

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
" ΦΥΤΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ "

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΚΥΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΠΑΓΙΔΩΝ
ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ ΣΕ ΜΙΑ ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΜΑΣΤΡΟΝΙΚΟΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΓΕΩΠΟΝΟΣ
ΒΟΛΟΣ , 2014

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

" ΦΥΤΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ "

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΚΥΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ ΠΑΓΙΔΩΝ
ΕΝΗΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΚΟΥΝΟΥΠΙΑ ΣΕ ΜΙΑ ΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

ΜΑΣΤΡΟΝΙΚΟΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ

Η εκπόνηση της μεταπτυχιακής διατριβής διενεργήθηκε τόσο στον αστικό χώρο της πόλης της Λάρισας με την τοποθέτηση των παγίδων για τη σύλληψη των ενηλίκων κουνουπιών όσο και στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Η σύνθεση της τριμελούς συμβουλευτικής- εξεταστικής επιτροπής είναι η εξής:

Ν.Θ. Παπαδόπουλος	Καθηγητής	Επιβλέπων
ΧΡ. Γ. Αθανασίου	Αναπληρωτής Καθηγητής	Μέλος
Κ. Μαθιόπουλος	Καθηγητής	Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε τόπο στον αστικό χώρο της πόλης της Λάρισας όπου τοποθετήθηκαν οι παγίδες για τη σύλληψη των κουνουπιών όσο και στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας όπου και διεξήχθη η αναγνώριση των ενηλίκων ατόμων που παγιδεύτηκαν κατά την διάρκεια λειτουργίας των παγίδων.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα ολόψυχα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της μεταπτυχιακής μου εργασίας και υπεύθυνο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών "Φυτιατρική και Περιβάλλον" καθηγητή κ. Ν. Θ. Παπαδόπουλο για την θέλησή του να ασχοληθεί μαζί μου ώστε να βελτιώσω και να διευρύνω το γνωστικό μου πεδίο σχετικά με την επιστήμη που επέλεξα.

Παράλληλα οφείλω να ομολογήσω πως με γοήτευσε ο ιδιαίτερος τρόπος μεταλαμπάδευσης των γνώσεων που δεν έγκειται σε μία αποστειρωμένη τυπική διαδικασία αλλά στηρίζεται στην αέναη ατομική προσπάθεια απόδειξης της θέλησης του μαθητευόμενου για γνώση.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδάκτορα Χαράλαμπο Ιωάννου που είχα την τιμή να συνεργαστώ μαζί του κατά την διάρκεια τόσο του πειράματος όσο και της σύνθεσης της πτυχιακής εργασίας που με τις γνώσεις του και την ηρεμία του μπόρεσε

να με καθοδηγήσει αποτελεσματικά ώστε να εξαχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Η ολοκλήρωση του παρόντος μεταπτυχιακού διπλώματος συγχρηματοδοτήθηκε μέσω του Έργου "Υποτροφίες ΙΚΥ" από πόρους του ΕΠ "Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση", του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου (ΕΚΤ) του ΕΣΠΑ, 2007-2013.

Περιεχόμενα	
Περίληψη	8
Summary	13

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1. Γενικά στοιχεία

1.1	Εισαγωγή	16
1.2	Ταξινόμηση	17
1.3	Γεωγραφική κατανομή κουνουπιών.	19
1.4	Τα είδη των κουνουπιών στην Ελλάδα.	19
1.5	Η σημασία των κουνουπιών για τον άνθρωπο και την δημόσια υγεία.	24
1.6	Η βιολογία των κουνουπιών.	26
1.7	Η διαχείριση των κουνουπιών.	31
1.8	Η σεξουαλική συμπεριφορά των κουνουπιών.	32
1.9	Η αντιμετώπιση των κουνουπιών.	34
1.9.1	Μέτρα προστασίας	35
1.9.2	Αξιολόγηση μέτρων αντιμετώπισης.	36
1.9.3	Ενημέρωση κοινού για λήψη μέτρων.	37
1.10	Μέθοδος καταπολέμησης κουνουπιών.	37
1.10.1	Διαχείριση εστιών αναπαραγωγής.	38
1.10.2	Βιολογική καταπολέμηση κουνουπιών	39
1.10.3	Καταπολέμηση κουνουπιών με συνθετικά-χημικά μέσα.	41
1.10.4	Τεχνικές στείρωσης των φυσικών πληθυσμών κουνουπιών.	42

2. Τα κουνούπια ως διαβιβαστές ασθενειών

2.1	Ο Ιός του Δυτικού Νείλου.	44
2.1.1	Ο κύκλος μετάδοσης του Ιού του Δυτικού Νείλου και ο ρόλος των κουνουπιών.	46
2.1.2	Κλινική πορεία του Ιού του Δυτικού Νείλου.	47

2.1.4 Θεραπεία του Ιού του Δυτικού Νείλου.	48
2.1.4 Ατομικά μέτρα προστασίας κατά του Ιού του Δυτικού Νείλου.	48
2.1.5 Επιδημιολογία του Ιού του Δυτικού Νείλου παγκόσμια και ευρωπαϊκά.	49
2.1.6 Επιδημιολογία του Ιού του Δυτικού Νείλου στην Ελλάδα.	51
2.2 Ελονοσία	52
2.2.1 Επιδημιολογία της Ελονοσίας	53
2.2.2 Επιδημιολογία της Ελονοσίας στην Ελλάδα	56
2.3 Δάγκειος πυρετός	57
2.4 Διροφιλαρίαση	57

3. Παγίδευση κουνουπιών

3.1 Συγκρίσεις παγίδων και ελκυστικών.	58
3.2 Παγκόσμια - Ευρωπαϊκά	58
3.3 Ελλάδα	68
3.4 Σκοπός της παρούσας διατριβής	71

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Υλικά και Μέθοδοι

1.Περιοχή μελέτης

1.1 Περιγραφή περιοχής μελέτης.	72
1.2 Καταπολέμηση κουνουπιών στον Δήμο Λαρισαίων.	75
1.3 Τύποι παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν.	76

2. Πειραματική διαδικασία

2.1 Απόσταση παγίδων	90
2.2 Κριτήρια αναγνώρισης των ενηλίκων κουνουπιών	90
2.3 Χαρακτηριστικά των κυριότερων ειδών ενηλίκων κουνουπιών του δείγματος.	92
2.4 Κλιματολογικά στοιχεία.	94
2.5 Στατιστική ανάλυση.	94

3.Αποτελέσματα

3.1 Πορεία συλλήψεων των ενηλίκων κουνουπιών και αποτελεσματικότητα των διαφορετικών τύπων παγίδων.	98
3.1.1 Συνολικός αριθμός συλλήψεων κουνουπιών.	98
3.1.2 Συλλήψεις ενηλίκων του γένους <i>Culex</i> .	110
3.1.2.1 Συλλήψεις ενηλίκων του γένους <i>Culex pipiens</i> .	114
3.1.3 Συλλήψεις ενηλίκων του γένους <i>Aedes/Ochlerotatus</i> .	115
3.1.4 Συλλήψεις ενηλίκων του γένους <i>Anopheles</i> .	116

4. Συζήτηση

5. Συμπεράσματα

Βιβλιογραφία

Περίληψη

Στην υπάρχουσα μεταπτυχιακή διατριβή που πραγματοποιήθηκε κατά το έτος 2014 μελετήθηκε η πληθυσμιακή δυναμική ενηλίκων κουνουπιών αλλά και η ελκυστικότητα διαφορετικών τύπων παγίδων για ενήλικα κουνούπια σε μια αστική περιοχή της Θεσσαλίας, την Λάρισα.

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε την χρονική περίοδο Μάιος - Δεκέμβριος 2014 με την υλοποίηση 15 δειγματοληψιών σε τέσσερις περιοχές στην πόλη της Λάρισας και δεκαέξι παγίδες τεσσάρων διαφορετικών τύπων παγίδευσης ενηλίκων κουνουπιών, από έναν για κάθε περιοχή. Οι παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η BG SentinelTM Trap, η CDC Miniature light Trap, η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap, και η Mosquito Triple trap με τη λειτουργία τους να γίνεται με την χρήση διαφορετικών ελκυστικών μεμονωμένα ή συνεργιστικά όπως UV ακτιβολία και ελκυστικό BG-Lure, λαμπτήρας με φωτεινή πηγή, CO₂ σε μορφή ξηρού πάγου και λαμπτήρας με φωτεινή πηγή αλλά και μόνο UV ακτιβολία. Η ενέργεια για την λειτουργία των παγίδων πήγαζε από μπαταρίες 12V- 7A, 12V-9A και 6V. Οι τρεις περιοχές βρίσκονταν περιφερειακά της πόλης και ήταν οι Αμπελόκηποι, το Λιβαδάκι, η Νεάπολη ενώ η τέταρτη ήταν το κέντρο. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιούνταν ανά δεκαπέντε ημέρες για δώδεκα ώρες περίπου από το απόγευμα της μίας ημέρας μέχρι το ξημέρωμα της επόμενης με την προϋπόθεση πως δεν έβρεχε ή δεν φυσούσε, ανασταλτικοί παράγοντες τόσο για την πτήση των κουνουπιών όσο και για την καταστροφή των παγίδων. Στη συνέχεια τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο ώστε να γίνει αναγνώριση του γένους και του είδους των κουνουπιών. Παράλληλα έγινε σύγκριση μετεωρολογικών δεδομένων τη περιοχής (θερμοκρασία - βροχόπτωση) αλλά και προσδιορίστηκε η ακριβής τοποθεσία κάθε παγίδας με τη χρήση GIS.

Με ανάλυση παραλλακτικότητας (repeated-measures ANOVA) προσδιορίστηκε πως ο αριθμός των συλληφθέντων κουνουπιών εξαρτάται από την περιοχή αλλά και από την εποχή του έτους τουλάχιστον για το διάστημα Μάιος – Δεκέμβριος. Η διαφορετική πληθυσμιακή δυναμική στις περιοχές δειγματοληψίας προκύπτει από την σημαντική αλληλεπίδραση χρόνου με περιοχή συλλήψεων. Ακόμη με τον ίδιο

τρόπο διαπιστώθηκε πως ο αριθμός των συλληφθέντων κουνουπιών εξαρτάται από τον τύπο της παγίδας αλλά και από την εποχή του έτους τουλάχιστον για το διάστημα Μάιος – Δεκέμβριος. Η διαφορετική αποτελεσματικότητα των διαφορετικών τύπων παγίδων στις διαφορετικές εποχές του έτους προκύπτει από την σημαντική αλληλεπίδραση χρόνου με τύπο παγίδας.

Σχετικά με τις πρώτες συλλήψεις αυτές σημειώθηκαν από την πρώτη δειγματοληψία που έγινε στις 7 Μαΐου και το πρώτο μέγιστο καταγράφηκε στις αρχές Ιουνίου. Δύο ακόμα μέγιστα καταγράφηκαν στις αρχές Αυγούστου και Σεπτέμβρη και η ενδιαμέση πτώση του πληθυσμού πιθανώς να συνδέεται με την εφαρμογή προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών. Οι συλλήψεις των ενηλίκων κουνουπιών, αν και σε μικρότερους πληθυσμούς, συνεχίστηκαν έως και τα μέσα Δεκεμβρίου.

Η περιοχή με τις υψηλότερες συλλήψεις πληθυσμού και συνεπώς το μεγαλύτερο μέσο όρο είναι το Αβέρωφ κατά τον Αύγουστο, ενώ ακολουθεί η περιοχή Αμπελόκηποι με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στα τέλη Σεπτέμβρη. Οι μεγάλοι πληθυσμοί ενηλίκων ατόμων κουνουπιών σε αυτές τις περιοχές πιθανώς να οφείλονται στην ευνοϊκές συνθήκες αναπαραγωγής και ανάπτυξης λόγω του αναγλύφου των περιοχών και της αυξημένης υγρασίας. Οι χαμηλότερες συλλήψεις πληθυσμού κουνουπιών εμφανίζονται στην περιοχή Λιβαδάκι κάτι που μπορεί να οφείλεται στη δυστοκία εύρεσης εστιών αναπαραγωγής, συλλήψεις που φτάνουν να είναι έως και τέσσερις φορές μικρότερες σε σχέση με εκείνες της περιοχής Αβέρωφ.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των παγίδων ο αριθμός των συνολικών ενηλίκων κουνουπιών ήταν 1025 άτομα. Αυτά άνηκαν σε τρία γένη το *Culex*, το *Aedes/Ochlerotatus* και το *Anopheles*. Το γένος *Culex* ήταν το κυρίαρχο και πολυπληθές γένος με 935 άτομα και τρία είδη που ήταν το *Cx. pipiens*, το *Cx. modestus*, το *Cx. theileri* ενώ σε μεγάλο αριθμό ατόμων δεν αναγνωρίστηκε το είδος διότι έλειπαν από το ενήλικο κουνούπι σημαντικά μέρη για την αναγνώριση. Στο γένος *Aedes/Ochlerotatus* που ο πληθυσμός του ήταν 87 άτομα κυρίαρχο είδος ήταν το *Oc. caspius* ενώ βρέθηκαν σε ικανοποιητική αναλογία και τα είδη *A. albopictus*, *A. vexans*, *A. vittatus*, *A. punctor* ενώ και σε αυτό το γένος υπήρχαν άτομα που δεν ήταν δυνατό να αναγνωρισθεί το είδος τους. Το τρίτο γένος του δείγματος αποτελούνταν από 3 άτομα και ήταν το *Anopheles* με μοναδικό είδος το *Anopheles claviger*.

Στην πρώτη δειγματοληψία υπήρξαν συλλήψεις του γένους *Culex* κάτι που δεν ισχύει και για τα γένη *Aedes/Ochlerotatus* και *Anopheles*. Το πρώτο μέγιστο για το γένος *Culex* πραγματοποιείται στις αρχές Ιουνίου ενώ ακολουθεί πτώση της δυναμικής του πληθυσμού. Παράλληλα εμφανίζονται δύο ακόμη μέγιστα στα μέσα Ιουλίου όπου παίρνει και την μέγιστή τιμή αλλά και στα τέλη Αυγούστου. Ακολουθώς ο πληθυσμός του γένους *Culex* παρουσιάζει σταδιακή πτώση μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία ενώ το γένος *Aedes/Ochlerotatus* ξεκινά με μηδενικές συλλήψεις ατόμων και έχουμε δύο μέγιστα στην αρχή του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος - αρχές Οκτώβρη) που πιθανώς να οφείλεται στην βιολογία του συγκεκριμένου γένους. Σχετικά με το γένος *Anopheles* εμφανίζεται μόνο προς το τέλος Ιουνίου - αρχές Ιουλίου και μετά δεν επαναλαμβάνονται συλλήψεις.

Σε όλα τα γένη του συνολικού δείγματος τα θηλυκά αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος και συνεπώς τόσο η πορεία πτήσης τους όσο και η διακύμανση του πληθυσμού είναι ανάλογη του συνόλου. Για τον συγκεκριμένο λόγο ανάλογος είναι και ο κίνδυνος μετάδοσης μολυσματικών - θανατηφόρων ασθενειών τόσο σε ανθρώπους όσο και σε θηλαστικά.

Αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των παγίδων η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap ήταν η πιο αποτελεσματική στην παγίδευση των ενηλίκων κουνουπιών καθόλη τη διάρκεια του έτους σε σχέση με τους άλλους τρεις τύπους παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης, η παραπάνω παγίδα περιγράφει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την πορεία της πτήσης των ενηλίκων κουνουπιών και κυρίως των θηλυκών αφού το ελκυστικό της (CO₂) είναι όμοιο με το ελκυστικό που εκπέμπει το ανθρώπινο σώμα. Οι συλλήψεις στην παγίδα Mosquito Triple Trap, η οποία ακολουθεί σε αποτελεσματικότητα, φαίνεται ότι δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στις μεταβολές του πληθυσμού των κουνουπιών στη διάρκεια της περιόδου.

Σχετικά με τον μέσο όρο συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών υψηλότερος όλων είναι εκείνος της παγίδας Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap και σε απόλυτη τιμή να είναι σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερος σε σχέση με εκείνον της αμέσως επόμενης πιο αποτελεσματικής παγίδας που είναι η Mosquito Triple Trap. Οι συλλήψεις των

άλλων δύο ειδών παγίδων δεν ανταποκρίνονται με το πλήθος των ατόμων να είναι ιδιαίτερος χαμηλό.

Ένα άλλο στοιχείο που ελέγχθηκε ήταν ο βαθμός αποτελεσματικότητας των παγίδων στην παγίδευση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών αλλά και η προσέλκυση συγκεκριμένων γενών. Η παγίδα CDC Miniature light Trap παρουσιάζει την χειρότερη αποτελεσματικότητα στην προσέλκυση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών με τις συλλήψεις να είναι σχεδόν μηδενικές και συνεπώς δεν παρατηρείται κάποια εκλεκτικότητα στην προσέλκυση κάποιου γένους. Ακολουθεί η παγίδα BG SentinelTM Trap με τις συλλήψεις να κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα αλλά να παρατηρείται μία σχετική προσέλκυση σε ενήλικα άτομα των γενών *Culex* και *Aedes/Ochlerotatus*. Η Mosquito Triple trap παρουσιάζει μία σχετική αύξηση των συλλήψεων σε σχέση με την BG SentinelTM Trap στο ενήλικα κουνούπια του γένους *Culex* καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών όπως και στις συλλήψεις της σε ενήλικα κουνούπια του γένους *Aedes/Ochlerotatus*. Παράλληλα παρατηρείται πως η συγκεκριμένη παγίδα έπιασε όλα τα άτομα του γένους *Anopheles* και πιθανώς τα προσελκυστικά της να είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο γένος. Όμως η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap είναι η παγίδα με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα συλλήψεων στην δυναμική ενός πληθυσμού κουνουπιών και στις μεταβολές του όσο και στην φαινολογία του. Συνεπώς ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας θα μπορούσε να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα σε ένα πρόγραμμα διαχείρισης και καταπολέμησης πληθυσμού κουνουπιών σε μία περιοχή.

Τέλος, την μεγαλύτερη αναλογία σε θηλυκά κουνούπια παρουσιάζει η παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap με κύριο ελκυστικό να είναι το CO₂ παρομοιάζοντας το ανθρώπινο σώμα σε συνδιασμό με φωτεινή πηγή, ενώ ακολουθεί η CDC Miniature light Trap χρησιμοποιώντας φωτεινή πηγή, η Mosquito Triple Trap με UV ακτινοβολία και η BG SentinelTM Trap με συνεργισμό ελκυστικού και UV ακτινοβολίας. Αναφορικά με τα αρσενικά ενήλικα κουνούπια του δείγματος φαίνεται πως προσελκύστηκαν περισσότερο από την BG SentinelTM Trap, κατόπιν από την Mosquito Triple Trap, την CDC Miniature light Trap ενώ φαίνεται πως το CO₂ δεν τα προσελκύει σε αντίθεση με τα θηλυκά αφού στον τύπο παγίδας που χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο ελκυστικό οι συλλήψεις ήταν σχεδόν μηδενικές.

Μέχρι σήμερα η αντιμετώπιση των κουνουπιών γίνονταν χωρίς να γνωρίζουμε την φαινολογία και την πληθυσμιακή δυναμική τους σε σχέση με την περιοχή και τον χρόνο. Με την τοποθέτηση δικτύου παγίδων ενηλίκων κουνουπιών αυξάνεται η αποτελεσματικότητα στη μείωση των πληθυσμών ενηλίκων κουνουπιών με το όφελος να είναι τόσο στην διασφάλιση της δημόσιας υγείας όσο και στην αποτελεσματικότερη αξιοποίηση οικονομικών πόρων.

Summary

The current thesis was conducted during the year 2014 and more specifically during the period May - December 2014 to study and compare the population dynamics of adult mosquitoes and the effectiveness of different types of adults mosquito traps in an urban area of Thessaly, Larissa.

The experimental procedure included four areas in the city of Larissa and the usage of sixteen traps and four different adult mosquito trap types, each one for each area. The traps that used were BG SentinelTM Trap, CDC Miniature light Trap, Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap and Mosquito Triple trap using different types of attractants individually or in combination. These attractants were the UV light with BG-Lure attractant, lamp with normal light, CO₂ in dry ice form in combination with lamp with normal light and UV light in a singular way.

For the function of the traps were used batteries of the form 12V- 7A, 12V-9A and 6V. The regions where traps were placed in the experimental procedure were located peripherally of the city of Larissa and their names were Ampelokipoi, Libadaki, Aberof and the fourth one was the city center. The sampling procedure was conducted every fifteen days for 12 hours approximately from the afternoon till the morning taking into consideration that the weather was not rainy or blowing, which are two bad factors for the mosquitoes to fly and for the destruction of the traps. After that, the samplings were transported to the laboratory for identification of the gender and the species of each one mosquito. Moreover, has done a study has been conducted about the meteorological data of the region (temperature - rain) and placed the exact location of the traps with the use of GIS system was determined accordingly.

By the use of variance analysis (repeated-measures ANOVA) it was concluded that the exact number of captured mosquitoes is dependent on by the region and on the season of the year at least for the time of the duration of the experiment.

The differences in population dynamics in sampling areas are connected with the interaction of the time and the area where the captivation was done. Using the same way it was found that the number of captured mosquitoes is dependent on the trap

type and by the season. The differences in effectiveness of the trap types in different seasons is found by the significant interaction of the time with the trap type.

The first records were acquired with the first sampling on May 7th and the first peak was recorded on the first days of June. Two more peaks were recorded on the first days of August and September having an intermediate decline of the captures which were probably affected by the sprinkling mosquito programs. The captures of the adult mosquitoes were continued until December showing lower numbers of captures.

The area with the most captures and consequently with the greatest average rate is called Averof and the peak was done during the first days of June while the next one is the area Ampelokipoi with the most captures appearing on the last days of September. The great number of adult mosquito populations in these areas is probably resulting from favorable conditions of the landscape and the temperature in combination with the humidity. Lower captures of adult mosquito populations appeared in the area Libadaki, due to the lack of breeding sites, captures being four times lesser than those ones in the area Averof.

According to the results of the traps the total number of the adult mosquitoes was 1025. These adults mosquitoes could be categorised in three genders whose names are *Culex*, *Aedes/Ochlerotatus* and *Anopheles*. The gender *Culex* was the dominant gender with 935 mosquitoes and were three species identified which are *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Cx. theileri* while for a great number of mosquitoes was very difficult to be identified as a species due to the lack of significant parts of the mosquito that could make the identification easier. The gender *Aedes/Ochlerotatus* had 87 mosquitoes while the dominant species was *Oc. caspius* followed by *A. albopictus*, *A. vexans*, *A. vittatus*, *A. punctator*. For this gender too it was difficult to identify the species of the whole population. The third species of the sampling was *An. claviger* having three mosquitoes.

During the first sampling there were captures of the gender *Culex* but not for the rest ones. The first peak for this gender appeared during the first days of June and then the population dynamic declined. Moreover, there are two more peaks during July and August and after that there appears to be elimination of the population dynamics until the last sampling while the population of the gender *Aedes/Ochlerotatus* begins

having no captures but there are two peaks during September and October that occur due to the biology habitats of this mosquito. The gender *Anopheles* appears having captures only during the months June and July.

The female mosquitoes of the total sampling represent the greatest part of the population and for this reason the female population dynamic is relevant to that one of the whole population. For this reason there is a high probability to transmit contagious diseases for humans.

The trap Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap is the most effective trap in relation with the other types of traps. This trap can explain in a better way the population dynamics of the mosquitoes and particularly those of the females because the attractant that it uses is relevant to the emissions of the human body. Consequently this type of trap could be used for a surveillance program concerning the mosquito fenology and population dynamics..The captures of the trap Mosquito Triple Trap do not correspond to the population dynamic because the total number of captures is four times lower than this one of the trap Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap while concerning the trap CDC Miniature light Trap, it has the worst results in capturing adult mosquitoes of the four ones.

BG Sentinel TM Trap captured a small number of adult mosquitoes relatively to the total captures. Mosquito Triple Trap captured all the mosquitoes of the gender *Anopheles* and shows a higher level of capturing *Culex* and *Aedes/Ochlerotatus* mosquitoes than BG Sentinel TM Trap.

The trap Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap using CO₂ and a lamp with light as attractants had the best proportion in female mosquitoes has followed by CDC Miniature light Trap having only a lamp with light while Mosquito Triple Trap using UV light and BG Sentinel TM Trap with combination of BG-Lure attractant and UV light has the worst female mosquito captures. Concerning the male mosquitoes the first place in captures goes to BG Sentinel TM Trap and the last one to Heavy Duty EVS CO₂.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1.1 Εισαγωγή

Τα κουνούπια (Diptera, Culicidae) βρίσκονται στο κέντρο της παγκόσμιας εντομολογικής έρευνας εξαιτίας της σημασίας τους σαν διαβιβαστές μεγάλου εύρους ζώων και παρασιτικών ασθενειών που επηρεάζουν τόσο τους ανθρώπους όσο και τα ζώα (World Health Organization, WHO).

Έχει διαπιστωθεί από τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας (WHO) ότι περισσότερο από το μισό του πληθυσμού της γης ζει υπό την απειλή της μόλυνσης από ασθένειες που μεταφέρονται από κουνούπια όπως είναι η ελονοσία, ο Ιός του Δυτικού Νείλου, ο Δάγγειος και ο Κίτρινος πυρετός, οι ιαπωνικές εγκεφαλίτιδες ή οι φιλαριάσεις στους λεμφαδένες κ.α. Συγκεκριμένα ευρήματα έδειξαν πως 247 εκατομμύρια άνθρωποι αρρώστησαν το 2006 και ένα εκατομμύριο πέθαναν το 2008 από ασθένειες που σχετίζονται με τα κουνούπια (Depoortere et al., 2008).

Μεταβολές σε κοινωνικούς, οικονομικούς αλλά και κλιματολογικούς παράγοντες συνετέλεσαν τόσο στην εξάπλωση και εμφάνιση νέων ασθενειών που μεταδίδονται από κουνούπια αλλά και στην επανεμφάνιση παλαιότερων που είχαν πάψει για μεγάλο χρονικό διάστημα να απασχολούν την ευρωπαϊκή ήπειρο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η επανεμφάνιση της ελονοσίας στην χώρα μας από όπου είχε εκριζωθεί το 1974 (ECDC & WHO, 2012, Papa et al., 2010). Πρόκειται για μία ασθένεια που προκαλείται από τα πρωτόζωα του γένους *Plasmodium* με εκτιμώμενα κρούσματα 216 εκατομμύρια ανθρώπους και 655.000 θανάτους (WHO, 2011). Εξίσου σημαντικά προβλήματα προκαλεί και ο Ιός του Δυτικού Νείλου με τα κρούσματα από το 2010 και μετά να εμφανίζονται σε διάφορες περιοχές της ηπειρωτικής χώρας (ECDC & WHO, 2012, Papa et al., 2010).

Εξαιτίας της επανεμφάνισης αυτών των ασθενειών και των αιτιών που προκαλούν σχεδόν σε όλη την Ελλάδα πραγματοποιούνται κωνοποκτονίες με σκοπό τη μείωση του πληθυσμού των κουνουπιών και κατά συνέπεια τη μείωση των πιθανοτήτων για τους ανθρώπους να νοσήσουν από τις συγκεκριμένες μολυσματικές ασθένειες. Όμως συχνά διαπιστώνεται πως παρά τη θέληση της σχετικής εφαρμογής δεν υπάρχει οργάνωση και μεθοδικότητα και γι' αυτό πολλές φορές οι ψεκασμοί που

πραγματοποιούνται δεν έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα αφού είτε γίνονται μακριά από τα σημεία ανάπτυξης των πληθυσμών είτε γίνονται σε ακατάλληλη χρονική στιγμή. Η οργάνωση ενός προγράμματος κωνοποκτονίας προϋποθέτει την ύπαρξη ενός συστήματος εκτίμησης της πυκνότητας του πληθυσμού του οργανισμού στόχου με την χρήση παγίδων ενηλίκων και δειγματοληψίας προνυμφών τόσο για ενήλικα όσο και για ανήλικα άτομα με σκοπό να γίνει εις βάθος μελέτη των ειδών που ζουν σε μία περιοχή και συνεπώς των πιθανών μολυσματικών ασθενειών. Με αυτόν τον τρόπο θα εντοπιστούν τα μέρη με την μεγαλύτερη πυκνότητα κουνουπιών αλλά και θα υπάρξει μελέτη της διακύμανσης του πληθυσμού. Σκοπός όλων αυτών των δράσεων είναι να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με το μικρότερο οικονομικό κόστος.

Η σύγκριση των παγίδων επιλέχθηκε ως βασικό στοιχείο δομής της παρούσας εργασίας καθώς α) οι παγίδες ενηλίκων είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τα προγράμματα κωνοποκτονίας και β) δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία ανάλογων συγκριτικών μελετών για την χώρα μας και ιδιαίτερα για την Θεσσαλία.

1.2 Ταξινόμηση κουνουπιών

Τα κουνούπια αποτελούν τη μεγαλύτερη ομάδα αιμομυζητικών εντόμων που ενοχλούν τον άνθρωπο, τα ζώα, τα πτηνά αλλά και άλλα θηλαστικά. Η διατροφή των κουνουπιών γίνεται με επιθέσεις τόσο σε θερμόαιμα ζώα όσο και σε ψάρια, ερπετά και αμφίβια. Παράλληλα έχει αποδειχθεί πως είναι πιθανοί φορείς παθογόνων μικροοργανισμών για τα θερμόαιμα ζώα (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011). Τα κουνούπια είναι δίπτερα έντομα της οικογένειας *Culicidae* η οποία περιλαμβάνει τρεις υποοικογένειες την *Toxorhynchitinae*, την *Anophelinae* και την *Culicinae* με πάνω από 3300 είδη και 41 γένη (Βογιατζόγλου Σαμανίδου, 2011). Οι φυλογενετικές μελέτες υποστηρίζουν πως τα κουνούπια του γένους *Toxorhynchitinae* ανήκουν στην υποοικογένεια *Culicinae* και δεν αποτελούν ξεχωριστή οικογένεια.

Επίσης, τα κουνούπια που ανήκουν στην οικογένεια *Anophelinae* ονομάζονται "ανωφελή" διότι αποτελούν διαβιβαστές των πλασμοδίων της ελονοσίας που ως γνωστό προκαλούν την ασθένεια της ελονοσίας.

Αντιθέτως, τα κουνούπια που ανήκουν στην οικογένεια *Culicinae*, δεν δύναται να μολύνουν με πλασμάδια της ελονοσίας τον άνθρωπο και γι' αυτό ονομάζονται "κοινά" (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011).

(Πίνακας 1)

Παρακάτω δίνεται η ταξινόμηση του κουνουπιού σύμφωνα με τον Meigen (1930):

Πίνακας 1. Ταξινόμηση Κουνουπιών

Βασίλειο	Ζώα (Animalia)
Συνομοταξία	Αρθρόποδα (Arthropoda)
Ομοταξία	Έντομα (Insecta)
Τάξη	Δίπτερα (Diptera)
Υποτάξη	Nematocera
Ανθυποτάξη	Culicomorpha
Υπεροικογένεια	Culicoidea
Οικογένεια	Culiciadae
Υποοικογένεια	
	Anophelinae
	Culicinae
	Toxorhynchitinae

1.3 Γεωγραφική κατανομή κουνουπιών

Η εξάπλωση των κουνουπιών είναι ευρεία με τους μεγαλύτερους πληθυσμούς να καταγράφονται σε τροπικές και εύκρατες περιοχές. Ορισμένα είδη κουνουπιών αναπτύσσονται σε μεγάλους πληθυσμούς συγκεκριμένη εποχή του έτους ακόμη και στον Αρκτικό κύκλο. Οι μόνες περιοχές από τις οποίες είναι απόντα τα κουνούπια είναι η Ανταρκτική και μερικά νησιά λόγω των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν και της γεωγραφικής θέσης. Κουνούπια απαντώνται σε περιοχές με υψόμετρο έως και 4.300 μέτρων στο οροπέδιο του Κασμίρ αλλά και σε βάθος 1.160 μέτρων κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας σε μεταλλεία χρυσού στην Ινδία (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011).

1.4 Τα είδη των κουνουπιών στην Ελλάδα

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα ξεκίνησε η μελέτη σχετικά με τα είδη των κουνουπιών που υπάρχουν στον ελλαδικό χώρο, μία μελέτη που έτυχε να συμπέσει χρονικά τόσο με την ανάλυση της συμβολής των " ανωφελών" στη μετάδοση της ελονοσίας όσο και με τις προσπάθειες για την καταστολή της νόσου. (Καρδαμάτης και Πεζόπουλος, 1903, Καρδαμάτης, 1907, Σάββας, 1907).

Χρειάστηκε να περάσουν σχεδόν όμως 20 χρόνια προκειμένου να διεξαχθούν πιο λεπτομερείς μελέτες σχετικά με τα γένη και είδη κουνουπιών που μπορούν να επιβιώσουν και έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα, κάτι που έγινε με την εγκατάσταση του Αμερικάνικου ιδρύματος Rockefeller σε συνεργασία με την Υγειονομική Σχολή ή Σχολή Δημόσιας Υγείας (Καρδαμάτης, 1931, Πανταζής, 1932, Pandazis, 1935, Shannon, 1935).

Σύμφωνα με μελέτες που διεξήχθησαν στην Ελλάδα έχουν καταγραφεί 60 είδη κουνουπιών με 2 υποοικογένειες, 8 γένη και 17 υπογένη (Samanidou & Darsie, 1993, Samanidou & Darsie, 1993b, Samanidou & Harbach, 2003, Kaiser et al., 2001).

Αναλυτικότερα στην Ελλάδα βρέθηκαν οι υποοικογένειες **Anophelinae** με το γένος *Anopheles* (*Celia*) και **Cilicinae** με τα γένη *Aedes* (*Aedimorphus*), *Ochlerotatus* (*Finlaya*), *Coquillettidia* (*Coquillettidia*), *Culex* (*Barraudius*), *Culiseta* (*Allotheobalia*) και *Orthopodomyia* (Samanidou & Darsie, 1993).

Μετά από πιο λεπτομερή έρευνα ταυτοποιήθηκαν και τα είδη *An. algeriensis*, *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. hyrcanus*, *An. labranchiae*, *An. macilipenni*, *An. marteri*, *An. messeae*, *An. plumbeus*, *An. pseudopictus*, *An. sacharovi* και *An. subalpinus*, *An. sergentii* και *An. suoerpictus*.

Αναφορικά με την Υποοικογένεια Culicinae στο γένος *Aedes* βρέθηκαν τα είδη *Ae. vexans*, *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* και το *Ae. cretinus*. Στο γένος *Ochlerotatus* spp. βρέθηκε το *Oc. echinus*, *Oc. geniculatus*, *Oc. annulipes*, *Oc. berlandi*, *Oc. cantans*, *Oc. caspius*, *Oc. sticticus*, *Oc. punctor*, *Oc. zammitii*, *Oc. lepidonotus*, *Oc. refiki* και *Oc. rusticus*.

Το γένος *Coquillettidia* περιλαμβάνει τα είδη *Co. buxton* και *Co. richiardi* ενώ το γένος *Culex* sp. αποτελείται από τα είδη *Cx. modestus* και *Cx. pusillus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. perexiguus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. torrentium*, *Cx. tritaeniorpynchus*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. martinii*, *Cx. territans*. Το γένος *Culiseta* περιλαμβάνει τα είδη *Cs. longiareolata*, *Cs. fumopennis*, *Cs. morsitans* και το *Culiseta* (*Culiseta*) με το *Cs. annulata*, το *Cs. glaphyroptera* και το *Cs. subochrea*. Το γένος *Orthopodomyia* περιλαμβάνει το είδος *Or. pulcripalpis* ενώ τελευταίο είναι το *Uranotaenia* με το είδος *Ur. unguiculata*.

Η ταυτοποίηση των ειδών έγινε με τη μελέτη των εξωτερικών μορφολογικών χαρακτηριστικών που περιλαμβάνονται σε διχοτομικές κλείδες προσδιορισμού των ειδών σε προνύμφες 4ου σταδίου ή σε ενήλικα θηλυκά άτομα, διαδικασία που αποτελεί την κλασσική μέθοδο ταξινόμησης (Darsie & Samanidou, 1997).

***Culex pipiens* Linnaeus 1758**

Με σκοπό να βρει τροφή ως προνύμφη καθώς βρίσκεται στις εστίες ανάπτυξής του μπορεί και να απομακρυνθεί από την αρχική του τοποθεσία χωρίς όμως να ξεπεράσει τα 500-800 μέτρα. Οι προνύμφες αυτού του γένους μπορεί να εμφανιστούν σε κάθε μορφής συγκεντρώσεις νερού, είτε πρόκειται για τεχνητές είτε για φυσικές καθώς και μπορεί να επιβιώσει τόσο σε καθαρά όσο και σε ρυπασμένα νερά είτε και σε αλατούχα νερά. Η εμφάνιση των προνυμφών αυτού του γένους συμπίπτει με εκείνη του γένους των *Anopheles*.

Θα πρέπει να τονιστεί πως το γένος *Cx. pipiens* αντιπροσωπεύει ένα σύμπλεγμα ειδών αλλά στην Ελλάδα απαντώνται δύο βασικοί βιότυποι του που είναι το *Culex pipiens biotype molestus* και το *Culex pipiens pipiens*. (Becker et al. 2003). Θα πρέπει να τονιστεί πως αυτοί οι δύο βιότυποι παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς την βιολογία. Αρχικά ο βιότυπος *molestus* προτιμά να ωτοκεί αλλά και να αναπαράγει τις προνύμφες του σε σκοτεινά και υπόγεια σημεία, είναι αυτόγονος (δηλαδή δεν χρειάζεται αιμοληψία για να ωτοκήσει), είναι στενόγαμος (δηλαδή η σύζευξη μπορεί να γίνει σε μικρό μέρος), είναι ομοδύναμος (δεν διαχειμάζει) και προτιμά το αίμα των ανθρώπων για να τραφεί παρά εκείνο των θηλαστικών. Αυτός ο βιότυπος αποτελεί το "οικιακό κουνούπι" καθώς συναντιέται συχνά στα σπίτια. Αντιθέτως ο βιότυπος *pipiens* εναποθέτει τα ωά του σε χερσαία μέρη, είναι ευρύγαμος, ετεροδύναμος, δεν είναι αυτόγονος και είναι ορνιθόφιλος. Συνεπώς από τους δύο βιότυπους εκείνος που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα είναι ο *molestus*. Γενικώς όμως το γένος *Cx. pipiens* κατέχει παγκοσμίως σημαντικό ρόλο εξαιτίας παραγόντων όπως η ανθρωποφιλία του, η εξάπλωσή του αλλά και της ικανότητά του να μεταδίδει σημαντικούς αρμοποιούς αλλά και άλλες ασθένειες (Lundstrom, 1999).

***Anopheles Claviger* (Meigen) 1804**

Αυτό το είδος ανωφελούς έχει διασπαρεί σε όλη την Ευρώπη και όχι μόνο, αλλά μπορούμε να το συναντήσουμε από την Σκανδιναβία μέχρι την βόρειο Αφρική αλλά και πιο ανατολικά μέχρι τη Μέση Ανατολή, Κίνα και κεντρική Σιβηρία (Mohrig 1969, Cranston et al. 1987, Schaffner et al. 2001, Becker et al. 2003)

Τα υδρόβια στάδια που αποτελούνται από το αυγό, την προνύμφη και τη νύμφη επιβιώνουν και αναπτύσσονται σε καθαρά, κρύα, σκιερά και σταθερά ή σιγά πλημμυρίζοντα μέρη, μόνιμα ή παροδικά νερά. Οι εστίες ανάπτυξης μπορεί να είναι τα χαντάκια, οι άκρες των ποταμών, οι πισίνες, το γρασίδι, οι λακούβες με νερό της βροχής καθώς και οι λίμνες και το νερό μπορεί να είναι είτε καθαρό είτε βρώμικο είτε υφάλμυρο (Trpis, 1962, Mohrig, 1969, Briegel, 1973, Cranston et al., 1987, Becker et al., 2003). Εξαιτίας των διατροφικών απαιτήσεων που έχουν τα προνυμφικά στάδια σε διατροφή (προνύμφη) εκεί που βρίσκονται οι εστίες αναπαραγωγής θα πρέπει να

υπάρχει βλάστηση (Cranston et al., 1987). Στη νότια Ευρώπη και Μέση Ανατολή, δύσκολα θα βρεθούν προνύμφες σε θερμοκρασίες άνω των 200 °C και γενικότερα οι ιδανικές θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες (Coluzzi, 1962, Postiglione et al., 1973). Σε μέρη που η στάθμη του νερού είναι σταθερή αυτό το είδος κουνουπιού παρουσιάζει δύο μπορεί και τρεις γενιές τον χρόνο (Mohrig, 1969, Schaffner et al., 2001). Τα θηλυκά καταθέτουν τα αυγά τους πάνω από την επιφάνεια του νερού μέσα στο χώμα (Becker et al., 2013). Οι πρώτες προνύμφες εμφανίζονται την άνοιξη και εξαιτίας των υδρόβιων συνθηκών που επικρατούν η προνύμφη μπορεί να είναι παρούσα καθ' όλη την διάρκεια του έτους ή να εξαφανιστεί όταν οι εστίες ανάπτυξης στεγνώσουν (Trpis, 1962, Briegel, 1973, Cranston et al., 1987, Becker et al., 2003). Παράλληλα σύμφωνα με τον Schaffner et al. (2001) οι προνύμφες είναι ικανές αν ζήσουν και κάτω από τον πάγο. Τα ενήλικα εμφανίζονται νωρίς την άνοιξη (Becker et al., 2003) τον Μάιο ή τον Ιούνιο και κάνουν ισχυρή την παρουσία τους μέχρι αργά το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο (Trpis, 1962, Mohrig, 1969, Schaffner et al., 2001). Τα θηλυκά τρέφονται με ποικιλία θηλαστικών συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου και είναι κυρίως δραστήρια στο σκοτάδι (Mohrig, 1969, Service, 1971a). Η τάση που έχουν να ψάχνουν την ζεστασιά των κτιρίων, κυρίως με το να πηγαίνουν στα καταφύγια των ζώων νωρίς κάθε χρόνο ακόμη και αν έξω οι συνθήκες είναι ευνοϊκές και να τσιμπούν διαρκώς είναι κάτι που συμβαίνει κυρίως κάθε Μάιο και Σεπτέμβριο (Cranston et al., 1987).

***Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) 1895**

Πρόκειται για το "ασιατικό κουνούπι" του οποίου οι προνύμφες αναπτύσσονται σε συγκεντρώσεις νερού που είναι πολύ μικρές είτε φυσικές είτε τεχνητές όπως γλάστρες, μασχάλες φύλλων, κοιλότητες δέντρων, κουτιά από κονσέρβες, σπασμένα μπουκάλια, εγκαταλειμμένα ελαστικά οχημάτων, βάζα, κουβάδες κ.α. Η μεταφορά τους σε μεγάλες αποστάσεις είναι εφικτή αφού τα ωά αντέχουν στη ξηρασία και συνεπώς μπορεί να αναπτύξει πολλές γενιές τον χρόνο. Μπορεί να τραφεί είτε με ανθρώπινο αίμα, είτε με αίμα θηλαστικών και πτηνών και συνεπώς καθίσταται ιδανικός φορέας αρμοπιών. Τα θηλυκά έχουν τη συνήθεια να τσιμπούν ακόμη και κατά την διάρκεια της ημέρας σε εξωτερικούς χώρους ή σε σκιαζόμενα μέρη.

Αποτελεί ιδανικό ξενιστή του δάγκειου πυρετού και διαβιβαστής αρμοπιών όπως η διροφιλάρια του σκύλου *Dirofilaria immitis*.

***Aedes (Aedimorphus) vexans* (Meigen) 1830**

Χαρακτηριστικό αυτού του είδους αποτελεί το γεγονός πως χρησιμοποιεί σαν εστίες ανάπτυξης τις περιοχές που πλημμυρίζονται προσωρινά για λίγες ημέρες ή εβδομάδες με ουδέτερο ή αλκαλικό νερό όπως ποτάμια και λίμνες με που το ύψος του νερού τους μεταβάλλεται. Είναι πολυκυκλικό καλοκαιρινό είδος και για να μεταβεί από το πρώτο στάδιο της προνύμφης μέχρι το ενήλικο σε μία εβδομάδα το πετυχαίνει με 30 °C θερμοκρασία ενώ αν αυτή πέσει στους 15 °C τότε το χρονικό διάστημα αυξάνει και χρειάζεται τρεις εβδομάδες. Τα ζώα με τα οποία προτιμά να τρέφεται είναι τα θηλαστικά και συνεπώς αναγκάζεται να μεταναστεύει σε μεγάλες περιοχές (μέχρι και 15 χιλιόμετρα) διότι εκκολάπτεται σε μεγάλους αριθμούς και δημιουργείται ανταγωνισμός ανεύρεσης αίματος. Συνήθως μετά τη λήψη αίματος το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού γεννά τα ωά σε μη κατάλληλες τοποθεσίες ενώ μόνο ένα μικρό μέρος αυτών γυρνά στον τόπο που εκκολάφθηκε για να αφήσει τα ωά του. Το γεγονός πως έχει μεγάλη διασπορά σε συνδυασμό με την αφθονία με την οποία αναπτύσσεται ποσοτικά αλλά και το γεγονός πως νυσσει τόσο ανθρώπους όσο και ζώα είναι χαρακτηριστικά που το καθιστούν ιδανικό ξενιστή ιών και αρμοπιών αφού μπορεί να προσβληθεί με φυσικό τρόπο.

