



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ  
ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Συμβολή στη μελέτη των Culicidae στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας  
με έμφαση στην παρουσία και διαχείριση του χωροκατακτητικού είδους  
κουνουπιού *Aedes albopictus*

**Αριστομένης Ν. Σκεπαρνιάς**

Επιβλέπων καθηγητής:

Κολιόπουλος Γεώργιος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ  
2022**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Συμβολή στη μελέτη των Culicidae στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας  
με έμφαση στην παρουσία και διαχείριση του χωροκατακτητικού είδους  
κουνουπιού *Aedes albopictus*

Contribution to the study of Culicidae in Evrotas, Laconia, with emphasis  
on the presence and management of the invasive mosquito species  
*Aedes albopictus*

**Αριστομένης Ν. Σκεπαρνιάς**

Εξεταστική Επιτροπή:

Κολιόπουλος Γεώργιος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)  
Παπαδούλης Γεώργιος, Καθηγητής ΓΠΑ  
Βόντας Ιωάννης, Καθηγητής ΓΠΑ

**Συμβολή στη μελέτη των Culicidae στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας με έμφαση στην παρουσία και διαχείριση του χωροκατακτητικού είδους κουνουπιού *Aedes albopictus***

ΠΜΣ Ολοκληρωμένα Συστήματα Φυτοπροστασίας & Διαχείρισης του Περιβάλλοντος  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η περιοχή που περιβάλλει τον ποταμό Ευρώτα στη Λακωνία είχε δώσει κατά το παρελθόν σημαντικές εξάρσεις κρουσμάτων ελονοσίας. Η παρουσία πολλών εστιών αναπαραγωγής των κουνουπιών έκανε το πρόβλημα ιδιαίτερα έντονο. Έτσι, παρά το γεγονός, ότι η Ελλάδα θεωρείται ελεύθερη ελονοσίας από τις αρχές της δεκαετίας του 70', κατά τα έτη 2009-2012 παρατηρήθηκαν στην περιοχή συρροές κρουσμάτων, πολλά από τα οποία είχαν χαρακτηριστικά αυτόχθονης μετάδοσης. Αυτό οφείλεται στην αθρόα είσοδο μεταναστών, από χώρες όπου η ασθένεια ενδημεί.

Ταυτόχρονα, σε έρευνα που έγινε το 2012-2013 (Malwest 2013) εντοπίστηκαν λίγα ακμαία του είδους *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse), χωρίς όμως να ερευνηθεί αν το είδος αυτό έχει εγκατασταθεί και αναπαράγεται με επιτυχία στην περιοχή. Το *Aedes albopictus* έχει εισέλθει πρόσφατα στη χώρα μας (2003-2004) και έχει επεκταθεί ταχύτατα. Είναι δυνητικός διαβιβαστής πολλών παθογόνων (ιός του Δάγκειου πυρετού, Chikungunya κ.α.).

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη έχει σκοπό την καταγραφή ειδών κουνουπιών που δραστηριοποιούνται στα όρια του Δήμου Ευρώτα, τη διαπίστωση της ύπαρξης ανωφελών κουνουπιών, καθώς και την εκτίμηση της εγκατάστασης του χωροκατακτητικού είδους *Ae. albopictus* στην περιοχή. Παράλληλα, γίνεται έλεγχος της αποτελεσματικότητας προνυμφοκτόνων σκευασμάτων κατά προνυμφών του συγκεκριμένου είδους κουνουπιού.

Για έλεγχο των παραπάνω, έγινε εγκατάσταση 72 παγίδων του τύπου CDC-miniature light traps σε 4 περιοχές του Δήμου και για διάστημα 6 μηνών περίπου, καθώς και 132 παγίδων ωθεσίας σε 6 περιοχές και για διάστημα 13 μηνών περίπου. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο βιοδοκιμές για τον έλεγχο παρουσίας ανθεκτικότητας των προνυμφών του *Ae. albopictus* στα προνυμφοκτόνα *Bacillus thuringiensis israelensis* (*B.t.i.*), diflubenzuron, και temephos.

Διαπιστώθηκε η παρουσία 6 ειδών τελείων κουνουπιών (*Aedes albopictus*, *Anopheles claviger*, *Anopheles sacharovi*, *Culex ripiens*, *Ochlerotatus caspius* και *Ochlerotatus detritus*). Επίσης, σε όλες τις περιοχές, όπου τοποθετήθηκαν παγίδες ωθεσίας, και μάλιστα σε διαφορετικούς μήνες, βρέθηκαν ωά του είδους *Ae. albopictus*. Οι προνύμφες του είδους αυτού ήταν ευαίσθητες σε ποσοστό 100% στα προνυμφοκτόνα που εξετάστηκαν, για την ελάχιστη συνιστώμενη δόση.

**Επιστημονική περιοχή:** Εντομολογία

**Λέξεις κλειδιά:** Κουνούπια, *Aedes albopictus*, Δήμος Ευρώτα

**Contribution to the study of Culicidae in Evrotas, Laconia, with emphasis on the presence and management of the invasive mosquito species *Aedes albopictus***

MSc Integrated Systems of Plant Protection & Management of the Environment  
Department of Plant Production Science  
Laboratory of Agricultural Zoology & Entomology

## **ABSTRACT**

The area surrounding the Evrotas River in Laconia has been experienced severe malaria outbreaks in the past when malaria was endemic to Greece. The problem was particularly acute in that area because of the presence of many mosquito breeding sites.

Greece has been officially considered malaria-free since the early 1970s. However, during 2009-2012, clusters of cases were recorded in the region, many of which proved to be locally acquired, probably due to the massive influx of migrants from malaria-endemic countries, together with the increased presence of mosquito species which are competent vectors of the disease.

In a study carried out in this area during 2012-2013 (Malwest 2013) very few adults of the invasive mosquito species *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) were also collected. However, there was no evidence of the establishment of this species in the specific region. *Aedes albopictus* is a competent vector of many arboviruses, such as Dengue fever and Chikungunya virus, and it was first recorded in Greece in 2003-2004. Since then, its presence has been confirmed in many regions of the country.

The present postgraduate study aimed to record mosquito species' presence in the Municipality of Evrotas, Laconia, and particularly to monitor the presence and assess the possible establishment of the invasive mosquito species *Ae. albopictus* in the area. Bioassays for the efficacy evaluation of three different larvicides (*Bacillus thuringiensis israelensis* (B.t.i.), diflubenzuron, and temephos) against *Ae. albopictus* larvae were also carried out.

For that reason, 72 adult mosquito collections were conducted using CDC-miniature light traps in four representative areas of the region for a period of approximately six months. In addition, a total of 132 ovitraps were installed in 6 different areas and monitored for 13 months. Efficacy bioassays were carried out in the laboratory.

According to the results of adult mosquito trapping, the presence of six mosquito species was confirmed (*Aedes albopictus*, *Anopheles claviger*, *Anopheles sacharovi*, *Culex pipiens*, *Ochlerotatus caspius*, and *Ochlerotatus detritus*).

In addition, *Ae. albopictus* eggs were found in all six areas where oviposition traps were placed, and the species appeared to be active for several months during the study period. Larvae of *Ae. albopictus* were 100% susceptible to all three biocides tested at the minimum of the recommended doses.

**Scientific area:** Entomology

**Keywords:** Mosquitoes, *Aedes albopictus*, Municipality of Evrotas

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση αυτής της μεταπτυχιακής μελέτης βοήθησαν πολλά άτομα, με τον δικό του τρόπο ο καθένας. Πρώτους από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της οικογένειάς μου, για την υπομονή και συμπαράσταση που μου έδειξαν, κατά τις πολλές ώρες που χρειάστηκαν για την έρευνα και τη συγγραφή της μελέτης.

Επίσης, οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους αυτούς τους φιλόξενους ανθρώπους, που άντεξαν τις συνεχείς ενοχλήσεις μου, όταν ήταν να τοποθετήσω ή να παραλάβω μια παγίδα από τους προσωπικούς τους χώρους (αυλές, στάβλους κλπ).

Θα πρέπει επίσης να αναφερθώ και στη σημαντική βοήθεια του κυρίου Ηλία Κιούλου (ΕΔΙΠ) στη διενέργεια των βιοδοκιμών ανθεκτικότητας και την υπόδειξη θέσεων τοποθέτησης παγίδων. Θερμές ευχαριστίες χρωστώ στα μέλη της επιτροπής εξέτασης της μελέτης μου, δηλαδή στους καθηγητές Γεώργιο Παπαδούλη και Ιωάννη Βόντα για την ανάγνωση και αξιολόγηση της εργασίας μου.

Τελευταίο, αλλά όχι έσχατο, άφησα τον επιβλέποντα καθηγητή της μελέτης μου. Αναφέρομαι στον επίκουρο καθηγητή Γεώργιο Κολιόπουλο ο οποίος, πέρα από τις κατευθύνσεις και τις οδηγίες που μου έδινε σε όλη την πορεία της εργασίας, ήταν και συμπαραστάτης μου σε όποια δυσκολία ή εμπόδιο αντιμετώπισα. Του είμαι πραγματικά ευγνώμων.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Γενικά για τα Culicidae

1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Τα κουνούπια γενικά	2
1.2.1	Ταξινόμηση των κουνουπιών	2
1.2.2	Μορφολογία, βιολογία και βιολογικός κύκλος των κουνουπιών	3
1.2.2.1	Το τέλειο έντομο	6
1.2.2.2	Το στάδιο του ωού	9
1.2.2.3	Η προνύμφη	11
1.2.2.4	Η νύμφη	14
1.3	Το κουνούπι <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse)	16
1.3.1	Βιολογικός κύκλος του <i>Aedes albopictus</i>	18
1.3.2	Συνήθειες του <i>Aedes albopictus</i>	23
1.4	Υγειονομική σημασία των κουνουπιών	24
1.4.1	Ελονοσία	27
1.4.2	Ιός Δυτικού Νείλου	29
1.4.3	Δάγκειος πυρετός	31
1.4.4	Κίτρινος πυρετός	34
1.4.5	Ιός Chikungunya	35
1.4.6	Ιός Zika	36
1.4.7	Λοιπές αρμποιώσεις	38
1.4.8	Φιλαριάσεις	39
1.5	Τρόποι αντιμετώπισης των κουνουπιών	41
1.5.1	Γενικά	41
1.5.2	Η ολοκληρωμένη διαχείριση του προβλήματος των κουνουπιών	43
1.5.2.1	Η εντομολογική επιτήρηση	45
1.5.3	Τρόποι αντιμετώπισης των προνυμφών	47
1.5.4	Τρόποι αντιμετώπισης των ακμαίων	49

1.5.5 Άλλες μέθοδοι αντιμετώπισης	52
1.5.6 Το θέμα της ανθεκτικότητας στα βιοκτόνα	53
1.6 Τα κουνούπια στην Ελλάδα	56

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Σχετικά με την εξεταζόμενη περιοχή**

2.1 Η περιοχή του Δήμου Ευρώτα	60
2.2 Κλιματικά δεδομένα 2021	62
2.3 Ανασκόπηση του προβλήματος στην περιοχή	67

## **ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Σκοπός της μελέτης</b>	69
--------------------------------------	----

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν</b>	71
--	----

4.1 CDC light traps	72
4.2 Οι παγίδες ωοθεσίας	74
4.3 Άλλοι τύποι παγίδων	76

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Η παγίδευση ακμαίων κουνουπιών σε περιοχές του Δ. Ευρώτα**

5.1 Η διαδικασία που ακολουθήθηκε	77
5.2 Αποτελέσματα	81
5.3 Χαρακτηριστικά των ειδών που εντοπίστηκαν	85
5.3.1 <i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> s.s. (Meigen 1804)	85
5.3.2 <i>Anopheles (Anopheles) sacharovi</i> Favre 1903	86
5.3.3 <i>Culex (Culex) pipiens</i> Linnaeus 1758	87
5.3.4 <i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) caspius</i> (Pallas) 1771	88
5.3.5 <i>Ochlerotatus (Ochlerotatus) detritus</i> (Haliday) 1833	89

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Η παγίδευση ωών <i>Aedes sp.</i> σε περιοχές του Δ. Ευρώτα</b>	
6.1 Γενικά	90
6.2 Χειρισμός των υποστρωμάτων ωοθεσίας	94
6.3 Αποτελέσματα	95
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Βιοδοκιμές ανθεκτικότητας του <i>A. albopictus</i> σε προνυμφοκτόνα</b>	
7.1 Γενικά	99
7.2 Τα προνυμφοκτόνα που εξετάστηκαν	99
7.2.1 Το <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> ( <i>B.t.i.</i> )	100
7.2.2 Το diflubenzuron	102
7.2.3 Το temephos	103
7.3 Τρόπος διεξαγωγής της βιοδοκιμής	104
7.4 Αποτελέσματα βιοδοκιμής ανθεκτικότητας	106
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Συμπεράσματα – συζήτηση</b>	109
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	116



# ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Γενικά για τα Culicidae

### 1.1 Εισαγωγή

Από τις απαρχές της παρουσίας του στη γη, ο άνθρωπος είχε να αντιμετωπίσει καταστάσεις, οι οποίες του προξενούσαν φόβο, ανησυχία και αβεβαιότητα. Διάφοροι κίνδυνοι όπως άγρια ζώα, ακραία καιρικά φαινόμενα και πόλεμοι επέφεραν απώλειες στον πληθυσμό και δυσκολίες στην εξέλιξη του πολιτισμού. Πέρα όμως από τους εμφανείς κινδύνους, με την πάροδο του χρόνου άρχισε να γίνεται κατανοητό ότι, υπάρχουν και διάφορες άλλες αιτίες, οι οποίες είναι ικανές να προξενήσουν απώλεια της υγείας ή και θάνατο. Έτσι, προέκυψε η έννοια της ασθένειας. Επί πολλούς όμως αιώνες ήταν αδύνατο να εξηγηθούν οι παράγοντες αυτοί, που προκαλούν ή που συμβάλουν στο να μεταδοθεί μια ασθένεια.

Αναφορές σε ασθένειες και περιγραφή διαφόρων συμπτωμάτων, όπως ο πυρετός, έχουμε από τα πρώτα χρόνια του γραπτού λόγου. Η συσχέτιση όμως διαφόρων ασθενειών με την παρουσία ορισμένων αρθροπόδων, όπως είναι τα κουνούπια, άργησε πολύ να γίνει, παρόλο που υπήρχαν υποψίες για κάτι τέτοιο. Ο Beaurethuy το 1854 υποστήριξε ότι τα κουνούπια είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση του κίτρινου πυρετού, εξαιτίας της εισαγωγής οργανικής ύλης σε αποσύνθεση, την οποία εισάγουν με το τσίμπημα στον οργανισμό. Την εποχή εκείνη δεν υπήρχαν γνώσεις σε θέματα μικροβιολογίας. Έπρεπε να έλθει ο Dr. Patrick Manson και να συσχετίσει τα κουνούπια με τη μετάδοση της φιλαρίασης και της ελονοσίας (Manson 1879). Η απόδειξη όμως της μετάδοσης της ελονοσίας μέσω των κουνουπιών χρεώνεται στον Dr. Donald Ross το 1899 (Κολιόπουλος 2011, Becker *et al.* 2010).

Με τις ανακαλύψεις αυτές, και ενώ μέχρι εκείνη τη στιγμή τα κουνούπια θεωρούνταν απλώς ενοχλητικά έντομα, άνοιξε ένας νέος δρόμος στην επιστήμη. Αναπτύχθηκε η ιδέα ότι διάφορα νοσήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με την καταπολέμηση των εντόμων αυτών. Έτσι πολλοί εντομολόγοι, γιατροί και λοιποί ερευνητές ασχολήθηκαν συστηματικά με την ταξινόμηση και τη βιολογία τους (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Με βάση τις σύγχρονες μελέτες, τα κουνούπια θεωρούνται ως ο μεγαλύτερος εχθρός του ανθρώπινου είδους. Είναι ταυτόχρονα και η πιο μεγάλη ομάδα

αιμομυζητικών εντόμων, που τσιμπούν, πέραν του ανθρώπου, και άλλα θερμόαιμα ζώα, πτηνά, ψάρια ή ερπετά (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011). Σύμφωνα με τα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας η ελονοσία, η οποία μεταδίδεται από τα ανωφελή κουνούπια, προκαλεί 219 εκατομμύρια περιστατικά κάθε χρόνο, εκ των οποίων περίπου 400.000 καταλήγουν σε θάνατο. Μάλιστα οι πιο πολλοί θάνατοι αφορούν παιδιά κάτω των 5 ετών. Αντίστοιχα ο Δάγκειος πυρετός, ο οποίος μεταδίδεται από κουνούπια του γένους *Aedes*, υπολογίζεται ότι δίνει 96 εκατομμύρια συμπτωματικούς ασθενείς και 40.000 θανάτους ετησίως. Εκτιμάται ότι 3,9 δισεκατομμύρια άνθρωποι, σε 129 χώρες, βρίσκονται σε ρίσκο να προσβληθούν από την ασθένεια αυτή (WHO 2020b).

Είναι λοιπόν εμφανές από τα παραπάνω, πόσο σημαντική είναι η διαρκής παρακολούθηση του πληθυσμού των κουνουπιών σε μια περιοχή και η προσπάθεια για τον περιορισμό και την αντιμετώπιση τους.

## **1.2 Τα κουνούπια γενικά**

Τα κουνούπια είναι έντομα κοσμοπολιτικά και η διάδοσή τους είναι ευρύτατη. Αν και έχουν εντοπιστεί ακόμα και στην αρκτική ζώνη, όπου αναπτύσσονται σε μεγάλους αριθμούς ορισμένη εποχή του έτους, τα πιο πολλά είδη κουνουπιών έχουν βρεθεί στις εύκρατες και τροπικές περιοχές. Κουνούπια υπάρχουν ακόμα και σε μεγάλα υψόμετρα όπως το οροπέδιο του Κασμίρ (4.300 μέτρα) ή αντίθετα σε μεγάλα βάθη, όπως σε μεταλλεία χρυσού στην Ινδία, στα 1.160 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας (Harwood & James, 1979). Από ολόκληρο τον πλανήτη η μόνη περιοχή που φαίνεται να μην έχει κουνούπια είναι η Ανταρκτική, η οποία είναι διαρκώς καλυμμένη με πάγους (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

### **1.2.1 Ταξινόμηση των κουνουπιών**

Τα κουνούπια είναι έντομα (Κλάση Insecta) τα οποία ανήκουν στην Τάξη των Διπτέρων (Diptera), την Υποτάξη των Νηματοκέρων (Nematocera) και την Οικογένεια Culicidae. Τα Δίπτερα είναι μια από τις μεγαλύτερες σε αριθμό ειδών Τάξεις εντόμων και σίγουρα η πιο σημαντική από υγειονομική άποψη. Οφείλουν το όνομά τους στο ότι διαθέτουν μόνο ένα ζεύγος μεμβρανωδών πτερυγών στο μεσοθώρακα, ενώ, στη θέση του δευτέρου ζεύγους υπάρχουν ροπαλοειδή όργανα που ονομάζονται “αλήρες”. Τα Nematocera ονομάζονται έτσι εξαιτίας των νηματοειδών κεραιών που φέρουν τα ακμαία (Κολιόπουλος 2011).

Η οικογένεια Culicidae παραδοσιακά χωριζόταν σε 3 υποοικογένειες: Την Anophelinae, η οποία περιλαμβάνει τρία γένη, την Culicinae με 34 γένη και την Taxorhynchitinae που έχει ένα μόνο γένος. Οι φυλογενετικές έρευνες των Harbach & Kitching (1998) έδειξαν ότι το γένος *Taxorhynchites* υπάγεται στην υποοικογένεια Culicinae. Τα κουνούπια της υποοικογένειας Anophelinae καλούνται “ανωφελή” και κάποια μέλη της έχουν τη δυνατότητα να μολύνονται και να μεταδίδουν στον άνθρωπο το πλασμώδιο της ελονοσίας. Τα κουνούπια της υποοικογένειας Culicinae δεν μολύνονται από το πλασμώδιο και συχνά καλούνται “κοινά”. Από τα 3500 περίπου είδη Culicidae που υπάρχουν, τα 2930 περίπου ανήκουν στην υποοικογένεια Culicinae (Λύτρα 2015). Τα πιο σημαντικά γένη αυτής της υποοικογένειας είναι τα *Aedes*, *Culex*, *Ochlerotatus*, *Culiseta*, *Mansonia*, *Coquillettidia*, *Haemagogus*, *Psorophora* και *Sabethes* (Σαββοπούλου – Σουλτάνη και συνεργάτες 2011).

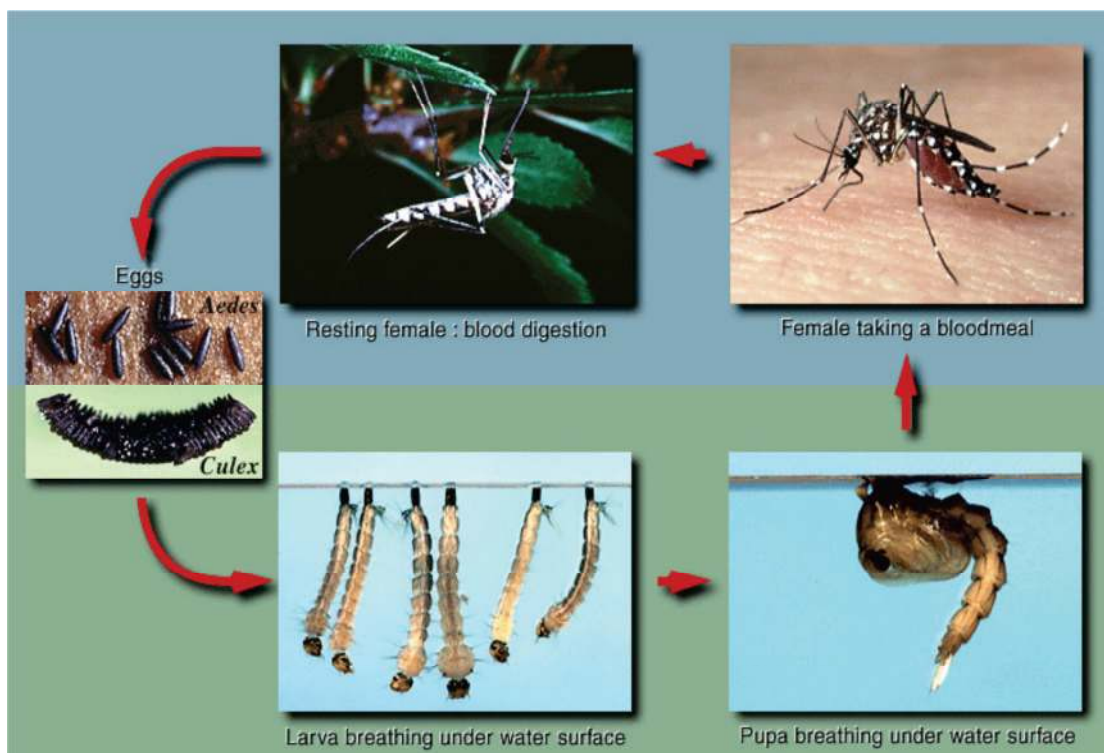
Η ταξινόμηση των ειδών των κουνουπιών αποτελεί μια δύσκολη υπόθεση. Αρχικά βασίστηκε στα μορφολογικά τους στοιχεία. Οι μελέτες όμως που ακολούθησαν, έδειξαν ότι χρειάζεται να εξετάζονται και στοιχεία της βιολογίας τους, για να μπορούν να διαχωριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια τα διάφορα είδη. Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη διαφόρων τεχνικών, της βιοχημείας και μοριακής βιολογίας, έχει κάνει πιο εύκολο το έργο όσων ασχολούνται με τη συστηματική των Culicidae (Κολιόπουλος 2011).

### 1.2.2 Μορφολογία, βιολογικός κύκλος και βιολογία των κουνουπιών

Τα κουνούπια, ως Δίπτερα, είναι έντομα ολομετάβολα, δηλαδή για να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο υφίστανται πλήρη μεταμόρφωση. Έτσι, κατά τη διάρκεια της ζωής τους περνούν τέσσερα στάδια: του ωού, της προνύμφης, της νύμφης και του ακμαίου (Εικόνα 1.1). Το ακμαίο έχει τη δυνατότητα να πετά, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα στάδια τα οποία είναι υδρόβια (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011). Για να μπορέσουν να εγκατασταθούν σε μια περιοχή πληθυσμοί κουνουπιών πρέπει να υπάρχει στάσιμο ή με μικρή ροή νερό, για να είναι δυνατή η ανάπτυξη των ατελών σταδίων (Μπέτζιος 1989).

Τα τέλεια έντομα είναι μικρά με μήκος τρία έως έξι χιλιοστά. Σπάνια φτάνουν τα εννέα χιλιοστά. Εξαίρεση είναι τα τροπικά είδη που ανήκουν στο γένος *Toxorhynchites*, τα οποία φτάνουν σε μήκος σώματος 19 χιλιοστά και άνοιγμα πτερύγων 24 χιλιοστά (Κολιόπουλος 2011). Οι οφθαλμοί τους είναι μεγάλοι και

σύνθετοι. Οι κεραίες είναι νηματοειδείς και στα μεν αρσενικά είναι πτεροειδείς, στα δε θηλυκά τριχωτές. Τα στοματικά τους μόρια θυμίζουν μακριά προβοσκίδα και είναι τύπου “αίματος μυζητικού”. Μόνο τα θηλυκά ακμαία είναι αιμομυζητικά. Για να γίνει η ωρίμανση των ωών εντός του σώματός τους, χρειάζεται τουλάχιστον μια λήψη αίματος πριν από κάθε ωοτοκία (Μπέτζιος 1989). Πολύ λίγα είδη (όπως το *Culex ripiens* βιότυπος *molestus*) έχουν τη δυνατότητα να κάνουν την πρώτη εναπόθεση ωών χωρίς να έχουν λάβει γεύμα αίματος (Becker *et al.* 2010) Παρόλα αυτά και τα δύο φύλα για να επιβιώσουν μπορούν να αρκεστούν στην μύζηση γλυκών χυμών, που βρίσκουν από διάφορες φυτικές πηγές (Μπέτζιος 1989).



Εικόνα 1.1: Τα στάδια του βιολογικού κύκλου των κουνουπιών

Πηγή: ECDC, 2014. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe. Technical report (σ. 54)

Τα κουνούπια διακρίνονται από τα υπόλοιπα δίπτερα και μάλιστα από τα υπόλοιπα Nematocera με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά: α) έχουν μια προβοσκίδα, που πάντα είναι μεγαλύτερη από τον θώρακα και εκτείνεται μπροστά από την κεφαλή μαζί με τις γναθικές προσακτρίδες, β) όλο τους το σώμα καλύπτεται από τρίχες και λέπια, των οποίων το χρώμα και η ποσότητα χαρακτηρίζει το κάθε είδος και γ) τα νεύρα των πτερύγων τους φέρουν μια χαρακτηριστική διάταξη (Εικόνα 1.2). Έτσι, στην κορυφή της κάθε πτέρυγας καταλήγει ένα απλό νεύρο (το 3<sup>ο</sup> επίμηκες) ανάμεσα σε δύο, τα οποία είναι διακλαδισμένα (το 2<sup>ο</sup> και το 4<sup>ο</sup>). Τα είδη της



εμφανίζονται οι προνύμφες (larvae). Οι προνύμφες μετά από τέσσερις εκδύσεις (διαφορετικές ηλικίες), μεταμορφώνονται σε νύμφες (pupa). Από αυτές στη συνέχεια προκύπτουν τα ακμαία θηλυκά ή αρσενικά άτομα. Σε σύντομο διάστημα και κοντά στις εστίες από τις οποίες προήλθαν, τα θηλυκά γονιμοποιούνται από τα αρσενικά. Ο κύκλος αυτός ολοκληρώνεται σε 2- 4 εβδομάδες ανάλογα με το είδος του κουνουπιού και τις συνθήκες που επικρατούν, και στη συνέχεια επαναλαμβάνεται (Becker *et al.* 2010).

Κατά τους ψυχρούς μήνες πολλά είδη κουνουπιών διαχειμάζουν ως τέλεια γονιμοποιημένα θηλυκά. Αφού λάβουν ένα τελευταίο γεύμα από αίμα, εναποθέτουν λίπος και καταφεύγουν σε ζεστά και προστατευμένα σημεία (Μπέτζιος 1989). Εκεί εισέρχονται σε κατάσταση διάπαυσης. Διάπαυση είναι μια κατάσταση χαμηλής μεταβολικής δραστηριότητας, η οποία ελέγχεται νευροορμονικά. Σε αυτή την κατάσταση τα τέλεια έντομα σταματούν τη σεξουαλική τους δραστηριότητα και την παραγωγή ωών. Τα αρσενικά ακμαία συνήθως δεν επιβιώνουν το χειμώνα, γιατί δεν εισέρχονται σε διάπαυση. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως η θερμοκρασία και η φωτοπερίοδος, δίνουν το ερέθισμα για να ξεκινήσει ή να σταματήσει η διάπαυση. Μικρή φωτοπερίοδος και πτώση της θερμοκρασίας προκαλούν την έναρξή της και αντίστροφα άνοδος της θερμοκρασίας και αύξηση της διάρκειας της ημέρας προκαλούν τη λήξη της και την είσοδο του εντόμου σε κατάσταση δραστηριότητας. Πολλά κουνούπια, ανάλογα με το είδος, μπορεί να διαχειμάσουν σε άλλα στάδια, όπως αυτό του ωού ή της προνύμφης. Η υπαγωγή των ατελών σταδίων σε κατάσταση διάπαυσης έχει να κάνει με την έκθεση του ίδιου του ατελούς σταδίου ή του μητρικού ακμαίου θηλυκού σε χαμηλή φωτοπερίοδο (Γιατρόπουλος 2014).

Παρακάτω θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα, μαζί με στοιχεία μορφολογίας και βιολογίας του, το κάθε στάδιο του βιολογικού κύκλου των Culicidae.

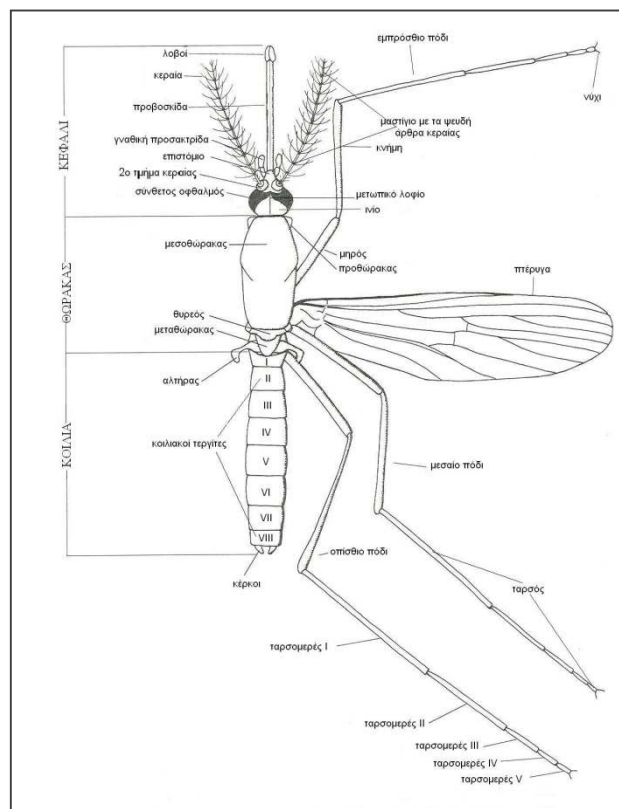
#### 1.2.2.1 Το τέλειο έντομο

Κατά το τελευταίο στάδιο της μεταμόρφωσης του κουνουπιού το τέλειο έντομο εξέρχεται από τη νύμφη, η οποία έχει έλθει στην επιφάνεια του νερού. Η έξοδος γίνεται αργά, για να αποφευχθεί η πτώση του στο νερό. Στη συνέχεια, με αύξηση της πίεσης της αιμολέμφου, τεντώνονται τα πόδια και οι πτέρυγες. Μέσα σε λίγα λεπτά έχει τη δυνατότητα να πετάξει. Αντίθετα, ο μεταβολισμός του ρυθμίζεται μέσα σε 1- 1,5 ημέρες. Τα θηλυκά άτομα είναι σεξουαλικά ώριμα άμεσα, ενώ τα αρσενικά χρειάζονται περίπου μία ημέρα, ώστε το υποπύγιο τους να περιστραφεί κατά 180°.

