδα στις αρχές του 20^{ου} αιώνα όταν έγινε γνωστός ο ρόλος τους στην μετάδοση ασθενειών (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011). Από την χρησιμοποίηση συνθετικών οργανικών ενώσεων την δεκαετία του 1940 και 1950 για την αντιμετώπιση του φορέα σε πολλές περιοχές της γης καταγράφηκε μείωση των ασθενειών που μεταδίδονται με κουνούπια (Paul et al. 2006). Μετά την ανακάλυψη των συνθετικών εντομοκτόνων στα τέλη της δεκαετίας του 1930 ενισχύθηκε η χρήση των χημικών μεθόδων για την αντιμετώπιση των εντόμων. Η ανακάλυψη του DDT (έγινε το 1939) και η χρήση του αρχικά έφερε θετικά αποτελέσματα. Στην δεκαετία του 1950 υπήρξε η πεποίθηση ότι η ελονοσία θα εξαλειφθεί με την χρήση του DDT και της χλωροκίνης (chloroquine) αλλά πολύ γρήγορα οι πεποιθήσεις αυτές κατέρρευσαν επειδή σε πολλές περιοχές τα κουνούπια έγιναν ανθεκτικά στα εντομοκτόνα



Εικόνα 33: Τα παράσιτα του νηματώδη *Dirofilaria immitis* καταλαμβάνουν την δεξιά κοιλία της καρδιάς και την πνευμονική αρτηρία σε σκύλους ή και γάτες

(http://cal.vet.upenn.edu/projects/merial/introduction/intro_2.htm).

Οι προσπάθειες για τον έλεγχο των κουνουπιών και η αλόγιστη χρήση εντομοκτόνων και η χρησιμοποίηση εντομοκτόνων μη ειδικών και με υψηλή υπολειμματική δράση οδήγησε στην δημιουργία τοξικολογικών και οικοτοξικολογικών προβλημάτων (Becker et al. 2010). Οι καταστροφικές συνέπειες των χημικών εντομοκτόνων στο περιβάλλον αλλά και στην υγεία του ανθρώπου οδήγησαν στην αναθεώρηση των μέχρι τότε μεθόδων καταπολέμησης των εντόμων και η τάση που επικρατεί εδώ και πολλά χρόνια είναι η προστασία της υγείας του ανθρώπου αλλά και του περιβάλλοντος.

Η αντιμετώπιση των εντόμων δεν στηρίζεται μόνος στις χημικές μεθόδους αλλά στον συνδυασμό ποικιλίας μεθόδων όπως φυσικές, βιολογικές και χημικές με στόχο την μείωση των πληθυσμών των εντόμων σε ανεκτά επίπεδα (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

Η αντιμετώπιση των εντόμων υγειονομικής σημασίας είναι ιδιαίτερα σημαντική εφόσον τα έντομα αυτά επηρεάζουν την διαβίωση, την υγεία και την ζωή του ανθρώπου. Τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται θα πρέπει να εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό ή το να φθάσουν τα επιβλαβή είδη στο χώρο διαβίωσης του ανθρώπου και θα πρέπει τα μέτρα αυτά να στοχεύουν στην μείωση του πληθυσμού τους. Όσον αφορά την αντιμετώπιση των κουνουπιών θα πρέπει τα μέτρα να είναι γενικά, και να εφαρμόζονται μετά από μελέτη, προγραμματισμό και παρακολούθηση από επιστήμονες. Σημαντικό κομμάτι στην αντιμετώπιση των κουνουπιών είναι και η ενημέρωση των πολιτών και η συμμετοχή τους για την μείωση των εστιών ανάπτυξης (Σαββοπούλου-Σουλτάνη 2003). Οι 4 αλληλεπικαλυπτόμενοι στόχοι για την αντιμετώπιση των κουνουπιών είναι η πρόληψη από τα τσιμπήματα των κουνουπιών, η διατήρηση των πληθυσμών των κουνουπιών σε αποδεκτά επίπεδα, η ελαχιστοποίηση της επαφής μεταξύ κουνουπιών και σπονδυλωτών και η μείωση του χρόνου ζωής των θηλυκών κουνουπιών (Foster and Walker 2009).

Σήμερα, η αντιμετώπιση των κουνουπιών βασίζεται σε συνδυασμό μέτρων, που συμβάλλουν παράλληλα προς το τελικό αποτέλεσμα και όχι στην εφαρμογή μιας μόνο μεθόδου καταπολέμησης. Η αντιμετώπιση των

κουνουπιών στηρίζεται στην καταπολέμηση ή τον περιορισμό των προνυμφών και συμπληρωματικά την καταπολέμηση των ενηλίκων ατόμων ή ταυτόχρονα και στα δύο (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

Αντιμετώπιση των ανήλικων σταδίων

Φυσικές μέθοδοι

-Περιορισμός των εστιών ανάπτυξης

Οποιαδήποτε συλλογή νερού μπορεί να αποτελέσει εστία αναπαραγωγής κουνουπιών. Σκοπός είναι να γίνει καταστροφή των εστιών μόλυνσεως ώστε να μειωθεί η πυκνότητα τους. Η μέθοδος αυτή δεν θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως μοναδική μέθοδος για την πλήρη αντιμετώπιση αλλά θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό και με άλλες μεθόδους (WHO 2013, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Εστίες ανάπτυξης κουνουπιών είναι λίμνες, βάλτοι, εκβολές ποταμών, έλη και διάφορες άλλες φυσικές κοιλότητες αλλά και τεχνικές όπως βαρέλια, γεωργικά μηχανήματα που κατακρατούν νερό, δεξαμενές νερού, ελαστικά αυτοκινήτων και άλλα (Green 1990a, Εμμανουήλ 1999, Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Επειδή η ανάπτυξη των κουνουπιών συχνά γίνεται σε εκτεταμένες περιοχές που κατακλύζονται με νερό όπως λίμνες και έλη η αντιμετώπιση τους απαιτεί την βοήθεια της τοπικής αυτοδιοίκησης, Υπουργείο Υγείας και άλλων φορέων (Εμμανουήλ 1999).

Ενέργειες που πρέπει να γίνουν για την αντιμετώπιση των εστιών μόλυνσης είναι οι εξής:

- Αποξήρανση εστιών ανάπτυξης ατελών σταδίων των κουνουπιών όπως λίμνες με μικρή συγκέντρωση νερού, έλη με θαλασσινό ή γλυκό νερό (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011).
- Πρέπει να απομακρύνεται το στάσιμο νερό από γλάστρες, παλιά λάστιχα αυτοκινήτων, υδρορροές, ποτίστρες ζώων και άλλα μέρη (Green 1990a, Εμμανουήλ 1999). Απομάκρυνση της βλάστησης στις όχθες των λιμνών, ελών, ποταμών, αρδευτικών και αποστραγγιστικών αυλάκων για διευκόλυνση της ροής του νερού.
- Καθάρισμα κοινόχρηστων χώρων (Εμμανουήλ 1999)

Βιολογική αντιμετώπιση των ανήλικων σταδίων κουνουπιών

Η βιολογική αντιμετώπιση των κουνουπιών περιλαμβάνει χρησιμοποίηση βιολογικών οργανισμών, οι οποίοι είναι είτε αρπακτικά είτε παθογόνα. Η βιολογική καταπολέμηση παρουσιάζει πολλά σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τη χημική, γιατί οι οργανισμοί που χρησιμοποιούνται είναι εκλεκτικοί και συνεπώς είναι ακίνδυνοι και φιλικοί στο περιβάλλον (Kumar and Hwang 2006, Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

-Αρπακτικά είδη

Η χρήση αρπακτικών είναι πιο αποτελεσματική για τα ανήλικα στάδια των κουνουπιών από ότι στα ενήλικα κουνούπια. Κατά κύριο λόγο οι προνύμφες βρίσκονται συγκεντρωμένες στις περιοχές αναπαραγωγής και είναι πιο διαθέσιμες στα αρπακτικά από ότι τα διάσπαρτα ενήλικα άτομα κουνουπιών. Επίσης, τα ενήλικα κουνούπια αποφεύγουν πολλά αρπακτικά ζώα διότι είναι νυκτόβια. Τα αρπακτικά για να είναι αποτελεσματικά θα πρέπει να έχουν υψηλό ποσοστό αναπαραγωγής όπως τα κουνούπια, και/ή υψηλό ρυθμό διατροφής όπως τα ψάρια (Becker et al. 2010).

Οι πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενοι παράγοντες βιολογικού ελέγχου των πληθυσμών των κουνουπιών είναι τα προνυμφοφάγα ψάρια των ειδών *Gambusia affinis* και *G. holbrooki* (Kumar and Hwang 2006) (Εικόνα 34). Κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα, πολλά είδη ψαριών εισήχθησαν εκτός των φυσικών οικοτόπων τους. Και τα δύο είδη ψαριών εισήχθησαν σε όλο τον κόσμο λόγω της φήμης τους ως παράγοντες αντιμετώπισης κουνουπιών (Kumar and Hwang 2006). Τα ψάρια αυτά έχουν μικρό μέγεθος (3-6 cm), υψηλό δυναμικό αναπαραγωγής, και υψηλή ανοχή στις μεταβολές της θερμοκρασίας, στην αλατότητα και στην οργανική ρύπανση. Το είδος *G. affinis* μπορεί να επιβιώσει σε θερμοκρασίες νερού κάτω από 13°C, ακόμη και να διαχειμάσει σε περιοχές με σύντομες περιόδους παγετού, αλλά το είδος *P. reticulata* περιορίζεται σε υποτροπικά και τροπικά κλίματα (Becker et al. 2010). Πριν από την



Εικόνα 34: Προνυμφοφάγο ψάρι *Gambusia affinis*
(<http://www.lawestvector.org/MosquitoFish.htm>)

ανακάλυψη του Bti, η χρήση των προνυμοφάγων ψαριών χαρακτηρίζονταν ως ένα από τα πιο επιτυχημένα βιολογικά όπλα για τον έλεγχο των κουνουπιών. Πολλοί επικριτές ωστόσο, αποδοκίμασαν τη χρήση των προνυμοφάγων ψαριών λόγω της ανησυχίας τους για την εγγενή ιχθυοπανίδα. Το είδος *G. affinis* είναι παμφάγο και τρέφεται όχι μόνο με ασπόνδυλα, τα οποία μπορούν να είναι χρήσιμα αρπακτικά, αλλά επίσης και με αυγά των αυτόχθονων ψαριών. Έτσι η εισαγωγή του *G. affinis* μπορεί να έχει κάποιες δυσμενείς επιπτώσεις στους υδάτινους πληθυσμούς αρπακτικών όπως στα σκαθάρια του νερού (water beetles) και τις λιβελλούλες, (dragonflies), ενώ μπορούν να μειώσουν πληθυσμούς οικονομικά σημαντικών ψαριών όπως ο κυπρίνος (Becker et al. 2010).

Άλλα είδη αρπακτικών των ανήλικων σταδίων των κουνουπιών είναι μερικά είδη του γένους *Toxorhynchites*, τα οποία έχουν συμπεριφορά κανιβαλισμού σε προνύμφες κουνουπιών, έχουν μελετηθεί ως παράγοντες βιολογικού ελέγχου. Ορισμένα είδη *Toxorhynchites* είναι αποτελεσματικά για την αντιμετώπιση του *Ae. aegypti* διότι αναπαράγονται στα ίδια μέρη. Ωστόσο όμως η χρησιμοποίησή τους έχει χαρακτηριστεί ως αναποτελεσματική (Kumar and Hwang 2006). Επίσης έχουν χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση των ανήλικων σταδίων και άλλα αρπακτικά όπως κάποια υδρόβια ημίπτερα και σκαθάρια, κωπήποδα (Copepoda), ύδρα (hydras) και πλατυέλμινθες (turbellarian flatworms), παρόλα αυτά μόνο τα κωπήποδα έχουν εφαρμοστεί με σημαντική επιτυχία (Foster and Walker 2009).

-Παθογόνα και παράσιτα

Έχουν γίνει προσπάθειες να αναπτυχθεί η χρήση παθογόνων κατά των προνυμφών των κουνουπιών συμπεριλαμβανομένων των νηματωδών *Romanomermis culicivorax*, διαφόρων πρωτοζώων όπως *Lambornella* και *Tetrahymena*, το σπορόζωο (sporozoan) *Ascogregarina* και το μικροσπορίδιο (microsporidian) *Nozema*. Στους εντομοπαθογόνους μύκητες για την αντιμετώπιση των προνυμφών των κουνουπιών συμπεριλαμβάνονται οι *Coelomomyces*, *Lagenidium*, *Culicinomyces* και *Metarrhizium*. Παθογόνοι ιοί εναντίον των προνυμφών είναι οι ιοί

iridescent, densonucleosis, polyhedrosis όπως ο ιός baculoviruses και ο ευλογοϊός (entomopox viruses, EPV). Τα προαναφερθέντα παθογόνα για την αντιμετώπιση των προνυμφών των κουνουπιών είναι είτε σε πειραματικό στάδιο ανάπτυξης είτε έχουν περιορισμένη αποτελεσματικότητα (Foster and Walker 2009).

-Βακτήρια

Ο *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* (Bti) είναι ένα εντομοκτόνο βιολογικής προέλευσης που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση προνυμφών κουνουπιών και αποτελεί μια ασφαλή εναλλακτική λύση στα χημικά εντομοκτόνα. Παρόλο που είναι ασφαλές για το περιβάλλον, είναι λιγότερο αποτελεσματικό και ανθεκτικό από τα χημικά εντομοκτόνα (Tetreau et al. 2013). Ο βάκιλος παράγει τοξίνες πρωτεΐνης κατά τη διάρκεια σποροποίησής του που είναι συγκεντρωμένες σε ένα παρασποριακό σώμα (PSB), που ονομάζεται κρυσταλλική πρωτεΐνη. Αυτές οι πρωτεΐνες έχουν υψηλή τοξικότητα στις προνύμφες κουνουπιών και μαύρων μυγών (black flies). Η εκλεκτικότητα των τοξινών οφείλεται σε κάποιους παράγοντες, που αναφέρονται επιγραμματικά παρακάτω:

-Ο οργανισμός στόχος θα πρέπει να καταπιεί τον κρύσταλλο (ανενεργή προτοξίνη), και αυτό εξαρτάται από τις διατροφικές συνήθειες του.

-Η προτοξίνη θα πρέπει να διαλυθεί στο αλκαλικό περιβάλλον του μεσεντέρου του εντόμου ($\text{pH} > 10$).

-Θα πρέπει να γίνει ενεργοποίηση των πρωτεϊνών των κρυστάλλων σε τοξίνες με την δράση πρωτεασών του εντέρου.

-Ο οργανισμός στόχος πρέπει να διαθέτει τους κατάλληλους υποδοχείς στα επιθηλιακά κύτταρα του μεσεντέρου ώστε να γίνει δέσμευση των ενεργοποιημένων τοξινών (Becker et al. 2010).

Για να είναι αποτελεσματικό το στέλεχος θα πρέπει να γίνει η χρήση του στην εστία ανάπτυξης, όταν οι προνύμφες που βρίσκονται εκεί είναι του πρώτου, δεύτερου ή τρίτου σταδίου, γιατί μόνο αυτά τα στάδια καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες τροφής (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

Ο Bti είναι αναμφίβολα το πιο χρήσιμο παθογόνο καθώς μπορεί εύκολα να αναπαραχθεί εμπορικά, είναι τοξικολογικά αβλαβές για τον άνθρωπο και τους άλλους οργανισμούς και παρουσιάζει εκλεκτικότητα εναντίον προνυμφών κουνουπιών (Σαββοπούλου-Σουλτάνη 2011). Το σκεύασμα δεν παραμένει στο περιβάλλον οπότε απαιτούνται επανειλημμένες εφαρμογές (Βογιατζόγλου-Σαμανιδου 2011).

Το βακτήριο *Bacillus sphaericus* έχει παρόμοιο μηχανισμό δράσης αλλά είναι πιο εξειδικευμένο. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό εναντίον των προνυμφών του είδους *Culex*, είναι περισσότερο ανθεκτικό στο νερό και πιο ανεκτικό σε νερό με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία σε σχέση με τον Bti (Foster and Walker 2009).

Χημική αντιμετώπιση ανήλικων σταδίων κουνουπιών

Η χημική αντιμετώπιση στηρίζεται στην χρησιμοποίηση βιοκτόνων που σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό (BPR) 528/2012/EE είναι «κάθε ουσία ή μείγμα, στη μορφή υπό την οποία παραδίδεται στον χρήστη, που περιέχει, παράγει ή αποτελείται από μια ή περισσότερες δραστικές ουσίες και προορίζεται να καταστρέφει, να εμποδίζει, να καθιστά αβλαβή, να προλαμβάνει τη δράση ή να ασκεί άλλη περιοριστική δράση σε οποιονδήποτε επιβλαβή οργανισμό με οποιοδήποτε μέσο πέραν της απλής φυσικής ή μηχανικής δράσης, και κάθε ουσία ή μείγμα, που παράγεται από ουσίες ή μείγματα που δεν εμπίπτουν τα ίδια στην προηγούμενη περίπτωση, το οποίο θα χρησιμοποιείται με σκοπό να καταστρέφει, να εμποδίζει, να καθιστά αβλαβή, να προλαμβάνει τη δράση ή να ασκεί άλλη περιοριστική δράση σε οποιονδήποτε επιβλαβή οργανισμό με οποιοδήποτε μέσο πέραν της απλής φυσικής ή μηχανικής δράσης». Καταφεύγουμε στην χημική αντιμετώπιση εφόσον δεν έχουμε ικανοποιητικά αποτελέσματα από τις προηγούμενες μεθόδους (Σαββοπούλου-Σουλτάνη 2011).

Για την αντιμετώπιση των κουνουπιών παγκοσμίως χρησιμοποιούνται τα συνθετικά πυρεθροειδή (π.χ. deltamethrin, permethrin), οργανοφωσφορικά (π.χ. temephos, malathion, chlorpyrifos), καρβαμιδικά (propraxur και carbosulfan), ρυθμιστές ανάπτυξης (κυρίως S-

methoprene, diflubenzuron και pyriproxifen) και βιολογικά-βακτηριακά σκευάσματα (π.χ. *Bacillus thuringiensis israelensis* και *Bacillus sphaericus*, spinosad) (Paul et al. 2006, Foster and Walker 2009).

Στην χώρα μας τα βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των προνυμφών των κουνουπιών είναι τα diflubenzuron, S-methoprene, Bti (serotype h-14) (ΥΠΑΑΤ 2013).

Αντιμετώπιση των ενηλίκων κουνουπιών

Ατομική προστασία

- ✓ Χρήση απωθητικών ουσιών για ατομική χρήση

Οι περισσότερες από τις ουσίες αυτές αποτρέπουν τα έντομα να νύξουν το δέρμα όταν έλθουν σε επαφή με αυτό, αν και ορισμένες από αυτές ως πτητικές απωθούν νωρίτερα τα έντομα. Επιθυμητά χαρακτηριστικά μιας τέτοιας ουσίας είναι η αποτελεσματικότητά της για ένα σχετικά μεγάλο εύρος ενοχλητικών ή μυζητικών του αίματος αρthropόδων, η χημική σταθερότητα τους, η ευκολία εφαρμογής στο δέρμα και η μη δυσμενής επίδραση τους σε υφάσματα, ρούχα, έπιπλα και άλλα υλικά (Εμμανουήλ 1999). Μερικές από τις ουσίες που προστατεύουν τον άνθρωπο από τα τσιμπήματα μπορεί να είναι: DEET (N,N diethyl-met-toluamide), citriodiol, icaridin, pyrethrins και αλλά, και η χρήση των ουσιών αυτών είναι σε μορφή λοσιόν, αερολύματα, γαλακτώματα, gel ή και άλλων μορφών (ΥΠΑΑΤ 2013). Εκτός αυτών χρησιμοποιούνται και ειδικά πλαστικά βραχιόλια με απωθητικές ουσίες στον καρπό του χεριού ή στον αστράγαλο ή τοποθετούνται στα πλευρά της καρέκλας ή άλλης θέσης στην οποία βρίσκεται ο άνθρωπος που ενοχλείται από τα έντομα (ΥΠΑΑΤ 2013).

- ✓ Προστασία του χώρου διαβίωσης

Για την προστασία του χώρου διαβίωσης γίνεται η χρήση κουνουπιέρας ανάλογα με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και το μέγεθος των κουνουπιών της περιοχής σε πόρτες, παράθυρα, κρεβάτια όπως επίσης και σε καμινάδες, εξαεριστήρες κ.α. Σημαντικό μέτρο είναι και η αποφυγή παραμονής σε ανοικτούς χώρους κατά τις ώρες που είναι

δραστήρια τα είδη κουνουπιών της περιοχής (Εμμανουήλ 1999, Σαββοπούλου-Σουλτάνη 2011, Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

✓ Χρήση διχτύων εμποτισμένων με εντομοκτόνες ουσίες (κυρίως πυρεθροειδή)

Η χρήση διχτύων εμποτισμένων με εντομοκτόνες ουσίες είναι μια μορφή ατομικής προστασίας και έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να συμβάλλουν στο περιορισμό της μετάδοσης της ασθένειας της ελονοσίας, σε περιοχές με υψηλά ποσοστά της ασθένειας αυτής. Σε κοινοτικό επίπεδο έχουν γίνει δοκιμές σε πολλές αφρικανικές χώρες με την χρήση διχτύων εμποτισμένων με εντομοκτόνες ουσίες και έχουν δείξει μείωση της θνησιμότητας κάθε αιτιολογίας της τάξης του 20% (Kim 2006).

Η χρήση διχτύων σχηματίζουν ένα προστατευτικό φράγμα γύρω από τα άτομα κατά την χρήση τους. Ωστόσο, η χρήση διχτύων χωρίς κάποιο εντομοκτόνο εξακολουθούν να επιτρέπουν στα κουνούπια να περνούν μέσα από τα δίχτυα, ιδιαίτερα όταν το σώμα του ατόμου έρχεται σε επαφή με το δίχτυ. Η εφαρμογή υπολειμματικού εντομοκτόνου βελτιώνει σημαντικά την προστατευτική αποτελεσματικότητα των διχτύων από τη θανάτωση των κουνουπιών και άλλων εντόμων που έρχονται σε επαφή με τα δίχτυα και απωθεί τα κουνούπια από τη περιοχή αυτή. Ένα πρόσθετο όφελος επιτυγχάνεται όταν έχουμε υψηλή κάλυψη με την χρήση διχτύων εμποτισμένων με εντομοκτόνο σε μια κοινότητα, διότι μειώνεται ο πληθυσμός των κουνουπιών και επιπλέον προστατεύονται οι κάτοικοι από τα κουνούπια. Έχουν αναφερθεί προβλήματα λόγω της έκπλυσης των εντομοκτόνων όμως είναι δυνατό να αντιμετωπιστούν με την χρήση διχτύων μακράς διάρκειας (Longlasting Insecticidal Nets, LLINs) όπου το εντομοκτόνο διαρκεί όσο και η διάρκεια ζωής του διχτυού.

Επί του παρόντος, μόνο πυρεθροειδή εντομοκτόνα έχουν εγκριθεί για χρήση σε δίχτυα. Τα πυρεθροειδή έχουν πολύ χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά, αλλά είναι εξαιρετικά τοξικά για τα έντομα, ακόμη και σε χαμηλές δόσεις. Επίσης, έχουν υψηλή υπολειμματικότητα και μακρά διάρκεια ζωής (Kim 2006).