***Ochlerotatus (Ochlerotatus) caspius* (Pallas) 1771**

Οι προνύμφες αυτού του είδους μπορεί να εμφανιστούν σε νερά που είναι ανοικτά ή σκιασμένα και η βλάστηση που διαθέτουν είναι λίγη και λασπώδη. Ο βιότοπός τους είναι ίδιος με εκείνον άλλων κουνουπιών όπως του *An. maculipennis* s.s., του *Oc. detritus*, του *Cx. ripiens*, του *Cx. theileri*, του *Cx. impudicus* και του *Cs. annulata*. Η διαχείμαση γίνεται στο στάδιο του ωού και το χρονικό διάστημα που θα εμφανιστούν οι πρώτες προνύμφες εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Ο αριθμός των γεννεών που θα παραχθούν εξαρτάται από τις συνθήκες στις εστίες ανάπτυξης και γι ' αυτό μπορεί να παράξει από μία έως πολλές γενιές τον χρόνο. Κυρίως νυσσει

κατά το σούρουπο, κάτι που δεν το εμποδίζει να κάνει το ίδιο και κατά την διάρκεια της ημέρας τόσο σε ανθρώπους όσο και σε ζώα. Η απόσταση από τις εστίες ανάπτυξης των προνυμφών μπορεί να φτάσει και τα 10 χιλιόμετρα προκειμένου να βρει αίμα όταν αναπτύσσονται μεγάλοι πληθυσμοί, κάτι που το αναγκάζει να εισέλθει σε σπίτια και σε στάβλους προκειμένου να βρεθεί ξενιστής αφού πρόκειται για ένα πολύ επιθετικό είδος κουνουπιού.

1.5 Η σημασία των κουνουπιών για τον άνθρωπο και την δημόσια υγεία

Το κουνούπι αποτελεί το έντομο που μπορεί να μεταδώσει μολυσματικές ασθένειες επικίνδυνες τόσο για τον άνθρωπο όσο και για την δημόσια υγεία όπως είναι η Ελονοσία, ο Ιός του Δυτικού Νείλου, ο Δάγγειος πυρετός, ο Κίτρινος πυρετός, αρμποιώσεις αλλά και φιλαριάσεις. Το θηλυκό κουνούπι προκειμένου να γονιμοποιηθεί τα αυγά του τρέφεται με αίμα από κάποιο μεταναστευτικό πουλί που είναι ήδη φορέας κάποιας από τις προαναφερθείσες ασθένειες και με αυτόν τον τρόπο ο ιός εισέρχεται στον οργανισμό του. Η μετάδοση του ιού πραγματοποιείται σε επόμενο γεύμα και μεταφέρεται στον οργανισμό που θα επιλέξει ως ξενιστή. Η μετάδοση κάποιας από αυτές τις ασθένειες στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να προκαλέσει από μία απλή συμπτωματολογία ίωσης που εκφράζεται με τη μορφή δυσφορίας, κούρασης ή ακόμη και πυρετού και μπορεί να εξελιχθεί σε εγκεφαλίτιδα, δηλαδή σε μόνιμη βλάβη στο νευρικό σύστημα ή ακόμη χειρότερα σε θάνατο.

Σχετικά με την πρώτη κατηγορία η έκφραση της ενόχλησης μπορεί να είναι τόσο η υποβάθμιση της ζωής των κατοίκων μιας περιοχής όπως και η μείωση της τουριστικής ή κάθε άλλης μορφής ανάπτυξης. Η λύση σε αυτά τα ζητούμενα βρίσκεται στον περιορισμό της δραστηριότητας των ανθρώπων να κινηθούν και να εξασκήσουν δραστηριότητες με τον τρόπο που επιθυμούν, κάτι που σε αυτήν την περίπτωση οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλου αριθμού κουνουπιών.

Τα κουνούπια εκτός των προβλημάτων δημόσιας υγείας προκαλούν και οικονομικά προβλήματα. Αυτό σημαίνει πως σε κάθε περίπτωση ο άνθρωπος λαμβάνει μέτρα για την αντιμετώπισή τους με το αντίστοιχο οικονομικό τίμημα.

Με την διενέργεια κωνοποκτονιών σε αστικές, ημιαστικές και αγροτικές περιοχές με σκοπό την πρόληψη και την καταστολή ανάπτυξης πληθυσμών κουνουπιών έχει

ως αποτέλεσμα τη σπατάλη χρηματικών ποσών που σε αντίθετη περίπτωση θα δίνονταν για έργα ανάπτυξης των εκάστοτε περιοχών.

Πρόβλημα που δημιουργεί η ύπαρξη μεγάλων πληθυσμών κουνουπιών είναι και η κοινωνική υποβάθμιση των περιοχών, κάτι που επιφέρει και οικονομική ζημιά αφού τόσο οι ιδιοκτήτες γης και οι κάτοικοι της περιοχής που ασκούν επαγγέλματα παροχής υπηρεσιών είτε αναγκάζονται να μειώσουν την χρηματική αξία των υπηρεσιών τους αντιστρόφως ανάλογα με την παρεχόμενη ποιότητα προκειμένου να γίνουν ανταγωνιστικοί είτε οδηγούνται σε εναλλακτικές μορφές βιοπορισμού που τις περισσότερες φορές δεν επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Παράλληλα προβλήματα δημιουργούνται και στον πολιτισμό της περιοχής αφού τα αξιοθέατα δεν λαμβάνουν της πρέπουσας σημασίας εξαιτίας της όχλησης από τον τους μεγάλους πληθυσμούς κουνουπιών.

Παράλληλα δεν μπορεί να υπάρξει οικονομική εκτίμηση τόσο για την απώλεια της ανθρώπινης ζωής όσο και για την εμφάνιση δυσλειτουργίας στον οργανισμό από μολυσματικές ασθένειες που μεταφέρονται με τα κουνούπια. Οποιοδήποτε ποσό και αν δαπανηθεί για την πρόληψη αυτών των ασθενειών πάλι θα φαντάζει μικρό μπροστά στα προβλήματα που μπορεί να προκληθούν.

Θα μπορούσε όμως να αναφερθούν και οι έμμεσες οικονομικές επιπτώσεις στο υπόλοιπο τμήμα του πληθυσμού. Για παράδειγμα, το κόστος νοσηλείας και οι αποζημιώσεις αναπηρίας θα κόστιζε πολύ περισσότερο σε σχέση με οργανωμένη αντιμετώπιση του συνόλου του πληθυσμού του κουνουπιού σε κάποια περιοχή.

Συνεπώς η κοινωνία με αυτόν τον τρόπο χάνει διπλά, δηλαδή χάνει όχι μόνο ανθρώπινο δυναμικό αλλά και δημιουργείται και ένα πλήθος από παθογένειες που πιθανώς να έχουν αντίκτυπο στη συνοχή της. Γίνεται σαφής η σημασία των κουνουπιών για την δημόσια ζωή και υγεία, κάτι που δεν μπορεί να περιοριστεί σε ένα πρόγραμμα δειγματοληψίας και καταπολέμησης κουνουπιών.

Όμως και οι άνθρωποι θα πρέπει να σεβαστούν τη φύση και να μην της εναντιώνονται χρησιμοποιώντας πρακτικές που θα μπορούσαν να αφανίσουν έναν πληθυσμό εντόμων. Αποτέλεσμα αυτού είναι η διακοπή της τροφικής αλυσίδας με συνέπειες καταστροφικές και για τον ίδιο τον άνθρωπο. Σκοπός είναι να

χρησιμοποιηθούν πρακτικές φιλικές προς το περιβάλλον με κατεύθυνση την πορεία της πυκνότητας του πληθυσμού των κουνουπιών προς τα εκείνο το σημείο που οι πιθανότητες προσβολής του από κάποια μεταδιδόμενη ασθένεια θα είναι μηδενικές.

1.6 Η βιολογία των κουνουπιών

Όλα τα κουνούπια χρειάζονται υγρά περιβάλλοντα για την ανάπτυξή τους παρόλο που υπάρχουν είδη (*Aedes* spp., *Ochlerotatus* spp.) που μπορούν να γεννήσουν τα αυγά τους στο χώμα (Becker et al., 2010). Η ποσότητα του νερού στις εστίες ανάπτυξης μπορεί να ποικίλλει και να εκτείνεται από έλη και λίμνες έως και μικρές συγκεντρώσεις όπως είναι τα ελαστικά των αυτοκινήτων αλλά και οι υδρορροές (Παπαδόπουλος, 2013).

Τα περισσότερα είδη κουνουπιών είναι αναυτογενή, δηλαδή παράγουν αυγά αφού τα ενήλικα θηλυκά τραφούν με αίμα. Μόνο μερικά είδη έχουν πληθυσμούς που είναι αυτογενείς και μπορούν να γεννήσουν τα αυγά χωρίς να τραφούν με αίμα (Becker et al., 2010).

Αυγό

Απόθεση αυγών από τα θηλυκά ενήλικα κουνούπια γίνεται σε 2-4 ημέρες μετά από το γεύμα αίματος και ο αριθμός τους μπορεί να κυμανθεί από 50 μέχρι και 500 αυγά. Γενικότερα τα κουνούπια μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα του τρόπου που εναποθέτουν τα αυγά τους (Barr, 1958). Τα θηλυκά κουνούπια που ανήκουν στην πρώτη ομάδα αφήνουν τα αυγά τους στην επιφάνεια του νερού είτε ατομικά όπως τα είδη του γένους *Anopheles*, είτε σε δεσμίδες όπως συνηθίζουν να κάνουν τα *Culex*, τα *Uranotaenia*, τα *Coquillettidia*, τα *Orthopodomyia* και το υποείδος *Culiseta*.

Τα θηλυκά ενήλικα άτομα του γένους *Culex* αποθέτουν τα αυγά στην επιφάνεια του νερού σε δεσμίδες που περιλαμβάνουν εκατοντάδες αυγά σε σχήμα σχεδίας με την βοήθεια των πίσω ποδιών (Clements, 1992). Ο πρόσθιος πόλος κάθε αυγού σχηματίζει κυπελλοειδή στεφάνη με υδρόφιλη εσωτερική επιφάνεια ώστε να μπορεί να επιπλεύσει στο νερό, ενώ η εξωτερική επιφάνεια είναι υδροφοβική.

Το σχήμα του αυγού βοηθά ώστε αυτά να μπορούν να επιπλέουν. Μετά την εναπόθεσή τους είναι μαλακά και άσπρα αλλά σκληραίνουν και μαυρίζουν μέσα σε 1-2 ώρες μετά την απόθεσή τους ενώ η εκκόλαψή τους διαρκεί από 1-3 ημέρες ανάλογα με την θερμοκρασία που επικρατεί. Τα κουνούπια του γένους *Anopheles* αποθέτουν τα αυγά τους ενώ πετούν στην επιφάνεια του νερού. Τα αυγά των "ανωφελών" είναι υδρόφιλα και εύκολα μπορεί να καταστραφούν από την ξηρασία.

Τα αυγά αυτής της κατηγορίας κουνουπιών δεν διαπαύουν αλλά εκκολάπτονται μόλις ολοκληρωθεί η εμβρυική τους ανάπτυξη (Becker et al., 2010).

Η δεύτερη κατηγορία κουνουπιών αποθέτει αυγά που δεν εκκολάπτονται αμέσως μετά την εναπόθεσή τους. Η απόθεση αυγών των υδρόβιων κουνουπιών (πχ *Ae. vexans*, *Culiseta*) πραγματοποιείται μεμονωμένα και όχι στην επιφάνεια του νερού, αλλά στο έδαφος που υπάρχει υγρασία το επίπεδο της οποίας ανεβαίνει όταν το μέρος που βρίσκονται τα αυγά πλημμυρίσει. Τα αυγά εναποτίθενται σε μικρές κοιλότητες ή σε μέρη που υπάρχουν βρύα και συνεπώς η υγρασία βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, κάτι που προστατεύει τα αυγά από την ξηρασία κατά την διάρκεια της εβρυογέννεσης (Barr&Azawi, 1958, Horsfall et al., 1973). Για τα είδη *Aedes vexans* και *Ochlerotatus caspius* των οποίων οι εστίες αναπαραγωγής βρίσκονται σε μέρη που πλημμυρίζουν συχνά η σωστή εναπόθεση των αυγών είναι ιδιαίτερος σημαντικό ζήτημα για την επιτυχημένη ανάπτυξη στα πρώιμα στάδια (Becker et al., 2010).

Προνύμφη

Η προνύμφη του κουνουπιού είναι σκωληκόμορφη (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011), άποδη και το σώμα της μπορεί να χωριστεί σε τρία διακριτά μέρη που είναι το κεφάλι (Head), ο θώρακας (Thorax) και η κοιλία (Abdomen).

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά είναι οι καλά αναπτυγμένοι στοματικοί θύσανοι, η έκταση του όγκου του θώρακα που είναι αποτέλεσμα της σύντηξης και διόγκωσης των τριών θωρακικών τμημάτων και που είναι μεγαλύτερος σε φάρδος από την κεφαλή καθώς και η απουσία βαδιστικών άκρων (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011). Το σώμα της προνύμφης διαθέτει 222 ζεύγη τριχών ή σμηρίγγων που είναι συμμετρικά διατεταγμένες και ευθύγραμμες.

Στο όγδοο άρθρο υπάρχει ένα αναπνευστικό σιφόνιο για τα *Culicines* και σπειροειδείς λοβοί για τα "ανωφελή" όπου τραχείες ανοίγουν σε σπειροειδή στίγματα (Becker et al., 2010).

Το κεφάλι της προνύμφης συνήθως βρίσκεται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια του νερού. Το σώμα της προνύμφης του ανωφελούς κουνουπιού κείται οριζόντια με την επιφάνεια του νερού, τα οδοντωτά όργανα βρίσκονται στο πρόσθιο περιθώριο του προθώρακα και οι σπειροειδείς λοβοί που βρίσκονται στο ίδιο ύψος με την επιφάνεια της ράχης του σώματος και έχουν άμεση επαφή με την επιφάνεια του νερού.

Η προνύμφη διέρχεται μέσω τεσσάρων εκδύσεων έως οτου νυμφωθεί. Συνεπώς διαπιστώνονται τέσσερις προνυμφικές ηλικίες. Η διάρκεια της ανήλικης ανάπτυξης κυμαίνεται ανάλογα με την θερμοκρασία που επικρατεί στο νερό αλλά και με την ύπαρξη της τροφής και συνήθως είναι 7-10 ημέρες. Όμως η ανήλικη ανάπτυξη μπορεί να ολοκληρωθεί σε 5-7 ημέρες.

Η τροφή της προνύμφης αποτελείται από μικροοργανισμούς, άλγη, πρωτόζωα, ασπόνδυλα και τρίμματα. Σύμφωνα με την διατροφή τους οι προνύμφες μπορεί να ταξινομηθούν σε οργανισμούς που φιλτράρουν, ανατροφοδοτούν, τρέφονται με βλάστηση υψηλής διατροφικής αξίας ή ακόμη και με άρπαγες. Το είδος των προνυμφών που τρέφονται και ταυτοχρόνως φιλτράρουν το περιβάλλον τους από επιβλαβείς οργανισμούς συγκεντρώνουν κομμάτια τροφής που αιωρούνται στο νερό (ιδίως η προνύμφη του *Culex* sp., του *Coquilleltidia* sp., το υποείδος *Culiseta* ή και σε κάποιο βαθμό το *Aedes* sp./*Ochlerotatus* sp.) Αυτού του είδους η προνύμφη στην ουσία κρεμιέται στην επιφάνεια φιλτράροντας το νερό κάτω από την επιφάνεια.

Νύμφη

Το στάδιο της νύμφης διαρκεί περίπου 2 ημέρες, περίοδος που μπορεί να μειωθεί ή και να αυξηθεί ανάλογα με τους κλιματολογικούς παράγοντες που επικρατούν. Είναι το στάδιο που λαμβάνει μέρος η μεταμόρφωση από το ανήλικο στο ενήλικο άτομο. Σε μερικά όργανα της νύμφης διεργυγνούνται οι δεσμοί και συνεπώς δημιουργείται το σώμα ενηλίκου με την ανάπτυξη εμβρυικών δίσκων (κύτταρα ή ομάδες κυττάρων που παραμένουν ανενεργά στο σώμα της προνύμφης μέχρι το

στάδιο της νύμφης). Επιπλέον, το κυρίως σώμα της προνύμφης μεταφέρεται στο ενήλικο στάδιο και χρησιμοποιείται σαν πηγή λεκιθογενών για την δημιουργία αυτογενών αυγών ή σαν πηγή ενέργειας για την χειμερία νάρκη.

Το κεφάλι και ο θώρακας από τη νύμφη συγχωνεύονται σε κεφαλοθώρακα που προεξέχει και φέρει μαζί του δύο πρόσθια έξω σωληνάρια αναπνοής τα οποία είναι συνδεδεμένα με τα αναπνευστικά στίγματα που βρίσκονται στο μεσοθώρακα των αναπτυγμένων ενηλίκων για την παροχή οξυγόνου. Η κοιλία κρατιέται κάτω από τον κεφαλοθώρακα.

Όταν βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, η νύμφη επιπλέει χωρίς κίνηση στην επιφάνεια του νερού, με την άκρη των σιφωνίων και τις παλαμοειδείς ακίδες του πρώτου κοιλιακού τμήματος να βρίσκονται σε επαφή με την επιφάνεια του νερού. Τα υδροφοβικά άκρα των σιφωνίων προεξέχουν από την επιφάνεια του νερού για εξασφάλιση της αναπνοής.

Η νύμφη των κουνουπιών είναι αρκετά κινητική (σε αντίθεση με τη νύμφη άλλων εντόμων). Όταν διαταράσσεται η ηρεμία της επιφάνειας βουτά στο νερό ισιώνοντας την κοιλία η οποία έχει επιστρέψει στο μυϊκό σύστημα της προνύμφης. Σε αντίθεση με την προνύμφη η οποία κολυμπά ενεργά στην επιφάνεια του νερού, η νύμφη επιπλέει παθητικά ξανά στην επιφάνεια μετά την βουτιά.

Οι νύμφες σχεδόν όλων των κουνουπιών είναι σχετικά ανεκτικές στην ξηρασία (έλλειψη νερού) και μπορούν να μετατραπούν σε ενήλικα κουνούπια ακόμη και αν βρίσκονται σε λανθάνουσα κατάσταση ή τα μέρη ανατροφής έχουν υποστεί ξηρασία. Σε αντίθεση με την προνύμφη, η νύμφη δεν τρέφεται (Becker et al, 2010).

Ενήλικο

Κατά την έξοδο από το νυμφικό περίβλημα το ενήλικο κινείται προσεκτικά για να μην πέσει στο νερό, ενώ τα όργανά του ακόμη παραμένουν εν μέρει στο έκδυμα. Σε αυτή τη φάση το νεαρό άτομο είναι ακόμη ευάλωτο στους δυνατούς ανέμους και στα αρπακτικά όπως ζώντες οργανισμούς που περπατούν στο νερό αλλά και αράχνες.

Αμέσως μετά την ενηλικίωση εκκρίνονται σταγονίδια προκειμένου να γεμίσει το άδειο έντερο με υγρό ενώ ο αέρας αποβάλλεται από το έντερο λίγες ώρες αργότερα.

Μέσα σε λίγα λεπτά το ενήλικο άτομο είναι έτοιμο να πετάξει όταν η μαλακή επιδερμίδα σκληροποιηθεί (Gillet, 1983).

Όσον αφορά στο μέγεθος στα περισσότερα ενήλικα το μήκος του σώματος κυμαίνεται από 3-6 χιλιοστά ενώ σε ορισμένα είδη μπορεί να φτάσει και τα 9 χιλιοστά. Σκληρές πλάκες που ονομάζονται σκληρίτες καλύπτουν εξωτερικά το σώμα των ενηλίκων και συνδέονται μεταξύ τους είτε με ραφές είτε με μεμβράνες ποικίλου μεγέθους και δημιουργούν σχηματισμούς που φέρουν σημαντικά μορφολογικά στοιχεία απαραίτητα για την ταξινόμηση των κουνουπιών όπως είναι η παρουσία ή η απουσία σμηρίγγων από καθορισμένα σημεία του εξωσκελετού καθώς και η θέση, η μορφή και το χρώμα των λεπιών. Σημαντικό ρόλο στην αναγνώριση των ειδών κατέχουν τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των γεννητικών οργάνων των αρσενικών.

Ένα χαρακτηριστικό της οικογένειας *Culicidae* είναι τα λέπια που καλύπτουν σε μεγάλη έκταση όλα τα τμήματα του σώματος αλλά διαφέρουν σημαντικά από τις σμηρίγγες σε δύο πράγματα: α) στο ότι φαρδαίνουν από την βάση προς την κορυφή ενώ στις σμηρίγγες ακολουθείται η αντίστροφη πορεία β) και στο ότι είναι πλατιά σε διατομή σε αντίθεση με την κυκλική διατομή των σμηρίγγων.

Τα λέπια μπορεί να είναι πλατιά και επίπεδα, στενά και κυρτά αλλά και όρθια και διχαλωτά στην κορυφή ενώ εκείνα που σχηματίζουν τον κρωσσό των πτερύγων είναι συνήθως ατρακτοειδή. Το χρώμα τους μπορεί να είναι είτε σκούρο και να κυμαίνεται από κοκκινωπό καφέ έως μαύρο είτε ανοιχτό και να κυμαίνεται από λευκό μέχρι κίτρινο και αν φωτιστεί κατάλληλα χρυσαφή ή ασημένιο (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011).

Τα κουνούπια μπορεί πολύ εύκολα να διαχωριστούν από τα υπόλοιπα δίπτερα εξαιτίας ορισμένων χαρακτηριστών όπως είναι η ύπαρξη μακρυάς προβοσκίδας που προεξέχει από το κεφάλι, η ύπαρξη διαφόρων επιπέδων στα νεύρα των πτερύγων, η ύπαρξη κρωσσών στο κάτω περιθώριο των πτερύγων (Goma, 1966).

Τα αρσενικά και τα θηλυκά διαφοροποιούνται από τη μορφή της κεραίας. Στα αρσενικά η κεραία είναι πτερωειδής, ενώ στα θηλυκά έχει μόνο λίγες κοντές τρίχες. Σε όλα τα άλλα είδη εκτός από τα είδη των *Anopheles* sp. οι χειλικές προσακτρίδες της άνω γνάθου στα θηλυκά άτομα είναι πολύ κοντές σε αντίθεση με τα αρσενικά

όπου είναι πιο μακρυνές από εκείνες της προβοσκίδας. Στα *Anopheles* sp. και στα δύο φύλλα οι χειλικές προσακτρίδες της άνω γνάθου είναι μακρυνές, αλλά στα αρσενικά έχουν τη μορφή ροπάλου.

Στην κεραία των ενηλίκων αρσενικών συναντούμε το όργανο Johnston's με το οποίο τα αρσενικά αναγνωρίζουν τον ήχο που παράγουν τα θηλυκά κατά την πτήση.

Η ανταπόκριση των ενηλίκων κουνουπιών σε διάφορα ελκυστικά αλλά και στο CO₂ έχει μελετηθεί σε βάθος (Davis and Bowen, 1994, Sutchlife, 1994, Grant et al., 1995) και τα αποτελέσματα έδειξαν πως αυτή η ευαισθησία κυμαίνεται βάσει διαφορών και αναγκών που έχουν μεταξύ τους τόσο τα διάφορα είδη κουνουπιών όσο και κουνούπια που ανήκουν στο ίδιο είδος αλλά σε διαφορετικό φύλλο.

1.7 Η διαχείμαση των κουνουπιών

Στις ψυχρότερες περιοχές τα θηλυκά κουνούπια εισέρχονται σε διάπαυση λαμβάνοντας ένα τελευταίο γεύμα αίματος που το χρησιμοποιούν για την παραγωγή λίπους αντί της ωοπαραγωγής (μονοτροφική συμφωνία). Η κίνηση είναι περιορισμένη κατά την διάρκεια του χειμώνα ενώ έχει παρατηρηθεί πως τα θηλυκά ψάχνουν για ένα τελευταίο γεύμα κατά μία θερμή περίοδο νωρίς την άνοιξη. Για πολλά είδη κουνουπιών που ζουν σε εύκρατα κλίματα η ανάπτυξη των ωοθηκών σταματά κατά την διάρκεια του χειμώνα και συνεχίζεται ξανά με το πρώτο γεύμα αίματος. Ενώ τα αρσενικά συζεύγονται και πεθαίνουν πριν το χειμώνα.

Ανάλογα με τα είδη και με το κλίμα τα κουνούπια μπορούν να επιβιώσουν τον χειμώνα στο στάδιο του αυγού, της προνύμφης αλλά και του ενηλίκου. Είδη όπως τα *Aedes* sp., τα *Ochlerotatus* sp. και τα *Psorophora* sp. διαχειμάζουν στο στάδιο του αυγού είτε προαιρετική είτε σε υποχρεωτική διάπαυση. Η προαιρετική διάπαυση των αυγών είναι χαρακτηριστικό των πολυκυκλικών ειδών και γίνεται όταν η νύμφη ή το ενήλικο εκτίθενται σε χαμηλές θερμοκρασίες ή ημέρες με μικρότερη φωτοπερίοδο.

Αυτά τα είδη θα αποθέσουν αυγά που δεν εκκολάπτουν όντας προνύμφες μέχρι να αυξηθεί η φωτοπερίοδος την άνοιξη παρά την ύπαρξη θερμών περιόδων κατά την διάρκεια του χειμώνα.

Η υποχρεωτική διάπαυση των αυγών είναι χαρακτηριστικό των μονοκυκλικών ειδών και αναφέρεται στην διάπαυση που συμβαίνει χωρίς να μεσολαβήσουν εξωτερικά ερεθίσματα. Αυτού του είδους την διάπαυση ακολουθούν τα είδη του γένους *Ochlerotatus*. Μερικά είδη *Anopheles*, *Ochlerotatus*, *Culiseta* και *Coquillettidia* διαχειμάζουν στο στάδιο της προνύμφης 3^{ης} ή 4^{ης} γενιάς και μπορούν να επιβιώσουν σε συνθήκες που η επιφάνεια του νερού έχει παγώσει.

Είδη των γενών *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* και *Uranotaenia* διαχειμάζουν ως ενήλικα. Όταν το άτομο βρίσκεται στο στάδιο της νύμφης και της προνύμφης και βρίσκεται εκτεθειμένο σε πιο κρύα περιβάλλοντα αλλά και με περιόδους με μικρότερη φωτοπερίοδο τότε τα ενήλικα θηλυκά που θα προκύψουν εισέρχονται σε στάδιο αναπαραγωγικής διάπαυσης. Ψάχνουν λοιπόν να διαχειμάσουν σε καταφύγια που δεν παγώνουν όπως σπηλιές, στάβλους, λαγούμια τρωκτικών, κελάρια και υπονόμους.

Σε αντίθεση με τα είδη του γένους *Culex* που δεν λαμβάνουν γεύμα αίματος πριν εισέρθουν σε αναπαραγωγική διάπαυση για να διαχειμάσουν τα είδη του γένους *Anopheles* που διαχειμάζουν στο στάδιο του ενηλίκου λαμβάνουν γεύμα αίματος πριν την διαχείμαση (Dr. Markowski, Expert insight).

1.8 Η σεξουαλική συμπεριφορά των κουνουπιών

Σε ορισμένα είδη της οικογένειας *Culicidae* η συνεύρεση των δύο φύλλων με σκοπό τη σύζευξη γίνεται σε σμήνη που δημιουργούν τα αρσενικά ενώ σε άλλα είδη η συνεύρεση των δύο φύλων γίνεται σε ασπόνδυλα ζώα ξενιστές. Σε κοντινές αποστάσεις τα αρσενικά εντοπίζουν τα θηλυκά με ακουστικά σήματα, αλλά δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για το πως γίνεται η επικοινωνία των δύο φύλλων σε μεγάλες αποστάσεις (Takken, 1999).

Το ενήλικο αρσενικό κουνούπι χρειάζεται λίγες ημέρες μετά την έξοδό του από νυμφικό περίβλημα για να ωριμάσει αναπαραγωγικά. Στο διάστημα αυτό είναι ακατάλληλο για σύζευξη μέχρις ότου ο εξωτερικός γεννητικός οπλισμός διαμορφωθεί κατάλληλα. Αυτό συμβαίνει με την αναστροφή της terminalia το πρώτο 24ωρο ακολουθώντας συγχώνευση. Σε πολλά είδη οι αδένες των συνοδευτικών εκκρίμάτων των αρσενικών ωριμάζουν κατά την διάρκεια των πρώτων ημερών στην ενήλικη ζωή

(Clements, 1999). Για παράδειγμα η σύζευξη στα *An. arabiensis* για τα αρσενικά συμβαίνει σε άτομα ηλικίας 5-7 ημερών (Reisen 2003, Verhoek και Takken, 1994).

Από την άλλη πλευρά τα θηλυκά μόλις εξέλθουν απ' το νυμφικό περίβλημα είναι σε θέση να συζευχθούν. Σε ορισμένα είδη τα αρσενικά περιμένουν δίπλα από τη θηλυκή νύμφη και μόλις εμφανιστούν τα θηλυκά ξεδιπλώνουν τις πτέρυγές τους και επιχειρούν να συζευχθούν μαζί τους (Provost and Haeger, 1967). Συνήθως υπάρχει ένα χρονικό κενό 24-48 ωρών στα περισσότερα είδη ανάμεσα στην εμφάνιση των ενηλίκων και στη σύζευξη.

Η ανάπτυξη και η ωρίμανση των αυγών δεν εξαρτάται από τη σύζευξη αλλά η απόθεσή τους διεγείρεται με τη μεταφορά σπέρματος (Clements, 1999). Συνήθως τα περισσότερα θηλυκά κουνούπια συζευγνύονται πριν από το πρώτο γεύμα τους. Όμως υπάρχουν μερικά *Anopheles* παρθένα θηλυκά που κρατούν τα θρεπτικά στοιχεία που παίρνουν από το αίμα τόσο για ανάπτυξη όσο και για αποθέματα μεταβολισμού (Gillies, 1954, Lyimo and Takken, 1993, Takken et al., 1998).

Ο αριθμός των συζεύξεων που μπορεί να επιτύχει ένα αρσενικό κατά την διάρκεια της ζωής του εξαρτάται από τη σωματική κατάσταση που βρίσκεται το άτομο και καθορίζεται από παράγοντες όπως το μέγεθος, η διατροφή αλλά και η αποτελεσματικότητά του να βρίσκει πηγή τροφής (Charlwood, 2003).

Κυρίως στα είδη του γένους *Anopheles*, *Culex* και *Ochlerotatus* η σύζευξη γίνεται με την συγκέντρωση των αρσενικών σε σμήνη και σε κάποιο σχετικό ύψος από το έδαφος (Clements, 1999). Τέτοια σμήνη σχηματίζονται σε χαρακτηριστικά σημεία και δημιουργούνται από οπτικά ερεθίσματα (Marchand, 1984, Charlwood et al 2002b, Yuval and Bouskila 1993, Charlwood, Thomson and Madsen 2003, Yuval et al., 1993). Παρά την πρόοδο που έχει επιτευχθεί, παραμένει ακόμη άγνωστος ο τρόπος με τον οποίο συναθροίζονται τα αρσενικά σε σμήνη αλλά και το πώς εντοπίζονται από τα θηλυκά. Η συνάθροιση των αρσενικών σε σμήνη δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη σύζευξη για όλα τα είδη, καθώς κάποια μπορεί να συζευχθούν και χωρίς αυτόν τον τρόπο συνεύρεσης.

Τα μεγαλύτερα αρσενικά σε μέγεθος έχει αναφερθεί πως έχουν περισσότερες πιθανότητες να συζευχθούν σε σχέση με τα μικρότερα (Yuval and Buskila 1993,

Yuval, Washino et al., 1993) όπως κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τα θηλυκά (Okanda et al., 2002). Πιστεύεται πως το θηλυκό προσεγγίζει το σμήνος των αρσενικών κουνουπιών με οπτικά όσο και με οσφρητικά ερεθίσματα (Takken 1999, Takken and Knols 1999).

Εντός των σμηνών τα αρσενικά πετούν ακανόνιστα προς κάθε κατεύθυνση. Ο ήχος που παράγεται από το χτύπημα των φτερών των αρσενικών έχει συχνότητα 600 cs^{-1} και των θηλυκών είναι στα $500 - 550 \text{ cs}^{-1}$ και ακόμη πιο κάτω. Η πτερωτή κεραία των αρσενικών είναι δεκτική στον ήχο που παράγεται από τα θηλυκά. Το μαστίγιο της κεραίας δονείται και διεγείρει το όργανο Johnston's το οποίο βρίσκεται στον μίσχο της κεραίας (Clements, 1963, McIver, 1982). Φερομόνες επαφής επίσης παίρνουν μέρος στην συμπεριφορά ζευγαρώματος. Μόνα θηλυκά πετούν ανάμεσα ή σε κοντινή απόσταση από το σμήνος, εντοπίζονται από τα αρσενικά από τον ήχο των πτερύγων τους (Belton, 1994, Clements, 1999) και στη συνέχεια συνουσιάζονται σε χώρο έξω από αυτό.

Η συνουσία απαιτεί την συνένωση θηλυκών και αρσενικών αναπαραγωγικών οργάνων και δεν παίρνει πάνω από μισό λεπτό για το αρσενικό για να τοποθετήσει τα σπερματοζώα του στην σπερματοθήκη του θηλυκού (Clements, 1963) . Παράλληλα τα αρσενικά διαθέτουν έναν μυστικό αδένα που περιέχει μια ουσία, η οποία μετά τη συνουσία κάνει τα θηλυκά μη δεκτικά για την υπόλοιπη ζωή τους (Bectet et al., 2010).

Υβριδιοποίηση μεταξύ κοντινών ειδών έχει παρατηρηθεί στο εργαστήριο (Davidson 1964) κάτι τέτοιο δύσκολα βρίσκεται στη φύση σε άγριο πληθυσμό (White, 1971, Tripet et al., 2001).

1.9 Η αντιμετώπιση των κουνουπιών

Η όχληση και μετάδοση μολυσματικών ασθενειών με σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία από τα κουνούπια αποτελούν τους δύο σημαντικότερους λόγους για τους οποίους εφαρμόζονται μέτρα αντιμετώπισης κουνουπιών. Η αντιμετώπιση συνήθως γίνεται με προγράμματα τα οποία είναι ιδιαιτέρως περίπλοκα και απαιτούν εξειδικευμένο και έμπειρο προσωπικό αλλά και σημαντικά επίπεδα οργάνωσης. Τα βασικά στοιχεία ενός πετυχημένου προγράμματος αντιμετώπισης κουνουπιών είναι η

περιγραφή του επιθυμητού αποτελέσματος, η εξασφάλιση των απαραίτητων οικονομικών κονδυλίων, η έγκαιρη εκταμίευσή τους, ο ορισμός των ανδόχων που θα υλοποιήσουν τα επιμέρους μέτρα καταπολέμησης, ο ορισμός των φορέων επίβλεψης των διαδικασιών υλοποίησης και αξιολόγησης των αναδόχων βάση του επιθυμητού αποτελέσματος που θα έχει περιγραφεί.

1.9.1 Μέτρα προστασίας

Εθνικά προγράμματα αντιμετώπισης κουνουπιών

Τα προγράμματα αντιμετώπισης των κουνουπιών στην Ελλάδα θα πρέπει να εφαρμόζονται σύμφωνα με τις οδηγίες της σχετικής εγκυκλίου του Υπουργείου Υγείας και Κοινωνικής Αλληλεγγύης σε συνδυασμό με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Η συνεργασία των δύο υπουργείων έχει ως στόχο την έγκριση των βιοκτόνων που θα χρησιμοποιηθούν, τα μέτρα προστασίας που θα πρέπει να ληφθούν από τους αναδόχους του έργου για την προστασία εφαρμοστών και πληθυσμού της περιοχής εφαρμογής αλλά και για την προστασία του βιοτικού και αβιοτικού περιβάλλοντος που συντελούν στην διαμόρφωση της τροφικής αλυσίδας και συνεπώς στις συνθήκες διαβίωσης των ατόμων.

Παράλληλα θα πρέπει να υπάρχει διεπιστημονική συνεργασία εγχώριων φορέων και φορέων του εξωτερικού ώστε να μελετηθούν και να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά είδη κουνουπιών που χαρακτηρίζονται ως "εισβολείς" στην χώρα μας. Αυτό απαιτεί την άρρηκτη συνεργασία μεταξύ ερευνητικών Ιδρυμάτων, πανεπιστημίων και υπουργείων τόσο με κρατικούς ελληνικούς φορείς όπως είναι το Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων όσο και με φορείς του εξωτερικού όπως τον Ευρωπαϊκό και Μεσογειακό Φυτοπαθολογικό Οργανισμό (EPPO) και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO). Βεβαίως όλα αυτά θα επιτευχθούν με την προϋπόθεση πως τα κονδύλια που θα διατεθούν θα επαρκούν για τη λήψη των αναγκαίων μέτρων με γνώμονα την διασφάλιση της δημόσιας υγείας.

Η βάση των προγραμμάτων αντιμετώπισης κουνουπιών πρέπει να τοποθετείται χωρικά στις εστίες ανάπτυξης των ατόμων και χρονικά στο ανήλικο στάδιο του αυγού ή της προνύμφης και στην έσχατη ανάγκη στο ενήλικο στάδιο. Με τον συγκεκριμένο τρόπο το εντομοκτόνο έρχεται σε επαφή με το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού

αφού είναι συγκεντρωμένο στις εστίες αναπαραγωγής. Παράλληλα επειδή ο πληθυσμός βρίσκεται σε ανήλικο στάδιο η αποτελεσματικότητα του εντομοκτόνου θα είναι καλύτερη αφού ο οργανισμός δεν έχει προλάβει να αναπτύξει πλήρως ένα ισχυρό αμυντικό σύστημα διάσπασης και απέκκρισής του. Υπάρχουν τρωτά σημεία στο σώμα του εντόμου από όπου μπορεί να εισέλθει το εντομοκτόνο αφού η αύξηση του εξωσκελετού και οι εκδύσεις είναι συνεχείς. Στο συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης του εντόμου εύκολα αντιμετωπίζεται η ανθεκτικότητα αφού η βιολογία του ατόμου δίνει την δυνατότητα να καταπολεμηθεί με αρκετούς τρόπους δράσης με αρκετούς τρόπους προσβάλλοντας διαφορετικά ζωτικά όργανα. Αντιθέτως η καταπολέμηση ενηλίκων ατόμων (ακμαιοκτονία) με υπολειμματικούς ψεκασμούς αλλά και με ψεκασμούς υπέρμικρου όγκου (UVL) επιτρέπεται μόνο σε έκτακτες συνθήκες εντός κατοικημένων περιοχών και μόνο όταν κριθούν αναγκαίοι τόσο εξαιτίας των προβλημάτων που μπορεί να επιφέρουν και σε οργανισμούς μη στόχους όσο και της μη ανάλογης αποτελεσματικότητάς τους σε σχέση με το κόστος εφαρμογής τους.

1.9.2 Αξιολόγηση μέτρων αντιμετώπισης

Για να συνεχίζει να πετυχαίνει το σκοπό του ένα πρόγραμμα αντιμετώπισης κουνουπιών θα πρέπει να αξιολογείται διαρκώς από του υπεύθυνους φορείς και να επανακαθορίζονται οι στόχοι του σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να είναι πάντα επίκαιρο σε σχέση με τα μεταβαλλόμενα δεδομένα. Αυτό σηματοδοτεί τον διαχωρισμό του σε τμήματα που μπορεί να είναι η στοχοποίηση του επιθυμητού αποτελέσματος, τα μέτρα πρόληψης, τα μέτρα καταστολής αλλά και η ανάλυση των αποτελεσμάτων σχετικά με το αποτέλεσμα. Αυτό συμβαίνει με τη λήψη μέτρων και ύπαρξη πρωτοκόλλων σχεδιασμού που θα τηρούνται με ακριβώς σχεδιασμένες λεπτομερείες και επιστημονική τεκμηρίωση και θα συμβάλλουν στην αποτελεσματική διαχείριση της δυσμενούς κατάστασης.

Τέτοια πρωτόκολλα θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την ημερήσια αποστολή δελτίων ψεκασμού, τους ελέγχους για εφαρμογές στο έδαφος, στο νερό αλλά και στον αέρα. Από αυτά τα πρωτόκολλα δεν θα μπορούσε να λείπει η μέτρηση της ανθεκτικότητας στα χρησιμοποιούμενα βιοκτόνα που συνδυάζεται με δειγματοληπτικούς ελέγχους σε προϊόντα και ύδατα. Παράλληλα θα πρέπει να πραγματοποιείται η καταγραφή των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν στις τελικές

εκθέσεις των πεπραγμένων και λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες ανάγκες να γίνεται αναμόρφωση των σχετικών προγραμμάτων.

1.9.3 Ενημέρωση κοινού για λήψη μέτρων

Η ενημέρωση του κοινού γύρω από τη σημασία της αποτελεσματικής διαχείρισης του πληθυσμού των κουνουπιών αποτελεί άλλο ένα από τα σημαντικότερα βήματα στην προσπάθεια για την επιτυχία των σχετικών προγραμμάτων.

Μέρος του προβλήματος θα μπορούσε να λυθεί από επιμορφωτικά προγράμματα που θα συσχέτιζαν την ατομική και δημόσια υγεία με την βιολογία και την φαινολογία των κουνουπιών της περιοχής και θα πραγματοποιούνταν από τις εκάστοτε αρμόδιες υπηρεσίες.

Η θεματολογία των προγραμμάτων, δράσεων, φυλλαδίων αλλά και διαφημιστικών μηνυμάτων θα μπορούσε να στοχεύει τόσο στην επιμόρφωση των ψεκαστών για λήψη όλων των απαραίτητων μέτρων ατομικής προφύλαξης όσο και στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του πληθυσμού των τοπικών κοινωνιών αλλά και των ιδιωτών τουριστικών ξενοδοχείων και κάθε άλλης μορφής επιχειρήσεων.

Θέματα όπως η βιολογία των κουνουπιών και η λήψη μέτρων προφύλαξης του ατόμου, του οικοσυστήματος, των οικόσιτων παραγωγικών ζώων και του περιβάλλοντος (ολόκληρης της τροφικής αλυσίδας) από τα εντομοκτόνα θα μπορούσε να συμβάλει αποφασιστικά στην μείωση των θανάτων και των κρουσμάτων από μολυσματικές ασθένειες που μεταδίδονται με τα κουνούπια.

1.10 Μέθοδος Καταπολέμηση κουνουπιών

Για να υπάρξει ένα σχέδιο καταπολέμησης ενός εντόμου - εχθρού γεωργικής σημασίας θα πρέπει η δυναμική του πληθυσμού αυτού του εντόμου να είναι τέτοια ώστε να τείνει να φτάσει το όριο οικονομικής ζημιάς. Σε αυτήν την περίπτωση βέβαια για να θεωρηθεί πετυχημένη η λήψη της απόφασης θα πρέπει να παρθεί νωρίτερα σε χρονικό διάστημα ικανό ώστε να μην υπάρξει οικονομική απώλεια της παραγωγής. Σε αντίθεση με τα έντομα υγειονομικής σημασίας δεν τίθεται θέμα διλήμματος χρονικής απόφασης αφού και ένας μικρός πληθυσμός μπορεί να φέρει αρνητικά

αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία, πράγμα του καθίσταται ανεκτίμητο συνεπώς η απόφαση καταπολέμησης είναι δεδομένη.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος των κουνουπιών πρέπει να παρθούν αποφάσεις σχετικές με το στάδιο ανάπτυξης του εντόμου-εχθρού αλλά και με τον τρόπο καταπολέμησης που θα εφαρμοστεί (βιολογικό, χημικό, φυσικό ή γενετικό). Σχετικά με το στάδιο ανάπτυξης τα καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν όταν η κωνωποκτονία πραγματοποιείται ενάντια των ανήλικων σταδίων.

Παράλληλα αυτός ο τρόπος καταπολέμησης είναι πιο "φιλικός" προς τον άνθρωπο αφού στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει επαφή με τα χρησιμοποιούμενα σκευάσματα. Στο στάδιο της προνύμφης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τόσο φυσικά, όσο βιολογικά και χημικά μέσα. Αντιθέτως η καταπολέμηση των ενηλίκων ατόμων κουνουπιών (ακμαιοκτονία) αποτελεί τον έσχατο τρόπο δράσης λύσης του προβλήματος όταν αυξάνει ανησυχητικά ο πληθυσμός τους.

1.10.1 Διαχείριση εστιών αναπαραγωγής

Οι εστίες ανάπτυξης και αναπαραγωγής κουνουπιών διαχωρίζονται σε φυσικές και αστικές (τεχνητές). Οι φυσικές εστίες περιλαμβάνουνουν έλη, γλυκά νερά, υφάλμυρα παράκτια έλη, αρδευτικά ή αποστραγγιστικά κανάλια, μικρά ποτάμια, ρέματα, μικρές λίμνες αλλά και εφήμερες υδατοσυλλογές. Στις αστικές (τεχνητές) εστίες ανάπτυξης και αναπαραγωγής κουνουπιών συμπεριλαμβάνονται τα πηγάδια, οι ποτίστρες των ζώων, τα δοχεία μεταφοράς ή φύλαξης νερού, τα παλιά ελαστικά αυτοκινήτων, οι φυσικές κοιλότητες των δέντρων, οι διαρροές από αρδευτικά συστήματα, τα ρέματα, τα ανοιχτά κανάλια, οι αποχετεύσεις ομβρίων υδάτων, τα ανοιχτά κανάλια διοχέτευσης λημμάτων, τα δοχεία με μεγάλο άνοιγμα (καροτσάκια, λεκάνες πλυσίματος, βάρκες, βαρέλια), τα δοχεία με στενό άνοιγμα (ανθοδοχεία, βάζα, κονσερβοκούτια, μπουκάλια) αλλά και τα αντικείμενα που συγκρατούν νερό όπως πιατάκια γλαστρών, υδρορροές αλλά και σωλήνες).