Για αυτό το λόγο τα ακμαία αρσενικά άτομα σε ένα πληθυσμό κουνουπιών εμφανίζονται 1 – 2 ημέρες νωρίτερα από τα θηλυκά (Becker *et al.* 2010).

Το σώμα των κουνουπιών διαιρείται σε τρία μέρη: την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλία (Εικόνα 1.3). Όλα τα τμήματα καλύπτονται από ισχυρά χιτίνισμένες πλάκες, που ονομάζονται σκληρίτες. Αυτοί συνδέονται μεταξύ τους με ραφές ή μεμβράνες ποικίλου μεγέθους. Το σύνολο των ενωμένων σκληριτών αποτελεί τον εξωσκελετό του εντόμου και φέρει διάφορα στοιχεία, όπως σμήριγγες ή λέπια, που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ταξινόμηση του κάθε είδους. Σημαντικό ρόλο στην ταξινόμηση των αρσενικών παίζει και η μορφή των εξωτερικών γεννητικών τους οργάνων. Τα λέπια έχουν χρώμα ανοικτό ή πιο σκούρο, καφέ έως μαύρο (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Η κεφαλή είναι ωοειδής σε σχήμα και φέρει τα στοματικά μόρια τους οφθαλμούς και τις κεραίες. Οι οφθαλμοί είναι σύνθετοι και καταλαμβάνουν το πιο μεγάλο μέρος



Εικόνα 1.3: Το τέλειο έντομο των κουνουπιών

Πηγή: Σαμανίδου-Βογιατζόγλου 2011. Τα κουνούπια της Ελλάδας (σ. 34)

της κεφαλής. Σε μερικά είδη εφάπτονται μεταξύ τους ραχιαία ή κοιλιακά. Οι κεραίες

είναι δύο και η κάθε μια από αυτές αποτελείται από τρία τμήματα: το βασικό, το δεύτερο που είναι εξογκωμένο και το μαστίγιο. Το μαστίγιο στα αρσενικά φέρει πολύ πυκνές και διακλαδισμένες σμήριγγες. Τα στοματικά μόρια είναι τύπου προβοσκίδας. Δίπλα τους υπάρχει ένα ζεύγος γναθικών προσακτριδών, οι οποίες αποτελούνται από πέντε τμήματα που δεν είναι όλα πάντα ευδιάκριτα. Οι προσακτρίδες στα αρσενικά άτομα, καθώς και στα θηλυκά των ανωφελών κουνουπιών είναι μεγάλες και φτάνουν σε μήκος την προβοσκίδα. Στα κοινά θηλυκά όμως δεν ξεπερνούν σε μήκος το μισό της προβοσκίδας (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Ο θώρακας αποτελείται από τρία μέρη: τον προθώρακα, τον μεσοθώρακα και τον μεταθώρακα. Σε κάθε ένα από τα τμήματα υπάρχει ένα ζεύγος ποδιών. Στο μεσοθώρακα βρίσκεται το ζεύγος των πτερυγών, ενώ στο μεταθώρακα το ζεύγος των αλτήρων. Ο μεσοθώρακας είναι το μεγαλύτερο τμήμα του θώρακα και έχει τη μορφή ενός μεγάλου σκληρίτη, που καλείται μεσόνωτο. Πίσω από αυτό υπάρχει ένας μικρότερος σκληρίτης, ο οποίος στα ανωφελή κουνούπια είναι ημικυκλικός, ενώ στα κοινά τρίλοβος και λέγεται θυρεός ή ασπίδιο (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Η κοιλία αποτελείται από 10 τμήματα. Τα πρώτα επτά μοιάζουν αρκετά μεταξύ τους, ενώ τα τρία τελευταία είναι διαφοροποιημένα ώστε να εξυπηρετούν την αναπαραγωγή. Σε κάποια γένη (π.χ. *Culex* ή *Culiseta*) τα τμήματα αυτά μπαίνουν το ένα μέσα στο άλλο και έτσι οι κοιλία εμφανίζεται αμβλεία, ενώ σε άλλα (*Aedes*) η κοιλία έχει μια κάπως πιο μυτερή εικόνα. Στα θηλυκά άτομα, στο τέλος της κοιλίας εμφανίζονται και δύο επιμήκεις λοβοί που καλούνται «κέρκοι» (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Όταν ωριμάσουν σεξουαλικά τα δύο φύλα, τότε ακολουθεί η γονιμοποίηση των θηλυκών. Αυτή γίνεται κατά τις βραδινές ώρες ή το πρωί κοντά στην αρχική εστία. Συνήθως σχηματίζεται ένα νέφος από εκατοντάδες ή και χιλιάδες άτομα. Μετά τη σύζευξη το θηλυκό λαμβάνει αρκετή ποσότητα σπέρματος ώστε να γεμίσει τις σπερματοθήκες του και στη συνέχεια παύει να είναι επιδεκτικό για άλλη σύζευξη για όλη του τη ζωή. Τα αρσενικά όμως μπορούν να συζευχτούν πολλές φορές ακόμα. Στη συνέχεια το θηλυκό αναζητά ξενιστή, από τον οποίο θα λάβει την ποσότητα αίματος που χρειάζεται για να ωριμάσει τα ωά του. Η ποσότητα που λαμβάνει σε ένα γεύμα μπορεί να ξεπεράσει και το τριπλάσιο του βάρους όλου του εντόμου. Η αναζήτηση του ξενιστή γίνεται με βάση οπτικά, οσφρητικά και θερμικά ερεθίσματα. Η απόσταση μετακίνησης από την εστία μπορεί, ανάλογα με το είδος, να είναι από



λίγες δεκάδες μέτρα έως και πολλά χιλιόμετρα. Τη λήψη αίματος ακολουθεί η εύρεση κατάλληλης θέσης για να ωτοκοήσει (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Τα αρσενικά κουνούπια ζουν λίγες συνήθως μέρες. Αντίθετα τα θηλυκά ζουν τρείς ή τέσσερις εβδομάδες ή και μέχρι μερικούς μήνες, εφόσον πρόκειται να διαχειμάσουν στο στάδιο αυτό. Είδη που διαχειμάζουν ως γονιμοποιημένα θηλυκά ανήκουν κυρίως στα γένη *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta* ή *Uranotaenia*. Σε αυτή την περίπτωση ψάχνουν για ασφαλή καταφύγια (σπηλιές, στάβλους, κατοικίες, τρύπες στο έδαφος κλπ.), όπου και παραμένουν μέχρι την επόμενη άνοιξη. Τότε εξέρχονται και, αφού λάβουν ένα τουλάχιστον γεύμα αίματος, κάνουν την πρώτη τους ωτοκία (Becker *et al.* 2010).

#### 1.2.2.2 Το στάδιο του ωού

Το θηλυκό κουνούπι μετά τη γονιμοποίησή του αρχίζει μια σειρά από «γονοτροφικούς» κύκλους. Ως γονοτροφικός κύκλος ορίζεται το διάστημα μεταξύ ενός γεύματος με αίμα και μιας ωτοκίας. Σε συνήθεις συνθήκες τα ωά είναι ώριμα σε δύο μέχρι τέσσερις ημέρες από τη λήψη αίματος. Σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες η διάρκεια αυτή αυξάνεται και μπορεί να γίνει μια εβδομάδα και παραπάνω. Κάθε θηλυκό γεννά 40 μέχρι 500 ωά, ανάλογα με το είδος. Κατά τη στιγμή της ωτοκίας στέκεται επάνω στη βλάστηση ή σε μικρά αντικείμενα που επιπλέουν στο νερό ή ακόμα και στην επιφάνεια του νερού όταν είναι ήρεμη και αποθέτει τα ωά ένα – ένα ή σε ομάδες. Τα ωά στην αρχή είναι μαλακά και λευκά, αλλά στη συνέχεια οι πρωτεΐνες του κελύφους σκληροποιούνται και το ωό γίνεται μαύρο, σκληρό και γυαλιστερό. Το μέγεθος των ωών είναι περίπου 0,5 – 1 mm (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Becker *et al.* 2010).

Το είδος της εστίας που θα τοποθετηθούν τα ωά έχει να κάνει με το είδος του κάθε κουνουπιού. Υπάρχουν δύο γενικές κατηγορίες κουνουπιών ανάλογα με τον τρόπο που εναποθέτουν τα ωά. Στην πρώτη κατηγορία η εκκόλαψη γίνεται άμεσα, αφού ολοκληρωθεί η εμβρυακή ανάπτυξη (μέσα σε λίγες ημέρες). Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν κουνούπια από το γένος *Anopheles*, τα οποία αφήνουν στην επιφάνεια του νερού τα ωά τους μεμονωμένα (Εικόνα 1.4). Τα ωά επιπλέουν με τη βοήθεια ειδικών «πλωτήρων» που διαθέτουν. Στην ίδια κατηγορία υπάγονται και είδη των γενών *Culex*, *Uranotaenia*, *Coquillettidia*, *Orthopodomyia* και κάποια του γένους *Culiseta* που τοποθετούν τα ωά τους σε ομάδες σχηματίζοντας ειδικές «σχεδίες» πάνω στο νερό (Εικόνα 1.5). Οι επιφάνειες των ωών είναι από τη μια

πλευρά υδρόφοβες και από την άλλη υδρόφιλες και με αυτό τον τρόπο οι σχεδίες έρχονται σε επαφή με το νερό πάντα από τη συγκεκριμένη πλευρά. Στα γένη *Coquillettidia* και *Mansonia* τα ωά προσκολλώνται στην υδρόβια βλάστηση και έτσι παραμένουν κάτω από την επιφάνεια του νερού. Η ταχύτητα επώασης επηρεάζεται πολύ από τις τιμές της θερμοκρασίας. Έτσι, για παράδειγμα, το *Culex pipiens* θέλει μία ημέρα στους 30° C, ενώ 10 ημέρες στους 10° C. Τα κουνούπια αυτής της κατηγορίας γεννούν τα ωά τους σε υδατοσυλλογές, που η κατάκλιση με νερό θα διαρκέσει αρκετά, ώστε να προλάβουν να συμπληρώσουν τον κύκλο τους και να βγουν τα ακμαία (Becker *et al.* 2010, Κολιόπουλος 2011).



Εικόνα 1.4: Ωά με πλωτήρες (*Anopheles* sp.)

Πηγή: <https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycles/anopheles.html>



Εικόνα 1.5: Ωά στην επιφάνεια του νερού σε μορφή «σχεδίας»

Πηγή: <https://www.mindenpictures.com/stock-photo-mosquito-culex-pipiens-egg-raft-floating-on-water-united-kingdom-naturephotography-image00411973.html>

Η δεύτερη κατηγορία έχει είδη των οποίων τα ωά δεν εκκολάπτονται αμέσως. Ανήκουν στα γένη *Aedes* και *Ochlerotatus* και κάποια στο γένος *Culiseta*. Αυτά τα είδη εναποθέτουν τα ωά τους σε λασπώδη μέρη ένα – ένα χωριστά. Τα μέρη αυτά πρέπει να είναι ικανά να διατηρήσουν την υγρασία τους μέχρι να ολοκληρωθεί η εμβρυογένεση. Κάποια μάλιστα είδη γενούν σε παρακείμενες επιφάνειες (π.χ.

υδρόβια βλάστηση), οι οποίες θα κατακλυστούν κάποια στιγμή από νερό. Μερικά από τα είδη αυτά διαχειμάζουν σε κατάσταση διάπαυσης στο στάδιο του ωού (Κολιόπουλος 2011).

Το να εντοπίσει το θηλυκό ένα κατάλληλο σημείο για να εναποθέσει τα ωά του, είναι ίσως το πιο σημαντικό πράγμα που πρέπει να φέρει εις πέρας στη ζωή του. Η επιλογή είναι μια σύνθετη διεργασία, που έχει να κάνει με διάφορα ερεθίσματα από το περιβάλλον και την ίδια την κατάσταση του εντόμου. Μια εστία για να είναι κατάλληλη θα πρέπει: α) να έχει αρκετή υγρασία ώστε να μην αφυδατωθούν τα ωά στα αρχικά τους στάδια και πριν σκληρυνθούν, β) με την επόμενη πλημμύρα το νερό να είναι επαρκές και να κρατήσει για όσο καιρό χρειαστεί μέχρι να εμφανιστούν τα νέα ακμαία, γ) να μην υπάρχουν πολλά αρπακτικά, τα οποία θα βάλουν σε κίνδυνο τις προνύμφες και δ) να υπάρχει οργανική ύλη στο νερό, που θα αποτελέσει τροφή για τις προνύμφες (Becker *et al.* 2010, Κολιόπουλος 2011).

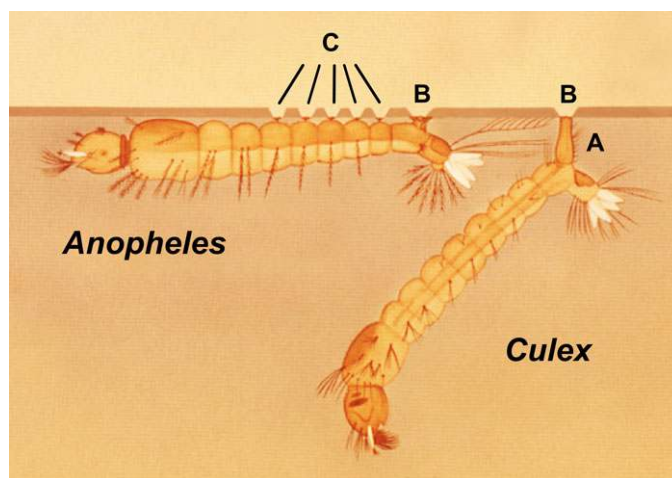
### 1.2.2.3 Η προνύμφη

Από την επώαση του ωού προκύπτει η προνύμφη. Τα ωά εκείνων των κουνουπιών που βρίσκονται σε διαρκή επαφή με το νερό, εκκολάπτονται αμέσως μόλις ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του εμβρύου. Αντίθετα όσα είδη χρειάζονται ειδικά ερεθίσματα για τη εκκόλαψη τους, δεν εκκολάπτονται παρά μόνο όταν προκύψουν τα ερεθίσματα αυτά. Το έμβρυο όμως έχει ήδη ολοκληρώσει την ανάπτυξή του εντός του ωού. Η προνύμφη εξέρχεται από το ωό με τη βοήθεια μιας άκανθας, που διαθέτει στην κεφαλή της και η οποία σχίζει το κέλυφος του ωού (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Η προνύμφη των Culicidae είναι σκωληκόμορφη και διαιρείται σε τρία μέρη: την κεφαλή, το θώρακα και την κοιλία. Διακρίνεται από άλλες υδρόβιες προνύμφες από κάποια χαρακτηριστικά στοιχεία της μορφολογίας της. Τέτοια είναι: η ύπαρξη καλά αναπτυγμένων στοματικών θυσάνων, η απουσία βαδιστικών άκρων, ο θώρακας που είναι πιο φαρδύς από την κεφαλή και η ύπαρξη αναπνευστικού σιφωνίου σε όλα τα είδη εκτός από αυτά του γένους *Anopheles* (Εικόνες 1.6, 1.7). Ολόκληρο το σώμα της προνύμφης καλύπτεται από 222 ζεύγη σμηρίγγων (Harbach and Knight 1980), που είναι συμμετρικά διατεταγμένες. Όλες μαζί αποτελούν τη «χαιτοταξία», η δομή και η μορφή της οποίας είναι σημαντική για τη διάκριση των ειδών των κουνουπιών στο στάδιο αυτό (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).



Εικόνα 1.6: Προνύμφη ανωφελούς κουνουπιού  
 Πηγή: <https://bugguide.net/node/view/1739801>



Εικόνα 1.7: Προνύμφες ανωφελούς και κοινού κουνουπιού  
 Πηγή: [https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Anopheles\\_Culex\\_larvae\\_feeding\\_position\\_CDC\\_mod.jpg](https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Anopheles_Culex_larvae_feeding_position_CDC_mod.jpg)

Η κεφαλή της προνύμφης είναι καλά αναπτυγμένη και πάνω της φέρει τα στοματικά μόρια, τις κεραίες και τους οφθαλμούς. Τα στοματικά μόρια αποτελούνται από τις γνάθους (άνω και κάτω), τη γναθική ψήκτρα, τις πλευρικές γευστικές πλάκες και τους πλευρικούς γευστικούς θύσανους. Αυτοί είναι σημαντικότεροι για τη διατροφή των προνυμφών, ειδικά εκείνων που τρέφονται από μικροοργανισμούς και άλλα μικροσκοπικά σωματίδια ύλης που είναι διαλυμένα στο νερό. Με μια κίνηση, που μοιάζει κυματοειδής, συγκεντρώνουν την τροφή και την προωθούν στη στοματική κοιλότητα, με τη βοήθεια της γναθικής ψήκτρας. Άλλα είδη κουνουπιών τρέφονται με πιο μεγάλους ασπόνδυλους οργανισμούς, όπως προνύμφες άλλων εντόμων ή και άλλων κουνουπιών. Τέτοια είδη είναι αυτά των γενών *Taxorhynchites*, *Aedes*, *Psorophora* και *Culex* (Becker *et al.* 2010). Σε αυτή την περίπτωση οι πλευρικοί γευστικοί θύσανοι έχουν τη μορφή κυρτών ραβδίων, με τα οποία συλλαμβάνονται οι μικροί οργανισμοί. Έτσι, οι προνύμφες διακρίνονται σε δύο

τύπους ανάλογα με τη διατροφή τους: στον αρπακτικό και τον πλαγκτονικό (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Οι κεραίες είναι αισθητήρια εξαρτήματα κυλινδρικού σχήματος, που βρίσκονται επί της κεφαλής μπροστά και πλευρικά. Οι οφθαλμοί είναι δύο σε κάθε πλευρά. Ο ένας, ο πιο μεγάλος, θα εξελιχθεί στο σύνθετο οφθαλμό του τέλειου εντόμου.

Ο θώρακας είναι μεγάλος, σχεδόν σφαιρικός και δε φέρει βαδιστικά εξαρτήματα. Αποτελείται από τρία τμήματα: τον προθώρακα, τον μεσοθώρακα και τον μεταθώρακα. Και τα τρία τμήματα απαρτίζουν ένα ενιαίο σύνολο, που είναι πιο πλατύ από τη κεφαλή. Συνήθως η ραχιαία επιφάνεια του θώρακα είναι λεία (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Η κοιλία αποτελείται από 10 τμήματα, εκ των οποίων τα πρώτα επτά είναι παρόμοια μορφολογικά. Στη ραχιαία πλευρά του 8<sup>ου</sup> τμήματος βρίσκεται η αναπνευστική συσκευή. Για τα πιο πολλά είδη (κοινά κουνούπια) έχει τη μορφή αναπνευστικού σιφωνίου (siphon), ενώ στα ανωφελή υπάρχουν μόνο αναπνευστικά τρήματα τοποθετημένα απευθείας στη ράχη του 8<sup>ου</sup> τμήματος. Για να αναπνεύσουν τα κοινά κουνούπια τοποθετούν το σιφώνιο κάθετα στην επιφάνεια του νερού και αναπνέουν ατμοσφαιρικό αέρα. Αν ενοχληθούν καταδύονται και αργότερα επιστρέφουν στην επιφάνεια. Τα ανωφελή, αντίθετα, πρέπει να τοποθετήσουν το σώμα τους παράλληλα με την επιφάνεια, ώστε να έλθουν τα αναπνευστικά τους τρήματα σε απευθείας επαφή με τον αέρα. Στα γένη *Coquillettidia* και *Mansonia* η αναπνευστική συσκευή έχει τέτοια μορφή (Εικόνα 1.8), που την καθιστά κατάλληλη, ώστε να διατρύπια τα υδρόβια φυτά και να λαμβάνει από τους ιστούς τους τον αέρα που χρειάζεται η προνύμφη (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Η ανάπτυξη της προνύμφης γίνεται σε τέσσερα στάδια. Ανάμεσα σε κάθε στάδιο γίνεται μια «έκδυση», κατά την οποία η προνύμφη αλλάζει «δερμάτιο» και μεγαλώνει. Σε κάθε έκδυση η κεφαλική κάψα μεγαλώνει στο πλήρες μέγεθος που είναι χαρακτηριστικό για το επόμενο στάδιο, ενώ το υπόλοιπο σώμα μεγαλώνει συνεχόμενα. Το περιβάλλον παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της προνύμφης. Παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, η πυκνότητα του πληθυσμού των προνυμφών, η τροφή, η ποιότητα του νερού κλπ. είναι καθοριστικοί (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011). Για παράδειγμα τα είδη που αναπτύσσονται σε νερό από χιόνι που λιώνει, μπορούν να ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους ως προνύμφες στους 10 °C, ενώ δε τα καταφέρνουν σε θερμοκρασίες άνω των 25 °C.

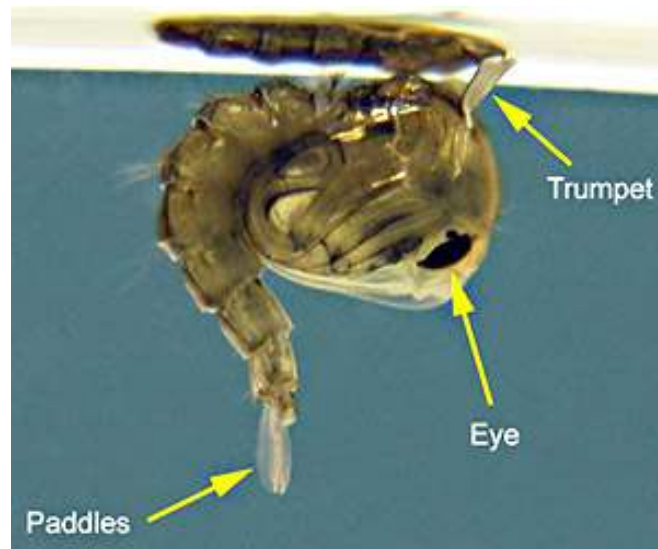
Το *Ochlerotatus rusticus* μπορεί να επιβιώσει σε νερά που έχουν σχεδόν παγώσει ή είναι καλυμμένα περιοδικά με πάγο. Το *Aedes vexans* στους 30 °C ολοκληρώνει τον κύκλο από επώαση ωού μέχρι σχηματισμό νύμφης σε μόλις 6 – 7 ημέρες. Το *Culex ripiens* αναπτύσσεται με επιτυχία σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών (10 – 30 °C) (Becker *et al.* 2010).



Εικόνα 1.8: Προνύμφη *Coquillettidia richiardii* προσκολλημένη σε ιστό φυτού.  
Πηγή: Becker *et al.* 2010. Mosquitoes and their control. Second edition. Springer (σ. 17)

#### 1.2.2.4 Η νύμφη

Η νύμφη (pupa) σχηματίζεται κατά τη συμπλήρωση του 4<sup>ου</sup> σταδίου της προνύμφης. Είναι και αυτή υδρόβια. Το νυμφικό στάδιο διαρκεί συνήθως 2 ημέρες, αλλά αυτό εξαρτάται από το είδος του κουνουπιού και τη θερμοκρασία. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες γίνεται πιο σύντομο, ενώ σε πιο χαμηλές επιμηκύνεται. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου γίνεται η μεταμόρφωση προς την τελική μορφή του κουνουπιού, δηλαδή αυτή του τελείου εντόμου. Ορισμένα από τα όργανα της προνύμφης ιστολύονται, ενώ η κεφαλή και ο θώρακας συνενώνονται σε ένα ενιαίο τμήμα. Έτσι, η νύμφη τελικά αποτελείται από δύο εμφανή μέρη: τον κεφαλοθώρακα και την κοιλία, και έχει μια γενική μορφή «κόμματος» (Εικόνα 1.9) (Becker *et al.* 2010, Κολιόπουλος 2011).



Εικόνα 1.9: Νύμφη κουνουπιού

Πηγή: <https://www.mosquitocontrol.org/mosquito-biology>

Ο κεφαλοθώρακας είναι μεγαλύτερος από την κοιλία και φέρει ένα ζεύγος αναπνευστικών εξαρτημάτων, που έχουν χοανοειδή μορφή (trumpets). Με αυτά η νύμφη αναπνέει ατμοσφαιρικό αέρα από την επιφάνεια του νερού. Τα ανωφελή κουνούπια έχουν πιο μικρές και πλατύτερες αναπνευστικές σάλπιγγες από αυτά της υποοικογένειας Culicinae. Στα είδη των γενών *Coquillettidia* και *Mansonia* οι αναπνευστικές σάλπιγγες είναι κατάλληλα διαμορφωμένες, ώστε να απορροφούν αέρα μέσα από τους ιστούς των φυτών, κάτω από την επιφάνεια του νερού (Becker *et al.* 2010).

Η κοιλία αποτελείται από 9 τμήματα. Στο τελευταίο τμήμα υπάρχει ένα ζεύγος από εξαρτήματα, τα οποία μοιάζουν με κουπιά και βοηθούν την προνύμφη να κινηθεί εντός του ύδατος. Η νύμφη των κουνουπιών, σε αντίθεση με των περισσότερων εντόμων, κινείται με μεγάλη ευχέρεια. Η κίνησή της είναι χαρακτηριστική πάνω – κάτω. Όταν ενοχληθεί φεύγει από την επιφάνεια του νερού, κάνοντας μια πλήρη αναστροφή στη θέση της. Το ειδικό βάρος του σώματος της είναι πιο μικρό από το νερό και γι αυτό το λόγο σε κατάσταση αδράνειας επιστρέφει παθητικά κοντά στην επιφάνεια (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Κολιόπουλος 2011).

Οι νύμφες δε μεταβάλλονται σε μέγεθος και δεν τρέφονται. Έτσι, ο κύκλος ζωής τους είναι σύντομος. Είναι σχετικά πιο ανθεκτικές από τις προνύμφες στη αφυδάτωση, καθώς μπορεί να ολοκληρώσουν τον κύκλο τους σε πολύ περιορισμένο όγκο νερού ή ακόμα κι αν ξεραθεί η εστία που τις φιλοξενεί. Όταν το τέλειο είναι έτοιμο, η νύμφη παίρνει μια οριζόντια στάση, εισπνέει μεγάλη ποσότητα αέρα και έτσι

αυξάνει την πίεση στο εσωτερικό της. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σκίσιμο της ραχιαίας επιφάνειας του κεφαλοθώρακα. Στη συνέχεια το τέλειο, με προσεκτικές κινήσεις για να μην πέσει στο νερό, εξέρχεται και στέκεται στη επιφάνεια, βοηθούμενο και από το δερμάτιο της νύμφης, το οποίο επιπλέει. Σε αυτή τη φάση το κουνούπι είναι πολύ ευαίσθητο σε δυνατούς ανέμους. Σε ελάχιστα όμως λεπτά είναι έτοιμο να πετάξει (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Κολιόπουλος 2011).

### **1.3 Το κουνούπι *Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse)***

Το *Aedes albopictus* ανήκει στο υπογένος *Stegomyia* το οποίο περιλαμβάνει πολύ λίγα είδη τα οποία είναι όμως ευρέως διαδεδομένα. Τα πιο πολλά είναι ενδημικά σε διάφορες περιοχές του Παλαιού Κόσμου (Ευρώπη, Ασία και Αφρική). Εξαιρέση αποτελούν τα *Ae. albopictus* και *Ae. aegypti* τα οποία μέσω του διεθνούς εμπορίου έχουν εισβάλει και εγκατασταθεί και σε χώρες του Νέου Κόσμου (Αμερική και Ωκεανία). Στην Ευρώπη υπάρχουν τα είδη *Ae. albopictus*, *Ae. cretinus* και *Ae. aegypti*. Το υπογένος *Stegomyia* είναι ένα από τα πλέον σημαντικά υπογένη της οικογένειας Culicidae, εξαιτίας του γεγονότος ότι αποτελούν σημαντικότετους διαβιβαστές παθογόνων και παρασίτων για τον άνθρωπο (Γιατρόπουλος 2014, Becker *et al.* 2010).

Το *Ae. albopictus* ήταν αρχικά ένα δασικό και χωρίς μεγάλη υγειονομική σημασία είδος. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως έχει γίνει το πιο πολυσυζητημένο είδος κουνουπιού διεθνώς. Η Αμερικάνικη Εντομολογική Εταιρία το 1993 του έδωσε το εντυπωσιακό όνομα “Asian Tiger Mosquito”, το οποίο σημαίνει «Ασιατικό Κουνούπι Τίγρης» (ESA Newsletter Vol.16, No 8, Aug. 1993). Τα τελευταία 30 περίπου χρόνια έχει εξαπλωθεί σε διάφορες περιοχές παγκοσμίως, όπου παρουσίασε μεγάλη προσαρμοστικότητα. Οι νέοι βιότοποι εγκατάστασης ήταν πολύ διαφορετικοί από αυτούς που αρχικά ζούσε (Reiter and Sprenger 1987, Lounibos 2002, Benedict *et al.* 2007). Οι αρχικές εστίες ανάπτυξης των προνυμφών του ήταν οι κοιλότητες των δένδρων και κυρίως τα κομμένα μπαμπού. Βρισκόταν σε δάση της ΝΑ Ασίας, όπως στη Μαλαισία, Ινδονησία, Φιλιππίνες και Σιγκαπούρη. Απλωνόταν από την Β. Κίνα ως το ύψος του Πεκίνου βόρεια, έως τη Νέα Γουινέα νοτιοδυτικά, την πόλη Sendai στην Ιαπωνία βορειοανατολικά και δυτικά ως τα νησιά του Ινδικού Ωκεανού και τη Μαδαγασκάρη (Huang 1972, Colless 1973, Hawley 1988, όπως αναφέρεται από Κολιόπουλος 2011).