Χρησιμοποίηση εντομοκτόνων εναντίον των ενηλίκων κουνουπιών

✓ Εσωτερικοί υπολειμματικοί ψεκασμοί (Indoor Residual Spraying-IRS)

Πολλά είδη κουνουπιών είναι ενδοφαγικά (endophilic) δηλαδή παραμένουν σε κλειστό χώρο μετά την λήψη αίματος. Αυτό κάνει και τα κουνούπια να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στους εσωτερικούς υπολειμματικούς ψεκασμούς. Οι ψεκασμοί εσωτερικών χώρων εφαρμόζονται στους τοίχους και στις εσωτερικές επιφάνειες των σπιτιών με ένα υπολειμματικό εντομοκτόνο. Αυτά τα εντομοκτόνα κατά κανόνα θανατώνουν τα κουνούπια και άλλα έντομα που έρχονται σε επαφή με ψεκαζόμενες επιφάνειες (Kim 2006). Έτσι το κουνούπι έρχεται σε επαφή με μία ψεκασμένη επιφάνεια, απορροφά τις θανατηφόρες δόσεις του εντομοκτόνου, μειώνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής του (WHO 2013e). Σύμφωνα με τον WHO (2012b), μέτρα που μειώνουν τη διάρκεια ζωής ενός κουνουπιού-φορέα, όπως οι εσωτερικοί υπολειμματικοί ψεκασμοί και η χρήση διχτύων εμποτισμένων με εντομοκτόνο, έχουν μεγαλύτερες δυνητικές επιπτώσεις εξάλειψης του κουνουπιού-φορέα από τα μέτρα που μειώνουν μόνο την πυκνότητα του φορέα, όπως η προνυμφοκτονία. Επειδή συνήθως οι εσωτερικοί υπολειμματικοί ψεκασμοί θανατώνουν τα κουνούπια που έχουν ήδη τραφεί με αίμα, οι ψεκασμοί αυτοί δεν προλαμβάνουν τα τσιμπήματα από τα κουνούπια. Ωστόσο οι εσωτερικοί υπολειμματικοί ψεκασμοί σταματούν την αναπαραγωγή των κουνουπιών αλλά δεν εμποδίζουν την μετάδοση ασθενειών στους ανθρώπους (Kim 2006).

✓ Ψεκασμοί εξωτερικών χώρων

Οι ψεκασμοί εξωτερικών χώρων, σε αντίθεση με τους υπολειμματικούς σε εσωτερικές επιφάνειες και οι οποίοι αφορούν ενδοφιλικά οικοδίαιτα είδη, χρησιμοποιούνται για εξωφιλικά και αγροδίαιτα είδη. Οι υπολειμματικοί ψεκασμοί εφαρμόζονται σε μέρη όπως φύλλωμα και κορμοί δένδρων, θάμνοι, ποώδη φυτά και εξωτερικές

επιφάνειες κτιρίων όπου τα κουνούπια συνηθίζουν να κάθονται (Εμμανουήλ 1999).

✓ Καπνισμοί εσωτερικών χώρων

Στους καπνισμούς εσωτερικών χώρων χρησιμοποιούνται πτητικά εντομοκτόνα όπως πυρεθρίνες και συνθετικά πυρεθροειδή και χρησιμοποιούνται για την απόθεση και την αδρανοποίηση μάλλον παρά την θανάτωση των ενηλίκων κουνουπιών. Κυκλοφορούν τρεις κύριες μορφές σκευασμάτων: καπνογόνα πλακίδια, καπνογόνες σπείρες και πλακέτες μεγάλου μεγέθους (Εμμανουήλ 1999).

Βιολογική αντιμετώπιση ενηλίκων κουνουπιών

✓ Για την βιολογική αντιμετώπιση των ενηλίκων κουνουπιών έχουν καταγραφεί πολλά ζώα όπως:

Αμφίβια

-Πτηνά (πουλιά)

Σε γενικές γραμμές, τα πουλιά δεν θεωρούνται να είναι σημαντικά αρπακτικά των κουνουπιών, αν και τα κουνούπια είναι μία πηγή τροφής για ορισμένα είδη πτηνών (Becker et al. 2010).

-Νυχτερίδες (Θηλαστικά, Τάξη Chiroptera):

Οι νυχτερίδες συνήθως κυνηγούν κατά την διάρκεια της νύχτας. Ως εκ τούτου τα πρότυπα δραστηριότητας και των νυχτερίδων και μερικών ειδών κουνουπιών εμφανίζουν αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Έτσι μετά το σούρουπο, οι νυχτερίδες βγαίνουν από τις φωλιές τους, και την ίδια στιγμή αυξάνεται και η δραστηριότητα των κουνουπιών (Becker et al. 2010).

Ασπόνδυλα αρπακτικά

-Αράχνες και ακάρεα (Αραχνίδια)

Οι αράχνες είναι γνωστό ότι είναι θηρευτές των ενηλίκων κουνουπιών, ιδιαίτερα κατά την ημέρα σε τόπους ανάπαυσης και τα καταφύγια για την χειμερία νάρκη. Να αναφέρουμε επίσης ότι υπάρχουν κάποια είδη που κυνηγούν και προνύμφες κουνουπιών (Becker et al. 2010).

Γενετικοί μέθοδοι αντιμετώπισης ενηλίκων κουνουπιών

Η γενετική μέθοδος ανήκει στις βιολογικές μεθόδους αντιμετώπισης των κουνουπιών. Η χρήση του για την αντιμετώπιση των κουνουπιών παραμένει σε πειραματικό στάδιο.

-Μέθοδος των στειρωμένων εντόμων

Τα βακτήρια του γένους *Wolbachia* είναι κληρονομούμενα μητρικά ενδοκυτταρικά συμβιωτικά βακτήρια που εκτιμάται ότι μολύνουν περισσότερο από το 60% όλων των ειδών των εντόμων. Ενώ η *Wolbachia* είναι συνήθης σε πολλά είδη κουνουπιών, είναι απύσα στα είδη που θεωρούνται μείζονος σημασίας για την διαβίβαση των ανθρώπινων παθογόνων (Moreira 2009). Τα βακτήρια *Wolbachia* είναι σε θέση να εισβάλουν σε πληθυσμούς εντόμων χρησιμοποιώντας την κυτταροπλασματική ασυμβατότητα και παρέχοντας νέες στρατηγικές για την έλεγχο κουνουπιών-φορέων τροπικών ασθενειών, όπως ο δάγκειος πυρετός (Blagrove 2012).

Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις για την χρήση της γενετικής μεθόδου στα κουνούπια. Η απελευθέρωση στειρωμένων αρσενικών ή ασύμβατων στελεχών, καταλήγοντας σε μείωση του φυσικού πληθυσμού και την αντικατάσταση των φυσικών πληθυσμών με είδη ή στελέχη τα οποία είναι ανεπαρκείς φορείς ή δεν είναι ευαίσθητα σε μολυσματικούς παράγοντες.

Η πιο κοινή μέθοδος είναι του στείρου αρσενικού στην οποία μέθοδο απελευθερώνονται τα αρσενικά που μεταφέρουν ένα κυρίαρχο θανατηφόρο γονίδιο ή ένα γενετικό σύστημα που επιτρέπει στα τροποποιημένα αρσενικά να δίνουν μόνο αρσενικό απόγονο, τα οποία γονίδια στη συνέχεια διαδίδονται προκαλώντας την συρρίκνωση των φυσικών πληθυσμών των θηλυκών. Για την αντικατάσταση του φορέα, η πρόοδος ήταν πιο γρήγορη στην ανάπτυξη διαγονιδιακών *Anopheles* spp,

που είναι ανθεκτικά στην μόλυνση από τα παράσιτα της ελονοσίας και *Ae. aegyptii* που είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση του δάγκειου πυρετού (Foster and Walker 2009). Σύμφωνα με τον Becker et al. (2010) με την ανακάλυψη της δημοσίευσης της πλήρους αλληλουχίας του γονιδιώματος για το *Anopheles gambiae* από τον Holt (2002) έχει ενισχυθεί σε μεγάλο βαθμό η ικανότητα των επιστημόνων να αποσαφηνιστεί η λειτουργία των κουνουπιών σε μοριακό, βιοχημικό και γενετικό επίπεδο, και η ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων για τη διαχείριση τους.

Σωστή και επαρκής ενημέρωση

Η ενημέρωση παίζει σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των κουνουπιών και ιδιαίτερα η ενημέρωση των πολιτών και η συμμετοχή τους για μέτρα προστασίας των οικιών αλλά και ατομικά. Οι πολίτες μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά με μέτρα αποφυγής δημιουργίας εστιών ανάπτυξης κουνουπιών σε αστικές περιοχές που περιλαμβάνουν σωστή διαχείριση ελαστικών και καθαρισμός παράνομων χωματερών, καθώς και πιο γενικευμένα μέτρα όπως η διαχείριση των υδάτων λιμνών, ποταμών, ελών κ.α. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει και επαρκής ενημέρωση του επιστημονικού και εργατικού προσωπικού (Εμμανουήλ 1999, Σαββοπούλου-Σουλτάνη 2003, Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

Ανθεκτικότητα

Ο προσδιορισμός της ευαισθησίας ή των επιπέδων ανθεκτικότητας των διάφορων ειδών κουνουπιών σε μια περιοχή αποτελεί θεμελιώδη εργασία στο πλαίσιο της αντιμετώπισης τους. Μόνο αν εξασφαλιστούν οι πληροφορίες αυτές μπορεί να γίνει σωστός σχεδιασμός και σωστή επιλογή των βιοκτόνων και των δόσεων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα σε λογικό κόστος και με τις μικρότερες επιπτώσεις για το περιβάλλον και την δημόσια υγεία. Ο εργαστηριακός προσδιορισμός της ανθεκτικότητας είναι απαραίτητος για την σωστή διαχείριση και μακροχρόνια αποτελεσματικότητα των μεθόδων αντιμετώπισης κουνουπιών (Πορίχη κα. 2003).

Ως ανθεκτικότητα ορίζεται "η αναπτυγμένη ικανότητα μίας φυλής εντόμων να ανέχεται δόσεις τοξικών ουσιών που θα αποδεικνύονταν θανάσιμες στην πλειονότητα των ατόμων σε ένα φυσιολογικό πληθυσμό των ίδιων ειδών" (Becker et al. 2010). Τα στελέχη αυτά τείνουν να είναι σπάνια σε ένα κανονικό πληθυσμό, αλλά η ευρεία χρήση ενός εντομοκτόνου μπορεί να μειώσει τον ευαίσθητο πληθυσμό, παρέχοντας έτσι στα ανθεκτικά άτομα ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Τα ανθεκτικά άτομα πολλαπλασιάζονται στην έλλειψη ανταγωνισμού εντός των ειδών και κατά τη διάρκεια πολλών γενεών, γρήγορα θα γίνουν το κυρίαρχο ποσοστό του πληθυσμού. Ως εκ τούτου, το εντομοκτόνο δεν είναι πλέον αποτελεσματικό και τα έντομα θεωρούνται ανθεκτικά. Ένας πληθυσμός μπορεί ακόμη και να εξελιχθεί σε "διασταυρούμενη ή έμμεση ανθεκτικότητα" πράγμα που σημαίνει ότι ο πληθυσμός δεν είναι μόνο ανθεκτικός σε ένα εντομοκτόνο μιας συγκεκριμένης κατηγορίας, αλλά και σε άλλα εντομοκτόνα της ίδιας κατηγορίας. Πιο σοβαρό είναι το φαινόμενο της "πολλαπλής ανθεκτικότητας", όπου υπάρχουν ξεχωριστοί μηχανισμοί ανθεκτικότητας για μη σχετιζόμενα εντομοκτόνα, με αποτέλεσμα ο πληθυσμός των εντόμων να είναι ανθεκτικός σε διαφορετικές κατηγορίες εντομοκτόνων, γεγονός που καθιστά τον έλεγχο με εντομοκτόνα εξαιρετικά δύσκολο (Becker et al. 2010). Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί που επιτρέπουν τα έντομα να αντισταθούν στη δράση των εντομοκτόνων και μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Μεταβολισμός

Ο μεταβολισμός είναι ο σημαντικότερος μηχανισμός ανθεκτικότητας. Η μεταβολική ανθεκτικότητα είναι ο πιο κοινός μηχανισμός ανθεκτικότητας που εμφανίζεται στα έντομα. Ο μηχανισμός αυτός βασίζεται στο ενζυμικό σύστημα που έχουν όλα τα έντομα να αποτοξινώνουν φυσικά ξένα υλικά. Τρεις κατηγορίες ενζύμων εκπληρώνουν τελικά αυτή την λειτουργία και είναι οι εστεράσες, μονοοξυγενάσες και η γλουταθειόνη S-τρανσφεράσες. Τα ενζυμικά συστήματα συχνά ενισχύονται σε ανθεκτικά στελέχη εντόμων που τους επιτρέπουν να μεταβολίζουν τα εντομοκτόνα ή να τα αποικοδομούν πριν να είναι σε θέση να ασκήσουν μια τοξική επίδραση. Ένας από τους πιο κοινούς

μεταβολικούς μηχανισμούς ανθεκτικότητας είναι τα αυξημένα επίπεδα των εστερασών ενζύμων, τα οποία υδρολύουν εσωτερικούς δεσμούς ή διαχωρίζουν εντομοκτόνα. Σχεδόν όλα τα στελέχη του *Cx. quinquefasciatus* είναι ανθεκτικά σε ένα ευρύ φάσμα των οργανοφωσφορικών (OP) εντομοκτόνων και έχουν βρεθεί να κατέχουν πολλαπλά αντίγραφα ενός γονιδίου για *foresterases*, επιτρέποντάς τους να υπερπαραγάγουν αυτόν τον τύπο του ενζύμου. Σε αντίθεση, τα στελέχη *Anopheles* που είναι ανθεκτικά στο malathion έχουν βρεθεί με μη αυξημένα επίπεδα μίας αλλοιωμένης μορφής εστεράσης που ειδικώς μεταβολίζει το OP malathion με πολύ ταχύτερο ρυθμό από ότι σε ευαίσθητα άτομα. Η μεταβολική ανθεκτικότητα μπορεί να κυμαίνεται από πολυσύνθετη ένωση ανθεκτικότητας σε πολύ γενική ανθεκτικότητα που επηρεάζει ένα ευρύ φάσμα ενώσεων. Ομοίως, το επίπεδο ανθεκτικότητας μπορεί να ποικίλει από χαμηλό έως πολύ υψηλό και μπορεί να διαφέρει από ένωση σε ένωση. Μεταβολικοί μηχανισμοί ανθεκτικότητας έχουν ταυτοποιηθεί σε πληθυσμούς εντόμων φορέων για όλες τις μεγάλες κατηγορίες των εντομοκτόνων που χρησιμοποιούνται σήμερα για τον έλεγχο του φορέα, συμπεριλαμβανομένων των οργανοφωσφορικών, καρβαμικών, πυρεθροειδών και DDT (IRAC 2011).

2. Μειωμένη διείσδυση του εντομοκτόνου

Τροποποιήσεις στην cuticula ή στο πεπτικό σύστημα του εντόμου που εμποδίζουν ή επιβραδύνουν την απορρόφηση ή διείσδυση του εντομοκτόνου μπορούν να βρεθούν σε κάποια στελέχη των ανθεκτικών εντόμων. Αυτός ο μηχανισμός ανθεκτικότητας μπορεί να επηρεάσει ένα ευρύ φάσμα των εντομοκτόνων. Παραδείγματα μηχανισμών μειωμένης διείσδυσης είναι περιορισμένα, και συχνά θεωρείται ένας παράγοντας που συμβάλλει στη μείωση της ευαισθησίας (IRAC 2011).

3. Ηθολογική ανθεκτικότητα

Η ηθολογική ανθεκτικότητα περιγράφει οποιαδήποτε τροποποίηση στην συμπεριφορά του εντόμου που βοηθά να αποφεύγονται τα θανατηφόρα αποτελέσματα των εντομοκτόνων (IRAC 2011, Gattton 2013). Εντομοκτόνο με ανθεκτικότητα σε κουνούπια δεν είναι πάντα με βάση βιοχημικούς μηχανισμούς, όπως μεταβολική αποτοξίνωση ή μεταλλάξεις

θέσεως στόχου, αλλά μπορεί επίσης να ανατίθενται από μεταβολές της συμπεριφοράς σε αντίδραση με την παρατεταμένη έκθεση σε ένα εντομοκτόνο. Η ηθολογική ανθεκτικότητα δεν έχει την ίδια σπουδαιότητα όπως η φυσιολογική ανθεκτικότητα αλλά μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένας παράγοντας που συμβάλλει στην αποφυγή των θανατηφόρων δόσεων ενός εντομοκτόνου (IRAC 2011). Ένα παράδειγμα ηθολογικής ανθεκτικότητας είναι η αλλαγή της συμπεριφοράς μεταξύ των πληθυσμών των ανώφελων κουνουπιών σε περιοχές με εκτεταμένη χρήση εντομοκτόνων. Τα κουνούπια αυτά παρακάπτουν τη χρήση των διχτύων εμποτισμένων με εντομοκτόνες ουσίες μακράς διάρκειας και τους εσωτερικούς υπολειμματικούς ψεκασμούς μέσω της προτίμησής τους να τρέφονται και να αναπαύονται έξω από τις ανθρώπινες κατοικίες και να δραστηριοποιούνται νωρίς το σούρουπο πριν οι άνθρωποι εισέλθουν για να κοιμηθούν (Gatton 2013).

1.7 Εγκεκριμένα προνυμφοκτόνα κουνουπιών στην Ελλάδα

Τα προνυμφοκτόνα σκευάσματα

Τα προνυμφοκτόνα τοποθετούνται στο νερό, όπου αναπτύσσονται οι προνύμφες κουνουπιών ή όπου θα συσσωρευτεί νερό και θα δημιουργηθούν ενδαιτήματα προνυμφών (Foster and Walker 2009). Η επιλογή των προνυμφοκτόνων που θα χρησιμοποιηθούν εξαρτάται από το είδος του κουνουπιού και τις συνήθειες του, το κόστος και την ύπαρξη ανθεκτικών φυλών στην περιοχή εφαρμογής. Οι ψεκασμοί γίνονται συνήθως από το έδαφος ή από αέρος (αεροψεκασμοί με ελικόπτερα) όταν η πρόσβαση στις εστίες είναι δύσκολη (ορυζώνες, φυσικά συστήματα κ.α.) (Σαββοπούλου-Σουλτάνη κα. 2011). Για την καταπολέμηση των προνυμφών υπάρχουν εγκεκριμένα προνυμφοκτόνα σκευάσματα από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Τα εγκεκριμένα για το 2013 προνυμφοκτόνα περιέχουν τις παρακάτω δραστικές ουσίες: diflubenzuron, spinosad, *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis*, s-methoprene (ΥΠΙΑΑΤ 2013).

Στα προγράμματα καταπολέμησης προνυμφών κουνουπιών χρησιμοποιούνται προνυμφοκτόνα σκευάσματα με δραστική ουσία το βιολογικό παράγοντα *Bacillus thuringiensis* (Bti), είτε ρυθμιστές ανάπτυξης είτε σπινοςίνες (ΥΠΑΑΤ 2013).

Για την προστασία των υδροβιότοπων ακόμα και προσωρινά, με σκοπό τον έλεγχο των κουνουπιών απαιτείται καλή γνώση των ειδών στόχων και καλή γνώση των προνυμφοκτόνων. Ο αποτελεσματικός έλεγχος των προνυμφών είναι βασική αρχή για ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης διαχείρισης κουνουπιών (Integrated Pest Management, IPM) (Connelly and Carlson 2009).

Τα προνυμφοκτόνα θα πρέπει να επιλέγονται όταν έχουν ένα συγκεκριμένο τρόπο δράσης με μακροπρόθεσμα αποτελέσματα. Δεν υπάρχουν τέλεια προνυμφοκτόνα για καμία περίπτωση όλα τα προνυμφοκτόνα έχουν και τα θετικά τους και τα αρνητικά τους (Connelly and Carlson 2009).

Τα προνυμφοκτόνα που είχαν και έχουν έγκριση στην χώρα μας ανήκουν στις εξής κατηγορίες:

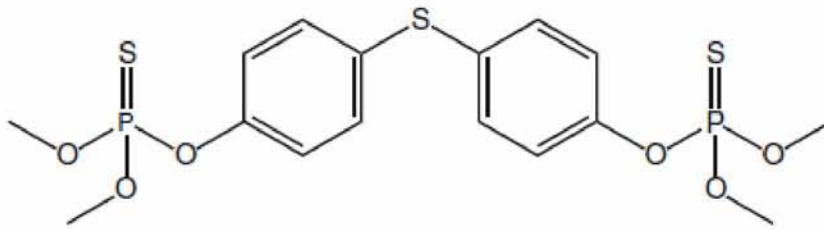
- Οργανοφωσφορικά
- Ρυθμιστές ανάπτυξης (insect growth regulators (IGRs))
- Βακτηριακά σκευάσματα
- Σκευάσματα που δρουν με μηχανικό τρόπο δράσης

Βιοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταπολέμηση των προνυμφών των κουνουπιών, με έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας με βάση την δραστική τους ουσία είναι τα εξής:

A. Οργανοφωσφορικά

➤ **Temephos**

[4-(4-dimethoxyphosphinothioxyloxyphenyl)sulfanylphenoxy]-dimethoxy-sulfanylidene phosphorane(Εικόνα 35).



Εικόνα 35: Χημική δομή της δραστικής ουσίας temephos (Becker et al. 2010).

Εμπορικά σκευάσματα με δραστική ουσία το temephos που κυκλοφόρησαν στην Ελλάδα είναι: Abate 1SG, Abate 50 EC και Τεμεφως-Υψίλον 50 EC. Η ημερομηνία έγκρισής τους στην χώρα μας ήταν για το Abate 1 SG 4/12/1998, για το Abate 50 EC 30/6/1980 και για το Τεμεφως-Υψίλον 50 EC 25/10/1999 (ΥΠΙΑΑΤ 2013). Να αναφέρουμε ότι η συγκεκριμένη δραστική έχει αποσυρθεί από την χώρα μας από το 2007 σύμφωνα με την υπουργική απόφαση με Αριθ. πρωτ.:117401.

Είναι ένα ετεροκυκλικό οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο με χαμηλή τοξικότητα για τα θηλαστικά με $LD_{50}=2,030\text{mg/kg}$ και χρησιμοποιείται σε διάφορα υδάτινα ενδιαιτήματα συμπεριλαμβανομένου και του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Το temephos έχει δυσάρεστη μυρωδιά (Becker et al. 2010).

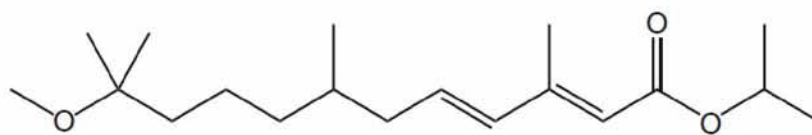
B. B. Ρυθμιστές ανάπτυξης

➤ **S-methoprene** (isopropyl (E,E)-(RS)-11-methoxy-3,7,11 trimethyldodeca-2,4- dienoate) (Εικόνα 36).