Τηρώντας καθημερινές πρακτικές δημόσιας υγείας όπως η εξάλειψη στάσιμων νερών σε γλάστρες, το συχνό κόψιμο των χόρτων ώστε να μην αναπτυχθούν αρκετά ή ακόμη και η ανακύκλωση του νερού είτε πρόκειται για μία πισίνα ή για ένα ποτάμι ή λίμνη που γειτνιάζει με μία αστική περιοχή θα μπορούσε να συμβάλει

αποτελεσματικά στη μείωση του πληθυσμού και της δυναμικής των κουνουπιών στην εκάστοτε περιοχή.

1.10.2 Βιολογική καταπολέμηση κουνουπιών

Η βιολογική καταπολέμηση αφορά τη μείωση του πληθυσμού στόχου με την χρήση αρπακτικών, παθογόνων, ανταγωνιστών ή ακόμη και τοξινών από μικροοργανισμούς (Woodring and Davidson, 1996).

Η βιολογική καταπολέμηση των κουνουπιών όπως και άλλων εντόμων μπορεί να επιτευχθεί με μεθόδους εμβολιασμού "inoculative" ή μαζικής εξαπόλυσης "inundative".

Η πρώτη μέθοδος αναφέρεται στην απελευθέρωση μικρού αριθμού αρπακτικών, παρασίτων ή παθογόνων στο περιβάλλον του οργανισμού - στόχου. Οι βιολογικοί αυτοί παράγοντες εγκαθίστανται, αναπαράγονται και πολλαπλασιάζονται στο νέο τους περιβάλλον, συμβάλλοντας στη μείωση του πληθυσμού για μια σειρά γενεών. Για παράδειγμα πολύ σύνηθες παράδειγμα για την αντιμετώπιση των κουνουπιών αποτελεί η εξαπόλυση κουνουποφάγων ψαριών σε ορυζώνες που μόλις έχουν πλημμυρίσει (Bellini et al., 1994, Walton, 2007).

Η δεύτερη μέθοδος αναφέρεται στην μαζική απελευθέρωση αρπακτικών, παρασίτων, παθογόνων ή των τοξινών τους στο περιβάλλον των κουνουπιών ώστε να υπάρξει άμεσα σημαντική επίδραση στον πληθυσμό - στόχο.

Οι άρπαγες των ανηλίκων σταδίων κουνουπιών είναι πιο αποτελεσματικοί σε σχέση με εκείνους των ενηλίκων και αυτό διότι τόσο οι νύμφες όσο και οι προνύμφες των κουνουπιών συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένα ενδιαίτηματα. Ακόμη, τα ενήλικα κουνούπια αποφεύγουν πολλούς άρπαγές τους καθώς είναι κυρίως νυχτόβια. Αποτελεσματικοί είναι οι άρπαγες που έχουν αυξημένη τάση διατροφής όπως τα ψάρια ή έχουν τον ίδιο ρυθμό αναπαραγωγής με τα κουνούπια διαμορφώνοντας r-στρατηγική, δηλαδή μεγάλο ρυθμό αναπαραγωγής και σχετικά μικρή διάρκεια ζωής (Becker et al., 2010).

Οι άρπαγες διακρίνονται στους σπονδυλωτούς όπως τα ψάρια, τα αμφίβια, τα πουλιά και οι νυχτερίδες και στους ασπόνδυλους όπως η ύδρα, τα σκουλήκια, οι

αράχνες, οι τερμίτες, τα μαλακόστρακα αλλά και έντομα όπως τα οδοντόγναθα, τα τριχόπτερα και τα αρπακτικά δίπτερα (Becker et al., 2010). Για τους ασπόνδυλους άρπαγες έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες και αποδείχθηκε πως αν και είναι αποτελεσματικοί στις προνύμφες κουνουπιών δύσκολα χρησιμοποιούνται σε φυσικό περιβάλλον εξαιτίας των μεγάλων δυσκολιών προσαρμογής και κόστους εκτροφής τους.

Άλλες κατηγορίες φυσικών εχθρών κουνουπιών συμπεριλαμβάνουν τα παράσιτα όπως οι νηματώδεις, τα παθογόνα, οι μύκητες, τα πρωτόζωα και τα βακτήρια.

Ειδική αναφορά μπορεί να γίνει για τα βακτήρια που προσβάλουν τα κουνούπια αφού είναι ήδη γνωστά από το 1960 για την προνυμφοκτόνο δράση τους. Το ίδιο χρονικό διάστημα έγινε και η πρώτη αναφορά στον *Bacillus sphaericus* (Kellen and Meyers 1964) αλλά δεν ήταν τόσο τοξικός ώστε να αξίζει να γίνει εμπορική ανάπτυξη. Η ανακάλυψη του βακτηρίου του εδάφους που δημιουργεί ενδοσπόρια *B.t. spp. israelensis* (*B.t.i.*) στην έρημο Negev του Ισραήλ το 1976 (Golderg and Margalit 1977) και οι νέες ισχυρές σειρές του Βακίλου πρόσφατα εκγκαινίασαν ένα νέο κεφάλαιο στην καταπολέμηση των κουνουπιών και άλλων διπτέρων (Weiser 1984, Becker and Margalit, 1993).

Οι νέες αυτές σειρές Βακίλων είναι εξειδικευμένες και αρκετά τοξικές σε όλα σχεδόν τα είδη προνυμφών των κουνουπιών.

Bacillus thuringienesis israelensis (B.t.i)

Ο *Bacillus thuringienesis israelensis (B.t.i)* αποτελεί ένα εντομοπαθογόνο βακτήριο τα σπόρια του οποίου παράγουν τοξίνες που ενεργοποιούνται στον πεπτικό σωλήνα του εντόμου με την προνύμφη το Ph να είναι αλκαλικό. Οι τοξίνες έχουν την τάση να προσφύονται σε υποδοχείς στην περιτροφική μεμβράνη κάτι που στοχεύει στη λύση της συνέχειας των τοιχωμάτων του πεπτικού σωλήνα. Αποτέλεσμα της δράσης είναι η έξοδος του περιεχομένου του πεπτικού σωλήνα στον αιμόλεμφο με άμεσα επακόλουθα τη σηψαιμία και τον θάνατο.

Bacillus sphaericus

Η δράση του *Bacillus sphaericus* στηρίζεται στην ικανότητά του να ανακυκλώνεται και να διατηρείται στη φύση υπό συγκεκριμένες συνθήκες δίνοντας την δυνατότητα καταπολέμησης για μεγάλο χρονικό διάστημα (Hertlein et al., 1979, Mulligan et al., 1980, Lacey, 1990, Ludwig et al., 1994, Silva- Filha et al., 2001).

Ένα άλλο προϊόν βιολογικής προέλευσης είναι το εντομοκτόνο spinosad που προέρχεται απ' τον ακτινομύκητα *Saccharopolyspora spinosa* που συλλέχθηκε από το έδαφος από ορυχείο για ρούμι στα νησιά της Καραϊβικής το 1982. Τα προϊόντα που βασίζονται στο spinosad δεν έχουν τόσο τοξικολογική επίδραση στα θηλαστικά όσο στο περιβάλλον και χρησιμοποιούνται σαν βιοεντομοκτόνα κατά ενός μεγάλου αριθμού γεωργικών εντόμων και εχθρών δημόσιας υγείας όπως είναι τα κουνούπια και οι μύγες τσετσε (de Deken et al., 2004, Romi et al., 2006).

1.10.3 Καταπολέμηση κουνουπιών με συνθετικά-χημικά μέσα

Χρησιμοποιώντας τον όρο χημική καταπολέμηση αναφερόμαστε στη χρήση χημικών ουσιών (εντομοκτόνων) που στοχεύουν στο να παρέμβουν στην φυσιολογική λειτουργία του εντόμου και να επιφέρουν τον θάνατο. Η χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου καταπολέμησης έχει τόσο πλεονεκτήματα, όπως είναι η γρήγορη κάλυψη μεγάλων εκτάσεων με χαμηλό κόστος και άμεσο αποτέλεσμα αλλά και μειονεκτήματα, όπως είναι η περιβαλλοντική ρύπανση, οι δυσμενείς επιδράσεις σε οργανισμούς μη στόχους, η ανάπτυξη ανθεκτικότητας αλλά και η πρόσληψή του από τον άνθρωπο και άλλους οργανισμούς μέσω της τροφικής αλυσίδας (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011).

Ο συγκεκριμένος τρόπος καταπολέμησης πληθυσμού κουνουπιών εφαρμόζεται κυρίως στο ενήλικο στάδιο των εντόμων με τη μορφή εκνεφώσεων και σε έκτακτες περιπτώσεις μόνο όταν το μέγεθος του πληθυσμού και η όχληση που επιφέρει έχει περάσει κατά πολύ τα ανεκτά όρια χρησιμοποιώντας εγκεκριμένα φάρμακα που τηρούν τις τοξικολογικές και οικοτοξιολογικές προϋποθέσεις ώστε να μην διαταραχθεί η περιβαλλοντική και τροφική λυσίδα.

Παράλληλα υπάρχουν και περιπτώσεις που η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται και για την προνυφοκτονία τόσο με την χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης

(IGRs) μέσω της μεταβολής των συγκεντρώσεων των ορμονών νεότητας και παραγωγής χιτίνης όσο και χρησιμοποιώντας διάφορα λάδια (Sun Oil) με σκοπό τον σχηματισμό λεπτής κρούστας στην επιφάνεια των υδάτων με αποτέλεσμα την ασφυξία των προνυμφών (Μελιφρονίδης, 2014)

Παρ' όλα αυτά οι αρνητικές επιπτώσεις και οι κίνδυνοι που μπορεί να προκληθούν από την χρήση χημικών ουσιών για την καταπολέμηση των εντόμων δύναται να περιοριστούν με την χρήση τους να γίνεται ύστερα από την εκπόνηση εξειδικευμένων μελετών που θα καθορίζουν την κατάλληλη εποχή επέμβασης ώστε να χρησιμοποιείται η ελάχιστη δυνατή ποσότητα με τον καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011).

1.10.4 Τεχνικές στείρωσης των φυσικών πληθυσμών κουνουπιών

Η καταπολέμηση φυσικού πληθυσμού με τεχνικές γενετικού ελέγχου θεωρήθηκε σαν μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην παγκόσμια υγεία που στόχευε στη μείωση σημαντικών ασθενειών επιβλαβών για την δημόσια υγεία (Varmus et al., 2003). Με τον όρο "γενετικός έλεγχος" γίνεται αναφορά σε τεχνολογίες και στρατηγικές ικανές για την αποτελεσματική αντιμετώπιση εντόμων που μεταδίδουν μολυσματικές ασθένειες με δύο από τις σημαντικότερες τεχνικές να είναι η τεχνική των στείρων εντόμων γνωστή και ως Sterile Insect Technique (SIT).

Sterile Insect Technique (SIT)

Η τεχνική των στείρων εντόμων (SIT) σε μια περιοχή στοχεύει στην εξάλειψη του πληθυσμού ενός είδους με την χρήση αρσενικών που συζευγνύονται με θηλυκά του φυσικού πληθυσμού. Τα στείρωμένα αρσενικά που έχουν υποστεί ακτινοβολία προέρχονται από μαζικές εκκτροφές σε ελεγχόμενες συνθήκες και η στείρωση προκύπτει είτε με την έκθεση σε ραδιενεργό ακτινοβολία είτε με γενετικούς μηχανισμούς.

Η πιθανή επιτυχία της τεχνικής των στείρων εντόμων SIT προϋποθέτει πως τα θηλυκά κουνούπια είμαι μονογονικά, και μετά τη σύζευξη τα αυγά που θα αποτεθούν θα είναι άγονα. Απαραίτητη προϋπόθεση επιτυχίας της τεχνικής αποτελεί η απελευθέρωση στείρων αρσενικών την κατάλληλη χρονική περίοδο ώστε να

μπορέσουν να ανταγωνιστούν τα άγρια αρσενικά και να συζευχθούν με τα θηλυκά του φυσικού πλθυσμού (Becker et al.,2010).

Η τεχνική των στειρωμένων εντόμων (SIT) έχει χρησιμοποιηθεί πρακτικά κατά των κουνουπιών και σε αρκετές περιπτώσεις (Benedict and Robinson 2003) και κάποιες φορές πειραματικά για να διαπιστωθεί και να αξιολογηθεί ο τρόπος δράσης της. Ιδανικός χρόνος εξαπόλυσης στείρων εντόμων ορίζεται η χρονική στιγμή που ο πληθυσμός των ιθαγενών βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο του, κάτι που μπορεί να επιτευχθεί με την πρότερη χρήση συμβατικών τρόπων αντιμετώπισης ώστε να συμπίσει η απελευθέρωση στείρων εντόμων με μία εποχική μείωση του πληθυσμού στο ύπαιθρο. Τα είδη στόχοι είναι μεταξύ των άλλων και το *Ae. Aegypti*, *Ae. albopictus*, *Cx. pippiens*, *Cx. tritaeniorhynchus*, *Cx. quinq.*

Ο όρος "γενετικός έλεγχος" συμπεριλαμβάνει ένα εύρος τεχνολογιών και στρατηγικών και ειδικά ο γενετικός έλεγχος των κουνουπιών για την αντιμετώπιση ασθενειών που μεταδίδονται μέσω αυτών μπορεί να διαχωριστεί σε δύο πεδία.

Το πρώτο πεδίο αναφέρεται στην εξαφάνιση ή στην μείωση του πληθυσμού ενός είδους με την χρήση γενετικώς τροποποιημένων αρσενικών που ζευγαρώνουν με ιθαγενή θηλυκά. Αυτή η τεχνική είναι γνωστή σαν Sterile Male Technique (SIT) και σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες μεθόδους δεν χρειάζεται στείρωση των αρσενικών.

Το δεύτερο πεδίο του γενετικού ελέγχου αναφέρεται στην εναλλαγή θέσεων των πληθυσμών. Η προοπτική είναι να αναγνωριστούν ή να δημιουργηθούν νέα είδη που δεν θα είναι ανθεκτικά στην πρόσληψη και μετάδοση κάποιων ασθενειών. Αυτό σημαίνει πως ο ιθαγενής πληθυσμός σταδιακά θα αντικατασταθεί με έναν πληθυσμό που θα είναι γενετικά τροποποιημένος και δεν θα μπορεί να διαδώσει την ασθένεια. Κάτι τέτοιο όμως δεν μπορούμε να το εντάξουμε σαν μία τεχνική SIT.

2. Τα κουνούπια ως διαβιβαστές ασθενειών

Είναι ευρέως γνωστό πως οι περισσότεροι θάνατοι παγκοσμίως σε σχέση με οποιονδήποτε άλλο ζωικό οργανισμό οφείλονται στα κουνούπια και αποκλειστικά στα θηλυκά αφού για την παραγωγή των αυγών τους χρειάζονται γεύμα με αίμα προκειμένου να γίνει η σύνθεση των απαραίτητων πρωτεϊνών. Ο εντοπισμός του ξενιστή μπορεί να γίνει από απόσταση μέχρι και 20 μέτρων από το ενήλικο θηλυκό και συμβαίνει εξαιτίας της ανταπόκρισής τους σε διάφορα ερεθίσματα όπως είναι οι φερομόνες, το CO₂, το γαλακτικού οξύ και η οκτενόλη και συμβαίνει μέσω της αναπνοής και του δέρματος. Αντιθέτως η διατροφή τόσο των ενηλίκων αρσενικών όσο και των θηλυκών σε περίοδο πέραν της αναπαραγωγής πραγματοποιείται με το νέκταρ των λουλουδιών και πιθανώς με άλλες ζαχαρούες ουσίες.

Το γεύμα που χρειάζονται τα ενήλικα θηλυκά κουνούπια πολλές φορές τυγχάνει και το βρίσκουν σε αποδημητικά πουλά που φέρουν ασθένειες. Βέβαια με τη λήψη ενός ιού ενεργοποιείται στο εσωτερικό του ατόμου μηχανισμός άμυνας και μέσω της πέψης γίνεται η διάσπασή του, όμως πολλές φορές κάτι τέτοιο δεν είναι απολύτως εφικτό. Συνεπώς το επόμενο τσίμπημα σε άνθρωπο, ζώο ή πτηνά αλλά και αμφίβια μπορεί να καταστεί υπαίτιο για την μετάδοση μολυσματικών ασθενειών όπως είναι ο Ιός του Δυτικού Νείλου, η Ελονοσία, ο Δάγκειος και ο Κίτρινος. Παράλληλα με τα κουνούπια γίνεται και η μετάδοση παθογόνων στα ζώα όπως οι φιλαριάσεις που αποτελούν θανατηφόρες ασθένειες για παράδειγμα για τα σκυλιά (www.keelpno.gr).

2.1 Ο Ιός του Δυτικού Νείλου

Ο ιός του Δυτικού Νείλου ταξινομείται σαν μέλος του γένους *Flavivirus* της οικογένειας *Flaviviridae*, η οποία περιλαμβάνει πάνω από 70 ιούς, με τους 40 από αυτούς να είναι ανθρώπινα παθογόνα (ιοί του δάγκειου πυρετού, τσιμπούρια του ιού της εγκαφαλίτιδος, ιός της ιαπωνικής εγκεφαλίτιδας, ιός του κίτρινου πυρετού) (Gubler et al., 2007). Ο ιός του Δυτικού Νείλου μεταφέρεται από το κουνούπι και μπορεί να προκαλέσει στους ανθρώπους αρκετά συμπτώματα: από μία ασυμπτωτική επιμόλυνση σε πολύ σοβαρή και ακόμη και θανατηφόρο εγκεφαλίτιδα (Sips et al., 2012).

Η "δεξαμενή" του ιού είναι τα άγρια και εγχώρια πτηνά. Η μετάδοση του γίνεται με τα κουνούπια του γένους *Culex* σε ξενιστές που δεν μπορούν να τον μεταδώσουν σε άλλους οργανισμούς (άνθρωπος, θαλάσσια όντα, άλλα θηλαστικά και σπονδυλωτά). Υπάρχουν λίγοι άνθρωποι στους οποίους μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ασθένειες, να επηρεάσει το κεντρικό νευρικό τους σύστημα (ΚΝΣ) και να προκαλέσει μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα και οξεία παράλυση. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων δεν παρουσιάζει καθόλου συμπτώματα ή κάποια συμπτώματα ήπιας γρίπης (Rossi et al., 2010).

Περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάσουν κάποια σοβαρή ασθένεια με θανατηφόρο αποτέλεσμα έχουν άνθρωποι που είναι άνω των 50 χρονών, με χαμηλό ανοσοποιητικό σύστημα και με άλλες σοβαρές χρόνιες παθήσεις (Guire, 2009). Ο ιός εντοπίστηκε το 1999 στις ΗΠΑ (Nash, 2001) και από τότε έχει εξαπλωθεί σε ολόκληρη τη χώρα μολύνοντας ανθρώπους, πουλιά και θαλάσσια όντα, ενώ στην Ευρώπη το πρώτο κρούσμα επιδημίας έλαβε χώρα στην Ρουμανία το 1996 με 393 άτομα για νοσηλεία στο νοσοκομείο και 17 θανάτους (Campbell et al., 2001, Ceianu et al., 2001). Ο Ιός εμφανίστηκε ξανά το 1999 στη Ρωσία με 318 άτομα να μολύνονται και 40 να βρίσκουν τον θάνατο (Platonov, 2007, Zeller, 2004). Μεταξύ του 1999 και του 2010 εντοπίστηκαν 928 περιπτώσεις ατόμων που ήταν θετικά στον Ιό στην περιοχή Volgograd (Ulbert, 2011). Το 1998 στην Ιταλία αλλά και στη νότια Γαλλία το 2008 παρουσιάστηκαν κρούσματα εγκεφαλίτιδας σε άλογα (Dauphin et al., 2007, Rossini et al., 2008), ενώ στο μεσοδιάστημα ο Ιός του Δυτικού Νείλου εντοπίστηκε σε άλογα, πουλιά και ανθρώπους στην Ισπανία (Boffil et al., 2006, Bernabeu-Wittel et al., 2007) και στην Πορτογαλία (Esteves et al., 2005, Barros et al., 2011) με μία κλινική περίπτωση στην Ισπανία το 2010 (Garcia-Boganegra, 2011). Τα τελευταία χρόνια από το 2010 και μετά εντοπίστηκαν κρούσματα στην Αυστρία (Sonnletner et al., 2012), στην Ολλανδία (Koppelman, 2006) και στα Βαλκάνια με τη μορφή επιδημίας και πιο συγκεκριμένα στις χώρες Ελλάδα, Ρουμανία, Κροατία, Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας, Κόσσοβο, Σερβία και Ιταλία και Ουγγαρία το 2012 (www.ecdc.europa.eu).

2.1.1 Ο κύκλος μετάδοσης του ιού του Δυτικού Νείλου και ο ρόλος των κουνουπιών

Κουνούπια του γένους *Culex* ευθύνονται συνήθως για τη μεταφορά του Ιού του Δυτικού Νείλου από τα πουλιά και πιθανώς από άλλους οργανισμούς στον άνθρωπο. Ο ιός μεταφέρεται μέσω των κουνουπιών από πουλιά σε δευτερογενείς ξενιστές όπως στους ανθρώπους, στα άλογα και σε άλλα ασπόνδυλα που δεν υποφέρουν από την γρίπη και αυτό συμβαίνει από κουνούπια με ανάμεικτες διατροφικές συνήθειες αφού ταιστούν σε μολυσμένα πουλιά, που χαρακτηρίζονται ως ξενιστές (Blitvich, 2008). Αυτοί οι δευτερογενείς ξενιστές είναι τυχαίοι και χρησιμεύουν ως αδιέξοδοι ξενιστές εφόσον η συγκέντρωση στο αίμα τους δεν είναι ικανή ώστε να επιμολύνει τα κουνούπια που τρέφονται από αυτούς.

Στους ξενιστές μεταφέρονται κατά την διαδικασία αρκετές βιοενεργές ουσίες που περιέχονται στην θηλυκή σιέλο όπως αναλγητικές ουσίες, αγγειοδιασταλτικές, αναστολείς πήξεως και τροποποιητές του ανοσοποιητικού συστήματος που διευκολύνουν τη συλλογή αίματος και διευκολύνουν την μόλυνση από τα κουνούπια (Ribeiro et al. 2004 , Ribeiro et al. 2003, Titus et al., 2006)

Ο τελικός προορισμός του ιού του Δυτικού Νείλου στο πεπτικό σύστημα του θηλυκού ενηλικού κουνουπιού μετά από ένα γεύμα αίματος, είναι οι σιελογόνες αδένες. Πριν να φτάσουν στις σιελογόνους αδένες οι λοιμογόννοι παράγοντες του, αντιμετωπίζουν ένα μεγάλο αριθμό δοκιμασιών που περιλαμβάνει το επιτυχές πέρασμα από την προβοσκίδα, τον οισοφάγο, το πρόσθιο μέσο έντερο, τη μόλυνση του οπίσθιου και μέσου εντέρου (Diamond et al., 2009, Kramer et al., 2003)

Τα θηλυκά κουνούπια μπορεί να μολυνθούν για όλη τους τη ζωή και συνεπώς να μεταφέρουν τον ιό σε πολλούς σπονδυλωτούς ξενιστές κατά την διάρκεια διαδοχικών γευμάτων αίματος με την προϋπόθεση να λάβουν αίμα που περιέχει τον ιό. Αρκετοί κύκλοι ανάπτυξης αυγών μπορεί να υπάρξουν κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής των θηλυκών κουνουπιών, με κάποια είδη να θέλουν πάνω από ένα γεύμα για κάθε κύκλο ζωής (Kramer et al., 2003). Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην αυξημένη μετάδοση του ιού του δυτικού Νείλου καθώς α) η επαφή των φορέων κουνουπιών με ενδεχόμενους ξενιστές αυξάνει και β) έχει διαπιστωθεί πως η διατροφή με αίμα

διευρύνει το προσδόκιμο ζωής και ευνοεί την γονιμότητα των θηλυκών (Kramer et al., 2003).

Παρόλο που ο ιός του Δυτικού Νείλου έχει ανιχνευτεί σε περισσότερα από 60 είδη κουνουπιών που ανήκουν στο λιγότερα σε 12 γένη: *Aedes*, *Aedemomyia*, *Anopheles*, *Coquilletidia*, *Culex*, *Culiseta*, *Deinoserites*, *Mansonia*, *Mimomyia*, *Orthpodomyia*, *Psorophora* και *Uranotaenia* μόνο τα είδη που ανήκουν στο γένος *Culex* θεωρείται πως είναι διαβιβαστές με μεγάλη πιθανότητα μετάδοσης του ιού (Zeller et al., 2004, Platonov et al., 2001, Blitvitch ,2008). Η ανίχνευση του ιικού RNA σε ένα κουνούπι δεν καθιστά απαραίτητως αυτό το είδος αποτελεσματικό ξενιστή (Diamond et al., 2009)

2.1.2 Κλινική πορεία του Ιού του Δυτικού Νείλου

Η περίοδος επώασης για τον ιό του δυτικού Νείλου είναι 2-15 ημέρες (Petersen et al., 2002). Σαν ποσοστό περίπου το 80% των περιστατικών είναι ασυμπτωματικά ενώ μόλις το 20% από αυτά θα εμφανίσουν ήπιο πυρετό, ημικρανίες, μυαλγίες και αρθραλγίες, ναυτία και πυρετό (Rossi et al., 2010) μαζί ή χωρίς εξανθήματα (Watson et al., 2004). Κυρίως στις νεότερες ηλικίες (Murray et al., 2011) συχνά έχουμε και την εμφάνιση λεμφαδενοπάθειας. Η ασθένεια διαρκεί λιγότερο από μία εβδομάδα αλλά πολλοί ασθενείς διαμαρτύρονται πως νιώθουν ατονία και δυσφορία κατά την διάρκεια της ανάρρωσης (Rossi et al., 2010).

Έρευνες έδειξαν πως η κούραση και η αδυναμία ορισμένων ατόμων διαρκεί ένα μήνα μετά την απομάκρυνση των συμπτωμάτων (Watson et al., 2004). Ασθενείς παρουσίασαν επίμονο πυρετό, δυσφορία και έχασαν ακόμη και βάρος (Anastasiadou et al., 2011). Περίπου το 1% των ασθενών παρουσίασαν προβλήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα, κυρίως στον εγκέφαλο και στον νωτιαίο μυελό. Οι περισσότερες από αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να ταξινομηθούν σε 3 σύνδρομα: Μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα και οξεία παράλυση, με τα χαρακτηριστικά από αυτά τα συμπτώματα να μπορεί να επικαλύπτονται στον ίδιο ασθενή (Kramer et al., 2007).

2.1.3 Θεραπεία του ιού του Δυτικού Νείλου

Τα άτομα που αντιμετωπίζουν τον ιό του Δυτικού Νείλου με ήπια συμπτώματα δεν χρειάζονται κάποια ειδική φροντίδα καθώς δεν υπάρχει και κάποια ειδική θεραπεία. Υποστηρικτική φροντίδα χρειάζεται στις σοβαρές περιπτώσεις με την νοσοκομειακή φροντίδα να είναι απαραίτητη ενώ μπορεί οι ασθενείς που βρίσκονται σε κρίσιμη κατάσταση να χρειάζονται μεταχείριση σε εντατική φροντίδα.

Οι περιπτώσεις της εγκεφαλίτιδας πρέπει να ελέγχονται για υψηλή εγκεφαλική πίεση ή επιληπτικές κρίσεις, ενώ στις περιπτώσεις που παρέχεται αναπνευστική βοήθεια πρέπει να δίνεται επιπλέον έμφαση (Hayes et al., 2005). Interon-a και ribavirin, συνήθως χρησιμοποιούνται για την θεραπεία ιικών μολύνσεων, έχουν δοκιμαστεί σαν θεραπείες του ιού του Δυτικού Νείλου αλλά μόνο σε in vitro καταστάσεις, δηλαδή σε συνθήκες εργαστηρίου καθώς δεν έχουν ακόμη ολοκληρωθεί οι κλινικές δοκιμές (Debiasi, 2011).

2.1.4 Ατομικά μέτρα προστασίας κατά του Ιού του Δυτικού Νείλου

Εφόσον για την ανθρώπινη προστασία από τον Ιό του Δυτικού Νείλου δεν υπάρχει διαθέσιμο φάρμακο θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας. Θα πρέπει λοιπόν να γίνει γνωστή στους κατοίκους κάθε περιοχής από τις αρμόδιες αρχές η βιολογία των πιο συχνά απαντώμενων ειδών κουνουπιών της περιοχής ώστε τις ώρες αιχμής της δραστηριότητάς τους είτε να χρησιμοποιούν εντομοαπωθητικά τα οποία μπορούν να τα εφαρμόζουν πάνω από τα ρούχα ή στα μη καλυμμένα μέρη του σώματος αλλά και να αποφεύγουν τις εξόδους τις συγκεκριμένες ώρες.

Προστατευτικός ρουχισμός (όπως μακρυά μανίκια, παντελόνια και κάλτσες) αν είναι δυνατόν είναι ακόμη ένα μέτρο κατά του τσιμπήματος από τα κουνούπια. Προστατευτικά σε παράθυρα και πόρτες αλλά και δίχτυα (κυρίως για τα μικρά παιδιά) πρέπει να χρησιμοποιούνται εντός των σπιτιών.

Ένα άλλο σημαντικό μέτρο είναι η μείωση της ποσότητας του στάσιμου νερού που υπάρχει στους κουβάδες και στα δοχεία. Παράλληλα καλό μέτρο είναι η αποφυγή διατήρησης σε κατοικημένη περιοχή λάστιχα από αυτοκίνητα, παράγοντα συλλογής νερού και συνεπώς ανάπτυξης εστιών κουνουπιών. Η χρήση κλιματιστικού και η ύπαρξη κρύου αέρα μπορεί να αποβεί προστατευτικό μέτρο από την παρουσία

κουνουπιών. Ένα ακόμη μέτρο θα μπορούσε να είναι η αποφυγή της επαφής με ζώα που είναι ασθενείς (CDC, 2002). Οι εργάτες σε εργαστήρια θα πρέπει να παίρνουν προφυλάξεις και να μην χρησιμοποιούν σε μεγάλο βαθμό τα αεροζόλ (Hartemink, 2007). Οι γυναίκες που είναι έγκυες θα πρέπει να υφίστανται συχνά διαγνωστικά τεστ και να παίρνουν τις κατάλληλες προφυλάξεις (CDC, 2002).

2.1.5 Επιδημιολογία του ιού του Δυτικού Νείλου παγκόσμια και ευρωπαϊκά

Ο ιός του Δυτικού Νείλου απομονώθηκε για πρώτη φορά από μία εμπύρετη γυναίκα το 1937 στην Ουγκάντα (Smithburn et al., 1940) ενώ ανάλογες απομονώσεις καταγράφησαν λίγα έτη αργότερα στην Αίγυπτο (Melnick et al., 1951) και μετά στην Αφρική, στην Ευρώπη και στην Ασία (Hubálek et al., 1999, Hayes, 2001).

Η πρώτη επίσημη αναφορά έγινε στο Ισραήλ το 1951 (Bernkopf et al., 1953) με 123 περιπτώσεις μη νευροεπεκτατικής ασθένειας. Νευροεπεκτατικές περιπτώσεις καταγράφησαν το 1957 και το 1962 (Bernkopf et al., 1953).

Από το 1957 που έχουμε τις πρώτες νευροεπεκτατικές περιπτώσεις παρατηρούμε ακόμη και θανάτους από τον ιό με τον πρώτο να καταγράφεται στην Γαλλία το 1964 ενώ η εξάπλωσή του είναι ραγδαία και περιλαμβάνει ηπείρους όπως η Νότιος Αφρική αλλά και χώρες όπως η Αλγερία, το Μαρόκο, η Τυνησία, η Ρωσία, το Ισραήλ, η Ουγγαρία και η Ιταλία (Marka et al., 2013).

Στην California μία δεκαετία πριν υπήρξαν 28 θάνατοι και 778 άτομα προσβλήθηκαν από τον ιό αριθμός που αποτελεί τον μεγαλύτερο μέχρι στιγμής.

Το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων καταγράφηκε στη Ρωσία το 1999 με το 21,8 % των θυμάτων να βρίσκει τραγική κατάληξη, με την Αλγερία το 1994 και την Ελλάδα το 2010 να ακολουθούν με ποσοστό 16% και 13,3% αντίστοιχα. Παράλληλα τον μεγαλύτερο αριθμό θανάτων σε απόλυτο αριθμό τον είχε το Ισραήλ το 2000 απარიθμώντας 42 άτομα.

Πίνακας 2. Επιδημιολογικά παγκόσμια δεδομένα του Ιού του Δυτικού Νείλου
(Marka et al., 2013)

Έτος	Χώρα/ Πολιτεία	Περιστατικά	Θάνατοι	Αναλογία %
1951	Ισραήλ	123	0	0
1962	Γαλλία	Αρκετές περιπτώσεις εγκεφαλίτιδας		
1964	Γαλλία	15	1	6
1974	Νότιος Αφρική	6		
1983-1984	Νότιος Αφρική	5		
1994	Αλγερία	50	8	16
1996	Μαρόκο	1	1	100
1996	Ρουμανία	393	17	4,3
1997	Τυνησία	173	8	4,6
1999	Ρωσσία	183	40	21,8
1999	Νέα Υόρκη	62	7	11,3
2000	Ισραήλ	428	42	9,8
2000-2001	Ρωσσία	120		
2002	Καναδάς	414		
2004	Καλιφόρνια	778	28	3,6

2008	Ουγγαρία	22		
2009	Ουγγαρία	9		
2008-2009	Ιταλία	26		
2010	Ελλάδα	262	35	13,3

Σύμφωνα με στοιχεία του Ευρωπαϊκού Κέντρου Ελέγχου και Πρόληψης Ασθενειών το 2010 ανιχνεύτηκαν πολλές περιπτώσεις ασθενών που ήταν φορείς του ιού του Δυτικού Νείλου σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες όπως στην Ελλάδα (73), στην Αυστρία, στην Ρουμανία, στην Ουγγαρία, στην Ιταλία, στην Ισπανία, στην Ρωσία και στην Τουρκία.

2.1.6 Επιδημιολογία του ιού του Δυτικού Νείλου στην Ελλάδα

Το 2010 έγινε διάγνωση 262 κρουσμάτων από τον ιό του Δυτικού Νείλου από τα οποία τα 197 που αντιστοιχούν στο 75% εκδήλωσαν συμπτώματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα (εγκεφαλίτιδα ή /και μηνιγγίτιδα ή και οξεία χαλαρή παράλυση) ενώ το 25% που αντιστοιχεί σε 65 άτομα παρουσίασε ήπια συμπτώματα του ιού (δηλαδή κυρίως εμπύρετο νόσημα). Πρέπει να σημειωθεί πως υπήρξαν και 35 θάνατοι και όλοι ήταν σε υπερήλικα άτομα τα οποία παρουσίαζαν και άλλα υποκείμενα νοσήματα.

Το 2011 είχαμε την διάγνωση 100 κρουσμάτων από τον ιό του δυτικού Νείλου από τα οποία ήπιες εκδηλώσεις (εμπύρετο νόσημα) είχαμε μόνο στα 25 ενώ τα υπόλοιπα 75 εμφάνισαν εκδηλώσεις από το κεντρικό νευρικό σύστημα (εγκεφαλίτιδα ή /και μηνιγγίτιδα ή και οξεία χαλαρή παράλυση). Από τα 75 άτομα που εμφάνισαν εκδηλώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα διακρίνουμε δύο περιστατικά με το πρώτο να αναφέρεται σε Γάλλο υπήκοο, του οποίου η διάγνωση έγινε στην Γαλλία αλλά η επώαση του ιού στην Ελλάδα και το δεύτερο να αναφέρεται σε ένα κρούσμα που εισήχθη από τον Αλβανία. Οι θάνατοι ήταν 9 και όλοι πάλι όπως και το 2010 σε υπερήλικα άτομα με υποκείμενα νοσήματα.

Το 2012 τα εγχώρια κρούσματα αυξάνονται σε 161 από τα οποία τα 109 εκδήλωσαν συμπτώματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα (εγκεφαλίτιδα ή /και μηνιγγίτιδα ή και οξεία χαλαρή παράλυση) ενώ σε 52 είχαμε ήπιες εκδηλώσεις (εμπύρετο νόσημα). Οι θάνατοι ανήλθαν στους 18 σε άτομα με ηλικία άνω των 70 ετών και με υποκείμενα νοσήματα.

Το 2013 έγινε διάγνωση του ιού σε 86 εγχώρια κρούσματα από τα οποία τα 51 παρουσίασαν εκδηλώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα (εγκεφαλίτιδα ή /και μηνιγγίτιδα ή και οξεία χαλαρή παράλυση) και στα υπόλοιπα 35 είχαμε πιο ήπιες εκδηλώσεις (εμπύρετο νόσημα). Οι θάνατοι που καταγράφηκαν το 2013 ήταν 11 από τους οποίους οι 10 αποδόθηκαν στον ιό και στην προσβολή του κεντρικού νευρικού συστήματος και μόλις ο ένας σε άλλο συνυπάρχον πρόβλημα υγείας. (www.keelpno.gr)

2.2 Ελονοσία

Η ελονοσία (malaria) μεταδίδεται μέσω του δήγματος (τσιμπήματος) μολυσμένου Ανωφελούς και πρόκειται για λοιμώδη νόσο που προκαλείται από παράσιτα του γένους *Plasmodium*.

Τα γνωστά είδη πλασμοδίων που προσβάλλουν τον άνθρωπο είναι τα: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae* και *Plasmodium knowlesi*. Η θεραπεία της ελονοσίας μπορεί να γίνει με την χρήση ειδικών κατηγοριών ανθελνοσιακών φαρμάκων. Τα συμπτώματα είναι το έντονο παροξυσμικό ρίγος, ο υψηλός πυρετός, η εφίδρωση, η αδιαθεσία, η κεφαλαλγία και οι μυαλγίες. Η εμφάνιση των συμπτωμάτων γίνεται μία με τέσσερις εβδομάδες μετά τη μόλυνση και είναι πολύ συχνό το φαινόμενο των υποτροπών (έως και πέντε χρόνια μετά) σε μόλυνση από το *Plasmodium vivax*.

Η ελονοσία είναι μία νόσος που ενδημεί στην υποσαχάρια Αφρική και σε αρκετές χώρες της Ασίας, όμως έχει εντοπιστεί και σε άλλες πολλές χώρες. Η εκρίζωσή της ελονοσίας από την Ελλάδα έγινε το 1974 μετά από εντατικό πρόγραμμα καταπολέμησης (1946-1960). Η καταγραφή των κρουσμάτων στην Ελλάδα μέχρι το 2008 ανέρχονταν περίπου στα 20-50 άτομα περίπου εισαγόμενων περιπτώσεων (www.keelpno.gr).

Οι πυλώνες της Δημόσιας υγείας για την αντιμετώπιση της ελονοσίας και αποφυγή μετάδοσης της ασθένειας είναι η έγκαιρη ανίχνευση και θεραπεία των περιστατικών ελονοσίας σε συνδυασμό με την έγκαιρη εφαρμογή κατάλληλων ολοκληρωμένων προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών.

Πιο συγκεκριμένα οι δράσεις για την αντιμετώπιση της ελονοσίας μπορεί να είναι:

- 1) Έγκαιρη ανίχνευση και επιδημιολογική επιτήρηση κρουσμάτων.
- 2) Ενεργητική αναζήτηση κρουσμάτων στον γενικό πληθυσμό και σε μετανάστες.
- 3)Μαζικός έλεγχος μεταναστών.
- 4) Χρήση γεωγραφικού συστήματος GIS.
- 5) Χορήγηση ανθελνοσιακής αγωγής σε μετανάστες από ενδημικές χώρες.
- 6) Ενίσχυση της εργαστηριακής διάγνωσης της ελονοσίας.
- 7) Συστηματοποίηση θεραπείας.
- 8) Ενημέρωση -ευαισθητοποίηση κλινικών και εργαστηριακών χώρων.
- 9) Ενημέρωση κοινού.
- 10) Δράσεις για τα προγράμματα καταπολέμησης κουνουπιών - εντομολογική επιτήρηση.
- 11)Επικοινωνία με φορείς δημόσιας υγείας του εξωτερικού.

2.2.1 Επιδημιολογία της Ελονοσίας παγκόσμια και ευρωπαϊκά

Η ελονοσία αποτελεί απειλή εκατομμυρία ζωές και για αυτόν τον λόγο από το 2000 ο παγκόσμιος οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) έλαβε μέτρα ώστε να μειωθεί η θνησιμότητα από την νόσο κατά 42% παγκοσμίως και κατά 49% στην Αφρική.

Παρά όμως τα ληφθέντα μέτρα σύμφωνα με εκτιμήσεις του Π.Ο.Υ περίπου ο μισός πληθυσμός της γης (3,4 δισεκατομμύρια άνθρωποι) βρίσκονται σε κίνδυνο να νοσήσουν απ ' την ελονοσία ενώ στην Αφρική πεθαίνει ένα παιδί κάθε λεπτό και περισσότεροι από 600.000 άνθρωποι κάθε έτος.

Η ελονοσία εξαπλώνεται σε 104 περιοχές/χώρες (Π.Ο.Υ, 2013) από τις οποίες οι 97 έχουν συνεχιζόμενη μετάδοση του ιού. Στις υπόλοιπες 7 όπως η υποσαχάρια Αφρική, η Κεντρική και Νότια Αμερική, η Ασία, η Μέση Ανατολή, η Ανατολική Ευρώπη και ο Νότιος Ειρηνικός ο ιός βρίσκεται σε φάση επανεισαγωγής (<http://www.keelpno.gr>).

Όπως φίνεται στον Πίνακα η Αφρική έχει μακράν τους περισσότερους θανάτους ανά ήπειρο με 596.000 με την ΝΑ Ασία να την ακολουθεί με 38.000 ενώ στην Αμερική και στην Ευρώπη τα νούμερα είναι σχεδόν μηδενικά. Οι παραπάνω αριθμοί αντανakλούν τα μέτρα προστασίας και υγιεινής που τειρούνται σε κάθε χώρα. Αξιοσημείωτο είναι το ότι στην Αφρική το 91% των θυμάτων της ελονοσίας είναι παιδιά κάτω των 5 ετών ενώ σε παγκόσμια κλίμακα αυτή η κατηγορία κυμαίνεται στο 86%.

Πίνακας 3. Εκτιμώμενοι θάνατοι από Ελονοσία

Εκτιμώμενοι θάνατοι		
Περιοχή	Εκτίμηση	%<5 ετών
Αφρική	596.000	91%
Αμερική	1.000	29%
Ανατολική Μεσόγειος	15.000	60%
Ευρώπη	0	4%
ΝΑ Ασία	38.000	91%
Δυτικός Ειρηνικός Ωκεανός	5.000	61%
Παγκοσμίως	655.000	86%
(Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας)		

Το **Διάγραμμα 1** δείχνει τα κρούσματα ελονοσίας στην Ευρωπαϊκή Επικράτεια για 15 έτη. Την πενταετία από το 1995 μέχρι και το 2000 υπήρξε μία ανοδική πορεία των εισαγόμενων κρουσμάτων στην Ευρώπη, ενώ από το 2000 και μετά εξαιτίας των μέτρων πρόληψης που πάρθηκαν από τις αρμόδιες αρχές μέχρι και το 2011 η πορεία των εισαγόμενων κρουσμάτων είναι καθοδική με αποτέλεσμα τα κρούσματα το 2011 να είναι 2,5 φορές μικρότερα σε σχέση με εκείνα το 1995 (CISID/WHO).



Διάγραμμα 1. Παρουσίαση της πορείας των εισαγόμενων κρουσμάτων ελονοσίας στην Ευρωπαϊκή Επικράτεια τα έτη 1995-2011

2.2.2 Επιδημιολογία της Ελονοσίας στην Ελλάδα

Το 2009 είχαμε 51 κρούσματα ελονοσίας από τα οποία τα 44 ήταν εισαγόμενα και τα υπόλοιπα επτά χωρίς να υπάρχει ιστορικό μετακίνησης σε ενδημικές για την ελονοσία περιοχές. Από αυτά τα 6 ήταν κρούσματα που οφείλονταν στο *P. vivax* στον Δήμο Ευρώτα Λακωνίας και 1 στην Περιφερειακή Ενότητα (ΠΕ) Ανατολικής Αττικής.

Το 2010 είχαμε 7 κρούσματα λιγότερα σε σχέση με το 2009, δηλαδή είχαμε 44 κρούσματα με τα 40 να είναι εισαγόμενα και τέσσερα χωρίς να υπάρχει ιστορικό μετακίνησης σε ενδημικές για την ελονοσία περιοχές με 1 κρούσμα που οφείλονταν στο *P. vivax* στην Δήμο Ευρώτα Λακωνίας, 2 στην Π.Ε. Βοιωτίας και 1 κρούσμα στην Π.Ε. Ανατολικής Αττικής.