Όπως αναφέρεται από τον Κολιόπουλο (2011) η εξάπλωσή του στον υπόλοιπο κόσμο ξεκίνησε μάλλον προς τα ανατολικά, με πρώτη τη Χαβάη (Bonnet and Worchester 1946) και μετά άλλα νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού όπως τα Φίτζι κ.α. (Elliot 1980, Pashley and Pashley 1983, Laille *et al.* 1990, Kay *et al.* 1995). Στις ηπειρωτικές ΗΠΑ είχε εντοπιστεί ήδη από το 1972 (Eads 1972) και το 1985 εντοπίστηκε ένας μεγάλος πληθυσμός στο Χιούστον του Τέξας (Sprenger and Wuithiranyagool 1986). Σε λίγα χρόνια εξαπλώθηκε και σε άλλες περιοχές των ΗΠΑ, καθώς και του υπόλοιπου κόσμου, όπως στη Βραζιλία (Forrattini 1986), Αργεντινή (Rossi *et al.* 1999), Νικαράγουα (Lugo Edel *et al.* 2005) και σε πολλές άλλες. Επίσης, βρέθηκε το 2008 σε λιμάνια της Βόρειας Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας, χωρίς όμως να έχει εγκατασταθεί μέχρι εκείνη την εποχή σε αυτές τις χώρες (Roiz *et al.* 2008).

Η πρώτη χώρα εμφάνισης του *Ae. albopictus* στην Ευρωπαϊκή Ήπειρο ήταν η Αλβανία. Σύμφωνα με τους Adhami και Murati (1987) έντομα αυτού του είδους βρέθηκαν στην πόλη Lac το έτος 1979. Ακολούθησαν διαδοχικά η Ιταλία (Sabatini *et al.* 1990), η Γαλλία (Schaffner and Said 1999), το Βέλγιο (Schaffner *et al.* 2004), το Μαυροβούνιο (Petric *et al.* 2001), η Ελβετία (Flacio *et al.* 2004) και στη συνέχεια αρκετές άλλες. Ως πηγές μεταφοράς και πρώτης εισόδου του κουνουπιού αυτού στην ήπειρο μας αναφέρονται τα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων (Adhami and Reiter 1998, Dalla Pozza *et al.* 1994), τα εμπορευματοκιβώτια με έπιπλα και τα φυτά *Dracaena sanderiana* στην Ολλανδία (Scholte *et al.* 2006). Τα φυτά αυτά είναι καλλωπιστικά και εισάγονται σε δοχεία με νερά και θεωρούνται υπεύθυνα (Madon *et al.* 2002) και για τη μεταφορά του *Ae. albopictus* στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ από τη Νότια Κίνα (Κολιόπουλος 2011, Γιατρόπουλος 2014).

Στην Ελλάδα για πρώτη φορά εντοπίστηκε κατά τα έτη 2003 και 2004 στις περιοχές της Κέρκυρας και της Θεσπρωτίας (Samanidou – Voyadjoglou *et al.* 2005). Ακολούθως βρέθηκε σε παγίδες ωθοεσίας κοντά στο τελωνείο του Προμαχώνα στις Σέρρες (Voutsina and Karagiannidis 2007). Στη συνέχεια, το 2008, εντοπίστηκαν στον Αστακό Αιτωλοακαρνανίας και στην Αθήνα στις περιοχές της Ριζούπολης και του Βοτανικού (Κολιόπουλος και συνεργάτες 2008). Τα έτη 2009 και 2010 διαπιστώθηκε η ύπαρξη του σε μεγάλους αριθμούς, σε πολλές περιοχές εντός της Αττικής (Γιατρόπουλος 2014). Κατά τα έτη 2009 - 2011 στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο στάλθηκαν δείγματα από πολλές περιοχές της χώρας, τα οποία αναγνωρίστηκαν ότι ανήκουν στο είδος *Ae. albopictus* (Giatropoulos *et al.*

2012). Η Λύτρα (2015) αναφέρει ότι το συγκεκριμένο είδος κουνουπιού είχε βρεθεί μέχρι το 2014 στις παρακάτω Περιφερειακές Ενότητες: Αιτωλοακαρνανίας, Αρκαδίας, Αττικής, Αχαΐας, Ζακύνθου, Θεσπρωτίας, Θεσσαλονίκης, Κερκύρας, Κορινθίας, Λακωνίας, Μεσσηνίας και Σερρών.

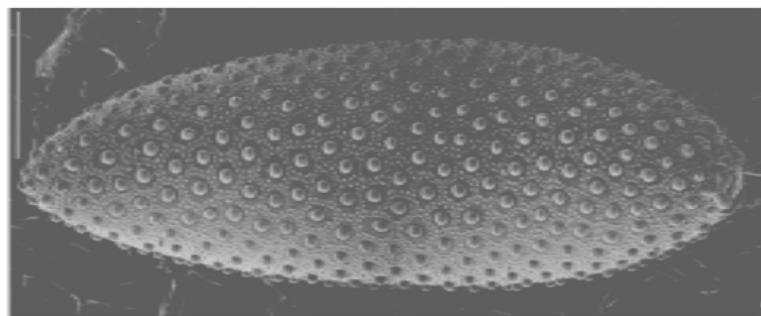
### 1.3.1 Βιολογικός κύκλος του *Aedes albopictus*

Τα ανώριμα στάδια του *Aedes albopictus* (προνύμφες και νύμφες) απαντώνται σε μια μεγάλη ποικιλία από μικρούς, φυσικούς ή τεχνητούς, περιέκτες νερού. Τέτοιοι μπορεί να είναι τρύπες σε δένδρα ή σε πέτρες, μασχάλες δένδρων, κομμένα μπαμπού, βάζα, κονσέρβες, ανθοδοχεία, κουβάδες, μεταχειρισμένα ελαστικά κ.α. Τα ωά είναι ανθεκτικά στην ξηρασία, πράγμα που τα βοηθά να μεταφέρονται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις επάνω σε αντικείμενα, όπως τα μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων (Εικόνα 1.10). Στις υποτροπικές και τροπικές ζώνες η αναπαραγωγή γίνεται σε όλη τη διάρκεια του έτους. Αντίθετα στις εύκρατες περιοχές, όπως είναι η Ευρώπη, το είδος αυτό διαχειμάζει στο στάδιο του ωού, καθώς μπαίνει σε κατάσταση διάπαυσης στη φάση του εμβρύου (Becker *et al.* 2010, Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).



Εικόνα 1.10: Σωροί μεταχειρισμένων ελαστικών συμβάλουν στον πολλαπλασιασμό και τη μεταφορά του είδους από τόπο σε τόπο (εικόνα από την εξεταζόμενη περιοχή)

Τα ωά του *Aedes albopictus* είναι ατρακτοειδούς μορφής, με πιο παχύ το κέντρο και πιο λεπτά τα άκρα (Εικόνα 1.11). Έχουν στην επιφάνεια τους πολλά φυμάτια και στο ένα άκρο μια κυκλική μικροπύλη. Γονιμοποιούνται, όπως και σε όλα τα κουνούπια, εντός του σώματος του θηλυκού. Στη συνέχεια ακολουθεί η εμβρυακή ανάπτυξη μέσα στο ωό. Η διάρκεια της ανάπτυξης εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη φυλή του *Ae. albopictus* που υπάρχει σε μια περιοχή. Έτσι, ο Hawley (1998) αναφέρει ότι φυλές της Ινδίας και του Βιετνάμ θέλουν 2 – 3 ημέρες στους 30° C, ενώ οι Delatte *et al.* (2009) για την περιοχή της Γαλλίας αναφέρουν, ότι απαιτούνται 2,9, 4,5 και 6,7 ημέρες στους 20, 25 ή 30 °C αντίστοιχα και σε συνθήκες εργαστηρίου (Γιατρόπουλος 2014, Estrada - Franco and Craig 1995).



Εικόνα 1.11: Ωό *Aedes albopictus* σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο

Πηγή: Γιατρόπουλος, Α., 2014. Παρουσία του εισβάλλοντος είδους κουνουπιού *Aedes albopictus* (Skuse 1895) στην Αττική: Διασπορά, εποχιακή διακύμανση, αντιμετώπιση και ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις με το ιθαγενές είδος *Aedes cretinus* (Edwards 1921). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Διδακτορική διατριβή (σ.31).

Το θηλυκό γεννά τα ωά του μεμονωμένα γύρω και πάνω από την εστία του νερού και σε ύψος 16 χιλιοστά (σε ποσοστό 75%) και μέχρι 53 χιλιοστά. Η εκκόλαψη μπορεί να γίνει αμέσως μόλις κατακλυστεί η περιοχή με νερό, αλλά μπορεί και να αργήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα ωά εκκολάπτονται σε ομάδες σταδιακά. Μετά από μια μεγάλη ομάδα ακολουθούν άλλες μικρότερες. Κάποιες φορές χρειάζονται πολλές διαδοχικές κατακλύσεις με νερό, ώστε να εκκολαφθούν ορισμένα ωά. Κάποια ερεθίσματα, όπως η ύπαρξη πολλών μικροοργανισμών και η συνεπακόλουθη μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο της υδατοσυλλογής, επάγουν την εκκόλαψη περισσότερων ωών (Γιατρόπουλος 2014, Estrada - Franco and Craig 1995).

Σύμφωνα με τον Hawley (1988) τα ωά μπορούν να αντέξουν για πολλούς μήνες κατά το χειμώνα. Επίσης, εφόσον έχει ολοκληρωθεί ο σχηματισμός του εμβρύου, είναι πολύ ανθεκτικά σε συνθήκες ξηρασίας. Αν διατηρηθούν προηγουμένως για 4 ημέρες σε συνθήκες με υγρασία, μπορούν να αντέξουν έως και 243 ημέρες σε

σχετική υγρασία 70 - 75% και θερμοκρασία 25 °C (Estrada - Franco and Craig 1995). Το είδος αυτό του κουνουπιού διαπαύει στο στάδιο του ωού. Αυτή η κατάσταση συνίσταται στο να μην ανταποκρίνεται η προνύμφη 1<sup>ης</sup> ηλικίας, που έχει σχηματιστεί εντός του ωού, στα ερεθίσματα που θα προκαλούσαν την εκκόλαψη της. Έτσι, το κουνούπι μπορεί να επιβιώσει και να ξεπεράσει το ψύχος του χειμώνα, που επικρατεί εκείνη την εποχή στις εύκρατες περιοχές. Το στάδιο το οποίο ορίζει αν θα προκύψουν διαπαύοντα ωά είναι αυτό του τελείου εντόμου. Φωτοπερίοδος με διάρκεια ημέρας μικρότερη από 13,5 ώρες, και μάλιστα σε συνδυασμό με πιο χαμηλές θερμοκρασίες, ευνοεί τη γέννηση ωών που θα μπουν σε διάπαυση. Αντίθετα, μεγάλη φωτοπερίοδος οδηγεί σε διαρκή αναπαραγωγή του *Ae. albopictus*, με παραγωγή ωών που εκκολάπτονται άμεσα. Έτσι προκύπτουν πολλές γενιές το χρόνο (Hawley 1988, Focks *et al.* 1994, Estrada - Franco and Craig 1995, Γιατρόπουλος 2014).

Οι προνύμφες (Εικόνα 1.12) του *Ae. albopictus* (4<sup>ης</sup> ηλικίας) μπορούν να αναγνωριστούν και να διαχωριστούν από άλλα συγγενή είδη (όπως το *Ae. aegypti*), με τη χρήση διχοτομικών κλειδών. Χαρακτηριστικά που εξετάζονται είναι αν η σμήριγγα 1-A είναι απλή, η κεραία τους είναι ακανθωτή ή όχι, αν το σιφώνιο φέρει βελονοειδή απόφυση στη βάση, αν τα λέπια του κτενιδίου έχουν μεγάλη μεσαία άκανθα και αδύνατες πλευρικές και αν οι σμήριγγες 4-X είναι όλες απλές ή διακλαδισμένες (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).



Εικόνα 1.12: Προνύμφη *Aedes albopictus*

Το τελικό μέγεθος των προνυμφών, καθώς και το πόσο θα διαρκέσει το στάδιο αυτό της ζωής του εντόμου, εξαρτάται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, το

πλήθος των προνυμφών εντός της εστίας (συνωστισμός), το φύλο και η επάρκεια τροφής. Η στέρηση τροφής σε μελέτη των Estrada - Franco and Craig (1995) οδήγησε σε θνησιμότητα 80% και παράταση της προνυμφικής περιόδου στις 42 ημέρες. Η μέση διάρκεια, σε συνθήκες εργαστηρίου, για την προνυμφική περίοδο ποικίλει ανάλογα με τη θερμοκρασία. Έτσι, στους 20, 25 και 30 °C η διάρκεια ήταν 10,4, 8,8 και 12,3 ημέρες αντίστοιχα, σε πείραμα που έγινε στη Γαλλία (Delatte *et al.* 2009). Σε άλλη μελέτη και για τις αντίστοιχες θερμοκρασίες η διάρκεια ήταν 13, 9 και 6 ημέρες αντίστοιχα. Μάλιστα, παρατηρήθηκε ότι η 4<sup>η</sup> ηλικία διήρκησε πιο πολύ από ότι οι υπόλοιπες (Estrada - Franco and Craig 1995).

Το στάδιο της νύμφης (Εικόνα 1.13) συνήθως διαρκεί 2 ημέρες. Η θερμοκρασία παίζει και εδώ σημαντικό ρόλο, καθώς στους 30, 25 ή 20 °C η νυμφική περίοδος κράτησε 2, 3 ή 5 ημέρες αντίστοιχα σύμφωνα με τους Estrada - Franco and Craig (1995). Οι ίδιοι παρατήρησαν ότι οι νύμφες αντέχουν ακόμα και 2 ημέρες σε σχετική υγρασία 87% και θερμοκρασία 26 °C. Όπως είναι συχνό φαινόμενο στα κουνούπια, τα αρσενικά ακμαία προηγούνται των θηλυκών κατά 2 περίπου μέρες, ως προς την έξοδο τους από τις νύμφες. Αυτό συμβαίνει λόγω του πιο σύντομου προνυμφικού σταδίου του αρσενικού κουνουπιού και ονομάζεται «πρωτανδρεία» ( Γιατρόπουλος 2014).



Εικόνα 1.13: Νύμφη *Aedes albopictus*

Το τέλειο έντομο του *Ae. albopictus* (Εικόνα 1.14) είναι σκούρου χρώματος και φέρει στο σώμα του λέπια, τα οποία είναι χρώματος μαύρου, με πολλές όμως λευκές περιοχές στο θώρακα, την κοιλία και τα πόδια. Στη ράχη του θώρακα υπάρχει μια χαρακτηριστική λευκή λωρίδα, που σχηματίζεται από λευκά λέπια. Τα νεύρα στις

πτέρυγες καλύπτονται από σκούρα λέπια, με εξαίρεση μια κηλίδα στη βάση του πλευρικού νεύρου στην οποία είναι λευκά. Στα μπροστινά και μεσαία πόδια, τα тарσομερή I και II έχουν φαρδιές λευκές λωρίδες, ενώ στα πίσω πόδια λευκές λωρίδες υπάρχουν στα тарσομερή I και IV και το V είναι τελείως λευκό (Becker *et al.* 2010, Σαββοπούλου – Σουλτάνη και άλλοι, 2011, Γιατρόπουλος, 2014).



Εικόνα 1.14: Τέλειο θηλυκό κουνούπι *Aedes albopictus*

Στη μελέτη των Gao *et al.* (1984) βρέθηκε ότι, τα θηλυκά ζούσαν σε ακρότατες θερμοκρασίες από  $-5^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $40^{\circ}\text{C}$ . Μάλιστα, η διάρκεια ζωής τους στους  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  και σχετική υγρασία  $80\pm 5\%$ , ήταν 30 – 40 ημέρες. Ο Hylton (1969) βρήκε ότι τα ακμαία του είδους ανέχονταν καλά τις πιο χαμηλές θερμοκρασίες ( $15,5^{\circ}\text{C}$ ), ενώ θερμοκρασίες άνω των  $32,2^{\circ}\text{C}$  μείωναν τη επιβίωση, ανεξαρτήτως της τιμής της υγρασίας. Σύμφωνα με τους Estrada - Franco and Craig (1995) τα θηλυκά που τρέφονταν με αίμα (σε εργαστηριακές συνθήκες θερμοκρασίας  $26^{\circ}\text{C}$  και σχετικής υγρασίας 50 - 60%) έζησαν 38 – 112 ημέρες, ενώ αυτά που τρέφονταν μόνο με νερό (στους  $25 - 26^{\circ}\text{C}$  και σχ. υγρ. 60 - 70%) άρχισαν να πεθαίνουν σε 2 ημέρες, ενώ τα πιο πολλά δεν άντεξαν πάνω από 5 ημέρες (Γιατρόπουλος, 2014).

### 1.3.2 Συνήθειες του *Aedes albopictus*

Συνήθως, τα θηλυκά του *Aedes albopictus* πραγματοποιούν το πρώτο γεύμα αίματος 2 ημέρες μετά την έξοδό τους. Έχουν παρατηρηθεί όμως και πιο γρήγορες αιμοληψίες, από την πρώτη ημέρα. Ανάμεσα σε δύο ωοτοκίες (γονοτροφικός κύκλος)



μπορεί να υπάρξουν παραπάνω από μια λήψη αίματος. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τη μετάδοση παθογόνων ανάμεσα στους διάφορους ξενιστές. Η διάρκεια μεταξύ πρώτου και δεύτερου γονοτροφικού κύκλου είναι κατά μέσο όρο 5 ημέρες. Η ποσότητα αίματος που λαμβάνει με κάθε τσίμπημα ένα κουνούπι, έχει να κάνει με τη φυλή του. Έτσι, ένα μικρού μεγέθους (1,95 mg) *Ae. albopictus*, που διαβιεί στο Βιετνάμ, παίρνει από τον ξενιστή του 0,2-2,5 mg αίματος, ενώ ένα πιο μεγάλο (4,3 mg) που βρίσκεται στη Μαλαισία, παίρνει 2,6 mg κατά μέσο όρο ανά γεύμα (Hawley 1988, Estrada - Franco and Craig 1995, Γιατρόπουλος 2014).

Οι ώρες κατά τις οποίες είναι ιδιαίτερα επιθετικά αυτά τα κουνούπια είναι το πρωί (06.00 έως 10.00) και το απόγευμα (16.00 έως 22.00). Είναι ένα είδος βασικά εκτοδίαιτο, αν και έχουν διαπιστωθεί τσιμπήματα σε ανθρώπους και σε εσωτερικούς χώρους. Η Σαμανίδου – Βογιατζόγλου (2011) αναφέρει ότι την ημέρα, όταν τσιμπά στο ύπαιθρο, προτιμά σκιαζόμενα μέρη. Ξενιστές του είναι κυρίως ο άνθρωπος (ανθρωπόφιλο είδος), οι λαγοί, οι αγελάδες, οι σκύλοι, οι σκίουροι και άλλα θηλαστικά, ενώ περιστασιακά νύσσουν και κάποια πτηνά (Becker *et al.* 2010). Συνήθως, επιτίθεται σε ξενιστές που είναι κοντά στο επίπεδο του εδάφους, αν και έχουν καταγραφεί τσιμπήματα μέχρι και σε ύψος 9 μέτρων. Ο εντοπισμός του ξενιστή γίνεται με οπτικά ή χημικά ερεθίσματα (διοξειδίο του άνθρακα, οργανικές ενώσεις, υγρασία). Εν συνεχεία, κάθονται στην επιδερμίδα του θύματος τους για κάποιο σύντομο διάστημα και λαμβάνουν την ποσότητα αίματος που χρειάζονται. Για κάποια κουνούπια της φυλής της Ινδονησίας έχει βρεθεί να χρειάζονται 3,6 λεπτά, κατά μέσο όρο, για να ολοκληρώσουν το γεύμα τους στο άνθρωπο (Hawley 1988, Estrada - Franco and Craig 1995, Γιατρόπουλος 2014).

Σε μικρό ποσοστό θηλυκών *Ae. albopictus* (5%) έχει διαπιστωθεί αυτόγηση ικανότητα, δηλαδή μπορούν να κάνουν μια γέννα χωρίς να λάβουν προηγουμένως πρωτεΐνη (αίμα) από εξωγενή πηγή. Αυτό εξασφαλίζει την αναπαραγωγή του είδους και όταν λείπουν εντελώς οι ξενιστές του από μια περιοχή (Estrada - Franco and Craig 1995).

Έχει διαπιστωθεί πειραματικά ότι το κουνούπι αυτό ωθετεί πάνω από την επιφάνεια του νερού. Προτιμά υποστρώματα τα οποία είναι τραχιά σε υφή, με σκούρο χρωματισμό και έχουν κατακόρυφη διάταξη. Το νερό, που ήδη υπάρχουν ωά ή προνύμφες του ίδιου είδους και περιέχει φυτικά υπολείμματα, είναι καταλληλότερο. Σε σχέση με τις παγίδες ωθοεσίας, προτιμά το μαύρο ή κόκκινο χρώμα, παρά το

μπλε, πράσινο ή κίτρινο και σχεδόν καθόλου το λευκό. Πιο πολλά ωά τοποθετούνται σε παγίδες σε εσωτερικούς χώρους παρά σε εξωτερικούς. Επίσης, δείχνει προτίμηση σε εστίες που είναι κοντά στο έδαφος και όχι ψηλότερα. Κάθε θηλυκό τοποθετεί από λίγα ωά σε κάθε σημείο και όχι όλα μαζί (Hawley 1988, Estrada - Franco and Craig 1995, Γιατρόπουλος 2014).

Η ακτίνα δράσης του *Ae. albopictus* είναι γενικά περιορισμένη. Σύμφωνα με τους Estrada - Franco and Craig (1995) το κουνούπι αυτό απομακρύνεται από την αρχική εστία σε αποστάσεις μικρότερες από 100 μέτρα, σε ποσοστό 90%. Τα θηλυκά μπορεί να πάνε σε μέγιστη απόσταση 525 μέτρα, ενώ τα αρσενικά στα 225 (Γιατρόπουλος 2014).

#### **1.4 Υγειονομική σημασία των κουνουπιών**

Τα κουνούπια αποτελούν το πλέον επικίνδυνο είδος ζώου, εξαιτίας της νοσηρότητας και θνησιμότητας που προκαλούν στον άνθρωπο, με τα παθογόνα ή παράσιτα που μεταδίδουν. Είναι υπεύθυνα για τη μετάδοση ιών, βακτηρίων, νηματωδών και πρωτοζωών, που προκαλούν σοβαρότατες ασθένειες όπως ελονοσία, Δάγκειο πυρετό, κίτρινο πυρετό, φιλαριάσεις, κ.α. Η μετάδοση μπορεί να είναι είτε μηχανική, είτε βιολογική. Στη δεύτερη περίπτωση υπάρχει μια περίοδος, κατά την οποία το παθογόνο αναπτύσσεται ή και πολλαπλασιάζεται εντός του εντόμου-διαβιβαστή. Έτσι, αφού το κουνούπι λάβει το παθογόνο ή παράσιτο από το ένα σπονδυλωτό, μπορεί, μετά από ορισμένο διάστημα, να το μεταδώσει σε άλλο. Θα πρέπει η φυσιολογία και η οικολογία του κουνουπιού να ταιριάζουν με αυτή του ξενιστή. Χρειάζεται το κουνούπι να ζει αρκετό καιρό, ώστε το παθογόνο να ολοκληρώσει τον κύκλο εντός του, και να βρεθεί κοντά στον νέο ξενιστή την κατάλληλη στιγμή, για να του το μεταδώσει. Για να ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία πρέπει να γίνουν πολλαπλές αιμοληψίες (Becker *et al.* 2010).

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι λοιμώξεις οι οποίες μεταβιβάζονται από σπονδυλωτά ζώα στον άνθρωπο ή μεταξύ των ανθρώπων, και συμβαίνουν με τη μεσολάβηση αιμομυζητικών αρθροπόδων ως ενδιάμεσων ξενιστών και των οποίων ο ρόλος είναι σημαντικός στη διασπορά και εξέλιξη του παρασίτου, καλούνται αρμπολοιμώξεις (arthropod-borne infections). Αντίστοιχα αρμποϊοί (arthropod-borne viruses) καλούνται οι ιοί εκείνοι οι οποίοι, μεταβιβάζονται σε κάποιο σπονδυλωτό με τη μεσολάβηση κάποιου αρθρόποδου ξενιστή. Στους παραπάνω όρους η μετάδοση από το αρθρόποδο στο σπονδυλωτό γίνεται αποκλειστικά με βιολογικό τρόπο, εξαιρουμένων



έτσι των μηχανικών μεταδόσεων (Κολιόπουλος 2011). Σύμφωνα με τον WHO (2020b) κατά έτος υπάρχουν 700000 θάνατοι εξαιτίας αρμπολοιμώξεων, που αντιστοιχούν σε ποσοστό 17% επί των συνολικών θανάτων από μολυσματικές ασθένειες. Τα αρθρόποδα που μεταδίδουν αρμπολοιμώξεις ανήκουν σε διάφορες κατηγορίες, όπως φαίνεται και στο σχετικό πίνακα (1.1).

Πίνακας 1.1: Ορισμένες κατηγορίες αρθροπόδων και οι αρμπολοιμώξεις που αυτά μεταδίδουν.

<u>Vector</u>		<u>Disease caused</u>	<u>Type of pathogen</u>
Mosquito	<i>Aedes</i>	Chikungunya Dengue Lymphatic filariasis Rift Valley fever Yellow Fever Zika	Virus Virus Parasite Virus Virus Virus
	<i>Anopheles</i>	Lymphatic filariasis Malaria	Parasite Parasite
	<i>Culex</i>	Japanese encephalitis Lymphatic filariasis West Nile fever	Virus Parasite Virus
Aquatic snails		Schistosomiasis (bilharziasis)	Parasite
Blackflies		Onchocerciasis (river blindness)	Parasite
Fleas		Plague (transmitted from rats to humans) Tungiasis	Bacteria Ectoparasite
Lice		Typhus Louse-borne relapsing fever	Bacteria Bacteria
Sandflies		Leishmaniasis Sandfly fever (phlebotomus fever)	Parasite Virus
Ticks		Crimean-Congo haemorrhagic fever Lyme disease Relapsing fever (borreliosis) Rickettsial diseases (eg: spotted fever and Q fever) Tick-borne encephalitis Tularaemia	Virus Bacteria Bacteria Bacteria Virus Bacteria
Triatome bugs		Chagas disease (American trypanosomiasis)	Parasite
Tsetse flies		Sleeping sickness (African trypanosomiasis)	Parasite

Πηγή: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> [ανάκτηση 12/08/2022].

Από τις ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνα ή παράσιτα και που μεταδίδονται με τα κουνούπια (Πίνακας 1.2), απειλούνται πάνω από τρία δισεκατομμύρια άνθρωποι. Η πλειοψηφία αυτών βρίσκεται στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Κατά καιρούς, εξαιτίας των κουνουπιών, έχουν συμβεί επιδημίες ή πανδημίες, που έχουν επηρεάσει την εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού

και την πτώση αυτοκρατοριών (Becker *et al.* 2010). Οι επιδημίες, πέρα από το μεγάλο αριθμό θανάτων που μπορεί να επιφέρουν, έχουν και σοβαρές οικονομικές επιπτώσεις. Μεγάλο μέρος του πληθυσμού μιας περιοχής ή μιας χώρας γίνεται ανάκανο για εργασία, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Αξίζει να αναφερθεί ότι στη χώρα μας η ελονοσία, κατά τα έτη 1921 μέχρι 1937, προκάλούσε (κατά μέσο όρο και κατά έτος) 1,5 – 2 εκατομμύρια κρούσματα, 5000 θανάτους, αλλά και απώλεια 10 εκατομμυρίων ημερών αργίας, εξαιτίας της ανικανότητας των ασθενών να εργαστούν (Μπέτζιος 1989).

Πίνακας 1.2: Σημαντικότερες ασθένειες που μεταφέρονται από κουνούπια

Pathogens or diseases	Transmission in Europe	Important vectors to human
<b>Arboviruses</b>		
Chikungunya fever virus	Italy 2007; France 2010	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>
Dengue virus (DENV 1–4)	Until early 20th century; Croatia and France 2010, Madeira 2012, France 2013	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>
Eastern equine encephalitis virus, La Crosse encephalitis virus, Rift Valley fever virus	No disease transmission to date	<i>Aedes</i> species, <i>Culex</i> species, <i>Culiseta melanoura</i>
Sindbis virus	Endemic in northern Europe	<i>Aedes cinereus</i> , <i>Cx. torrentium</i>
Japanese encephalitis virus, Murray Valley encephalitis virus, St. Louis encephalitis virus, Ross River fever virus, Venezuelan equine encephalitis virus, Western equine encephalitis virus	No disease transmission to date	<i>Culex</i> species
West Nile fever virus	Endemic in southern/central Europe	<i>Cx.</i> species, <i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. modestus</i>
Yellow fever virus	Until 19th century, in ports and occasionally inland	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. africanus</i> , <i>Haemagogus</i> species
<b>Filarial worms</b>		
<i>Wuchereria bancrofti</i>	Not to date	<i>Aedes</i> species, <i>Anopheles</i> species, <i>Culex</i> species
<i>Dirofilaria</i> spp.	Endemic in southern Europe, spreading	<i>Ae. albopictus</i> , <i>Ae. caspius</i> , <i>Cx. pipiens</i>
<b>Plasmodium protozoa</b>		
Malaria	Widely endemic until mid-20th century; resurging epidemics in the 1990s in far eastern countries; remains endemic in Azerbaijan and Turkey, while sporadic cases occur elsewhere; resurging epidemics in Greece 2011–2013	<i>Anopheles</i> species

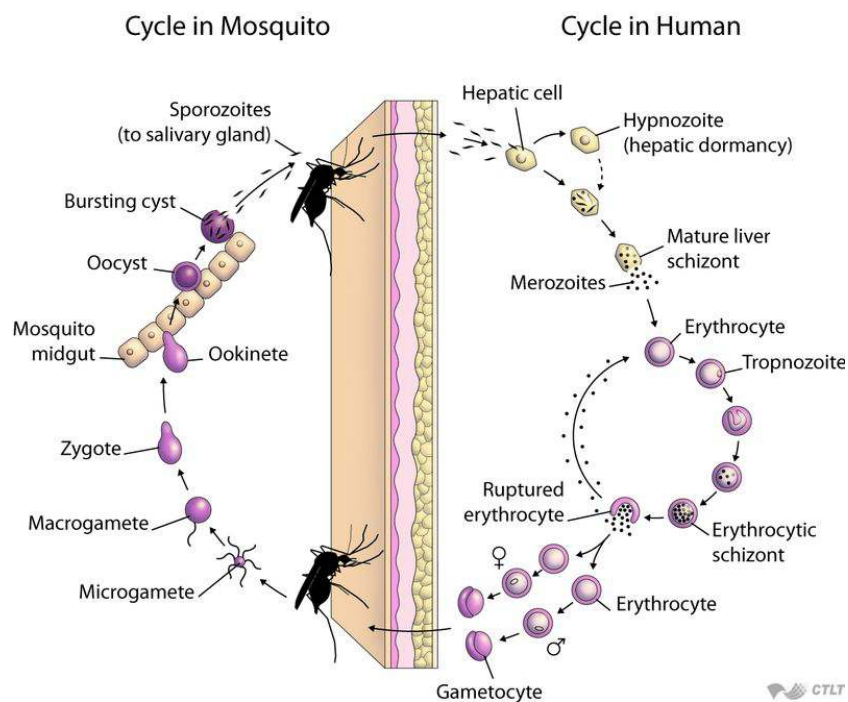
Πηγή: ECDC, 2014. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe. Technical report (σ. 4)

Πέραν των ανωτέρω, τα κουνούπια προκαλούν έντονα προβλήματα στη ζωή και την οικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής, λόγω της όχλησης που προκαλούν με τα τσιμπήματα τους. Δυσκολεύουν τις αγροτικές και άλλες εργασίες στην ύπαιθρο, την απόδοση των ζώων, την τουριστική ανάπτυξη κλπ. Ολόκληρες περιοχές διατηρούνται υποβαθμισμένες, εξαιτίας της ύπαρξης μεγάλου αριθμού κουνουπιών. Από τα νύγματα μπορεί επίσης να προκληθεί κνησμός, δερματίτιδες, ερεθισμός ή και αλλεργίες σε ευαίσθητα άτομα (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011). Για αυτούς τους λόγους τα ποσά που δαπανώνται για την καταπολέμηση των κουνουπιών παγκοσμίως είναι τεράστια (Μπέτζιος 1989).