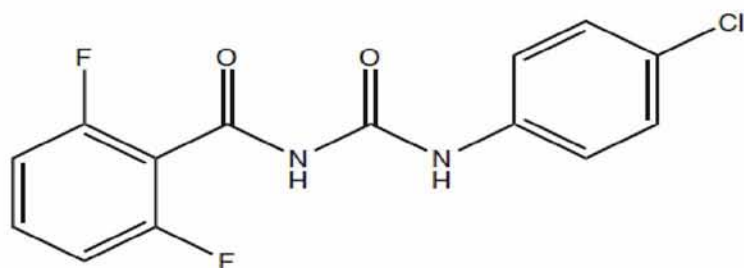
Το σκεύασμα που κυκλοφορεί στην Ελλάδα με δραστική ουσία το s-methoprene είναι το Biopren BM 20 σε μορφή υγρό γαλακτωματοποιήσιμο (EC), με εγγυημένη σύνθεση s-methoprene 19% β/ο και βοηθητικές ουσίες 76.24 % β/β. Δρα στον βιολογικό κύκλο των εντόμων (ρυθμιστής ανάπτυξης).

Η συγκεκριμένη δραστική μιμείται την νεανική ορμόνη, παρεμποδίζοντας την φυσιολογική εξέλιξη των εντόμων και έχει ως αποτέλεσμα τα έντομα να παραμένουν σε στάδιο «γηρασμένων» προνυμφών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα στάδια των προνυμφών αλλά είναι πιο αποτελεσματικό στο τελευταίο στάδιο (ΥΠΙΑΑΤ 2013).

➤ **Diflubenzuron** (1-(4-chlorophenyl)-3-(2,6-difluorobenzoyl-urea) (Εικόνα 37).



Εικόνα 36: Χημική δομή της δραστικής ουσίας methoprene (Becker et al. 2010).



Εικόνα 37: Χημική δομή του diflubenzuron (Becker et al. 2010).

Τα σκευάσματα που κυκλοφορούν στην Ελλάδα με δραστική ουσία το diflubenzuron είναι το Du Dim 15 SC, Du Dim 2 DT, Oprah 15 SC, Oprah 2 DT και Limac 2 GR.

Είναι παρασιτοκτόνα υγειονομικής σημασίας που δρουν ως ρυθμιστές ανάπτυξης (παρεμπόδιση της βιοσύνθεσης της χιτίνης) για την καταπολέμηση προνυμφών κουνουπιών (ΥΠΙΑΑΤ 2013).

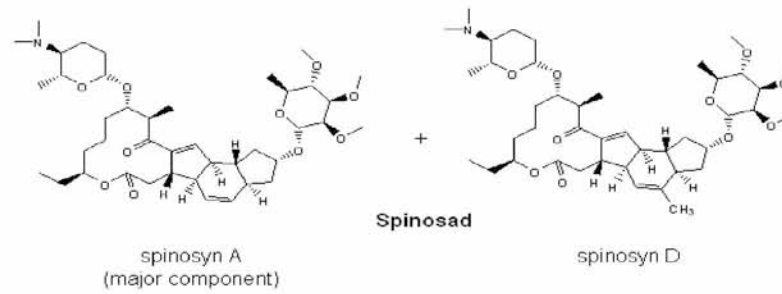
C. Βακτηριακά

➤ **Spinosad**

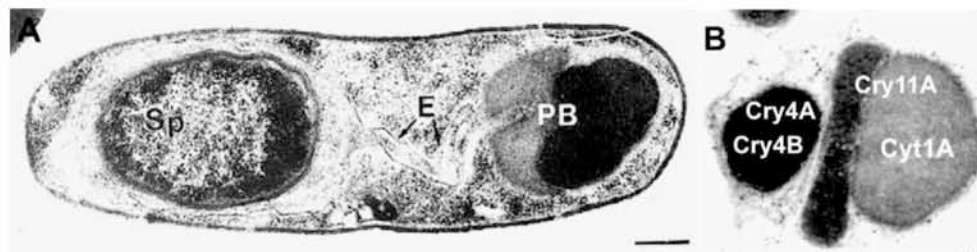
Το εμπορικό σκευάσμα με δραστική ουσία το spinosad είναι το Mozkill 120SC. Το συγκεκριμένο προνυμφοκτόνο από τις 13/12/2013 δεν έχει οριστικά έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας (Υπουργική Απόφαση, Αριθ. πρωτ.:12840/126736). Ανήκει στην χημική ομάδα spinosyns (σπινοσίνες). Οι σπινοσίνες είναι δευτερογενείς μεταβολίτες του ακτινομύκητα *Saccharopolyspora spinosa* (Williams 2003, Sarfraz et al. 2005, Ζιώγας και Μάρκογλου 2007). Η πιο σημαντικές ενώσεις είναι οι spynosyns A και D οι οποίες κυκλοφορούν στο εμπόριο με το κοινό όνομα spinosad (Williams 2003) (Εικόνα 38).

➤ ***Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* serotype h-14**

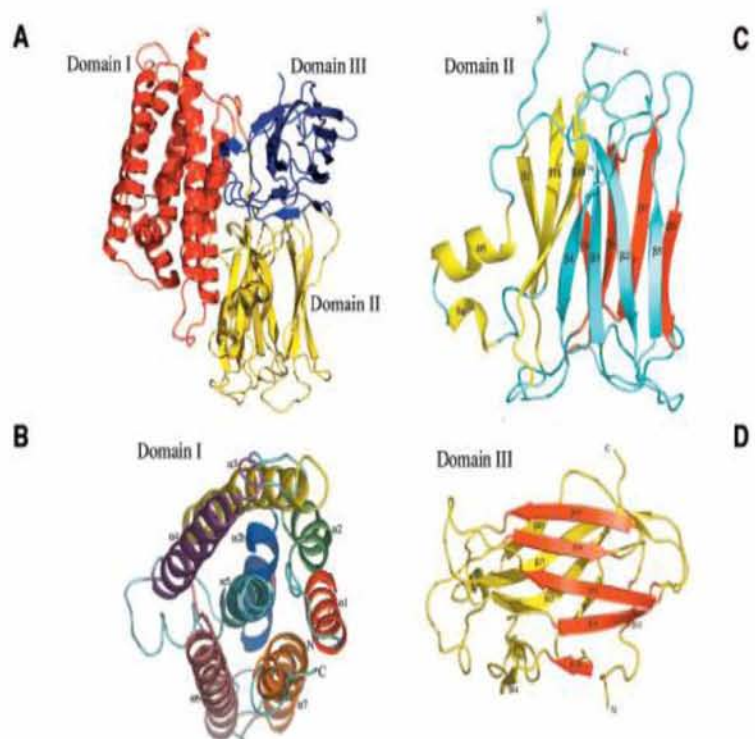
Τα σκευάσματα που κυκλοφορούν στην Ελλάδα με δραστική ουσία τον βιολογικό παράγοντα *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* serotype h-14 είναι το Vectobac 12 SC και το Bitor με εγγυημένη σύνθεση *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* serotype H-14 1,32% β/ο και βοηθητικές ουσίες 14,3% β/β. Η κατάποση των σπορίων (κυττάρων) του βακτηρίου, έχει ως αποτέλεσμα την ενεργοποίηση των ενδοτοξινών του βακτηρίου εντός των προνυμφών οι οποίες και πεθαίνουν σε 1-2 ημέρες (ΥΠΙΑΑΤ 2013) (Εικόνα 39). Το Bti παράγει 4 ενδοτοξίνες (Cry 4a, Cry 4b, Cry 11a, Cry 1A) (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2007) (Εικόνα 40).



Εικόνα 38: Χημική δομή της δραστικής ουσίας spinosad (spinosyn A και spinosyn D) (Dripps et al. 2008)



Εικόνα 39: (A) Κύτταρα sporώσης του *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* και (B) Ένα τυπικό παρασποριδιαίο σωματίδιο του είδους που περιέχει τα έγκλειστρα των τοξινών και την μεμονωμένη σύνθεσή τους. Sp, σπόρια, E, exosporium PB, παρασποριδιαίο σωματίδιο (Federici et al.2003).



Εικόνα 40: Δομές της Cry4Aa τοξίνης (Boonserm et al. 2006).

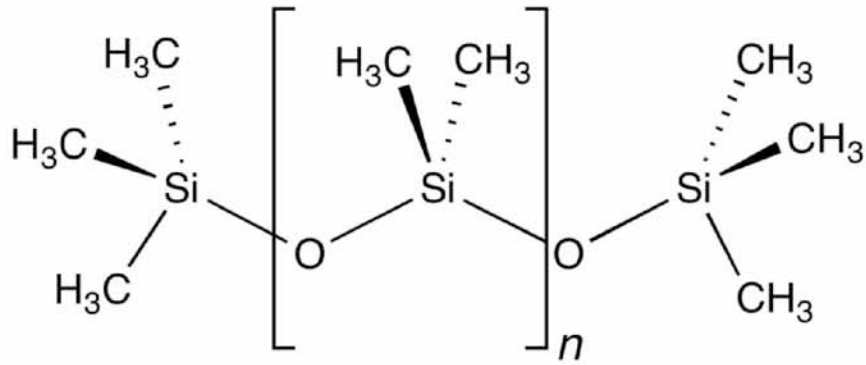
➤ **Polydimethylsiloxane (PDMS)** (Εικόνα 41)

Δεν θεωρείται ως βιοκτόνο και δεν συγκαταλέγεται στην λίστα εγκεκριμένων προνυμφοκτόνων του ΥΠΑΑΤ. Δεν υπάγεται στα βιοκτόνα σκευάσματα, καθώς προκαλεί την ασφυξία των προνυμφών κουνουπιών με μηχανικό τρόπο και όχι με κάποιο χημικό ή βιολογικό τρόπο και κατά συνέπεια δεν απαιτείται η έγκριση κυκλοφορίας του από το ΥΠΑΑΤ και η χορήγηση άδειας εισαγωγής από το αρμόδιο Τμήμα Γεωργικών Φαρμάκων (ΥΠΑΑΤ, Αριθ. πρωτ.: 5112/549920).

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ανωτέρω σκευασμάτων.

Οι Webb και Russell (2009) ερεύνησαν σε εργαστηριακές δοκιμές το προνυμφοκτόνο Aquatain (AMF) κατά των ειδών *Ae. aegypti* και *Cx. quinquefasciatus*. Η θνησιμότητα των προνυμφών και των νυμφών διεξήχθη σε διαφορετικά πειράματα. Μετά από 48 ώρες από την έκθεση στο προνυμφοκτόνο η μέση θνησιμότητα των προνυμφών *Cx. quinquefasciatus* που βρίσκονταν στο τέταρτο προνυμφικό στάδιο της ανάπτυξης τους ήταν 94.6%, σημαντικά μεγαλύτερο από το μέσο ποσοστό θνησιμότητας (33,6%) για το *Ae. aegypti*. Μετά από 180 λεπτά από την έκθεση, καταγράφηκε 100% θνησιμότητα στις νύμφες και για τα δύο είδη. Τα ποσοστά θνησιμότητας προνυμφών και νυμφών και για τα δύο είδη ήταν σημαντικά μεγαλύτερα από ό, τι τα ποσοστά θνησιμότητας σε μάρτυρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το AMF διαθέτει δυνατότητες για καταπολέμηση των κουνουπιών, ιδιαίτερα στο αστικό νερό. Πρέπει πρώτα να διερευνηθούν οι επιπτώσεις σε οργανισμούς μη στόχους πριν το προϊόν θεωρηθεί κατάλληλο για τους φυσικούς υγροτόπους.

Σύμφωνα με τους Kroeger et al. (1995) σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σχετικά με την αποτελεσματικότητα του Βτί με ψεκασμό σε τόπους αναπαραγωγής κουνουπιών που εφαρμόστηκε στις ακτές του Ειρηνικού, του Περού και του Ισημερινού (Εκουαδόρ) και στην περιοχή του Αμαζονίου του Περού, αποδείχθηκε ότι ο Βτί είναι ένα ισχυρό



Εικόνα 41: Χημική δομή του Polydimethylsiloxane (PDMS)
(<http://en.wikipedia.org/wiki/File:PmdsStructure.png>).

προνυμφοκτόνο για τις προνύμφες του *Anopheles*, αν και ο Bt β βυθίζεται γρήγορα ενώ οι προνύμφες του είδους *Anopheles* τρέφονται στην επιφάνεια του νερού. Η διάρκεια δράσης του ήταν λιγότερο από 7 ημέρες με εξαίρεση την περιοχή του Αμαζονίου του Περού, όπου ήταν περίπου 10 ημέρες.

Σύμφωνα με τους Ansari και Razdan (1999) σε πείραμα που διεξήχθη στο Δελχί αξιολογήθηκε ο βιολογικός παράγοντας Bt H-14 σε μορφή κόκκων κατά του είδους *Ae. aegypti*. Τα αποτελέσματα της εργαστηριακής αξιολόγησης έδειξαν 100% θνησιμότητα των προνυμφών, σε 0,5 gm/m² εντός 24 ωρών από την έκθεση τους σε δίσκους από σμάλτο. Από την αξιολόγηση προέκυψε ότι το προνυμφοκτόνο με 0,5 gm/m² εξασφαλίζει έναν αποτελεσματικό έλεγχο αυτού του είδους κουνουπιού για περισσότερο από 4 εβδομάδες σε ψύκτες εξατμίσεως και εγκαταλελειμμένα ελαστικά.

Σύμφωνα με την Mittal (2003) από αποτελέσματα από το Κέντρο Έρευνας για την Ελονοσία (Malaria Research Center) σε γενικές γραμμές τα σκευάσματα με Bt β είναι αποτελεσματικά κατά των *Aedes* και *Culex* και λιγότερο κατά των *Anopheles*. Η αποτελεσματικότητα των διαφόρων σκευασμάτων Bt β σε πραγματικές συνθήκες, διήρκεσε για 2-7 ημέρες εναντίον του είδους *An. culicifacies* σε καθαρές πισίνες, 2-14 ημέρες εναντίον του είδους *An. stephensi* σε δεξαμενές, 2-7 ημέρες εναντίον του *Cx. quinquefasciatus* σε μολυσμένες πισίνες και αποχετεύσεις και 7-28 ημέρες εναντίον του *Ae. aegypti* σε ψύκτες.

Σύμφωνα με την μελέτη που πραγματοποίησαν οι Thavara et al. (2007) με δύο μορφές σκευάσματος του diflubenzuron: δισκίο (40 mg a.i./δισκίο) και κοκκώδες σκεύασμα (2% a.i.), αξιολογήθηκαν κατά των προνυμφών του είδους *Ae. aegypti* (L.) σε δεξαμενές νερού σε συνθήκες αγρού στην Ταϊλάνδη. Κάθε σκεύασμα εφαρμόστηκε σε 2001 πήλινα δοχεία σε 5 διαφορετικές δοσολογίες (0,02, 0,05, 0,1, 0,5 και 1 mg / l a.i.). Τα δοχεία ήταν καλυμμένα με στερεά φύλλα και τοποθετούνταν στη σκιά κάτω από μία στέγη. Σε ένα άλλο πείραμα που διεξήχθη χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικές δοσολογίες (0,1, 0,5 και 1 mg / l) όπου χρησιμοποιήθηκε το ήμισυ του νερού σε κάθε δοχείο αντιμετώπισης και για τον έλεγχο αφαιρούνταν και ξαναγεμιζόταν με νερό εβδομαδιαίως. Ένας υψηλός

βαθμός αποτελεσματικότητας επιτεύχθηκε και για τις τέσσερις δόσεις (0,05, 0,1, 0,5, και 1mg/l), και για τις δύο μορφές σκευάσματος για το χρονικό διάστημα των 23 εβδομάδων μετά την εφαρμογή. Η αποτελεσματικότητα της χαμηλότερης δόσης (0,02 mg/l) και για τα δύο σκευάσματα διήρκησε 21 και 22 εβδομάδες μετά την εφαρμογή αντίστοιχα. Υπό τις συνθήκες της απομάκρυνσης νερού εβδομαδιαία και της επαναπλήρωσής του, ένας υψηλός βαθμός προνυμφοκτόνου αποτελεσματικότητας (96-100%EI) και για τις τρεις δοσολογίες προήλθε από το σκεύασμα με την μορφή του δισκίου 18-21 εβδομάδες μετά τη εφαρμογή, και η αποτελεσματικότητα του κοκκώδους σκευάσματος συνεχίστηκε 15-23 εβδομάδες μετά την εφαρμογή ανάλογα με τη δοσολογία. Αυτή η μελέτη αποδεικνύει το υψηλό επίπεδο υπολειμματικής δράσης και με τις δύο μορφές της δραστικής ουσίας diflubenzuron εναντίον των προνυμφών *Ae. aegypti* σε δοχεία αποθήκευσης νερού. Λαμβάνοντας υπόψη τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις συνθήκες αποθήκευσης του νερού είναι πιθανόν ότι δόσεις από 0,05-1 mg a.i./l είναι δόσεις αποτελεσματικές που παρέχουν μακράς διάρκειας έλεγχο για 3-4 μήνες στο πεδίο.

Ο McCarry (1996) εξέτασε το προνυμφοκτόνο Altosid σε μορφή δισκίου (4% ενεργό συστατικό, [S]-methoprene) σε προνύμφες των ειδών *Cx. pipiens* και *Cx. restuans* σε λεκάνες απορροής. Το προνυμφοκτόνο εφαρμόστηκε σε ποσοστό 11,3 kg/ha (7g δισκίου ανά λεκάνη απορροής). Στις συνθήκες εκτροφής, τα δισκία απέδωσαν κατά μέσο όρο 82% παρεμπόδιση της εμφάνισης ενηλίκων κουνουπιών μετά από 15 εβδομάδες δοκιμαστικών δοκιμών.

Σύμφωνα με τους Al-Sarar et al. (2011) που διεξήγαγαν πειράματα για την μελέτη της αποτελεσματικότητας των εντομοκτόνων temephos και Bti εναντίον του *Culex spp.* σε συνθήκες εργαστηρίου και στο ύπαιθρο. Στις συνθήκες υπαίθρου το temephos ήταν αποτελεσματικό προκαλώντας 100% θνησιμότητα των προνυμφών, ενώ για το Bti η θνησιμότητα ήταν 60%. Ωστόσο, τα ποσοστά που αναφέρονται για την θνησιμότητα μειώθηκαν σταδιακά ώστε να φτάσουν στην ελάχιστη τιμή τους κατά την πέμπτη εβδομάδα από την εφαρμογή και στη συνέχεια κυμάνθηκε η θνησιμότητα στο 74% για temephos και 0,43% για το Bti στη δέκατη εβδομάδα. Μετά

την δεύτερη εφαρμογή στη δέκατη εβδομάδα, παρατηρήθηκε η ίδια τοξικότητα εναντίον των προνυμφών και για το temephos και για το Bti. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συχνότητα μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης εφαρμογής πρέπει να είναι 5 ημέρες για το Bti και ως και δύο εβδομάδες για το temephos.

1.8 Σκοποί της παρούσας μελέτης

Με βάση τα στοιχεία που υπάρχουν διαθέσιμα από την κριτική επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, τα περισσότερα από τα εμπορικά διαθέσιμα προνυμφοκτόνα κουνουπιών έχουν αξιολογηθεί, κυρίως σε εργαστηριακά πειράματα. Παρόλα αυτά, οι περισσότερες μελέτες αναφέρονται στην εκτίμηση της αποτελεσματικότητας ενός εντομοκτόνου, χωρίς δηλ. να γίνεται ταυτόχρονη σύγκριση με τα άλλα εντομοκτόνα της ίδιας ή άλλης κατηγορίας (σε σχέση με τον τρόπο δράσης). Επιπροσθέτως, στη χώρα μας, τα δεδομένα για την συγκριτική αξιολόγηση των διαθέσιμων προνυμφοκτόνων είναι σχετικά περιορισμένα. Λαμβάνοντας υπόψη τόσο την πρόσφατη απόσυρση δραστικών όσο και την έγκριση-εμφάνιση καινούργιων, οι σκοποί της παρούσας μελέτης ήταν:

1. Η σύγκριση των εμπορικά διαθέσιμων προνυμφοκτόνων (βιοκτόνων και μη) κατά του *Cx. pipiens* το οποίο φαίνεται να αποτελεί ίσως το πολυπληθέστερο είδος κουνουπιού στη χώρα μας.
2. Η αξιολόγηση των διαθέσιμων δραστικών σε σχέση με το temephos το οποίο, παρόλο που δεν χρησιμοποιείται πλέον, ενσωματώθηκε στον πειραματισμό ως «εντομοκτόνο-αναφοράς», λόγω των καλών αποτελεσμάτων που έδωσε στο παρελθόν.
3. Η σύγκριση των εντομοκτόνων ταυτόχρονα σε συνθήκες εργαστηρίου αλλά και υπαίθρου, με σκοπό την επισήμανση κάποιων από τους παράγοντες που επιδρούν στην αποτελεσματικότητά τους (ιδιαίτερα σε εξωτερικούς χώρους).

4. Η αξιολόγηση ορισμένων βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων στην επίδραση των εντομοκτόνων γενικότερα, σε συνάρτηση και βιολογικές παραμέτρους του *Cx. pipiens*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.ΓΕΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Συνθήκες εργαστηρίου

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε ειδικό κλίβανο διαστάσεων 3Χ3Χ2,5 m του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κατά τα έτη 2012 και 2013. Οι συνθήκες που επικρατούσαν κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων ήταν: Θερμοκρασία $24,5\pm 0,5$ °C, Σχετική υγρασία 75-80% και Φωτοπερίοδος 14Φ:10Σ με την ένταση του φωτός να αυξάνει προοδευτικά κατά την πρώτη ώρα έναρξης της φωτόφασης και αντίστοιχα να μειώνεται προοδευτικά μια ώρα πριν την έναρξη της σκοτόφασης, προσομοιώνοντας την αυγή και το σούρουπο, περίοδοι σημαντικές για ορισμένες βιολογικές παραμέτρους των κουνουπιών όπως η σύζευξη και η ωοτοκία.