Το 2011 έγινε η καταγραφή 96 κρουσμάτων και πιο συγκεκριμένα τα 54 ήταν εισαγόμενα και τα 42 σε ασθενείς χωρίς ιστορικό μετακίνησης σε περιοχές ενδημικές για ελονοσία. Σημειώνεται πως οι 34 από τους ασθενείς ήταν ελληνικής εθνικότητας και οκτώ ήταν αλλοδαποί από μη ενδημικές χώρες. Καταγράφηκαν 36 κρούσματα *P. vivax* με ενδείξεις εγχώριας μετάδοσης στην Δήμο Ευρώτα Λακωνίας και άλλα 6 τυχαία κρούσματα *P. vivax* χωρίς αναφερόμενο ιστορικό ταξιδιού σε ενδημικές χώρες στις Περιφερειακές Ενότητες της Λάρισας, Εύβοιας, Ανατολικής Αττικής και Βοιωτίας.

Το 2012 σημειώθηκαν 93 κρουσμάτα από τα οποία τα 73 ήταν εισαγόμενα και 20 χωρίς να υπάρχει ιστορικό μετακίνησης σε ενδημικές περιοχές για ελονοσία στα οποία μάλιστα διαπιστώθηκε το πλασμώδιο *P. vivax*. Από αυτά τα κρούσματα είχαμε 14 ελληνικής εθνικότητας και 6 ήταν αλλοδαπής αλλά από ενδημικές περιοχές. Από τα κρούσματα που παρατηρήθηκαν 20 ήταν με ενδείξεις εγχώρια μετάδοσης και πιο συγκεκριμένα σε δέκα από τους ασθενείς ο πιθανός τόπος έκθεσης ήταν ο δήμος Ευρώτα Λακωνίας, δύο ήταν στο δήμο Αβδήρων Ξάνθης, ένα στον δήμο Τανάγρας Βοιωτίας, ένα η περιοχή της λίμνης Παραλίμνη κοντά στον οικισμό Μουρίκι της Π.Ε. Βοιωτίας και για δύο κρούσματα ο πιθανός τόπος έκθεσης ήταν ο δήμος Σοφάδων Καρδίτσας.

Το 2013 σημειώθηκαν 68 κρούσματα λιγότερα σε σχέση με το 2012 , δηλαδή φτάνουμε στα 25 κρούσματα με 22 από αυτά να είναι εισαγόμενα (13 μετανάστες από ενδημική χώρα ελονοσίας και 9 ταξιδιώτες σε ενδημική χώρα ελονοσίας). Το πλασμώδιο *P. falciparum* βρέθηκε σε 5 μετανάστες από ενδημική χώρα και 7 ταξιδιώτες ενώ το *P. vivax* σε 7 μετανάστες από ενδημική χώρα και σε 2 ταξιδιώτες και το *P. ovale* βρέθηκε σε έναν μετανάστη από ενδημική χώρα. Τέλος, για 3 κρούσματα ελονοσίας *P. vivax* ελληνικής εθνικότητας υπάρχουν ενδείξεις εγχώριας μετάδοσης με πιθανό τόπο έκθεσης για 2 κρούσματα στον Δήμο Αλεξανδρούπολης Π.Ε. Έβρου και για ένα κρούσμα στον Δήμο Σοφάδων Καρδίτσας. Τα κρούσματα είχαν έναρξη συμπτωμάτων τις εβδομάδες 23-29/9/2013, 21-27/10/2013 και 28/10-3/11/2013 (www.keppno.gr).

2.3 Δάγκειος πυρετός

Από το 1925 μέχρι το 1928 ήταν το τελευταίο ξέσπασμα δάγκειου πυρετού που διαπιστώθηκε στην Ελλάδα (Becker et al., 2010). Τον Σεπτέμβριο του 2012 υπήρχε μία υποψία για ένα περιστατικό αλλά ύστερα από σχετική έρευνα δεν υπήρξε επιβεβαίωση.

Στη συγκεκριμένη ασθένεια η κατάσταση είναι σχετικά ελεγχόμενη καθώς τα τελευταία χρόνια δεν διαπιστώθηκε έξαρση της ασθένειας, χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν πρέπει να διατηρηθεί η ισχύουσα επαγρύπνηση σχετικά με την διαχείριση του πληθυσμού των ενηλίκων ατόμων κουνουπιών με κύριο φορέα να αποτελεί το κουνούπι του γένους *Aedes* και ειδικότερα τα είδη *Ae. aegypti* και *Ae. albopictus*.

2.4 Διροφιλαρίαση

Έχουν παρουσιαστεί στην χώρα μας περιπτώσεις έλμινθου παρασιτισμού σε σκυλιά. Είναι μία ασθένεια που μεταδίδεται όπως και οι υπόλοιπες, δηλαδή με το τσίμπημα ανθρώπου από κουνούπι (Gong et al., 2011).

Η έλμινθος *Dirofilaria repens* δημιουργεί υποδόρια οζίδια στο μέρος που γίνεται το τσίμπημα και μπορεί να μεταδοθεί από όλα τα γνωστά είδη κουνουπιών όπως είναι τα *Anopheles* spp., *Culex* spp. και *Aedes* spp.

3 Παγίδευση κουνουπιών

3.1 Συγκρίσεις παγίδων και ελκυστικών

3.1.1 Παγκόσμια-Ευρώπη

Συγκρίσεις παγίδων και φυσικών πληθυσμών κουνουπιών

Απαραίτητο όπλο για την αποτελεσματική καταπολέμηση των κουνουπιών αποτελεί η χρήση παγίδων και ελκυστικών ικανά να φέρουν αποτελέσματα που αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα ώστε να παρθούν οι κατάλληλες αποφάσεις. Για αυτόν το λόγο διεξάγονται πειράματα ανά τον κόσμο με σκοπό να διαγνωστεί ο βαθμός αποτελεσματικότητας των παγίδων ή των ελκυστικών που διατίθενται στην αγορά τόσο για το πλήθος όσο και την φαινολογία των κουνουπιών ώστε να γίνεται πιο εύκολο αλλά και πιο αποδοτικό το έργο των εφαρμοστών προγραμμάτων κωνωποκτονίας. Ανάλογα πειράματα έχουν ιδιαίτερη σημασία την Ελλάδα αφού αποτελεί μία μεσογειακή χώρα με επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας ιδανικά για την ανάπτυξη φυσικών πληθυσμών κουνουπιών.

Πείραμα διεξήχθη στην Δημοκρατία της Κορέας και είχε ως σκοπό τη σύγκριση παγίδων με διαφορετικά ελκυστικά όπως φως, CO₂ και οκτανόλη. Πιο συγκεκριμένα σχετικά με την αποτελεσματικότητα ελκυστικών βάση των συλλήψεων ενηλίκων ατόμων κουνουπιών παρατηρήθηκε πως: Οκτανόλη >= παγίδα Shannon >= Mosquito Magnet με οκτανόλη >= American Biophysics Corporation (ABC) φωτεινή παγίδα με φως και CO₂ >= ABC φωτεινή παγίδα μόνο με φως, CO₂ (500 ml/min) και οκτανόλη >= ABC φωτεινή παγίδα με φως και ξηρό πάγο >= ABC φωτεινή παγίδα με φως και CO₂ >= ABC φωτεινή παγίδα μόνο με φως. Σε ταυτόχρονο πείραμα βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στις συλλήψεις σε κάθε παγίδα όπου οι συλλήψεις ακολουθούσαν την εξής αριθμητική πορεία : Mosquito Magnet με οκτανόλη > New Jersey φωτεινή παγίδα >=EPAR Mosquito Killer με CO₂ >= ABC φωτεινή παγίδα με φως και ξηρό πάγο >Centers for Disease Control (CDC) φωτεινή παγίδα με φως και οκτανόλη. Παράλληλα βρέθηκαν αρκετά διαφορετικά είδη κουνουπιών όπως : *Aedes vexans*, *Anopheles sinensis*, *An. yatsushiroensis*, *An. lesteri*, *Culex pipiens* και *Culex orientalis*. Οι παγίδες με οκτανόλη δεν έπιασαν κανεναν *Cx. orientalis* και έπιασαν

σημαντικά λιγότερα *Culex pipiens* σε σχέση με αυτές που δεν περιείχαν οκτανόλη. Συμπερασματικά φάνηκε πως πιάστηκαν σαφώς μεγαλύτεροι αριθμοί κουνουπιών με τις παγίδες που χρησιμοποιούν counterflow τεχνολογία (Mosquito Magnet Trap και CFG παγίδες) (Douglas A. et al. , 2001).

Μια άλλη μελέτη διεξήχθη στις ΗΠΑ στα βορειοκεντρικά προάστια της Φλώριντα με έξι διαφορετικούς τύπους παγίδων για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας στο κουνούπι *Aedes Albopictus*. Η επιλογή των παγίδων περιελάμβανε δύο εμπορικές παγίδες προπανίου (Mosquito Magnet Professional trap και Mosquito Magnet Liberty trap), δύο παγίδες εξειδικευμένες στα *Aedes* (Fay-Prince Omnidirectional trap και Wilton trap), μία πειραματική παγίδα (Mosquito Magnet-X trap) και ένα τυπικό σύστημα διαχείρισης πληθυσμού κουνουπιών με παγίδα CDC mini light trap που χρησιμοποιήθηκε σαν παγίδα δείκτης. Οι παγίδες που δεν παρήγαγαν με κάποιον τρόπο CO₂ εξοπλίστηκαν με φιάλη σε σταθερή ροή στα 500 ml/min. Στις παγίδες που σχεδιάστηκαν για την χρησιμοποίηση χημικών προσελκυστικών (Mosquito magnet traps) τοποθετήθηκε δόλωμα Lurex TM (L-λακτικό οξύ) και οκτανόλη (1-οκτεν-3-όλη) που αποτελούν γνωστά εμπορικά ελκυστικά του *Ae. Albopictus*. Πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις με τις συλλήψεις να φτάνουν τις 37, 237 άτομα κουνουπιών από τα οποία τα 5, 280 ήταν *Ae. albopictus*. Τα περισσότερα άτομα έπιασαν οι εμπορικές και οι πειραματικές παγίδες με 4244 άτομα στα 5280 και με ποσοστό 80,3% σε σχέση με τις CDC light traps και τις εξειδικευμένες στα *Aedes*. Συνολικά πιάστηκαν 27 είδη κουνουπιών από τα οποία τα εννιά ήταν σε μεγάλους αριθμούς με το *Aedes Albopictus* να είναι το δεύτερο πιο συχνά παγιδευόμενο κουνούπι. Τα αποτελέσματα των ερευνών έδειξαν πως οι εμπορικές παγίδες που συνοδεύονται από προπάνιο θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις CDC mini light traps σχετικά με το σύστημα παγίδευσης και ελέγχου του *Aedes Albopictus* (Hoel et al., 2009)

Στην κατεύθυνση της αποτελεσματικότητας των παγίδων κινήθηκε και το επόμενο πείραμα που διεξήχθη και αυτό στις ΗΠΑ. Έγινε σύγκριση της αποτελεσματικότητας της CDC miniature light trap με προσελκυστικό το CO₂ σε σχέση με φωτεινές παγίδες που τοποθετήθηκαν στο έδαφος, με παγίδες εδάφους, αλλά και με παγίδες που τοποθετήθηκαν στο έδαφος και συλλαμβάνουν κουνούπια από το επίπεδο του γρασιδιού που είναι μολυσμένα με κάποιο ιό (gravid traps) με σκοπό τη συλλογή

Culex pipiens, *Culex restuans*, *Culex salinarius*. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 12 διαφορετικές περιοχές του Connecticut τα έτη 2004 και 2005. Από τα αποτελέσματα προκύπτει πως η χρήση CO₂ σε παγίδα μαζί με φωτεινό προσελκυστικό τοποθετούμενα σε δέντρο για την διέγερση και την παγίδευση *Cx. pipiens* και συνεπώς την ανίχνευση του ιού του Δυτικού Νείλου αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα από τις φωτεινές παγίδες που τοποθετούνταν στο έδαφος. Τα δεδομένα απομόνωσης του ιού από τα *Cx. pipiens* στις gravid traps συγκρίθηκαν τόσο χρονικά όσο και χωροταξικά με τα αποτελέσματα που προήλθαν από τις παγίδες που κρέμονταν από τα δέντρα και υπήρξε διαφορά στη συχνότητα εμφάνισης του ιού με τις gravid traps να μην εμφανίζουν τόσο συχνά άτομα μολυσμένα με τον ιό. Τα ευρήματα έδειξαν πως η φωτεινή παγίδα που κρέμεται από δέντρο σε συνδυασμό με την χρήση του CO₂ σαν ελκυστικό παρείχε πιο σταθερά αποτελέσματα (Andreadis et al., 2007).

Σαν μέρος του προγράμματος κατά του ιού του δυτικού Νείλου για την Πολιτεία του New Mexico επιλέχθηκαν 13 μέρη μέσα στο οποία βρίσκονταν και ο ποταμός Rio Grande το καλοκαίρι του 2003. Οι τρεις μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το CO₂ σε μορφή ξηρού πάγου με την παγίδα CDC light trap σε ύψος 1,5 μέτρο από το έδαφος, η ίδια παγίδα κρεμώμενη από δέντρο σε περιοχή με φυσική βλάστηση και μία gravid trap στο έδαφος. Οι τοποθεσίες που επιλέχθηκαν ήταν 13 και το χρονικό διάστημα δειγματοληψίας ορίστηκε στις 101 νύχτες από τον Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο. Τα *Culex tarsalis* ήταν αυτά που πιάστηκαν περισσότερο από την παγίδα CDC mini light trap όπου και αν αυτή βρίσκονταν. Τα *Culex salinarius* βρέθηκαν στις gravid ή στις CDC mini light traps αλλά μόνο εκεί που υπήρχαν ελώδη νερά. Τα *Culex quinquefasciatus* κυρίως βρίσκονταν στις gravid traps σε αστικές περιοχές. Τα *Aedes vexans* εμφανίζονταν κυρίως στις παγίδες CDC σε πλυμυρισμένες περιοχές και περιοχές με φυσικό τοπίο. Με εξαίρεση το *Cx. quinquefasciatus* όλα τα άλλα είδη πιάνονταν στην κλασσική CDC light trap (Dimenna et al., 2006).

Σε έρευνα που διεξήχθη χρησιμοποιώντας την παγίδα Bg-Sentinel με προσελκυστικό το CO₂ είχαν σαν αποτέλεσμα τη σύλληψη του *Anopheles albimanus* στο Straint Kitts της Caribbean (Muhammend & Smith, 2011) καθώς και ενήλικα άτομα του είδους *Mansonia flaveola* στην State of Rondonia, Brazil (Gama et al., 2012).

Σε επόμενη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Βιρτζίνια από τους Meeraus et al (2008) χρησιμοποιώντας τον ίδιο τύπο παγίδας διαπιστώθηκε πως πιάστηκαν τουλάχιστον 10 είδη από τα γένη *Culex*, *Aedes*, *Ochlerotatus* και *Anopheles*.

Χρησιμοποιώντας την BG-Sentinel με προσελκυστικό το BG- Lure έγινε η πρώτη καταγραφή του *Ae.albopictus* στο Torres Strait στην Αυστραλία (Richie et al., 2006) και στην Gabon (Kruger & Hagen 2007). Στα French Polynesian Islands του Moorea και της Tahiti οι Marie et Bossin (2013) κατέγραψαν πρώτοι ενήλικα άτομα ενός νέου κουνουπιού στον κόσμο του *Wyeomyia michellii* χρησιμοποιώντας την BG-Sentinel trap καθώς και αναρροφητήρες πλάτης.

Επίσης παρατηρήθηκε πως δεν υπήρξε σύλληψη κουνουπιών "εισβολέων" στο Darwin με την τοποθέτηση EVS traps σε αντίθεση με τα επικίνδυνα σημεία ελέγχου στην Αυστραλία που υπήρξαν συλλήψεις εξωτικών ειδών *Aedes* (Whelan et al., 2011).

Και άλλα είδη ενήλικων ατόμων κουνουπιών πιάστηκαν χωρίς την χρήση CO₂ συμπεριλαμβανομένου του *Culex quinquefasciatus* και του *Ae. mediovittatus* (Little 2011).

Ύστερα από έρευνα που διεξήχθη στο Oregon οι Irish et al. (2008) έπιασαν τουλάχιστον δέκα διαφορετικά είδη *Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Ochlerotatus* και *Anopheles* με τις συλλήψεις της BG-Sentinel να είναι ποσοτικά περισσότερες σε σχέση με τις EVS traps.

Σύμφωνα με έρευνες που διεξήχθησαν βρέθηκε πως οι συλλήψεις της παγίδας BG-Sentinel σε *Ae. aegypti* που αποτελεί φορέα κυρίως του κίτρινου και του δάγγειου πυρετού (Krocket et al., 2006, Williams et al., 2006, 2007) και σε *Ae. albopictus* (Ασιατικού κουνουπιού τίγρης) (Meeraus et al., 2008, Kruger & Hagen, 2007, Farajollahi et al., 2009, Pages et al., 2009) είναι μεγαλύτερες σε σχέση με την CDC mini light trap τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους χρησιμοποιώντας το προσελκυστικό BG-Lure. Παράλληλα εξαιρετικά είναι και τα αποτελέσματα της παγίδας και για το *Aedes polynesiensis* (Schmaedick et al., 2008).

Συγκρίσεις ελκυστικών κουνουπιών

Πείραμα διεξήχθη με σκοπό την αξιολόγηση της παγίδας BG-Sentinel με και χωρίς CO₂ σε 15 περιοχές της πόλης Manaus στην Βραζιλία όπου τέσσερις παγίδες λειτουργούσαν για 24 ώρες, δύο από αυτές με την χρήση σαν ελκυστικού του CO₂ και δύο χωρίς. Ένα σημαντικός αριθμός παγίδων (32%-79%) έδειξε πως ανταποκρίθηκε θετικά στα θηλυκά *Ae. aegypti* όταν η παγίδα χρησιμοποιούνταν με την χρήση του CO₂. Παράλληλα, ο ίδιος τύπος παγίδας φανέρωσε πως οι συλλήψεις θηλυκών *Culex* spp. ήταν έξι φορές περισσότερες όταν χρησιμοποιούνταν με CO₂ απ' ό τι όταν χρησιμοποιούνταν χωρίς το CO₂. Συνεπώς η έρευνα έδειξε πως το CO₂ αυξάνει σημαντικότερα την δράση της αποτελεσματικότητας της BG-Sentinel για τη σύλληψη *Culex* spp. στο Manaus, ενώ όσο αφορά τα *Ae. aegypti* πάλι η αναλογία συλλήψεων της παγίδας αυξήθηκε όταν προστέθηκε σαν προσελκυστικό το CO₂ (Mignote F. de Azara T. et al., 2013)

Στην Αυστραλία έγινε έρευνα στο νοτιοανατολικό Queensland σχετικά με την αποτελεσματικότητα των EVS παγίδων ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την αναλογία των κουνουπιών που μπορούν να πιάσουν σε τρία επίπεδα - δοσολογίες οκτανόλης (0,1, 4,5 και 30 mg/h) σε συνδυασμό με σταθερή αναλογία CO₂ και με την παρουσία ή όχι φωτός από λαμπτήρα. Στον συνδυασμό οκτανόλης με CO₂ οι συλλήψεις του *Aedes vigilax* αυξάνονταν σημαντικά ασχέτως με τις δοσολογίες της οκτανόλης, κάτι που δεν ίσχυσε με την προσθήκη φωτός. Επιπλέον, η αναλογία της οκτανόλης στα 4,5 και 30 mg/h έδωσε μία σημαντική αύξηση στον αριθμό των *Aedes Vigilax* σχετική με εκείνη του συνδυασμού CO₂ και φωτεινή πηγή. Αντιθέτως, οι συλλήψεις του *Culex annulirostris* και του *Culex sitiens* δεν αυξήθηκαν σημαντικά είτε από την προσθήκη φωτός ή οκτανόλης και στα τρία επίπεδα δοσολογίας. Τα λιγότερα *Culex sitiens* παγιδεύτηκαν με την ελευθέρωση οκτανόλης στα 4,5 mg/h σε σχέση με την λειτουργία του CO₂ μόνου του (Van Essen P.H. et al., 1994)

Στην Φλόριντα των ΗΠΑ έγινε προσπάθεια να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των ελκυστικών. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των ελκυστικών Bg-Lure, Nonανάλης και Οκτενόλης σαν ελκυστικά ενηλίκων ατόμων. Τοποθετήθηκε η παγίδα Mosquito Magnet -X με

διαφορετικούς συνδυασμούς δολώματος όπως BG-Lure, νονανάλη, 1-οκτελ-3-όλη και CO₂ και αξιολογήθηκαν σε θηλυκά *Aedes albopictus* και *Culex quinquefasciatus* που αναθράφηκαν στο εργαστήριο. Στην απουσία του CO₂ στις παγίδες τοποθετήθηκε BG-Lure που αποτελείται από αμμωνία, κορποϊκό και γαλακτικό οξύ και συλλέχθηκε ο ίδιος αριθμός κουνουπιών όπως όταν είχε τοποθετηθεί μόνο CO₂. Αντιθέτως όταν τοποθετήθηκε στην παγίδα μόνο νονανόλη ή μόνο οκτανόλη με ή χωρίς το BG-Lure ή συνδυασμός αυτών χωρίς την παρουσία CO₂ τότε οι συλλήψεις ήταν σαφώς ποσοτικά μικρότερες σε σχέση εκείνες της παρουσίας του CO₂. Παράλληλα όταν είχαμε συνδυασμό αυτών των χημικών ουσιών με το CO₂ πιάστηκε ο ίδιος αριθμός ατόμων κουνουπιών αλλά και ο ίδιος αριθμό ειδών συσχετιζόμενα τα νούμερα με την δειγματοληπτική έρευνα του CO₂ μόνου του. Αξιοσημείωτο μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός πως σε μία περίπτωση που χρησιμοποιήθηκαν μαζί το BG-Lure, η οκτενόλη, και το CO₂ ο αριθμός συλλήψεως των *Aedes Albopictus* ήταν τέσσερις φορές μικρότερος σε σχέση με εκείνον όταν τοποθετήθηκε μόνο του το CO₂ και αυτό συνέβη χωρίς προφανή αιτία (Cilek J.E. et al, 2011)

Σε επόμενο πείραμα ελκυστικών ενήλικων ατόμων κουνουπιών διαπιστώθηκε πως η προσθήκη CO₂ αυξάνει την ευαισθησία για *Ae. albopictus* και *Ae. aegypti*, έτσι δηλαδή όπως χρησιμοποιήθηκε από την Australian Quarantine Inpection Service στο Darwin από το 2009/10 μέχρι τα μέσα του 2011 με την αναλογία των δειγμάτων στο λιμάνι του Darwin να είναι 1 προς 4 (Nguyen et al., 2010, Whelan et al., 2011)

Τρία χρόνια δειγματοληψιών (2007-2009) ενήλικων κουνουπιών πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της Vojvodina (Σερβία) χρησιμοποιώντας παγίδες που περιέχουν σαν ελκυστικό CO₂ σε μορφή ξηρού πάγου με σκοπό να γίνει γνωστή η σύνθεση του πληθυσμού των κουνουπιών , η εποχική δραστηριότητα αλλά και να επιτευχθεί η πρόληψη από μολυσματικές ασθένειες. Ο αριθμός των κουνουπιών που παγιδεύτηκε ήταν 58,247 και ανήκουν σε είκοσι διαφορετικά γένη όπως αυτά των *Anopheles* Meigen, *Aedes* Meigen, *Culex* L, *Culiseta* Felt και *Mansonia* Blanchard. Τα επτά πιο κοινά είδη που πιάστηκαν είναι τα *Culex pipiens* L. complex σε ποσοστό 35,6 %, τα *Aedes vexans* (Meigen) με 33,4 %, τα *Aedes sticticus* Meigen με 15,2 %, τα *Anopheles maculipennis* Meigen complex με 4%, τα *Mansonia richiardii* με 3,8 %, α *Aedes cinereus* Meigen με 3,6 % και τα *Aedes pulchritarsis* με 3%. Η εποχική πληθυσμιακή δυναμική διαφέρει μεταξύ των χρόνων και μεταξύ των διαφόρων ειδών

σε σχέση με διάφορους παράγοντες του περιβάλλοντος όπως είναι η υγρασία, η θερμοκρασία, η κατακρίμνηση καθώς και το είδος του περιβάλλοντος δηλαδή αν είναι αστικό, αγροτικό, δασικό και κυρίως αν επηρεάζονταν από τη στάθμη του νερού των ποταμών Sava και Tisa (Vujić et al., 2010).

Στον μεσογειακό υγρότοπο έγινε σύγκριση της BG- Sentinel και της CDC με ελκυστικό δόλωμα CO₂ με σκοπό την προσέλκυση θηλυκών κουνουπιών που ψάχνουν ξενιστές για ένα γεύμα. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως η BG-Sentinel παγίδα που χρησιμοποιώντας CO₂ και προσελκυστικά είναι εξίσου αποτελεσματική με την CDC mini light trap χρησιμοποιώντας CO₂ για κουνούπια του γένους *Culex*, και *Ochlerotatus caspius*. Επίσης υψηλή αποτελεσματικότητα παρατηρείται και για τη σύλληψη κουνουπιών *Anopheles atroparvus* θηλυκών με ή χωρίς την χρήση CO₂. Η παγίδα CDC-CO₂ αποτελεί την λιγότερο αποτελεσματική μέθοδο σύλληψης κουνουπιών που επρόκειτο να τραφούν προκειμένου να ωοτοκήσουν. Η παγίδα BG-Sentinel με CO₂ και προσελκυστικά είναι σημαντικά πιο καλή στη σύλληψη κουνουπιών που έχουν τραφεί σε θηλαστικά από την BG-Sentinel και την CDC-CO₂ χωρίς να υπάρχει κάποιο προσελκυστικό για τις περιπτώσεις των ειδών *An. atroparvus* και *Culex theieri* (Roiz, 2012).

Στο βορειοανατολικό μέρος της Ιταλίας και πιο συγκεκριμένα στο Veneto το 2009 και στο Friuli Venezia Giulia από το 2011 τοποθετήθηκε σύστημα παρακολούθησης κουνουπιών με την χρήση παγίδων CDC light traps και CO₂. Ανά δεκαπενθήμερο από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο πιάστηκαν 356,926 κουνούπια από τα οποία το 86% ήταν *Culex pipiens* με τον ιό του δυτικού Νείλου να ανιχνεύεται σε 29 pools από *Culex pipiens* (10 το 2010, 6 το 2011 και 13 το 2012) (Savini et al., 2012, Savini et al., 2013).

Στην Ισπανία και πιο συγκεκριμένα στα λιμάνια και στα αεροδρόμια της χώρας δημιουργήθηκε σύστημα διαχείρισης του πληθυσμού κουνουπιών και συντονίστηκε από το πανεπιστήμιο της Σαραγόσα. Το πρωτόκολλο ανέφερε την ύπαρξη παγίδων με την χρήση CO₂ (CDC και BG sentinel). Σαν αποτέλεσμα ήταν να συλληφθούν πάνω από 218,507 ενήλικα άτομα κουνουπιών με θετικά στον ιό να ανιχνεύονται το 2006 *Cx pipiens* και *Cx perexiguus* το 2008 (Vasquez et al., 2008-2009).

Στην Ελβετία το 2011/2012 ένας συνολικός αριθμός 16,982 *Culex* κουνουπιών κυρίως *Cx pipiens*, 4597 *Ae. vexans*, 3938 *Ae Albopictus* καθώς και σημαντικός αριθμός από άλλα είδη κουνουπιών παγιδεύτηκαν στην επαρχία του Ticino και της Geneva. Στο Ticino τα κουνούπια πιάστηκαν κατά την διάρκεια τη νύχτας χρησιμοποιώντας gravid traps σε 42 διαφορετικές τοποθεσίες που αντιπροσωπεύουν 6 διαφορετικές περιοχές τόσο αστικές όσο και μη αστικές. *Ae vexans* παγιδεύτηκαν σε 6 τοποθεσίες κυρίως σε μη αστικές περιοχές χρησιμοποιώντας τις CDC mini light traps, και *Ae. Albopictus* παγιδεύτηκαν σε 60 τοποθεσίες σε 4 αστικές περιοχές χρησιμοποιώντας είτε μηχανή καθαρισμού (σκούπα) είτε με το χέρι. Έγινε RNA απόσπαση με PCR και διαπιστώθηκε πως υπήρχε ιός του δυτικού Νείλου στα δείγματα *Culex* και *Aedes* (Gäumann, 2010).

Το κουνούπι εισβολέας για την Ευρώπη που είναι το *Ae. japonicus* είχε περισσότερες συλλήψεις με την BG-Sentinel σε σχέση με την CDC trap ή με την CMT-20 trap (και οι δύο τύποι παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν με την χρήση CO₂). Το ίδιο είδος πιάστηκε και στην Γερμανία από τον Werner et al. (2012) χρησιμοποιώντας την BG-Sentinel με CO₂.

Στη Φλόριντα ο Obenauer et al (2009) έπιασαν το λιγότερο δέκα είδη από έξι γένη κουνουπιών (*Culex*, *Aedes*, *Coquilleltidia*, *Psorophora*, *Toxorhynchites* και *Anopheles*). Η BG-Sentinel υπερσκέλιζε σε αποτελεσματικότητα τις δύο άλλες παγίδες της έρευνας, την (MM-X και την Fay-Prince trap) στο είδος *Ae. triseriatus*, ένα πιθανός κουνουπιού που κάλλιστα θα μπορούσε να χαρακτηριστεί στην Ευρώπη και σαν εισβολέας, καθώς και σε άλλα τρία είδη.

Στην Ιταλία χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικών ειδών παγίδες και μέθοδοι προκειμένου να συλλεχθούν τα δείγματα κουνουπιών. Χρησιμοποιήθηκαν παγίδες του τύπου CDC mini light traps προσθέτοντας CO₂ και τίθεντο σε λειτουργία από το σούρουπο μέχρι το ξημέρωμα. Η τοποθέτησή τους ήταν 1,5 μέτρο πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και δούλευαν για δύο συνεχόμενες βραδιές ενώ η BG-sentinel καθώς και οι Gravid traps τοποθετούνταν στο έδαφος σε προστατευμένο χώρο από τις επιθέσεις ζώων και δούλευαν για 48 ώρες με σκοπό να πιάσουν τα ημερήσια θηλυκά που ανήκουν στο γένος *Culex pipiens*. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκε παγίδευση με αέρα προκειμένου να συλλεχθούν κουνούπια που βρίσκονταν σε μέρη ξεκούρασης

και ήταν προφυλαγμένα (τοίχοι ή καταφύγια ζώων) καθώς και για τη συλλογή προνυμφών για να βελτιωθεί το αποτέλεσμα της παρακολούθησης του υπάρχοντος πληθυσμού. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια των ετών 2008-2012 σε μηνιαία βάση και από Μάρτη μέχρι Οκτώβρη σε μέρη που βρίσκονταν σε ζώνες ελέγχου του πληθυσμού. Τα κουνούπια αναγνωρίστηκαν και έγιναν δοκιμές για την ύπαρξη του ιού του δυτικού Νείλου. Σύμφωνα με τον Serevini et al. 2009 στις μέρες μας στην Ιταλία υπάρχουν 8 γένη κουνουπιών με 64 είδη ενώ στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε παγιδεύτηκαν 78,558 ενήλικα άτομα που ανήκαν σε 33 είδη εφτά γένη με τα *Cx. pipiens* και τα *Oc. caspius* να αποτελούν τα είδη με την μεγαλύτερη αφθονία κατά απόλυτο αριθμό (Papa et al., 2011). Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 5,184 δειγματοληψίες για τον ιό του δυτικού Νείλου ο οποίος ανιχνεύτηκε σε 10 pools στα οποία υπήρχαν θηλυκά *Culex pipiens*, *Ochlerotatus caspius*, *Culex modestus*.

Σε διάφορες περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης χρησιμοποιήθηκαν διάφορων ειδών παγίδες προκειμένου να μετρηθεί η αποτελεσματικότητά τους στην διαχείριση της πληθυσμιακής δυναμικής των κουνουπιών ώστε τα προγράμματα κουνουποκτονίας να τίθενται σε σωστές βάσεις. Συνεπώς για την σύγκριση των παγίδων χρησιμοποιήθηκαν τεσσάρων ειδών διαφορετικές παγίδες που είναι η Biogent Sentinel Trap (BG trap), η Heavy Duty Encephalitis Vector Mosquito trap (MM trap), η Centers for Disease Control miniature light trap (CDC trap) και η Mosquito Magnet Patriot Mosquito trap (MM trap). Κατά την διάρκεια των ετών 2012 και 2013 διεξήχθησαν περισσότερες από εβδομήντα εικοσιτετράωρες συγκρίσεις παγίδων στην νότια βόρεια Γερμανία σε αστικούς και δασώδεις βιότοπους αλλά και σε βιότοπους που πλημμυρίζουν συχνά. Κατά την εικοσιτετράωρη περίοδο συλλήψεων η παγίδα BG έπιασε τα περισσότερα διαφορετικά είδη κουνουπιών, τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων του γένους *Culex* και του γένους *Ochlerotatus cantans*, *Aedes cinereus/geminus*, *Oc. communis* και *Culex pipiens/torrentium*. Η CDC trap είχε την καλύτερη επίδοση για *Aedes vexans*, ενώ η MM trap ήταν πιο αποτελεσματική για κουνούπια του γένους *Anopheles* και του είδους *Oc. geniculatus*. Η EVS trap δεν ξεπέρασε σε απόλυτο αριθμό σε συλλήψεις τις άλλες παγίδες σε κάποιο συγκεκριμένο είδος κουνουπιού. Παράλληλα η BG trap έπιασε τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων ενήλικων κουνουπιών ανά περίοδο παγίδευσης τόσο στο αστικό

περιβάλλον όσο και στο δασώδες, ενώ η CDC trap έπιασε τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων σε περιβάλλον με υγρασία. Επιπροσθέτως η BG trap ήταν η πιο αποτελεσματική για τον αριθμό των ειδών κουνουπιών σε αστικές περιοχές. Συνεπώς μπορεί επιγραμματικά να σημειωθεί πως η BG trap έδειξε καλύτερη ή όμοια αποτελεσματικότητα συγκρινόμενη με τις CDC, EVS και MM trap σε σχέση με την αποτελεσματικότητα στις συλλήψεις σχετικά με τα πιο κοινά εμφανίζοντα είδη κουνουπιών στην Γερμανία, συμπεριλαμβανομένου της ποικιλομορφίας των ειδών κουνουπιού και του αριθμού των συλλήψεων ανά περίοδο παγίδευσης και αυτό φανερώνει πως πιθανώς είναι η καλύτερη λύση για γενικά προγράμματα επαγρύπνησης και ελέγχου ενήλικων κουνουπιών στην κεντρική Ευρώπη (Lühken et al., 2014).

Ένα παρόμοιο δίκτυο παγίδων χρησιμοποιήθηκε και σε ένα άλλο πρόγραμμα το 2012 προσθέτοντας και την τοποθέτηση παγίδων ωστοκίας που δεν έδωσαν κάποιο σημαντικό αποτέλεσμα, με τα δείγματα να συλλέγονται ανά δεκαπέντε ημέρες και με την χρήση CO₂ να γίνεται 24 ώρες πριν την συλλογή των παγίδων. Με την ανίχνευση ειδών εισβολέων προστέθηκαν BG-Sentinel traps με την χρήση CO₂ και με τη συλλογή των δειγμάτων ανά εβδομάδα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να συλληφθούν δεκατρία θηλυκά και ένα αρσενικό *Ae. albopictus* σε τρεις περιοχές της νότιας Γερμανίας δείχνοντας μία σταδιακή εισαγωγή των ειδών στην χώρα (Becker et al., 2012).

Συγκρίσεις ελκυστικών κουνουπιών

Έρευνες διεξήχθησαν στην κοιλάδα του ποταμού Ρήνου ώστε να διαπιστωθούν πώς ανταποκρίνονται τα κουνούπια στην παγίδα CDC όταν σαν προσελκυστικό τοποθετείται CO₂, οκτανόλη, φωτεινή πηγή ή συνδυασμός αυτών. Ανάμεσα στα οχτώ είδη κουνουπιών που πιάστηκαν η προσελκυστικότητα των παγίδων μελετήθηκε ανάμεσα στα τέσσερα είδη που βρίσκονταν στην μεγαλύτερη αναλογία στο δείγμα: *Aedes vexans*, *Aedes rossius*, *Aedes cinereus* και *Culex pipiens*. Οι παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν μόνο με φωτεινή πηγή ή οκτανόλη περιορίστηκαν σε λίγες συλλήψεις ενήλικων ατόμων κουνουπιών, ενώ μεγάλα ήταν τα δείγματα των παγίδων με προσελκυστικά το CO₂ μόνο του ή σε συνδυασμό με οποιοδήποτε από τα άλλα προσελκυστικά. Οι παγίδες με CO₂ με ή χωρίς φωτεινή πηγή έπιασαν τα περισσότερα

Aedes. Ο συνδυασμός CO₂ και οκτανόλης προσέλκυσε κυρίως *Cx. pipiens*, αλλά αυτή η συνεργία δεν είχε αποτελέσματα. Χρησιμοποιώντας ένα χάμστερ σε κλουβί ώστε να αντιπαρατεθεί με το CO₂ σαν ελκυστικό σε μία CDC light trap αποκλειστικά για πειραματικούς σκοπούς, το χάμστερ προσέλκυσε λιγότερα κουνούπια σε σχέση με το CO₂ σε αναλογία 225 g/h εκπομπής οσμής τις πρώτες δύο ημέρες, ενώ την τρίτη και την τέταρτη ημέρα η μυρωδιά του κλουβιού του ποντικιού έγινε σημαντικά πιο ελκυστική σε σχέση με το CO₂ για όλα τα είδη κουνουπιών (Becker N. et al., 1995).

Οι Schmied et al (2008) χρησιμοποίησαν φθαρμένες κάλτσες για να συλλάβουν το *Anopheles gambiae* και οι Scholte et al. (2012) αιχμαλώτισε το κουνούπι εισβολέας *Aedes atropalpus* στην Ολλανδία χωρίς την χρήση CO₂.

Ο Werner et al. (2012) έπιασαν ενήλικα *Ae. albopictus*, *Ae. japonicus* και *Culiseta longiareolata* στην Γερμανία καθώς και στο ίδιο πρόγραμμα ελέγχου και διαχείρισης πληθυσμού κουνουπιών αποδόθηκε και η σύλληψη του *Anopheles daciae* για την Γερμανία το 2011 (Kronefeld et al. 2012). Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα οι παγίδες (τοποθετήθηκε προσελκυστικό BG-Lure) λειτουργούσαν μόνιμα με τις συλλήψεις να μαζεύονται κάθε επτά ημέρες και CO₂ τοποθετούνταν στην παγίδα για 24 ώρες πριν τη συλλογή της παγίδας.

3.1.2 Ελλάδα

Συγκρίσεις παγίδων και φυσικών πληθυσμών κουνουπιών

Το 2010 και πιο συγκεκριμένα κατά τον μήνα Αύγουστο (9-31) τοποθετήθηκαν παγίδες σε περιοχές των περιφερειών της Ημαθίας, του Κιλκίς, της Πέλλας, της Πιερίας και της Θεσσαλονίκης με σκοπό να μελετηθεί το ποσοστό προσβολής των κουνουπιών από τον ιό του δυτικού Νείλου. Ο τύπος παγίδας που χρησιμοποιήθηκε ήταν παγίδες που σαν προσελκυστικό είχαν το CO₂ και συνολικά πραγματοποιήθηκε η σύλληψη 3524 ενήλικων ατόμων κουνουπιών από τα οποία τα 3232 ανήκαν στο γένος *Culex* spp., τα 226 στο γένος *Aedes* spp., και τα 66 στο γένος *Anopheles* spp. (Papa et al., 2011)

Στην Ελλάδα έχουμε αναφορές συστηματική τοποθέτηση και χρήση παγίδων καθώς και ανάλυση των αποτελεσμάτων τους πραγματοποιήθηκαν το 2012 και πιο

συγκεκριμένα την χρονική περίοδο από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο. Συνολικά τοποθετήθηκαν 280 παγίδες σύλληψης ενηλίκων κουνουπιών και παράλληλα έγινε και χρήση του GIS για την αποτύπωσή τους. Οι παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν του τύπου ξηρού πάγου CO₂, CO₂ (φιάλη) και φωτός. Από την ανάλυση των δεδομένων που μας έδωσαν οι παγίδες εξήχθησαν πληροφορίες που οδήγησαν σε συμπεράσματα. Πιο συγκεκριμένα υπήρξαν συλλήψεις του γένους *Aedes* σε όλες σχεδόν τις περιοχές που έγινε η δειγματοληψία ενώ και η παρουσία του γένους *Anopheles* ήταν αξιοσημείωτη. Φαίνεται τα *Culex* και *Aedes* να διαγράφουν αντίθετη πορεία σχετικά με την πληθυσμιακή τους μεταβολή και πιο συγκεκριμένα κατά τους μήνες Μάιο και από Οκτώβρη (έναρξη ψυχρής περιόδου) και μετά έχουμε άνοδο της πληθυσμιακής πυκνότητας των *Aedes* που κυριαρχούν στην Αν.Μακεδονία-Θράκη αλλά και την Ήπειρο ενώ τα *Culex* που παρουσιάζουν εξαιρετικά υψηλούς πληθυσμούς στην Μακεδονία φτάνουν στο μέγιστό τους κατά τους θερινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, προφανώς εξαιτίας των ορυζώνων που υπάρχουν και των στάσιμων νερών της περιοχής κάτι που ισχύει και για τα άτομα του γένους των *Anopheles*. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στην Νέα Αγχίαλο Μαγνησίας με σκοπό την πληθυσμιακή δυναμική ανήλικων προνυμφών κουνουπιών από τις 20/2/2012 μέχρι τις 1/3/2012 και παρατηρήθηκε πως όλες προέρχονταν από είδη του γένους *Aedes* εξηγώντας με τον καλύτερο τρόπο την δραστηριότητά τους.

Μία ακόμη μελέτη δυναμικής μεταβολής πληθυσμών με την χρήση διαφόρων τρόπων δειγματοληψίας πραγματοποιήθηκε το 2012-2013 στην περιοχή του Δήμου Ευρώτα και στην περιοχή του Μαραθώνα- Σχοινιά της Ανατολικής Αττικής. Αφού έγινε καταγραφή των πιθανών εστιών ανάπτυξης πληθυσμού κουνουπιών τοποθετήθηκαν τόσο παγίδες παρακολούθησης όσο και πραγματοποιήθηκαν συλλήψεις αναπαυόντων ενηλίκων ή κουνουπιών που βρήκαν καταφύγιο σε απόκρυφα μέρη. Παράλληλα πραγματοποιήθηκε συλλογή ενηλίκων κουνουπιών από τα σημεία ανάπαυσης ή προφύλαξης με ειδική αναρροφητική συσκευή (aspirator) ή με μηχανικό αναρροφητήρα (WHO, 1992a) και τα χρονικά διαστήματα αυτών των συλλήψεων ήταν το απόγευμα λίγο πριν το σούρουπο ή νωρίς το πρωί (Lowe and Bailey 1979, Service, 1993). Η τρίτη μέθοδος ήταν εκείνη του "ανθρώπινου δολώματος" και ο παρατηρητής συνέλεγε με την βοήθεια αναρροφητήρα όλα τα κουνούπια που προσγειώνονταν στις παλάμες του. Η τέταρτη και τελευταία μέθοδος

που χρησιμοποιήθηκε ήταν εκείνη με παγίδες ενηλίκων κουνουπιών με ή χωρίς κάποιο προσελκυστικό (CO₂, οκτανόλη, φωτεινή πηγή) ή συνδυασμός αυτών (www.malwest.gr). Πρέπει να τονιστεί πως παρατηρήθηκε πως ειδικά για τα ανωφελή συνηθισμένες μέθοδοι επιτήρησης είναι η χρήση παγίδων τύπου CDC και οι συλλήψεις σε άνθρωπο κάτι που επισημάνθηκε και σε έρευνα στην Γαλλική Γουιάνα που η σύλληψη ανωφελών σε ανθρώπου ήταν πιο αποτελεσματική από ότι σε παγίδες Mosquito Magnet και CDC-φωτός (Dusfour et al., 2010). Στα αποτελέσματα εμφανίστηκε και ποσοτικά στις εστίες δειγματοληψίας η ύπαρξη προνυμφών κουνουπιών ήδη από τα μέσα Μαρτίου, είτε κοινών είτε ανωφελών, αποτελέσματα που ταυτοποιήθηκαν και με τις συλλήψεις ενηλίκων ατόμων που πραγματοποιήθηκαν.

Από την ευρύτερη περιοχή της λίμνης Κάρλας προέρχεται η επόμενη έρευνα που πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα Ιούνιος-τέλη Νοέμβρη για τα έτη 2012 και 2013 με τις παρακολουθήσεις να πραγματοποιούνται ανά 15 ημέρες για 12 ώρες. Τοποθετήθηκαν παγίδες σε αστικές, περιαστικές και αγροτικές περιοχές τοποθετώντας παγίδες του τύπου triple trap. Κατά το καλοκαίρι του έτους 2012 το σύνολο των κουνουπιών σε ποσοτικό επίπεδο ήταν 1110 άτομα με το μεγαλύτερο μέρος από αυτά ύστερα από μορφολογική αναγνώριση που πραγματοποιήθηκε να ανήκει στο γένος *Culex* και με τις συλλήψεις να παρουσιάζουν μία σχετική άνοδο τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο. Δραστηριότητα υπήρξε και τους φθινοπωρινούς μήνες μέχρι τον Νοέμβριο ενώ το μέγιστο των συλλήψεων πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Ιούλιο.