Παρακάτω θα γίνει σύντομη περιγραφή ορισμένων από τις λοιμώξεις, για τις οποίες τα κουνούπια παίζουν το ρόλο διαβιβαστή.

#### 1.4.1 Ελονοσία

Η ελονοσία είναι μια νόσος που προκαλείται από ορισμένα είδη του γένους *Plasmodium* (*P. ovale*, *P. vivax*, *P. malariae*, *P. knowlesii* και *P. falciparum*). Το πιο σημαντικό είναι το *P. falciparum*, επειδή μπορεί να προκαλέσει πιο βαριά κλινική εικόνα, σε σχέση με τα υπόλοιπα, και να απειλήσει άμεσα τη ζωή του ασθενούς. Επίσης, φαίνεται ότι έχει αναπτύξει αντοχή σε κάποια ανθελνοσσιακά φάρμακα (όπως η χλωροκίνη). Το γένος *Plasmodium* ανήκει στην Οικογένεια Plasmodidae, την Τάξη Sporozoa, το Φύλο Apicomplexa του Βασιλείου Protista και περιλαμβάνει περισσότερα από 100 είδη (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Κολιόπουλος 2011).



Εικόνα 1.15: Βιολογικός κύκλος του πλασμοδίου της ελονοσίας

Πηγή: <http://www.malwest.gr/en-us/malaria/informationforhealthcareprofessionals/plasmodiumlifecycle.aspx>

Ο WHO (2022c) αναφέρει ότι, το 2020 οι μολύνσεις ανθρώπων από ελονοσία παγκοσμίως έφθασαν τις 241 εκατομμύρια, ενώ οι θάνατοι τους 627.000. Το 95% των νέων μολύνσεων και το 96% των θανάτων αφορούσαν την περιοχή της Αφρικής. Μάλιστα, το 80% των θανάτων ήταν παιδιά ηλικίας κάτω των 5 ετών. Πάνω από τις μισές περιπτώσεις ελονοσίας έχουν εντοπιστεί σε τέσσερα Αφρικανικά κράτη

(Νιγηρία 31,9%, Δημοκρατία του Κονγκό 13,2%, Δημοκρατία της Τανζανίας 4,1% και Μοζαμβίκη 3,8%). Ο ECDC (2021) αναφέρει ότι στην Ευρώπη το 2019 είχαμε 8641 μολύνσεις. Από αυτές οι πιο πολλές ήταν σχετιζόμενες με ταξίδι στο εξωτερικό (ποσοστό 99,8%). Υπήρχαν όμως και λίγα αυτόχθονα κρούσματα στις παρακάτω χώρες: Γερμανία, Γαλλία, Ισπανία και Ελλάδα από 2 και στην Ολλανδία 1. Η κατάσταση στη χώρα μας για τα έτη 2009 – 2021 φαίνεται στον πίνακα (1.3) που παραθέτει ο ΕΟΔΥ (2022a).

Πίνακας 1.3: Περιστατικά ελονοσίας στη χώρα μας κατά τα έτη 2009 – 2021.

Έτος νόσησης/ προσβολής	Κατάταξη κρούσματος	
	Εισαγόμενα κρούσματα	Κρούσματα με ενδείξεις εγχώριας μετάδοσης <sup>3</sup>
2009	44	7
2010	40	4
2011	54	42
2012	73	20
2013	22	3
2014	38	0
2015	79	8
2016	111	6
2017	100	7
2018	44	11
2019	38	1
2020	21	2
2021	28	4

1. Κρούσματα στα οποία δεν καταγράφηκε η πληροφορία αυτή, κατατάχθηκαν με βάση το έτος νοσηλείας ή δήλωσης.
2. Δεν συμπεριλαμβάνονται: γνωστές, καταγεγραμμένες υποτροπές κρουσμάτων, δύο εγχώρια κρούσματα από *malariae* (περίοδος 2012), που αποδόθηκαν σε προηγούμενες περιόδους μετάδοσης και τρία κρούσματα ελονοσίας άγνωστης κατάταξης (δύο το 2016 και ένα το 2018).
3. Πρόκειται για κρούσματα *P. vivax* ελονοσίας, εκτός από πέντε κρούσματα *P. falciparum* (ένα το 2017, ένα το 2020 και συρροή τριών κρουσμάτων το 2021), με πιθανή μετάδοση εντός του περιβάλλοντος νοσοκομείου (συμπεριλαμβάνονται στον Πίνακα).

Πηγή: <https://eody.gov.gr/disease/elonosia/>

Για να ολοκληρωθεί ο βιολογικός κύκλος του πλασμοδίου (εικόνα 1.15) απαιτούνται δύο ξενιστές: α) ένας ασπόνδυλος (κουνούπι), όπου γίνεται η αμφιγονική φάση του παρασίτου, δηλαδή η σπορογονία και β) ένας σπονδυλωτός (άνθρωπος), όπου γίνεται η μονογονική φάση ή σχιζογονία. Στη φύση δε φαίνεται ότι πλασμώδια, που μολύνουν άλλα ζώα (όπως πίθηκοι γορίλες κλπ.), μπορούν να προσβάλλουν τον άνθρωπο (εξαίρεση αποτελεί το *P. knowlesi*). Μοναδικοί ενδιάμεσοι ξενιστές είναι ορισμένα είδη κουνουπιών του γένους *Anopheles*. Συγκεκριμένα για την Ελλάδα τα

πλέον σημαντικά είδη είναι τα *An. maculipennis*, *An. sacharovi*, *An. superpictus* και λιγότερο το *An. hyrcanus* (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Κολιόπουλος 2011, Malwest 2012).

Για να φθάσουν οι σποροζωίτες στους σιελογόνους αδένες του κουνουπιού, από την ώρα που θα έχει τσιμπήσει έναν ασθενή, χρειάζονται 9 - 18 ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Από τα κουνούπια που μολύνθηκαν με αίμα από ασθενείς, μόνο σε ποσοστό 1% από αυτά θα φτάσουν οι σποροζωίτες στους αδένες τους. Αφού μολυνθεί ο άνθρωπος από σποροζωίτες, αυτοί παραμένουν στο αίμα για 30 περίπου λεπτά και στη συνέχεια χάνονται κυρίως στους ιστούς του ήπατος. Η επώαση της ασθένειας, μέχρι την εμφάνιση κλινικών συμπτωμάτων, κρατάει 12- 28 ημέρες, ανάλογα με το είδος του πλασμοδίου. Όταν εξέλθουν οι μεροζωίτες από το ήπαρ, αρχίζει η εκδήλωση πυρετού και ρίγους, που μπορεί να κρατήσει για το *P. falciparum* 1-2 έτη, για τα *P. ovale* και *P. vivax* 1,5 – 5 έτη, ενώ για το *P. malariae* 3 – 50 έτη. Αυτό συμβαίνει επειδή τα *P. ovale* και *P. vivax* σχηματίζουν στο ήπαρ υπνοζωίτες, που μετά από κάποιο καιρό μπορεί να υποτροπιάσουν. Το *P. malariae* όμως προκαλεί μια ήπιας μορφής παρασιταίμια, που αναζωπυρώνεται σε μερικές περιπτώσεις χαμηλής αντίστασης του οργανισμού (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Η ελονοσία, παρόλο που υπάρχουν ανθελονοσιακά φάρμακα και σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να γίνει μαζική χορήγηση στον πληθυσμό, αντιμετωπίζεται με την καταπολέμηση των διαβιβαστών της, δηλαδή των ανωφελών κουνουπιών. Πρέπει να υπάρχει αυξημένη επαγρύπνηση σε περιοχές, όπου δουλεύουν εργάτες με προέλευση από χώρες, όπου η ασθένεια ενδημεί (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

#### 1.4.2 Ιός Δυτικού Νείλου

Ο ιός του Δυτικού Νείλου (WNV) ανήκει στην οικογένεια Flaviviridae και στο γένος *Flavivirus* (Becker *et al.* 2010). Έχει λάβει αυτή την ονομασία επειδή για πρώτη φορά απομονώθηκε σε μια γυναίκα στην Ουγκάντα, στα δυτικά του Νείλου, το 1937. Μέχρι το 1997 δεν θεωρούνταν παθογόνος για τα πτηνά, αλλά εκείνη την εποχή ένα πιο επιθετικό στέλεχος του ιού προκάλεσε μια σειρά θανάτων σε διάφορα είδη πτηνών στο Ισραήλ. Το 1999 ο WNV, που βρισκόταν στις περιοχές του Ισραήλ και της Τυνησίας, μεταφέρθηκε στις ΗΠΑ και στα επόμενα χρόνια προκλήθηκε μια ευρύτατη διασπορά σε όλη την ηπειρωτική χώρα, αλλά και αλλού στην αμερικανική ήπειρο, από τον Καναδά έως τη Βενεζουέλα. Οι μεγαλύτερες εξάρσεις του ιού έχουν

γίνει στις ΗΠΑ, το Ισραήλ, τη Ρουμανία, τη Ρωσία και την Ελλάδα (WHO 2017). Η κατάσταση στη χώρα μας φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί (1.4).

Πίνακας 1.4: Κρούσματα και θάνατοι στη χώρα μας από ιό του Δυτικού Νείλου.

Κρούσματα λοίμωξης από ιό του ΔΝ	Έτος											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Σύνολο κρουσμάτων	262	100	161	86	15	0	0	48	317 <sup>2</sup>	227	145	59
Με προσβολή του ΚΝΣ <sup>1</sup>	197	75	109	51	14	0	0	28	243	140	116	38
Χωρίς προσβολή του ΚΝΣ	65	25	52	35	1	0	0	20	74	87	29	21
Αριθμός θανόντων	35	9	18	11	6	0	0	5	51 <sup>3</sup>	35	23	8

1. Εγκεφαλίτιδα ή/και μηνιγγίτιδα ή/και οξεία χαλαρή παράλυση.
  2. Περιλαμβάνεται ένα περιστατικό που μολύνθηκε το 2018, αλλά διαγνώσθηκε το 2019.
  3. Περιλαμβάνεται ένας θάνατος νοσηλευόμενου ασθενούς που μολύνθηκε το 2018 και κατέληξε το 2019.
- Πηγή: <https://eody.gov.gr/disease/ios-toy-dytikoy-neiloy/> [ανάκτηση 13/08/2022].

Ο ιός αυτός απαντάται κυρίως σε περιοχές που βρίσκονται κοντά σε υδάτινες συλλογές και συνυπάρχουν πτηνά. Υπάρχουν δύο βασικοί κύκλοι μετάδοσης: α) ο εξωανθρώπινος, που συμβαίνει σε αγροτικά και δασικά περιβάλλοντα και περιλαμβάνει ορνιθοφιλα κουνούπια και πτηνά και ο συνανθρώπινος, που συμβαίνει σε αστικά περιβάλλοντα και περιλαμβάνει ήμερα πτηνά, κουνούπια που τρέφονται από τα πτηνά αυτά και τον άνθρωπο. Έχει βρεθεί σε 43 είδη κουνουπιών, με κυριότερα αυτά του γένους *Culex*. Για την Ευρώπη τα πιο σημαντικά είδη είναι *Culex ripiens*, *Culex modestus*, και *Coquillettidia richiardii*. Οι κύριοι ξενιστές του είναι διάφορα χερσαία και υδρόβια πτηνά. Έχει βρεθεί ότι, παραμένει σε όργανα μολυσμένων πτηνών, όπως τα περιστερία και οι πάπιες για 20 – 100 ημέρες. Τα αποδημητικά πτηνά γίνονται συχνά το μέσο εισαγωγής του ιού στις εύκρατες περιοχές της Ασίας και της Ευρώπης. Ο άνθρωπος, όπως και άλλα θηλαστικά (αρουραίοι, σκύλος, βοοειδή κ.α.), αποτελεί περιστασιακό κρίκο στην αλυσίδα του ιού στη φύση. Μόνο ορισμένα είδη πιθήκων και τα άλογα φαίνεται να βοηθούν, σε τοπικό επίπεδο, στην κυκλοφορία του ιού (Hubalek and Halouzka 1999).

Από όσους τσιμπηθούν από μολυσμένο με ιό του Δυτικού Νείλου κουνούπι ελάχιστοι θα μολυνθούν (1%). Από αυτούς ασυμπτωματική μόλυνση θα παρουσιάσει ποσοστό 80% περίπου. Οι υπόλοιποι θα εκδηλώσουν γριπώδη συνδρομή (περίπου 20%) με συμπτώματα όπως μέτριο ή υψηλό πυρετό,

κεφαλαλγία, αρθραλγία, κοιλιακό άλγος, ροδόχροο εξάνθημα, συμπτώματα στο αναπνευστικό σύστημα κ.α. Η περίοδος επώασης της ασθένειας διαρκεί 3 – 14 ημέρες. Ένα μικρό ποσοστό ασθενών (1%) θα εκδηλώσει σοβαρές επιπλοκές όπως μηνιγγίτιδα, εγκεφαλίτιδα (με συμπτώματα όπως: σύγχυση, εμετούς, σπασμούς, τρόμο στα άκρα, κώμα) ενώ, κάποιοι από αυτούς θα οδηγηθούν στο θάνατο. Πιο επικίνδυνη κατηγορία για δυσμενή εξέλιξη της νόσου είναι τα άτομα άνω των 50 ετών. Τα άτομα αυτά αναρρώνουν και πιο αργά απ' ό,τι τα νεότερα (Deubel *et al.* 2001, Deubel and Zeller 2001, Hubalek and Halouzka 1999,).

Η θεραπεία είναι συμπτωματική και περιλαμβάνει, όταν κριθεί αναγκαίο, εισαγωγή στο νοσοκομείο, ενδοφλέβια χορήγηση υγρών, υποστήριξη της αναπνοής και αποφυγή δευτερογενών λοιμώξεων. Για τον άνθρωπο δεν υπάρχει κάποιο εμβόλιο. Για την πρόληψη της νόσου χρειάζεται συνεχής επαγρύπνηση για την υγεία των πτηνών και των λοιπών ζώων που προσβάλλονται (για τα άλογα υπάρχει και εμβόλιο), εφαρμογή προγραμμάτων επιτήρησης των κουνουπιών που είναι διαβιβάστες της νόσου και ενημέρωση του πληθυσμού για λήψη μέτρων ατομικής προστασίας. Επειδή οι μεταμοσχεύσεις οργάνων και οι μεταγγίσεις αίματος εμπεριέχουν τον κίνδυνο μετάδοσης του ιού, θα πρέπει να γίνεται προσεκτικός έλεγχος, ιδιαίτερα όταν οι δότες προέρχονται από περιοχές που έχουν εμφανιστεί κρούσματα (WHO 2017).

#### 1.4.3 Δάγκειος πυρετός

Ο Δάγκειος πυρετός οφείλεται σε τέσσερις ορότυπους του ιού DENV (1 - 4), που ανήκουν στο γένος *Flavivirus* της οικογένειας *Flaviviridae* (Becker *et al.* 2010). Ο κάθε ένας από τους ορότυπους αυτούς μπορεί να προσβάλει έναν ασθενή, προκαλώντας ανοσία μόνο για τον συγκεκριμένο τύπο. Στη συνέχεια μπορεί να γίνουν επαναλοιμώξεις και από τους υπόλοιπους ορότυπους. Ο μισός πληθυσμός του πλανήτη βρίσκεται σε κίνδυνο να μολυνθεί από την ασθένεια αυτή. Τα πιο πολλά περιστατικά εμφανίζονται σε περιοχές τροπικές ή υποτροπικές και σε αστικά ή ημιαστικά περιβάλλοντα. Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο γίνονται κατά μέσο όρο 390 εκατομμύρια μολύνσεις, εκ των οποίων περίπου 96 εκατομμύρια έχουν διαγνωστεί κλινικά. Οι θάνατοι, που έχουν αναφερθεί στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO 2022a), έχουν αυξηθεί από 960 σε 4032 μεταξύ 2000 και 2015. Οι περισσότεροι από αυτούς αφορούσαν άτομα νεαρής ηλικίας. Υπάρχει ταχύτατη διασπορά της νόσου σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο. Πριν το 1970 μόλις 9 χώρες είχαν την εμπειρία

κρουσμάτων σοβαρής μορφής Δάγκειου πυρετού. Αυτή της στιγμή όμως σε περισσότερες από 100 η νόσος θεωρείται ενδημική (Εικόνα 1.16). Περιοχές με τα σοβαρότερα προβλήματα είναι η νοτιοανατολική Ασία, ο δυτικός Ειρηνικός, η ανατολική Μεσόγειος, η Αμερική και η Αφρική. Το 2019 ήταν το έτος με τα περισσότερα περιστατικά. Μόνο στην περιοχή της Αμερικής αναφέρθηκαν 3,1 εκατομμύρια, ενώ στη Ασία υπήρξαν πολλά κρούσματα σε χώρες όπως οι Φιλιππίνες (420.000), το Βιετνάμ (320.000) και αλλού (WHO 2022a).

Στην Ευρώπη, στο πρόσφατο παρελθόν, η επέκταση των δικτύων ύδρευσης και η εξαφάνιση του κύριου διαβιβαστή του ιού, δηλαδή του κουνουπιού *Ae. aegypti*, είχε οδηγήσει στο να εξαφανιστούν και τα κρούσματα Δάγκειου πυρετού. Μόλις τα τελευταία χρόνια όμως παρατηρήθηκαν περιπτώσεις αυτόχθονης μετάδοσης στη Γαλλία και την Κροατία (2010). Επίσης, εισαγόμενα κρούσματα παρατηρούνται κάθε χρόνο σε λίγες Ευρωπαϊκές χώρες. Ο Δάγκειος πυρετός θεωρείται η δεύτερη πιο σημαντική (μετά την ελονοσία) αιτία εμπύρετου, για ταξιδιώτες που επιστρέφουν από τροπικές ή υποτροπικές περιοχές (ΕΟΔΥ 2021a). Το 2012 υπήρξε μια επιδημία στα νησιά Μαδέρα της Πορτογαλίας με 2000 μολύνσεις, ενώ εισαγόμενα περιστατικά υπήρξαν στη Πορτογαλία και άλλες 10 χώρες. Η εμφάνιση και επέκταση του Κουνουπιού *Ae. albopictus* στην Ήπειρο μας, το οποίο είναι επίσης διαβιβαστής του ιού, προϋποθέτει για κίνδυνο εγκατάστασης και του ιού του Δάγκειου πυρετού (Κολιόπουλος 2011, WHO 2022a).

Στην Ελλάδα όλα τα κρούσματα, κατά τα τελευταία χρόνια, είναι εισαγόμενα. Στο παρελθόν όμως και κατά τα έτη 1927 – 1928, υπήρξε μια πολύ μεγάλη επιδημία ιού του Δάγκειου πυρετού. Μάλιστα, θεωρείται ότι ήταν η πλέον σημαντική επί Ευρωπαϊκού εδάφους. Ξεκίνησε, απ' ότι φαίνεται, το τέλος του καλοκαιριού του 1927, από μια οικογένεια Σύριων, που είχε τότε νοσηλευτεί στη Αθήνα. Στην αρχή τα κρούσματα ήταν λίγα, αλλά στη συνέχεια έφτασαν κοντά στο εκατομμύριο. Τα πιο πολλά ήταν στην Αθήνα και τον Πειραιά. Το σύνολο των θανάτων υπολογίστηκε σε 1533 (Cardamatis 1929) και οι οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις ήταν τεράστιες. Διαβιβαστής του ιού ήταν το κουνούπι *Ae. aegypti*, του οποίου η παρουσία ήταν τότε έντονη. Αιτία της ραγδαίας εξάπλωσης της νόσου στην κοινότητα ήταν οι άθλιες συνθήκες υγιεινής. Υπήρχε μια παντελής έλλειψη δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης. Το νερό αποθηκευόταν σε βαρέλια και άλλα δοχεία και έτσι υπήρχε πρόσφορο έδαφος για πολλαπλασιασμό των κουνουπιών (Κολιόπουλος 2011).



Οι πιο πολλές από της λοιμώξεις του Δάγκειου πυρετού είναι ασυμπτωματικές (40-80%). Υπάρχει μεγάλο φάσμα εκδήλωσης συμπτωμάτων από πολύ ήπια, μέχρι πολύ σοβαρά. Η επώαση κρατάει 3 -14 ημέρες. Η πρώτη λοίμωξη με έναν ορότυπο του ιού συνήθως έχει τη μορφή απλού Δάγκειου πυρετού με ήπια συμπτώματα όπως: έντονη κεφαλαλγία, απότομο υψηλό πυρετό, αρθραλγία, μυαλγία, κηλιδο-βλατιδώδες εξάνθημα, εμέτους, μικρής βαρύτητας αιμορραγίες κ.α. Μπορεί να υπάρξει μια ύφεση μετά την 3<sup>η</sup> ημέρα και τα συμπτώματα να επανέλθουν. Αν στο παρελθόν του ασθενούς είχε προϋπάρξει λοίμωξη και από άλλο ορότυπο του ιού, τότε συχνά η ασθένεια εξελίσσεται σε σοβαρό Δάγκειο ή Δάγκειο αιμορραγικό πυρετό ή σύνδρομο καταπληξίας από Δάγκειο. Σε αυτή την περίπτωση, 3 – 7 ημέρες μετά την έναρξη των συμπτωμάτων, ο πυρετός πέφτει κάτω από 38 °C και ακολουθούν: έντονο κοιλιακό άλγος, αιμορραγίες βλεννογόνων ή εσωτερικών οργάνων, ταχύπνοια, διέγερση ή καταβολή, διαταραχή στη κατανομή των υγρών, διόγκωση ήπατος και άλλα. Αν γίνει έγκαιρη διάγνωση της σοβαρής μορφής τότε, με κατάλληλη βοήθεια, ο κίνδυνος θανάτου μπορεί να πέσει κάτω του 1% (αντί του >20%) (ΕΟΔΥ 2021a).

Στα κουνούπια μεταδίδεται ο ιός κατά τη φάση της ιαιμίας. Αυτή συμβαίνει από δύο ημέρες πριν την έναρξη των συμπτωμάτων, έως και δύο ημέρες μετά την ύφεση του πυρετού. Συνήθως κρατάει 4-5 ημέρες και μέγιστο 12 (ΕΟΔΥ 2021a).

Η θεραπεία είναι υποστηρικτική. Οι ασθενείς που εμφανίζουν πρόδρομα συμπτώματα βαρείας νόσου, θα πρέπει να παρακολουθούνται στενά για λίγα 24ωρα, ώστε να τους δοθεί έγκαιρα η κατάλληλη φροντίδα (π.χ. αναπλήρωση υγρών). Δε θα πρέπει να χορηγούνται ακετυλοσαλικυλικό οξύ ή άλλα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη. Από το 2015, σε ορισμένες χώρες, έχει εγκριθεί εμβόλιο το οποίο θα πρέπει να δίνεται μόνο σε περιοχές αυξημένου κινδύνου και μόνο σε άτομα, τα οποία επιβεβαιωμένα έχουν ήδη ξανανοσήσει τουλάχιστον μια φορά (ΕΟΔΥ 2021a).

Για την πρόληψη της νόσου και τον περιορισμό της εξάπλωσης της ο WHO (2022) συνιστά την εφαρμογή μέτρων για την αντιμετώπιση των διαβιβαστών, την ατομική προστασία από τσιμπήματα, την ενημέρωση των κοινωνιών για το πρόβλημα και τη συνεχή, ενεργή επιτήρηση τόσο του ιού, όσο και των κουνουπιών σε κάθε περιοχή.

#### 1.4.4 Κίτρινος πυρετός

Ο κίτρινος πυρετός είναι επίσης μια νόσος, η οποία οφείλεται σε ιό και μεταδίδεται με κουνούπια των γενών *Aedes* (*Ae. aegypti* και *Ae. albopictus*) και *Haemogogus*. Ο ιός, όπως και οι προηγούμενοι κατατάσσεται στο γένος *Flavivirus* της οικογένειας *Flaviviridae* (Becker *et al.* 2010). Το όνομα του προέρχεται από την εμφάνιση ίκτερου σε πολλούς ασθενείς. Κατά το 2013 υπολογίζεται ότι υπήρξαν 84.000 έως 170.000 σοβαρά περιστατικά και 29.000 μέχρι 60.000 θάνατοι. Σαράντα επτά χώρες (34 στην Αφρική και 13 στην Κεντρική και Νότια Αμερική) είναι ή έχουν περιοχές ενδημικές στον κίτρινο πυρετό. Κατά καιρούς ταξιδιώτες που επιστρέφουν από αυτές τις χώρες, μεταφέρουν μαζί τους και τον ιό (WHO 2019).

Υπάρχουν τρεις κύκλοι μετάδοσης του ιού στη φύση: α) ο δασικός, στον οποίο εμπλέκονται κουνούπια του δάσους και οι μαϊμούδες, ενώ μεταδίδεται περιστασιακά και σε ανθρώπους που μπαίνουν σ' αυτές τις περιοχές, β) ο ενδιάμεσος, στον οποίο κουνούπια που διαβιούν και σε δασικές, αλλά και ημιαστικές περιοχές, τσιμπούν και μαϊμούδες και ανθρώπους και γ) ο αστικός, κατά τον οποίο μολυσμένοι άνθρωποι εισάγουν τον ιό σε πόλεις με μεγάλο πληθυσμό, ο οποίος δεν έχει ανοσία, και έτσι μέσω των τσιμπημάτων των αστικών κουνουπιών μεταδίδεται από άτομο σε άτομο και προκαλούνται επιδημίες. Στην Αφρική ο επικρατέστερος κύκλος είναι ο (β) (WHO 2019).

Η επώαση εντός του σώματος του ασθενούς είναι 3 – 4 ημέρες. Τις πιο πολλές φορές δεν εμφανίζονται καθόλου συμπτώματα ή αυτά είναι ήπια. Τα πιο κοινά είναι πυρετός, πονοκέφαλος, μυαλγία, ναυτία, απώλεια όρεξης κλπ. Συνήθως αυτά σταματούν μετά από 3 – 4 ημέρες. Για ένα μικρό ποσοστό ασθενών όμως, υπάρχει μια δεύτερη φάση, κατά την οποία, αφού περάσουν 24 ώρες από την πάροδο των πρώτων συμπτωμάτων, αρχίζει ξανά ο υψηλός πυρετός και εμφανίζεται ίκτερος στο δέρμα και τα μάτια. Επηρεάζονται πολλά συστήματα του οργανισμού, όπως τα νεφρά και το ήπαρ. Μπορεί επίσης να υπάρξουν αιμορραγίες από τη μύτη, το στόμα, τα μάτια ή το στομάχι. Οι μισοί από τους ασθενείς, που φθάνουν σε αυτή την κατάσταση, καταλήγουν στο θάνατο μέσα σε 7 – 10 ημέρες. Τα ποσοστά επιβίωσης βελτιώνονται, αν υπάρξει κατάλληλη νοσοκομειακή φροντίδα. Προς το παρόν δεν υπάρχει κατάλληλο φάρμακο (WHO 2019).

Για την πρόληψη της ασθένειας έχει αναπτυχθεί ένα εξαιρετικά αποτελεσματικό, οικονομικό και αρκετά ασφαλές εμβόλιο. Μέσα σε 30 ημέρες από τον εμβολιασμό το

99% αυτών που εμβολιάστηκαν αποκτούν επαρκή ανοσία. Δε χρειάζεται δεύτερη δόση και η προστασία κρατάει εφ' όρου ζωής. Δε χορηγείται σε βρέφη κάτω των 9 μηνών, ενώ, σε όσους είναι άνω των 60, πρέπει να γίνεται ανάλυση ωφέλειας/κινδύνου, λόγω της ύπαρξης μικρού ποσοστού παρενεργειών. Επίσης δε χορηγείται σε εγκύους ή σε όσους είναι αλλεργικοί στα αυγά. Ο ΕΟΔΥ εκδίδει συστάσεις για εμβολιασμό των ταξιδιωτών ανά χώρα προορισμού. Παράλληλα με τον εμβολιασμό (όπου κριθεί αυτός αναγκαίος), θα πρέπει να εφαρμόζονται και μέτρα καταπολέμησης των εντόμων-διαβιβαστών και επιτήρησης των περιοχών για παρουσία του ιού και των διαβιβαστών του (WHO 2019).

#### 1.4.5 Ιός Chikungunya

Ο ιός Chikungunya (CHIKV) ανήκει στην οικογένεια *Togaviridae* και στο γένος *Alphavirus* (Becker *et al.* 2010). Προκαλεί την ομώνυμη ασθένεια. Το όνομα αυτό προέρχεται από ένα από τα βασικά συμπτώματα της νόσου, την αρθραλγία, και σημαίνει, στη αφρικανική γλώσσα Kimakonde, «αυτός που περπατά σκυφτός». Μεταδίδεται μέσω των κουνουπιών του γένους *Aedes* (*Ae. aegypti* και *Ae. albopictus*), αν και έχουν αναφερθεί και μεταδόσεις από μητέρες σε παιδιά, όταν αυτές νόσησαν κατά την τελευταία εβδομάδα της κύησης. Περιγράφηκε για πρώτη φορά το 1952 σε μια έξαρση που υπήρξε στη νότια Τανζανία. Από τότε υπήρξαν περιστασιακές εξάρσεις σε περιοχές της Αφρικής και της Ασίας. Μετά το 2004 όμως, έχει εξαπλωθεί ταχύτατα σε πάνω από 60 χώρες της Ασίας, Αφρικής, Αμερικής και Ευρώπης. Κατά το έτος εκείνο και τα δύο επόμενα στην περιοχή της Ινδίας και του Ινδικού ωκεανού σημειώθηκαν 1,5 εκατομμύρια κρούσματα (WHO 2020a, ΕΟΔΥ 2021a).

Στην Ευρώπη το 2007 και συγκεκριμένα στη νοτιοανατολική Ιταλία, καταγράφηκαν 197 μολύνσεις. Αυτό έδειξε ότι το είδος κουνουπιού *Ae. albopictus*, που υπήρχε στην περιοχή, θα μπορούσε να δώσει επιδημίες της νόσου. Το 2013 το ECDC ανέφερε 72 περιστατικά με τα πιο πολλά να αφορούν τη Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Γερμανία. Τον επόμενο χρόνο αναφέρθηκαν 1500 περιστατικά, με τα περισσότερα να έχουν βρεθεί ξανά στη Γαλλία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Το 2017 σημειώθηκαν 548 κρούσματα, εκ των οποίων 84% επιβεβαιωμένα. Το περισσότερο από το 50% ήταν στην Ιταλία. Στη Γαλλία και την Ιταλία διαπιστώθηκε και αυτόχθονη μετάδοση. Στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια (2013 -2020) αναφέρονται μόνο λίγα εισαγόμενα κρούσματα (WHO 2020a, ΕΟΔΥ 2021a).