2.2 Έντομα που χρησιμοποιήθηκαν και μέθοδος εκτροφής τους

Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν έντομα εργαστηριακής εκτροφής της F3-10 γενεάς του είδους *Culex pipiens pipiens*. Η αποικία προήλθε από τη συλλογή περίπου 300 “σχεδίων” αυγών από λεκάνες με νερό ειδικά διαμορφωμένες για το σκοπό αυτό που είχαν τοποθετηθεί στον ευρύτερο χώρο του Πανεπιστημίου κατά την περίοδο 15-30 Ιουνίου του 2012. Η ανάπτυξη των ανήλικων σταδίων γινόταν σε ορθογώνιες λεκάνες διαστάσεων 50Χ30Χ14 cm που πληρώνονταν με 8 λίτρα νερού βρύσης. Σε κάθε λεκάνη τοποθετούνταν 250-300 “σχεδίες” αυγών και ποσότητα αλεσμένης γατοτροφής (Friskies adult, Purina®) η οποία ανανεώνονταν σε καθημερινή βάση ώστε να υπάρχει πλήρης επάρκεια μέχρι την ολοκλήρωση της ανάπτυξης. Σε κάθε περίπτωση και

ανάλογα με το στάδιο των προνυμφών, το νερό ανανεώνονταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να παραμένει καθαρό διαμορφώνοντας ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης. Οι νύμφες που προέκυπταν, μεταφέρονταν σε πλαστικά κυλινδρικά δοχεία διαμέτρου 17 cm και ύψους 6,5 cm που περιείχαν 750 ml νερού και τοποθετούνταν εντός ξύλινων κλουβιών (ένα δοχείο ανά κλουβί) διαστάσεων 30X30X30 cm που είχαν τις τρεις πλευρές τους καλυμμένες με λεπτή σίτα και την πρόσθια με τζάμι. Σε κάθε κλουβί μεταφέρονταν περίπου 700 έως 1000 νύμφες. Με την εμφάνιση των ενηλίκων τοποθετούνταν στα κλουβιά δύο φιαλίδια με φυτίλι που έφεραν από 15 ml διαλύματος ζάχαρης 10% (Εικόνα 42). Πέντε με επτά ημέρες από την έξοδο των ενηλίκων (χρόνος απαραίτητος για τη σύζευξη των θηλυκών), προσφέρονταν ένα γεύμα αίματος με κατάλληλα διαμορφωμένη για το σκοπό αυτό συσκευή. Η συσκευή αποτελούνταν από ένα πλαστικό κύλινδρο διαμέτρου 7,5 cm και ύψους 11,5 cm. Στο κάτω χείλος του κυλίνδρου και προς το εσωτερικό του ήταν περιμετρικά τοποθετημένος ένας πλαστικός σωλήνας εξωτερικής διαμέτρου 7mm και εσωτερικής 5mm που αποτελούσε μέρος κλειστού κυκλώματος θερμού νερού θερμοκρασίας 37 °C. Στο χείλος αυτό προσαρμόζονταν μια μεμβράνη από δέρμα κοτόπουλου, και ο κύλινδρος πληρώνονταν μέχρι το ύψος του 1 cm με ανθρώπινο αίμα πιστοποιημένο ως προς την απουσία σοβαρών μεταδοτικών νοσημάτων. Η συσκευή τοποθετούνταν εξωτερικά της οροφής των κλουβιών που ήταν καλυμμένη με σίτα και παρέμενε για μια περίπου ώρα (Εικόνα 43). Μια εβδομάδα μετά την παροχή του αίματος, στα κλουβιά τοποθετούνταν από ένα κυλινδρικό δοχείο με 750 ml νερό (βλέπε παραπάνω) και 0,3 gr τροφής όμοιας με εκείνης που χρησιμοποιούνταν για την ανάπτυξη των προνυμφών προκειμένου τα θηλυκά να αποθέσουν τα αυγά τους. Προκαταρκτικές μελέτες έδειξαν ότι η προσθήκη της τροφής αύξανε σημαντικά την απόθεση των αυγών σε σχέση με το καθαρό νερό. Εικοσιτέσσερις ώρες μετά την είσοδο των δοχείων, οι “σχεδίες” των αυγών που είχαν αποθεθεί μεταφέρονταν στις λεκάνες ανάπτυξης (βλέπε παραπάνω) με τη βοήθεια διηθητικού χαρτιού.



Εικόνα 42: Κλουβί εκτροφής κουνουπιών.



ΕΙΚΟΝΑ 43: Παροχή αίματος στις αποικίες των κουνουπιών.

2.3 Σκευάσματα που εξετάστηκαν

Η εν λόγω μελέτη περιλάμβανε επτά συνολικά εμπορικά προνυμφοκτόνα σκευάσματα (Πίνακας 1), όλα εγκεκριμένα με βάση την κείμενη ελληνική νομοθεσία (ΥΠΑΑΤ, Αριθ. Πρωτ.: 102585, 30/11/2011) πλην του Abate. Το συγκεκριμένο σκευάσμα έχει καταργηθεί στη χώρα μας από το 2007, ωστόσο η επιλογή του βασίστηκε στην αυξημένη αποτελεσματικότητά του ως προς την καταπολέμηση των προνυμφικών σταδίων των κουνουπιών και είχε σαν απώτερο σκοπό τη σύγκρισή του με τα υπόλοιπα εγκεκριμένα σκευάσματα.

2.4 Αξιολόγηση στο εργαστήριο

Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων υιοθετήθηκε το πρωτόκολλο βιοδοκιμών του WHO (1981) που αφορά τοξικολογικές μελέτες προνυμφοκτόνων σκευασμάτων εναντίον κουνουπιών. Συγκεκριμένα, πλαστικά διαφανή δοχεία με διάμετρο βάσης 6,5 cm, διάμετρο χείλους 8,5 cm και ύψος 6 cm πληρώνονταν με 150 ml εμφιαλωμένου νερού και περίπου 15 mg τροφής προνυμφών, ποσότητα που αντιστοιχούσε σε μια ημερήσια δόση για την ανάπτυξη τους (βλέπε παρακάτω). Η επιφάνεια που διαμορφώνονταν κατά την πλήρωση των δοχείων ανέρχονταν σε 46,54 cm² και επί αυτής γινόταν ο υπολογισμός της συνιστώμενης δόσης των σκευασμάτων σύμφωνα τις οδηγίες του παρασκευαστή (Πίνακας 2). Αρχικά τα δοχεία πληρώνονταν με 100 ml νερού και τα 15 mg της τροφής και προσθέτονταν η συνιστώμενη δόση του κάθε προνυμφοκτόνου που αντιστοιχούσε στην επιφάνεια των 46,54 cm². Τα δοχεία καλύπτονταν ερμητικά με μια λεπτή διαφανή μεμβράνη τροφίμων που έφερε 5 οπές των 0,5 mm, ώστε να υπάρχει αφενός περιορισμός της εξάτμισης του διαλύματος και αφετέρου η δυνατότητα διαφυγής των αερίων που ενδεχομένως να παράγονταν ως αποτέλεσμα ζυμώσεων της τροφής (Εικόνα 44). Στη συνέχεια, τοποθετούνταν σε ράφια εντός του κλιβάνου όπου και παρέμεναν μέχρι την έναρξη των βιοδοκιμών.

Πίνακας 1. Εμπορικά σκευάσματα προνυμφοκτόνων που χρησιμοποιήθηκαν στην εν λόγω μελέτη.

| Εμπορικό όνομα | Δραστική ουσία | Περιεκτικότητα σε δραστική ουσία | Εταιρεία |
|----------------|------------------------|----------------------------------|---|
| Du-Dim 15 SC | Diflubenzuron | 15% β/ο | CHEMTURA NETHERLANDS B.V. Ολλανδία |
| Oprah 15 SC | Diflubenzuron | 15% β/ο | ΦΑΡΜΑ-ΧΗΜ ΑΒΕΕ Ελλάδα |
| Mozkill 120 SC | Spinosad | 12% β/ο | Dow AgroSciences Export SAS Γαλλία |
| Vectobac 12 SC | Bacillus thuringiensis | 1.32% β/ο | Valent Biosciences corporation H.Π.Α. |
| Biopren BM 20 | S-Methoprene | 19% β/ο | Babolna Bioenvironmental Centre Ltd Ουγγαρία |
| Abate | Temephos | 50 % β/ο | BASF Agro B.V. Wadenswill Branch Arnhem Ελβετία |
| Aquatain AMF | Polydimethylsiloxane | >75% | Aquatain Products Ltd Αυστραλία |

Πίνακας 2. Δόσεις των προνυμφοκτόνων σκευασμάτων που εφαρμόστηκαν κατά την αξιολόγηση τους.

| Σκεύασμα | Προτεινόμενη δόση ή εύρος προτεινόμενης δόσης κατά τον παρασκευαστή | Δόση που επιλέχτηκε | Δόση που αντιστοιχεί στην επιφάνεια των 46,54 cm ² |
|----------------|---|-----------------------------|---|
| Du-Dim 15 SC | 3,3-6,6 ml/100 m ² | 4,95 ml/100m ² | 0,23 μl |
| Oprah 15 SC | 3,3-6,6 ml/100 m ² | 4,95 ml/100m ² | 0,23 μl |
| Mozkill 120 SC | 45 ml/1000 m ² | 45 ml/1000 m ² | 0,21 μl |
| Vectobac 12 SC | 80-200 ml/1000 m ² | 140 ml/1000 m ² | 0,65 μl |
| Biopren BM 20 | 60 ml/10000 m ² | 60 ml/10000 m ² | 0.028 μl |
| Abate | 15-20 ml/1000 m ² | 17,5 ml/1000 m ² | 0,08 μl |
| Aquatain AMF | 1000 ml/1000 m ² | 1000 ml/1000 m ² | 4,7 μl |

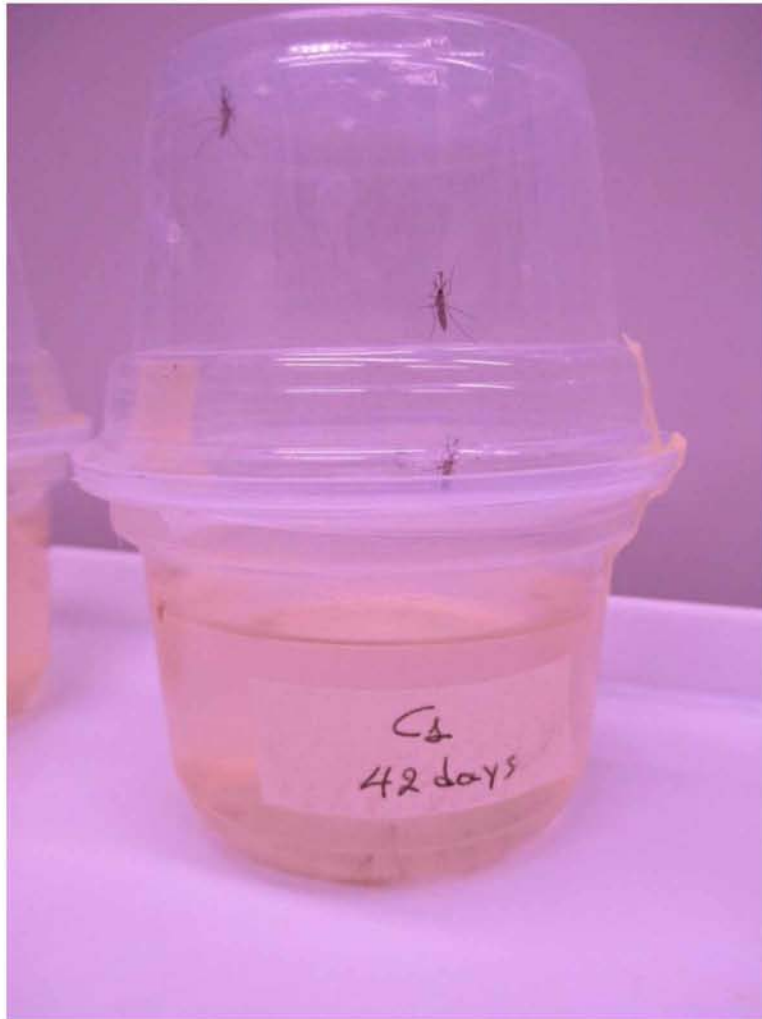


ΕΙΚΟΝΑ 44: Κάλυψη δοχείων με μια λεπτή διαφανή μεμβράνη τροφίμων που έφερε 5 οπές των 0,5 mm.

Για την πραγματοποίηση των βιοδοκιμών, 20 προνύμφες 3^{ου} σταδίου μεταφέρονταν εντός 50 ml νερού σε κάθε δοχείο. Για την ανάπτυξη των προνυμφών, έξι ομοειδείς “σχεδίες” αυγών από τα κλουβιά των εκτροφών μεταφέρονταν σε κυλινδρικά πλαστικά δοχεία (διάμετρος 17 cm και ύψος 6,5 cm) με 750 ml εμφιαλωμένου νερού και κατάλληλη ποσότητα τροφής που ανανεώνονταν σε καθημερινή βάση ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των προνυμφών. Η διαδικασία αυτή είχε σαν αποτέλεσμα στις συνθήκες που επικρατούσαν (24,5°C) η διάρκεια ανάπτυξης των προνυμφών μέχρι το επιθυμητό 3^ο στάδιο να είναι ακριβώς επτά ημέρες. Με την είσοδο των προνυμφών στα δοχεία, αυτά καλύπτονταν με ένα αντίστοιχο που έφερε 7 οπές (5 στο επάνω μέρος και 2 στα πλάγια) διαμέτρου 2mm για την παρεμπόδιση τόσο της εξάτμισης όσο και των ενηλίκων που ενδεχομένως να προέκυπταν (Εικόνα 45). Η αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων ελέγχονταν σε εβδομαδιαία βάση σε σχέση με το μάρτυρα (δοχεία στα οποία δεν εφαρμόζονταν κάποιο σκεύασμα) καταμετρώντας τον αριθμό των ενηλίκων που εξέρχονταν. Σε κάθε περίπτωση εφαρμόστηκαν έξι επαναλήψεις. Ο μέγιστος χρόνος αξιολόγησης της υπολειμματικής τοξικής δράσης των σκευασμάτων ανήλθε στις εννέα εβδομάδες.

2.5 Αξιολόγηση στο ύπαιθρο

Η μεθοδολογία που υιοθετήθηκε ήταν ακριβώς η ίδια με προηγουμένως με τη μόνη διαφορά ότι πριν την έκθεση των δοχείων στο ύπαιθρο αυτά σκεπάζονταν με αντίστοιχα που στερεώνονταν στο σημείο επαφής τους με μεμβράνη Parafilm® (USA, Chicago, Illinois) (Εικόνα 46). Η διαδικασία αυτή κρίθηκε απαραίτητη ώστε τα διαλύματα εντός των δοχείων να παραμένουν προστατευμένα από δυσμενείς καιρικές συνθήκες όπως άνεμος και βροχή. Τα δοχεία τοποθετούνταν επάνω σε πλαστικούς δίσκους λευκού χρώματος και μεταφέρονταν σε αλουμινένια ικριώματα που ήταν τοποθετημένα σε υπαίθριο χώρο του Πανεπιστημίου. Για την προστασία των δοχείων από πτηνά και θηλαστικά τα ικριώματα ήταν



ΕΙΚΟΝΑ 45: Διαμόρφωση των δοχείων για την συλλογή των ενήλικων που εξέρχονται.



ΕΙΚΟΝΑ 46: Τα δοχεία σκεπάζονταν με αντίστοιχα που στερεώνονταν στο σημείο επαφής τους με μεμβράνη Parafilm® (USA, Chicago, Illinois).

καλυμμένα με ξύλινα πλαίσια που έφεραν πλαστική σίτα (Εικόνα 47). Η αξιολόγηση της υπολειμματικής τοξικής δράσης των σκευασμάτων λάμβανε χώρα σε εβδομαδιαία βάση κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο. Στην παρούσα μελέτη δε συμπεριλήφθηκε στο σκεύασμα Orpah 15 SC καθώς στο προηγούμενο πείραμα έδειξε παρόμοια συμπεριφορά με το ανάλογο του Du-Dim15 SC. Για σκευάσματα που προέκυψε μηδενική αποτελεσματικότητα κατά την πρώτη εβδομάδα έκθεσής τους το Μάιο, τον Ιούνιο η αξιολόγησή τους επικεντρώθηκε στις 1, 3, 5 και 7 ημέρες αντίστοιχα. Σκευάσματα που ήταν αποτελεσματικά κατά την πρώτη ημέρα έκθεσής τους στο ύπαιθρο τον Ιούνιο αλλά όχι κατά την τρίτη, τον Ιούλιο η αξιολόγηση τους επικεντρώθηκε στις δύο ημέρες. Καθόλη τη διάρκεια των πειραμάτων οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασία που επικρατούσαν στο χώρο της έκθεσης καταγράφονταν με ηλεκτρονική συσκευή HOBO (Onset, USA). Σε κάθε μεταχείριση όπου το ποσοστό επιβίωσης ξεπερνούσε το 60%, τα ενήλικα άτομα που προέκυπταν τόσο από αυτές όσο και από τον αντίστοιχο μάρτυρα συλλέγονταν και μεταφέρονταν σε κυβικά κλουβιά από Plexiglas διαστάσεων 20X20X20 cm που είχαν τις δύο πλευρές τους καλυμμένες με οργαντίνα (Εικόνα 48). Στα κλουβιά παρέχονταν διάλυμα ζάχαρης 10% ως τροφή και η επιβίωση των ενηλίκων καταγράφονταν έως και την 28η ημέρα από την έξοδό τους. Επιπροσθέτως, την 20^η ημέρα της ζωής τους τόσο στα ενήλικα της μεταχείρισης όσο και του μάρτυρα, παρέχονταν ένα γεύμα αίματος με τη βοήθεια της συσκευής διάρκειας μισής ώρας (Εικόνα 49).

Επτά ημέρες μετά, τοποθετούνταν δοχεία με νερό (διάμετρος βάσης 8 cm, διάμετρος κυλίνδρου 11 και ύψος 5 cm) και μικρή ποσότητα τροφής για την απόθεση των αυγών. Την 28η ημέρα με το πέρας της καταγραφής της επιβίωσης, τα δοχεία απομακρύνονταν και ο αριθμός των “σχεδίων” των αυγών που είχε αποθεθεί στους μάρτυρες και τις μεταχειρίσεις καταγράφονταν. Τρεις μέρες μετά την απόθεση των αυγών προσδιορίζονταν και τα ποσοστά εκκόλαψης προνυμφών από τις “σχεδιές” σε κάθε περίπτωση.



ΕΙΚΟΝΑ 47: Ικριώματα καλυμμένα με ξύλινα πλαίσια που έφεραν πλαστική σίτα για την προστασία των δοχείων από πτηνά και θηλαστικά.



ΕΙΚΟΝΑ 48: Κυβικά κλουβιά από Plexiglas που συλλέγονταν τα ενήλικα άτομα που προέκυπταν από τις μεταχειρίσεις.



ΕΙΚΟΝΑ 49: Παροχή αίματος των ενήλικων που προέκυπταν από τις μεταχειρίσεις.

2.6 Στατιστική ανάλυση

Στα πειράματα που αφορούσαν τις συνθήκες εργαστηρίου, στις περιπτώσεις που η θνησιμότητα της κάθε μεταχείρισης προσέγγιζε εκείνη του μάρτυρα εφαρμόστηκε το *t*-κριτήριο. Τα θερμοκρασιακά δεδομένα των μηνών Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου στο ύπαιθρο αναλύθηκαν με το μη παραμετρικό Kruskal-Wallis *H*-κριτήριο και οι συγκρίσεις μεταξύ των μέσων θερμοκρασιών που επικράτησαν στην κάθε περίπτωση πραγματοποιήθηκαν με το Mann-Whitney *U*-κριτήριο. Στα πειράματα υπαίθρου, τα δεδομένα της θνησιμότητας μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων και του μάρτυρα υποβλήθηκαν σε ανάλυση της διασποράς (one way ANOVA) μετά από κατάλληλες μετατροπές για την ομοιογενή κατανομή των παραλλακτικότητων τους (homogeneity of variances) όπου αυτό ήταν απαραίτητο. Οι συγκρίσεις των μέσων όρων πραγματοποιήθηκαν με το κριτήριο Tukey-Kramer HSD (Sokal & Rohlf, 1995). Στις περιπτώσεις όπου τα δεδομένα, παρά τις όποιες μετατροπές δεν πληρούσαν την ανωτέρω προϋπόθεση, οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το μη παραμετρικό Kruskal-Wallis *H*-κριτήριο και οι συγκρίσεις των μέσων όρων έγιναν με το Mann-Whitney *U*-κριτήριο. Για τις συγκρίσεις ανά δύο (μεταχείριση-μάρτυρας), όπου αυτό απαιτήθηκε, εφαρμόστηκε το *t*-κριτήριο. Τα ποσοστά επιβίωσης των ενηλίκων που προέκυψαν από τις μεταχειρίσεις (όταν η θνησιμότητα ήταν μικρότερη από 50%, βλέπε υλικά και μέθοδοι) και το μάρτυρα, τα ποσοστά των θηλυκών που ωοτόκησαν, καθώς επίσης και τα ποσοστά εκκόλαψης των προνυμφών από τις «σχεδίες» των αυγών που αποτέθηκαν αναλύθηκαν με το χ^2 -κριτήριο ακολουθούμενα από επιμέρους αναλύσεις για τις συγκρίσεις ανά ζεύγη. Για τα σκευάσματα που επέδειξαν αξιοσημείωτη σταθερότητα (Du-Dim, Abate και Aquatain) και παρέμειναν στο ύπαιθρο και τις τέσσερις εβδομάδες των μηνών Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου τα δεδομένα της θνησιμότητας υποβλήθηκαν σε ανάλυση επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures) προκειμένου να διαπιστωθεί η επίδραση του χρόνου έκθεσης (εβδομάδα παραμονής), του είδους του σκευάσματος και της αλληλεπίδρασής τους στην αποτελεσματικότητά τους για τον κάθε μήνα. Οι αναλύσεις

πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS έκδοση 16 (SPSS Inc., Chicago, Illinois)

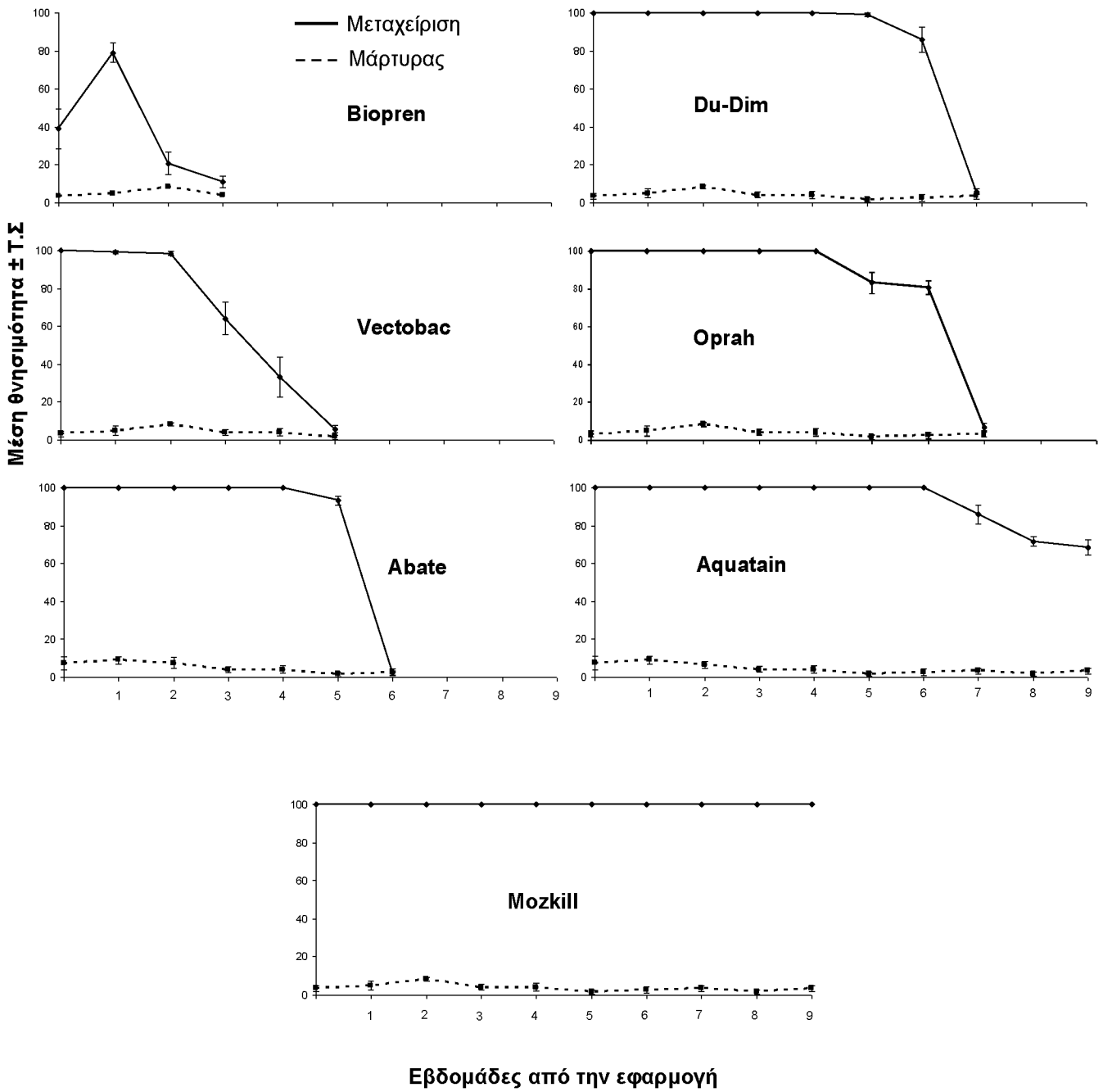
2.7 Αποτελέσματα

Πειράματα στο εργαστήριο

Η διάρκεια της τοξικής υπολειμματικής δράσης των σκευασμάτων στις συνθήκες εργαστηρίου δίνεται στο Διάγραμμα 1. Το Biorpen παρουσίασε μια ομολογουμένως ιδιαίτερη συμπεριφορά, με τη θνησιμότητα να παρουσιάζει αξιόλογη αύξηση μια εβδομάδα μετά την εφαρμογή του. Το γεγονός αυτό πιθανότατα να οφείλεται στην προσρόφηση του σκευάσματος από την τροφή κατά το διάστημα αυτό και την αποτελεσματικότερη πρόσληψή του από τις προνύμφες. Ωστόσο, τρεις εβδομάδες από την εφαρμογή του, η αποτελεσματικότητά του μειώθηκε δραματικά και η θνησιμότητα των προνυμφών δε διέφερε σημαντικά σε σχέση με το μάρτυρα ($t=1.98$, B.E=10, $P=0.076$). Το αντίστοιχο διάστημα για το Vectobac και Abate ήταν οι 5 και οι 6 εβδομάδες ($t=1.84$, B.E=7.56, $P=0.096$ και $t=0$, B.E=10, $P=1$ αντίστοιχα). Τα Du-Dim και Ograh επέδειξαν παρόμοια συμπεριφορά, με την θνησιμότητα να μη διαφέρει σημαντικά σε σχέση με του μάρτυρα 7 εβδομάδες από την εφαρμογή τους ($t=1.10$, B.E=10, $P=0.296$ και $t=1.24$, B.E=10, $P=0.243$ αντίστοιχα). Αντιθέτως, τα Aquatain και Mozkill βρέθηκε να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά ακόμη και 9 εβδομάδες από την εφαρμογή τους με τη μέση θνησιμότητα να κυμαίνεται στο 70 % για το πρώτο και στο 100 % για το δεύτερο (Διάγραμμα 1).