Παράλληλα το 2013 ο συνολικός αριθμός των κουνουπιών περιορίστηκε στα 1034 με την μόνη διαφορά από τις παρατηρήσεις που έγιναν την προηγούμενη χρονιά να έγκειται στο γεγονός πως το μέγιστο των συλλήψεων πραγματοποιήθηκε κατά τον μήνα Ιούνιο και όχι κατά τον μήνα Ιούλιο που έγινε την προηγούμενη χρονιά στις ίδιες περιοχές. Συνεπώς καταδεικνύεται πως αυτό το γεγονός πρωτεύοντα ρόλο είχαν οι κλιματολογικές συνθήκες του έτους.

3.2 Σκοπός της παρούσας διατριβής

Όπως προκύπτει από όλα όσα αναφέρονται παραπάνω τα κουνουπια αποτελούν μία σημαντική ομάδα ατόμων καθώς μπορεί να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, στην ποιότητα της ζωής του αλλά και στην δημόσια υγεία.

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτού του εντόμου - εχθρού λαμβάνονται μέτρα προστασίας που τις περισσότερες φορές ξεκινούν και τελειώνουν σε ένα πρόγραμμα κωνοποκτονίας χωρίς να έχει γίνει συντονισμένη επιστημονική μελέτη σχετικά με τον τρόπο δράσης ώστε να πετυχαίνεται το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος.

Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να επιτευχθεί μόνο αν ήταν γνωστά τα είδη κουνουπιών κάθε περιοχής και η δυναμική της πληθυσμιακής μεταβολής των κουνουπιών στο ανήλικο (εστίες ανατροφής και αναπαραγωγής) και ενήλικο στάδιο χρονικά και χωρικά. Γνωρίζοντας όλες αυτές τις πληροφορίες θα μπορούσε να υπάρξει αποτελεσματική αντιμετώπιση με το μικρότερο δυνατό οικονομικό κόστος αλλά και το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με την χρήση παγίδων ενηλίκων οι οποίες μπορούν να συλλέγουν δεδομένα για τις πληθυσμιακές μεταβολές των κουνουπιών με σκοπό τη λήψη των κατάλληλων αποφάσεων αντιμετώπισης. Οι παγίδες πρέπει να δίνουν έγκυρα στοιχεία σχετικά με την πυκνότητα των πληθυσμών όσο και με τη σύνθεσή του.

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα 4 διαφορετικών τύπων παγίδων ενηλίκων ατόμων κουνουπιών σε αστικές περιοχές του δήμου Λαρισαίων. Επίσης μελετήθηκε η εποχική εξέλιξη των πληθυσμών των σημαντικότερων ειδών και οι μεταβολές στην ποικιλότητα των συλληφθέντων κουνουπιών. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν από τα προγράμματα κωνοποκτονίας που πραγματοποιούνται στην περιοχή της Θεσσαλίας.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Υλικά και Μέθοδοι

1.Περιοχή μελέτης

1.1 Περιγραφή περιοχής μελέτης

Για την διεξαγωγή του πειράματος επιλέχθηκαν τέσσερις περιοχές στις οποίες τοποθετήθηκαν τέσσερα διαφορετικά είδη παγίδων. Οι περιοχές αυτές είναι το Αβέρωφ, οι Αμπελόκηποι, το Λειβαδάκι που βρίσκονται περιφερειακά της πόλης αλλά και στο κέντρο της. Για την επιλογή των σημείων δειγματοληψίας κύριος γνώμονας ήταν η ορθότερη δειγματοληψία βάση του αναγλύφου των περιοχών αλλά και της πληθυσμιακής τους πυκνότητας.

Αβέρωφ

Πρόκειται για μία μεγάλη σε έκταση περιοχή που βρίσκεται στο άκρο της πόλης και πιο συγκεκριμένα ανάμεσα από την περιφερειακή οδό Τρικάλων, στον κόμβο της Βιοκαρπét και της Περιφερειακής Επαρχιακής οδού (ΠΕΟ) Λάρισας -Αθηνών και κύριο χαρακτηριστικό της περιοχής να είναι η έντονη πληθυσμιακή αύξηση τα τελευταία έτη (για περιγραφή βλέπε Παράρτημα). Ωστόσο λόγω της έκτασης της περιοχής είναι ακόμη σχετικώς αραιοκατοικημένη συνοικία, κάτι που σημαίνει πως ανάμεσα στα σπίτια υπάρχουν κενά οικοπέδα με χόρτα, πάρκα, γήπεδα ποδοσφαίρου αλλά και συντριβάνια που μπορούν να θεωρηθούν εστίες αναπαραγωγής κουνουπιών.

Εκτός από αυτό το γεγονός η συγκεκριμένη περιοχή βρίσκεται περιφερειακά της πόλης σε μία από της εισόδους της και σε κοντινή απόσταση υπάρχουν σχολεία και υπηρεσίες του δήμου και της περιφέρειας.

Λειβαδάκι

Το Λειβαδάκι μπορεί να είναι μία παλιά συνοικία όμως τα τελευταία χρόνια όπως και το Αβέρωφ έχει συζητηθεί έντονα η πληθυσμιακή του αύξηση. Γεωγραφικά τοποθετείται ανάμεσα των Οδών Ιωαννίνων, Καρδίτσης και Περιφερειακής οδού Τρικάλων (για περιγραφή βλέπε Παράρτημα). Στη συγκεκριμένη συνοικία βρίσκονται σχολεία δημοτικά, γυμνάσια, λύκεια, τα ΑΤΕΙ της πόλης αλλά και το πανεπιστημιακό νοσοκομείο.

Αμπελόκηποι

Η συνοικία των Αμπελόκηπων βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο της πόλης με απόλυτο υψόμετρο 72 έναντι 84 του κέντρου, 83 του Λειβαδακίου και 79 του Αβέρωφ. Ακόμη και αν θεωρηθεί πως δεν κατακρατούνται νερά λόγω του συστήματος υδρορροής της πόλης, κάτι που πρακτικά είναι αδύνατον να γίνει αφού υπάρχει κλίση προς εκείνη την περιοχή, είναι παραπάνω από σίγουρο πως η υγρασία είναι σαφώς μεγαλύτερη έναντι των υπολοίπων περιοχών, στοιχείο που αποτελεί σημαντικό παράγοντα ύπαρξης εστιών αναπαραγωγής κουνουπιών .

Αυτό ενισχύεται και από το γεγονός πως στη μία του την πλευρά γειτνιάζει με τον Πηνειό ποταμό (για περιγραφή βλέπε Παράρτημα).

Κέντρο

Σχετικά με το κέντρο της πόλης ίσως αποτελεί το μέρος με την μεγαλύτερη επικινδυνότητα και μέρος που θα έπρεπε να δοθεί η μεγαλύτερη έμφαση για την καταπολέμηση των κουνουπιών. Εκεί μένει και εργάζεται το μεγαλύτερο μέρος των ανθρώπων που κατοικούν στην πόλη της Λάρισας (για περιγραφή βλέπε Παράρτημα). Παράλληλα στο πλαίσιο του καλλωπισμού του κέντρου της πόλης τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί πλατείες με συντριβάνια αλλά και χώροι πρασίνου που αποτελούν εστίες ανάπτυξης πληθυσμών κουνουπιών. Στις συνοικίες Αβέρωφ, Λειβαδάκι και Αμπελόκηποι επειδή πρόκειται για αναπτυσσόμενες περιοχές με αρκετό ελεύθερο χώρο υπάρχουν κενά οικοπέδα ανάμεσα στα σπίτια με χόρτα αλλά και πολλές πλατείες με χώρους πρασίνου, πάρκα, συντριβάνια, γήπεδα ποδοσφαίρου αλλά και μονοκατοικίες με κήπο και συνεπώς στάσιμα νερά. Όλοι αυτοί οι παράγοντες είναι καθοριστικοί στο να αναπτυχθούν εστίες κουνουπιών και να επιλεγεί ως τόπος τοποθέτησης δικτύου παγίδων.

Πίνακας 4. Περιοχές στις οποίες τοποθετήθηκαν παγίδες για την παρακολούθηση του πληθυσμού κουνουπιών και την ακριβή γεωγραφική θέση κάθε παγίδας.

Περιοχή	Διεύθυνση	Συντεταγμένες (x,y)	Τύπος παγίδας
Αβέρωφ	Θεοφράστου 1	364471.290 m , 4385464. 729 m	Heavy Duty EVS CO ² Mosquito Trap
	Θεοφράστου 1	364554.223 m, 4385479, 580 m	Mosquito Triple trap
	Φαράλων 148	365146.106 m, 4385640.958 m	BG Sentinel TM Trap
	Φαράλων 148	364949.213 m, 4385718.412m	CDC Miniature light Trap
Κέντρο	Ηπείρου 16	363373.671 m., 4388053.171 m.	CDC Miniature light Trap
	Μπουκουβάλα 6-10	3639907.417m.,4388119.821 m.	Mosquito Triple trap
	Γρηγορίου Ε' 24-26	363959.025 m., 4387912.095 m.	BG Sentinel TM Trap
	Οικονόμου εξ' οικονόμου 39	364325.927 m.,4388026.091 m.	Heavy Duty EVS CO ²
Αμπελόκηποι	Γρηγοροπούλου 11	364324.413 m.,4389275.047m.	Heavy Duty EVS CO ² Mosquito Trap
	Διστόμου 15	364201.907m, 4389397.162 m	CDC Miniature light Trap
	Ρόδου 31	364004.509 m., 4389416.862 m	Mosquito Triple trap
	Βησσαρίωνος 65-67	363877.216 m., 4389276.226 m	BG Sentinel TM Trap
Λειβαδάκι	Κουντουριώτου 18	361911.092 m, 4387153.105 m.	Mosquito Triple trap
	Γεωργάκη Ολύμπιου 16	361722.604 m., 4387094.904 m	CDC Miniature light Trap

Κωνσταντινουπόλεως 10	361845.889m, 4386758.084 m	Heavy Duty EVS CO ² Mosquito Trap
Ραφήνας 10	361960.492 m., 4386822.066 m	BG Sentinel TM Trap

1.2 Καταπολέμηση κουνουπιών στον Δήμο Λαρισαίων

Όπως σε ολόκληρη την επικράτεια της Ελλάδος έτσι και στον Δήμο Λαρισαίων πραγματοποιείται τα τελευταία χρόνια πρόγραμμα κωνοποκτονίας με απότερο σκοπό την αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτού του σημαίνοντα εχθρού για την δημόσια υγεία. Για το έτος 2014 πραγματοποιήθηκαν 13 εφαρμογές εντομοκτόνων σκευασμάτων με την πρώτη να πραγματοποιείται στις 30/4/2014 και την τελευταία στις 5/9/2014.

Πιο συγκεκριμένα εφαρμογές των εντομοκτόνων που πραγματοποιήθηκαν είχαν ως σκοπό την καταπολέμηση των ανηλίκων κουνουπιών και πραγματοποιήθηκαν στις όχθες του Πηνειού στα όρια της Λάρισας καθώς και σε ρέματα και κανάλια που αποτελούν εστίες αναπαραγωγής των κουνουπιών. Οι ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν οι ψεκασμοί ήταν οι εξής: 1^η 30/4/2014, 2^η 16/5/2014, 3^η 30/5/2014, 4^η 16/6/2014, 5^η 20/6/2014, 6^η 4/7/2014, 7^η 18/7/2014, 8^η 25/7/2014, 9^η 1/8/2014, 10^η 8/8/2014, 11^η 22/8/2014, 12^η 29/8/2014 και 13^η 5/9/2014. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν από την ανάδοχη εταιρεία του έργου ήταν τα VECTOBAC 12 SC, BITOR 12 SC και OPRAH 15 SC με τα πρώτα δύο σκευάσματα να περιέχουν τον βιολογικό παράγοντα *Bacillus thuringiensis* (serotype H-14) για τον έλεγχο των προνυμφών κουνουπιών (*Aedes* sp., *Culex* sp., *Anopheles* sp.) και το τρίτο να αποτελεί παρασιτοκτόνο υγειονομικής σημασίας που δρα ως ρυθμιστής ανάπτυξης για την καταπολέμηση προνυμφών ιπτάμενων εντόμων (μυγών και κουνουπιών).

1.3 Τύποι παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν

BG-Sentinel trap

Η BG Sentinel trap είναι μία παγίδα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους με τον πρώτο να δύναται να τοποθετηθεί στο έδαφος και τον δεύτερο να στηριχθεί από σταθερό σημείο σε κάποιο σχετικό ύψος. Και στις δύο περιπτώσεις χρησιμοποιείται για την παγίδευση ενηλίκων ατόμων και ηλειτουργία της γίνεται με την χρήση μπαταρίας 12 V-7A.

Εξωτερικά πρόκειται για μια σχετικά ογκώδη παγίδα λευκού χρώματος και σχήματος κυλινδρικού με ύψος περίπου 40 εκατοστά και διάμετρο 35 εκατοστά. Εσωτερικά η παγίδα στηρίζεται σε τρεις λευκές ισουψείς με την παγίδα πλαστικές βέργες που τοποθετούνται διαγώνια μεταξύ τους. Από την κάτω επιφάνεια η παγίδα είναι κλειστή, κάτι που δεν συμβαίνει και με την επιφάνεια αλλά σε περίπτωση που υπάρχει η επιθυμία να μην εισέρχονται κολεόπτερα στην παγίδα τότε μπορεί να κλείσει και από το επάνω μέρος με ένα λευκό υφασμάτινο ελαστικό ύφασμα που προσαρμόζεται ακριβώς στις διαστάσεις της παγίδας.

Στο εσωτερικό της παγίδας και περίπου στη μέση της υπάρχει ένα μικρότερο κυλινδρικό δοχείο εξωτερικά του οποίου τοποθετείται το προσελκυστικό (στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε το προσελκυστικό BG-Lure®) στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει ο χώρος ώστε να εισέρχονται και με την βοήθεια της προπέλας και να εγκλωβίζονται τα ενήλικα κουνούπια σε υφασμάτινο μαύρο τούλι.. Παράλληλα εξωτερικά της παγίδας υπάρχει μακρόστενος λαμπτήρας με UV (υπεριώδης) ακτινοβολία που στερεώνεται πάνω από την παγίδα με ειδικά σχοινιά που υπάρχουν στην περίμετρο του ανώτερου μέρους της παγίδας.

α)



β)



Εικόνα 1α. Η BG-Sentinel trap εν ώρα λειτουργίας με σκοπό την προσέλκυση και δειγματοληψία ενηλίκων κουνουπιών.

Εικόνα 1β. Η BG-Sentinel trap εν ώρα λειτουργίας με σκοπό την προσέλκυση και δειγματοληψία ενηλίκων ατόμων κουνουπιών.

Τρόπος Προσέλκυσης

Η προσέλκυση των κουνουπιών επιτυγχάνεται με το σχήμα, μέγεθος και χρώμα της παγίδας έχοντας ως πηγή UV ακτινοβολία και το οσμηρό ελκυστικό "Octenol".



Εικόνα 2. Το προσελκυστικό **BG-Lure®** της παγίδας **BG-Sentinel trap**.

Center Disease Control (CDC) Mini Light Trap

Η CDC Mini Light Trap είναι μία παγίδα που κρεμιέται από σταθερό σημείο με σκοινί στο άκρο της και χρησιμοποιείται για την σύλληψη ενηλίκων κουνουπιών. Αποτελείται από τρία μέρη που το πρώτο είναι ένα μαύρο πλαστικό πιάτο για να κρεμιέται, το δεύτερο είναι ο μηχανισμός λειτουργίας της και το τρίτο είναι ένα υφασμάτινο δίχτυ όπου συλλέγονται τα κουνούπια που προσελκύονται.

Το ανώτερο μέρος της είναι μαύρο πλαστικό πιάτο στην κορυφή του οποίου υπάρχει οπή όπου δένεται το σχοινί ώστε να σταθεροποιηθεί η παγίδα από το σημείο που θα επιλεγεί. Κάτω από το μαύρο πλαστικό πιάτο υπάρχει ένας λαμπτήρας 4 watt λευκού φωτός που λειτουργεί ως ελκυστικό για τα ενήλικα κουνούπια ο οποίος βρίσκεται λίγο πάνω από ένα διαφανές γυάλινο κυλινδρικό δοχείο μικρότερης διαμέτρου.

Στο εσωτερικό αυτού του γυάλινου κυλινδρικού δοχείου υπάρχει μηχανισμός που δίνει ρεύμα στον λαμπτήρα και στην προπέλα που υπάρχει στο κάτω άκρο του και στην ουσία δημιουργεί ρεύμα αέρα και τραβάει τα έντομα που πλησιάζουν τον λαμπτήρα. Αυτά με την σειρά τους μπαίνουν μέσα στο υφασμάτινο δοχείο ίσης διαμέτρου με το γυάλινο κυλινδρικό δοχείο που αποτελεί το δεύτερο μέρος της παγίδας και εν τέλει εγκλωβίζονται στο διαφανές πλαστικό κουτί στο οποίο καταλήγει το υφασμάτινο δοχείο. Η λειτουργία της παγίδας πραγματοποιείται με την χρήση μπαταρίας 6V και το μήκος της είναι 33 εκατοστά.

Τρόπος προσέλκυσης

Ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας έχει μόνο ένα προσελκυστικό και αυτό είναι ο λαμπτήρας και το φως που εκπέμπει. Συνεπώς θα μπορούσε να καταταγεί στις οπτικές - φωτεινές παγίδες αλλά ταυτόχρονα και στις αναροφητικές σαν δευτερεύοντα τρόπο δράσης.



Εικόνα 3. Center Disease Control (CDC) Mini Light Trap εν ώρα λειτουργίας.

Heavy Duty Encephalitis Vector Survey (EVS) CO₂ Mosquito Trap

Περιγραφή τύπου παγίδας

Πρόκειται για τύπο παγίδας που κρεμιέται από σταθερό σημείο και σκοπός της είναι να προσελκύσει αλλά και να συλλάβει ενήλικα κουνουπιών. Η παγίδα αποτελείται από τρία διακριτά μέρη και αυτά είναι το δοχείο υποδοχής του προσελκυστικού των κουνουπιών, ο μηχανισμός λειτουργίας της παγίδας και το υφασμάτινο δίχτυ.

Το ανώτερο μέρος της αποτελείται από ένα μαύρο πλαστικό δοχείο που έχει μία μεταλλική χειρολαβή και από αυτήν προεξέχει μία αλυσίδα η οποία διπλώνει και με κατάλληλο τρόπο στερεώνεται από το σημείο εφαρμογής της παγίδας. Το μαύρο πλαστικό δοχείο στο κάτω μέρος του έχει περιμετρικά αντικρυστά μικρές οπές και εσωτερικά είναι μονωμένο με ειδικό υλικό λευκού χρώματος. Στη συνέχεια συνδέεται με ειδικό σχοινί με ένα κυλινδρικό μαύρο κουτί μικρότερης διαμέτρου και μήκους σχεδόν το 1/3 σε σχέση με τον πλαστικό δοχείο στην κορυφή του οποίου βρίσκονται τρεις θέσεις υποδοχής μπαταριών τύπου D που προστατεύονται από την υγρασία με ειδικό κάλυμμα.

Από κάτω υπάρχει προσελκυστικός λαμπτήρας λευκού φωτός και στο εσωτερικό της παγίδας υπάρχει ο μηχανισμός λειτουργίας του φωτός καθώς και μία προπέλα ελαφρώς μικρότερης διάστασης που δημιουργεί ροή αέρα και τα έντομα που θα βρεθούν σε εκείνο το σημείο δεν μπορούν να πετάξουν ενάντια στο ρεύμα αέρα που δημιουργείται και συνεπώς παγιδεύονται στο υφασμάτινο δίχτυ που υπάρχει κάτω από τον μηχανισμό.

Το μαύρο κυλινδρικό δοχείο περιέχει ειδικό μονωτικό και οπές διότι σαν προσελκυστικό για τα κουνούπια χρησιμοποιείται ξηρός πάγος (CO₂ - 78 °C) και ο απώτερος σκοπός είναι να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες έτσι ώστε να εξαχνωθεί και όχι να υγροποιηθεί, δηλαδή να περάσει από την στερεή στην αέρια κατάσταση παραλείποντας την υγρή φάση και αυτό πετυχαίνεται ακολουθώντας την συγκεκριμένη διαδικασία. Συνεπώς τα κουνούπια προσελκύονται τόσο από τον ξηρό

πάγο όσο και από το φως, φτάνουν στην παγίδα και εκεί η προπέλα με το κύμα αέρα που δημιουργεί τα σπρώχνει στο δίχτυ.

Τρόπος προσέλκυσης

Όπως αναφέρθηκε και στην περιγραφή και τρόπο λειτουργίας της παγίδας ο συγκεκριμένος τύπος έχει σαν στόχο τα ενήλικα άτομα χρησιμοποιώντας δύο προσελκυστικά ταυτόχρονα που αυτά είναι τόσο ο λαμπτήρας όσο και η στερεή μορφή του CO₂. Για αυτόν τον λόγο θα μπορούσε να τοποθετηθεί στις οσφρητικές παγίδες σαν κύριο τρόπο δράσης και σαν δευτερεύοντα στις οπτικές-φωτεινές λόγω του λαμπτήρα και στις αναροφητικές λόγω της προπέλας και του τρόπου σύλληψης των ενηλίκων ατόμων. Η χρήση CO₂ στοχεύει κυρίως στα θηλυκά άτομα αφού είναι ένα προσελκυστικό που εκπέμπεται και από το ανθρώπινο σώμα και όπως γνωρίζουμε από την βιολογία του κουνουπιού τα θηλυκά είναι εκείνα που επιζητούν ξενιστή με σκοπό να λάβουν τραφούν και να ωοτοκήσουν.



Εικόνα 4. Η Heavy Duty Encephalitis Vector Survey (EVS) CO₂ Mosquito Trap
εν ώρα λειτουργίας.

Mosquito Triple trap

Πρόκειται για παγίδα σύλληψης κουνουπιών που λειτουργεί με την χρήση μπαταρίας 12V-9A. Όπως και οι υπόλοιποι τύποι παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα έτσι και αυτός ο τύπος είναι κατάλληλος για την παγίδευση ενηλίκων εντόμων. Έχει σχήμα μαύρο και κυλινδρικό και στο επάνω μέρος του έχει ειδική υποδοχή για να δένεται σχοινί από σταθερό σημείο με σκοπό τη σύλληψη των κουνουπιών που βρίσκονται σε πτήση.

Η παγίδα ακριβώς κάτω από το μαύρο πλαστικό πιάτο όπου περνάει το σχοινί για να δεθεί παρουσιάζει εγκοπές εγκάρσιες μήκους 5 εκατοστών προκειμένου να γίνεται ορατή η UV (υπεριώδης) ακτινοβολία που εκπέμπεται από λαμπτήρα που είναι προσδεδμενός. Στο εσωτερικό της παγίδας και λίγο πιο κάτω από τον λαμπτήρα υπάρχει προπέλα που δημιουργεί ροή αέρα και πιο κάτω υφασμάτινη σακούλα όπου τελικά εγκλωβίζονται τα κουνούπια. Η χρήση της προπέλας είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι από τη μία παρασύρει τα κουνούπια που προσελκύονται από το φως, από την άλλη δεν τα αφήνει να φύγουν από το υφασμάτινο δίκτυ που είναι προσδεδμενός στο κάτω άκρο της παγίδας και συνεπώς τα εγκλωβίζει.

Τρόπος προσέλκυσης

Πρόκειται για μία οπτική, φωτεινή, αναρροφητική παγίδα αφού χάρη στην προπέλα που διαθέτει παρασύρει, εγκλωβίζει και δεν αφήνει να διαφύγουν τα έντομα που προσελκύονται από το φως.



Εικόνα 5. Η Mosquito Triple trap εν ώρα λειτουργίας.

2. Πειραματική διαδικασία

Για την πειραματική διαδικασία επιλέχθηκαν τέσσερις αντιπροσωπευτικές περιοχές στην πόλη της Λάρισας με το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε να ορίζεται ως εκείνο των πλήρως τυχαιοποιημένων. Οι τρεις από αυτές τις περιοχές βρίσκονταν περιφερειακά της πόλης (Νεάπολη, Ταμπάκικα, Αβέρωφ) ενώ η τέταρτη είναι το κέντρο αυτής (για περιγραφή βλέπε παραπάνω).

Συνολικά διεξήχθησαν 15 δειγματοληψίες, με την χρησιμοποίηση δεκαέξι συνολικά παγίδων, τεσσάρων διαφορετικών ειδών σε κάθε μία από αυτές τις περιοχές (BG SentinelTM Trap, CDC Miniature light Trap, Heavy Duty EVS CO² Mosquito Trap, Mosquito Triple trap) με απόσταση εντός της πόλης μεταξύ τους τουλάχιστον 50 μέτρων ώστε να μην επηρεάζει η μία την αποτελεσματικότητα της άλλης.

Η χρονική περίοδος που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες ήταν από τον Μάιο του 2014 μέχρι τον Δεκέμβριο του 2015. Οι δειγματοληψίες γίνονταν κάθε 15 ημέρες με την προϋπόθεση βέβαια πως την ημέρα που επρόκειτο να διεξαχθεί το πείραμα δεν έβρεχε ή και η ένταση του ανέμου δεν ξεπερνούσε τα 4 μποφόρ (παράγοντες αποτρεπτικοί για τα έντομα να πετάξουν μακριά από τις προφυλαγμένες θέσεις που βρίσκονται). Από τις ημερομηνίες προκύπτει πως υπήρξαν περιπτώσεις όπου η προγραμματισμένη μέτρηση καθυστέρησε κάποιες μέρες και αυτό διότι σε αντίθετη περίπτωση η μέτρηση δεν θα ήταν αντικειμενική καθώς περιοριστικοί κλιματολογικοί παράγοντες (βροχόπτωση, άνεμος) θα επηρέαζαν το μέγεθος των συλλήψεων.

Σε όλες τις περιπτώσεις οι παγίδες εκτέθηκαν 12 ώρες στα προκαθορισμένα σημεία δειγματοληψίας από το σούρουπο έως το ξημέρωμα.

Η έναρξη της λειτουργίας τους χρονικά θα έπρεπε να γίνεται πριν την δύση του ηλίου και η συλλογή τους μετά την ανατολή. Συνεπώς χρονικά σε όλες τις δειγματοληψίες ακολουθήθηκε το πρωτόκολλο που όριζε πως η πρώτη παγίδα τοποθετούνταν το απόγευμα πριν τη δύση του ηλίου από τις 18:30 - 19:00 με την πάροδο των μηνών εξαιτίας της χρονικής μεταβολής της ημέρας και συλλέγονταν το πρωί μετά την ανατολή του ηλίου από τις 06:30 μέχρι τις 07:00.

Οι ημερομηνίες που διεξήχθησαν τα πειράματα είναι: 7/5/2014, 22/5/2014, 4/6/2014, 21/6/2014, 8/7/2014, 22/7/2014, 7/8/2014, 21/8/2014, 8/9/2014, 22/9/2014, 9/10/2014, 31/10/2014, 15/11/2014, 11/12/2014 και 1/1/2015 και τα μέρη που τοποθετήθηκαν σύμφωνα με την σειρά τοποθέτησής τους αλλά και συλλογής τους είναι το Αβέρωφ, το Κέντρο, οι Αμπελόκηποι και το Λειβαδάκι. Οι τύποι παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν είναι η BG SentinelTM Trap, η CDC Miniature light Trap, η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap και η Mosquito Triple trap.

Πριν την τοποθέτηση των παγίδων γίνονταν επιμελής σχεδιασμός του τρόπου τοποθέτησης αλλά και του στησίματος της παγίδας. Φορτίζονταν με ειδικό φορτιστή τέσσερις μπαταρίες τύπου μοτοσικλέτας 6 V για περίπου τέσσερις ώρες η κάθε μία μέχρι να ανάψει η ένδειξη του φορτιστή πως γέμισαν και έδιναν ενέργεια για λειτουργία της παγίδας CDC Miniature light Trap. Παράλληλα ακολουθούσε με δεύτερο ειδικό φορτιστή η φόρτιση 8 μπαταριών 12 V, από τις οποίες οι τέσσερις είχαν ένταση 7 A για την λειτουργία του τύπου παγίδας BG SentinelTM Trap και οι άλλες τέσσερις είχαν ένταση 9A για την λειτουργία του τύπου παγίδας Mosquito Triple trap. Για την λειτουργία της παγίδας Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap χρησιμοποιούνταν για την κάθε παγίδα τρεις επαναφορτιζόμενες αλκαλικές μπαταρίες μεγέθους D.

Παράλληλα ελέγχονταν να μην είναι κομμένες οι σακούλες συλλογής των κουνουπιών ή μήπως κάποιο καλώδιο που μεταφέρει ενέργεια στην παγίδα δεν κάνει καλή επαφή ή είναι κομμένο και γι' αυτόν τον λόγο λειτουργούσαν πειραματικά για μερικά λεπτά την προηγούμενη ημέρα του πειράματος για να διαπιστωθεί πως η λειτουργία τους είναι κανονική και δεν παρεκκλίνει από τον συνήθη τρόπο. Μερικά λεπτά πριν ξεκινήσει η τοποθέτηση των παγίδων έμπαινε και ο ξηρός πάγος τεσσάρων κιλών περίπου στον κουβά που συνόδευε την παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap από όπου και εκλύονταν από τις υπάρχουσες οπές που υπήρχαν.

Η τοποθέτηση όλων των παγίδων γίνονταν σε ύψος από το έδαφος (170-180 cm) με ένα απλό σχοινί, εκτός από την τοποθέτηση της Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap που είχε δικό της μεταλλικό εξάρτημα. Παράλληλα οι μπαταρίες που ήταν βοηθητικές για την παροχή ενέργειας και λειτουργίας των παγίδων τοποθετούνταν πάνω σε ξύλινο τετραγώνου σχήματος πλακάκι το οποίο στηρίζονταν σε βάσεις ώστε

να μην ακουμπάει στο έδαφος και μεταφέρεται η υγρασία του εδάφους στην μπαταρία και επηρεάζεται η απόδοσή της αλλά και τοποθετούνταν σε χάρτινα κουτιά για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής υγρασίας ή κάποιας ξαφνικής νεροποντής.

Μόλις τοποθετούνταν η κάθε μπαταρία και ελέγχονταν πως ήταν καλά ασφαλισμένη από το σημείο που κρέμονταν άνοιγε ο διακόπτης λειτουργίας τους. Στην μπαταρία BG Sentinel TM Trap τοποθετούνταν δευτερόλεπτα πριν την λειτουργία τους και το ειδικό ελκυστικό.

Την επόμενη ημέρα και αφού είχε περάσει το αντίστοιχο χρονικό διάστημα άρχιζε η συλλογή τόσο των παγίδων όσο και των δειγμάτων σε ειδικές σακούλες όπου αναγράφονταν σε χαρτί που ήταν κολλημένο στο εσωτερικό τους η ημερομηνία διεξαγωγής του πειράματος, το είδος της παγίδας αλλά και ο τόπος που συλλέχθηκε το δείγμα.

Αμέσως μετά την συλλογή όλα τα δείγματα μεταφέρονταν στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στον Βόλο όπου ψύχονταν στους -20 °C για περίπου μισή ώρα. Μετά ανοίγονταν ένα ένα τα δείγματα και γίνονταν με λαβίδα εντομολογική πολύ προσεκτικά ο διαχωρισμός των κουνουπιών (εντόμων που μας ενδιαφέρουν) από άλλα τυχόν έντομα που συλλαμβάνονταν στις παγίδες. Στη συνέχεια τα δείγματά μας -καθαρά πλέον και έχοντας μόνο τα έντομα που μελετούμε- τοποθετούνταν σε τριβλύα πέτρι όπου αναγράφονταν η ημερομηνία, η παγίδα αλλά και ο τόπος συλλογής του δείγματος.

Την ίδια ημέρα ή την επόμενη γίνονταν η κωδικοποίηση των παγίδων και των εντόμων κάθε παγίδας, η καταγραφή του γένους αλλά και του είδους κάθε κουνουπιού βάσει διχοτομικών επιστημονικών κλειδών προσαρμοσμένων για τα κουνούπια. Κοιτάζοντας τα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά στο στερεοσκόπιο αφού πρώτα είχαν κολλήσει σε ειδικό χαρτάκι όπου αναγράφονταν η παγίδα, το μέρος και η ημερομηνία σύλληψής τους. Στη συνέχεια τα κουνούπια τοποθετούνταν σε ειδικό φελιζόν με την βοήθεια εντομολογικής βελόνας και επόμενο βήμα ήταν η διατήρησή τους στα ψυγεία του εργαστηρίου κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας. Το τελευταίο βήμα της πειραματικής

διαδικασίας ήταν η αναγνώριση των ενηλίκων απόμων κουνουπιών και ο διαχωρισμός τους σε γένη και είδη.

α)



β)



Εικόνα 6α. Κωδικοποίηση των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στις παγίδες ενηλίκων ατόμων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας.

Εικόνα 6β. Το πλήθος των ενηλίκων ατόμων κουνουπιών που πιάστηκαν στις παγίδες ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

2.1 Απόσταση παγίδων

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των διαφορετικών τύπων παγίδων ήταν 50 m. όπως αναφέρεται και παρακάτω. Στη συνοικία του Αβέρωφ η μικρότερη απόσταση υπάρχει μεταξύ της Heavy Duty EVS CO² Mosquito Trap και της Mosquito Triple trap που ορίζεται στα 84.25 m., ενώ η μεγαλύτερη είναι μεταξύ της Heavy Duty EVS CO² Mosquito Trap και της BG SentinelTM Trap στα 697.45 m. Για την περιοχή του κέντρου είχαμε την μικρότερη απόσταση στα 214,04 m ενώ για τους Αμπελόκηπους και το Λειβαδάκι η μικρότερη απόσταση μεταξύ των παγίδων ήταν 147.38 m και 131.25 m αντίστοιχα (για περιγραφή βλέπε παράρτημα).

2.2 Κριτήρια αναγνώρισης των ενηλίκων κουνουπιών

Για την αναγνώριση και κατάταξη των ενηλίκων κουνουπιών στα γένη και είδη που ανήκουν χρησιμοποιήθηκε πρωτόκολλο που παρέμεινε σταθερό από την αρχή μέχρι το τέλος και στηρίχθηκε στην επιστημονική κλείδα αναγνώρισης ενηλίκων ατόμων κουνουπιών (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, 2011).

Αρχικά προσδιορίζονταν το φύλλο και πιο συγκεκριμένα αν η μορφή της κεραίας ήταν περοειδής σχηματίζοντας θύσανο τότε επρόκειτο για αρσενικό άτομο ενώ αν είχε μόνο λίγες κοντές τρίχες για θηλυκό. Στη συνέχεια διακρίνονταν το γένος του ατόμου, δηλαδή αν επρόκειτο για άτομο του γένους *Culex*, *Aedes* ή *Anopheles*. Τόσο για τα άτομα του γένους *Culex* όσο και για εκείνα του γένους *Aedes* υπήρχε ομοιότητα στις χειλικές προσακτρίδες της άνω γνάθου διότι ήταν μικρές σε σχέση με την προβοσκίδα, ενώ αντιθέτως στα άτομα του γένους *Anopheles* ήταν μακρύτες και σχεδόν ίσες σε μήκος με την προβοσκίδα. Στην περίπτωση που ήταν μακρύτες και το δείγμα ανήκε στο γένος *Anopheles* γίνονταν προσδιορισμός του ακριβούς είδους εστιάζοντας στην απόληξη των χειλικών προσακτρίδων της άνω γνάθου για το αν υπάρχει λευκός μεταχρωματισμός ή όχι, στον μεταχρωματισμό της κεφαλής, στον θώρακα καθώς και στις νευρώσεις των πτερύγων αλλά και στον σχηματισμό των κροσσών. Στο δείγμα μας διαπιστώθηκε πως όλα τα άτομα του γένους *Anopheles* ανήκαν στο είδος *Anopheles claviger*. Αντιθέτως αν οι χειλικές προσακτρίδες της άνω γνάθου ήταν κατά πολύ μικρότερες σε σχέση με την προβοσκίδα τότε το άτομο που εξετάζαμε θα ανήκε είτε στο γένος *Culex* είτε στο γένος *Aedes*. Για τον διαχωρισμό τους γίνονταν έλεγχος στην απόληξη της κοιλίας του ατόμου που αν κατέληγε

στρογγυλά ακροριζικά , δηλαδή αν η απόληξή της ήταν στρογγυλή τότε το άτομο που παρατηρούνταν ανήκε στο γένος *Culex*, διαφορετικά αν κατέληγε με δύο μακριούς κέρκους τότε το άτομο ανήκε στο γένος *Aedes*. Στην περίπτωση που ανήκε στο γένος *Culex* παρατηρούνταν και συγκρίνονταν το πρώτο ταρσομερές των οπισθίων ποδιών που αν παρατηρούνταν πως ήταν ευδιάκριτα μικρότερα από την κνήμη τότε το άτομο θα ανήκε είτε στο είδος *Cx. modestus* (κοιλιακοί τεργίτες συνήθως με επιμήκη πλευρική λωρίδα από ανοιχτόχρωμα λέπια, που σχηματίζει συχνά τριγωνικές κηλίδες στις βασικές παρυφές των τεργιτών), είτε στο είδος *Cx. pisillus* (κοιλιακοί τεργίτες χωρίς επιμήκεις πλευρικές λωρίδες), είτε στο είδος *Cx. mimeticus* (πτέρυγες με μεγάλα εμφανή σημάδια). Αντιθέτως, αν το πρώτο ταρσομερές των οπισθίων ποδιών είχε ίδιο μήκος ή μεγαλύτερο από την κνήμη τότε ανάλογα με τον σχηματισμό των ταινιών στους κοιλιακούς τεργίτες πραγματοποιούνταν και η αναγνώριση του είδους. Στην περίπτωση που έλειπαν και τα δύο απίσθια πόδια ή ήταν σπασμένα τότε το άτομο δεν μπορούσε να χαρακτηριστεί το είδος του μορφολογικά και τοποθετούνταν στην κατηγορία *Culex* spp. Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε βρέθηκαν άτομα *Culex* του είδους *Cx. pipiens* sp., *Cx. modestus* και *Cx. theileri*. Στην περίπτωση που το ενήλικο άτομο ανήκε στο γένος των *Aedes* τότε για την διευκρίνηση του είδους παρατηρούνταν οι μεταχρωματισμοί και οι σχηματισμοί που δημιουργούνταν στο τμήμα των ταρσών που κάθε ένας με την σειρά του οδηγούσε σε μία επιλογή από είδη με διαφορετικούς μετασχηματισμούς και μεταχρωματισμούς στους κοιλιακούς τεργίτες. Από αυτήν την αναγνώριση εξήχθη πως στο δείγμα μας υπήρχαν άτομα του είδους *Ochlerotatus caspius* που μάλιστα βρίσκονταν στην μεγαλύτερη αναλογία από τα άτομα αυτού του γένους καθώς βρέθηκαν και τα είδη *Aedes albopictus*, *Ae. vexans*, *Aedes* sp., *Aedes vittatus* και *puncton*.

2.3 Χαρακτηριστικά των κυριότερων ειδών ενηλικών κουνουπιών του δείγματος

Το δείγμα του πειράματος αποτελείται από 1025 ενήλικα άτομα κουνουπιών που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια 15 δειγματοληψιών που διενεργήθηκαν από τον Μάιο μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2014 . Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα είδη παγίδων και βρέθηκαν συνολικά τέσσερα γένη κουνουπιών που αναγνωρίστηκαν μορφολογικά με την χρήση στερεοσκοπίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στον Βόλο.

Τα ενήλικα άτομα κουνουπιών που συλλέχθηκαν ανήκουν στα γένη *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* και *Ochlerotatus* με αρκετά είδη το καθένα. Πιο συγκεκριμένα το γένος *Culex* περιελάμβανε τα είδη *Cx sp* , *Cx pipiens*, *Cx modestus* και *Culex thielieri*. Το γένος των *Aedes* αποτελούνταν από το *Ae. sp*, το *Ae. Albopictus*, το *Ae. vexans*, το *Ae. vittatus* και το *Ae. punctor*. Τα δύο τελευταία γένη κουνουπιών περιλαμβάνουν από ένα είδος το καθένα και αυτά είναι το *Ochlerotatus caspius* αλλά και το *Anopheles claviger*.

α)



β)



Εικόνα 7α. Προσδιορισμός γένους και είδους ενηλίκων ατόμων κουνουπιών από την περιοχή της πόλης της Λάρισας

Εικόνα 7β. Προσδιορισμός γένους και είδους ενηλίκων ατόμων κουνουπιών από την περιοχή της πόλης της Λάρισας.

2.4 Κλιματολογικά στοιχεία

Στοιχεία σχετικά με τη θερμοκρασία, υγρασία και βροχοπτώσεις της περιοχής της Λάρισας που συλλέχθηκαν για τα έτη 2011-2014 (www.meteo.gr).

2.5 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα που αφορούσαν τις συλλήψεις των κουνουπιών τόσο στην κάθε περιοχή (πρώτος παράγοντας) όσο και στον κάθε τύπο παγίδας (δεύτερος παράγοντας) σε σχέση με τον χρόνο των δειγματοληψιών (επαναλαμβανόμενος παράγοντας) υποβλήθηκαν σε ανάλυση παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated measures ANOVA). Οι συγκρίσεις των μέσων όρων των συλλήψεων μεταξύ των διαφορετικών περιοχών και των τύπων των παγίδων πραγματοποιήθηκαν με κριτήριο Tukey's HSD για $P < 0.05$. Για τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο IBM SPSS21 (IBM Corp. Armonk, NY).

3. Αποτελέσματα

Θερμοκρασία

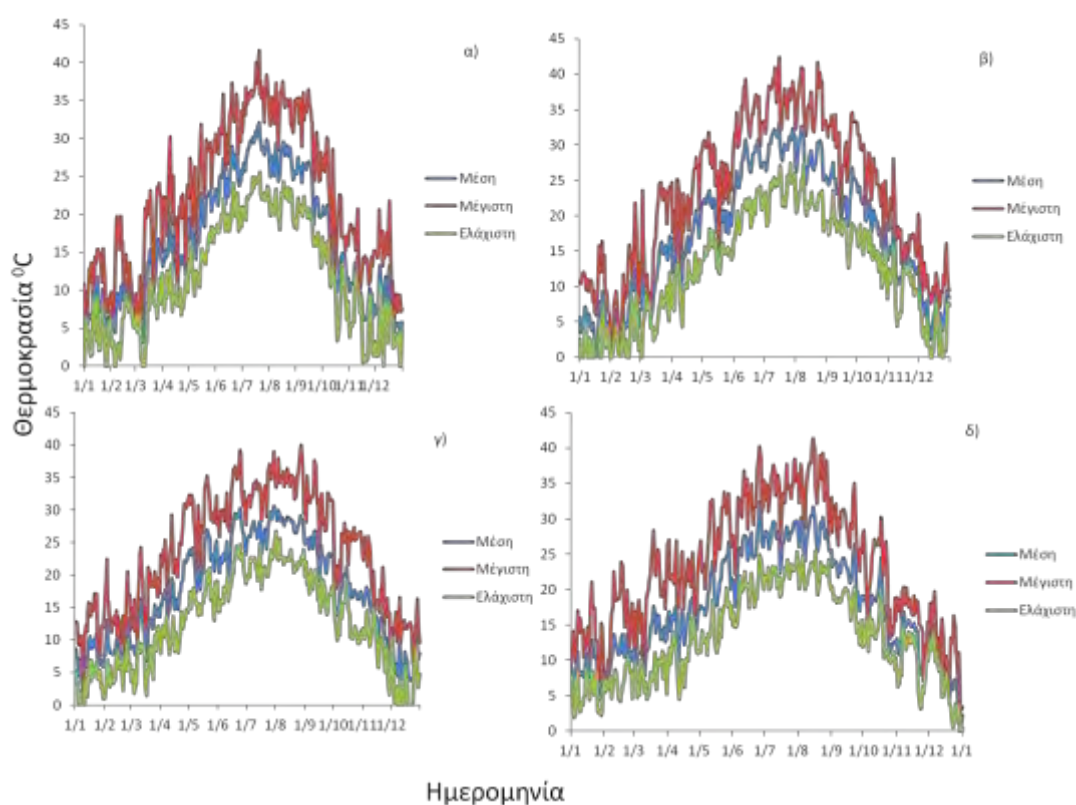
Στο **Διάγραμμα 2** φαίνεται η μεταβολή της θερμοκρασίας $^{\circ}\text{C}$. Με μικρές διαφορές η μεταβολή της θερμοκρασίας ήταν παραπλήσια μεταξύ των ετών.

Τα έτη 2011 και 2012 κατά τους χειμερινούς μήνες η θερμοκρασία αρνητικές τιμές στον άξονα συντεταγμένων, στη συνέχεια παρουσιάστηκε ομοιόμορφη αύξηση προς τους οι καλοκαιρινούς μήνες, ενώ από τα μέσα του καλοκαιριού και μετά άρχισε η κάθοδος της θερμοκρασίας με αποτέλεσμα προς το τέλος της χρονιάς να παρουσιαστούν ξανά αρνητικές τιμές. Αυτά τα δύο έτη η πορεία της μέγιστης, μέσης και ελάχιστης θερμοκρασίας είχαν μία διακριτή απόσταση και ήταν ελάχιστες οι φορές που η μέγιστη θερμοκρασία ήταν ίση με τη μέση.

Το έτος 2013 ήταν σχετικά πιο θερμό σε σχέση με τα προηγούμενα έτη αφού αρνητικές τιμές θερμοκρασίας εμφανίστηκαν μόνο κατά το μήνα Ιανουάριο και Δεκέμβριο ενώ παρατηρείται καθ' όλη την διάρκεια του έτους αλλά κυρίως κατά τους θερμούς μήνες μεγαλύτερη απόσταση της μέγιστης θερμοκρασίας από τη μέση και την ελάχιστη.