Στις πιο πολλές περιπτώσεις η λοίμωξη είναι ασυμπτωματική. Η διάρκεια της επώασης στο ανθρώπινο σώμα είναι συνήθως 3 – 7 ημέρες και έως 12. Τα πιο συνήθη συμπτώματα είναι αιφνίδιος πυρετός, αρθραλγία, εξάνθημα, κεφαλαλγία, μυαλγίες, ναυτία/εμετός, φωτοφοβία, κόπωση και άλλα. Η οξεία φάση κρατάει 10 ημέρες περίπου. Μπορεί να υπάρξει και χρόνια φάση της νόσου, σε ποσοστό 30 – 40% των ασθενών, η οποία χαρακτηρίζεται από υποτροπιάζουσα αρθραλγία, και μπορεί να διαρκέσει μέχρι και κάποια έτη σε ορισμένες περιπτώσεις. Η ασθένεια αυτή σπάνια οδηγεί σε θάνατο. Μπορεί να συμβεί μόνο σε συνδυασμό με άλλα νοσήματα και σε άτομα μεγάλης ηλικίας. Η ανοσία που αφήνει είναι εφόρου ζωής. Επειδή πολλά συμπτώματα ταιριάζουν με τις νόσους από ιό Zika ή από Δάγκειο πυρετό, μπορεί να υπάρξει πρόβλημα με τη διάγνωση και μάλιστα στις περιοχές, όπου οι ασθένειες συνυπάρχουν (ΕΟΔΥ 2021a).

Έχει βρεθεί ότι, από τη στιγμή που λαμβάνει τον ιό το κουνούπι μέχρι τη στιγμή που θα το μεταδώσει σε έναν άλλο άνθρωπο, περνάει ένα διάστημα λιγότερο από μια εβδομάδα. Η περίοδος αυτή είναι πολύ συντομότερη από άλλους ιούς. Για να μπορεί να λάβει τον ιό το κουνούπι, θα πρέπει ο ασθενής να βρίσκεται σε φάση ιαιμίας. Κατά την έναρξη της νόσου το φορτίο στο αίμα είναι υψηλό και μπορεί να παραμείνει μέχρι και για 5 – 6 ημέρες από την έναρξη του πυρετού (WHO 2020, ΕΟΔΥ 2021a).

Η θεραπεία είναι υποστηρικτική. Συμβάλει στη ανακούφιση των συμπτωμάτων, με τη χορήγηση υγρών και παυσίπονων και τη γενική ανάπαυση του ασθενούς. Θα πρέπει να αποφεύγονται τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη και το ακετυλοσαλικυλικό οξύ, επειδή υπάρχει ο κίνδυνος σύγχυσης της νόσου με αυτή του Δάγκειου πυρετού. Υπάρχουν προσπάθειες ανάπτυξης εμβολίων, αλλά προς το παρόν η πιο κατάλληλη μέθοδος προστασίας είναι η προστασία από τα κουνούπια-διαβιβαστές (WHO 2020a). Ο ΕΟΔΥ (2021a) εκδίδει οδηγίες για τη διαχείριση των πιθανών και των επιβεβαιωμένων κρουσμάτων και την ενημέρωση των αρμόδιων αρχών σε περίπτωση εισαγόμενου κρούσματος.

#### 1.4.6 Ο ιός Zika

Ο ιός Zika είναι ένας Φλαβοϊός, ο οποίος μεταδίδεται κυρίως μέσω των κουνουπιών του γένους *Aedes*. Είναι όμως πιθανό να μεταδοθεί και με άλλους τρόπους, όπως σεξουαλική επαφή με μολυσμένο άτομο ή κάθετα από την έγκυο

προς το έμβρυο (δια-πλακουντιακά) ή περιγεννητικά προς το μωρό της. Υπάρχουν ενδείξεις και για μετάδοση μέσω των μεταγγίσεων αίματος ή των μεταμοσχεύσεων (ΕΟΔΥ 2021a).

Για πρώτη φορά βρέθηκε το 1947 στην Ουγκάντα σε πιθήκους. Το 1952 ταυτοποιήθηκε και σε ανθρώπους στην Ουγκάντα και στην Ηνωμένη Δημοκρατία της Τανζανίας. Στις δεκαετίες από 1960 μέχρι 1980 σποραδικά κρούσματα είχαν εντοπιστεί σε περιοχές της Ασίας και της Αφρικής, τα οποία είχαν μέτρια συμπτώματα. Η πρώτη επιδημία ιού Zika καταγράφηκε το 2007 στο νησί Υαρ στη Μικρονησία. Ακολούθησε μία επιδημία στη Γαλλική Πολυνησία και άλλες περιοχές του Ειρηνικού το 2013. Το 2015 ξέσπασε μια πολύ σοβαρή επιδημία στη Βραζιλία, η οποία σύντομα αναγνωρίστηκε ότι οφειλόταν στον Zika και σχετίστηκε με περιστατικά συνδρόμου Guillain-Barre. Μέχρι το 2018 σε 89 χώρες και περιοχές είχαν αναφερθεί περιστατικά σχετιζόμενα με αυτό τον ιό (WHO 2018).

Στην Ευρώπη μεταξύ 2015 και 2020 έχουν εντοπιστεί περισσότερα από 2500 εισαγόμενα περιστατικά της νόσου. Αυτά αφορούσαν άτομα που επέστρεφαν από ταξίδι στο εξωτερικό. Επίσης, υπήρξαν και λίγα περιστατικά εγχώριας μετάδοσης. Τα 22 από αυτά είχαν να κάνουν με σεξουαλική επαφή, 1 με κάθετη μετάδοση και 3 (στη Γαλλία, το 2019) με μετάδοση μέσω του κουνουπιού *Ae. albopictus*. Στη χώρα μας μεταξύ 2016-2018 έχουν εντοπιστεί 1-2 εισαγόμενα κρούσματα κατά έτος (ΕΟΔΥ 2021a).

Οι πιο πολλές λοιμώξεις από τον ιό Zika είναι ασυμπτωματικές (περίπου 80%). Ο χρόνος επώασης μπορεί να είναι 3 μέχρι 14 ημέρες. Τα βασικότερα συμπτώματα είναι εξάνθημα (κηλιδώδες/βλατιδώδες), αρθραλγίες, κακουχία, μυαλγίες, κεφαλαλγία, ήπιο ή καθόλου πυρετό, σπάνιες γαστρεντερικές διαταραχές και άλλα. Η κατάσταση αυτή του ασθενούς κρατάει 2-7 ημέρες και συνήθως δεν έχει σοβαρές επιπλοκές. Σε αρκετές περιπτώσεις όμως, που σχετίζονται με τη μόλυνση εγκύου γυναίκας, η κατάσταση μπορεί να εξελιχθεί άσχημα, είτε για την κύηση (πρόωρο, τοκετό, αποβολή), είτε για το βρέφος. Αυτό μπορεί να παρουσιάσει συγγενείς ανωμαλίες ή συγγενές σύνδρομο Zika, το οποίο εκδηλώνεται με μικροκεφαλία, υπέρτονία, διαταραχές στην ακοή και ανωμαλίες στους οφθαλμούς. Ο κίνδυνος είναι πιο μεγάλος όταν η μόλυνση γίνεται στο 2<sup>ο</sup> τρίμηνο της κύησης παρά στο 3<sup>ο</sup>. Γενικά εκτιμάται, ότι τα έμβρυα που εκτέθηκαν κατά την κύηση τους στον ιό, έχουν πιθανότητες 5-15% να εμφανίσουν επιπλοκές σχετιζόμενες με αυτόν. Για τους

ενήλικες και τα μεγαλύτερης ηλικίας παιδιά υπάρχει πιθανότητα να αναπτυχθεί σύνδρομο Guillain-Barre, νευροπάθεια και μυελίτιδα (ΕΟΔΥ 2021a).

Θα πρέπει να υπάρχει διαρκής επαγρύπνηση, για την αποφυγή εισόδου κρούσματος από ύποπτες περιοχές, στις οποίες η ασθένεια ενδημεί. Όσοι σκοπεύουν να ταξιδέψουν σε τέτοιες περιοχές, θα πρέπει να ενημερώνονται σχετικά με τον κίνδυνο να μολυνθούν, είτε μέσω των κουνουπιών του γένους *Aedes*, είτε μέσω σεξουαλικής επαφής με ασθενές άτομο (έστω και ασυμπτωματικό) και να λαμβάνουν τα κατάλληλα μέσα προστασίας. Κατά την επιστροφή τους θα πρέπει επίσης, να ακολουθούν πιστά τις συστάσεις των αρμόδιων αρχών και να λαμβάνουν μέτρα για την αποφυγή της εγχώριας μετάδοσης, είτε μέσω των κουνουπιών (σήτες, εντομοαπωθητικά, κάλυψη του σώματος με ρούχα κλπ.), είτε μέσω σεξουαλικής επαφής. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις εγκύους ή όταν υπάρχει πιθανότητα σύντομης μελλοντικής εγκυμοσύνης. Ταυτόχρονα θα πρέπει να γίνονται προσπάθειες για την αντιμετώπιση των *Aedes* στη γύρω περιοχή, με απομάκρυνση των εστιών αναπαραγωγής τους (μικρές συλλογές νερού) και όταν κριθεί αναγκαίο με τη χρήση κατάλληλων βιοκτόνων (ΕΟΔΥ 2021a).

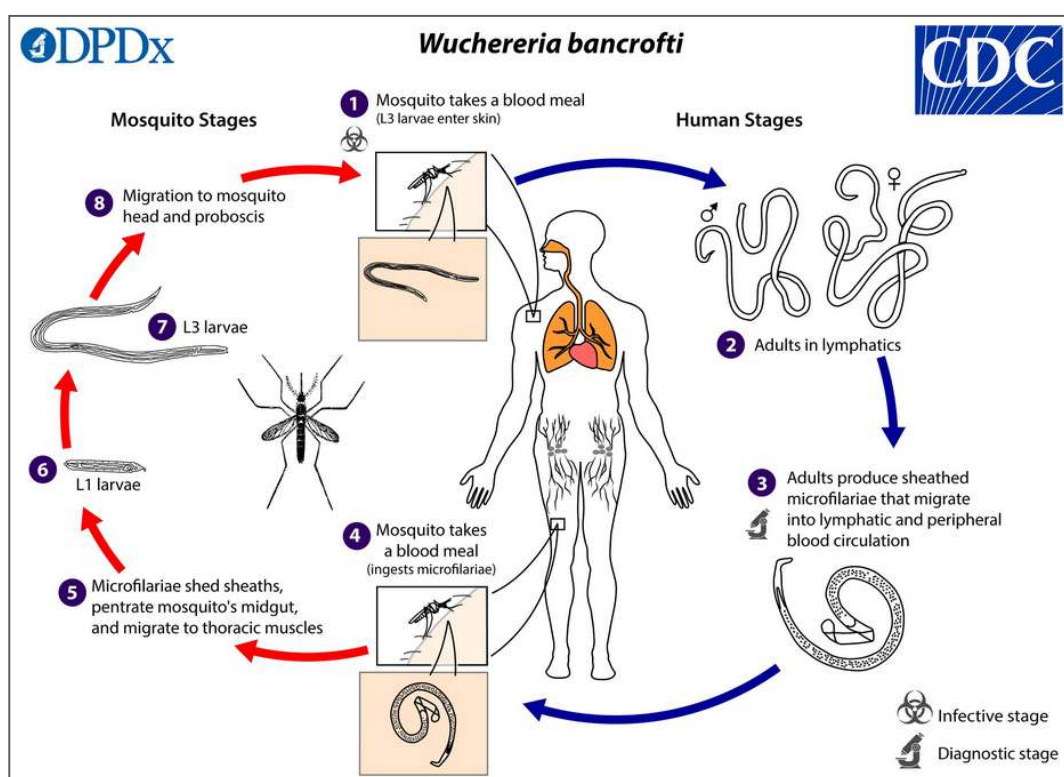
#### 1.4.7 Λοιπές αρμποιώσεις

Εκτός από τα παθογόνα που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα, υπάρχουν και διάφορες άλλες ιώσεις, που μεταδίδονται μέσω των κουνουπιών (αρμποιώσεις). Σύμφωνα με τον Monath (1988) υπάρχουν περίπου 100 τέτοιοι ιοί, που μολύνουν τον άνθρωπο και άλλοι 40 οι οποίοι μολύνουν το ζωικό κεφάλαιο. Ταξινομούνται με βάση τα πιο σημαντικά τους συμπτώματα. Έτσι, υπάρχουν ιοί που προκαλούν εγκεφαλίτιδες, άλλοι εξανθήματα με πυρετό και αρθρίτιδες, ενώ άλλοι αιμορραγικό πυρετό. Οι πιο σπουδαίοι κατατάσσονται σε τρεις οικογένειες: *Togaviridae* (γένος *Alphavirus*), *Flaviviridae* (γένος *Flavivirus*) και *Bunyaviridae* (γένη *Bunyavirus* και *Phlebovirus*)(Becker *et al.* 2010).

Σημαντικοί ιοί είναι οι: *Tahyna*, ο οποίος μεταδίδεται κυρίως με τα *Ae. vexans*, *Oc. caspius*, *Oc. dorsalis*, *Oc. cantans* και *Oc. annulipes*, ο ιός Sinbis, που μεταδίδεται με τα *Culiseta morsitans*, *Culex torrentium*, *Aedes albopictus* και *Ochlerotatus cinereus* και ο ιός Inkoo, που μεταδίδεται με τα *Ochlerotatus communis*, *Oc. hexadontus* και *Oc. punctor* (Κολιόπουλος 2011). Υπάρχουν και διάφοροι άλλοι, που πιθανώς να απασχολήσουν στο μέλλον τις υγειονομικές αρχές.

#### 1.4.8 Φιλαριάσεις

Οι φιλαριάσεις προκαλούνται από νηματώδεις, που είναι λευκές και επιμήκεις έλμινθες και καλούνται φιλάριας. Στον οργανισμό του ξενιστή βρίσκονται υποδόρια και σε λεμφικές κοιλότητες. Έχουν αρκετά μακρύ βιολογικό κύκλο και είναι προνυμφοτόκες. Οι προνύμφες τους καλούνται μικροφιλάριας. Τα παθογόνα για τον άνθρωπο είδη είναι οκτώ. Από αυτά, τα πιο σημαντικά για την ανθρώπινη υγεία δε βρίσκονται στην Ευρώπη. Απαντώνται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές της Ασίας, της Αφρικής, του δυτικού Ειρηνικού και σε ορισμένα μέρη της Καραϊβικής και της νότιας Αμερικής. Προκαλούν την καλούμενη «Λυμφατική φιλαρίαση» (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Becker *et al* 2010).



Εικόνα 1.16: Βιολογικός κύκλος της *Wuchereria bancrofti*

Πηγή: <https://www.cdc.gov/dpdx/lymphaticfilariasis/index.html>

Η λυμφατική φιλαρίαση οφείλεται σε τρία είδη νηματωδών: α) *Wuchereria bancrofti* (Εικόνα 1.16), το οποίο είναι υπεύθυνο για 90% των περιπτώσεων, β) *Brugia malayi* και γ) *Brugia timori*. Αυτές επιδρούν στο λεμφικό σύστημα, προκαλώντας έντονους πόνους και παραμορφώσεις άκρων (ελεφαντίαση), που καταλήγουν σε δυσλειτουργία στις κινήσεις του ασθενούς, αλλά και κοινωνικό στίγμα. Η μόλυνση γίνεται στην παιδική ηλικία, αλλά τα συμπτώματα εμφανίζονται αρκετά αργότερα. Τα κουνούπια (κυρίως των γενών *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* και *Mansonia*), αφού παραλάβουν τις μικροφιλάριας από κάποιον ασθενή, περνά κάποιο

διάστημα εντός τους, κατά το οποίο αυτές εξελίσσονται σε προνύμφες 3<sup>ης</sup> ηλικίας. Σε αυτή τη μορφή μεταφέρονται στα στοματικά μόρια του κουνουπιού και όταν αυτό τσιμπήσει έναν άλλο άνθρωπο, του μεταφέρει το παράσιτο. Μέσα στο σώμα αναπτύσσονται σε ενήλικες φιλάριες και μπορεί να ζήσουν 6-8 χρόνια, παράγοντας εκατομμύρια μικροφιλάριες. Περίπου 863 εκατομμύρια άνθρωποι σε 47 χώρες κινδυνεύουν από λυμφοφιλίαση. Για την προστασία τους υπάρχει προληπτική χημειοθεραπεία, που συνίσταται στην ετήσια χορήγηση ασφαλών φαρμάκων, σε όλον τον πληθυσμό της περιοχής. Από το 2000 ο WHO έχει ξεκινήσει ένα πρόγραμμα απαλοιφής της λυμφοφιλίας, που μέχρι το 2018 έχει επιτύχει μείωση κατά 74% των κρουσμάτων. 692 εκατομμύρια άνθρωποι δε χρειάζονται πλέον χημειοθεραπεία, εξαιτίας των πετυχημένων στρατηγικών που έχουν εφαρμοστεί (WHO 2022b, Becker *et al* 2010, Γιατρόπουλος, 2014).

Οι φιλάριες, που απαντώνται συχνά στην χώρα μας, είναι αυτές που προκαλούν φιλαριάσεις σε σκύλους, γάτες και κάποια άλλα θηλαστικά. Δεν μπορούν να ωριμάσουν στο σώμα του ανθρώπου και έτσι, είτε δεν εμφανίζεται κανένα σύμπτωμα, είτε δημιουργούν εντοπισμένες εκδηλώσεις (Pampiglione and Rivasi 2001). Οφείλονται στα είδη *Dirofilaria immitis* και *D. repens* (Διροφιλαριάσεις). Το *Dirofilaria immitis* υπάρχει στο 4-10% των σκύλων της Θράκης και της Μακεδονίας. Διαβιβαστές του είναι τα γένη των κουνουπιών *Culex*, *Anopheles* και *Aedes*. Το κουνούπι, όταν τσιμπήσει το ζώο, του μεταφέρει τη μολύνουσα μορφή της φιλαρίας, η οποία εγκαθίσταται στον υποδόριο ιστό επί 67-80 ημέρες. Μετά, το παράσιτο (το οποίο ήδη έχει μήκος τεσσάρων εκατοστών) μπαίνει στο αίμα και μεταφέρεται στις πνευμονικές αρτηρίες και τη δεξιά κοιλία και τον κόλπο της καρδιάς. Εκεί αποκτά σύντομα το τελικό του μέγεθος (το αρσενικό 16 εκ. και το θηλυκό 36 εκ.). Όταν φθάσει το θηλυκό σε ηλικία περίπου έξι μηνών, τότε παράγει μικροφιλάριες, που κυκλοφορούν στο αίμα για δύο χρόνια, περιμένοντας να τις παραλάβει ένα άλλο κουνούπι, που θα τσιμπήσει το ασθενές ζώο. Τα συμπτώματα στα άρρωστα ζώα είναι οιδήματα, κόπωση, βήχας, δύσπνοια και εμφανίζονται 120-270 ημέρες μετά τη μόλυνση. Η θεραπεία είναι αρκετά δύσκολη, αλλά και επικίνδυνη για το ζώο. Χρειάζεται χορήγηση φαρμάκων από το στόμα, αλλά και ενδοφλέβια (Κολιόπουλος 2011, Γιατρόπουλος 2014).



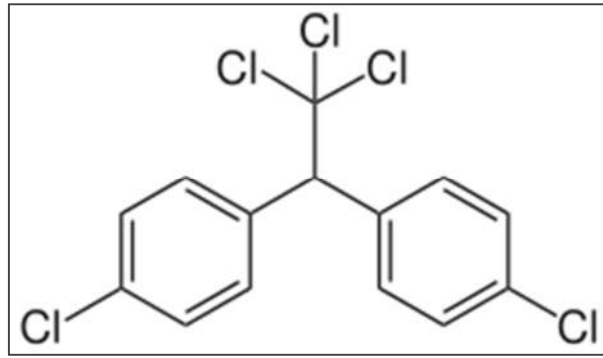
## 1.5 Τρόποι αντιμετώπισης των κουνουπιών

### 1.5.1 Γενικά

Από τη στιγμή που ο άνθρωπος αντιλήφθηκε τη σημασία που έχουν τα κουνούπια στην ποιότητα της ζωής του και την υγεία, προσπάθησε να βρει τρόπους να τα αντιμετωπίσει. Πρώιμες προσπάθειες αναφέρονται ήδη σε αρχαία συγγράμματα. Οι πρώτοι όμως πραγματικοί σταθμοί σε αυτή την κατεύθυνση υπήρξαν μέσα στον 19<sup>ο</sup> αιώνα. Στις αρχές του άρχισε να γίνεται χρήση φυσικών ουσιών όπως θείο, πύρεθρο, αρσενικό κ.α., ενώ λίγο αργότερα παρασκευάστηκε η Rotenone. Το 1867 η παρασκευή του «Πράσινου των Παρισίων» και, ένα χρόνο μετά, των γαλακτωμάτων κηροζίνης έφεραν επανάσταση. Όπως αναφέρθηκε, εκείνη την εποχή άρχισε να γίνεται αντιληπτή και η υγειονομική σημασία των κουνουπιών, με το ρόλο τους ως διαβιβαστών διαφόρων παθογόνων και παρασίτων. Αυτό έδωσε νέα ώθηση στην έρευνα, επειδή οι επιστήμονες αντιλήφθηκαν ότι, για να περιορίσουν τις ασθένειες που βασάνιζαν την ανθρωπότητα, έπρεπε πρωτίστως να καταπολεμήσουν τα έντομα-διαβιβαστές (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Στην Ελλάδα, που την εποχή εκείνη αντιμετώπιζε έντονο πρόβλημα με τα κουνούπια, ξεκίνησαν εντατικές προσπάθειες, για να ερευνηθεί και να επιλυθεί το ζήτημα. Έτσι, έγιναν τα πρώτα ανθελονοσιακά έργα, με αποξήρανση μεγάλων εκτάσεων που μέχρι τότε ήταν έλη (Κωπαΐδα, Κάρλα), ψεκασμούς με «πράσινο των Παρισίων» ή γαλακτώματα κηροζίνης και εισαγωγή του είδους ψαριού *Gambusia sp.*, το οποίο είναι προνυμφοφάγο (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Το 1939 εμφανίστηκε το εντομοκτόνο «θαύμα», το γνωστό DDT (Εικόνα 1.17). Ακολούθησαν σύντομα τα οργανοφωσφορικά στη Γερμανία. Αρχές της δεκαετίας του 1950 δημιουργήθηκαν στην Ελβετία τα καρβαμιδικά. Η ανάπτυξη, μεταξύ 1960 και 1970, των φωτοσταθερών πυρεθρινοειδών, κυρίως στην Ιαπωνία και το Ηνωμένο Βασίλειο, έβαλε σε νέες βάσεις την καταπολέμηση των κουνουπιών. Τα εντομοκτόνα αυτά ήταν ισχυρά ακόμα και σε αναλογίες 20g/ha, πράγμα που σήμαινε 10-100 φορές μικρότερη δόση, από αυτή των άλλων εντομοκτόνων. Είχαν ισχυρή δράση και ήταν βιοαποδομήσιμα. Στην πράξη όμως, δεν μπορούσαν να δώσουν την τέλεια απάντηση στο πρόβλημα, επειδή ήταν ιδιαίτερα καταστροφικά και για πολλούς ωφέλιμους οργανισμούς. Το 1970 βρέθηκαν στη Ολλανδία οι αναστολείς σύνθεσης της χιτίνης, που δρούσαν μόνο σε ορισμένα στάδια της ζωής του εντόμου και έτσι προστατεύονταν άλλα έντομα μη στόχοι (Becker *et al* 2010).



Εικόνα 1.17: Η χημική μορφή του DDT  
Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/DDT>

Η χρήση του DDT, μαζί με τη θεραπεία περιστατικών ελονοσίας, οδήγησε στην ουσιαστική εξάλειψή της από πολλές χώρες της Αμερικής και της Ευρώπης. Δεν άργησαν όμως να εμφανιστούν και τα δυσμενή αποτελέσματα, από την αλόγιστη χρήση του. Η μεγάλη υπολειμματική του δράση είχε σαν αποτέλεσμα την παραμονή του στην τροφική αλυσίδα για πολλά χρόνια και η δέσμευση του στο λιπώδη ιστό. Αυτό ήταν καθοριστικό, ώστε στο τέλος (αρχές της δεκαετίας του 1970) να απαγορευθεί η χρήση του από πολλά κράτη, όπως και στην Ελλάδα. Παράλληλα, εκείνη την περίοδο, είχε ατονήσει η έρευνα για τα κουνούπια και έτσι, άρχισαν ξανά να εμφανίζονται αυξημένοι πληθυσμοί κουνουπιών. Πολλοί από αυτούς μάλιστα εμφάνιζαν και ανθεκτικότητα στις συνήθεις δόσεις των εντομοκτόνων της εποχής (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Όλα αυτά οδήγησαν, στο να αρχίσει η επιστημονική κοινότητα, να βλέπει το θέμα από άλλη οπτική γωνία. Στόχος πλέον δεν είναι η καταπολέμηση των επιβλαβών εντόμων μόνο με τη χρήση χημικών μέσων. Η προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και του πληθυσμού μιας περιοχής, από τις συνέπειες της χρήσης των χημικών ουσιών, είναι εξίσου σημαντική όσο και η αντιμετώπιση των εντόμων. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο με το συνδυασμό διαφόρων μεθόδων (φυσικών, βιολογικών, χημικών) και θα έχει ως στόχο τον περιορισμό των επιβλαβών σε ανεκτά επίπεδα. Θα πρέπει δηλαδή να εφαρμόζονται μέθοδοι «Ολοκληρωμένης διαχείρισης». Η τάση αυτή έχει επικρατήσει τις τελευταίες 2-3 δεκαετίες, τόσο ανάμεσα στα μέλη της επιστημονικής κοινότητας, αλλά επίσης και μέσα στην υπόλοιπη κοινωνία. Απαιτείται βαθιά γνώση της βιολογίας του εχθρού στόχου (κουνούπια), αλλά και των άλλων παραμέτρων του περιβάλλοντος. Θα πρέπει να υπάρχει έρευνα, προγραμματισμός και στοχευμένες παρεμβάσεις, μόνο όταν αυτό χρειάζεται (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Becker *et al* 2010).

### 1.5.2 Η ολοκληρωμένη διαχείριση του προβλήματος των κουνουπιών

Η σύγχρονη στρατηγική, για την αντιμετώπιση των εντόμων-διαβιβαστών των ασθενειών, βασίζεται σε αυτό, που στη διεθνή ορολογία ονομάζεται **Integrated Pest Management (IPM)** ή **Integrated Vector Management (IVM)**. Δηλαδή, «ολοκληρωμένη διαχείριση των διαβιβαστών». Είναι μια ιδιαίτερα ευέλικτη στρατηγική, η οποία στηρίζεται στην κατάρτιση προγραμμάτων αντιμετώπισης του διαβιβαστή (εν προκειμένω του κουνουπιού), με τον προσεκτικό συνδυασμό τεχνικών και επιλογών αντιμετώπισης. Στόχος είναι η επίτευξη των αντικειμενικών στόχων, αλλά με παράλληλη προστασία της οικολογικής ισορροπίας (Becker *et al* 2010).

Σε ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι απαραίτητο να συνδυάζονται με τέτοιο τρόπο όλες οι γνωστές τεχνικές, ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο η πιθανότητα μετάδοσης μιας ασθένειας και να μειώνεται η όχληση σε επίπεδα που θα είναι ανεκτά. Πρέπει να χρησιμοποιούνται μέθοδοι όπως βιολογική καταπολέμηση, περιβαλλοντικές παρεμβάσεις (π.χ. αποστραγγίσεις ελών) και σωστή χρήση των πιο κατάλληλων για κάθε περίπτωση βιοκτόνων. Ο τρόπος αυτός προσέγγισης του προβλήματος γίνεται επιτακτικός, αν αναλογιστεί κανείς, ότι τα κουνούπια ζουν κοντά σε ευαίσθητες οικολογικά περιοχές (υδάτινες επιφάνειες, λίμνες κλπ.) ή και κοντά σε κατοικίες ανθρώπων. Η αλόγιστη χρήση βιοκτόνων θα είχε καταστροφικές συνέπειες τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα (Κολιόπουλος 2011).

Για την ορθή εφαρμογή της IPM είναι απολύτως αναγκαία η συγκέντρωση και επεξεργασία των περισσότερων κατά το δυνατόν στοιχείων, που αφορούν τη σύσταση του πληθυσμού των κουνουπιών μιας περιοχής, τη βιολογία τους, τη χαρτογράφηση των εστιών ανάπτυξης και τη διακύμανση του αριθμού τους στη διάρκεια του έτους. Επίσης, πρέπει να εξεταστούν στοιχεία όπως: η ύπαρξη ή η δυνατότητα μεταφοράς ενός παθογόνου στα κουνούπια ή τα σπονδυλωτά μιας περιοχής, η ευαισθησία των κουνουπιών στα διάφορα βιοκτόνα (ακμαιοκτόνα ή προνυμφοκτόνα), οι συνθήκες ζωής των κατοίκων (κοινωνικές, οικονομικές) και η ύπαρξη ζωνών γης μεγάλης οικολογικής σημασίας. Θα πρέπει να γίνεται πλήρης και έγκαιρη ενημέρωση και κατάρτιση του εμπλεκόμενου προσωπικού και χρήση της πλέον κατάλληλης τεχνικής εφαρμογής των βιοκτόνων. Το πρόγραμμα πρέπει να ελέγχεται τακτικά για την ορθή εφαρμογή και την αποτελεσματικότητά του. Η ενημέρωση του κοινού, σε ειδικές περιπτώσεις αυξημένου κινδύνου, μπορεί να κριθεί απαραίτητη. Ταυτόχρονα, θα πρέπει οι αρμόδιες υγειονομικές υπηρεσίες να έχουν

πλήρη εξοπλισμό και γνώση, ώστε να εντοπίζουν και να θεραπεύουν έγκαιρα κάθε ύποπτο περιστατικό. Όλα τα παραπάνω προϋποθέτουν φυσικά την ύπαρξη επαρκούς χρηματοδότησης για το σύνολο του προγράμματος (Κολιόπουλος 2011).

Οι πολίτες μιας περιοχής μπορούν και αυτοί με τη σειρά τους να συμβάλουν στην επιτυχία του προγράμματος, με την πιστή εφαρμογή όσων κατά περίπτωση θα τους ζητηθούν. Θα πρέπει να περιορίζουν τις εστίες ανάπτυξης των κουνουπιών στις ιδιοκτησίες τους και να προστατεύουν τους εαυτούς τους από τα τσιμπήματα με όλα τα διαθέσιμα μέσα.