Πειράματα υπαίθρου

Οι ημερήσιες θερμοκρασίες (μέσος όρος από 3 μετρήσεις ανά οκτώωρο) που επικράτησαν καθ' όλη τη διάρκεια έκθεσης των σκευασμάτων στο ύπαιθρο κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο

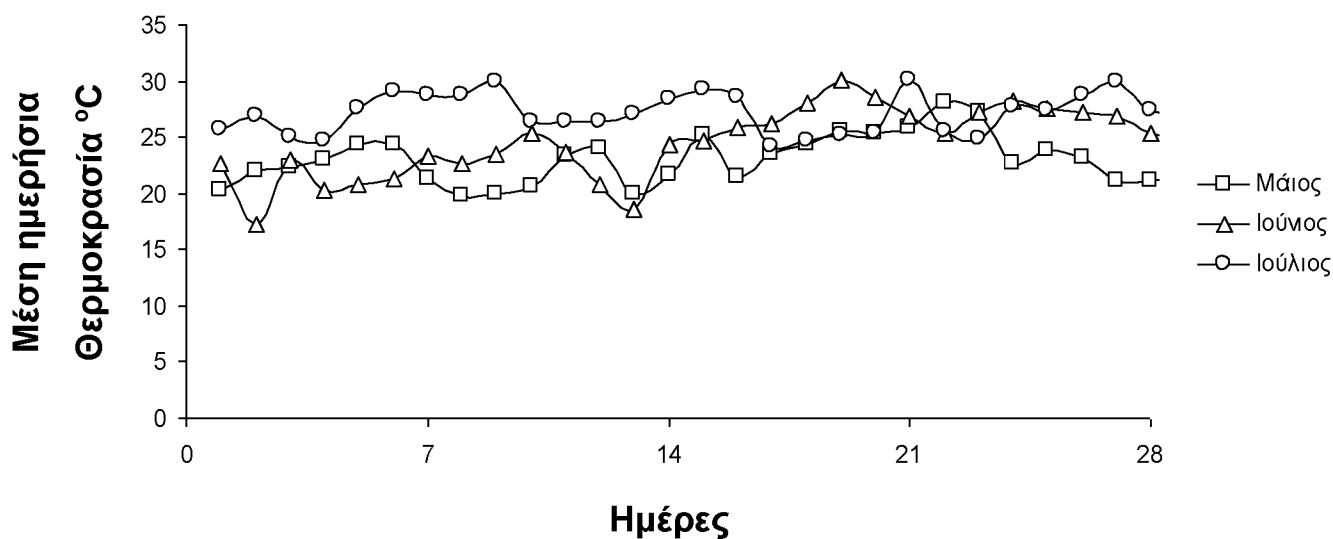


Διάγραμμα 1. Αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων μετά την εφαρμογή τους για διάφορες χρονικές περιόδους σε συνθήκες εργαστηρίου.

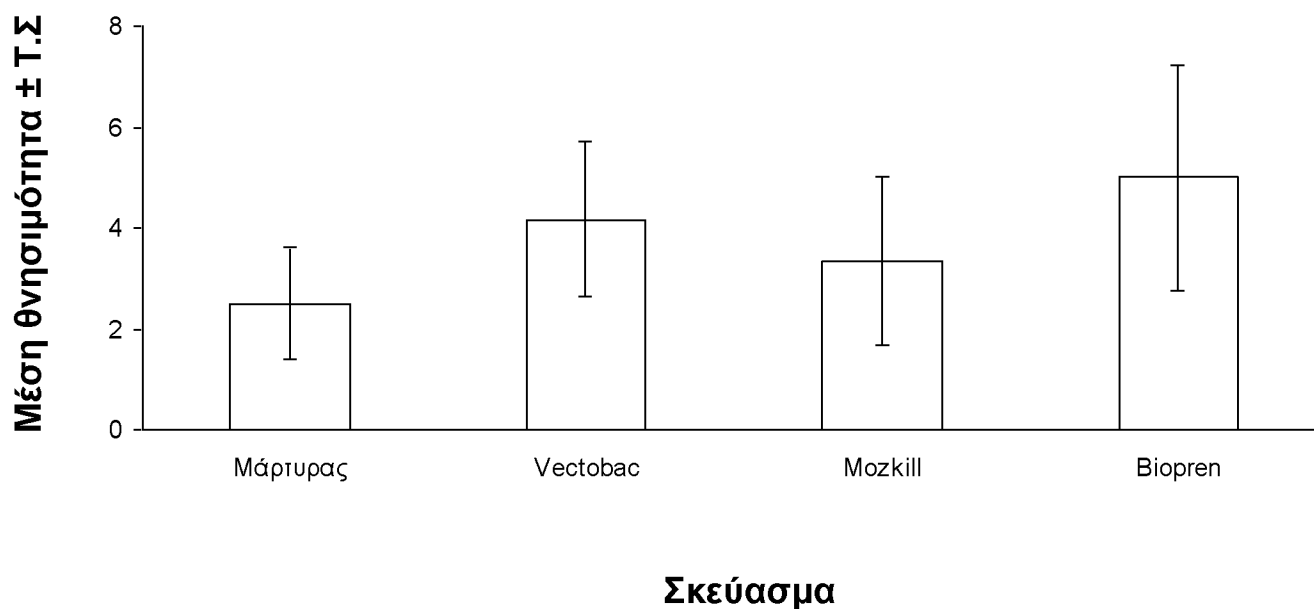
δίνονται στο Διάγραμμα 2. Η μέση ημερησία θερμοκρασία παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των μηνών ($X^2=29.12$, B.E=2, $P<0.001$), με εκείνη του Μαΐου (23.06 °C) να διαφέρει σημαντικά σε σχέση με εκείνη του Ιουνίου (24.5 °C) και του Ιουλίου (27.14 °C) ($U^{28,28}=269$, $P=0.044$ και $U^{28,28}=64$, $P<0.001$ αντίστοιχα), ενώ σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των μηνών Ιουνίου και Ιουλίου ($U^{28,28}=194.5$, $P=0.001$).

Μήνας Μάιος

Η αποτελεσματικότητα των Vectobac, Mozkill και Biopren ήταν εξαιρετικά χαμηλή μετά την πρώτη εβδομάδα έκθεσης των σκευασμάτων στο ύπαιθρο το μήνα Μάιο και δε διέφερε σημαντικά μεταξύ τους αλλά ούτε και σε σχέση με το μάρτυρα ($F=0.407$, B.E=3,20, $P=0.750$) (Διάγραμμα 3). Οι βιολογικές παράμετροι των ενηλίκων που προέκυψαν από τις μεταχειρίσεις αυτές και το μάρτυρα δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 3). Αντιθέτως, τα σκευάσματα Du-Dim, Abate και Aquatain επέδειξαν υψηλή αποτελεσματικότητα με τη θνησιμότητα να υπερβαίνει το 50% ακόμα και τέσσερις εβδομάδες μετά την παραμονή τους στο ύπαιθρο. (Διάγραμμα 4). Οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στην περίπτωση αυτή έδειξαν σημαντική επίδραση του χρόνου έκθεσης ($F=7.038$, B.E=1.15,17.29, $P=0.014$), του είδους του σκευάσματος ($F=21.439$, B.E=2,15, $P<0.001$) αλλά όχι της αλληλεπίδρασής τους ($F=1.623$, B.E=2.30,17.29, $P=0.225$) στην αποτελεσματικότητα. Συγκρίσεις ως προς την αποτελεσματικότητά των παραπάνω σκευασμάτων, αποκάλυψαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους κατά την τρίτη εβδομάδα παραμονής τους στο ύπαιθρο ($X^2=10.30$, B.E=2, $P=0.006$), με εκείνη του Aquatain να διαφέρει σημαντικά σε σχέση με του Du-Dim και Abate ($U_{6,6}U=7$, $P=0.050$ και $U_{6,6}=0$, $P=0.003$ αντίστοιχα), ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ Du-Dim και Abate ($U_{6,6}=7.5$, $P=0.090$). Αντίστοιχες συγκρίσεις για την τέταρτη εβδομάδα του Μαΐου, επίσης έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των σκευασμάτων ($X^2=6.45$, B.E=2, $P=0.040$), με την αποτελεσματικότητά του Aquatain να διαφέρει σημαντικά με εκείνη



Διάγραμμα 2. Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες που επικράτησαν καθ' όλη τη διάρκεια έκθεσης των σκευασμάτων στο ύπαιθρο κατά τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο.



Διάγραμμα 3. Αποτελεσματικότητα των Vectobac, Mozkill και Biopren κατά την πρώτη εβδομάδα παραμονής τους στο ύπαιθρο το μήνα Μάιο.

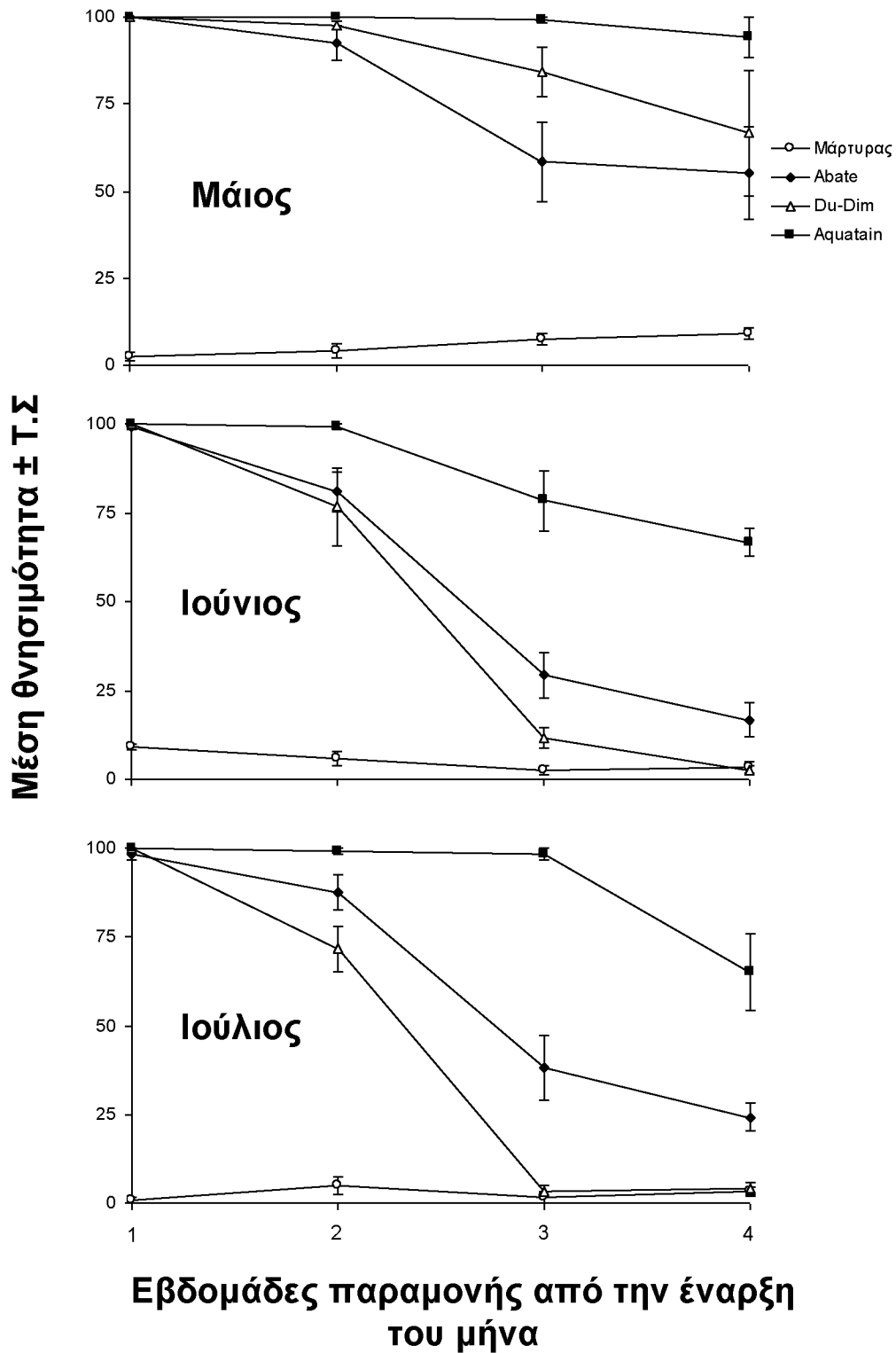
Πίνακας 3. Βιολογικές παράμετροι ενηλίκων που προήλθαν από προνύμφες που αναπτύχθηκαν τόσο στο μάρτυρα όσο και σε διαλύματα των σκευασμάτων Vectobac, Mozkill και Biopren που παρέμειναν στο ύπαιθρο κατά την πρώτη εβδομάδα του Μαΐου.

| | Επιβίωση ενηλίκων ¹ | | Ποσοστό % | |
|----------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------------|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | Θηλυκά που ωοτόκησαν ² | ‘Σχεδίες’ αυγών που εκκολαφθήκαν ³ |
| Vectobac | 22.22 (63) | 82.7 (52) | 67.4 (43) | 100 (29) |
| Mozkill | 36.5 (52) | 90.6 (64) | 69 (58) | 95 (40) |
| Biopren | 43.5 (62) | 90.4 (52) | 70.21 (47) | 96.97 (33) |
| Μάρτυρας | 27 (63) | 96.3 (54) | 69.23 (52) | 94.44 (36) |
| X ² | 7.78 | 5.54 | 0.08 | 1.73 |
| BE | 3 | 3 | 3 | 3 |
| <i>P</i> | 0.051 | 0.136 | 0.994 | 0.631 |

¹Η επιβίωση αφορά το ποσοστό των ενηλίκων που επέζησε έως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αρχικός αριθμός των δύο φύλων που προέκυψαν στην κάθε περίπτωση.

²Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στα θηλυκά που κατόρθωσαν να επιβιώσουν ως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των θηλυκών που αφέθηκαν να ωοτοκήσουν.

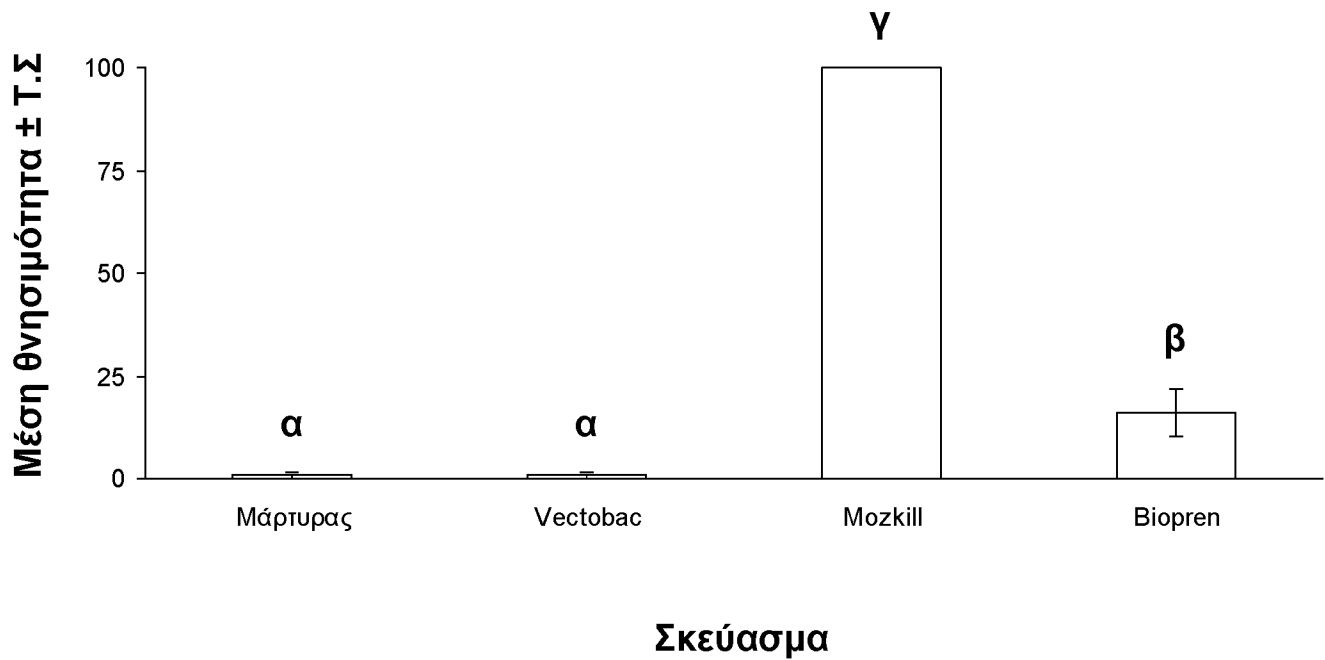
³Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των ‘σχεδίων’ των αυγών που αποτέθηκε.



Διάγραμμα 4. Αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων Du-Dim, Abate και Aquatain κατά την παραμονή τους στο ύπαιθρο τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο.

Μήνας Ιούνιος

Η αποτελεσματικότητα των Vectobac, Mozkill και Biopren κατά την πρώτη ημέρα του Ιουνίου παραμονής στους στο ύπαιθρο παρουσίασε σημαντικές διαφοροποιήσεις ($F=79.364$, $B.E=3,20$, $P<0.001$) (Διάγραμμα 5). Οι βιολογικές παράμετροι των ενηλίκων που προέκυψαν από τις μεταχειρίσεις των Vectobac, Biopren και το μάρτυρα παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς την επιβίωση των δύο φύλων και την ωτοκία των θηλυκών (Πίνακας 4). Η μέση θνησιμότητα στο Mozkill μετά την παραμονή του τις τρεις πρώτες ημέρες του Ιουνίου στο ύπαιθρο ήταν 22.5 ± 7.5 και δε διέφερε σημαντικά ($t=1.95$, $B.E=5.52$, $P=0.103$) σε σχέση με του μάρτυρα (7.5 ± 1.71). Οι βιολογικές παράμετροι των ενηλίκων που προέκυψαν στις δύο περιπτώσεις έδειξαν σημαντικές διαφορές μόνο ως προς την επιβίωση των αρσενικών (Πίνακας 5). Η αποτελεσματικότητα των Du-Dim και Abate παρουσίασε σημαντική κάμψη μετά την πάροδο τριών εβδομάδων παραμονής στο ύπαιθρο, σε αντίθεση με το Aquatain που έμφάνισε αξιόλογη σταθερότητα (Διάγραμμα 4). Οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στην περίπτωση αυτή έδειξαν σημαντική επίδραση του χρόνου έκθεσης ($F=129.838$, $B.E=1.83,27.38$, $P<0.001$), του είδους του σκευάσματος ($F=69.487$, $B.E=2,15$, $P<0.001$) και της αλληλεπίδρασής τους ($F=10.399$, $B.E=3.65,27.38$, $P<0.001$) στην αποτελεσματικότητα. Συγκρίσεις ανάμεσα στα τρία σκευάσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές ως προς τη μεταξύ τους αποτελεσματικότητα τόσο κατά την τρίτη ($F=22.751$, $B.E=2,15$, $P<0.001$) όσο και κατά την τέταρτη ($F=56.186$, $B.E=2,15$, $P<0.001$) εβδομάδα παραμονής τους στο ύπαιθρο ($P<0.05$, Tukey HSD κριτήριο). Οι βιολογικές παράμετροι των ενηλίκων που προέκυψαν από τις μεταχειρίσεις των Du-Dim, Abate και το μάρτυρα κατά την τρίτη εβδομάδα του Ιουνίου παραμονής τους στο ύπαιθρο παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μόνο ως προς την επιβίωση των αρσενικών (Πίνακας 6).



Διάγραμμα 5. Αποτελεσματικότητα των Vectobac, Mozkill και Biopren κατά την πρώτη ημέρα του Ιουνίου παραμονής τους στο ύπαιθρο. ($P < 0.05$, Tukey's HSD κριτήριο).