Το έτος 2014 είναι ακόμη πιο θερμό από το 2013 αφού αρνητικές τιμές θερμοκρασίας παρουσιάστηκαν μόνο στο τέλος του χρόνου δηλαδή στο μήνα Δεκέμβριο ενώ οι αποκλίσεις μεταξύ τις μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας μειώθηκαν και ακολουθούσαν μία σταθερή πορεία καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

Φανερώνεται πως με την πάροδο των ετών η θερμοκρασία στη συγκεκριμένη περιοχή αυξάνει και πιθανώς αυτό να έχει αντίκτυπο στην βιολογία αλλά και στην φαινολογία των κουνουπιών της περιοχής. Το έτος 2014 που πραγματοποιήθηκε το πείραμα δειγματοληψίας ενηλίκων ατόμων κουνουπιών ήταν πιο θερμό σε σχέση με τα προηγούμενα έτη, κάτι που πιθανώς επηρέασε το χρονικό διάστημα έναρξης της πτήσης των εντόμων καθώς ήδη από την πρώτη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις αρχές Μαΐου υπήρξαν συλλήψεις ικανοποιητικού αριθμού κουνουπιών.



Διάγραμμα 2. Μέγιστη, μέση και ελάχιστη θερμοκρασία στην πόλη της Λάρισας κατά τα έτη 2011-2014.

α) έτος 2011, β) έτος 2012, γ) έτος 2013, δ) έτος 2014

Βροχοπτώσεις

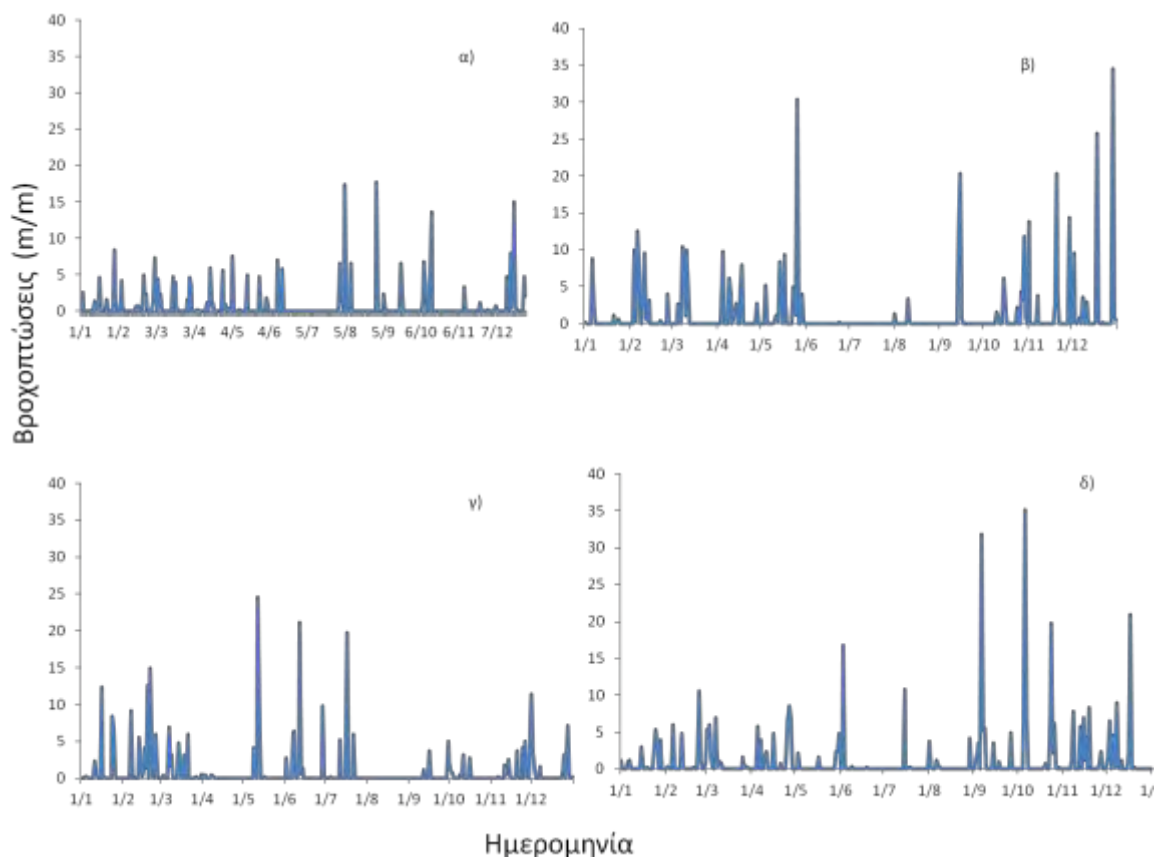
Σχετικά με τις βροχοπτώσεις κατά την τετραετία 2011-2014 όπως δείχνει το **Διάγραμμα 3** στην περιοχή της Λάρισας παρατηρούνται μεταβολές τόσο στην διακύμανση όσο και στην ποσότητα των βροχοπτώσεων. Πιο συγκεκριμένα, το έτος 2011 χαρακτηρίστηκε από ήπιες και συνεχόμενες βροχοπτώσεις μέχρι και τα μέσα Μαΐου. Το καλοκαίρι ήταν άνυδρο, ενώ κατά τον μήνα Αύγουστο τόσο στις αρχές όσο και στα τέλη παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες βροχοπτώσεις κατά απόλυτη τιμή. Υψηλές τιμές παρουσιάστηκαν τόσο τον Οκτώβρη όσο και στα τέλη του Δεκέμβρη.

Το έτος 2012 οι βροχοπτώσεις μέχρι και τον Απρίλιο ήταν σταθερές αλλά και πιο έντονες σε σχέση με το αντίστοιχο χρονικό διάστημα του έτους 2011. Κατά το μήνα Μάιο οι βροχοπτώσεις έγιναν συχνότερες και εντονότερες παρουσιάζοντας την υψηλότερη τιμή μέχρι εκείνο το χρονικό διάστημα για να ακολουθήσουν οι άνυδροι καλοκαιρινοί μήνες. Στα μέσα Σεπτεμβρίου παρατηρούνται έντονα φαινόμενα βροχόπτωσης τα οποία αρχίζουν να ξαναεμφανίζονται από τις αρχές Οκτώβρη και μέχρι το τέλος της χρονιάς αυξάνουν προοδευτικά σε συχνότητα και σε απόλυτη τιμή, με τη μέγιστη τιμή της χρονιάς να παρατηρείται στο τέλος Δεκέμβρη.

Το έτος 2013 θα μπορούσε να χωριστεί σε τρεις περιόδους σχετικά με την πυκνότητα των βροχοπτώσεων και το ύψος της βροχής. Στην περίοδο συμπεριλαμβάνονται οι μήνες Ιανουάριος, Φεβρουάριος και Μάρτιος με μία σχετικά σταθερή βροχόπτωση, στην περίοδο οι μήνες Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος με υψηλές τιμές βροχοπτώσεων και την υψηλότερη να παρατηρείται κατά το μήνα Μάιο. Στην περίοδο μπορεί να τοποθετηθούν οι μήνες Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος με την συχνότητα των βροχοπτώσεων να παραμένει σταθερή ενώ το ύψος της βροχόπτωσης να καταγράφει τις χαμηλότερες τιμές του. Ανάμεσα στις περιόδους βροχοπτώσεων παρατηρήθηκαν και διαστήματα άνυδρα που χρονικά τοποθετούνται στην αρχή της άνοιξης και στο τέλος του καλοκαιριού.

Το έτος 2014 θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως το πιο βροχερό έτος αφού οι βροχοπτώσεις ήταν συνεχείς παρουσιάζοντας ανοδική πορεία από το μήνα Ιανουάριο και μετά με εξαίρεση μία άνυδρη περίοδο τον Ιούλιο αλλά έχοντας ως αποκορύφωμα τον Σεπτέμβρη και τον Οκτώβρη που εμφανίστηκαν οι περισσότερες βροχοπτώσεις και με τις υψηλότερες τιμές.

Κοινός παρονομαστής των ετών 2011-2014 στην περιοχή της Λάρισας είναι η αύξηση του επιπέδου των βροχοπτώσεων με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται από τα τέλη άνοιξης έως και τα τέλη φθινοπώρου. Συνεπώς αυξάνονται οι πιθανότητες για αύξηση του πληθυσμού των κουνουπιών αφού δημιουργείται υγρασία και συνεπώς ιδανικές συνθήκες για απόθεση, διατήρηση και ανάπτυξη των αυγών τους.



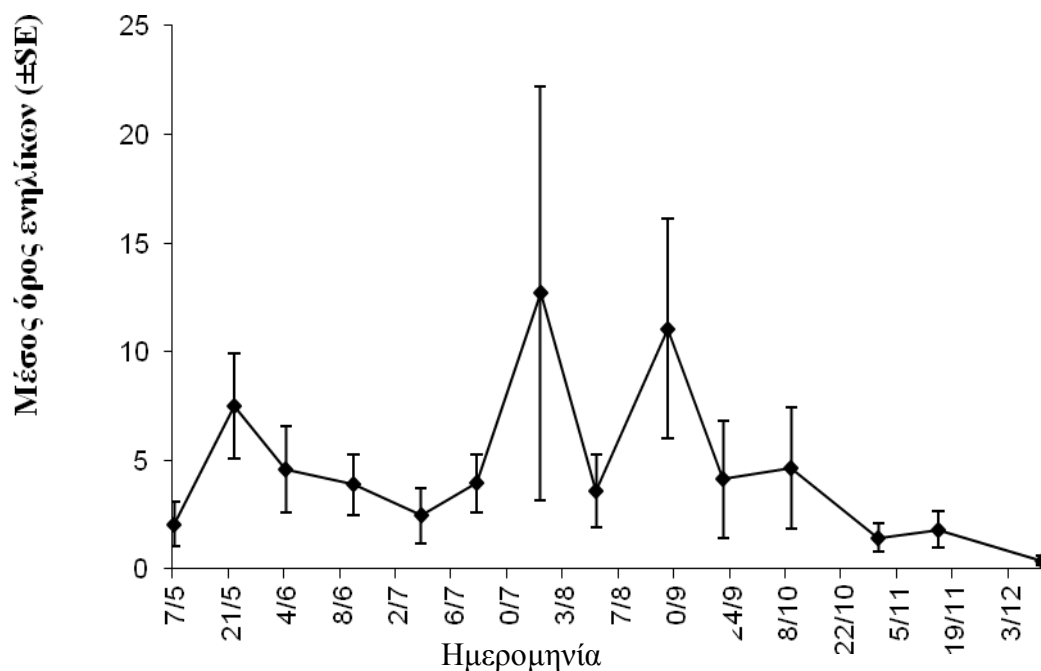
Διάγραμμα 3. Το ύψος και η συχνότητα των βροχοπτώσεων στην πόλη της Λάρισας κατά τα έτη 2011-2014.

α) έτος 2011, β) έτος 2012, γ) έτος 2013, δ) έτος 2014

3.1 Πορεία συλλήψεων των ενηλίκων κουνουπιών και αποτελεσματικότητα των διαφορετικών τύπων παγίδων.

3.1.1 Συνολικός αριθμός συλλήψεων κουνουπιών

Στο Διάγραμμα 4, δίνεται η πορεία των συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας το διάστημα Μάιος – Δεκέμβριος 2014. Οι πρώτες συλλήψεις σημειώθηκαν στις 7 Μαΐου και το πρώτο μέγιστο καταγράφηκε στις αρχές Ιουνίου. Δύο ακόμα μέγιστα καταγράφηκαν στις αρχές Αυγούστου και στις αρχές Σεπτεμβρίου. Η ενδιάμεση πτώση του πληθυσμού πιθανόν να συνδέεται με την εφαρμογή των προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών. Αν και σε μικρούς αριθμούς οι συλλήψεις συνεχίστηκαν έως τα μέσα Δεκεμβρίου.



Διάγραμμα 4. Πορεία συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών (μέσος όρος τεσσάρων διαφορετικών τύπων παγίδων που τοποθετήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές περιοχές) στην περιοχή της Λάρισας την περίοδο Μάιος – Δεκέμβριος 2014.

Δεν σημειώθηκαν διαφορές στις συλλήψεις του συνόλου των ενηλίκων κουνουπιών μεταξύ των τεσσάρων περιοχών και των διαφορετικών ημερονημιών δειγματοληψίας (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Ανάλυση της παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για την επίδραση της περιοχής και του χρόνου δειγματοληψίας (επαναλαμβανόμενος παράγοντας) στις συνολικές συλλήψεις ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας με τη χρήση παγίδων.

Πηγή παραλλακτικότητας	df	Μέσα τετράγωνα	<i>F</i>	<i>P</i>
Περιοχή	3	750.1	0.856	0.490
Σφάλμα	12	876.6		
Χρόνος	13	202.6	1.601	0.090
Περιοχή x Χρόνος	39	101. 5	0.803	0.786
Σφάλμα (χρόνος)	156	126.3		

Όπως φαίνεται στον **Πίνακα 6**, ο αριθμός των συλληφθέντων κουνουπιών εξαρτάται από τον τύπο της παγίδας ($P < 0,05$) αλλά και από την εποχή του έτους τουλάχιστον για το διάστημα Μάιος – Δεκέμβριος. Η διαφορετική αποτελεσματικότητα των

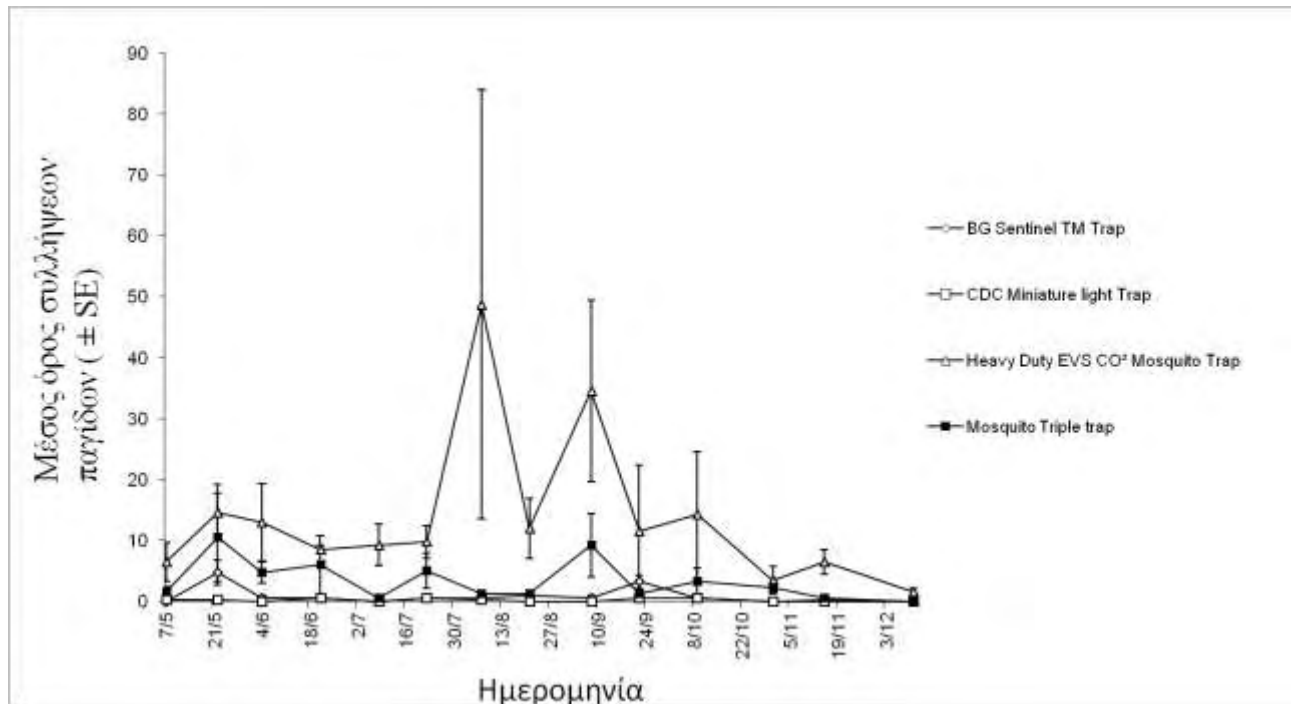
διαφορετικών τύπων παγίδων στις διάφορες εποχές του έτους προκύπτει από την σημαντική αλληλεπίδραση χρόνου με τύπο παγίδας.

Πίνακας 6. Ανάλυση της παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για την επίδραση του τύπου της παγίδας και του χρόνου δειγματοληψίας (επαναλαμβανόμενος παράγοντας) στις συνολικές συλλήψεις ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας.

Πηγή παραλλακτικότητας	df	Μέσα τετράγωνα	F	P
Τύπος παγίδας	3	2248.6	4.479	<0.05
Σφάλμα	12	502		
Χρόνος	13	202.6	1.826	<0.05
Τύπος παγίδας x Χρόνος	39	164	1.479	<0.05
Σφάλμα (χρόνος)	156	110.9		

Όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 5** η παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap ήταν πιο αποτελεσματική στην παγίδευση των ενηλίκων κουνουπιών καθόλη τη διάρκεια του έτους σε σχέση με τους άλλους τρεις τύπους παγίδων που

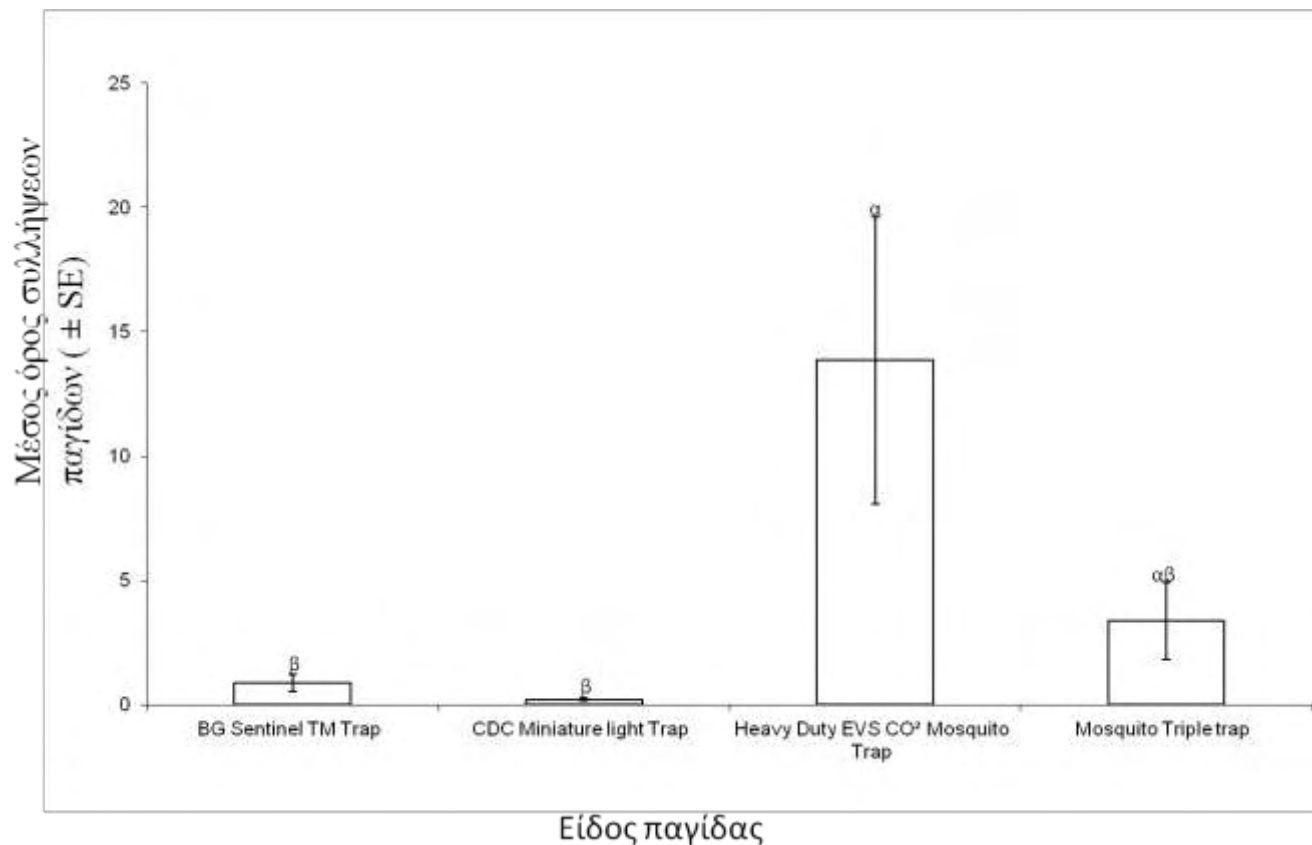
χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης, η παραπάνω παγίδα περιγράφει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την πορεία της πτήσης των ενηλίκων κουνουπιών. Οι συλλήψεις στην παγίδα Triple Trap, η οποία ακολουθεί σε αποτελεσματικότητα, φαίνεται ότι δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στις μεταβολές του πληθυσμού των κουνουπιών στη διάρκεια της περιόδου.



Διάγραμμα 5. Πορεία συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών στην περιοχή της Λάρισας σε τέσσερις διαφορετικούς τύπους παγίδων την περίοδο Μάιος – Δεκέμβριος 2015.

Όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 6** ο μέσος όρος των συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών, σε όλη την περίοδο του έτους, ήταν υψηλότερος στην παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap σε σχέση με τις παγίδες CDC Miniature light Trap, BG SentinelTM Trap και Mosquito Triple Trap. Η αποτελεσματικότητα της παγίδας

Triple Trap ήν περίπου 4 φορές μικρότερη σε σχέση με εκείνη της Heavy Duty αν και δε διέφερα σημαντικά λόγω της παραλλακτικότητας που σημειώθηκε μεταξύ των τεσσάρων ενδιαιτημάτων στις οποίες τοποθετήθηκαν οι παγίδες. Η αποτελεσματικότητα των παγίδων CDC Miniature light Trap και BG SentinelTM Trap κυμάνθηκε σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα.



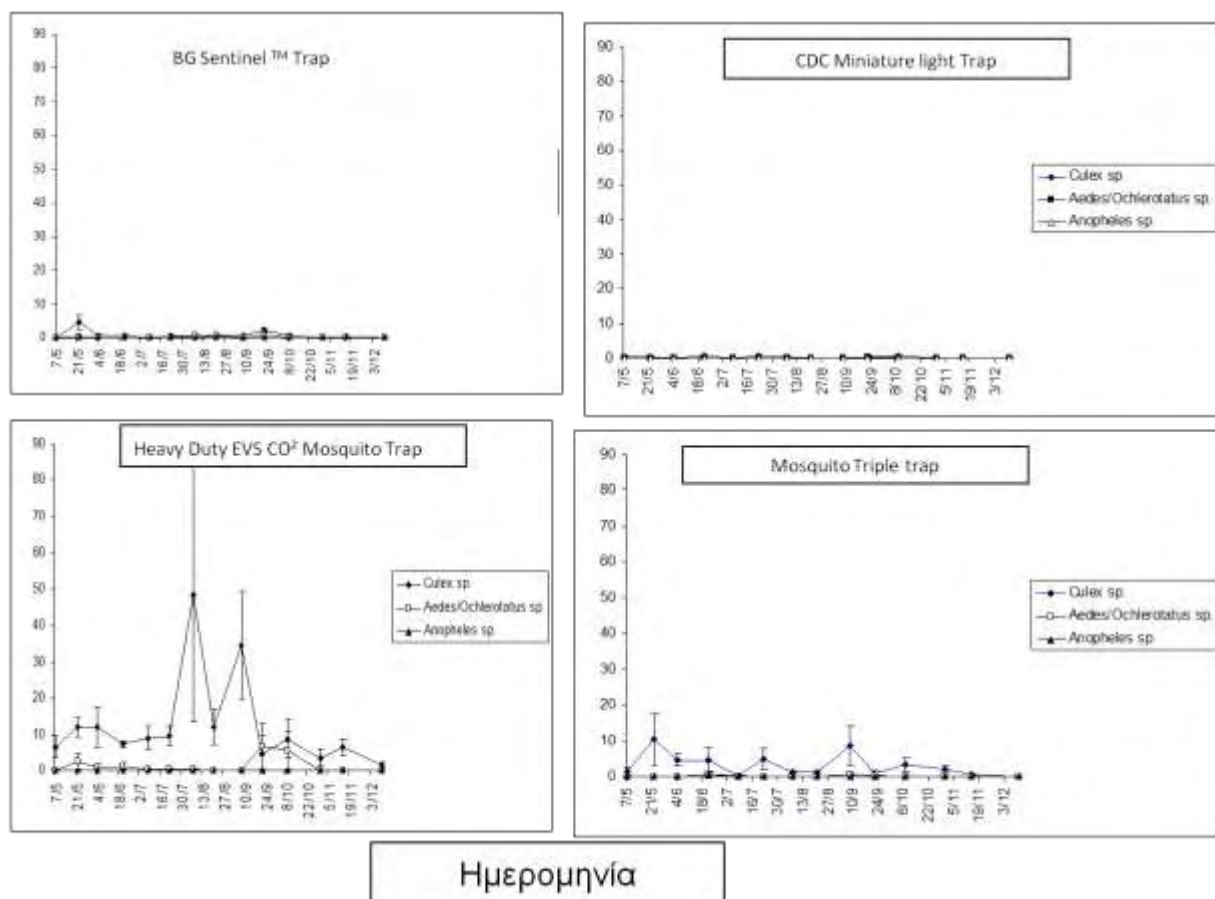
Διάγραμμα 6. Μέσος όρος συλλήψεων παγίδων ενηλίκων κουνουπιών ανά παγίδα (±SE) αποτελεσματικότητας κατά το χρονικό διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014.

Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το Tukey's HSD κριτήριο.

Στο **Διαγράμμα 7** παρουσιάζεται ο βαθμός της αποτελεσματικότητας των παγίδων στην παγίδευση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών αλλά και η προσέλκυση

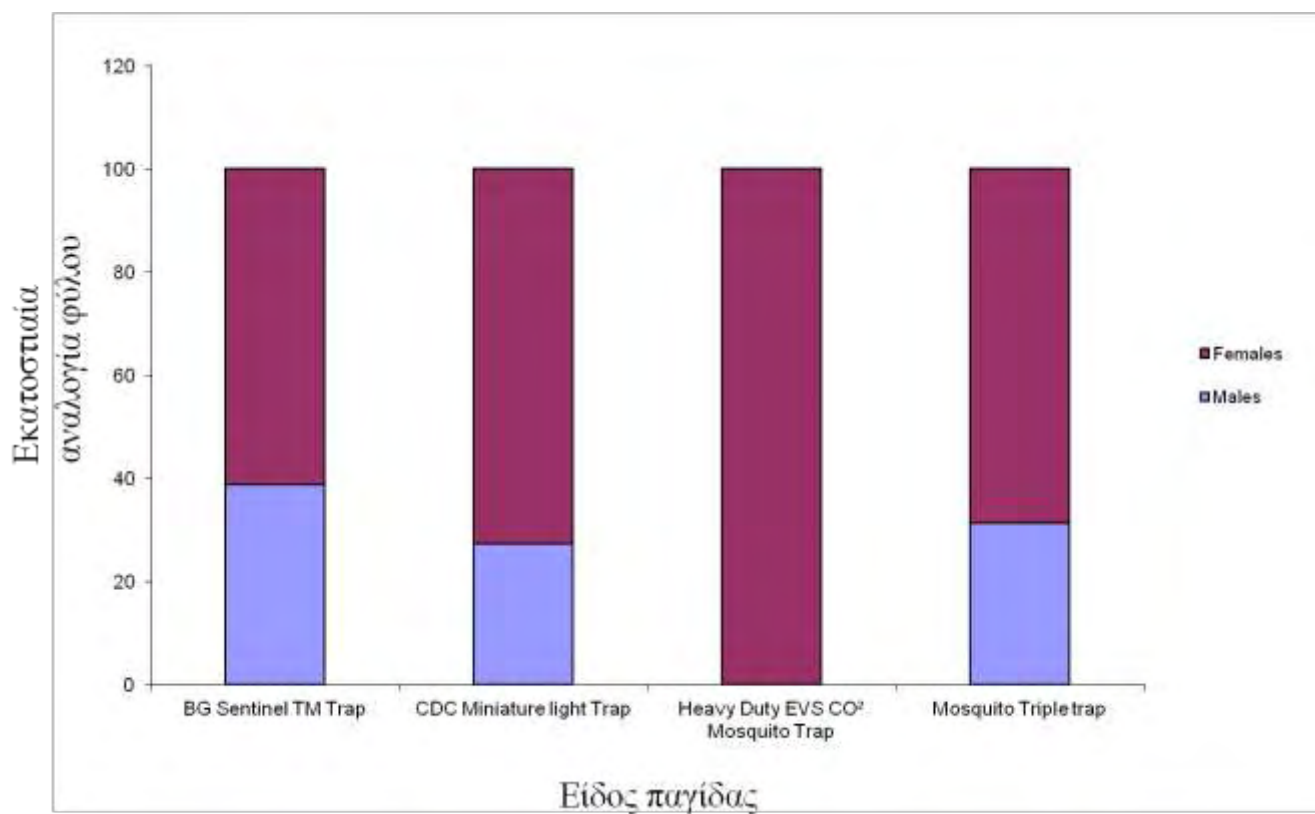
συγκεκριμένων γενών. Η παγίδα CDC Miniature light Trap παρουσιάζει την χειρότερη αποτελεσματικότητα στην προσέλκυση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών με τις συλλήψεις να είναι σχεδόν μηδενικές και συνεπώς δεν παρατηρείται κάποια εκλεκτικότητα στην προσέλκυση κάποιου συγκεκριμένου γένους. Ακολουθεί η παγίδα BG SentinelTM Trap με τις συλλήψεις να κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα αλλά να παρατηρείται μία σχετική προσέλκυση σε ενήλικα άτομα των γενών *Culex* και *Aedes/Ochlerotatus*. Η Mosquito Triple trap παρουσιάζει μία σχετική αύξηση των συλλήψεων σε σχέση με την BG SentinelTM Trap στο ενήλικα κουνούπια του γένους *Culex* καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών όμως οι συλλήψεις της σε ενήλικα κουνούπια του γένους *Aedes/Ochlerotatus* είναι χειρότερες. Παράλληλα παρατηρείται πως η συγκεκριμένη παγίδα έπιασε όλα τα άτομα του γένους *Anopheles* και πιθανώς τα προσελκυστικά της να είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο γένος. Όμως η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap είναι η παγίδα με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα συλλήψεων στην δυναμική ενός πληθυσμού κουνουπιών και στις μεταβολές του όσο και στην φαινολογία του. Συνεπώς ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας θα μπορούσε να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα σε ένα πρόγραμμα διαχείρισης και καταπολέμησης πληθυσμού κουνουπιών σε μία περιοχή.

Μέσος όρος συλλήψεων
παγίδας/γένος (± SE)



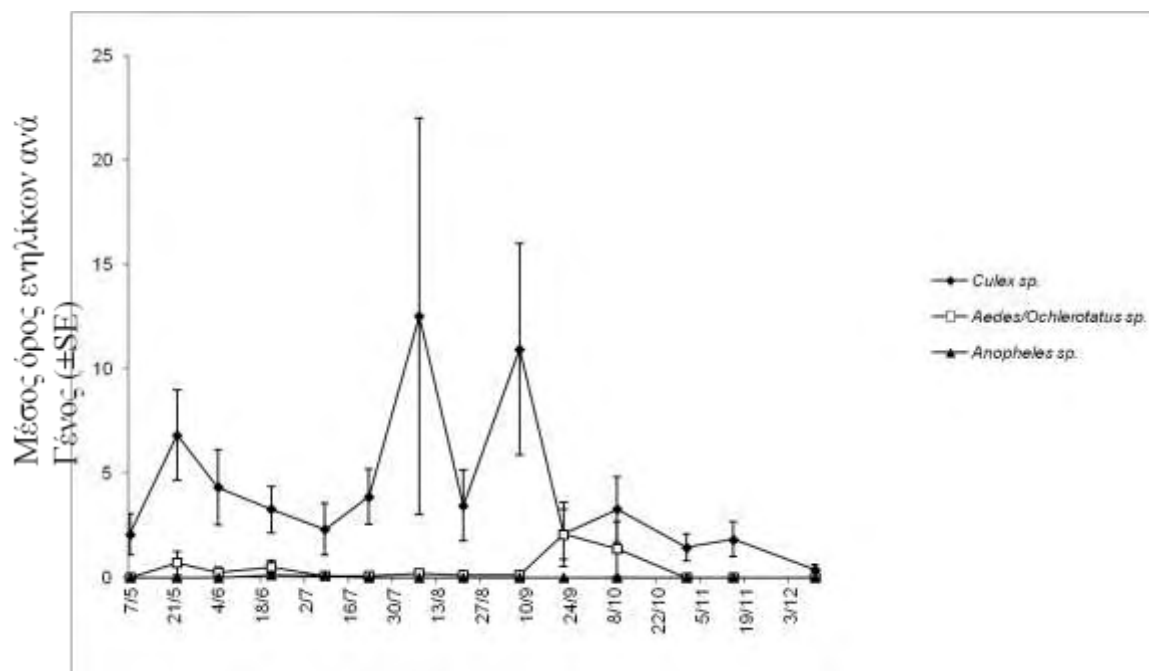
Διάγραμμα 7. Σύγκριση αποτελεσματικότητας παγίδων στη σύλληψη ενηλίκων κουνουπιών αλλά και προσέλκυσης συγκεκριμένων γενών κουνουπιών.

Όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 8**, την μεγαλύτερη αναλογία σε θηλυκά κουνούπια παρουσιάζει η παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap με κύριο ελκυστικό να είναι το CO₂ παρομοιάζοντας το ανθρώπινο σώμα σε συνδιασμό με φωτεινή πηγή, ενώ ακολουθεί η CDC Miniature light Trap χρησιμοποιώντας φωτεινή πηγή, η Mosquito Triple Trap με UV ακτινοβολία και η BG SentinelTM Trap με συνεργισμό ελκυστικού και UV ακτινοβολίας.



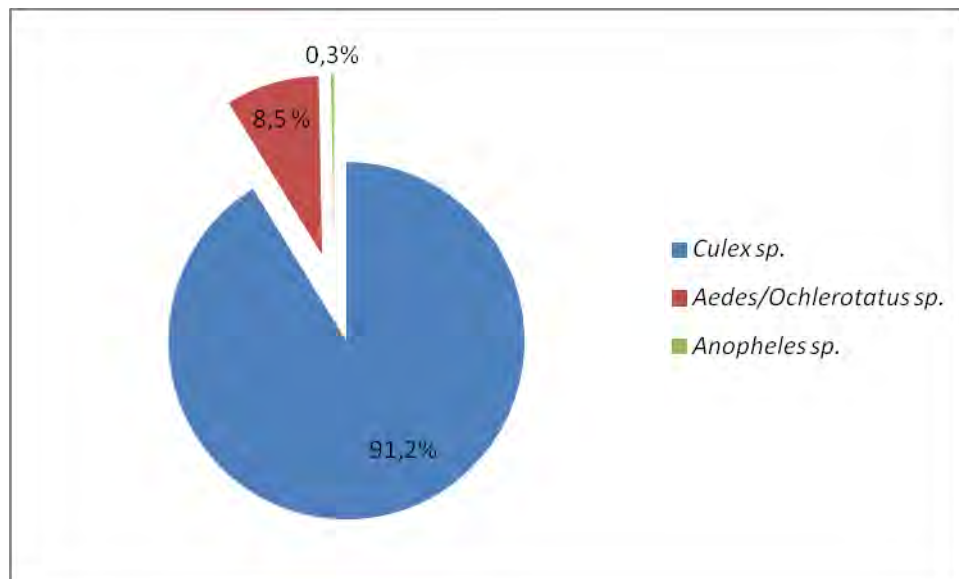
Διάγραμμα 8. Εκατοστιαία αναλογία φύλου ενηλίκων κουνουπιών ανά παγίδα.

Στο **Διάγραμμα 9**, παρουσιάζεται η πορεία έναρξης της πτήσης καθώς και ο μέσος όρος της μεταβολής του πληθυσμού των διαφορετικών γενών ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας το διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014. Στην πρώτη δειγματοληψία υπήρξαν συλλήψεις του γένους *Culex* κάτι που δεν ισχύει και για τα γένη *Aedes/Ochlerotatus* και *Anopheles*. Το πρώτο μέγιστο για το γένος *Culex* πραγματοποιείται στις αρχές Ιουνίου, ακολουθεί πτώση τις δυναμικής του πληθυσμού ενώ εμφανίζονται δύο ακόμη μέγιστα στα μέσα Ιουλίου όπου παίρνει και την μέγιστή τιμή αλλά και στα τέλη Αυγούστου. Ακολούθως ο πληθυσμός του γένους *Culex* παρουσιάζει σταδιακή πτώση μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία. Αντιθέτως το γένος *Aedes/Ochlerotatus* ξεκινά με μηδενικές συλλήψεις ατόμων και έχουμε δύο μέγιστα στην αρχή του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος - αρχές Οκτώβρη) που πιθανώς να οφείλεται στην βιολογία του συγκεκριμένου γένους. Σχετικά με το γένος *Anopheles* εμφανίζεται μόνο προς το τέλος Ιουνίου - αρχές Ιουλίου και μετά δεν επαναλαμβάνονται συλλήψεις. Παράλληλα με το συγκεκριμένο διάγραμμα διαπιστώνεται το χρονικό διάστημα που πιθανώς ένα θηλαστικό έχει περισσότερες πιθανότητες να νοσήσει από τις ασθένειες που μεταφέρουν τα κουνούπια.



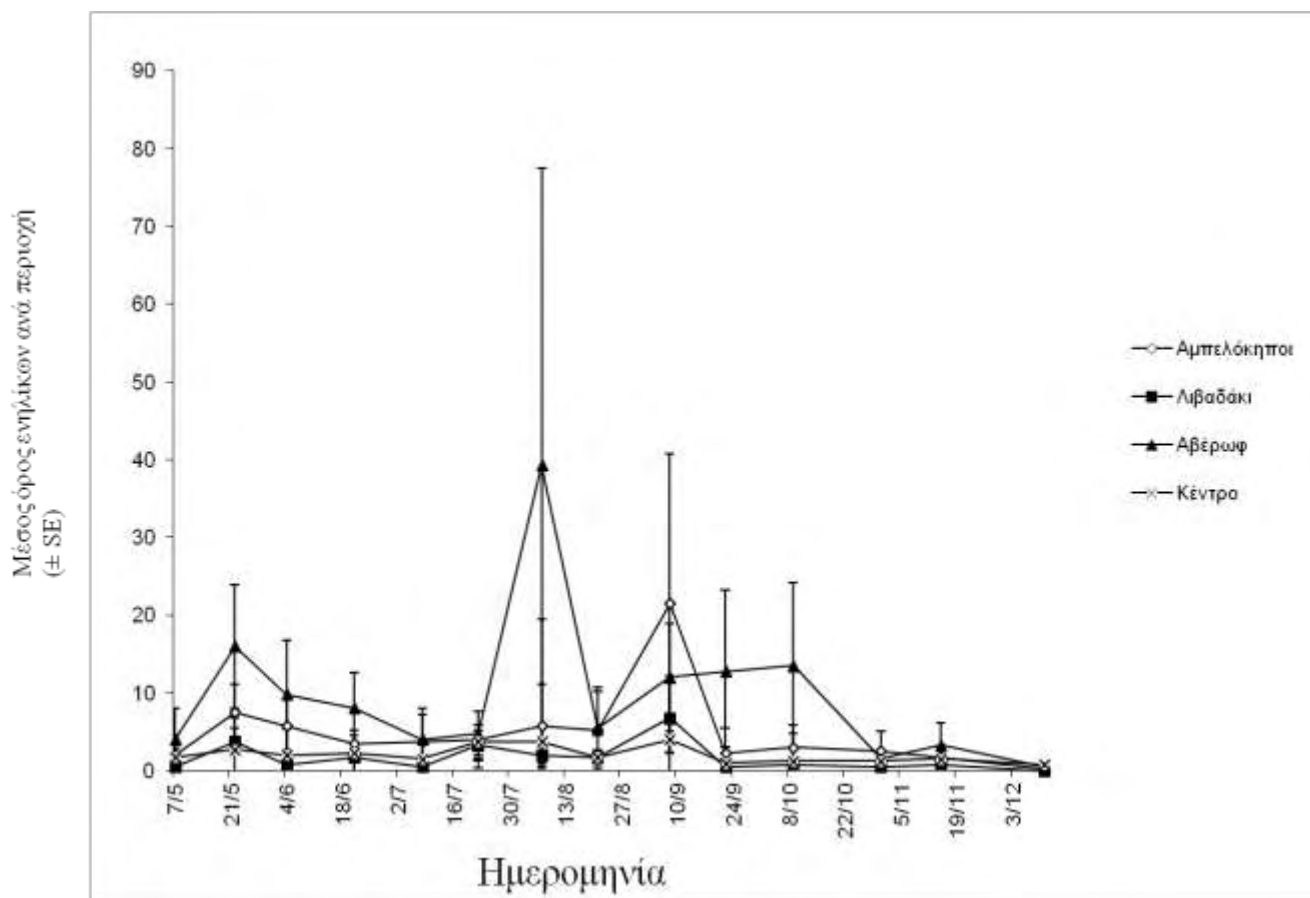
Διάγραμμα 9. Πορεία πτήσης πληθυσμιακή δυναμική μέσου όρου ενηλίκων κουνουπιών ανά γένος.

Στα **Διαγράμμα 10**, παρουσιάζεται η αναλογία των γενών και των ειδών πληθυσμού κουνουπιών που πιάστηκε στις παγίδες δειγματοληψίας την περίοδο Μάιος - Δεκέμβριος 2014. Όπως φαίνεται οι συλλήψεις του γένους *Culex* ήταν περίπου 11 φορές περισσότερες σε σχέση με το γένος *Aedes/Ochlerotatus* ενώ εξαιρετικά μικρός ήταν ο πληθυσμός του γένους *Anopheles*. Παράλληλα, με το πλήθος κάθε γένους ενηλίκων κουνουπιών προς τον συνολικό πληθυσμό τους εκφράζεται και η συχνότητα εμφάνισης της αντίστοιχης μολυσματικής ασθένειας.



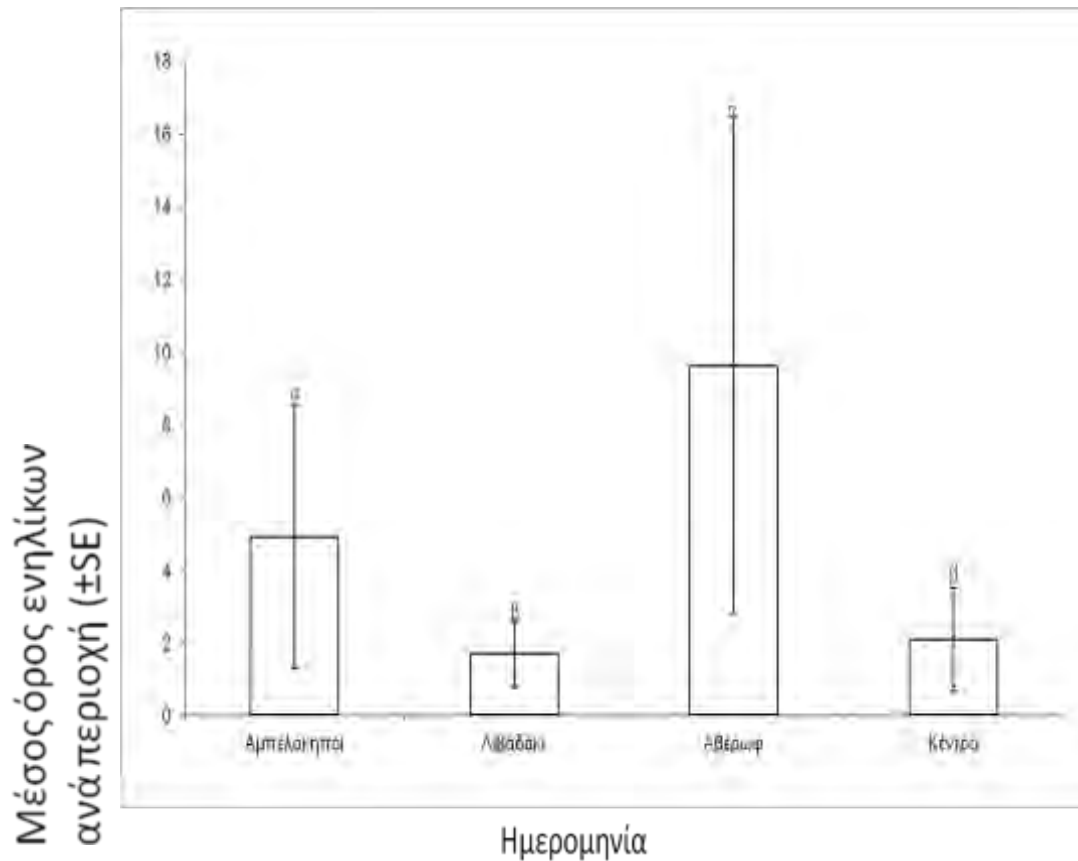
Διάγραμμα 10. Αναλογία πληθυσμού ενηλίκων κουνουπιών στα διάφορα γένη.