Σύμφωνα με τη Σαμανίδου – Βογιατζόγλου (2011) οι εργασίες, που σχετίζονται με την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των κουνουπιών, ξεκινούν από τη χαρτογράφηση των εστιών ανάπτυξης τους. Αυτές πρέπει να ελέγχονται για την αυξομείωση της επιφάνειας τους στη διάρκεια του έτους, για το pH, την αλατότητα, την περιεκτικότητά τους σε οργανική ύλη και άλλες παραμέτρους.

Στη συνέχεια οι εστίες αυτές θα πρέπει να ελέγχονται τακτικά για την ύπαρξη ατελών σταδίων των κουνουπιών (ωά, νύμφες, προνύμφες). Τα δείγματα που θα ληφθούν, αποστέλλονται στο κατάλληλα εξοπλισμένο εργαστήριο, όπου με το σωστό χειρισμό γίνεται η αναγνώριση των ειδών. Το πλήθος των ατελών που υπάρχουν στην εστία, καθώς και σε ποια φάση του βιολογικού τους κύκλου βρίσκονται, είναι ουσιαστικής σημασίας. Για τα είδη που ωοτοκούν σε περιορισμένες εστίες, πρέπει να τοποθετηθεί ένας αριθμός παγίδων ωοθεσίας σε κατάλληλα σημεία (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Για τα ακμαία θα πρέπει να τοποθετούνται παγίδες κοντά στους βιοτόπους τους. Επίσης, θα πρέπει να συλλέγονται κουνούπια με συσκευή αναρρόφησης από εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους. Με τη χρήση της τεχνικής Human bait (σύλληψη του θηλυκού κουνουπιού τη στιγμή που πάει να τσιμπήσει άνθρωπο), καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου, μπορεί να προσδιοριστεί η δραστηριότητα κάθε είδους στη διάρκεια της ημέρας. Τα τέλεια που συλλαμβάνονται, αποστέλλονται στη συνέχεια στο εργαστήριο, όπου γίνεται η αναγνώριση του είδους και έλεγχος για παθογόνα που μπορεί να έχουν μέσα τους. Επίσης, με τη χρήση άμεσης ELISA, μπορεί να προσδιοριστεί και η προέλευση του αίματος που έχουν λάβει (από άνθρωπο ή ζώο) (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Για να είναι πιο επιτυχημένη και τυποποιημένη η πιο πάνω διαδικασία το Ευρωπαϊκό Κέντρο Ελέγχου και Πρόληψης Ασθενειών (European Centre for Disease Prevention and Control - ECDC) έχει συντάξει τεχνικά έντυπα (ECDC 2012, 2014) για την εντομολογική επιτήρηση των κουνουπιών, που είναι αυτόχθονα ή εισβάλλοντα στον Ευρωπαϊκό χώρο (όπως είναι και το είδος *Ae. albopictus*).

#### 1.5.2.1 Η εντομολογική επιτήρηση

Ως «επιτήρηση» ορίζεται το σύνολο των διαδικασιών, που αναπτύσσονται ως απάντηση σε κάποιο κίνδυνο, και πραγματοποιούνται, ώστε να υποστηρίξουν άλλες μεταγενέστερες πράξεις (ECDC 2012). Με σκοπό την τυποποίηση των διαδικασιών που στοχεύουν στον περιορισμό των κινδύνων, οι οποίοι προέρχονται από τα κουνούπια, το ECDC έχει συντάξει αναλυτικές οδηγίες για την αντιμετώπιση δύο κατηγοριών κουνουπιών. Η πρώτη κατηγορία είναι τα αυτόχθονα (native) είδη, που ήδη βρίσκονται (ή υπήρξαν) σε μια γεωγραφική περιοχή ή που μπορεί να βρεθούν σε αυτή, χωρίς την έμμεση ή άμεση παρέμβαση του ανθρώπου. Η δεύτερη κατηγορία είναι τα είδη, τα οποία εισβάλλουν (invasive species), εγκαθίστανται και πολλαπλασιάζονται σε ένα οικοσύστημα, στο οποίο πριν δεν ήταν αυτόχθονα, και μπορεί να έχουν οικονομικό ή περιβαλλοντικό αντίκτυπο ή να προκαλέσουν ζημιά στην ανθρώπινη υγεία (ECDC 2012, 2014).

Η Ευρώπη μέχρι περίπου το 1950 είχε αντιμετωπίσει την ελονοσία και το Δάγκειο πυρετό και φαινόταν, ότι είχαν περιοριστεί στο ελάχιστο (αν όχι εξαφανιστεί) οι ασθένειες που σχετίζονταν με κουνούπια. Από τις αρχές όμως του 21<sup>ου</sup> αιώνα η εικόνα είναι πολύ διαφορετική. Εξαιτίας του τουρισμού, των ταξιδιών, του παγκόσμιου εμπορίου και της γενικότερης μετακίνησης μεγάλων πληθυσμών ανθρώπων σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη, ασθένειες που είχαν πριν εξαφανιστεί από την ήπειρο μας, κάνουν ξανά αισθητή την παρουσία τους. Παράλληλα, με τη βοήθεια της κλιματικής αλλαγής, νέες ασθένειες έρχονται και εγκαθίστανται. Τα είδη κουνουπιών που βρίσκονται ήδη στις ευρωπαϊκές χώρες, είναι πιθανοί διαβιβαστές τους (ECDC 2014).

Γι αυτό το λόγο πρέπει να υπάρχουν στρατηγικές για άμεση αντιμετώπιση κάθε κινδύνου. Αυτές χωρίζονται σε δράσεις πριν εμφανιστεί μια ασθένεια (καταγραφή ειδών κουνουπιών, των εστιών, των συνηθειών τους, της δυνατότητας τους να μεταφέρουν κάποια ασθένεια, κλπ.) και σε δράσεις που λαμβάνουν χώρα, αφού μια ασθένεια εμφανιστεί σποραδικά ή γενικευμένα σε μια περιοχή. Όταν τα περιστατικά

είναι λίγα, γίνεται προσπάθεια για άμεση απομόνωση τους και για έλεγχο και αντιμετώπιση όλων των διαβιβαστών τους στην περιοχή. Επίσης, εντοπίζονται και ελέγχονται και όλοι οι άλλοι τρόποι μετάδοσης της νόσου και επεκτείνεται η περιοχή επιτήρησης. Αν η ασθένεια τείνει να γενικευθεί, πρέπει να εντοπιστούν έγκαιρα τυχόν λάθη που έγιναν στη διαχείρισή της και να ενταθούν οι προσπάθειες για την αντιμετώπισή της, με βάση την αποκτηθείσα γνώση. Οι αρμόδιοι φορείς κάθε χώρας, αλλά και οι διάφορες χώρες μεταξύ τους, οφείλουν να ενημερώνονται άμεσα για οποιαδήποτε νέα πληροφορία (ECDC 2014).

Για τα είδη που έχουν εισέλθει ή που υπάρχει κίνδυνος να εισβάλλουν σε περιοχές της Ευρωπαϊκής ηπείρου το ECDC έχει συντάξει μια διαφορετική σειρά οδηγιών για το χειρισμό τους. Ως επικίνδυνα είδη θεωρούνται κυρίως αυτά του γένους *Aedes* (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Ae. atropaltus*, *Ae. japonicus*, *Ae. koreicus* και *Ae. triseriatus*). Οι οδηγίες αφορούν στις διαδικασίες που πρέπει να γίνουν σε τρία πιθανά διαφορετικά σενάρια: α) ενώ υπάρχει το ρίσκο εισαγωγής κάποιου κουνουπιού-διαβιβαστή σε μια περιοχή, αυτό δεν έχει ακόμα εισέλθει, β) το κουνούπι έχει εισέλθει σε μια νέα περιοχή, έχει εγκατασταθεί σε ορισμένα σημεία τοπικά, αλλά δεν υπάρχουν ενδείξεις για τη γενικότερη εξάπλωση του και γ) το κουνούπι έχει εξαπλωθεί και εγκατασταθεί σε μια ευρεία περιοχή. Σε κάθε ένα από αυτά τα σενάρια εφαρμόζονται διαφορετικά πρωτόκολλα ενεργειών, τα οποία γίνονται πιο αυστηρά όσο προχωράμε από το (α) προς το (γ). Έτσι, ενώ στο (α) είμαστε έτοιμοι για εντοπισμό και εξολόθρευση κάθε νεοεισερχόμενου κουνουπιού σε τοπικό επίπεδο, στο (β) η επιτήρηση επεκτείνεται σε πιο μεγάλη ακτίνα γύρω από κάθε περιστατικό, το πρόγραμμα καταπολέμησης γίνεται πιο έντονο και η ενημέρωση για τα μέτρα και ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας τους γίνεται πιο εντατικός. Στο τρίτο σενάριο η καταπολέμηση του διαβιβαστή επεκτείνεται σε όλες τις περιοχές γύρω από τις εστίες εξάπλωσης, ο έλεγχος της παρουσίας ή όχι του κουνουπιού στις «καθαρές» περιοχές γίνεται με μεγάλη προσοχή και ελέγχεται η αποτελεσματικότητα των μέτρων και η προσαρμοστικότητα του εντόμου στις περιοχές που ήδη έχει εγκατασταθεί. Σημαντικό είναι να γίνονται και εργαστηριακοί έλεγχοι για παθογόνα, στα κουνούπια που μαζεύονται στο πεδίο. Εννοείται, ότι τα πρωτόκολλα διαφοροποιούνται στην περίπτωση, που θα εντοπιστούν μολυσμένα κουνούπια ή και κρούσματα ασθενειών στον πληθυσμό, καθώς θα πρέπει να προστεθούν στα εφαρμοζόμενα μέτρα και αυτά για τον περιορισμό μετάδοσης της νόσου (ECDC 2012).

### 1.5.3 Τρόποι αντιμετώπισης των προνυμφών

Όλα τα προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των κουνουπιών οφείλουν να ξεκινούν από τον προσδιορισμό των εστιών ανάπτυξης τους και την ταυτόχρονη προσπάθεια για περιορισμό αυτών των εστιών. Θα πρέπει λιμνάζοντα νερά, έλη κλπ. να αποξηραίνονται, όπου αυτό είναι εφικτό. Επίσης, άλλων ειδών μικρότερες εστίες, όπως δοχεία, βαρέλια, κουτιά που συγκρατούν νερό, ανθοδοχεία, μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων πρέπει να αποστραγγίζονται ή, όπου αυτό δε μπορεί να γίνει, να καλύπτονται, ώστε τα κουνούπια να μην έχουν πρόσβαση να γεννήσουν. Οι υπόνομοι θα πρέπει να καλύπτονται με σήτα, τα δίκτυα ύδρευσης και άρδευσης να ελέγχονται συχνά για διαρροές και οι υδρορροές να καθαρίζονται για να ρέει ελεύθερα το νερό της βροχής. Ομοίως οι αρμόδιοι φορείς οφείλουν, να καθαρίζουν και τα ρέματα από τη βλάστηση, ώστε η ροή του νερού να είναι χωρίς εμπόδια και έτσι τα ατελή στάδια των κουνουπιών να παρασύρονται και να καταστρέφονται. Η εφαρμογή αυτών των μέσων συμβάλλει στο σημαντικό περιορισμό του προβλήματος (Κολιόπουλος 2011).

Για τη βιολογική αντιμετώπιση των κουνουπιών έχουν ερευνηθεί πολλών κατηγοριών οργανισμοί όπως πρωτόζωα (*Thelohamia* spp. και *Nozema vanraia*), μύκητες (π.χ. *Lagenidium giganteum*) και έλμινθες (*Romanomermis culicivorax*). Προνύμφες προσβεβλημένες από μικροσπορίδια παρασίτων μπορούν να αναγνωριστούν εύκολα στη φύση, επειδή αποκτούν λευκό – γαλακτώδες χρώμα. Στην πράξη όμως τα παραπάνω δεν έχουν βρει μέχρι τώρα κάποια εφαρμογή. Αυτά που χρησιμοποιούνται ευρύτατα είναι τα βακτήρια και κυρίως το *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* (*B.t.i.*). Το συγκεκριμένο χρησιμοποιείται σε μορφή σπορίων, τα οποία είναι και αυτά που προκαλούν τη βλάβη στο πεπτικό σύστημα των προνυμφών. Οι προνύμφες πρέπει να έχουν ηλικία μικρότερη από την 4<sup>η</sup> ηλικία, γιατί τότε καταναλώνουν αρκετές ποσότητες τροφής. Ακόμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το *Lysinibacillus sphaericus* (L.s.) (αναταξινομημένο, παλαιότερα γνωστό ως *Bacillus sphaericus* (Wikipedia 2022b)) ως αυτούσιο βακτήριο, το οποίο μπορεί και να πολλαπλασιαστεί μέσα σε μια υδατοσυλλογή. Έχουν όμως εμφανιστεί, σε κάποιες περιπτώσεις, προβλήματα ανθεκτικότητας (Κολιόπουλος 2011, Becker *et al.* 2010).

Μια άλλη κατηγορία οργανισμών που έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στο παρελθόν είναι τα ψάρια. Το είδος *Gambusia affinis* (οικ. Poeciliidae) (Εικόνα 1.18)

έχει εισαχθεί από το 1927 σε πολλές περιοχές της Ελλάδας και έχει εγκατασταθεί με επιτυχία. Έχει μήκος 2-6 εκατοστά (πιο μικρό το αρσενικό) και κινείται κοντά στην επιφάνεια του νερού καταβροχθίζοντας 150-200 προνύμφες την ημέρα. Μελέτες που έγιναν όμως στη συνέχεια, έδειξαν ότι η εισαγωγή του σε ένα οικοσύστημα έχει αρνητικές συνέπειες για τα υπόλοιπα ψάρια. Ιθαγενή είδη, όπως το *Pelagius marathonicus* θα μπορούσαν να δώσουν εξίσου καλά αποτελέσματα (Κολιόπουλος 2011).



Εικόνα 1.18: Θηλυκό *Gambusia affinis*  
Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mosquitofish>

Όλα τα πιο πάνω μέσα δε θα μπορούσαν να φέρουν μια συνολική λύση στην αντιμετώπιση των προνυμφών των κουνουπιών, αν δε συνοδεύονταν από τη χρήση εγκεκριμένων βιοκτόνων (Εικόνα 1.19). Από τις διάφορες κατηγορίες που έχουν δοκιμαστεί στο παρελθόν (οργανοφωσφορικά, πυρεθρινοειδή), αυτά που χρησιμοποιούνται πλέον και έχουν έγκριση στη χώρα μας είναι το *B.t.i.* που προαναφέρθηκε, καθώς και οι ρυθμιστές ανάπτυξης (IGRs). Τέτοιοι είναι το diflubenzuron και το methoprene. Το πρώτο είναι παρεμποδιστής σύνθεσης της χιτίνης, ενώ το δεύτερο μιμητικό της ορμόνης νεότητας. Για να έχουν ικανοποιητικό αποτέλεσμα τα παραπάνω, θα πρέπει να γίνεται συνεχής παρακολούθηση της εστίας, για να εφαρμόζονται όταν οι προνύμφες είναι ακόμα νεαρές (Κολιόπουλος 2011, Becker *et al.* 2010). Πιο εκτενής αναφορά για τα σκευάσματα αυτά θα γίνει στο ειδικό μέρος αυτής της μελέτης.

Ως φυσικές μέθοδοι καταπολέμησης των προνυμφών είχαν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν διάφορα παράγωγα του πετρελαίου, πολλές φορές όχι απόλυτα γνωστής σύνθεσης. Οι δόσεις εφαρμογής ήταν σχετικά υψηλές (περίπου 10 – 100 λίτρα ανά εκτάριο). Δρούσαν κυρίως ασφυκτικά για τα ατελή στάδια των κουνουπιών, αλλά και ως απωθητικά για ωοτοκία. Εφαρμόζονταν με ψεκασμό της επιφάνειας και σταδιακά



είτε εξατμίζονταν, είτε αποδομούνταν με τη δράση βακτηρίων. Ήταν όμως συχνά και επιβαρυντικά για οργανισμούς μη στόχους και έτσι δε συστήνεται η χρήση τους. Αντί



Εικόνα 1.19: Ψεκασμός υδάτινης επιφάνειας με drone

Πηγή: <https://www.businessinsider.in/tech/news/marut-drones-uses-artificial-intelligence-to-kill-mosquitoes-in-hyderabad-telangana/articleshow/72435585.cms>

για αυτά έχουν βρεθεί ουσίες, οι οποίες δημιουργούν ένα μονομοριακό φιλμ στην επιφάνεια του νερού. Μετά την εφαρμογή τους δρουν μειώνοντας την επιφανειακή τάση του νερού και διαταράσσοντας τον προσανατολισμό των νυμφών και των προνυμφών, προκαλώντας τους έτσι ασφυκτικό θάνατο (Becker *et al.* 2010).

#### 1.5.4 Τρόποι αντιμετώπισης των ακμαίων

Η μαζική καταπολέμηση των τελείων κουνουπιών, με τη χρήση βιοκτόνων σκευασμάτων, δεν συνιστάται παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι: η μη έγκαιρη και ορθή καταπολέμηση των ατελών σταδίων, η υπερβολική αύξηση του αριθμού των ακμαίων, ώστε να προκύπτει θέμα έντονης όχλησης ή ασθενειών και όταν εμφανίζονται κρούσματα αρμολοιμώξεων, με κίνδυνο έκρηξης μιας επιδημίας (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Οι εφαρμογές χημικών σκευασμάτων κατά των ακμαίων κουνουπιών, μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους. Πρώτη κατηγορία είναι οι «υπολειμματικοί ψεκασμοί» (Εικόνα 1.20), οι οποίοι εφαρμόζονται στους χώρους που διημερεύουν τα κουνούπια. Μπορεί να γίνει ένας ψεκασμός

νωρίς, πριν το ξεκίνημα των εφαρμογών για τις προνύμφες, και ένας ακόμα όταν τα ακμαία θα είναι έτοιμα να διαχειμάσουν. Οι ψεκασμοί αυτοί γίνονται σε εξωτερικές επιφάνειες διαφόρων κτιρίων, σε εσωτερικές επιφάνειες χώρων με καλό αερισμό και γύρω από τις εστίες αναπαραγωγής των κουνουπιών και σε ακτίνα 30-45 μέτρων (Κολιόπουλος 2011).



Εικόνα 1.20: Υπολειμματικός ψεκασμός σε εξωτερικό χώρο

Πηγή: [https://international-pest-control.com/p84-85\\_indoor-residual-spraying-for-mosquito-control-the-importance-of-training-spray-operators\\_page2\\_image4/](https://international-pest-control.com/p84-85_indoor-residual-spraying-for-mosquito-control-the-importance-of-training-spray-operators_page2_image4/)

Δεύτερη κατηγορία είναι οι ψεκασμοί στους ανοικτούς χώρους. Αυτοί μπορεί να πραγματοποιηθούν, όταν το πρόβλημα με τα ακμαία αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό και υπάρχει υψηλός κίνδυνος μετάδοσης νοσημάτων. Για την εφαρμογή των ψεκασμών χρησιμοποιούνται μηχανήματα όπως εκνεφωτές, ψεκαστικά υπέρμικρου όγκου (ULV) και θερμικοί εκνεφωτές, που παράγουν ατμό. Οι εφαρμογές πρέπει να γίνονται από εξειδικευμένο προσωπικό και να τηρούνται με προσοχή οι οδηγίες της ετικέτας του σκευάσματος. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά, σκευάσματα εγκεκριμένα για αυτή τη χρήση. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και τα διάφορα aerosols, που πωλούνται και σε ιδιώτες και μπορεί να χρησιμοποιηθούν εντός των οικιών (Κολιόπουλος 2011, Becker *et al.* 2010).

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι καπνογόνες σπείρες, που είναι κατάλληλες για εξωτερικούς χώρους και τα εμποτισμένα πλακίδια ή τα υγρά εντομοαπωθητικά, που χρησιμοποιούνται σε εσωτερικούς χώρους. Η δράση τους κρατάει για όση ώρα αυτά καίγονται ή εξατμίζονται (Κολιόπουλος 2011).

Σε πολλές περιοχές παγκοσμίως (Κίνα, Ταϊλάνδη, λατινική Αμερική και Αφρική) έχουν δοκιμαστεί με επιτυχία κουνουπιέρες για την κάλυψη κρεβατιών, οι οποίες

έχουν στη σύνθεση τους ενσωματωμένο κάποιο εντομοκτόνο παράγοντα (π.χ. πυρεθρινοειδές). Τα κουνούπια, ειδικά τα είδη που είναι ενδόφιλα και ανθρωπόφιλα, προσπαθώντας να προσεγγίσουν τον άνθρωπο που κοιμάται, ακουμπούν στις ίνες της κουνουπιέρας και θανατώνονται. Ομοίως χρησιμοποιούνται και εμποτισμένα δίχτυα σε χώρους εργασίας (Becker *et al.* 2010).

Πολύ καλά αποτελέσματα, για την ατομική προστασία κατά των τσιμπημάτων των κουνουπιών, δίνουν και τα γνωστά απωθητικά, που εφαρμόζονται στην επιδερμίδα σε μορφή λοσιόν, σπρέι, σαπουνιών κλπ. Η πιο γνωστή ουσία αυτής της κατηγορίας είναι το DEET (N,N-diethylmethyl-3-methylbenzamide). Σε συνδυασμό με κατάλληλα ρούχα (π.χ. μακριά μανίκια) παρέχουν μια προσωρινή ασφάλεια, στις περιπτώσεις εκείνες, που δεν υπάρχει άλλος τρόπος να αντιμετωπιστούν οι επιθέσεις των κουνουπιών (Becker *et al.* 2010).

Εκτός των χημικών σκευασμάτων, προστασία από τα τέλεια κουνούπια μπορούν να μας προσφέρουν και διάφορα μηχανικά μέσα. Για παράδειγμα η μαζική παγίδευση των ακμαίων με τη χρήση ορισμένων τύπων παγίδων, μπορεί να δώσει κάποιες φορές αξιόλογα αποτελέσματα. Οι Weidhaas and Haile (1978) είχαν υπολογίσει ότι, για να γίνει αποτελεσματικός έλεγχος των κουνουπιών, πρέπει καθημερινά να συλλαμβάνεται το 40% του πληθυσμού τους σε μια περιοχή. Οι παγίδες αυτές έχουν ως ελκυστικά συνδυασμούς από φως, εξάτμιση νερού, διοξείδιο του άνθρακα, θέρμανση και οκτενόλη. Τα κουνούπια θανατώνονται είτε με την παγίδευση τους εντός της συσκευής, είτε με πλέγμα με υψηλή ηλεκτρική τάση (Becker *et al.* 2010).

Ως μέσο προστασίας του εσωτερικού των σπιτιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διάφορα λεπτά πλέγματα (οι γνωστές σήτες), που συνήθως δίνουν καλά αποτελέσματα (Becker *et al.* 2010).

Αν και πολλά είδη οργανισμών καταναλώνουν ακμαία κουνούπια για τη διατροφή τους, δεν θεωρείται ότι μπορούν να προσφέρουν κάτι ουσιαστικό στην αντιμετώπισή τους. Καλό όμως είναι, όταν σχεδιάζεται ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης, να προστατεύονται αυτοί οι οργανισμοί από τις χημικές επεμβάσεις. Τέτοιοι είναι κάποια αρθρόποδα (π.χ. αράχνες), πτηνά, αμφίβια (όπως βάτραχοι) και θηλαστικά (π.χ. νυχτερίδες). Επειδή τα περισσότερα είδη κουνουπιών είναι ενεργά κατά το σούρουπο, τα πουλιά, που τρέφονται κυρίως τη διάρκεια της ημέρας, δεν μπορούν να αποτελέσουν ουσιαστικά αρπακτικά τους. Αντίθετα, οι νυχτερίδες, οι

οποίες τρέφονται τη νύκτα, μπορούν να καταναλώσουν πιο πολλά κουνούπια. Υπάρχουν πάνω από 1000 γνωστά είδη νυχτερίδων παγκοσμίως, τα οποία τρέφονται αποκλειστικά από έντομα (*Becker et al.* 2010).

#### 1.5.5 Άλλες μέθοδοι αντιμετώπισης

Τα τελευταία χρόνια η πρόοδος της τεχνολογίας στους τομείς της βιολογίας, της ιατρικής και της γεωπονικής έχει δώσει νέα εργαλεία για τη διαχείριση προβλημάτων και σε άλλους κλάδους. Ήδη από το 1959 ο Knipling είχε προτείνει, ότι η γονιμότητα μονογαμικών οργανισμών μπορούσε να μειωθεί, μέσω της σύζευξης με στείρα αρσενικά. Οι παγκόσμιες συνέπειες από την αναζωπύρωση των ασθενειών που μεταδίδονται με τα κουνούπια, αλλά και η αποτυχία πολλές φορές των κλασικών μεθόδων να τις αντιμετωπίσουν, έχουν δώσει νέα ώθηση στην έρευνα του γενετικού τους ελέγχου. Ο όρος «γενετικός έλεγχος» αναφέρεται σε ένα ευρύ φάσμα τεχνικών και στρατηγικών. Όσον αφορά στα κουνούπια και στις σχετιζόμενες με αυτά ασθένειες, υπάρχουν δύο κατευθύνσεις: α) η πλήρης εξαφάνιση ενός συγκεκριμένου είδους κουνουπιού από μια περιοχή, με τη μαζική εξαπόλυση γενετικώς τροποποιημένων αρσενικών και β) την εισαγωγή τροποποιημένων κουνουπιών, τα οποία δε θα μπορούν να μεταφέρουν την ασθένεια, σε ένα φυσικό πληθυσμό κουνουπιών, με τελικό στόχο τη σταδιακή αντικατάσταση του φυσικού πληθυσμού από αυτό των τροποποιημένων. Η δεύτερη τακτική δεν είναι τόσο κοντά σε πρακτική εφαρμογή όσο η πρώτη (*Becker et al.* 2010).

Η εξαπόλυση στείρων αρσενικών κουνουπιών, γνωστή και με το διεθνή όρο SIT, έχει καλά αποτελέσματα όταν τα στείρα αρσενικά είναι αρκετά σε αναλογία, σε σχέση με αυτά που βρίσκονται στο φυσικό πληθυσμό. Η στείρωση προκαλείται είτε με χημικές ουσίες, είτε με ακτινοβολία γ. Πρέπει να χρησιμοποιούνται τεχνικές, ώστε να αποκλείεται η απελευθέρωση έστω και στείρων θηλυκών. Αυτά μπορεί να γίνουν υπεύθυνα για μετάδοση ασθενειών ή να συζευχθούν με τα στείρα αρσενικά, μειώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Ο διαχωρισμός μπορεί να γίνει είτε μηχανικά στο στάδιο της νύμφης (διαφορά μεγέθους αρσενικού/θηλυκού σε κάποια είδη), είτε με εισαγωγή γονιδίων ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα, που θα συνδέονται με τους αρσενικούς απογόνους, είτε με άλλες γενετικές τεχνικές. Αξίζει να σημειωθεί, ότι έχουν αναπτυχθεί τεχνικές κατά τις οποίες, η εισαγωγή ενός γονιδίου που οδηγεί στο θάνατο των απόγονων θηλυκών κουνουπιών, μπορεί να οδηγήσει

στην εξαφάνιση ενός είδους, χωρίς την ανάγκη εξαπόλυσης στείρων αρσενικών (Becker *et al.* 2010).

Για να δημιουργηθούν κουνούπια που δε θα μεταφέρουν μια ασθένεια, πρέπει να βρεθούν γονίδια, τα οποία θα προσφέρουν ανοσία στα κουνούπια αυτά. Για παράδειγμα τα γονίδια που παράγουν αντιμικροβιακά πεπτιδία (AMPs), τα οποία επιτίθενται στις μεμβράνες των μικροβίων και τους προκαλούν κυτταρική βλάβη. Η μεταφορά μηχανισμών ανοσίας μπορεί να γίνει και με ενδοκυτταρικούς συμβιωτικούς οργανισμούς (πχ. *Wolbachia*). Αυτοί κληρονομούνται στους απογόνους και έτσι μπορεί να γίνουν ένα καλό όχημα μεταφοράς χαρακτηριστικών (Becker *et al.* 2010).

Οι γενετικές τεχνικές αντιμετώπισης των κουνουπιών και των ασθενειών τους έχουν ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα. Είναι εξειδικευμένες σε ένα είδος κουνουπιού και πολύ αποτελεσματικές. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστούν σε περιοχές (όπως δυσπρόσιτες ή σε κατάσταση πολέμου κλπ.) όπου άλλες μέθοδοι δε θα είχαν επιτυχία. Έχουν όμως και πολλά προβλήματα και εγείρουν ηθικές ανησυχίες. Η διασπορά στο φυσικό περιβάλλον οργανισμών με τροποποιημένο γονιδίωμα μπορεί να έχει άγνωστες και πολύ επικίνδυνες συνέπειες. Μάλιστα, ενώ οι κλασικές τεχνικές έχουν περιορισμένη εξάπλωση στις εκτάσεις που εφαρμόζονται, οι τροποποιημένοι οργανισμοί μπορεί να εξαπλωθούν σε όλο τον πλανήτη. Για αυτούς τους λόγους έχει αναπτυχθεί προβληματισμός σε πολιτικό και επιστημονικό επίπεδο για την ευρύτερη εφαρμογή παρόμοιων τεχνικών (Becker *et al.* 2010).

#### 1.5.6 Το θέμα της ανθεκτικότητας στα βιοκτόνα

Ένα σημαντικό ζήτημα, που πρέπει να εξετάζεται πριν την εφαρμογή ενός βιοκτόνου, είναι αυτό της ανθεκτικότητας του εντόμου-στόχου στο βιοκτόνο αυτό. Ως «ανθεκτικότητα» ορίζεται η ανάπτυξη της ικανότητας σε ένα τμήμα του πληθυσμού κάποιου είδους, που του επιτρέπει να αντέχει δόσεις κάποιας τοξικής ουσίας, οι οποίες για την πλειονότητα των ατόμων του κανονικού πληθυσμού του ίδιου είδους, θα ήταν θανατηφόρες (Κολιόπουλος 2011).

Η πρώτη διαπίστωση ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνο έγινε το 1905 στο San Jose, ενώ μέχρι το 2000 τα αρθρόποδα με πληθυσμούς ανθεκτικούς σε κάποιο εντομοκτόνο είχαν ξεπεράσει τα 500 είδη. Για τα έντομα υγειονομικής σημασίας οι πρώτες παρατηρήσεις ανθεκτικότητας σε βιοκτόνα έγιναν τη δεκαετία του 50', όταν παρατηρήθηκαν, σε Η.Π.Α. Σουηδία, Γερμανία και άλλες χώρες, φαινόμενα αντοχής

της οικιακής μύγας (*Musca domestica*) και κάποιων ειδών κουνουπιών στο DDT. Μέχρι το 1990 τα είδη υγειονομικής σημασίας, που είχαν εμφανίσει ανθεκτικότητα σε κάποιο βιοκτόνο, είχαν φτάσει τα 198. Από αυτά τα 114 ήταν κουνούπια (Georghiou and Lagunes-Tejeda 1991). Ο αριθμός αυτός αυξήθηκε το 2011 σε 117. Στην Ελλάδα έχει επιβεβαιωθεί ότι τα είδη *Anopheles maculipennis*, *An. sacharovi* και *Culex pipiens* έχουν εμφανίσει ανθεκτικότητα σε κάποιο βιοκτόνο (Κολιόπουλος 2011).