Πίνακας 4. Βιολογικές παράμετροι ενηλίκων που προήλθαν από προνύμφες που αναπτύχθηκαν στο τόσο μάρτυρα όσο και σε διαλύματα των σκευασμάτων Vectobac και Bioipren που παρέμειναν στο ύπαιθρο κατά την πρώτη ημέρα του Ιουνίου.

| | Επιβίωση ενηλίκων ¹ | | Ποσοστό % | |
|----------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | Θηλυκά που ωοτόκησαν ² | ‘Σχεδίες’ αυγών που εκκολαφθήκαν ³ |
| Vectobac | 47.62α (63) | 87.5α (56) | 34.78β (49) | 81.25 (16) |
| Bioipren | 54.09α (61) | 62.5β (40) | 32β (25) | 75 (8) |
| Μάρτυρας | 29.85β (67) | 78.85αβ (52) | 70.73α (41) | 93.1 (29) |
| X ² | 8.30 | 8.48 | 15.58 | 2.41 |
| BE | 2 | 2 | 2 | 2 |
| P | 0.016 | 0.014 | <0.001 | 0.300 |

¹ Η επιβίωση αφορά το ποσοστό των ενηλίκων που επέζησε έως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αρχικός αριθμός των δύο φύλων που προέκυψαν στην κάθε περίπτωση.

² Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στα θηλυκά που κατόρθωσαν να επιβιώσουν ως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των θηλυκών που αφέθηκαν να ωοτοκήσουν.

³ Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των ‘σχεδίων’ των αυγών που αποτέθηκε.

Ποσοστά στην ίδια στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($P > 0.05$, X² κριτήριο).

Πίνακας 5. Βιολογικές παράμετροι ενηλίκων που προήλθαν από προνύμφες που αναπτύχθηκαν τόσο στο μάρτυρα όσο και σε διαλύματα του σκευάσματος Mozkill που παρέμειναν στο ύπαιθρο κατά τις τρεις πρώτες ημέρες του Ιουνίου.

| | Επιβίωση ενηλίκων ¹ | | Ποσοστό % | |
|----------------|--------------------------------|------------|-----------------------------------|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | Θηλυκά που ωοτόκησαν ² | ‘Σχεδίες’ αυγών που εκκολαφθήκαν ³ |
| Mozkill | 34.21 (38) | 80 (55) | 75 (44) | 96.97 (16) |
| Μάρτυρας | 81.69 (71) | 90 (40) | 72.22 (36) | 92.31 (29) |
| X ² | 24.57 | 1.74 | 0.08 | 0.66 |
| BE | 1 | 1 | 1 | 1 |
| P | <0.001 | 0.187 | 0.779 | 0.418 |

¹Η επιβίωση αφορά το ποσοστό των ενηλίκων που επέζησε έως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αρχικός αριθμός των δύο φύλων που προέκυψαν στην κάθε περίπτωση.

²Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στα θηλυκά που κατόρθωσαν να επιβιώσουν ως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των θηλυκών που αφέθηκαν να ωοτοκήσουν.

³Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των ‘σχεδίων’ των αυγών που αποτέθηκε.

Πίνακας 6. Βιολογικές παράμετροι ενηλίκων που προήλθαν από προνύμφες που αναπτύχθηκαν τόσο στο μάρτυρα όσο και σε διαλύματα των σκευασμάτων Du-Dim και Abate που παρέμειναν στο ύπαιθρο κατά τις τρεις πρώτες εβδομάδες του Ιουνίου

| | Επιβίωση ενηλίκων ¹ | | Ποσοστό % | |
|----------------|--------------------------------|---------------|-----------------------------------|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | Θηλυκά που ωοτόκησαν ² | ‘Σχεδίες’ αυγών που εκκολαφθήκαν ³ |
| Du-Dim | 43.75α (64) | 88.09 (42) | 51.35 (37) | 94.74 (19) |
| Abate | 25αβ (40) | 91.11 (45) | 63.41 (41) | 92.3 (26) |
| Μάρτυρας | 20.29β (69) | 87.5 (48) | 71.43 (42) | 100 (30) |
| X ² | 9.33 | 0.35 | 3.40 | 2.25 |
| BE | 2 | 2 | 2 | 2 |
| P | 0.009 | 0.841 | 0.182 | 0.324 |

¹Η επιβίωση αφορά το ποσοστό των ενηλίκων που επέζησε έως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αρχικός αριθμός των δύο φύλων που προέκυψαν στην κάθε περίπτωση.

²Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στα θηλυκά που κατόρθωσαν να επιβιώσουν ως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των θηλυκών που αφέθηκαν να ωοτοκήσουν.

³Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των ‘σχεδίων’ των αυγών που αποτέθηκε.

Ποσοστά στην ίδια στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($P > 0.05$, X² κριτήριο).

Μήνας Ιούλιος

Η έκθεση του Mozkill στο ύπαιθρο κατά την πρώτη ημέρα του Ιουλίου δεν επηρέασε την αποτελεσματικότητά του (μέση θνησιμότητα 100%) όπως συνέβη και στην αντίστοιχη περίπτωση το μήνα Ιούνιο, (βλέπε παραπάνω). Επιπλέον παραμονή του για μια ακόμη ημέρα είχε σαν αποτέλεσμα η μέση θνησιμότητα να πέσει στο 42.50 ± 6.55 εξακολουθώντας ωστόσο να διαφέρει σημαντικά ($t=5.514$, $B.E=10$, $P<0.001$) σε σχέση με το μάρτυρα (5.00 ± 1.83). Οι βιολογικές παράμετροι των ενηλίκων που προέκυψαν στις δύο περιπτώσεις (Mozkill, μάρτυρας) δε διέφεραν μεταξύ τους (Πίνακας 7). Όπως στην περίπτωση του Ιουνίου έτσι και τον Ιούλιο, στα σκευάσματα Du-Dim και Abate παρατηρήθηκε σημαντική κάμψη της αποτελεσματικότητας από την τρίτη εβδομάδα έκθεσης στο ύπαιθρο και μετά. Αντιθέτως το Aquatain εμφάνισε σαφώς καλύτερη συμπεριφορά σε ότι αφορούσε την τοξική του δράση (Διάγραμμα 4). Οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για την περίοδο του Ιουλίου αναφορικά με τα ανωτέρω σκευάσματα αποκάλυψαν σημαντική επίδραση του χρόνου έκθεσης ($F=118.939$, $B.E=3,45$, $P<0.001$), του είδους του σκευάσματος ($F=110.337$, $B.E=2,15$, $P<0.001$) και της αλληλεπίδρασής τους ($F=16.784$, $B.E=6,45$, $P<0.001$) στην αποτελεσματικότητα. Συγκρίσεις ανάμεσα στα τρία σκευάσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές ως προς τη μεταξύ τους αποτελεσματικότητα (θνησιμότητα) κατά τη δεύτερη ($F=14.409$, $B.E=2,15$, $P<0.001$) τρίτη ($F=93.351$, $B.E=2,15$, $P<0.001$) και τέταρτη ($F=19.531$, $B.E=2,15$, $P<0.001$) εβδομάδα παραμονής τους στο ύπαιθρο ($P<0.05$, Tukey HSD κριτήριο). Οι βιολογικές παράμετροι των ενηλίκων που προέκυψαν από τις μεταχειρίσεις των Du-Dim, Abate και το μάρτυρα κατά την τρίτη εβδομάδα του Ιουλίου παραμονής τους στο ύπαιθρο παρουσίασαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς την επιβίωση των δύο φύλων και την εκκόλαψη των προνυμφών από τις 'σχεδίες' των αυγών (Πίνακας 8). Τέλος, συγκρίσεις ως προς την αποτελεσματικότητα των σκευασμάτων Du-Dim, Abate και Aquatain μεταξύ των μηνών Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου για τις συγκρίσεις στο Aquatain κατά την τρίτη εβδομάδα αποκάλυψε σημαντικές διαφοροποιήσεις που επικεντρώνονται κυρίως κατά τις δύο τελευταίες εβδομάδες παραμονής τους στο ύπαιθρο (Διάγραμμα 6).

Πίνακας 7. Βιολογικές παράμετροι ενηλίκων που προήλθαν από προνύμφες που αναπτύχθηκαν τόσο στο μάρτυρα όσο και σε διαλύματα του σκευάσματος Mozkill που παρέμειναν στο ύπαιθρο κατά τις δύο πρώτες ημέρες του Ιουλίου.

| | Επιβίωση ενηλίκων ¹ | | Ποσοστό % | |
|----------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------------|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | Θηλυκά που ωοτόκησαν ² | ‘Σχεδίες’ αυγών που εκκολαφθήκαν ³ |
| Mozkill | 60.53 (38) | 87.1 (31) | 59.26 (27) | 87.5 (16) |
| Μάρτυρας | 47.14 (70) | 90.9 (44) | 70 (40) | 92.86 (28) |
| X ² | 1.77 | 0.28 | 0.83 | 0.35 |
| BE | 1 | 1 | 1 | 1 |
| P | 0.184 | 0.598 | 0.364 | 0.552 |

¹Η επιβίωση αφορά το ποσοστό των ενηλίκων που επέζησε έως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αρχικός αριθμός των δύο φύλων που προέκυψαν στην κάθε περίπτωση.

²Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στα θηλυκά που κατόρθωσαν να επιβιώσουν ως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των θηλυκών που αφέθηκαν να ωοτοκήσουν.

³Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των ‘σχεδίων’ των αυγών που αποτέθηκε.

Πίνακας 8. Βιολογικές παράμετροι ενηλίκων που προήλθαν από προνύμφες που αναπτύχθηκαν τόσο στο μάρτυρα όσο και σε διαλύματα των σκευασμάτων Du-Dim και Abate που παρέμειναν στο ύπαιθρο κατά τις τρεις πρώτες εβδομάδες του Ιουλίου.

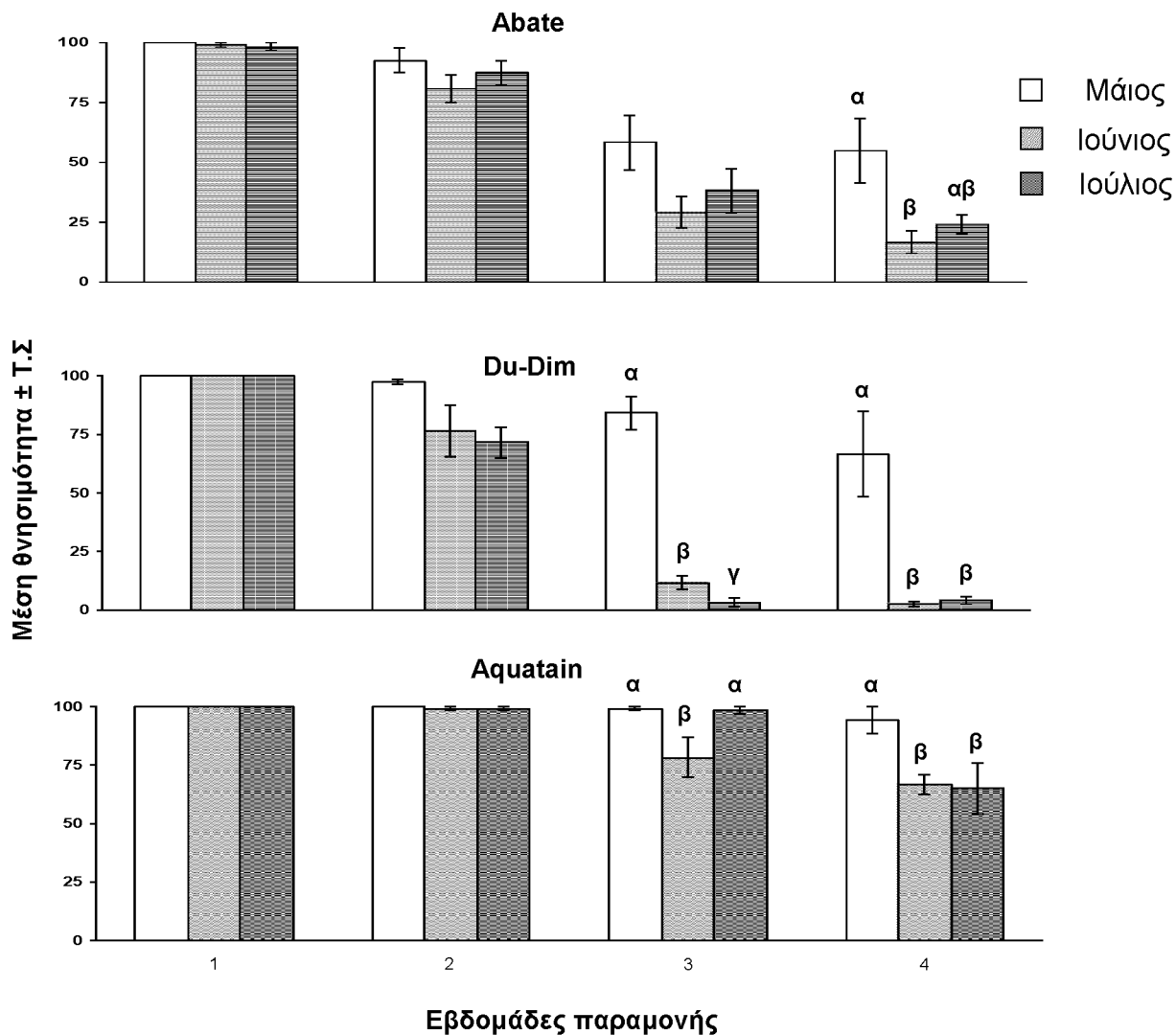
| | Επιβίωση ενηλίκων ¹ | | Ποσοστό % | |
|----------------|--------------------------------|----------------|-----------------------------------|---|
| | ♂♂ | ♀♀ | Θηλυκά που ωοτόκησαν ² | ‘Σχεδίες’ αυγών που εκκολαφθήκαν ³ |
| Du-Dim | 41.79β (67) | 71.43β (49) | 48.57 (35) | 94.12αβ (17) |
| Abate | 87.04α (54) | 80αβ (20) | 56.25 (16) | 77.78β (9) |
| Μάρτυρας | 25.35γ (71) | 93.62α (47) | 59.01 (44) | 100α (26) |
| X ² | 48.55 | 8.02 | 0.89 | 6.07 |
| BE | 2 | 2 | 2 | 2 |
| P | <0.001 | 0.018 | 0.641 | 0.048 |

¹Η επιβίωση αφορά το ποσοστό των ενηλίκων που επέζησε έως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αρχικός αριθμός των δύο φύλων που προέκυψαν στην κάθε περίπτωση.

²Η παράμετρος αυτή αναφέρεται στα θηλυκά που κατόρθωσαν να επιβιώσουν ως την 28^η ημέρα της ζωής τους. Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των θηλυκών που αφέθηκαν να ωοτοκήσουν.

³Στις παρενθέσεις δίνεται ο αριθμός των ‘σχεδίων’ των αυγών που αποτέθηκε.

Ποσοστά στην ίδια στήλη που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($P > 0.05$, X² κριτήριο).



Διάγραμμα 6. Σύγκριση της αποτελεσματικότητας των σκευασμάτων Abate, Du-Dim και Aquatain μεταξύ των μηνών Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου. ($P < 0.05$, Tukey's HSD κριτήριο και Mann-Whitney U κριτήριο για τις συγκρίσεις στο Aquatain κατά την τρίτη εβδομάδα).

2.8 Συζήτηση

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκαν έξι διαφορετικά εντομοκτόνα [diflubenzuron, Bti, spinosad, s-methoprene, temephos και polydimethylsiloxane]. Όλα αυτές οι δραστικές δρουν στα προνυμφικά στάδια των κουνουπιών με διαφορετικούς μηχανισμούς (Wang et al. 2013). Η μελέτη δοκιμάστηκε σε προνύμφες 3^{ου} σταδίου του είδους *Cx. pipiens* το οποίο, όπως προαναφέρθηκε, έχει μεγάλη υγειονομική σημασία.

Το spinosad είναι πολύ αποτελεσματική δραστική ουσία κατά των προνυμφών όλων των ειδών κουνουπιών που δοκιμάστηκαν μέχρι τώρα (Cetin et al. 2005, Darriet and Corbel 2006, Romi et al. 2006, Hertlein et al. 2010, Marina et al. 2014). Είναι αποτελεσματικό σε παρόμοιες δοσολογίες για όλες τις προνύμφες κουνουπιών, με υψηλή θνησιμότητα 3 μέρες μετά την εφαρμογή. Τα υψηλά επίπεδα της οργανικής ύλης και η πλήρης ηλιοφάνεια είναι δύο παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την αποτελεσματικότητα του spinosad και την υπολειμματική του δράση και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη (Hertlein et al. 2010). Οι παρατηρήσεις των Hertlein et al. (2010) εξηγούν ότι και στην εν λόγω μελέτη οι διαφοροποιήσεις ως προς την αποτελεσματικότητα του spinosad μπορούν να αποδοθούν στην μικροβιακή διάσπαση σε συνθήκες εργαστηρίου και στην φωτοχημική διάσπαση (υπεριώδη ακτινοβολία) σε συνθήκες υπαίθρου. Συνοπτικά να αναφερθεί ότι τα σκευάσματα με σπινোসίνες που εφαρμόζονται σε νερό υποβάλλονται σε ταχεία φωτόλυση, και η σπινোসίνη D φωτοδιασπάται ελαφρώς ταχύτερα από ότι η σπινোসίνη A υπό το φως του ηλίου ή τεχνητό φωτισμό (300 και 350 nm) (Liu and Li 2004). Οι Liu and Li (2004) έδειξαν ότι οι ουσίες που υπάρχουν στο νερό και το pH του νερού επηρεάζουν την φωτο-αποδόμηση της σπινোসίνης, ιδίως, η ακετόνη που επιταχύνει σημαντικά την φωτο-αποδόμηση των σπινোসινών. Ωστόσο, το χουμικό οξύ και η ισοπροπανόλη δεν επηρεάζουν τη φωτόλυση από τις σπινোসίνες A και D (Liu and Li 2004). Όλες οι έρευνες συμφωνούν ότι τα υπολείμματα του spinosad αποδομούνται γρήγορα από το έδαφος με μικρή υπολειμματική τοξικότητα 3-7 ημέρες μετά την εφαρμογή του (Williams 2003). Το spinosad έχει υψηλή

τοξικότητα στις προνύμφες και του *Ae. aegypti* και του *An. albimanus* σε συνθήκες εργαστηρίου (Bond et al. 2004, Perez et al. 2007). Η μελέτη των Bond et al. (2004) έδειξε ότι σε συνθήκες υπαίθρου σε 10 mg/λίτρο το spinosad εμπόδιζε την αναπαραγωγή του *Ae. aegypti* στα ενδιαιτήματά τους για >5 μήνες. Οι Romi et al. (2006) αναφέρουν ότι το spinosad ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματικό έναντι των προνυμφών των *Aedes* και *Culex*, με λιγότερο σημαντική δραστηριότητα έναντι των *Anopheles* (24-h μέση θανατηφόρος συγκέντρωση= 0,0096, 0,0064 και 0,039 mg/λίτρο, αντίστοιχα), δείχνοντας μια σταθερότητα της δράσης του εντομοκτόνου για περίπου 6 εβδομάδες σε εργαστηριακά δοχεία. Σύμφωνα με τους Saleh et al. (2013) το spinosad ήταν αποτελεσματικό για τον έλεγχο του *Ae. aegypti* δίνοντας 90-100% παρεμπόδιση εμφάνισης ενηλίκων για 7 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Η μελέτη των Saleh et al. (2013) συμφωνεί με την παρούσα μελέτη διότι σε συνθήκες εργαστηρίου το spinosad ήταν αποτελεσματικό και 9 εβδομάδες από την εφαρμογή του με την μέση θνησιμότητα να είναι στο 100%. Μεταχείριση με spinosad προκάλεσε τον απόλυτο έλεγχο του είδους *Culex. spp.* σε προνύμφες και νύμφες για ένα συνεχή χρονικό διάστημα των 15 εβδομάδων (Marina et al. 2014). Η μεταχείριση με spinosad στα 5 ppm ήταν σημαντικά πιο αποτελεσματική στον έλεγχο του *Aedes spp.* στα νεαρά προνυμφικά στάδια (Marina et al. 2012). Spinosad σε συγκεντρώσεις από 1 ή 5 ppm παρείχε 6 ή 8 εβδομάδες πλήρους ελέγχου, αντίστοιχα. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα με το είδος *Culex spp.* (Marina et al. 2012). Επίσης αναφέρεται ότι το spinosad προέβλεψε διαρκή έλεγχο των ανήλικων σταδίων του *Culex* από ότι το Bti ή το temephos τα οποία ήταν λιγότερο αποτελεσματικά (Marina et al. 2012). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έρχονται σε αντίθεση με τους Marina et al. (2012) διότι σε συνθήκες υπαίθρου το spinosad είχε χαμηλότερη αποτελεσματικότητα από το temephos και υψηλότερη από το Bti (1^η ημέρα μήνα Ιουνίου). Συγκεκριμένα παρόλο που το spinosad ήταν το πιο αποτελεσματικό στα εργαστηριακά πειράματα η αποτελεσματικότητά του στο ύπαιθρο ήταν εξαιρετικά χαμηλή. Ομοίως, και η υπολειμματική του δράση ήταν στην ουσία μηδενική ανεξάρτητα από τον μήνα που δοκιμάστηκε. Το γεγονός αυτό οφείλεται σαφώς στην άμεση φωτοδιάσπαση του spinosad γεγονός που επιβεβαιώνει προηγούμενες μελέτες (Hertlein et

al. 2010). Επίσης η διάσπαση αυτή φαίνεται να ήταν πιο γρήγορη κατά τον μήνα Ιούνιο σε σχέση με τον μήνα Μάιο.