Στο **Διάγραμμα 11**, φαίνεται η μεταβολή των συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας το διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014. Στην περιοχή Αβέρωφ διαπιστώνονται οι υψηλότερες συλλήψεις πληθυσμού στα μέσα Ιουνίου ενώ ακολουθεί η περιοχή Αμπελόκηποι με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στα τέλη Σεπτεμβρίου. Οι μεγάλοι πληθυσμοί ενηλίκων ατόμων κουνουπιών σε αυτές τις περιοχές πιθανώς να οφείλονται στην ευνοϊκές συνθήκες αναπαραγωγής και ανάπτυξης λόγω του αναγλύφου των περιοχών και της αυξημένης υγρασίας. Οι χαμηλότερες συλλήψεις πληθυσμού κουνουπιών εμφανίζονται στην περιοχή Λιβαδάκι κάτι που μπορεί να οφείλεται στη δυστοκία εύρεσης εστιών αναπαραγωγής.



Διάγραμμα 11. Μεταβολή πληθυσμού ανά περιοχή ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας το διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014.

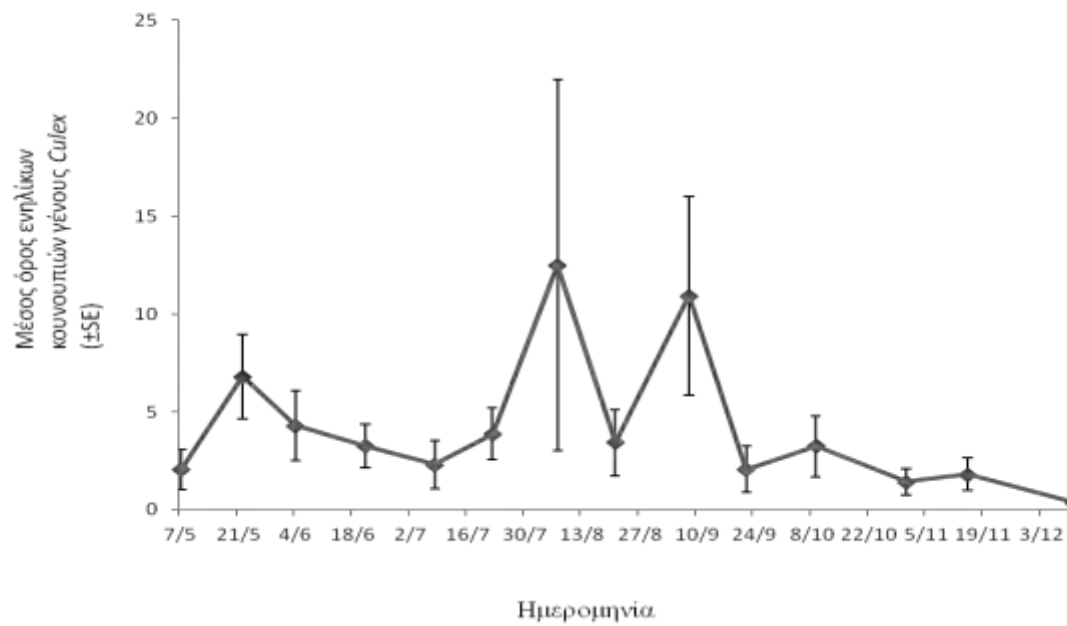
Όπως φαίνεται στο **Διάγραμμα 12**, ο μέσος όρος συλλήψεων των ενηλίκων κουνουπιών καθ' όλη την διάρκεια του έτους ήταν υψηλότερος στην περιοχή Αβέρωφ σε σχέση με τις άλλες τρεις περιοχές. Οι συλλήψεις στην περιοχή Λιβαδάκι ήταν σχεδόν 4 φορές μικρότερες σε σχέση με την περιοχή Αβέρωφ και συνεπώς και η πιθανότητα μετάδοσης κάποιας μολυσματικής ασθένειας.



Διάγραμμα 12. Μέσος όρος συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών ανά περιοχή κατά το χρονικό διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014.

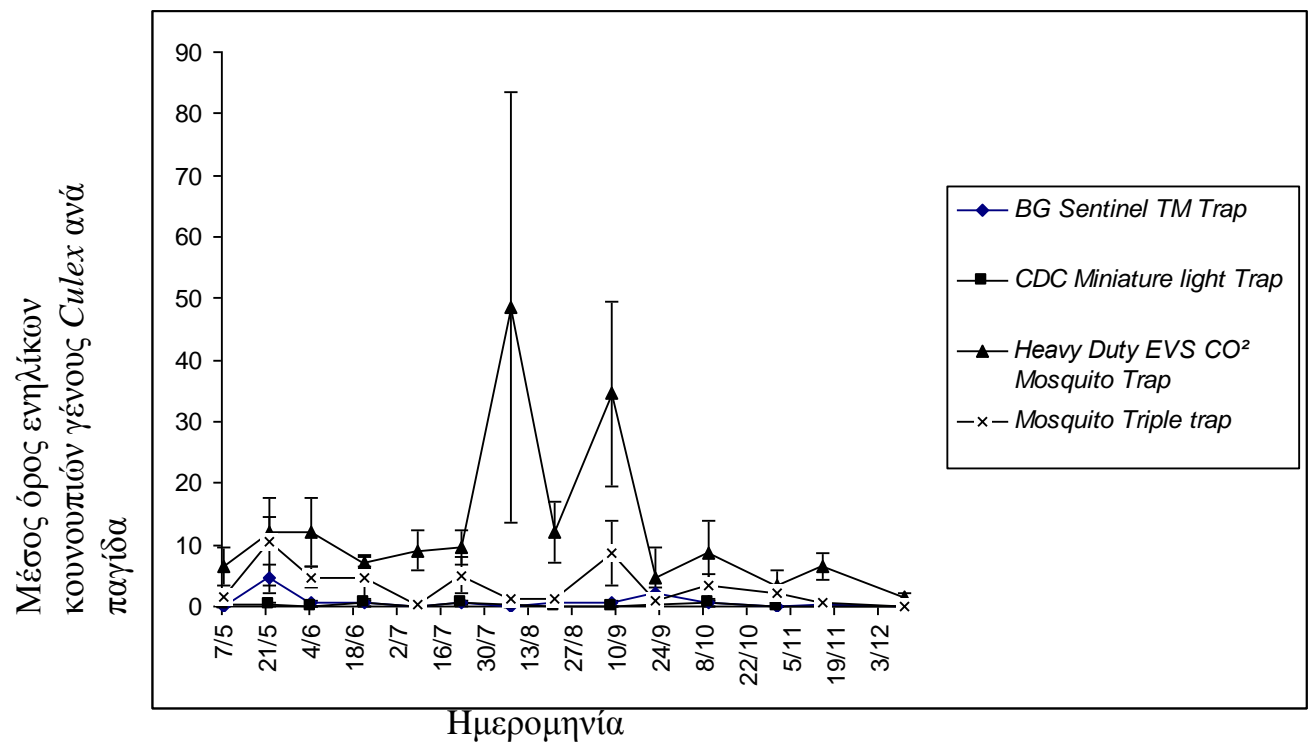
3.1.2 Συλλήψεις ενηλίκων του γένους *Culex*

Στο **Διάγραμμα 13** εμφανίζεται ο μέσος όρος των ενηλίκων κουνουπιών του γένους *Culex* σε όλη τη χρονική διάρκεια των δειματοληψιών.



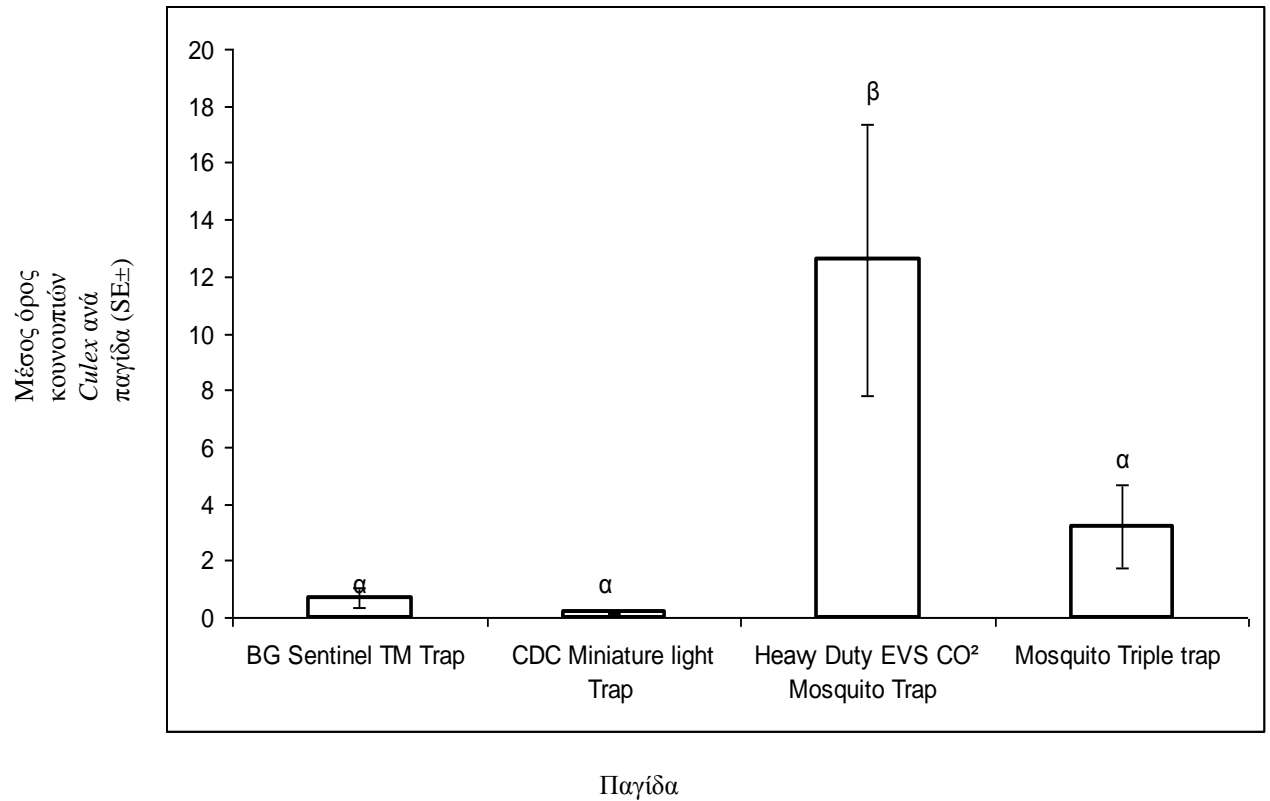
Διάγραμμα 13. Μέσος όρος ενηλίκων κουνουπιών του γένους *Culex*.

Στο **Διάγραμμα 14** εμφανίζεται ο μέσος όρος ενηλίκων κουνουπιών του γένους *Culex* ανά παγίδα.



Διάγραμμα 14. Μέσος όρος ενηλίκων κουνουπιών *Culex* ανά παγίδα.

Όπως φαίνεται και στο **Διάγραμμα 15** οι συλλήψεις της παγίδας Heavy Duty EVS CO₂ σε ενήλικα κουνούπια του γένους *Culex* είναι τουλάχιστον 4 φορές επάνω σε σχέση με τις συλλήψεις των άλλων παγίδων για το συγκεκριμένο γένος κουνουπιών.

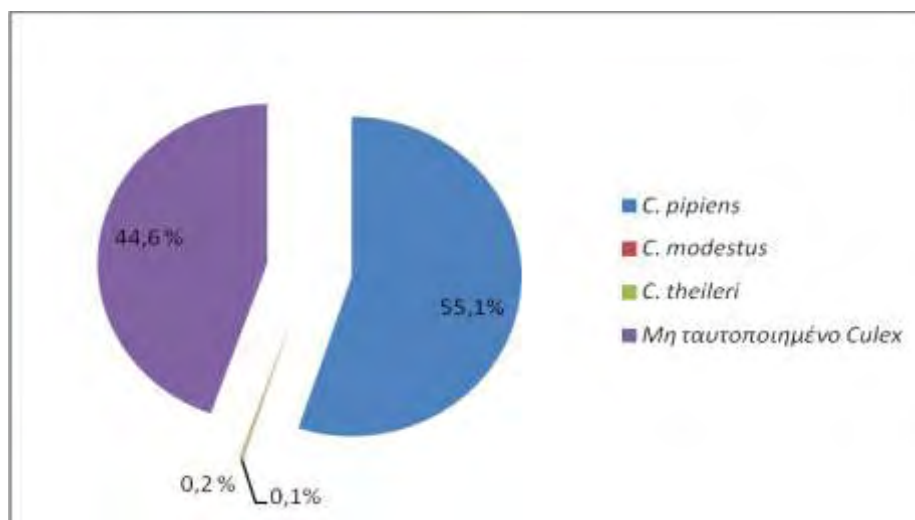


Διάγραμμα 15. Σύγκριση αποτελεσματικότητας παγίδων για το γένος *Culex*.

Πίνακας 7. Ανάλυση της παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για την επίδραση του τύπου της παγίδας και του χρόνου δειγματοληψίας (επαναλαμβανόμενος παράγοντας) στις συλλήψεις ενηλίκων του γένους *Culex* στην πόλη της Λάρισας.

Πηγή παραλλακτικότητας	df	Μέσα τετράγωνα	F	P
Τύπος παγίδας	3	1860.5	5.33	0.014
Σφάλμα	12	348.9		
Χρόνος	13	202.2	1.92	0.03
Τύπος παγίδας x Χρόνος	39	171.8	1.06	0.02
Σφάλμα (χρόνος)	156	105.2		

Όπως φαίνεται και από το **Διάγραμμα 16** το 55,1 % του πληθυσμού του γένους *Culex* ανήκε στο *Cx. pipiens* ενώ μόλις το 0,1 % και το 0,2 % ανήκε στο είδος *Cx. theileri* και *Cx. modestus*. Ο υπόλοιπος πληθυσμός του συγκεκριμένου γένους δεν μπόρεσε να ταυτοποιηθεί καθώς έλλειπαν από το σώμα των κουνουπιών μέρη που αποτελούν σημεία διάκρισης των ειδών.



Διάγραμμα 16. Αναλογία των ειδών του γένους *Culex*.

3.1.2.1 Συλλήψεις ενηλίκων του *Culex pipiens*

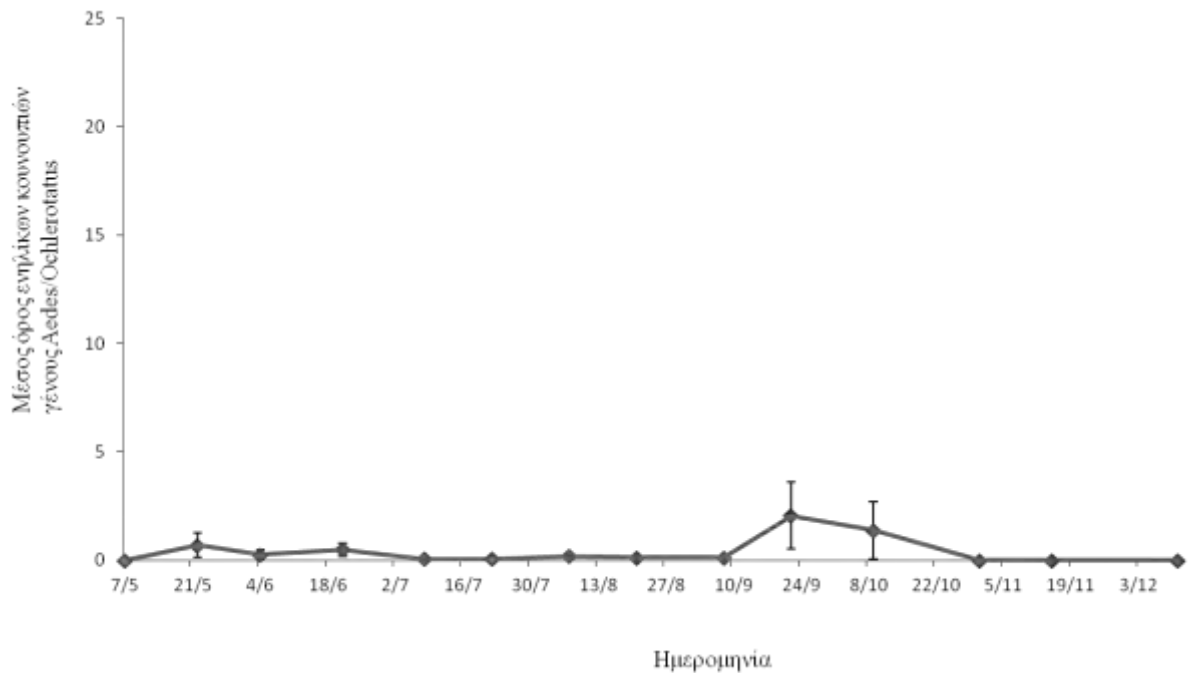
Τα θηλυκά κουνούπια του είδους *Cx. pipiens* είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση μολυσματικών ασθενειών που μπορεί να είναι και θανατηφόρες για τα θηλαστικά όπως ο άνθρωπος. Στο δείγμα μας το είδος *Cx. pipiens* είναι κυρίαρχο του γένους *Culex* και η πτήση του αντιπροσωπεύει την πτήση του πληθυσμού.

Πίνακας 8. Ανάλυση της παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για την επίδραση του τύπου της παγίδας και του χρόνου δειγματοληψίας (επαναλαμβανόμενος παράγοντας) στις συλλήψεις ενηλίκων του *Culex pipiens* στην πόλη της Λάρισας.

Πηγή παραλλακτικότητας	df	Μέσα τετράγωνα	F	P
Τύπος παγίδας	3	541.0	7.549	0,004
Σφάλμα	12	71.7		
Χρόνος	13	64.5	5.287	< 0.001
Τύπος παγίδας x Χρόνος	39	40.7	3.335	< 0.001
Σφάλμα (χρόνος)	156	12.2		

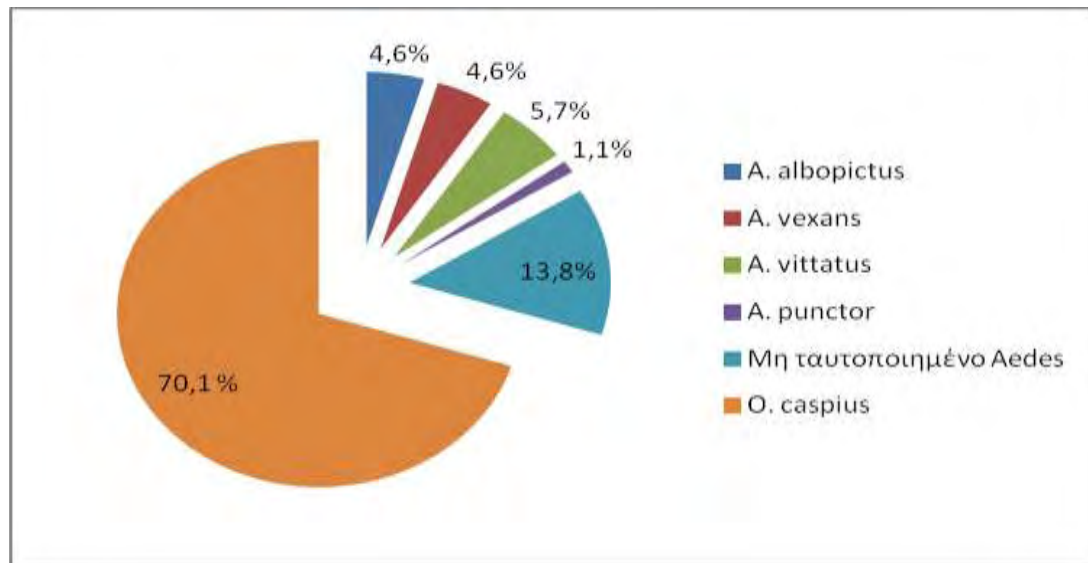
3.1.3 Συλλήψεις ενηλίκων του γένους *Aedes/Ochlerotatus*

Στο **Διάγραμμα 17** δίνεται η πορεία των συλλήψεων ενηλίκων του γένους *Aedes* στην περιοχή της Λάρισας. Οι συλλήψεις κυμάνθηκαν σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα και για το λόγο αυτό δεν είναι δυνατή η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων με σκοπό τη σύγκριση των διαφορετικών τύπων παγίδων.



Διάγραμμα 17. Πορεία συλλήψεων ενηλίκων του γένους *Aedes* στην περιοχή της Λάρισας το έτος 2014.

Από το σύνολο των 87 ενηλίκων του συμπλέγματος *Aedes/Ochlerotatus* το 70.1% ανήκε στο είδος *Oc. caspius*, ακολουθούμενο από τα *Ae. vittatus*, *Ae. albopictus*, και *Ae. vexans*.



Διάγραμμα 18. Αναλογία των ειδών του γένους *Aedes/Ochlerotatus*.

3.1.4 Συλλήψεις ενηλίκων του γένους *Anopheles*

Εξαιτίας του σχεδόν μηδενικού αριθμού συλλήψεων του συγκεκριμένου γένους κρίθηκε σκόπιμο να γίνει διαγραμματική αναπαράσταση. Στο δείγμα μας πιάστηκαν τρία ενήλικα θηλυκά κουνούπια του ανήκαν στο είδος *An. claviger* από την παγίδα Mosquito Triple Trap στα τέλη Ιουνίου και στις αρχές Αυγούστου. Ο μικρός αριθμός συλλήψεων υποδεικνύει πως είτε τα είδη παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν δεν προσελκύουν το συγκεκριμένο γένος κουνουπιού ή είτε βρίσκεται σε πολύ μικρούς πληθυσμούς στις περιοχές που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες.

4.Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προέκυψε: α) Ο πληθυσμός των κουνουπιών ήταν υψηλότερος τον Αύγουστο και τον Σεπτέμβριο και σχετικά υψηλός τον Μάιο και τον Ιούνιο, β) από την χρησιμοποίηση των παγίδων ο τύπος Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap ήταν ο πιο αποτελεσματικός και παρουσίασε τη μεγαλύτερη ελκυστικότητα σχεδόν σε όλα τα γένη κουνουπιών, γ) όλες οι παγίδες έπιασαν μεγαλύτερο αριθμό θηλυκών κουνουπιών απ' ότι αρσενικών, δ) οι συλλήψεις ενήλικων κουνουπιών του γένους *Culex* ήταν πολύ περισσότερες σε σχέση με εκείνες των άλλων γενών, ε) τα περισσότερα μέγιστα συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών έγιναν στην περιοχή Αβέρωφ με την υψηλότερη τιμή συλλήψεων να εμφανίζεται τον Αύγουστο και να ακολουθεί η περιοχή Αμπελόκηποι, ενώ υψηλές είναι και οι συλλήψεις ξανά στην περιοχή Αβέρωφ τον Ιούνιο και τον Σεπτέμβριο, στ) ο μεγαλύτερος μέσος όρος συλλήψεων πραγματοποιήθηκε στην περιοχή Αβέρωφ ζ) οι περισσότερες συλλήψεις του γένους *Culex* έγιναν τον μήνα Αύγουστο και Σεπτέμβριο με το επικρατόν είδος να είναι το *Cx. pipiens* ενώ στο γένος *Aedes/Ochlerotatus* υψηλούς πληθυσμούς είχαμε τον Σεπτέμβριο και τον Οκτώβριο με το επικρατόν είδος να είναι το *Oc. caspius*, η) το έτος 2014 ήταν θερμότερο από τα προηγούμενα έτη καθώς και υπήρξαν μεταβολές τόσο στην ποσότητα όσο και στην χρονική περίοδο των βροχοπτώσεων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων καθώς και των διαγραμμάτων που φανερώνουν παραστατικά τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήχθη είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο όχι μόνο της παρούσας αλλά και κάθε εργασίας που καταδεικνύει και τον σκοπό της.

Εν συντομία στο πείραμα που διεξήχθη είχαμε τη σύλληψη 1025 ενηλίκων ατόμων κουνουπιών που τα 935 από αυτά ανήκαν στο γένος *Culex* sp. που περιλάμβανε τα είδη *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Cx. thielieri* και *Cx. sp.* (μη ταυτοποιημένα είδη). Ακόμη 87 άτομα περιλαμβάνεται το γένος *Aedes/Ochlerotatus* με 61 άτομα *Oc. caspius* και 26 το *Aedes* sp. με τα είδη *Ae. punctor*, *Ae. Ae. Albopictus*, *Ae. vexans*, *Ae. Vittatus* και *Ae.sp.* (μη ταυτοποιημένα είδη), ενώ μόλις 3 άτομα περιλάμβανε το είδος *Anopheles* και πρόκειται για το *An. claviger*. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και στην Βιρτζίνια από τους Meeraus et al. (2008) αναφορικά με τις συλλήψεις στα γένη και είδη ενηλίκων κουνουπιών.

Σχετικά με την πορεία των συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας το διάστημα Μάιος – Δεκέμβριος 2014 διαπιστώνεται πως οι πρώτες συλλήψεις σημειώθηκαν στις 7 Μαΐου και το πρώτο μέγιστο καταγράφηκε στις αρχές Ιουνίου. Δύο ακόμα μέγιστα καταγράφηκαν στα μέσα Αυγούστου και Σεπτεμβρίου. Επακολούθως επέρχεται πτώση του πληθυσμού που πιθανόν να συνδέεται με την εφαρμογή των προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών. Παράλληλα διαπιστώθηκε πως αν και σε μικρούς αριθμούς οι συλλήψεις ενηλίκων κουνουπιών συνεχίστηκαν έως τα μέσα Δεκεμβρίου. Αξίζει να σημειωθεί πως ο αριθμός των συλλήψεων που πραγματοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν αρκετά μεγάλος για αστική περιοχή, και πιθανώς να επηρεάστηκε απ' τις ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που επικρατούν στην πόλη της Λάρισας. Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα σχετικά με την μελέτη που έγινε για την λίμνη Κάρλα όσον αφορά τον αριθμό των συλλήψεων αλλά διαφορετικά σχετικά με το χρονικό διάστημα παρουσίας των μέγιστων πληθυσμών, καθώς στην έρευνα της λίμνης Κάρλας τα μέγιστα παρουσιάστηκαν κατά τον μήνα Ιούνιο και Ιούλιο ενώ μετά οι πληθυσμοί μειώνονταν, κάτι που μπορεί να οφείλεται και στην μείωση της στάθμης του νερού της λίμνης και συνεπώς και της υγρασίας (www.malwest.gr).

Παρατηρώντας τη μεταβολή του πληθυσμού των ενηλίκων κουνουπιών παρατηρείται πως η περιοχή Αβέρωφ είναι εκείνη που ακολουθεί το μέσο όρο συλλήψεων με τις υψηλότερες συλλήψεις πληθυσμού να διαπιστώνονται τον Αύγουστο ενώ ακολουθεί η περιοχή Αμπελόκηποι με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στα τέλη Σεπτεμβρίου. Παράγοντες που πιθανώς να παίζουν καταλυτικό ρόλο στην ύπαρξη και διατήρηση των μεγάλων πληθυσμών κουνουπιών σε αυτές τις περιοχές καθώς και στις μεταβολές της δυναμικής των κουνουπιών είναι η αυξημένη θερμοκρασία και υγρασία καθώς και το ανάγλυφο των περιοχών διότι εύκολα μπορούν να δημιουργηθούν εστίες αναπαραγωγής αλλά και προφύλαξης.

Ο μέσος όρος συλλήψεων των ενηλίκων ατόμων κουνουπιών δείχνει πως η περιοχή Λιβαδάκι παρουσιάζει τις λιγότερες συλλήψεις από όλες τις περιοχές σε όλες τις ημερομηνίες δειγματοληψίας εκτός από μία που πραγματοποιήθηκε στις αρχές Οκτώβρη. Γενικότερα όμως ποσοτικά έχει τις λιγότερες συλλήψεις από όλες τις περιοχές ακόμη και από την περιοχή Κέντρο. Η συγκεκριμένη διαπίστωση προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού το ενδιαίτημα της περιοχής Λιβαδάκι ευνοεί την ανάπτυξη

εστιών αναπαραγωγής και ανάπτυξης πληθυσμών σε αντίθεση με την περιοχή Κέντρο που πρόκειται για μία πυκνοκατοικημένη περιοχή χωρίς φυσικό ενδιαίτημα. Για τα συγκεκριμένα στοιχεία δεν μπορεί να γίνει κάποια αναφορά καθώς είναι η πρώτη φορά που διεξάγεται αυτή η έρευνα σε αυτή την περιοχή.

Σχετικά με την πορεία έναρξης πτήσης των ενηλίκων κουνουπιών καθώς και τη μεταβολή του πληθυσμού των διαφορετικών γενών ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας το διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014 παρατηρείται πως στην πρώτη δειγματοληψία υπήρξαν συλλήψεις του γένους *Culex* κάτι που δεν ισχύει και για τα γένη *Aedes/Ochlerotatus* και *Anopheles*. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην βιολογία των γενών. Το πρώτο μέγιστο για το γένος *Culex* πραγματοποιείται στις αρχές Ιουνίου, ακολουθεί πτώση τις δυναμικής του πληθυσμού ενώ εμφανίζονται δύο ακόμη μέγιστα στα μέσα Αυγούστου όπου παίρνει και την μέγιστή τιμή αλλά και τον Σεπτέμβριο. Ακολούθως ο πληθυσμός του γένους *Culex* παρουσιάζει σταδιακή πτώση μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία. Αντιθέτως το γένος *Aedes/Ochlerotatus* ξεκινά με μηδενικές συλλήψεις ατόμων και έχουμε δύο μέγιστα στην αρχή του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος - αρχές Οκτώβρη). Σχετικά με το γένος *Anopheles* εμφανίζεται μόνο προς το τέλος Ιουνίου - αρχές Ιουλίου και μετά δεν επαναλαμβάνονται συλλήψεις. Αντίθετα ήταν τα αποτελέσματα της έρευνας που έγινε στη λίμνη Κάρλα με το μέγιστο να εμφανίζεται στα μέσα του καλοκαιριού (www.malwest.gr).

Ακολούθως παρουσιάζεται η πορεία πτήσης και η πληθυσμιακή δυναμική των ενηλίκων θηλυκών κουνουπιών που είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση μολυσματικών - θανατηφόρων ασθενειών όπως είναι ο Ιός του Δυτικού Νείλου, η Ελονοσία κ.α. στον άνθρωπο και σε άλλα θηλαστικά την περίοδο Μάιος - Δεκέμβριος 2014. Σε όλα τα γένη του συνολικού δείγματος τα θηλυκά αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος και συνεπώς τόσο η πορεία πτήσης τους είναι ανάλογη του συνόλου. Ήδη παρατηρείται πως από την πρώτη δειγματοληψία πως όλα τα άτομα που πιάστηκαν είναι θηλυκά, που σημαίνει πως η έναρξη πτήσης τους γίνεται νωρίτερα από τα αρσενικά.

Σχετικά με τον αριθμό των συλληφθέντων κουνουπιών φαίνεται πως εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την περιοχή αλλά και από την εποχή του έτους ανάλογα με τις θερμοκρασίες που επικρατούν και εκεί οφείλονται οι μεταβολές στην δυναμική του

πληθυσμού και της φαινολογίας του όπως γίνεται φανερό τουλάχιστον για το διάστημα Μάιος – Δεκέμβριος. Η διαφορετική μεταβολή του πληθυσμού στις περιοχές δειγματοληψίας προκύπτει από την σημαντική αλληλεπίδραση χρόνου με την περιοχή συλλήψεων.

Παράλληλα παρουσιάζεται και η αναλογία των γενών και των ειδών πληθυσμού κουνουπιών που πιάστηκαν στις παγίδες δειγματοληψίας κατά την περίοδο της δειγματοληψίας. Όπως φαίνεται το γένος *Culex* ήταν το επικρατόν γένος και συνεπώς αυξάνονται οι πιθανότητες μετάδοσης των ασθενειών αυτού του γένους σε σχέση με το γένος *Aedes/Ochlerotatus*, ενώ εξαιρετικά μικρός ήταν ο πληθυσμός του γένους *Anopheles*. Από το γένος *Culex* επικρατούντα είδη είναι το *Cx. pipiens* και το μη ταυτοποιημένο είδος (έλλειπαν μέρη του σώματος που ήταν σημαντικά για την αναγνώριση του είδους) ενώ σε μικρή αναλογία βρίσκονται τα είδη *Cx. modestus* και *Cx. theileri*. Στο γένος *Aedes/Ochlerotatus* κυρίαρχο είδος είναι το *Oc. caspius* ενώ ακολουθούν σε ικανοποιητικό ποσοστό τα μη ταυτοποιημένα άτομα. Σε μικρότερα ποσοστά αλλά ικανά για την ανάπτυξη μεγαλύτερων πληθυσμών βρίσκονται τα είδη *A. vittatus*, *A. albopictus*, *A. vexans* και *A. punctor*. Το γένος *Anopheles* αποτελείται από ένα είδος που είναι το *A. claviger*. Ανάλογα αποτελέσματα για την αναλογία γενών προέκυψαν και από την έρευνα του Hoel et al. (2009) με το γένος *Culex* να είναι πρώτο σε πληθυσμό, το *Aedes/Ochlerotatus* δεύτερο και το *Anopheles* τρίτο.

Ο αριθμός των συλληφθέντων κουνουπιών εξαρτάται από τον τύπο της παγίδας αλλά και από την εποχή του έτους τουλάχιστον για το διάστημα Μάιος – Δεκέμβριος. Η διαφορετική αποτελεσματικότητα των διαφορετικών τύπων παγίδων στις διαφορετικές εποχές του έτους προκύπτει από την σημαντική αλληλεπίδραση χρόνου με τύπο παγίδας.

Όπως φαίνεται η παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap με την χρήση CO₂ και φωτεινής πηγής σαν ελκυστικά είναι πιο αποτελεσματική στην παγίδευση των ενηλίκων κουνουπιών καθόλη τη διάρκεια του έτους. Με αυτό το αποτέλεσμα συμφωνεί και η έρευνα του Andreadis et al., (2007) σχετικά με την αποτελεσματικότητα του συνεργισμού CO₂ και φωτεινής πηγής. Με την παρούσα έρευνα συμφωνούν και τα αποτελέσματα της έρευνας των Mboer et al., (2000) όπου αναφέρεται πως η χρήση CO₂ ως ελκυστικό έχει καλύτερα αποτελέσματα από την

χρήση φωτεινής πηγής χωρίς συνεργισμό για τον ίδιο λόγο. Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα της έρευνας στη λίμνη Κάρλα σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την εκλεκτικότητα των ελκυστικών στα διάφορα γένη και είδη ενηλίκων κουνουπιών (www.malwest.gr) όπου διαπιστώθηκε στη χρήση παγίδων με τα ανάλογα ελκυστικά πως το CO₂ αύξανε σημαντικά την αποτελεσματικότητα των παγίδων. Σύμφωνα με του Van Essen et al., (1994) με την χρησιμοποίηση CO₂ αυξάνονται οι συλλήψεις του γένους *Aedes/Ochlerotatus* σε σχέση με εκείνες των *Culex*. Αυτό το γεγονός δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί από τη συγκεκριμένη έρευνα διότι σε όλες τις ημερομηνίες δειγματοληψίας το γένος *Culex* είχε υψηλότερες τιμές, όμως μπορεί να επιβεβαιωθεί πως και στο συγκεκριμένο είδος είναι ακόμη πιο αποτελεσματική από τις υπόλοιπες παγίδες ενηλίκων κουνουπιών. Επίσης, η παραπάνω παγίδα περιγράφει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την πορεία της πτήσης των ενηλίκων κουνουπιών. Οι συλλήψεις στην παγίδα Mosquito Triple Trap η οποία ακολουθεί σε αποτελεσματικότητα, φαίνεται ότι δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στις μεταβολές του πληθυσμού των κουνουπιών στη διάρκεια της περιόδου.

Οι υπόλοιποι τύποι παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν με τη σειρά αποτελεσματικότητας ήταν η Mosquito Triple Trap με την χρήση UV ακτινοβολίας, η BG SentinelTM Trap με UV ακτινοβολία και ελκυστικό BG-Lure και τελευταία η CDC Miniature light Trap με την χρήση φωτεινής πηγής. Αντίθετα είναι τα αποτελέσματα της έρευνας των Irish et al., (2008) που αναφέρουν πως η παγίδα BG SentinelTM Trap είναι πιο αποτελεσματική από τις EVS traps όπως αναφέρει και ο Scott et al., (1995) πως παγίδες τύπου CDC Miniature light Trap είναι πιο αποτελεσματικές από τις EVS traps.

Η παγίδα με τις περισσότερες κατά μέσο όρο συλλήψεις είναι η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap με τον μέσο όρο συλλήψεων ενηλίκων ατόμων να είναι σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερος σε σχέση με την αμέσως επόμενη πιο αποτελεσματική παγίδα σε όλα τα γένη κουνουπιών να είναι η Mosquito Triple Trap. Συνεπώς ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας είναι ο πλέον κατάλληλος για την παρακολούθηση του πληθυσμού ενηλίκων κουνουπιών σε προγράμματα κωνοποκτονίας. Οι συλλήψεις των άλλων δύο ειδών παγίδων δεν ανταποκρίνονται με το πλήθος των ατόμων να είναι ιδιαίτερος χαμηλό.

Ο βαθμός της αποτελεσματικότητας των παγίδων στην παγίδευση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών αλλά και η προσέλκυση συγκεκριμένων γενών. Η παγίδα CDC Miniature light Trap παρουσιάζει την χειρότερη αποτελεσματικότητα στην προσέλκυση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών με τις συλλήψεις να είναι σχεδόν μηδενικές και συνεπώς δεν παρατηρείται κάποια εκλεκτικότητα στην προσέλκυση κάποιου συγκεκριμένου γένους. Ακολουθεί η παγίδα BG SentinelTM Trap με τις συλλήψεις να κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα αλλά να παρατηρείται μία σχετική προσέλκυση σε ενήλικα άτομα των γενών *Culex* και *Aedes/Ochlerotatus*. Σχετικά με την προσέλκυση πληθυσμών ενηλίκων κουνουπιών του γένους *Culex* και *Aedes/Ochlerotatus* με τον συγκεκριμένο τύπο παγίδας συμφωνεί και η έρευνα του Meeraus et al. (2008). Ακόμη σύμφωνα με έρευνες η BG SentinelTM Trap πιθανώς να έχει κάποια εξειδίκευση στην παγίδευση κουνουπιών του γένους *Aedes/Ochlerotatus* σε σχέση με άλλα γένη κουνουπιών αφού αρκετές έρευνες έδειξαν όπως και η παρούσα πως χρησιμοποιήθηκε και έπιασε διάφορων ειδών άτομα του συγκεκριμένου γένους (Ritchie et al., 2006, Krocket et al., 2006, Williams et al., 2006, 2007, Kruger et Hagen, 2007, Farajollahi et al., 2009, Pages et al., 2009, Schmuedich et al., 2008).

Η Mosquito Triple trap παρουσιάζει μία σχετική αύξηση των συλλήψεων σε σχέση με την BG SentinelTM Trap στα ενήλικα κουνούπια του γένους *Culex* καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών όπως και στις συλλήψεις σε ενήλικα κουνούπια του γένους *Aedes/Ochlerotatus*. Παράλληλα παρατηρείται πως η συγκεκριμένη παγίδα έπιασε όλα τα άτομα του γένους *Anopheles* και πιθανώς τα προσελκυστικά της να είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο γένος.

Όμως η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap είναι η παγίδα με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα συλλήψεων στην δυναμική ενός πληθυσμού κουνουπιών και στις μεταβολές του όσο και στην φαινολογία του. Συνεπώς ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας θα μπορούσε να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα σε ένα πρόγραμμα διαχείρισης και καταπολέμησης πληθυσμού κουνουπιών σε μία περιοχή.

Την μεγαλύτερη αναλογία σε θηλυκά κουνούπια παρουσιάζει η παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap με κύριο ελκυστικό να είναι το CO₂ παρομοιάζοντας το ανθρώπινο σώμα σε συνδιασμό με φωτεινή πηγή, ενώ ακολουθεί η CDC Miniature light Trap χρησιμοποιώντας φωτεινή πηγή, η Mosquito Triple Trap με UV

ακτινοβολία και η BG Sentinel TM Trap με συνεργισμό ελκυστικού και UV ακτινοβολίας. Αναφορικά με τα αρσενικά ενήλικα κουνούπια του δείγματος φαίνεται πως προσελκύστηκαν περισσότερο από την BG Sentinel TM Trap, κατόπιν από την Mosquito Triple Trap, την CDC Miniature light Trap ενώ φαίνεται πως το CO₂ δεν τα προσελκύει σε αντίθεση με τα θηλυκά αφού στον τύπο παγίδας που χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο ελκυστικό οι συλλήψεις ήταν σχεδόν μηδενικές.

5. Συμπεράσματα

Αναλύοντας τα αποτελέσματα της μελέτης συμπεραίνεται πως :

- Με την πάροδο των ετών η θερμοκρασία στη συγκεκριμένη περιοχή αυξάνει κάτι που πιθανώς επηρέασε το χρονικό διάστημα έναρξης της πτήσης των εντόμων.
- Κοινός παρονομαστής των ετών 2011-2014 στην περιοχή της Λάρισας είναι η αύξηση του επιπέδου των βροχοπτώσεων με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται από τα τέλη άνοιξης έως και τα τέλη φθινοπώρου. Συνεπώς αυξάνονται οι πιθανότητες για αύξηση του πληθυσμού των κουνουπιών αφού δημιουργείται υγρασία και συνεπώς ιδανικές συνθήκες για απόθεση, διατήρηση και ανάπτυξη των αυγών τους.
- Ο αριθμός των συλληφθέντων κουνουπιών επηρεάζεται σημαντικά από την περιοχή αλλά και από την εποχή του έτους και προκύπτει απ' την αλληλεπίδραση του χρόνου με την περιοχή συλλήψεων.
- Ο αριθμός των συλληφθέντων κουνουπιών επηρεάζεται σημαντικά από τον τύπο της παγίδας αλλά και από την εποχή του έτους και προκύπτει απ' την αλληλεπίδραση του χρόνου με τον τύπο της παγίδας.
- Οι πρώτες συλλήψεις καταγράφηκαν στις αρχές Μαΐου ενώ οι μέγιστες συλλήψεις έγιναν τον μήνα Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Οι συλλήψεις συνεχίστηκαν μέχρι και τον Δεκέμβριο αλλά σε μικρότερους αριθμούς.
- Η περιοχή με τις υψηλότερες συλλήψεις πληθυσμού και συνεπώς το μεγαλύτερο μέσο όρο είναι το Αβέρωφ τον μήνα Αύγουστο ενώ ακολουθεί η περιοχή Αμπελόκηποι με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στα τέλη Σεπτεμβρίου.
- Οι χαμηλότερες συλλήψεις πληθυσμού κουνουπιών εμφανίζονται στην περιοχή Λιβαδάκι.
- Η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap ήταν η πιο αποτελεσματική στην παγίδευση των ενηλίκων κουνουπιών καθόλη τη διάρκεια του έτους σε σχέση με τους άλλους τρεις τύπους παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν.

- Η Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap είναι η παγίδα με τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα συλλήψεων στην δυναμική ενός πληθυσμού κουνουπιών και στις μεταβολές του όσο και στην φαινολογία του. Συνεπώς ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας θα μπορούσε να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα σε ένα πρόγραμμα διαχείρισης και καταπολέμησης πληθυσμού κουνουπιών σε μία περιοχή.
- Η παραπάνω παγίδα περιγράφει με μεγαλύτερη λεπτομέρεια την πορεία της πτήσης των ενηλίκων κουνουπιών και κυρίως των θηλυκών αφού το ελκυστικό της (CO₂) είναι όμοιο με το ελκυστικό που εκπέμπει το ανθρώπινο σώμα ενώ σχετικά μετααρσενικά άτομα δεν παρουσιάζει σχεδόν καμία επίδραση στην προσέλκυσή τους.
- Οι συλλήψεις στην παγίδα Mosquito Triple Trap, η οποία ακολουθεί σε αποτελεσματικότητα, φαίνεται ότι δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στις μεταβολές του πληθυσμού των κουνουπιών στη διάρκεια της περιόδου.
- Οι συλλήψεις της παγίδας Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap σε απόλυτη τιμή είναι σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερος σε σχέση με εκείνον της αμέσως επόμενης πιο αποτελεσματικής παγίδας που είναι η Mosquito Triple Trap. Οι συλλήψεις των άλλων δύο ειδών παγίδων δεν ανταποκρίνονται με το πλήθος των ατόμων να είναι ιδιαίτερος χαμηλό.
- Η παγίδα CDC Miniature light Trap παρουσιάζει την χειρότερη αποτελεσματικότητα στην προσέλκυση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών με τις συλλήψεις να είναι σχεδόν μηδενικές και συνεπώς δεν παρατηρείται κάποια εκλεκτικότητα στην προσέλκυση κάποιου γένους.
- Τη μεγαλύτερη αναλογία σε θηλυκά κουνούπια παρουσιάζει η παγίδα Heavy Duty EVS CO₂ Mosquito Trap με κύριο ελκυστικό να είναι το CO₂ παρομοιάζοντας το ανθρώπινο σώμα σε συνδιασμό με φωτεινή πηγή, ενώ ακολουθεί η CDC Miniature light Trap χρησιμοποιώντας φωτεινή πηγή, η Mosquito Triple Trap με UV ακτινοβολία και η BG SentinelTM Trap με συνεργισμό ελκυστικού και UV ακτινοβολίας.