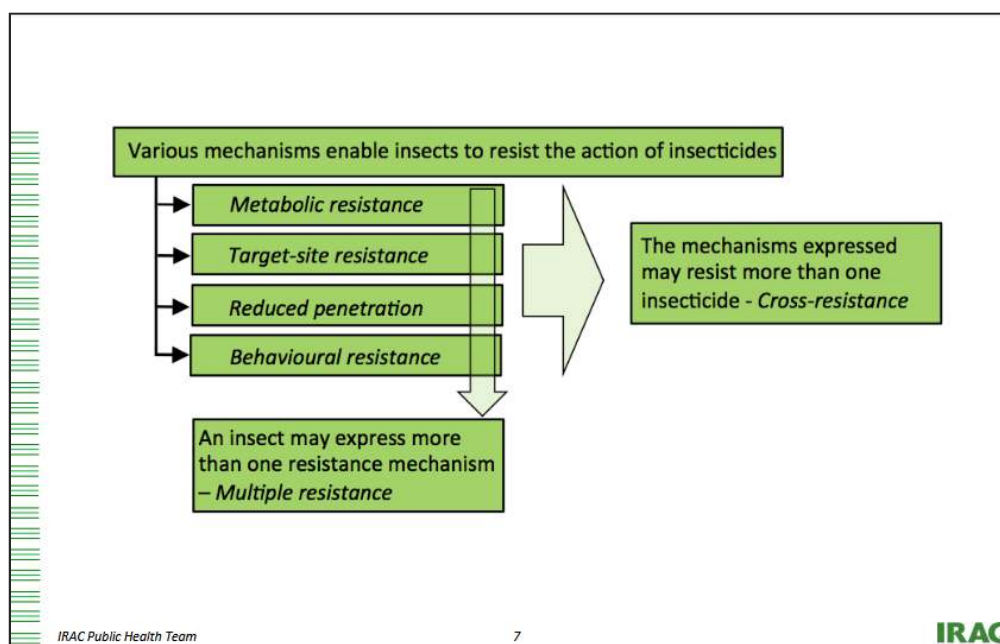
Σε μελέτη των Rodriguez et al. (2007) αναφέρεται ότι εξετάστηκαν οκτώ σειρές *Ae. aegypti*, που βρέθηκαν στη Λατινική Αμερική, ως προς την ανθεκτικότητά τους σε έξι οργανοφωσφορικά και τέσσερα πυρεθρινοειδή βιοκτόνα. Στο στάδιο της προνύμφης, οι πιο πολλές σειρές, έδειξαν υψηλή ανθεκτικότητα στα temephos, fenthion, fenitrothion και malathion. Όμως στο pirimiphos-methyl έδειξαν μέτρια προς υψηλή. Στο στάδιο του τελείου εντόμου παρουσίασαν ανθεκτικότητα στο DDT και στην πλειοψηφία των πυρεθρινοειδών (Becker et al. 2010).

Ανθεκτικότητα εμφανίζεται όταν ένα ή λίγα άτομα από έναν αρχικά ευαίσθητο πληθυσμό, κάτω από την πίεση επιλογής που του ασκεί η εφαρμογή ενός βιοκτόνου, αρχίζει να επικρατεί σε σχέση με τα υπόλοιπα άτομα. Μετά από μερικές γενιές μπορεί να μετατραπεί στο κυρίαρχο είδος ατόμων. Σε διαφορετικές περιοχές μπορεί να υπάρχουν πληθυσμοί με μικρότερη ή μεγαλύτερη ευαισθησία σε ένα βιοκτόνο, αλλά η εμφάνιση μια αρχικής ανθεκτικότητας συνεπάγεται συνήθως και την επέκταση της αλλού (Κολιόπουλος 2011).

Οι μηχανισμοί ανθεκτικότητας οφείλονται σε απλούς γενετικούς παράγοντες. Είδη, τα οποία βρίσκονται υπό διαρκή πίεση από ένα ή πιο πολλά βιοκτόνα, συσσωρεύουν συχνά έναν αριθμό από γονίδια ανθεκτικότητας (R-genes). Σε κανονικές συνθήκες ένα εντομοκτόνο διαπερνά γρήγορα το περιβάλλον και κατευθύνεται στο στόχο του. Αυτός ο στόχος μπορεί να είναι το νευρικό σύστημα, ένα ένζυμο εξαιρετικά ζωτικής σημασίας ή μια πρωτεΐνη-υποδοχέας. Όταν η τοξική ουσία επιτύχει την απαιτούμενη συγκέντρωση στη θέση δράσης της, διακόπτει μια σημαντική λειτουργία για τη ζωή του εντόμου και έτσι το θανατώνει. Οποιαδήποτε μεταβολή σε αυτό το βιολογικό μονοπάτι, μπορεί να επιφέρει το σταμάτημα της δράσης της τοξικής ουσίας και την εκδήλωση ανθεκτικότητας (Becker et al. 2010).

Κύριοι μηχανισμοί ανθεκτικότητας (Εικόνα 1.21) είναι: η αλλαγή της θέσης-στόχου, ώστε το βιοκτόνο να μη μπορεί να συνδεθεί, η εμφάνιση νέων ή περισσότερων ενζύμων που απόδομούν τη δραστική ουσία, η μείωση της

πρόσληψης του βιοκτόνου από το έντομο (μέσω μείωσης της διαπερατότητας του περιβλήματος του) και η αποφυγή λήψης του βιοκτόνου, λόγω αλλαγών στη συμπεριφορά του εντόμου (Becker *et al.* 2010, IRAC 2014).



Εικόνα 1.21: Μηχανισμοί ανθεκτικότητας στα βιοκτόνα

Πηγή: <https://irac-online.org/content/uploads/Slides-Set-from-Mini-Vector-Manual-April12.pdf>

Η ανθεκτικότητα σε κάποιο βιοκτόνο θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί εύκολα, με τη διακοπή της χρήσης του και την αντικατάσταση από ένα άλλο. Στην πράξη όμως υπάρχουν αρκετές δυσκολίες, εξαιτίας του γεγονότος ότι εμφανίζονται φαινόμενα διασταυρούμενης ανθεκτικότητας (cross-resistance) ή και πολλαπλής (multiple resistance). Διασταυρούμενη ανθεκτικότητα έχουμε, όταν εμφανίζεται ανθεκτικότητα σε δύο ή και περισσότερες δραστικές ουσίες, με τον ίδιο μηχανισμό δράσης, μετά από έκθεση του πληθυσμού στη μια από αυτές τις ουσίες. Αντίθετα πολλαπλή ανθεκτικότητα ονομάζεται το φαινόμενο, κατά το οποίο ένας πληθυσμός αναπτύσσει ανθεκτικότητα σε δύο ή πιο πολλές δραστικές με διαφορετικό όμως μηχανισμό δράσης, εξαιτίας της ταυτόχρονης ή και διαδοχικής έκθεσης σε αυτές (Κολιόπουλος 2011).

Σε περίπτωση μη έγκαιρου εντοπισμού μιας ανθεκτικότητας, είναι πιθανό μια επέμβαση με εντομοκτόνο να αποτύχει. Συνήθως, το κριτήριο για να θεωρηθεί ότι έχει εμφανιστεί ανθεκτικότητα, είναι όταν περισσότερο από το 20% των ατόμων που συλλέχτηκαν στο πεδίο επιβιώνει, μετά την εφαρμογή της «διαγνωστικής δόσης» με τα ειδικά Kit του WHO. Ως «διαγνωστική δόση» περιγράφεται αυτή που προκαλεί

πλήρη θανάτωση σε μια σειρά εντόμων, στα οποία δεν είχε ποτέ επιδράσει η συγκεκριμένη ουσία και, κατά συνέπεια, θεωρούνται ευαίσθητα (Becker *et al.* 2010).

Για να αποφύγουμε την εκδήλωση φαινομένων ανθεκτικότητας, θα πρέπει να λαμβάνουμε μια σειρά μέτρων. Έτσι, θα πρέπει να προστατεύουμε τους φυσικούς εχθρούς, να εφαρμόζουμε εναλλακτικά μέσα καταπολέμησης (μηχανικά, βιολογικά), να μειώνουμε τις επεμβάσεις με ένα βιοκτόνο και να χρησιμοποιούμε και άλλα με διαφορετικό τρόπο δράσης, να εφαρμόζουμε μόνο τις χαμηλότερες αποτελεσματικές δόσεις και να μην ψεκάζουμε με το ίδιο βιοκτόνο σε μεγάλες εκτάσεις. Καλό είναι, τα σκευάσματα που χρησιμοποιούμε, να έχουν μικρή υπολειμματική διάρκεια. Τέλος, θα πρέπει να διενεργούνται βιοδοκιμές ανθεκτικότητας κατά προτίμηση από ανεξάρτητο φορέα, διαφορετικό από αυτόν που υλοποιεί το πρόγραμμα καταπολέμησης (Κολιόπουλος 2011).

## **1.6 Τα κουνούπια στην Ελλάδα**

Το πρόβλημα με τα κουνούπια στην Ελλάδα ξεκινάει από τα αρχαία χρόνια. Σύμφωνα με τους Σάββας και Καρδαμάτης (1907) τουλάχιστον 2 από τους άθλους του Ηρακλή (Στυμφαλίδες Όρνιθες και Λερναία Ύδρα) έχουν να κάνουν με τα κουνούπια. Οι πρώτες όμως ουσιαστικές προσπάθειες καταγραφής και αντιμετώπισης του προβλήματος έγιναν στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, όταν και άρχισε να γίνεται κατανοητή η συσχέτιση των κουνουπιών με την ασθένεια της ελονοσίας. Τις μελέτες της εποχής εκείνης είχαν αναλάβει κυρίως ξένοι στρατιωτικοί γιατροί, που συνόδευαν τα συμμαχικά στρατεύματα του Α' παγκοσμίου πολέμου. Τα θέματα των ερευνών αφορούσαν τα είδη που είχαν υγειονομική σημασία, με κυριότερα όσα είχαν να κάνουν με τη μετάδοση της ελονοσίας (Λύτρα 2015).

Σημαντική συμβολή στη διερεύνηση του θέματος εκείνη την εποχή έπαιξαν η ίδρυση του «Συλλόγου προς Περιστολήν των Ελωδών Νόσων» το 1905, με τη συμμετοχή στρατιωτικών γιατρών και πανεπιστημιακών δασκάλων, καθώς και ίδρυση της Υγειονομικής Σχολής Αθηνών το 1929, με τη συμμετοχή πολλών ξένων επιστημόνων (Λύτρα 2015).

Ο Κολιόπουλος (2011) αναφέρει έναν κατάλογο 64 εργασιών, που είχαν πραγματοποιηθεί στη χώρα μας μέχρι το 1950 και σχετίζονταν με τα κουνούπια. Σημειώνει μεταξύ άλλων και τα εξής: η ποιότητα και η ποσότητα των μελετών ήταν για τα δεδομένα της εποχής αξιοσημείωτα, όλες οι μελέτες αφορούσαν το διάστημα



μεταξύ των δύο παγκόσμιων πολέμων και είχαν διενεργηθεί από ξένους κυρίως ερευνητές, οι οποίοι ορισμένες φορές συνεργάζονταν και με Έλληνες. Τα είδη, που είχαν διαπιστωθεί ότι βρίσκονταν στη χώρα μας, μέχρι εκείνη την εποχή ήταν 38, σύμφωνα κυρίως με την εργασία του Πανταζή (1932).

Παρά τη μέχρι εκείνη τη στιγμή σημαντική ερευνητική προσπάθεια, μετά το τέλος του Β' παγκόσμιου πολέμου έπαψε να γίνεται ουσιαστική μελέτη των κουνουπιών. Συνέχισε όμως ο ανθελονοσιακός αγώνας ώσπου, στις αρχές της δεκαετίας του 70', εκριζώθηκε η ελονοσία από τη χώρα μας. Στη συνέχεια όμως, άρχισαν να ατονούν και τα προγράμματα καταπολέμησης των κουνουπιών και σταδιακά να επανεμφανίζονται αυξημένοι πληθυσμοί. Μετά τη δεκαετία του 90', η αύξηση του παγκόσμιου ενδιαφέροντος για τα εντομομεταδιδόμενα νοσήματα έδωσε το έναυσμα για επανέναρξη τόσο της έρευνας, όσο και της αντιμετώπισης των κουνουπιών (Κολιόπουλος 2011).

Σημαντικά δεδομένα για την σύγχρονη κατάσταση των κουνουπιών στη χώρα μας έδωσε το «Ειδικό πρόγραμμα ελέγχου για τον ιό του Δυτικού Νείλου και την ελονοσία, ενίσχυση της επιτήρησης στην ελληνική επικράτεια». Έγινε με την ενίσχυση του ΕΣΠΑ 2007-2013 «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού». Σε αυτό συμμετείχαν διάφοροι ερευνητικοί, δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς. Κύριες περιοχές έρευνας ήταν αυτή του Μαραθώνα-Σχοινιά και του Δήμου Ευρώτα Λακωνίας. Ταυτόχρονα όμως, εξετάστηκαν και δείγματα κουνουπιών, τα οποία έστειλαν συνεργαζόμενες εταιρίες, από διάφορες περιφέρειες της χώρας. Χρησιμοποιήθηκαν διάφορες τεχνικές παγίδευσης κουνουπιών (προνομφοσυλλογή, παγίδες φωτός, «ανθρώπινο δόλωμα»). Έτσι, συγκεντρώθηκε ένα μεγάλο δείγμα από διάφορα είδη κουνουπιών. Παράλληλα, έγινε αξιολόγηση της υπολειμματικής διάρκειας εφαρμογής εντομοκτόνων σε διάφορες επιφάνειες, καταγραφή εστιών ανάπτυξης και άλλες δράσεις. Σκοπός του προγράμματος ήταν να αποτελέσει τη βάση για τον αποτελεσματικό έλεγχο της ελονοσίας και του ιού του Δυτικού Νείλου στις εν λόγω περιοχές ([www.malwest.gr](http://www.malwest.gr)).

Κατά καιρούς έχουν εκδοθεί κατάλογοι με τον αριθμό των κουνουπιών της Ελλάδας. Η Λύτρα (2015) παρουσιάζει έναν κατάλογο από τα 64 είδη κουνουπιών που έχουν βρεθεί στη χώρα μας. Βασίζεται κυρίως σε ένα αντίστοιχο κατάλογο της Σαμανίδου-Βογιατζόγλου (2011). Τα είδη αυτά κατατάσσονται σε 2 υποοικογένειες και 8 γένη (Πίνακας 1.5).

Στη χώρα μας υπάρχουν οι συνθήκες για εκδήλωση επιδημιών. Τα επίπεδα ανοσίας, για τις ασθένειες που μεταδίδονται από τα κουνούπια, είναι πολύ χαμηλό. Αρκεί η εισαγωγή ενός ή λίγων κρουσμάτων κάποιας νόσου να ξεφύγει από την προσοχή των αρχών και να ξεσπάσει μια τοπική ή πιο ευρεία επιδημία. Η αθρόα είσο-

Πίνακας 1.5: Είδη κουνουπιών που έχουν εντοπιστεί στην Ελλάδα.

<p><b><u>Υποοικογένεια Anophelinae</u></b>  <b><i>Anopheles (Anopheles)</i></b>            1. <i>An. algeriensis</i> Theobald 1903            2. <i>An. atroparvus</i> Van Thiel 1927 (#)            3. <i>An. claviger</i> (Meigen) 1804            4. <i>An. hyrcanus</i> (Pallas) 1771            5. <i>An. labranchiae</i> Falleroni 1926            6. <i>An. maculipennis</i> Meigen 1818            7. <i>An. marteri</i> Senevet and Prunnelle 1927            8. <i>An. marteri sogdianus</i> Keshishian 1938            9. <i>An. melanoon</i> Hackett 1934            10. <i>An. messeae</i> Falleroni 1926 (*)            11. <i>An. petragrani</i> Del Vecchio 1939 (#)            12. <i>An. plumbeus</i> Stephens 1828            13. <i>An. pseudopictus</i> (Grassi) 1889            14. <i>An. sacharovi</i> Favre 1903            15. <i>An. subalpinus</i> Hackett and Lewis 1935  <b><i>Anopheles (Cellia)</i></b>            16. <i>An. cinereus hispaniola</i> (Theobald) 1903 (*)            17. <i>An. sergentii</i> (Theobald) 1907            18. <i>An. superpictus</i> Grassi 1899</p> <p><b><u>Υποοικογένεια Culicinae</u></b>  <b><i>Aedes (Aedimorphus)</i></b>            19. <i>vexans</i> (Meigen) 1830  <b><i>Aedes (Stegomyia)</i></b>            20. <i>Ae. aegypti</i> (Linnaeus) 1762            21. <i>Ae. albopictus</i> (Skuse) 1895            22. <i>Ae. cretinus</i> Edwards 1921  <b><i>Ochlerotatus (Finlaya)</i></b>            23. <i>Oc. echinus</i> Edwards 1920            24. <i>Oc. geniculatus</i> (Olivier) 1791  <b><i>Ochlerotatus (Ochlerotatus)</i></b>            25. <i>Oc. annulipes</i> (Meigen) 1830            26. <i>Oc. berlandi</i> (Seguy) 1921            27. <i>Oc. cantans</i> (Meigen) 1818 (#)            28. <i>Oc. caspius</i> (Pallas) 1771            29. <i>Oc. catafylla</i> (Dyar) 1916            30. <i>Oc. communis</i> (De Geer) 1776            31. <i>Oc. detritus</i> (Haliday) 1833            32. <i>Oc. dorsalis</i> (Meigen) 1830            33. <i>Oc. mariae</i> (Sergent and Sergent) 1903</p>	34. <i>Oc. pulcritarsis</i> (Rondani) 1872 35. <i>Oc. pullatus</i> (Coquillett) 1904 36. <i>Oc. punctor</i> (Kirby) 1837 37. <i>Oc. sticticus</i> (Meigen) 1838 38. <i>Oc. zammitii</i> (Theobald) 1903 <b><i>Ochlerotatus (Rusticoidus)</i></b> 39. <i>Oc. lepidonotus</i> (Edwards) 1920 40. <i>Oc. refiki</i> (Medschid) 1928 (#) 41. <i>Oc. rusticus</i> (Rossi) 1790 (*) <b><i>Coquillettidia (Coquillettidia)</i></b> 42. <i>Co. buxtoni</i> (Edwards) 1923 (#) 43. <i>Co. richiardii</i> (Ficalbi) 1889 <b><i>Culex (Barraudius)</i></b> 44. <i>Cx. modestus</i> Ficalbi 1889 45. <i>Cx. pusillus</i> Macquart 1850 <b><i>Culex (Culex)</i></b> 46. <i>Cx. laticinctus</i> Edwards 1913 47. <i>Cx. mimeticus</i> Noe 1899 48. <i>Cx. perexiguus</i> Theobald 1903 49. <i>Cx. pipiens</i> Linnaeus 1758 50. <i>Cx. theileri</i> Theobald 1903 51. <i>Cx. torrentium</i> Martini 1925 (#) 52. <i>Cx. tritaeniorhynchus</i> Giles 1901 <b><i>Culex (Maillotia)</i></b> 53. <i>Cx. hortensis</i> Ficalbi 1889 <b><i>Culex (Neoculex)</i></b> 54. <i>Cx. impudicus</i> Ficalbi 1890 (#) 55. <i>Cx. martinii</i> Medschid 1930 (#) 56. <i>Cx. territans</i> Walker 1856 <b><i>Culiseta (Allotheobaldia)</i></b> 57. <i>longiareolata</i> (Macquart) 1838 <b><i>Culiseta (Culicella)</i></b> 58. <i>Cs. fumipennis</i> (Stephens) 1825 59. <i>Cs. morsitans</i> (Theobald) 1901 <b><i>Culiseta (Culiseta)</i></b> 60. <i>Cs. annulata</i> (Schrank) 1776 61. <i>Cs. glaphyoptera</i> (Schiner) 1864 (#) 62. <i>Cs. subochrea</i> (Edwards) 1921 <b><i>Orthopodomyia</i></b> 63. <i>Or. pulcripalpis</i> (Rondani) 1872 <b><i>Uranotaenia (Pseudoficalbia)</i></b> 64. <i>Ur. unguiculata</i> Edwards 1913
---	--

Πηγή: Λύτρα Ι., 2015. Μελέτη επί της παρουσίας των Culicidae στην Ελλάδα, της μοριακής ταξινόμησης αυτών και της εποχικής διακύμανσης και του κρατούντος συστήματος αντιμετώπισής τους στους ορυζώνες. Αξιολόγηση βιοκτόνων κατά του *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). Διδακτορική διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

οδος τουριστών, εργατών και μεταναστών από το εξωτερικό, οι οποίοι συχνά προέρχονται από χώρες όπου κάποιες ασθένειες ενδημούν, μπορεί να αποτελέσει την κατάλληλη δίοδο για την είσοδο αυτών των κρουσμάτων. Παρά την εξαφάνιση του είδους *Ae. aegypti*, που ήταν πολύ σημαντικός διαβιβαστής ασθενειών, η είσοδος του συγγενικού του είδους *Ae. albopictus*, έχει προετοιμάσει το έδαφος για γρήγορη

εξάπλωση μιας επιδημίας. Η εντομολογική και επιδημιολογική επιτήρηση πρέπει να είναι διαρκής (Κολιόπουλος 2011).

Ο Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας (ΕΟΔΥ) ελέγχει κάθε χρόνο την εξέλιξη των εισαγόμενων, αλλά και των αυτόχθονων κρουσμάτων αρμποιώσεων. Ήδη έχει παρατεθεί, σε προηγούμενα κεφάλαια, ο πίνακας με τα κρούσματα ιού του Δυτικού Νείλου στη χώρα μας για τα έτη 2010-2021 και ο αντίστοιχος για την ελονοσία . Εδώ παραθέτουμε και αυτόν που αφορά στα εισαγόμενα περιστατικά ιών Ζίκα, Chikungunya και Δάγκειου πυρετού για την περίοδο 2013-2020.

Πίνακας 1.6: Κρούσματα ιών Ζίκα, Chikungunya και Δάγκειου πυρετού στη χώρα μας τα έτη 2013-2020.

<b>Νόσος</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
<b>Δάγκειος πυρετός</b>	1	4	2	2	1	2	10	1
<b>Chikungunya</b>	0	1	0	2	0	1	2	0
<b>Νόσος από ιό Ζίκα</b>	0	0	0	2	1	2	0	0

Πηγή: Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας, 2021a. Εγρήγορη για κρούσματα Δάγκειου πυρετού, Chikungunya και λοίμωξης από ιό Ζίκα (νοσημάτων που μεταδίδονται με κουνούπια του γένους *Aedes*).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Σχετικά με την εξεταζόμενη περιοχή

### 2.1 Η περιοχή του Δήμου Ευρώτα

Στην παρούσα μελέτη θα εξεταστούν επιμέρους θέματα, που σχετίζονται με το πρόβλημα των κουνουπιών στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας. Ο όρος «Ευρώτας» αναφέρεται τόσο στον ποταμό, όσο και στο ομώνυμο δήμο. Ο Δήμος Ευρώτα δημιουργήθηκε το 2010 σύμφωνα με το Ν. 3852/2010 και το πρόγραμμα Καλλικράτης. Προέκυψε από τη συγχώνευση πέντε πρώην Δήμων του προγράμματος «Καποδίστριας», οι οποίοι είχαν λειτουργήσει μεταξύ 01-01-1999 και 31-12-2010. Οι Δήμοι αυτοί ήταν: ο Δήμος, Σκάλας, ο Δήμος Γερωνθρών, ο Δήμος Κροκεών, ο Δήμος Νιάτων και ο Δήμος Έλους. Υπάγεται στην Περιφερειακή Ενότητα Λακωνίας, της Περιφέρειας Πελοποννήσου και έχει έδρα του τη Σκάλα. Καταλαμβάνει μια έκταση 654,3 km<sup>2</sup> και σύμφωνα με την απογραφή του 2011 έχει συνολικό πληθυσμό 17.786 κατοίκους. Περιλαμβάνει 2 Δημοτικές κοινότητες (Σκάλας και Βλαχιώτη) και 23 Τοπικές Κοινότητες (Wikipedia 2022a, Δήμος Ευρώτα 2011).

Προς τα δυτικά του Δήμου Ευρώτα, και στις παρυφές του Ταυγέτου, υπάρχει το πευκοδάσος του Βασιλακίου, ενώ στα ανατολικά υπάρχει η απόληξη του Πάρνωνα και το ελατόδασος της Κρεμαστής. Νότια υπάρχει μια πολύ εκτεταμένη ακτογραμμή με διάφορες παραλίες. Την περιοχή διατρέχουν δύο ποταμοί: ο ποταμός Ευρώτας και ο ποταμός Βασιλοπόταμος (envrotas.gov.gr 2022).

Ο ποταμός Ευρώτας (Εικόνα 2.1) πηγάζει νότια της Μαντινείας, στο αρκαδικό οροπέδιο και αφού περάσει ανάμεσα στις οροσειρές του Πάρνωνα και του Ταυγέτου διασχίζει τη Λακωνία κάθετα και εκβάλλει στο Λακωνικό Κόλπο. Έχει μήκος περίπου 82 χιλιόμετρα και το όνομα του σημαίνει «καλή ροή». Το Δέλτα του ποταμού είναι ένας σημαντικότερος βιότοπος, ειδικά για τα αποδημητικά, αλλά και τα ενδημικά πουλιά. Σε μεγάλο βαθμό το φυσικό τοπίο γύρω από τον ποταμό έχει αλλοιωθεί, από την επέκταση των αγροτικών κυρίως δραστηριοτήτων, με πρώτη αυτή της καλλιέργειας της πορτοκαλιάς. Κατά το παρελθόν υπήρχαν καλλιέργειες ρυζιού που, σε συνδυασμό με τις εκτάσεις από θίνες, καλαμώνες, λειμώνες και λοιπή παραποτάμια βλάστηση, αποτελούσαν χώρους διαβίωσης και ωτοκίας για τεράστιο αριθμό πτηνών. Από αυτά, πάνω από 210 σπάνια είδη πτηνών κινδυνεύουν στις μέρες μας να χαθούν. Η περιοχή του Δέλτα του ποταμού Ευρώτα έχει ενταχθεί στο

Ευρωπαϊκό δίκτυο NATURA και στον κατάλογο «Φύση - 2000» (evrotas.gov.gr 2022, Δήμος Ευρώτα 2011).



Εικόνα 2.1: Οι εκβολές του ποταμού Ευρώτα στη Λακωνία  
Πηγή: <https://www.evrotas.gov.gr/potamos-eyrotas>

Πέρα από το παράκτιο Δέλτα του ποταμού, υπάρχουν και άλλοι τύποι υδροβιότοπων που τον περιβάλλουν: το παράκτιο και εσωτερικό μονίμως κατακλυσμένο έλος αλμυρού/υφάλμυρου νερού, το εσωτερικό περιοδικώς κατακλυζόμενο έλος αλμυρού/υφάλμυρου και τα εσωτερικώς μονίμως ή περιοδικώς κατακλυζόμενα έλη γλυκού νερού. Η περιοχή «Διβάρι» την άνοιξη σχηματίζει μια λίμνη από υφάλμυρα νερά, που γεμίζει από υδρόβια και παρυδάτια πουλιά (Δήμος Ευρώτα 2011).



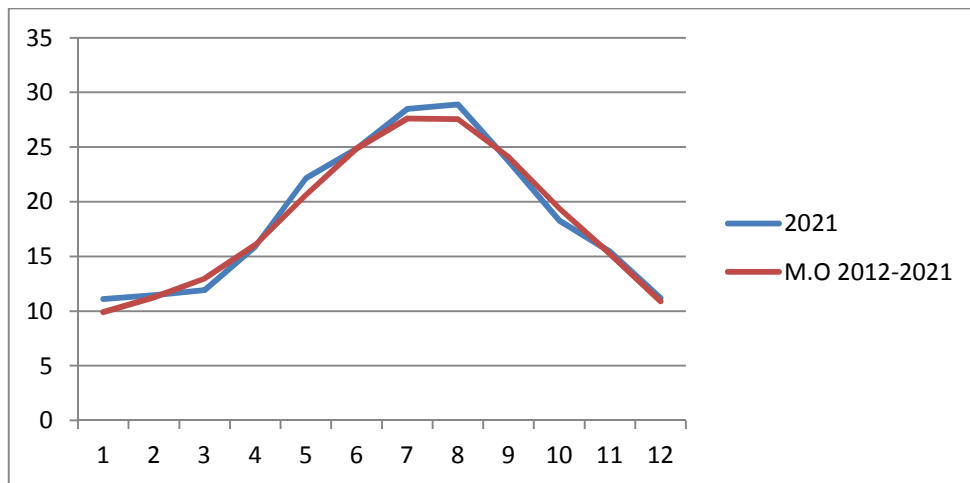
Εικόνα 2.2: Ο ποταμός Βασιλοπόταμος  
Πηγή: <https://www.evrotas.gov.gr/potamos-vasilopotamos>

Ένας, πιο μικρός ποταμός, που πηγάζει από το κέντρο της Σκάλας, είναι ο Βασιλοπόταμος (Εικόνα 2.2). Εκβάλλει κι αυτός στο Λακωνικό κόλπο. Κατά την πρώιμη περίοδο της ενετοκρατίας είχε καλυφθεί με τοίχους, ώστε να αποτελέσει πλωτό ποτάμι, για εμπορικούς σκοπούς. Μέσα του έχει βρεθεί το ενδημικό είδος ψαριού, που ονομάζεται «Χρυσή Μενίδα» ή *Tropidophoxinellus spartiaticus* (envrotas.gov.gr 2022).

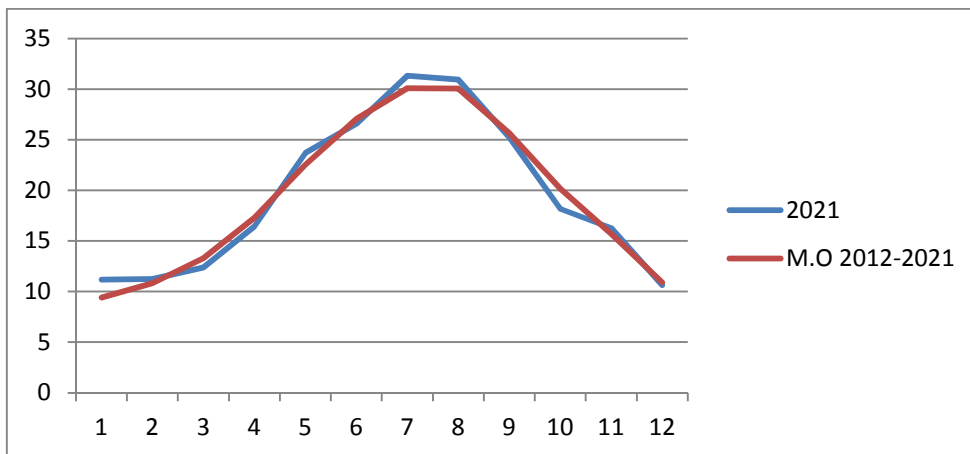
Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης τοποθετήθηκαν παγίδες κουνουπιών σε έξι οικισμούς του Δήμου. Στη δημοτική ενότητα Κροκεών εξετάστηκαν οι οικισμοί Δαφνί (859 κάτοικοι το 2011) και Κροκεές (1140 κάτοικοι). Στη δημοτική ενότητα Σκάλας οι οικισμοί Σκάλα (3026 κάτοικοι) και Στεφανιά (468 κάτοικοι). Στη δημοτική ενότητα Έλους οι οικισμοί Αστέρι (260 κάτοικοι) και Βλαχιώτη (2042 κάτοικοι). Οι τέσσερις πρώτοι βρίσκονται στα ανατολικά του ποταμού Ευρώτα και οι δύο τελευταίοι στα δυτικά. Οι περιοχές Σκάλας και Βλαχιώτη θεωρούνται βασικά αστικού τύπου, ενώ οι υπόλοιπες αγροτικού. Τα έδαφος θεωρείται γενικά πεδινό, ενώ τα υψόμετρα είναι χαμηλά: το Δαφνί και οι Κροκεές είναι περίπου στα 300 μέτρα, η Στεφανιά στα 56, το Βλαχιώτη στα 31 και η Σκάλα με το Αστέρι στα 20 μέτρα (Δήμος Ευρώτα 2011, Wikipedia 2022a).