Η αποτελεσματικότητα του s-methoprene επηρεάζεται από το είδος του κουνουπιού, τον καιρό, την ποιότητα του νερού, την ποσότητα του νερού, την σύνθεση του σκευάσματος και την δοσολογία (Micucci 2004). Το s-methoprene στα 0,02 και 0,05 ppm οδήγησε σε μεταβλητά επίπεδα (39-100%) παρεμπόδιση της εμφάνισης των ενηλίκων των ειδών *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. taeniorhynchus*, *An. quadrimaculatus*, και *Cx. nigripalpus* για 6 εβδομάδες μετά την εφαρμογή τόσο υπό συνθήκες εργαστηρίου όσο και στο ύπαιθρο (Nayar et al. 2002). Μια ιδιαίτερη συμπεριφορά παρουσίασε και στην παρούσα μελέτη το s-methoprene σε συνθήκες εργαστηρίου με την θνησιμότητα να παρουσιάζει αξιόλογη αύξηση μια εβδομάδα μετά την εφαρμογή και η αποτελεσματικότητά του τελικά να μειώνεται δραματικά 3 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με τις προδιαγραφές του παρασκευαστή που αναφέρει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα στάδια των προνυμφών αλλά η υψηλότερη αποτελεσματικότητα επιτυγχάνεται στο τελευταίο στάδιο (4^ο). Ομοίως και οι Schaefer and Wilder (1972) και Micucci (2004) αναφέρουν ότι στο 4^ο στάδιο είναι πιο ευαίσθητα στο s-methoprene. Όπως αναφέρει ο Quistad et al. (1975) η δραστηριότητα του s-methoprene μειώνεται με την παρουσία του ηλιακού φωτός. Το *Ae. taeniorhynchus* ήταν το πιο επιρρεπές σε s-methoprene από άποψη του αρχικού πληθυσμού και της υπολειμματικής δράσης. Το *Cx. quinquefasciatus* και *Ae. albopictus* ήταν τα πιο ανεκτικά στο s-methoprene, με τη μέγιστη παρεμπόδιση εμφάνισης να ανέρχεται σε 84% για το *Cx. quinquefasciatus* στα 0,4 ppm και 44,3% για το *Ae. albopictus* στα 0,05 ppm κατά την 1η εβδομάδα στο εργαστήριο (Nayar et al. 2002). Με βάση τα δεδομένα της παρούσας μελέτης το s-methoprene είχε στα εργαστηριακά πειράματα αξιόλογη αποτελεσματικότητα μια εβδομάδα μετά την εφαρμογή, αλλά ακόμα και στην περίπτωση αυτή, η θνησιμότητα δεν ήταν πλήρης (100%). Ομοίως η θνησιμότητα που προκάλεσε μειώθηκε σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Στα πειράματα που έγιναν στο ύπαιθρο το s-methoprene δεν ήταν αποτελεσματικό και γιαυτό το λόγο δεν

συμπεριελήφθηκε στα πειράματα του Ιουνίου και του Ιουλίου. Το γεγονός αυτό πιθανώς να οφείλεται στην φωτοδιάσπαση του (Quistad et al. 1975). Ένας σημαντικός λόγος της μειωμένης αποτελεσματικότητας του s-methoprene στην παρούσα μελέτη είναι ότι χρησιμοποιήθηκαν προνύμφες 3^{ου} σταδίου ενώ η δραστική αυτή, ως μιμητής ορμόνης νεότητας είναι αποτελεσματική σε προνύμφες μεγαλύτερης ηλικίας (4^{ου} σταδίου).

Σύμφωνα με την μελέτη των Saleh et al. (2013) το diflubenzuron έδειξε σημαντική υπολειμματική δράση κατά του *Ae. aegypti* δίνοντας 90-100% παρεμπόδιση εμφάνισης ενηλίκων για 10 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Εδώ συμφωνούν και τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης στο diflubenzuron (Du-Dim και Oprah) όπου η θνησιμότητα δεν διέφερε σημαντικά με του μάρτυρα 7 εβδομάδες από την εφαρμογή τους. Σε συνθήκες υπαίθρου το diflubenzuron επέδειξε καλή αποτελεσματικότητα. Αν και οι παρεμποδιστές βιοσύνθεσης της χιτίνης είναι βραδύτερης δράσης από άλλους τύπους προνυμοκτόνων, οι αποτελεσματικότητά τους είναι αξιοσημείωτη (Paul et al. 2006). Σε πειράματα που πραγματοποίησαν οι Cetin et al. (2006) αξιολογήθηκε το diflubenzuron κατά τα τέλη του 2^{ου} με αρχές του 3^{ου} σταδίου των προνυμών του *Cx. pipiens* σε σηπτικές δεξαμενές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όταν τα σκευάσματα εφαρμόστηκαν σε ποσοστό 0,02 και 0,03 mg (AI)/λίτρο επιτεύχθηκε παρεμπόδιση 100% εμφάνισης των ενηλίκων σε διαστήματα 7, 14, 21, και 28 ημέρες μετά την εφαρμογή. Στην ίδια μελέτη βρέθηκε ότι WP (βρέξιμη σκόνη) ήταν λιγότερο αποτελεσματικό σε σχέση με το G (κόκκοι). Όσον αφορά τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης το diflubenzuron σε συνθήκες υπαίθρου έδειξε υψηλή αποτελεσματικότητα που υπερβαίνει το 50% το μήνα Μάιο και για 4 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Κατά τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο η μείωση της αποτελεσματικότητας του ήταν σημαντική από την τρίτη εβδομάδα και μετά. Συμπερασματικά, το diflubenzuron δε φαίνεται να είναι αποτελεσματικό για περισσότερο από 2 εβδομάδες.

Η προνυμοκτόνος ικανότητα του temephos είναι υψηλή και για τα τρία γένη κουνουπιών *Anopheles*, *Aedes* και *Culex* (Marina et al. 2014). Σύμφωνα με τους Marina et al. (2012) η εφαρμογή του temephos οδήγησε σε πλήρη έλεγχο του *Aedes* spp. για 4 εβδομάδες ενώ μειώθηκε σταδιακά

για τις επόμενες 5 εβδομάδες φτάνοντας στην 10 εβδομάδα να δίνει θνησιμότητα όμοια με αυτή του μάρτυρα. Ομοίως οι Perez et al. (2007) στο Νότιο Μεξικό έδειξαν ότι το temephos παρέχει πλήρη έλεγχο των προνυμφών σε 6, 8 και 10 εβδομάδες μετά την εφαρμογή. Μεταχείριση με temephos οδήγησε σε απόλυτο έλεγχο του *Culex. spp* και *Uranotaenia spp.* για μια συνεχή περίοδο 5 εβδομάδων (Marina et al. 2014). Αντιθέτως στο ύπαιθρο η αποτελεσματικότητα του temephos μειώθηκε σημαντικά από την τρίτη εβδομάδα και μετά.

Όσον αφορά το σκεύασμα Aquatain οι Wang et al. (2013) αναφέρουν ότι προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη των προνυμφών και τελικά θάνατο πριν εξελιχθούν σε νύμφες. Οι Bukhari et al. (2011) απέδειξαν ότι το Aquatain είναι ένας αποτελεσματικός παράγοντας για τον έλεγχο των κουνουπιών Anopheline και Culicine σε αρδευόμενους ορυζώνες. Θεωρούν επιπλέον ότι είναι ένα κατάλληλο εργαλείο καταπολέμησης κουνουπιών για χρήση σε αγρο-οικοσυστήματα ρυζιού. Έτσι όπως παρουσιάζεται και στα αποτελέσματα της μελέτης αυτής το Aquatain και σε συνθήκες εργαστηρίου και σε συνθήκες υπαίθρου απέδειξε σταθερή συμπεριφορά όσο αφορά την διάρκεια δράσης του. Αντίστοιχα ήταν και τα αποτελέσματα της μελέτης των Κιούλος και Κολιόπουλος (2013) οι οποίοι μελέτησαν το Aquatain σε ορυζώνες. Παρόλο που δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα για το σκεύασμα αυτό τα πειράματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι το Aquatain ήταν εξίσου αποτελεσματικό και στα εργαστηριακά πειράματα και στο ύπαιθρο. Η αποτελεσματικότητα του έγκειται και στο γεγονός ότι παρείχε μεγάλη υπολειμματική δράση η οποία ήταν παρόμοια τόσο στο εργαστήριο όσο και στο ύπαιθρο ανεξάρτητα από τον μήνα που εξετάστηκε. Περαιτέρω πειραματισμός χρειάζεται για να αξιολογηθούν και άλλοι παράγοντες που επιδρούν στην αποτελεσματικότητα και την διάσπαση του Aquatain.

Παγκοσμίως το Bti υπήρξε αποτελεσματικό σε πολλά γένη κουνουπιών όπως *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Marsonia* και *Coquillettidia* (Russell and Kay 2008). Οι Tyreli et al. (1979) σε πειράματα με το σκεύασμα Bti περίπου το 90% των προνυμφών *Ae. aegypti* και *Cx. pipiens* θανατώθηκαν με την έκθεση τους σε Bti ενώ μόνο το 50% από τις

προνύμφες του *An. albimanus* θανατώθηκαν. Οι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες του περιβάλλοντος επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητα, ιδιαίτερα το φως του ήλιου που υποβαθμίζει τις προτοξίνες (Lacey 2007, Russell and Kay 2008). Οι Melo-Santos et al. (2001) σε πείραμα υπαίθρου σε προνύμφες *Ae. aegypti* σχετικά με την επίδραση του ηλιακού φωτός για την αποτελεσματικότητα και την σταθερότητα του Bti (C4P1) αναφέρουν ότι η αρχική θνησιμότητα κυμαίνονταν από 93-100%, και η υπολειμματική δραστηριότητα (70% θνησιμότητα) που καταγράφηκε σε δοχεία που εκτίθονταν στο ηλιακό φως ή τη σκιά ήταν, αντίστοιχα, 13-35 ημέρες και 40-54 ημέρες. Τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης δείχνουν ότι το Bti μπορεί να παρέχει προνυμφοκτόνο δράση (Melo-Santos et al. 2001). Σύμφωνα με τους Kroeger et al. (2013) το Bti μείωσε σημαντικά τον αριθμό των προνυμφών κουνουπιών βραχυπρόθεσμα, αλλά όχι μακροπρόθεσμα. Πράγματι στις 3 ημέρες, 7 ημέρες, και 10 ημέρες μετά την εφαρμογή, το Bti οδήγησε σε σημαντικά χαμηλότερο αριθμό προνυμφών κουνουπιών σε σχέση με τον μάρτυρα. Πιο μακροπρόθεσμα (14-28 ημέρες), δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του Bti είτε από άποψη αριθμού κουνουπιών σε συγκεκριμένες ημέρες είτε από αλλαγές στο μέγεθος του πληθυσμού κατά την διάρκεια του χρόνου (Kroeger et al. 2013). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία το Bti είναι αποτελεσματικό κατά των προνυμφών των κουνουπιών για λίγες μόνο ημέρες (Karch et al. 1991, Aldemir 2009). Το Bti μείωσε τις προνύμφες του *Culex* spp. σε σύγκριση με τον μάρτυρα σε διακοπτόμενες χρονικές περιόδους: 1,3,6,8 εβδομάδες μετά την εφαρμογή (Marina et al. 2014). Σε πείραμα που έγινε στο ύπαιθρο σε ξηρή περίοδο η μεταχείριση με Bti οδήγησε σε μία εβδομάδα ελέγχου του *Aedes* spp., μετά την οποία τα ατελή στάδια του *Aedes* spp. ήταν παρόμοια με εκείνα του μάρτυρα (Marina et al. 2012). Τα αποτελέσματα των Marina et al. (2012) συμφωνούν με τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής στο πείραμα υπαίθρου διότι η αποτελεσματικότητα του Bti ήταν εξαιρετικά χαμηλή κατά την πρώτη εβδομάδα του μηνός Μάϊου και την πρώτη ημέρα του μηνός Ιουνίου. Επιπλέον το πείραμα των Karch et al. (1991) αποδεικνύει την μείωση της αποτελεσματικότητας του Bti μετά από 2 ημέρες κατά των *Cx. quinquefasciatus* και *An. gambiae*. Ο Aldemir (2009) εξέτασε το *Vectobac*

12 εφαρμόζοντας το σε 0,5 και 1 λίτρο/ha σε ένα αποστραγγιστικό κανάλι και είχε ως αποτέλεσμα το πλήρη έλεγχο του *Cx. theileri* και 80% έως 98% του ελέγχου του *An. maculipennis*. Η εφαρμογή του σκευάσματος Vectolex WDG στα 400g/εκτάριο, παρείχε 100% έλεγχο των προνυμφών του *Cx. pipiens* και *Cx. theileri* σε μολυσμένα κανάλια αποστράγγισης. Υψηλή πυκνότητα των προνυμφών *Ae. caspius* μείωσε την αποτελεσματικότητα του Vectobac 12 AS και Vectobac WDG σε πλημμυρισμένο πεδίο. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι το Bti δεν έχει υψηλή αποτελεσματικότητα στο εργαστήριο. Ομοίως και στα πειράματα στο ύπαιθρο το Bti δεν προκάλεσε αξιοσημείωτη θνησιμότητα και για αυτόν τον λόγο δεν αξιολογήθηκε τον Ιούνιο και τον Ιούλιο.

Γενικά, οι υποθανατηφόρες δόσεις προνυμφοκτόνων σκευασμάτων φαίνεται να επιφέρουν μια σειρά δυσμενών επιπτώσεων σε βιολογικές παραμέτρους των ενηλίκων κουνουπιών που προκύπτουν όπως στη μακροζωία, την ωοπαραγωγή και γονιμότητα των αυγών και τα σωματομετρικά τους χαρακτηριστικά (μέγεθος) (Robert and Olson 1989, Suman et al. 2010, Aïssaoui and Boudjelida 2014). Οι βιολογικές παράμετροι των ενηλίκων που προέκυψαν από τα σκευάσματα Vectobac, Mozkill και Bioipren κατά την πρώτη εβδομάδα του Μαΐου (παραμονής τους στο ύπαιθρο) δε διέφεραν σημαντικά με εκείνες του μάρτυρα, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα της πλήρους αδρανοποίησής των σκευασμάτων. Ωστόσο, τα θηλυκά που προέκυψαν από τα σκευάσματα Vectobac και Bioipren κατά την πρώτη ημέρα του Ιουνίου παραμονής τους σε συνθήκες υπαίθρου απέθεσαν σημαντικά λιγότερες 'σχεδίες' αυγών σε σχέση με το μάρτυρα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν απόλυτα με εκείνα των Robert and Olson (1989) και Aïssaoui and Boudjelida (2014) που αναφέρουν σημαντική μείωση της ωοπαραγωγής θηλυκών του γένους *Culex* που αναπτύχθηκαν σε υποθανατηφόρες δόσεις των δραστικών παραγόντων/ουσιών *Bacillus thuringiensis* και methoprene αντίστοιχα. Επίσης, η "εκκόλαψιμότητα" των 'σχεδίων' των αυγών (αν και δε διέφερε σημαντικά) ήταν μικρότερη στις δύο μεταχειρίσεις σε σχέση με το μάρτυρα, γεγονός που συμφωνεί με αντίστοιχα ευρήματα των παραπάνω μελετών. Μια ενδιαφέρουσα παράμετρος που παρατηρήθηκε, στην περίπτωση αυτή, ήταν η μεγαλύτερη επιβίωση των αρσενικών στις δύο μεταχειρίσεις

(Vectobac και Biopren) σε σχέση με το μάρτυρα. Οι λόγοι για το που μπορεί να οφείλεται αυτό παραμένουν άγνωστοι. Οι Ritchie et al. (1997) αναφέρουν ότι η επιβίωση αρσενικών των ειδών *Cx. sitiens* και *Cx. annulirostris* που προέκυψαν από προνύμφες που αναπτύχθηκαν σε υποθανατηφόρες δόσεις του methoprene δε διέφερε σε σχέση με το μάρτυρα. Οι Robert and Olson (1989) αναφέρουν θετικές επιδράσεις της έκθεσης των προνυμφών του *Cx. quinquefasciatus* σε πολύ μικρές δόσεις (0.1 του LC50) methoprene στη γονιμότητα των θηλυκών και δεν αποκλείεται κάτι αντίστοιχο να συνέβη και στην προκειμένη περίπτωση με την αύξηση της επιβίωσης των αρσενικών. Μικρότερη γενικά επιβίωση των αρσενικών του μάρτυρα σε σχέση με τις μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε επίσης και στις περιπτώσεις των diflubenzuron και temephos. Οι Suman et al. (2010) αναφέρουν μειωμένη επιβίωση των αρσενικών του *Cx. quinquefasciatus* που αναπτύχθηκαν ως προνύμφες σε υποθανατηφόρες δόσεις του diflubenzuron σε σχέση με το μάρτυρα. Μια πιθανή εξήγηση των διαφορών που παρατηρούνται με την παρούσα μελέτη θα μπορούσε να είναι το γεγονός ότι τα έντομα στην περίπτωση μας κρατήθηκαν ομαδικά και όχι ατομικά, με συνέπεια να μην μπορούν να αποκλειστούν τυχόν ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αρσενικών κατά τη σύζευξη των θηλυκών.

Συνοψίζοντας, από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει ότι όλα τα σκευάσματα που μελετήθηκαν είναι σε θέση να ελέγξουν απόλυτα τους πληθυσμούς των άγριων κουνουπιών κατά την εφαρμογή τους. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το s-methoprene που απέτυχε να ελέγξει τις προνύμφες τρίτου σταδίου, καθώς τα επίπεδα εμφάνισης ενηλίκων ήταν τα ίδια με αυτά στους μάρτυρες. Η αξιολόγηση της υπολειμματικής τοξικής δράσης των σκευασμάτων σε συνθήκες εργαστηρίου και το ύπαιθρο αποκάλυψε σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς την αποτελεσματικότητά τους, με κύριο χαρακτηριστικό τη μεγαλύτερη διάρκεια δράσης στην πρώτη περίπτωση. Από τα αποτελέσματα της έκθεσης των σκευασμάτων στο ύπαιθρο, προέκυψε ότι η διάρκεια δράσης τους ήταν σημαντικά μεγαλύτερη το Μάιο σε σχέση με τους άλλους δύο μήνες, παρέχοντας πρακτικά προστασία καθ' όλη την περίοδό του. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την έναρξη της αύξησης των πληθυσμών

των κουνουπιών την κρίσιμη αυτή περίοδο της άνοιξης, καθιστούν προφανές ότι οι επεμβάσεις σε αυτό ακριβώς το σημείο θα έχουν το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα και μάλιστα με το μικρότερο κόστος. Αντιθέτως, πιθανές καθυστερήσεις μπορεί να οδηγήσουν σε ραγδαία αύξηση των πληθυσμών και σημαντική επιβάρυνση του κόστους καταπολέμησης. Από τα σκευάσματα που μελετήθηκαν στο ύπαιθρο αλλά και το εργαστήριο, το Aquatain επέδειξε την καλύτερη συμπεριφορά σε ότι αφορά τη διάρκεια δράσης του. Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι, πράγματι, υπάρχουν σκευάσματα που έχουν μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και υπολειμματική δράση, παράμετροι οι οποίοι όμως επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, το στάδιο ανάπτυξης του εντόμου-στόχου κ.α. Περαιτέρω πειραματισμός σε ευρύτερο κύκλο περιπτώσεων (άλλα είδη, στάδια ανάπτυξης κλπ) θα δείξει σαφώς το εύρος χρήσης για το κάθε ένα από τα σκευάσματα που εξετάστηκαν. Από πρακτικής απόψεως, με εξαίρεση το Aquatain κανένα σκεύασμα δεν είναι αποτελεσματικό για παραπάνω από 14 ημέρες στο υπαιθρο. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη σε προγράμματα αντιμετώπισης κουνουπιών σε ευρεία κλίμακα τόσο ως προς την έναρξη των ψεκασμών όσο και στις χρονικές περιόδους στις οποίες οι ψεκασμοί αυτοί θα πρέπει να επαναληφθούν.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adler, H. A., and J. W. McCreadie. 2009.** Black Flies (Simuliidae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.189-206.
- Aïssaoui, L., and H. Boudjelida. 2014.** Larvicidal activity and influence of *Bacillus thuringiensis* (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species. *Eur. J. Exp. Biol.* 4:104-109.
- Aldemir, A. 2009.** Initial and residual activity of VectoBac 12 AS, VectoBac WDG, and VectoLex WDG for control of mosquitoes in Ararat Valley, Turkey. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*25:113-116.
- Al-Sarar, A. S., D. Al-Shahrani, A. E. Bayoumi, Y. Abobakr, and H. I. Hussein. 2011.** Laboratory and field evaluation of some chemical and biological larvicides against *Culex* spp. (Diptera: Culicidae) Immature Stages. *Int. J. Agric. Biol.*13:115-119.
- Ansari, M.A., and R.K. Razdan. 1999.** Laboratory and field evaluation of *Bacillus thuringiensis* H-14 (Bt. H-14) granule formulation against *Aedes aegypti* in Delhi, India. *Dengue Bull.* 23:94-98.
- Athanassiou, C. G., N. G. Kavallieratos S. F. Gakis, L. A. Kyrtsa, B. E. Mazomenos, and F. T. Gravanis. 2007.** Influence of trap type, trap colour, and trapping location on the capture of the pine moth, *Thaumetopoea pityocampa*. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 122: 117–123.
- Atwell, R.B. 1988.** **Clinical signs and diagnosis of canine dirofilariosis in *Dirofilariasis*.** P.F.L. Bore and R. B. Atwell (edts). Boca Raton, CRC Press:61-68.
- Aubin, F. E. St. 1990.** Mites and Ticks. In: Mallis, A. (ed.), *A Handbook of pest control*, Seventh Edition, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, pp.741-769.
- Becker, N., D. Petric, M. Zgomba, C. Boase, C. Dahl, M. Madon, and A. Kaiser. 2010.** *Mosquitoes and Their Control* (Second Edition). Berlin and Heidelberg, Germany Springer-Verlag.
- Blagrove, M.S.C., C. Arias-Goeta, A.B. Failloux, and S.P. Sinkins. 2012.** *Wolbachia* strain wMel induces cytoplasmic incompatibility and blocks

- dengue transmission in *Aedes albopictus*. Proc. Natl Acad. Sci. USA.109:255–260.
- Bond, J. G., C.F. Marina, and T. Williams. 2004.** The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae. Med. Vet. Entomol.18:50-56.
- Bonifazi, F., M. Jutel, B. M. Bil, J. Birnbaum, U. Muller, and the EAACI Interest Group on Insect Venom Hypersensitivity. 2005.** Prevention and treatment of hymenoptera venom allergy: guidelines for clinical practice. Allergy 60:1459–1470.
- Bukhari, T., and B. G. Knols. 2009.** Efficacy of Aquatain™, a Monomolecular Surface Film, against the Malaria Vectors *Anopheles stephensi* and *An. gambiae* s.s. in the Laboratory. Am. J. Trop. Med. Hyg.80:758–763.
- Bukhari, T., W.Takken, A.K. Githeko, and C.J.M. Koenraadt. 2011.** Efficacy of Aquatain, a Monomolecular Film, for the Control of Malaria Vectors in Rice Paddies. PLoS ONE 6: e21713.
- Burton, G. J. 1963.** Bed bugs in relation to transmission of human diseases. Public Health Rep.78:513–524.
- Cetin, H., A. Yanikoglu, and J. E. Cilek. 2005.** Evaluation of the naturally-derived insecticide spinosad against *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) larvae in septic tank water in Antalya, Turkey. J. Vector Ecol. 30:151-154.
- Cetin, H., A. Yanikoglu, and J.E. Cilek. 2006.** Efficacy of diflubenzuron, a chitin synthesis inhibitor, against *Culex pipiens* larvae in septic tank water. J. Am. Mosq. Control Assoc.22:343-5.
- Chih-Yuan Wang, Hwa-Jen Teng, Si-Jia Lee, Cheo Lin, Jhy-Wen Wu, and Ho-Sheng Wu. 2013.** Efficacy of Various Larvicides against *Aedes aegypti* Immatures in the Laboratory. Jpn. J. Infect. Dis. 66:341-344.
- Connelly, C.R., and D.B. Carlson. 2009.** Florida Coordinating Council on Mosquito Control. Florida Mosquito Control: the state of the mission as defined by mosquito controllers, regulators, and environmental managers. Vero Beach, FL: Univ. of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida Medical Entomology Laboratory.