- Σε όλα τα γένη του συνολικού δείγματος τα θηλυκά αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος και συνεπώς τόσο η πορεία πτήσης τους όσο και η πληθυσμιακή δυναμική είναι ανάλογη του συνόλου.
- Αναφορικά με την φαινολογία των ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας, βρέθηκαν γένη *Culex*, *Aedes/Ochlerotatus*, *Anopheles*. Το γένος *Culex* περιλάμβανε τα είδη *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Cx. theileri* και μη ταυτοποιημένα *Culex*. Το γένος *Aedes/Ochlerotatus* αποτελούνταν από τα είδη *Oc. caspius*, *A. vexans*, *A. vitatus*, *A. punctor* και μη ταυτοποιημένα *Aedes* ενώ το γένος *Anopheles* είχε μόνο ένα είδος και αυτό ήταν το *An. claviger*.
- Τα περισσότερα είδη ενηλίκων κουνουπιών τα είχε το γένος *Aedes/Ochlerotatus*.
- Το γένος *Culex* υπερείχε αριθμητικά σε σχέση με τα άλλα δύο γένη.
- Από το γένος *Culex* επικρατών είδος ήταν το *Cx. pipiens*, από το γένος *Aedes/Ochlerotatus* ποσοτικά υπερείχε το *Oc. caspius* ενώ το γένος *Anopheles* είχε μόνο ένα είδος το *An. claviger*.
- Στην πρώτη δειγματοληψία υπήρξαν συλλήψεις του γένους *Culex* κάτι που δεν ισχύει και για τα γένη *Aedes/Ochlerotatus* και *Anopheles*.
- Το πρώτο μέγιστο για το γένος *Culex* πραγματοποιείται στις αρχές Ιουνίου ενώ ακολουθεί πτώση της δυναμικής του πληθυσμού. Παράλληλα εμφανίζονται δύο ακόμη μέγιστα στα μέσα Ιουλίου όπου παίρνει και την μέγιστή τιμή αλλά και στα τέλη Αυγούστου.
- Ακολούθως ο πληθυσμός του γένους *Culex* παρουσιάζει σταδιακή πτώση μέχρι και την τελευταία δειγματοληψία.
- Το γένος *Aedes/Ochlerotatus* ξεκινά με μηδενικές συλλήψεις ατόμων και έχουμε δύο μέγιστα στην αρχή του φθινοπώρου (Σεπτέμβριος - αρχές Οκτώβρη) που πιθανώς να οφείλεται στην βιολογία του συγκεκριμένου γένους.
- Σχετικά με το γένος *Anopheles* εμφανίζεται μόνο προς το τέλος Ιουνίου - αρχές Ιουλίου και μετά δεν επαναλαμβάνονται συλλήψεις.

- Στην παγίδα BG Sentinel TM Trap οι συλλήψεις κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα αλλά παρατηρείται μία σχετική προσέλκυση σε ενήλικα άτομα των γενών *Culex* και *Aedes/Ochlerotatus*.
- Η Mosquito Triple trap παρουσιάζει μία σχετική αύξηση των συλλήψεων σε σχέση με την BG Sentinel TM Trap στο ενήλικα κουνούπια του γένους *Culex* καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών όπως και σε ενήλικα κουνούπια του γένους *Aedes/Ochlerotatus*. Παράλληλα παρατηρείται πως η συγκεκριμένη παγίδα έπιασε όλα τα άτομα του γένους *Anopheles* και πιθανώς τα προσελκυστικά της να είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο γένος.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη βιβλιογραφία

Anastasiadou, A., Economopoulou, A., Kakoulidis, I., Zilidou, R., Butel, D., Zorpidou, D., Ferentinos, G., Markou, P., Kougas, E., Papa, A. (2011) Non-neuroinvasive West Nile virus infections during the outbreak in Greece. Clin. Microbiol. Infect. 17: 1681–1683.

Andreadis, T.G., Armstrong, P.M. (2007) A two-year evaluation of elevated canopy trapping for Culex mosquitoes and West Nile virus in an operational surveillance program in the northeastern United States. J Am. Amer. Mosq. Control Assoc. 23: 137-148

Barr, Ar., Azawi, A. (1958) Notes on the oviposition and the hatching of eggs of *Aedes* and *Psorophora* mosquitoes (Diptera, *Culicidae*). Univ Kans Sci Bull

Barros, S.C., Ramos, F., Fagulha, T., et al. (2011) Serological evidence of West Nile virus circulation in Portugal Vet Microbiol, 152: 407–410

Becker N., Margalit J. (1993) Control of Dipteran pests by *Bacillus thuringiensis* in: *Bacillus thuringiensis* . Its uses and future as a biological pesticide. John Wiley & Sons LTD, Sussex, England

Becker, N., Zgomba, M., Petric, D., Ludwig, M. (1995) Comparison of carbon dioxide , octenol and a host-odour as mosquito attractants in the Upper Rhine Valley, Germany. Med Vet Entomol 9: 277-80

Becker, N., Zgomba, M., Petrić, D., Beck, M., Ludwig, M. (1995a) Role of larval cadavers in recycling processes of *Bacillus sphaericus*. J Am Mosq Control Assoc 11: 329–334

Becker et al., (2003) Mosquitoes and their control. Kluwer Academic /Plenum Publishers, New York, 498

Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, C., Madon, M., Kaiser, A., (2010) Mosquitoes and their control . Springer - Verlag Berlin Heidelberg. 410

Becker, N., Petric D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, M. Madon, Kaiser. A. (2010) Mosquitoes and Their Control (Second Edition). Springer-Verlag. Berlin and Heidelberg, Germany

Becker, N., Geier, M., Balczun, C., Bradersen, U., Huber, K., Kiel, E., Krüger, A., Lühken, R., Orendt, C., Plenge-Bönig, A., Rose, A., Schaub, G.A. & Tannich, E. (2013) Repeated introduction of *Aedes albopictus* into Germany, July to October 2012. *Parasitology Research*, 112, 1787-1790.

Bellini, R., Veronesi, R., Rizzoli, M. (1994) Efficacy of various fish species (*Carassius auratus* [L], *Cyrinus carpio* [L], *Gambusia affinis* [Baird and Girard]) in the control of rice field mosquitoes in Northern Italy. *Bull Soc Vector Ecol* 19: 87–99

Belton, P., (1994) Attraction of male mosquitoes to sound. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 10: 297-301.

Benedict, M.Q., Robinson, A.S., (2003) The first releases of transgenic mosquitoes : an argument of sterile insect technique. *Trends Parasitol* 19: 349-355

Bernabeu-Wittel, M., Ruiz-Perez, M., del Toro, M.D. et al.(2007) West Nile virus past infections in the general population of southern Spain .*Enferm Infecc. Microbiol. Clin.* 25: 561–565

Bernkopf, H., Levine, S., Nerson, R., (1953) Isolation of West Nile virus in Israel. *J. Infect. Dis.* 93: 207–218.

Blitvich, B.J., (2008) Transmission dynamics and changing epidemiology of West Nile virus. *Anim. Health Res. Rev.* 9: 71–86

Bofill, D., Domingo, C., Cardenosa, N. et al. (2006) Human West Nile virus infection, Catalonia, Spain *Emerg. Infect. Dis.* 12: 1163–1164

Briegel, H., (1973) Zur Verbreitung der Culicidae (Diptera, Nematocera) in der Schweiz. *Rev Suisse Zool* 80: 461–472

Campbell, G.L., Ceianu, C.S., Savage, H.M. (2001) Epidemic West Nile encephalitis in Romania: Waiting for history to repeat itself. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 951: 94–101.

Cilek J.E, Hallmon C.F., Johnson R., (2011) Semi - Field Comparison if the Bg Lure, Nonanal, and 1-Octen-3-OL to Attract Adult Mosquitoes in Northwestern Florida, *American Mosquito Control Association*, 27(4):292-7

Clements A.N., (1963) The physiology of mosquitoes, Pergamon Press, Oxford, 395

Clements, A.N., (1999) The biology of mosquitoes. Vol. II. Sensory reception and behaviour. Cabi, Wallingford. *Reproduction and Development*, 36: 67-71.

CDC (2002) Laboratory-acquired West Nile virus infections—United States *MMWR* 51: 1133–1135.

CDC (2002) Intrauterine West Nile virus infection—New York MMWR 51: 1135–1136.

Ceianu, C.S., Unquareanu, A., Nikolescu, G., Cernescu, C., Nitescu, L., Tardei, G., Petrescu, A., Pitigoi, D., Martin, D., Ciulacu-Purcarea, V. et al. (1997-2000) West Nile virus surveillance in Romania. *Viral. Immunol.* 14: 251–262.

Charlwood, J.D., Thompson, R. and Madsen, H., (2003) Observations on the swarming and mating behaviour of *Anopheles funestus* from southern Mozambique. *Malaria Journal*, 2: 10

Charlwood, J.D., (2003) May the force be with you: measuring mosquito fitness in the field. In: Takken, W. and Scott, T.W. eds. *Ecological aspects for application of genetically modified mosquitoes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 47-62. Wageningen UR Frontis Series no. 2

Clements AN. (1992) The biology of mosquitoes, Vol 1, Development, Nutrition and reproduction. Chapman & Hall, London, 509

Coluzzi, M., Contini, C. (1962) The larvae and pupae of *Mansonia buxtoni* (Edwards 1923), (Diptera, Culicidae). *Bull Ent Res* 53:215–218

Cranston, P.S., Ramsdale, C.D., Snow, K.R, White, G.B. (1987) Key to the adults, larvae and pupae of british mosquitoes (Culicidae). *Freshw Biol Assoc Sci Publ* 48: 152

Darsie , R. F. , and Samanidou -Voyadjoglou ,A. (1997) Keys for the identification of mosquitoes of Greece. *J.Am.Mosq.Contr.Assoc.* 13: 147-154

Dauphin, G., S Zientara S. (2007) West Nile virus: recent trends in diagnosis and vaccine development. *Vaccine*, 25: 5563–5576

Davidson, G., (1964) The five mating types in the *Anopheles* complex. *Rivista di Malariologia*, 43:167-183

Davis, E.E., Bowen, M.F. (1994) Sensory physiological basis for attraction in mosquitoes. *J Am Mosq Contr Assoc.* 10:316-25

Debiasi, R.L. (2011) West Nile virus neuroinvasive disease. *Curr. Infect. Dis. Rep.*13: 350–359.

De Deken, R., Speybroeck, N., Gillain, G., Sigue, H., Batawi, K., Van Den Bossche, P. (2004) The Macrocyclic Lactone “Spinosad,” a Promising Insecticide for Tsetse Fly Control. *J Med Ent* 41: 814–818

Depoortere, E., Salmaso, S., Pompa, M., Guglielmetti, P., Coulombier, D. (2008) Chikungunya in Europe. *The Lancet* 371: 723–723

Diamond, M.S., Blair, C.D. (2009) Vector biology and West Nile virus. In *West Nile Encephalitis Virus Infection*; Diamond, M.S., Ed.; Springer: New York, NY, USA.

Dimenna, M.A., Bueno, R.Jr., Parmenter, R.R., Norris, D.E., Sheyka, J.M., Molina, J.L., LaBeau, E.M., Hatton, E.S., Glass, G.E. (2006) Comparison of Mosquito Trapping Method Efficacy For West Nile Virus Surveillance in New Mexico. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 22: 246-253

Dusfour I., Carinci R., Gaborit P., Issaly J., Girod R. (2010) Evaluation of four methods for collecting malaria vectors in French Guinea. *J. Econ. Entomol.* 103: 973-976

ECDC & WHO (2012) Mission Report. Joint ECDC/WHO mission related to local malaria transmission in Greece in 2011 Summary. September/October 2011. Stockholm, Sweden.

Esteves, A., Almeida, A.P., Galao, R.P. et al. (2005) West Nile virus in southern Portugal, 2004 *Vector Borne Zoonotic Dis.* 5: 410–413

Farajollahi, A., Kesavaraju, B., Price, D.C., Williams, Gr. M. , Healy, S.P., Gaugler, R., Nelder, M. (2009) Efficacy of BG-Sentinel and Industry Traps for *Aedes albopictus*. *Journal of Medical Entomology* 46: 919-925

Gama, R.A., Iv. Maria da Silva , H. Antônio de Oliveira Monteiro' ÁL. Eduardo Eiras (2012) Fauna of Culicidae in rural areas of Porto Velho and the first record of *Mansonia (Mansonia) flaveola* (Coquillett, 1906), for the state of Rondônia, Brazil . *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* vol.45 no.1

Garcia-Bocanegra, J.A., Jaen-Tellez, Napp, S., et al. (2011) West Nile fever outbreak in horses and humans. Spain, 2010 *Emerg. Infect. Dis.*, 17, pp. 2397–2399

Gäumann, R., Mühlemann, K., Strasser, M., Beuret, C.M. (2010) High-throughput procedure for tick surveys of tick-borne encephalitis virus and its application in a national surveillance study in Switzerland. *Appl. Environ. Microbiol.* 76: 4241–4249.

Goldberg, L.H., Margalit, J. (1977) A bacterial spore demonstrating rapid larvicidal activity against *Anopheles sergenti*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex univittatus*, *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. *Mosq News* 37:355–358

Goma L.K.H. (1966) The mosquito. *Hutchinson Tropical Monographs*, Hutchinson & Co. (Publishers) LTD, London

Goma, L.K.H. (1996) The mosquito. Hutchinson Tropical Monographs, Hutchinson & Co. (Publishers) LTD, London

Gong, H., De Gaetano, A.T., Harrington L.C (2011) Climate-based models for West Nile Culex mosquito vectors in the Northeastern US. Int J Biometeorol. 55:435–446.

Gillett, J.D. (1983) Abdominal pulses in newly emerged mosquitoes *Aedes aegypti* . Mosq News 43: 359-361

Gillies, M.T. (1954) The recognition of age-groups within populations of *Anopheles gambiae* by the pre-gravid rate and the sporozoite rate. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 48: 58-74

Grant, A.J., Wigton, B.E., Aghajanian, J.G. et al. (1995) Electrophysiological responses of receptor neurons in mosquito maxillary palp sensilla to carbon dioxide. J Comp Physiol. 117: 389-96

Gubler, D.J., Kuno, G., Markoff, L. Knipe, D.M., Howley, P.M. (2007) Eds.; Flaviviruses. In Fields virology, 5th ed., Wolters Kluwer and Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, PA, USA, 1153–1252.

Gyure, K.A. (2009) West Nile virus infections. J. Neuropath. Exp. Neurol. 68, 1053–1060

Harbach, R.E., Kitching, I.J. (1998) Phylogeny and classification of the Culicidae. Syst Ent 23:327–370

Hartemink, N.A., Davis, S.A., Reiter, P., Hubalek, Z., Heesterbeek, J.A. (2007) Importance of bird-to-bird transmission for the establishment of West Nile virus. Vector-Borne Zoonotic Dis. 7: 575–584.

Hayes, C.G. (2001) West nile virus: Uganda, 1937, to New York City, 1999. Ann. N. Y Acad. Sci. 951: 25–37.

Hayes, E.B., Sejvar, J.J., Zaki, S.R., Lanciotti, R.S., Bode, A.V., Campbell, G.L (2005) Virology, pathology, and clinical manifestations of West Nile virus disease. Emerg. Infect. Dis. 11, 1174–1179

Hayes, E.B., Komar, N., Nasci, R.S., Montgomery, S.P., O’Leary, D.R., Campbell, G.L. (2005) Epidemiology and transmission dynamics of West Nile virus disease. Emerg. Infect. Dis. 11: 1167–1173.

Hertlein, B.C., Levy, R. Miller, T.W.Jr. (1979) Recycling potential and selective retrieval of *Bacillus sphaericus* from soil in a mosquito habitat. J Invertebr Pathol 33:217–221

Hoel, D.F., Kline, D.L., Allan S.A. (2009) Evaluation for six mosquito traps for collection of *aedes albopictus* and associated mosquito species in a suburban setting in north central Florida, American Mosquito Control Association , 25: 47-57

Horsfall, W.R., Fowler, H.W., Moretti, L.J., Larsen, J.R. (1973) Bionomics and Embryology of the Inland Flood water Mosquito *Aedes vexans*. University of Illinois Press, Urbana, 211

Hubálek, Z., Halouzka, J. (1999) West Nile fever—A reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 643–650.

Irish S.R., Chandre F. & N'Guessan R. (2008) Comparison of Octenol- and BG Lure-baited Biogents Sentinel Traps and an Encephalitis Virus Surveillance Trap in Portland, OR. *Journal of the American Mosquito Control Association* 24: 393-397.

Kaiser, A., Jerrentrup, H., Samanidu-Voyadjoglo, A., Becker, N., (2001) Contribution to the distribution of European mosquitoes (Diptera : Culicidae): four new country records from northern Greece. *Europ. Mosq. Bull.* 10: 9-12.

Kellen, W.R., Meyers, C.M. (1964) *Bacillus sphaericus* Neide as a pathogen of mosquitoes. *J Invert Pathol* 7:442–448

Koppelman, M.H., Sjerps, M.S., de Waal, M., Reesink, H.W., Cuypers, H.T. (2006) No evidence of West Nile virus infection in Dutch blood donors. *Vox Sang*, 90: 166–169

Kramer, L.D., Ebel, G.D. (2003) Dynamics of flavivirus infection in mosquitoes. *Adv. Virus Res.* 60: 187–232.

Krockel, U.L., Andreas, R., Álvaro, E. Eiras, Martin G. (2006) New tools For surveillance of adult yellow fever mosquitoes : comparison of trap catches with human landing rates in an urban environment . *Journal of the American Mosquito Control Association* 22: 229-238.

Kronefeld, M., Dittman, M., Zielke, D., Werner, D., Kampen, H., (2012) Molecular confirmation of the occurrence in Germany of *Anopheles daciae* (Diptera, Culicidae). *Parasites and Vectors* 5:250

Lacey, L.A. (1990) Persistence and formulation of *Bacillus sphaericus* . In: *Bacterial control of mosquitoes and black-flies : biochemistry, genetics and applications of Bacillus thuringiensis israelensis and Bacillus sphaericus* : (Barjac de H, Sutherland D eds), Rutgers Univ Press, New Brunswick, NJ, 84–294)

- Little, E. (2011)** Characterizing the Urban Environment of Dengue Mosquitoes in Patillas, Puerto Rico. MESc .Tropical resources.volume 30
- Lowe R.E. and Baily D.L.C. (1979)** Comparison of morning and evening captures of adult female *Anopheles albimanus* from stables in El Salvador. Mosquito News 39: 532 - 535.
- Lyimo, E.O., Takken, W. (1993)** Effects of adult body size on fecundity and pre-gravid rate of *Anopheles gambiae* females in Tanzania. Medical and Veterinary Entomology, 7: 328-332.
- Lühken, R., Pfitzner, W. P., Jessica Börstler, J., Rolf Garms, R., Huber, K., Schork, N., Steinke, S., Kiel, E., Becker, N., Tannich, E., Krüger, A. (2014)** Field evaluation of four widely used mosquito traps in Central Europe. Parasites & Vectors 7:268
- Ludwig, M., Beck, M., Zgomba, M., Becker, N. (1994)** The impact of water quality on the persistence of *Bacillus sphaericus*. Bull Soc Vec Ecol 19:43–48
- Lundstrom, J.O. (1999)** Mosquito borne-viruses in Western Europe : A review , J Vect. Ecol. 24: 1-39
- Maciel-de-Freitas, R., Eiras, A.E., Lourenço-de-Oliveira, R. (2006)** Field evaluation of effectiveness of the BG-Sentinel, a new trap for capturing adult *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Mem Inst Oswaldo Cruz. 101:321-5.
- Maciel de Freitas,R., Tomes, C.C., Lourenco de oliveira, R. (2007)** Daily survival rates and dispersal of *aedes aegypti* females in Rio de Janeiro , Brazil. Americal Journal of Tropical Hygiene 76:659-665
- Marka, A., Diamantidis, A., Papa, A., Valiakos, G., Chaintoutis, S.C., Doukas, D., Tserkezou, P., Giannakopoulos, A., Papaspyropoulos, K., Patsoula, E., Badieritakis, E., Baka, A., Tseroni, M., Pervanidou, D., Papadopoulos, N.T., Koliopoulos, G., Tontis, D., Dovas, C.I, Billinis, C., Tsakris, A., Kremastinou, J., Hadjichristodoulou C. (2013)** West Nile Virus State of the Art Report of MALWEST Project. Int. J. Environ. Res. Public Health 10: 6534-6610
- Marchand, R.P. (1984)** Field observations on swarming and mating in *Anopheles gambiae* mosquitoes in Tanzania. Netherlands Journal of Zoology, 34:367-387.
- Marie J., Bossin H.C. (2013)** First record of *Wyeomyia* (*Wyeomyia*) *mittelli* in French Polynesia .Journal of Medical Entomology 50: 37-42

Mboer, L.E.O., Knols, B.G.J., Branks, M.A.H., Takken, W. (2000) Comparison of carbon dioxide-baited trapping systems for sampling outdoor mosquito populations in Tanzania. *J.Med. and Veterinary Entomology*, 14: 257-263

McIver, S.B. (1982) Sensilla of mosquitoes (Diptera: Culicidae). *J Med Ent* 19:489–535

Meeraus, W.H, Armistead J.S., Arias J.R. (2008) Field Comparison of Novel and Gold Standard Traps for Collecting *Aedes albopictus* in Northern Virginia . *Journal of the American Mosquito Control Association* 24: 244-248.

Melnick, J.L., Paul, J.R., Riordan, J.T., Barnett, V.H., Goldblum, N., Zabin, E.(1951) Isolation from human sera in Egypt of a virus apparently identical to West Nile virus. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 77: 661–665.

Mingote, F.de Ázara T., Marlen, D. C, Aparecida, R.R., Johannes, O.J, Geier, M., Eduardo, E.A. (2013) The impact of CO² on collection of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Culex quinquefasciatus* Say by BG-Sentinel® traps in Manaus, Brazil . *Mem Inst Oswaldo Cruz*,108: 229-232

Mohrig, W. (1969) Die Culiciden Deutschlands. *Parasitol Schriftenreihe* 18: 260

Mulligan, F.S., III, Schaefer, C.H., Wilder, W.H. (1980) Efficacy and persistence of *Bacillus sphaericus* and *B. thuringiensis* H-14 against mosquitoes under laboratory and field conditions. *J Econ Ent* 73:684–688

Murray, K.O., Walker, C., Gould, E. (2011) The virology, epidemiology, and clinical impact of West Nile virus: A decade of advancements in research since its introduction into the western hemisphere. *Epidemiol. Infect.* 2011, 139, 807–817

Nash, D., Mostashari, F., Fine, A., Miller, J., O’Leary, D., Murray, K., Huang, A., Rosenberg, A., Greenberg, A., Sherman, M., et al. (2001) The outbreak of West Nile virus infection in the New York City area in 1999. *N. Eng. J. Med.* 344:1807–1814.

Nguyen H., Whelan P. Finlay-Doney M., (2010) Interceptions of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the port of Darwin , NT, Australia .2010 . *Medical Entomology DHF . The Northern Territory Disease Control Bulletin* Vol. 17, No. 1

Okanda, F., Dao, A., Njiru, B., et al., (2002) Behavioural determinants of gene flow in malaria vector populations: *Anopheles gambiae* males select large females as mates. *Malaria Journal*, 1: 1-7

Pages P., Degrefitte C.N., Tsung M.MVE, Jarjaval F., Brisse S., Iteman Is., Graner P., N Koghe D., Grandadam M., (2009). *Aedes Albopictus* Mosquito : he main vector of the 2007 Chikungunya outbreack in Gabon. PlosOne 4:e4691

Papa, A., K. Danis, A. Baka, A. Bakas, G. Dougas, T. Lytras, G. Theocharopoulos, D. Chrysagis, E. Vassiliadou, F. Kamaria, A. Liona, K. Mellou, G. Saroglou, and T. Panagiotopoulos. (2010) Ongoing outbreak of West Nile virus infections in humans in Greece, July–August 2010. Euro Surveill 15: 19644.

Papa, A., Bakonyi, T., Xanthopoulou, K., Vázquez, A., Tenorio, A., Nowotny, N. (2011) Genetic characterization of West Nile virus lineage 2, Greece 2010. Emerg. Infect. Dis. 17:920–922.

Papa, A., Xanthopoulou, K., Gewehr, S., Mourelatos, S. (2011) Detection of West Nile Virus leneage 2 in mosquitoes during a human outbreak in Greece. Clinical Microbiology and Infection 17: 1176-1180

Pandazis, G., (1935). La fauna de *culicides* de Grece. Acta Inst. Mus. Zool. Univ. Athens 1:1-27.

Papadopoulos, N. T., B. I. Katsoyannos, J. R. Carey, and N. A. Kouloussis. (2001) Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit fly (Diptera : Tephritidae) in northern Greece. Ann Entomol Soc Am 94: 41-50.

Petersen, L.R., Marfin, A.A. (2002) West Nile virus: A primer for the clinician. Ann. Intern. Med. 137:173–179.

Platonov, A.E., Shipulin, G.A., OY Shipulina, O.Y. et al. (2001) Outbreak of West Nile virus infection, Volgograd Region, Russia, 1999 Emerg. Infect. Dis., 7: 128–132

Postiglione, M., Tabanli, B., Ramsdale, C.D. (1973) The *Anopheles* of Turkey. Riv Parasitol 34:127–159

Provost, M.W. and Haeger, J.S., (1967) Mating and pupal attendance in *Deinocerites* cancer and comparisons with *Opifex fuscus* (Diptera: Culicidae). Annals of the Entomological Society of America, 60:565-574.

Reisen, W.K., (2003). Lessons from the past: historical studies by the University of Maryland and the University of California, Berkeley. In: Takken, W. and Scott, T.W. eds. Ecological aspects for application of genetically modified mosquitoes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 25-32. Wageningen UR Frontis Series no. 2.

Ribeiro, J.M., Charlab, R., Pham, V.M., Garfield, M., Valenzuela, J.G. (2004) An insight into the salivary transcriptome and proteome of the adult female mosquito *Culex pipiens quinquefasciatus*. Insect Biochem. Mol. Biol. 34: 543–563.

Ribeiro, J.M., Francischetti, I.M., (2003) Role of arthropod saliva in blood feeding: Sialome and post-sialome perspectives. *Annu. Rev. Entomol.* 48:73–88.

Ritchie S.A., Moore P., Carrithers M., Williams C., Montgomery B., Foley P., Ahboo S., van den Hurk A.F., Lindsay M.D., Cooper B., Beebe N. & Russel R.C. (2006) Discovery of a widespread infestation of *Aedes albopictus* in the Torres Strait, Australia. *Journal of the American Mosquito Control Association* 22: 358-365.

Roiz D., Vazquez A., Rosa R., Munoz J., Arnodi D., Rosso F., Figuerola J., Tenorio A., Rizzoli A n. (2012) . Blood meal analysis, flavivirus screening, and influence of meteorological variables on the dynamics of potential mosquito vectors of West Nile Virus in northern Italy. *Journal of Vector Ecology* 37: 20-28

Romi, R., Proietti, S., DiLuca, M., Cristofaro, M. (2006) Laboratory evaluation of the bioinsecticide spinosad for mosquito control. *J Am Mosq Control Assoc* 22:93–96

Rossi, S., Ross, T., Evans, J. (2010) West Nile virus. *Clin. Lab. Med.* 30: 47–65.

Rossini, G., Cavrini, F., Pierro, A., et al.(2008) First human case of West Nile virus neuroinvasive infection in Italy, September 2008—case report. *Euro Surveill*, 13: 19002

Samanidou -Voyadjoglou, A. and Darsie, R. F Jr., (1993) . An annotated checklist and bibliography of the mosquitoes of Greece. *Mosq.Syst.*25:177-185

Samanidou -Voyadjoglou, A. and Darsie, R. F Jr., (1993b). New country records for mosquitoes species in Greece. *Mosq.Syst.* 9:465-466\

Samanidou, A. , and Harbach, R.E. (2003) .*Culex (Culex) tritaeniorhynchus* Giles , a newly discovered potential vector of arboviruses in Greece. *European Mosquito Bulletin* 16:15-17

Santiago - Alarcon, D., Havelka, P., Schaefer, H. M., Segelbacher G. (2012) Bloodmeal Analysis Reveals Avian Plasmodium Infections and Broad Host Preferences of Culicoides (Diptera : Ceratopogonidae) Vectors. *PLoS ONE*:1

Savini, G., Capelli, G., Monaco, F., Polci, A., Russo, F., Di Gennaro, A., Marini, V., Teodori, L., Montarsi, F., Pinoni, C., et al. (2012) Evidence of West Nile virus lineage 2 circulation in Northern Italy. *Vet. Microbiol.*15: 267–273.

Savini, G., Puggioni, G., Di Gennaro, A., Di Francesco, G., Rocchigiani, A.M., Polci, A., Marini, V., Pinoni, C., Rolesu, S., Marruchella, G., et al. (2013) West

Nile virus lineage 2 in Sardinian wild birds in 2012: A further threat to public health. Epidemiol. Infect.

Schmaedick M.A., Ball T.S., Burkot T.R. & Gurr N.E. (2008) Evaluation of three traps for sampling *Aedes polynesiensis* and other mosquito species in American Samoa. Journal of the American Mosquito Control Association 24: 319-322.

Schmied W.H., Takken W., Killeen G.F., Knols B.G., Smallengange J. (2008) Evaluation of two counterflow traps for testing behaviour - mating compounds for the malaria vectors *Anopheles gambiae* s.s. under semi-field conditions in Tanzania. Malar. J. 7 :230

Scholte, E., Den Hartog, W., Dik, M., Schoelitsz, B., Brooks, M., Schaffner, F., Foussadier, R., Braks, M. & Beeuwkes, J. (2010) Introduction and control of three invasive mosquito species in the Netherlands, July- October 2010. Eurosurveillance 15:- 19710.

Scholte E.J., Dik M., Ibanez J.A., Hartog W., Schoelitsz b., Brooks M., Braks M., Stoeghs M. (2011) Findings and control of two invasive mosquito species , *Ae. Albopictus* and *Ae.atropalpus* in Netherlands . Journal of European Mosquitoe Control Association 30: 1-14

Scott, A., Ritchie D., Knile, L. (1995) Comparison of CDC and EVS light traps baited with carbon dioxide and octenol for trapping mosquitoes in Brisbane, Queensland. Australian Entomology Society 34: 215-218.

Severini, F., Toma, L., di Luca, M., Romi, R. (2009) Le zanzare italiane: Generalità e identificazione degli adulti (Diptera, Culicidae). Fragm. Entomol. 41: 213–372.

Service, M.W. (1971a) Flight periodicities and vertical distribution of *Aedes cantans* (Mg), *Ae. geniculatus* (Ol), *Anopheles plumbeus* Steph and *Culex pipiens* L (Dipt, Culicidae) in southern England. Bull Ent Res 60:639–651

Service M.W. (1993) Mosquito Ecology : field Sampling Methods. Chapman and Hall, London UK.

Service, M. W. (2012) Medical Entomology for students .Fifth edition .1-33

Schaffner, F., Bouletreau, B., Guillet, B., Guilloteau, J., Karch, S. (2001) *Aedes albopictus* established in metropolitan France. Europ Mosq Bull 9:1–3

Shannon,R.C., (1935) Malaria studies in Greece : the reaction of anopheline moquitoes to certain microclimatic factors.Am.J.Trop.Med.15:67-81

- Silva-Filha, M.H., Regis, L., Oliveira, C.M.F., Furtado, A.F. (2001)** Impact of a 26-month *Bacillus sphaericus* trial on the preimaginal density of *Culex quinquefasciatus* in an urban area of Recife, Brazil. J Am Mosq Control Assoc 17:45–50
- Sips, G.J., Wilschut, J., Smit, J.M. (2012)** Neuroinvasive flavivirus infections. Rev. Med. Virol. 22:69–87.
- Smith J.D, Muhammed (2011).**A Survey of the Adult Mosquitoes of St.Kitts and Nevis. 64th Annual Meeting of the Virginia Mosquito Control Association. 96
- Smithburn, K.C., Hughes, T.P., Burke, Paul, A. W., J.H. (1940)** A neurotropic virus isolated from the blood of a native of Uganda. Amer. J. Trop. Med. 20: 471–472.
- Sonnleitner, S.T., Simeoni, J., Schmutzhard, E., et al. (2012)** Absence of indigenous specific West Nile virus antibodies in Tyrolean blood donors. Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis., 31:77–81
- Sparks, T.C., Thompson, C.D., Kirst H.A., Hertlein, M.B., Larson, L.L., Worden, T.V., Thibault, S.T. (1998)** Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. J Econ Entomol 91:1277–1283
- Sutcliffe, J.F. (1994)** Sensory basis of attractancy: morphology of mosquito olfactory sensilla – a review. J Am Mosq Contr Assoc. 10:309-15
- Takken, W., Klowden, M.J. and Chambers, G.M., (1998)** Effect of body size on host seeking and blood meal utilization in *Anopheles gambiae* sensu stricto (Diptera: Culicidae): the disadvantage of being small. Journal of Medical Entomology, 35:639-645.
- Takken, W., (1999)** Chemical signals affecting mosquito behaviour.
- Takken,W., Knols B.G.J (1999)** Odor-mediated behaviour of afrotropical malaria mosquitoes. Ann. Rev. Entomol.44:131-157
- Titus, R.G., Bishop, J.V., Mejia, J.S. (2006)** The immunomodulatory factors of arthropod saliva and the potential for these factors to serve as vaccine targets to prevent pathogen transmission. Parasite Immunol. 28:131–141.
- Tripet, F., Touré, Y.T., Taylor, C.E., et al., (2001).** DNA analysis of transferred sperm reveals significant levels of gene flow between molecular forms of *Anopheles gambiae*. Molecular Ecology, 10:1725-1732

Trpis, M. (1962) Ökologische Analyse der Stechmückenpopulationen in der Donautiefebene in der Tschechoslowakei. Biologické Práce 8:1–115

Ulbert, S. (2011) West Nile virus: the complex biology of an emerging pathogen. Intervirology, 54:171–184

Van Essen P.H., Kemme J.A., Richie S. A. , Kay B.H., (1994) Differential responses of *Aedes* and *Culex* mosquitoes to octenol or light in combination with carbon dioxide in Queensland, Australia. Med Vet Entomol 8:63-7

Varmus, H., Klausner, R., Zerhouni, E., Acharya, T., Daar, A.S., Singer, P.A. (2003) Public health: Grand challenges in global health. Science 302:398–399

Vazquez, A., Ruiz, S., Herrero, L., Moreno, J., Molero, F., Magallanes, A., Sánchez-Seco, M.P., Figuerola, J., Tenorio, A. (2011) West Nile and Usutu viruses in mosquitoes in Spain, Am. J. Trop. Med. Hyg. 2011, 85:178–181.

Verhoek, B.A., Takken, W., (1994) Age effects on the insemination rate of *Anopheles gambiae* s.l. in the laboratory. Entomologia Experimentalis et Applicata, 72:167-172.

Vujić, A., Stefanović, A., Dragičević, I., Matijević, T., Pejčić, L., Knežević, M., Krašić, D., Veselić, S., (2010) Species composition and seasonal dynamics of mosquitoes (diptera : culicidae) in flooded areas of Vojvodina, Serbia. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 62:1193-1206

Yuval, B., Bouskila, A., (1993) Temporal dynamics of mating and predation in mosquito swarms. Oecologia, 95:65-69.

Zeller, H.G., Schuffenecker, I. (2004) West Nile virus: An overview of its spread in Europe and the Mediterranean Basin in contrast to its spread in the Americas. Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.23:147–156.

Walton, W.E. (2007) Larvivorous fish including *Gambusia*. J Am Mosq Control Assoc 23:184–220

Watson, J.T., Pertel, P.E., Jones, R.C., Siston, A.M., Paul, W.S., Austin, C.C., Gerber, S.I. (2004) Clinical characteristics and functional outcomes of West Nile fever. Ann. Intern. Med.141:360–365.

Whelan, P.I., Nguyen, H., Finlay-Do, M., (2011) Another exotic mosquito interception at Frances Bay port facility, Darwin. The Northern Territory Disease Control Bulletin Vol 18, No.2

White, G.B., (1971) Chromosomal evidence for natural interspecific hybridization by mosquitoes of the *Anopheles gambiae* complex. Nature, 231:184-185.

Werner, D.¹, Kronefeld, M., Schaffner, F., Kampen, H. (2012) Two invasive mosquito species, *Aedes albopictus* and *Aedes japonicus japonicus*, trapped in south-west Germany, July to August 2011 Euro Surveill. Jan 26;17:20067.

Weiser, J. (1984) A mosquito-virulent *Bacillus sphaericus* in adult *Simulium damnosum* from Northern Nigeria. Zbl Mikrobiol 139:57–60

WHO (1992) Control of tropical diseases, Malaria. World Health Organization, Geneva, 16

WHO. (2011) World Malaria Report Geneva, Switzerland.

Wolfgang, H.S., Takken, W., Killeen, G.F., B. GJ Knols and R. C Smallegange (2008) Evaluation of two counterflow traps for testing behaviour-mediating compounds for the malaria vector *Anopheles gambiae* s.s. under semi-field conditions in Tanzania. *Malaria Journal* 7:230

Williams, C.R., Shannon, A. Long, Richard, C. R., Ritchie, S.A. (2006) Field efficacy of the BG-Sentinel compared with CDC backpack aspirators and CO₂-baited EVS traps for collection of adult *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia. *Journal of the American Mosquito Control Association* 22:296-300.

Williams, G.R., Long, S.A., Webb, C.E., Bitzhenner, M., Geier, M., Russel, R. (2007) *Aedes aegypti* population sampling using BG-Sentinel traps in North Queensland Australia. Statistical considerations for trap deployment and sampling strategy. *Journal of Medical Entomology* 44: 345-350

Woodring, J., Davidson, E.W. (1996) Biological control of mosquitoes. In : The biology of disease vectors (Beaty BJ , Marquardt WC eds), University Press of Colorado ,USA,530-548

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βογιατζόγλου Σαμανίδου Άννα, (2011). Τα Κουνούπια της Ελλάδας : Μορφολογία, Βιολογία, Δημόσια υγεία, Κλείδες προσδιορισμού , Αντιμετώπιση . Αθήνα, Εκδόσεις ΑγρόΤυπος, 112 σελ.

Καρδαμάτης, Ι., (1907). Τινά περί των εν Ελλάδι κωνόπων. Η Ελονοσία εν Ελλάδι και τα Πεπραγμένα του Συλλόγου προς Περιστολήν των Ελώδων Νόσων. Έτος Α και Β. σελ. 169

Καρδαμάτης, Ι., (1931). Αι νεώτεροι έρευναι επί των εν Αθήναις κοινών και ανωφελών κωνόπων.Ελληνική Ιατρική. 3131

Καρδαμάτης, Ι., Πεζόπουλος. (1903). Πρακτικά Δ' Πανελλ.Ιατρ. Συνεδρίου .303-312

Μελιφρονίδης Ι. (2014) Υπαλλακτικοί τρόποι καταπολέμησης κουνουπιών (www.kykkos.org.)

Πανταζής, Γ., (1932). Η πανίς των κωνωπιδών της Ελλάδος. Πρακτικά Ακαδημίας Αθηνών .7 : 170-176.

Παπαδόπουλος Θ.Ν , (2013). Δυναμική πληθυσμών, πληθυσμιακά πρότυπα και αντιμετώπιση κουνουπιών . Ενημερωτικό δελτίο . pp 1

Παραδοτέο Π1.14 , (2013). Έκθεση σχετική με τα διαφορετικά είδη κουνουπιών, της δυναμικής του πληθυσμού τους και την γεωγραφική τους κατανομή.

Σάββας, Κ., (1907) . Τα εν Ελλάδι είδη των κωνόπων. Η Ελονοσία εν Ελλάδι και τα Πεπραγμένα του Συλλόγου προς Περιστολήν των Ελώδων Νόσων.Έτος Α και Β.σελ.180

Ηλεκτρονικές πηγές

www.bioequip.gr

www.ecdc.europa.eu

www.keelpno.gr

www.kykkos.org

www.malwest.gr

www.meteo.gr

www.who.int

Πίνακες

Πίνακας 1. Ταξινόμηση και θέση του Κουνουπιού

Πίνακας 2. Επιδημιολογικά παγκόσμια δεδομένα του Ιού του Δυτικού Νείλου

Πίνακας 3. Εκτιμώμενοι θάνατοι από Ελονοσία

Πίνακας 4. Παρουσίαση των περιοχών με τις ακριβείς διευθύνσεις, συντεταγμένες και τύπο παγίδας που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία.

Πίνακας 5. Ανάλυση της παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για την επίδραση της περιοχής και του χρόνου δειγματοληψίας (επαναλαμβανόμενος παράγοντας) στις συνολικές συλλήψεις ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας με τη χρήση παγίδων.

Πίνακας 6. Ανάλυση της παραλλακτικότητας επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για την επίδραση του τύπου της παγίδας και του χρόνου δειγματοληψίας (επαναλαμβανόμενος παράγοντας) στις συνολικές συλλήψεις ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας.

Εικόνες

Εικόνα 1α. Η **BG-Sentinel trap** εν ώρα λειτουργίας με σκοπό την προσέλκυση και δειγματοληψία ενηλίκων ατόμων κουνουπιών.

Εικόνα 1β. Η **BG-Sentinel trap** εν ώρα λειτουργίας με σκοπό την προσέλκυση και δειγματοληψία ενηλίκων ατόμων κουνουπιών.

Εικόνα 2. Το προσελκυστικό **BG-Lure®** της παγίδας **BG-Sentinel trap**.

Εικόνα 3. **Center Disease Control (CDC) Mini Light Trap** εν ώρα λειτουργίας με σκοπό την προσέλκυση και δειγματοληψία ενηλίκων ατόμων κουνουπιών.

Εικόνα 4. Η **Heavy Duty Encephalitis Vector Survey (EVS) CO₂ Mosquito Trap** εν ώρα λειτουργίας για την δειγματοληψία και προσέλκυση ενηλίκων ατόμων κουνουπιών.

Εικόνα 5. Η **Mosquito Triple trap** εν ώρα λειτουργίας της για την προσέλκυση και δειγματοληψία ενηλίκων ατόμων κουνουπιών.

Εικόνα 6α. Κωδικοποίηση των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στις παγίδες ενηλίκων ατόμων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας.

Εικόνα 6β. Το πλήθος των ενηλίκων ατόμων κουνουπιών που πιάστηκαν στις παγίδες ανά ημερομηνία δειγματοληψίας.

Εικόνα 7α. Προσδιορισμός γένους και είδους ενηλίκων ατόμων κουνουπιών από την περιοχή της πόλης της Λάρισας

Εικόνα 7β. Προσδιορισμός γένους και είδους ενηλίκων ατόμων κουνουπιών από την περιοχή της πόλης της Λάρισας.

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1. Παρουσίαση της πορείας των εισαγόμενων κρουσμάτων ελονοσίας στην Ευρωπαϊκή Επικράτεια τα έτη 1995-2011.

Διάγραμμα 2. Μέγιστη, μέση και ελάχιστη θερμοκρασία στην πόλη της Λάρισας κατά τα έτη 2011-2014.
α) έτος 2011, β) έτος 2012, γ) έτος 2013, δ) έτος 2014

Διάγραμμα 3. Το ύψος και η συχνότητα των βροχοπτώσεων στην πόλη της Λάρισας κατά τα έτη 2011-2014.
α) έτος 2011, β) έτος 2012, γ) έτος 2013, δ) έτος 2014

Διάγραμμα 4. Πορεία συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών (μέσος όρος τεσσάρων διαφορετικών τύπων παγίδων που τοποθετήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές περιοχές) στην περιοχή της Λάρισας την περίοδο Μάιος – Δεκέμβριος 2014.

Διάγραμμα 5. Πορεία συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών στην περιοχή της Λάρισας σε τέσσερις διαφορετικούς τύπους παγίδων την περίοδο Μάιος – Δεκέμβριος 2015.

Διάγραμμα 6. Μέσος όρος συλλήψεων παγίδων και αξιολόγηση αποτελεσματικότητας κατά το χρονικό διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014.

Διάγραμμα 7. Σύγκριση αποτελεσματικότητας παγίδων στη σύλληψη ενηλίκων κουνουπιών αλλά και προσέλκυσης συγκεκριμένων γενών κουνουπιών.

Διάγραμμα 8. Εκατοστιαία αναλογία φύλου ενηλίκων κουνουπιών ανά παγίδα.

Διάγραμμα 9. Πορεία πτήσης πληθυσμιακή δυναμική μέσου όρου ενηλίκων κουνουπιών ανά γένος.

Διάγραμμα 10. Αναλογία πληθυσμού ενηλίκων κουνουπιών στα διάφορα γένη.

Διάγραμμα 11. Μεταβολή πληθυσμού ανά περιοχή ενηλίκων κουνουπιών στην πόλη της Λάρισας το διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014.

Διάγραμμα 12. Μέσος όρος συλλήψεων ενηλίκων κουνουπιών ανά περιοχή κατά το χρονικό διάστημα Μάιος - Δεκέμβριος 2014

Διάγραμμα 13. Μέσος όρος ενηλίκων κουνουπιών του γένους *Culex*

Συνεπώς ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας είναι ο πλέον κατάλληλος για την παρακολούθηση του πληθυσμού ενηλίκων κουνουπιών σε προγράμματα κωνωποκτονίας.

Διάγραμμα 14. Μέσος όρος ενηλίκων κουνουπιών *Culex* ανά παγίδα.

Διάγραμμα 15. Σύγκριση αποτελεσματικότητας παγίδων για το γένος *Culex*.

Διάγραμμα 16. Αναλογία των ειδών του γένους *Culex*.

Διάγραμμα 17. Αναλογία των ειδών του γένους *Aedes/Ochlerotatus*.

Διάγραμμα 18. Πορεία συλλήψεων ενηλίκων του γένους *Aedes* στην περιοχή της Λάρισας το έτος 2014.

|