- Darriet, F., and V. Corbel. 2006.** Laboratory evaluation of pyriproxyfen and spinosad, alone and in combination, against *Aedes aegypti* larvae. *J. Med. Entomol.* 43:1190-1194.
- Delaunay, P., V. Blanc, P. Del Giudice, A. Levy-Bencheton, O. Chosidow, P. Marty, and P. Brouqui. 2011.** Bedbugs and Infectious Diseases. *Clin Infect Dis.* 52:200–210.
- Durden, L. A., and J. E. Lloyd. 2009.** Lice (Phthiraptera). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.59-82.
- Durden, L.A., and G.R. Mullen. 2009.** Introduction. In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.1-12.
- Durden, L. A., and N. C. Hinkle. 2009.** Fleas (Siphonaptera). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.115-135.
- ECDC [European Centre for Disease Prevention and Control]. 2013.** Chikungunya. Factsheet for health professionals [Internet]. Sweden. http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/chikungunya_fever/basic_facts].
- Εμμανουήλ, Ν. Γ. 1999.** Δίπτερα Υγειονομικής Σημασίας. Αναγνώριση, Βιολογία, Οικονομική σημασία, Αντιμετώπιση. Εκδόσεις Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Αθήνα.
- Fernandez, M. S., R. Cavia, G. R. Cueto, and O. V. Suarez. 2007.** Implementation and Evaluation of an Integrated Program for Rodent Control in a Shantytown of Buenos Aires City, Argentina. *EcoHealth.* 4:271–277.
- Foster, W.A, and E.D. Walker. 2009.** Mosquitoes (Culicidae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp. 207-259.
- Gatton, M.L, N. Chitnis, T. Churcher, M. J. Donnelly, A. C. Ghani, H. C. J. Godfray, F. Gould, I. Hastings, J. Marshall, H. Ranson, M. Rowland, J. Shaman, and S. W. Lindsay. 2013.** The Importance of mosquito behavioral adaptations to malaria control in Africa. *Evolution* 67: 1218–1230.

- Goddard, J., and R. deShazo. 2009.** Bed Bugs (*Cimex lectularius*) and Clinical Consequences of Their Bites. *Am. Med. Assoc.*301:1358-1366.
- Green, S. G 1990.** Bees and Wasps. In: Mallis, A. (ed.), *A Handbook of pest control*, Seventh Edition, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, pp.481-499.
- Green, S. G. 1990a.** Mosquitoes. In: Mallis, A. (ed.), *A Handbook of pest control*, Seventh Edition, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, pp.685-717.
- Haack, K. D., and T.A. Granovsky. 1990.** Mallis, A. (ed.), *A Handbook of pest control*, Seventh Edition, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, pp. 415-479.
- Hall, R. D., and R. R. Gerhardt. 2009.** Flies (Diptera) In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp. 137-152.
- Harvey, M.S. 2002.** The neglected cousins: what do we know about the smaller arachnid orders? *J. Arachnology.*30:357–372.
- Hertlein, M. B., C. Mavrotas, C. Jousseume, M. Lysandrou, G. D. Thompson, W. Jany, and S. A. Ritchie. 2010.** A review of Spinosad as a natural product for mosquito control. *J Am Mosq Control Assoc.* 26:67–77.
- Ihemanma, C. A., P.E. Etusim, M.K. Kalu, R.U. Adindu, and G. Iruoha. 2013.** Diptera: the order of great public health nuisance. *Glo. Adv. Res. J. Environ. Sci. Toxicol.* 2:135-143.
- IRAC [Insecticide Resistance Action Committee] 2011.** *Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors of Public Health Importance*. Second Edition.
- Jackson, W. B. 1990.** Rats and Mice. Mallis, A. (ed.), *A Handbook of pest control*, Seventh Edition, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, pp.9-85.
- Karch, S., Z.A. Manzambi, and J.J. Salaun. 1991.** Field trials with Vectolex (*Bacillus sphaericus*) and Vectobac (*Bacillus thuringiensis* (H-14)) against *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus* breeding in Zaire. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7:176-179.

- Kim, D. 2006.** Guidelines for Employer-Based Malaria Control Programmes. World Economic Forum.
- Kline, D. L. 2007.** Mosquitoes :Biology. In: Pimentel D. Encyclopedia of Pest Management, Volume II. CRC Press, pp.350-359.
- Kramer, R. D., and R. J. Brenner, 2009.** Cockroaches (Blattaria). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.43-57.
- Krinsky, W. L. 2009a.** Tsetse Flies (Glossinidae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.297-308.
- Krinsky, W. L. 2009b.** Beetles (Coleoptera). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.101-113.
- Krinsky, W.L. 2009c.** True Bugs (Hemiptera) In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp. 83-99.
- Kroeger, A., O. Horstick ,C. Riedl ,A. Kaiser , and N. Becker. 1995.** The potential for malaria control with the biological larvicide *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) in Peru and Ecuador. Acta Tropica 60:47–57.
- Kroeger, I., M. Liess, F. Dziock, and S. Duquesne. 2013.** Sustainable control of mosquito larvae in the field by the combined actions of the biological insecticide Bti and natural competitors. J. Vector Ecol. 38 (1):82-89. 2013
- Kumar, R., and J.S. Hwang. 2006.** Larvicidal efficiency of Aquatic predators: a perspective for mosquito biocontrol. Zool. Stud. 45:447-466.
- Lacey, L.A. 2007.** *Bacillus thuringiensis serovariety israelensis* and *Bacillus sphaericus* for mosquito control. J. Am. Mosq. Control Assoc. 23:133–163.
- Lacey, L.A., and B. K. Orr. 1994.** The role of biological control of mosquitoes in integrated vector control. Am. J. Trop. Med. Hyg. 50:97-115.

- Lambropoulos, A.S., J.B. Fine, A.Perbeck, D. Torres, G.E. Glass, P. McHugh, and E.A. Dorsey. 1999.** Rodent control in urban areas: an interdisciplinary approach. *Environ. Health J.* 61:12–17.
- Lee, C. Y., and L.C. Lee. 2000.** Influence of sanitary conditions on the field performance of chlorpyrifos-based baits against American cockroaches, *Periplaneta americana* (L.) (Dictyoptera: Blattidae). *J. Vector Ecol.* 25:218-221.
- Lehane, M. J. 2005.** *The Biology of Blood-sucking Insects.* 2nd edition Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- Liu, S., and Q. X. Li. 2004.** Photolysis of spinosyns in seawater, stream water and various aqueous solutions. *Chemosphere* 56:1121-1127.
- Lofgren, C. S. 1986.** The economic importance and control of imported fire ants in the United States, In: S. B. Vinson [ed.], *Economic impact and control of social insects*, Praeger, Publishers, New York. NY. pp. 227-256.
- Marina, C. F. , J.G. Bond, J. Muñoz, J. Valle, R. Novelo-Gutiérrez, and T. Williams. 2014.** Efficacy and non-target impact of spinosad, Bti and temephos larvicides for control of *Anopheles* spp. in an endemic malaria region of southern Mexico. *Parasit. Vectors.*;7:55.
- Marina, C. F., J.G. Bond, J. Muñoz , J. Valle, N. Chirino, and T. Williams. 2012.** Spinosad: abiorational mosquito larvicide for use in car tires in southern Mexico. *Parasit. Vectors*, 5:95.
- McCarry, M. J. 1996.** Efficacy and persistence of Altosid® pellets against *Culex* species in catch basins in Michigan. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*12:144-146.
- Melo-Santos, M.A.V, E.G. Sanches, F.J. Jesus, and L. Regis. 2001.** Evaluation of a new tablet formulations based on *Bacillus thuringiensis* sorovar. israelensis for larvicidal control of *Aedes aegypti*. *Mem. Inst.Oswaldo Cruz.* 96:859–860.
- Micucci, S. 2004.** The Effectiveness of Methoprene for Controlling Mosquito Populations in Ontario That Can Carry West Nile Virus. The Effective Public Health Practice Project.
- Mittal, P. K. 2003.** Biolarvicides in vector control: challenges and prospects. *J. Vector Borne Dis.* 40:20–32.

- Moon, R. D. 2009.** Muscid Flies. In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp. 275-295.
- Moreira, L. A., I. Iturbe-Ormaetxe, J. A. Jeffery, G. Lu, A. T. Pyke, L. M. Hedges, B. C. Rocha, S. Hall-Mendelin, A. Day, M. Riegler, L. E. Hugo, K. N. Johnson, B. H. Kay, E. A. McGraw, A. F. van den Hurk, P. A. Ryan, and S. L. O'Neill. 2009.** A *Wolbachia* symbiont in *Aedes aegypti* limits infection with dengue, Chikungunya, and Plasmodium. *Cell*.139:1268–1278.
- Mullen, G. R., 2009c.** Solpugids (Solifugae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.11-412.
- Mullen, G. R. 2009a.** Biting Midges (Ceratopogonidae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.169-188.
- Mullen, G. R. 2009b.** Moths and Butterflies (Lepidoptera). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.353-370.
- Mullen, G. R., and B. M. OConnor. 2009.** Mites (Acari). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.433-492.
- Mullen, G. R., and S. A. Stockwell. 2009.** Scorpions (Scorpiones). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.397-412.
- Mullen, G. R., and R. S. Vetter. 2009.** Spiders (Araneae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.413-432.
- Mullens, B. A. 2009.** Horse Flies and Deer Flies (Tabanidae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.261-274.
- Nayar, J. K., A. Al, and M. Zaim. 2002.** Effectiveness and residual activity comparison of granular formulations of insect growth regulators pyriproxyfen and s-methoprene against florida mosquitoes in laboratory and outdoor conditions. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 18:196-201.

- Nickolson, W. L., D. E. Sonnenshine, R. S. Lane, and G. Uilenberg. 2009.** Ticks (Ixodida). Ticks (Ixodida). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.493-542.
- O 'Donel, J.A. 1984.** Arthropods and Human Skin. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo.
- Paul, A., L. C. Harrington, and J. G. Scott. 2006.** Evaluation of Novel Insecticides for Control of Dengue Vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol. 43: 55-60.
- Perez, C. M., C. F. Marina, J. G. Bond, J. C. Rojas, J. Valle, and T. Williams. 2007.** Spinosad, a naturally-derived insecticide, for control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): efficacy, persistence, and elicited ovipositional response. J. Med. Entomol. 44:631–638.
- ΥΠΑΑΤ [Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων]. 2013.** Δ/νση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής, Κατάλογοι Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων και Βιοκτόνων κατά Δράση. (http://www.minagric.gr/syspest/syspest_houses.aspx).
- Quistad, G.B., L.E. Staiger and D.A. Schooley. 1975.** Environmental degradation of the insect growth regulator methoprene (Isopropyl (2E,4E)-11-Methoxy-3,7,11-trimethyl-2,4-dodecadien-6-ate). III. Photodecomposition. J. Agri. and Food Chem. 23:299–303.
- Raoult, D. and V. Roux. 1999.** The Body Louse as a Vector of Reemerging Human Diseases. Clin. Infect. Dis. 2:888-911.
- Reed, H. C., and P. J. Landolt, 2009.** Ants, Wasps, and Bees (Hymenoptera). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), Medical and Veterinary Entomology, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.371-395.
- Reiersen, D. A., M. K Rust, and E. Paine. 2005.** Control of American cockroaches (Dictyoptera: Blattidae) in sewer systems, In: C. Y. Lee and W. H. Robinson (eds.), Proceedings, Fifth International Conference on Urban Pests, 10–13 July 2005, Singapore, Perniagaan Ph'ng, Penang, Malaysia, pp.141–148.
- Ritchie, S., I. Fanning, D. Phillips, H. Standfast, D. McGinn, and B. Kay. 1997.** Ross River virus in mosquitoes (Diptera: Culicidae) during

- the 1994 epidemic around Brisbane. Australia. *J. Med. Entomol.* 34: 156-159.
- Robert, L.L., J.K. Olson. 1989.** Effects of sublethal dosages of insecticides on *Culex quinquefasciatus*.5:239.
- Romi, R., S. Proietti, M. Di Luca, and M. Cristofaro. 2006.** Laboratory evaluation of the bioinsecticide spinosad for mosquito control. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 22:93-96.
- Russell, T. L. and B. H Kay. 2008.** Biologically based insecticides for the control of immature Australia mosquitoes: a review. *Aust. J. Entomol.*47: 232–242
- Rust, M.K. 1990.** In: Mallis, A. (ed.), *A Handbook of pest control*, Seventh Edition, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, pp.599-683.
- Rutledge, L. C., R. K. Gupta. 2009.** Moth Flies and Sand Flies (Psychodidae). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.153-168.
- Sabry, A. H., Fouad M. A., A. T. Morsy. 2012.** Entomophobia, acarophobia, parasitic dermatophobia or delusional parasitosis. *J. Egypt Soc. Parasitol.*42:417-430.
- Saleh, M. S., O.A. Abuzinadah, M. Kh Al-Ghamdi, A.A Alsagaf, J.A. Mahyoub. 2013.** Effectiveness of slow-release tablet formulations of the IGR diflubenzuron and the bioinsecticide spinosad against larvae of *Aedes aegypti* (L.). *J.A. African Entomology* .21(2):349-353.
- Sarfraz, M., L. M. Dossall and B. A. Keddie. 2005.** Spinosad: a promising tool for integrated pest management. *Outlooks Pest Manag.*16:78-84.
- Schaefer, C. H. and W.H. Wilder. 1972.** Insect developmental inhibitors: A practical evaluation as mosquito control agents. *J. Econ. Entomol.* 65:1066-1071.
- Scholl, P.J., E.P. Catts, G.R. Mullen. 2009.** Myiasis (Muscoidea, Oestroidea). In: R. Mullen and L. A. Durden (eds.), *Medical and Veterinary Entomology*, Second Edition. Elsevier, Academic Press, San Diego, pp.309-338.

- Serandour, J., J. Willison, W. Thuiller, P. Ravanel, G. Lemperiere, and M. Raveton. 2010.** Environmental drivers for Coquillettia mosquito habitat selection: a method to highlight key field factors. *Hydrobiologia* 652: 377-388.
- Sokal, R. and Rohlf, F. 1995.** Biometry, 3rd edn. WH Freeman and Company, New York, New York.
- Suman, D. S., B. D. Parashar, and S. Prakash. 2010.** Effect of Sublethal Dose of Diflubenzuron and Azadirachtin on Various Life Table Attributes of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 47:996-1002.
- Tetreau, G. C.D. Patil, A. Chandor-Proust, B.K. Salunke, S.V. Patil and L. Despres. 2013.** Production of the bioinsecticide *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* with deltamethrin increases toxicity towards mosquito larvae. *Letters in Applied Microbiology* 57:151-156. The Society for Applied Microbiology.
- Thavara, U, A. Tawatsin, C. Chansang, P. Asavadachanukorn, M. Zaim and M.S. Mulla. 2007.** Simulated field evaluation of the efficacy of two formulations of diflubenzuron, a chitin synthesis inhibitor against larvae of *Aedes aegypti* (L) (Diptera: Culicidae) in water storage containers. *Southeast Asian J. Trop. Med. Publ. Hlth.* 38:269–275.
- Tyrell, D.J., L. I. Davidson, L. A. Bulla, Jr., and W. A. Ramoska. 1979.** Toxicity of Parasporal Crystals of *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* to mosquitoes. *Appl. and Environ. Microbiol.* 38:656-658.
- Webb, C. E. and R. C. Russell. (2009):** A laboratory investigation of the mosquito control potential of the monomolecular film Aquatain mosquito formula against immature stages of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 25:106–109.
- Wheeler, A. G.,1990.** Bed Bugs and Other Bugs. In: Mallis, A. (ed.), *A Handbook of pest control*, Seventh Edition, Franzak and Foster Co., Cleveland, Ohio, pp.313-345.
- WHO [World Health Organization]. 1981.** Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides. WHO/VBC/81.807.

- WHO [World Health Organization]. 2008.** Chikungunya. Fact sheet no 327, March 2008 [Internet]. Geneva, Switzerland: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs327/en/>.
- WHO [World Health Organization]. 2009. Dengue. Guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. Geneva: WHO.**
- WHO [World Health Organization]. 2011.** West Nile Virus. Fact sheet no 354, July 2011 [Internet]. Geneva. Switzerland: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs354/en/index.html>.
- WHO [World Health Organization]. 2012.** World malaria report 2012. World Health Generation. Geneva.
- WHO [World Health Organization] 2012a.** Dengue and severe dengue. Fact sheet N°117, November 2012. Geneva. World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>.
- WHO [World Health Organization]. 2013.** Lymphatic filariasis: a handbook of practical entomology for national lymphatic filariasis elimination programmes. For national elimination programmes a handbook for national elimination programmes. . Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- WHO [World Health Organization]. 2013a. Fact sheet no 94, Malaria. March 2013.** [Internet]. Geneva, Switzerland: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/en/index.html>.
- WHO [World Health Organization]. 2013b. Fact sheet no 100, Yellow Fever. May 2013.** [Internet]. Geneva, Switzerland: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/en/>.
- WHO [World Health Organization]. 2013c.** Lymphatic filariasis. Fact sheet no 102. March 2013. [Internet]. Geneva, Switzerland: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs102/en/>.
- WHO [World Health Organization]. 2013d. Training in monitoring and epidemiological assessment of mass drug administration for eliminating lymphatic filariasis: learners' guide.** Geneva, Switzerland: World Health Organization.

- WHO [World Health Organization]. 2013e.** Indoor Residual Spraying. An operational manual for indoor residual spraying (IRS) for malaria transmission control and elimination. apps.who.int/iris/bitstream/10665/80126/1/9789241505123_eng.pdf.
- WHO [World Health Organization]. 2012b.** Interim position statement . The role of larviciding for malaria control in sub-Saharan Africa. Geneva.
- Williams, T., J Valle, and E Vinuela. 2003.** Is the naturally derived insecticide spinosad compatible with insect natural enemies Biocontr. Sci. Techn. 13: 459- 475.
- Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, Α. 2011.** Τα κουνούπια της Ελλάδας: Μορφολογία, Βιολογία, Δημόσια Υγεία, Κλείδες προσδιορισμού, Αντιμετώπιση. Αθήνα, Εκδόσεις Αγρότυπος.
- Ζιώγας, Β. Ν., Α. Ν. Μαρκόγλου. 2007.** Γεωργική Φαρμακολογία. Βιοχημεία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Ελληνικής Εκδόσεις 2007, Ζιώγας Β., Α. Μαρκόγλου.
- ΚΕΕΛΠΝΟ [Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων]. 2011.** Οδηγίες για τους επαγγελματίες υγείας σχετικά με τη διάγνωση και αντιμετώπιση της λοίμωξης από τον ιό του Δυτικού Νείλου. 2011.: [http://www.keelpno.gr/Portals/0/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%B1/%CE%99%CF%8C%CF%82%20%CE%94%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%9D%CE%B5%CE%AF%CE%BB%CE%BF%CF%85/odigies_prof.pdf].
- Κιούλος, Η., Κολιόπουλος, Γ., 2013.** Μελέτη της αποτελεσματικότητας του σκευάσματος Aquatain™ εναντίον προνυμφών κουνουπιών σε ορυζώνες. In: Στέφανος Ανδρεάδης ΜΠ, editor. 15 Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο. Καβάλα. Σελ. 181.
- Πορίχη, Α.Ε., Γ. Κολιόπουλος, και Ν. Εμμανουήλ. 2003.** Συγκριτική μελέτη αποτελεσματικότητας βιολογικών σκευασμάτων του *Bacillus thuringiensis subsp.israelensis*, νεότερων εντομοκτόνων και άλλων ουσιών, προς καταπολέμηση προνυμφών κουνουπιών (Diptera: Culicidae). Πρακτικά 10^{ου} Πανελλήνιου Εντομολογικού Συνεδρίου. Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος, Ηράκλειο Κρήτης, 4-7 Νοεμβρίου 2003, σελ.217-218.

Σαββοπούλου-Σουλτάνη, Μ. 2003. Καταπολέμηση εντόμων υγειονομικής σημασίας. Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, Ηράκλειο Κρήτης, 2-5 Νοεμβρίου 1999, Εκδόσεις Αγρότυπος ΑΕ, Αθήνα, σελ.339-350.

Σαββοπούλου-Σουλτάνη, Μ., Σ. Ανδρεάδης, Χ. Σουλτάνη- Ζουρουλίδη. 2011. Έντομα και άλλα Αρθρόποδα Υγειονομικής Σημασίας. Βιολογία, Οικολογία, Αντιμετώπιση, Θεσσαλονίκη 2011.

ΠΗΓΕΣ ΤΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ ΤΟΥ ΚΕΙΜΕΝΟΥ

Boonserm, P., M. Mo, C. Angsuthanasombat, and J. Lescar. 2006.

Structure of the functional form of the mosquito larvicidal Cry4Aa toxin from *Bacillus thuringiensis* at a 2.8-angstrom resolution. *J Bacteriol.* 188:3391-401.

Dripps, J., B. Olson, T. Sparks, and G. Crouse. 2008.

Spinetoram: How artificial intelligence combined natural fermentation with synthetic chemistry to produce a new spinosyn insecticide. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2008-0822-01-PS. Online.

Federici, B.A., H.W. Park, D.K. Bideshi, M.C. Wirth, and J.J. Johnson.

2003. Recombinant bacteria for mosquito control. *J. Exp. Biol.* 206:3877-3885.

http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Muridae/pictures/collections/contributors/phil_myers/ADW_mammals/Rodentia/mus2/

<http://blog.nus.edu.sg/lsm1303student2010/2010/04/07/it%E2%80%99s-an-insect-it%E2%80%99s-a-spider-it%E2%80%99s-a-scorpion-it%E2%80%99s%E2%80%A6-a-camel-spider/>

<http://bugguide.net/node/view/302057/bgpage>

http://cal.vet.upenn.edu/projects/merial/introduction/intro_2.htm

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:PmdsStructure.png>

http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/biting_midges.htm

<http://bugguide.net/node/view/70882>

<http://entoweb.okstate.edu/ddd/insects/mothfly.htm>

http://eol.org/pages/68102/hierarchy_entries/35730247/overview

http://es.wikipedia.org/wiki/Dermanyssus_gallinae

<http://naturalunseenhazards.wordpress.com/2012/04/27/california-preparing-for-tiger-mosquito-that-carries-dengue-and-other-viruses-european-climate-change-favors-mosquito-that-carries-dengue-and-o>

<http://portal.crfsp.org.br/noticias/1892-crf-sp-contra-a-dengue.html>

<http://www.americaninsects.net/bl/blatellidae.html>

<http://www.cdc.gov/dpdx/bedbugs/index.html>

<http://www.cdc.gov/dpdx/fleas/index.html>

<http://www.cdc.gov/dpdx/ticks/index.html>
<http://www.cdc.gov/parasites/lymphaticfilariasis/epi.html>
http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=2078
http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=2385
http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=4789
http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=529
http://www.diptera.info/photogallery.php?photo_id=8274
<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/La%20Diversidad%20de%20los%20seres%20vivos/moscas.htm>
<http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/La%20Diversidad%20de%20los%20seres%20vivos/moscas.htm>
<http://www.insects.gr/products/mesobuthus-gibbosus-brulle-1832-/>
<http://www.lawestvector.org/MosquitoFish.htm>
<http://www.nsmad.com/wpcontent/uploads/2013/04/lifecycle-mosquito.jpg>
http://www.ub.edu/web/ub/en/menu_eines/noticies/2010/06/49.html
<http://www.who.int/malaria/travellers/en/>
<http://yellowfever.info/yellow-fever-symptoms/>
<https://insects.tamu.edu/images/insects/common/images/cd-43-c-txt/cimg368.html>