## 2.2 Κλιματικά δεδομένα 2021

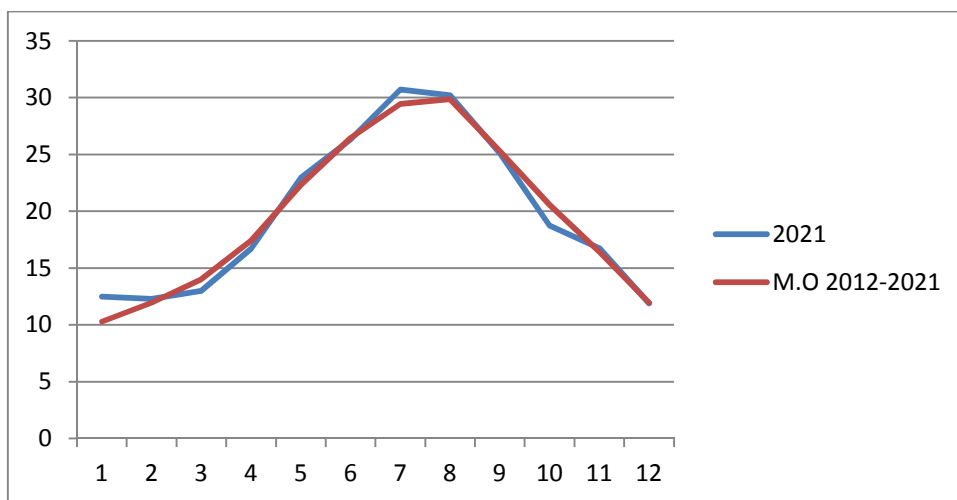
Για τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής ζητήθηκαν στοιχεία από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ). Σύμφωνα με την ενημέρωση που λάβαμε, δεν υπάρχει σταθμός μετρήσεων στη συγκεκριμένη περιοχή. Οι πλησιέστεροι σταθμοί είναι αυτοί της Καλαμάτας και της Ελαφονήσου. Μάλιστα τα μετεωρολογικά δεδομένα του δεύτερου είναι ελλιπή, λόγω βλάβης του (αυτόματου) σταθμού. Έτσι, για να μπορέσει να γίνει κατανοητή η μετεωρολογική κατάσταση της περιοχής, για την εξεταζόμενη περίοδο, παρατίθενται στοιχεία τόσο από το σταθμό της Καλαμάτας, όσο και από αυτούς της Ελευσίνας και του Ελληνικού. Στα γραφήματα, που έχουν προκύψει από επεξεργασία των δεδομένων που παρελήφθησαν, εικονίζονται οι μέσες θερμοκρασίες, τα ύψη βροχής και οι σχετικές υγρασίες στους τρεις μετεωρολογικούς σταθμούς, για το έτος 2021 και ο μέσος όρος των ετών 2012-2021.



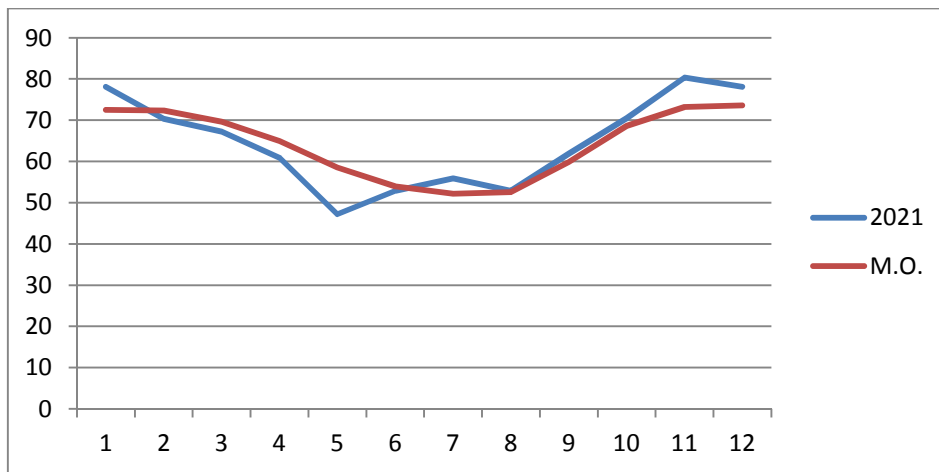
Γράφημα 2.1: Καλαμάτα μέση θερμοκρασία (σε °C - μέσος όρος θερμοκρασιών κάθε μήνα)  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)



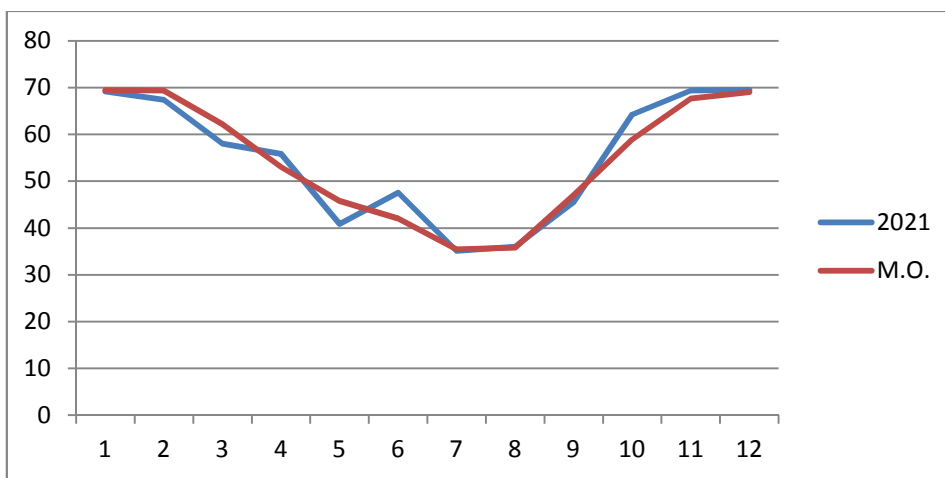
Γράφημα 2.2: Ελευσίνα μέση θερμοκρασία (σε °C - μέσος όρος θερμοκρασιών κάθε μήνα)  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)



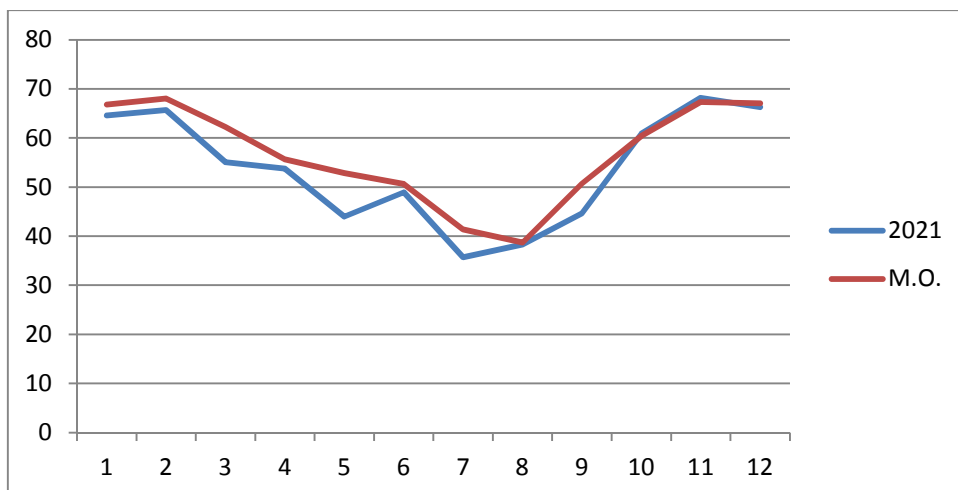
Γράφημα 2.3: Ελληνικό μέση θερμοκρασία (σε °C - μέσος όρος θερμοκρασιών κάθε μήνα)  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)



Γράφημα 2.4: Καλαμάτα σχετική υγρασία (μέσος όρος για κάθε μήνα)  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)

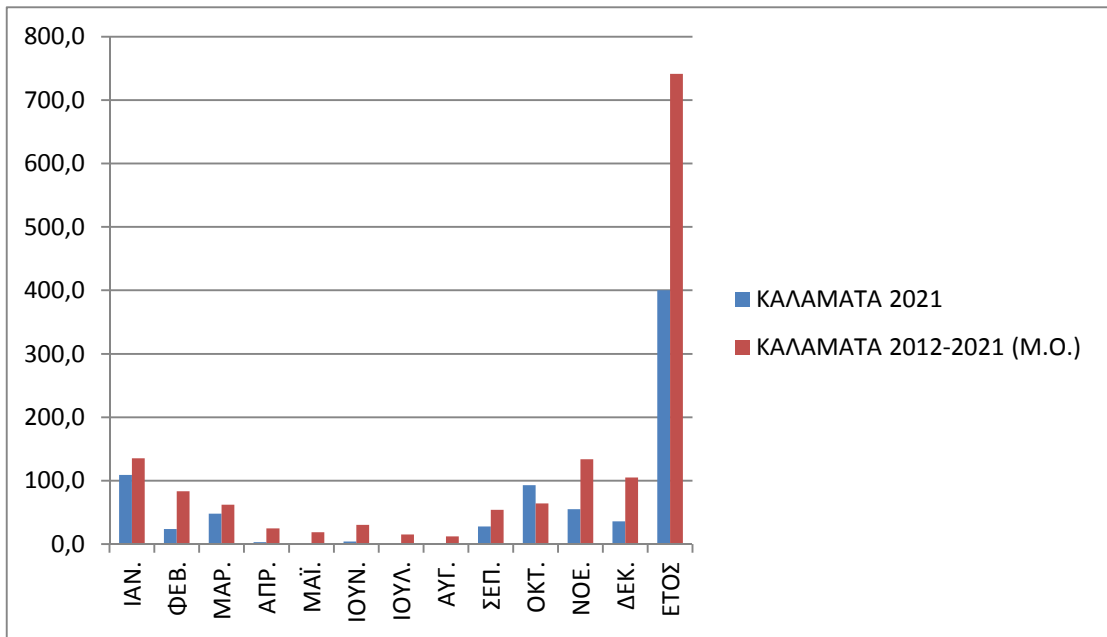


Γράφημα 2.5: Ελευσίνα σχετική υγρασία (μέσος όρος για κάθε μήνα)  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)

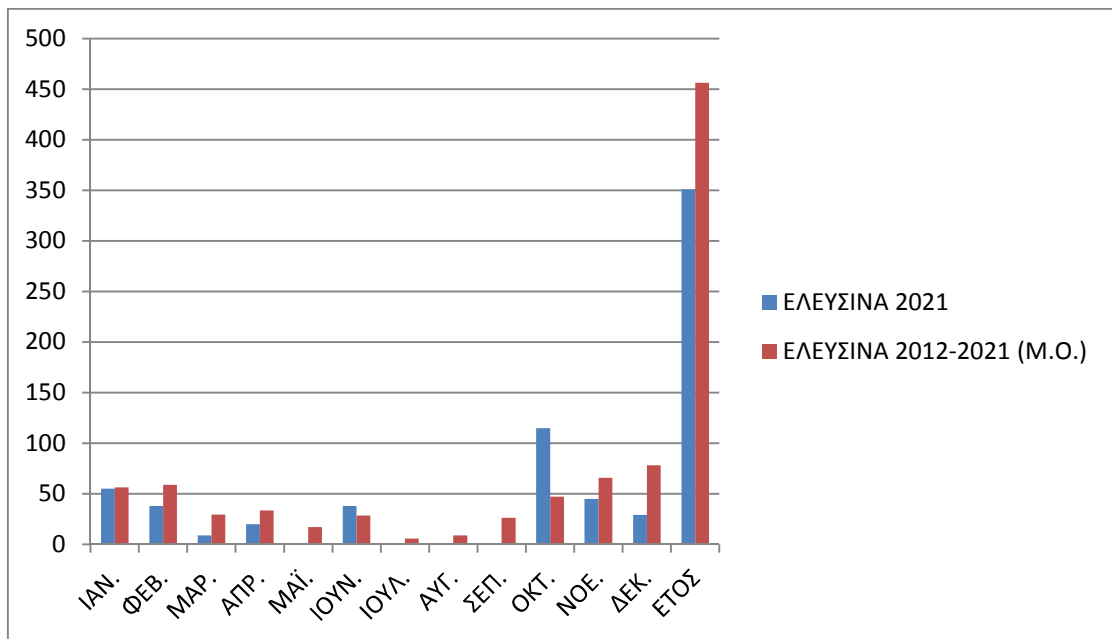


Γράφημα 2.6: Ελληνικό σχετική υγρασία (μέσος όρος για κάθε μήνα)  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)

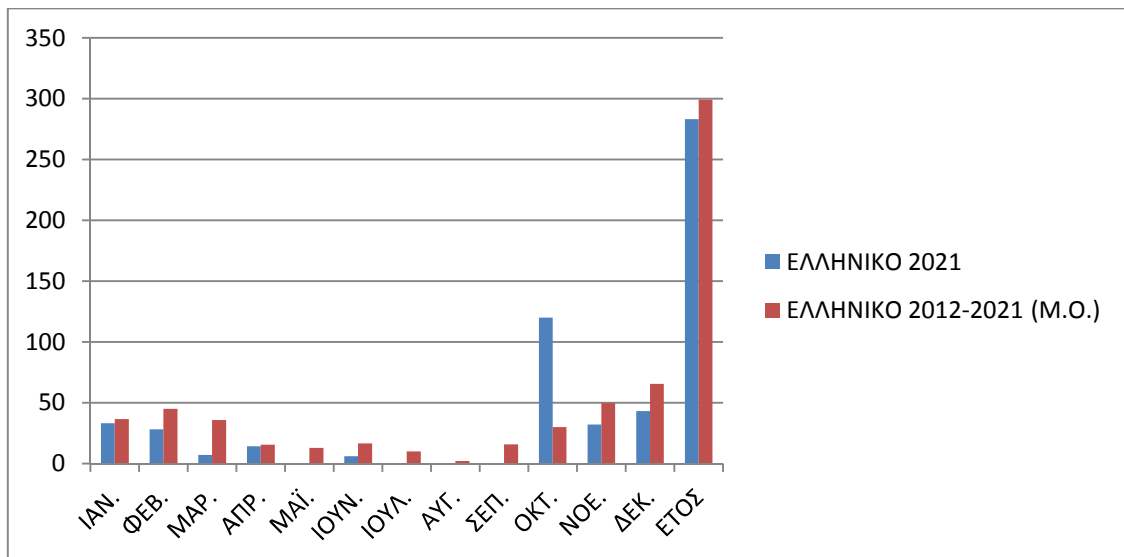




Γράφημα 2.7: Καλαμάτα ύψος βροχής (σε χιλιοστά) κάθε μήνα  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)



Γράφημα 2.8: Ελευσίνα ύψος βροχής (σε χιλιοστά) κάθε μήνα  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)



Γράφημα 2.9: Ελληνικό ύψος βροχής (σε χιλιοστά) κάθε μήνα  
 Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (2022)

Και στους τρεις μετεωρολογικούς σταθμούς εμφανίζεται μια απόκλιση κατά το έτος 2021, σε σχέση με τους μέσους όρους των ετών 2012 - 2021, τόσο σε επίπεδο μέσων θερμοκρασιών όσο και στο ύψος βροχής, για τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Συγκεκριμένα, οι θερμοκρασίες του έτους 2021, για τους δύο αυτούς μήνες, ήταν αυξημένες και στους τρεις σταθμούς, σε σχέση με το μέσο όρο των προηγούμενων ετών. Χαρακτηριστική είναι επίσης και η παντελής έλλειψη βροχοπτώσεων και στους τρεις σταθμούς για αυτούς τους μήνες. Μάλιστα, και τα συνολικά ύψη βροχής για όλο το 2021 εμφανίζονται χαμηλότερα από το μέσο όρο των προηγούμενων ετών. Η Καλαμάτα αντί για 741,13 mm μέσο ύψος βροχής (για τα έτη 2012 – 2021) το 2021 έχει μόλις 400,1 mm. Αντίστοιχα, η Ελευσίνα αντί για 456,1 mm έχει 350,7 mm και το Ελληνικό αντί για 299 mm έχει 283 mm. Το φαινόμενο θα εμφανιζόταν πιθανώς πιο έντονο, αν στο μέσο όρο των προηγούμενων ετών δε συμπεριλαμβανόταν και το ίδιο το 2021.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το 2021 ήταν μια γενικά άνυδρη χρονιά, για τις περιοχές που ήταν τοποθετημένοι οι μετεωρολογικοί σταθμοί. Στην περιοχή του Ευρώτα η ΕΜΥ δε διαθέτει κάποιο σταθμό. Παρόλα αυτά οι μετρήσεις των άλλων σταθμών φαίνεται ότι ταιριάζουν και με την κατάσταση που υπήρχε και στην εξεταζόμενη περιοχή, καθώς και εδώ υπήρχαν έντονη ανομβρία και ασυνήθιστα υψηλές μέσες θερμοκρασίες κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο.

Η ύπαρξη μικρών ή μεγαλύτερων υδάτινων συλλογών σε μια περιοχή είναι κρίσιμη για τον πολλαπλασιασμό των κουνουπιών. Η έντονη απουσία βροχοπτώσεων για μια παρατεταμένη περίοδο, πρέπει να θεωρείται δεδομένο, ότι έχει επηρεάσει την ανάπτυξη των πληθυσμών των κουνουπιών, ιδιαίτερα εκείνων που δεν έχουν μηχανισμούς άμυνας κατά της ξηρασίας (π.χ. διάπαυση στο στάδιο του ωού). Βέβαια επιφάνειες με νερό μπορεί να σχηματιστούν και από άλλους παράγοντες, όπως η άρδευση ή άλλες ανθρωπινές ενέργειες.

### 2.3 Ανασκόπηση του προβλήματος στην περιοχή

Η ιδιαίτερα πλούσια υδρογραφία της περιοχής του Ευρώτα (Εικόνα 2.3) είχε σα συνέπεια, να είναι πάντα στο επίκεντρο της προσοχής, για την παρουσία μεγάλων πληθυσμών κουνουπιών και μετάδοσης αρμοπιώσεων. Παρά την αποξήρανση μεγάλου μέρους από τους παλιότερους ορυζώνες, συνεχίζει να υπάρχει μια μεγάλη έκταση αρδευτικών και στραγγιστικών καναλιών. Όπως αναφέρθηκε, μετά το 1974 όλη η ελληνική επικράτεια θεωρούνταν ως απαλλαγμένη από περιστατικά ελονοσίας. Ξαφνικά όμως, το 2009, εμφανίστηκε στην περιοχή μια συρροή 8 κρουσμάτων, τα οποία δε μπορούσαν να σχετιστούν με ταξίδι στο εξωτερικό (αυτόχθονα κρούσματα). Την επόμενη χρονιά (2010) εμφανίστηκε 1 περιστατικό, αλλά το 2011 η κατάσταση άρχισε να ξεφεύγει, αφού εντοπίστηκαν 36 αυτόχθονα κρούσματα και 23 ακόμα εισαγόμενα (από Αφγανιστάν και Πακιστάν). Το 2012 ακολούθησε με 17 εισαγόμενα και 10 αυτόχθονα περιστατικά (Malwest 2013a).



Εικόνα 2.3: Στην περιοχή που περιβάλλει τον Ευρώτα υπάρχει πλούσιο υδρογραφικό δίκτυο

Αυτό έθεσε τις αρχές σε άμεσο συναγερμό. Σε συνεργασία με το πρόγραμμα Malwest (ΕΣΠΑ), πολλοί φορείς έσπευσαν για τη διερεύνηση των αιτίων αυτής της απότομης έξαρσης. Έτσι, έγινε καταγραφή των εστιών ανάπτυξης και των σημείων ανάπαυσης, εγκατάσταση παγίδων ακμαίων κουνουπιών και συλλήψεις τελείων κουνουπιών με την τεχνική “human bait”. Επίσης, συλλέχθηκαν και ατελή στάδια των κουνουπιών (προνύμφες και νύμφες). Στη συνέχεια όλα τα δείγματα εξετάστηκαν στο εργαστήριο, για τον προσδιορισμό του είδους τους και καταμετρήθηκαν. Τα είδη κουνουπιών που εντοπίστηκαν, ανεξαρτήτως τρόπου δειγματοληψίας, ήταν: *Culex pipiens*, *Anopheles sacharovi*, *Ochlerotatus caspius*, *Oc. detritus*, *Culiseta longiareolata*, *Cu. annulata*, *Cu. subochrea*, *Aedes albopictus*, *Coquilletidia richiardii* και *Culex territans*. Κυρίαρχο είδος, ανάμεσα σε αυτά που εντοπίστηκαν σε παγίδες ακμαίων, ήταν το *Culex pipiens* (69%) και επόμενο το *Anopheles sacharovi* (20,1%). Ανάμεσα σε αυτά, που προέκυψαν από την εκτροφή προνυμφών, βρέθηκαν 89% *Culex pipiens* και 5% *Anopheles sacharovi*. Αντίθετα το κυρίαρχο είδος στις θέσεις ανάπαυσης σε κλειστούς χώρους ήταν το *An. sacharovi* με ποσοστό 82% (Malwest 2013b, Συλλογικό έργο 2013).

Κάθε χρόνο, μετά το 2011, εκτελούνται στην περιοχή προγράμματα ενεργητικής επιτήρησης κρουσμάτων ελονοσίας. Παράλληλα συνεχίζεται και η εντομολογική επιτήρηση για τα κουνούπια. Σημαντικό μέτρο αντιμετώπισής τους είναι οι διενεργούμενοι ψεκασμοί στις εστίες ανάπτυξης. Η διανομή κουνουπιέρων εμποτισμένων με εντομοκτόνο σε καταλύματα μεταναστών, που έχει ξεκινήσει από το 2013, έχει συμβάλει και αυτή στον περιορισμό του προβλήματος. Η εφαρμογή όλων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα, ο αριθμός των κρουσμάτων ελονοσίας με ενδείξεις εγχώριας μετάδοσης, να έχει πρακτικά μηδενιστεί. Η ύπαρξη όμως μεγάλου αριθμού μεταναστών, οι οποίοι προέρχονται από ενδημικές σε διάφορες νόσους περιοχές και διαμένουν συχνά υπό ακατάλληλες συνθήκες, πρέπει να καθιστά τους αρμόδιους μηχανισμούς της πολιτείας ιδιαίτερα προσεκτικούς για νέες εξάρσεις ελονοσίας, αλλά και άλλων αρμποιώσεων (ΕΟΔΥ 2021b).

## ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Σκοπός της μελέτης

Όπως περιγράφηκε στο γενικό μέρος της παρούσας μελέτης, τα κουνούπια αποτελούν ένα παγκόσμιο πρόβλημα, εξαιτίας της όχλησης που προκαλούν με τα τσιμπήματα τους, αλλά και, κυρίως, λόγω της δυνατότητας που έχουν να μεταδίδουν στον άνθρωπο διάφορα παθογόνα και παράσιτα. Οι ασθένειες, που προκύπτουν από αυτά τα παθογόνα, πολλές φορές παίρνουν τη μορφή επιδημίας, οδηγώντας πολλούς σε βαριά νόσηση ή και στο θάνατο. Σημαντικές είναι και οι επιπτώσεις στις τοπικές οικονομίες, λόγω της εξασθένησης του εργατικού δυναμικού και της απώλειας πολλών ημερών εργασίας.

Η περιοχή του Ευρώτα στη Λακωνία έχει απασχολήσει στο παρελθόν τόσο τις αρμόδιες αρχές, όσο και την επιστημονική κοινότητα, με αφορμή τις συρροές κρουσμάτων ελονοσίας. Έτσι, τα τελευταία χρόνια, έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες για την καταγραφή τόσο των ειδών των κουνουπιών, όσο και των εστιών ανάπτυξης και των λοιπών συνηθειών τους. Παράλληλα διενεργούνται προγράμματα επιτήρησης των κουνουπιών, αλλά και των κρουσμάτων ελονοσίας. Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα το δραστικό περιορισμό (μέχρι και μηδενισμό) των περιστατικών ελονοσίας με εγχώρια μετάδοση, για τη συγκεκριμένη περιοχή (ΕΟΔΥ 2021b).

Σε μια πρόσφατη μελέτη (Malwest 2013b) που διενεργήθηκε στην περιοχή του Δήμου Ευρώτα εντοπίστηκαν και δύο άτομα του πολύ γνωστού πλέον είδους κουνουπιού *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera, οικογένεια Culicidae). Το κουνούπι αυτό γνωστό και ως «Ασιατικό κουνούπι τίγρης» έχει εισέλθει σχετικά πρόσφατα σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, αλλά και στην Ελλάδα (Κέρκυρα 2004). Είναι γνωστός διαβιβαστής διαφόρων επικίνδυνων αρμπιοϊώσεων (Δάγκειος, Zika, Chikungunya κα.). Στην εξεταζόμενη περιοχή δεν είχε επιβεβαιωθεί η εγκατάσταση και αναπαραγωγή του συγκεκριμένου είδους.

Η παρούσα μελέτη χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος έγινε μια γενική αναφορά σε στοιχεία που αφορούν τα κουνούπια (μορφολογία, βιολογικός κύκλος, υγειονομική σημασία, αντιμετώπιση). Το δεύτερο και ειδικό μέρος χωρίζεται σε τρία επιμέρους τμήματα. Στο πρώτο έγινε καταγραφή των διαφόρων ειδών κουνουπιών που εντοπίστηκαν στην περιοχή, κυρίως με τη χρήση παγίδων φωτός. Στο δεύτερο περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε, για τη διαπίστωση της παρουσίας του

είδους *Aedes albopictus* σε έξι αστικούς και ημιαστικούς οικισμούς του Δήμου Ευρώτα. Τέλος, στο τρίτο, έγινε εκτίμηση της αποτελεσματικότητας τριών προνυμφοκτόνων σκευασμάτων επί των προνυμφών του είδους αυτού. Οι προνύμφες προέκυψαν από ωά που συλλέχθηκαν από φυσικούς πληθυσμούς της περιοχής.

Στόχοι της μελέτης είναι: α) η διαπίστωση παρουσίας ειδών του γένους *Anopheles*, που είναι διαβιβαστές της ελονοσίας, β) η καταγραφή άλλων ειδών που εντοπίζονται στην περιοχή, γ) η εκτίμηση της εγκατάστασης του είδους *Aedes albopictus* και δ) ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας τριών δραστικών ουσιών κατά των προνυμφών του συγκεκριμένου είδους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν

Για την παγίδευση των διαφόρων ειδών των κουνουπιών και ανάλογα με το στάδιο του βιολογικού κύκλου στο οποίο βρίσκονται, έχουν αναπτυχθεί διαφορετικών τύπων παγίδες και άλλες τεχνικές σύλληψής τους. Έτσι, για τη συλλογή των ωών χρησιμοποιούνται ειδικά διαμορφωμένα εργαλεία (με σήτα), σταγονόμετρα με διευρυμένο στόμιο, λεπτές λαβίδες ή άλλες ειδικές κατασκευές. Για τα άλλα στάδια που σχετίζονται με το νερό (νύμφες, προνύμφες) συνήθως χρησιμοποιούνται «προनुμφοσυλλέκτες» (Εικόνα 4.1) διαφόρων τύπων και μεγεθών. Ο πλέον κλασικός είναι αυτός που έχει διάμετρο 11 εκατοστά και χωρητικότητα 350 ml (Dixon and Brust 1972, Lemenger *et al.* 1986). Διαθέτει ένα λευκό ανοικτό δοχείο και ένα επεκτεινόμενο κοντάρι, ώστε ο χειριστής να μπορεί να φτάσει και σε πιο δυσπρόσιτα σημεία. Ανάλογα με το μέγεθος της υδατοσυλλογής γίνονται και ανάλογες λήψεις δειγμάτων. Μπορεί στη συνέχεια να γίνει μια πρόχειρη εκτίμηση του πλήθους των προνυμφών με αναγωγή στη συνολική έκταση του νερού (Becker *et al.* 2010).



Εικόνα 4.1: Προनुμφοσυλλέκτης

Τα τέλεια κουνούπια παγιδεύονται με μια μεγάλη ποικιλία από τεχνικές. Ανάλογα με το είδος του κουνουπιού, το φύλο, τις καιρικές συνθήκες, τη συμπεριφορά αναζήτησης ξενιστή και θέσης ανάπαυσης και το γενικότερο μοτίβο συμπεριφοράς πρέπει να επιλεγεί και η πιο κατάλληλη μέθοδος. Για παράδειγμα τα ιπτάμενα κουνούπια μπορούν να πιαστούν με ένα δίχτυ σε σχήμα χωνιού, που θα είναι προσαρμοσμένο στην κορυφή ενός οχήματος (Becker *et al.* 2010).



Κουνούπια σε φάση ανάπαυσης συλλαμβάνονται με κατάλληλα δίκτυα ή με συσκευές αναρρόφησης. Για θηλυκά κουνούπια, που προσπαθούν να επιτεθούν σε ζώα, χρησιμοποιούνται ειδικές κατασκευές με σήτα, που έχουν το ίδιο το ζώο ως δόλωμα (animal-baited traps). Κλασική μέθοδος προσέλκυσης και σύλληψης ανθρωπόφιλων κουνουπιών είναι η “human landing catch - HLC” η οποία συνίσταται στο να χρησιμοποιείται ο άνθρωπος ως δόλωμα και τα κουνούπια που «προσγειώνονται» πάνω του, να πιάνονται με ειδική συσκευή αναρρόφησης. Ακόμα, υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός ειδικά σχεδιασμένων παγίδων, που συλλαμβάνουν κουνούπια που έλκονται από διάφορα ελκυστικά (όπως CO<sub>2</sub>, εξειδικευμένες πτητικές χημικές ουσίες, φως κλπ.). Τέλος, για θηλυκά που ψάχνουν συλλογές νερού για να γεννήσουν, υπάρχουν κατάλληλες παγίδες (κολλώδεις ή άλλης μορφής) πάνω από ανοικτά δοχεία με νερό (ECDC 2014).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν παγίδες του τύπου “CDC – Light traps” για τη συλλογή τελείων κουνουπιών, καθώς και παγίδες ωθεσίας (Ovitrap) για την παγίδευση ωών κουνουπιών του γένους *Aedes*. Επίσης, έγινε περιορισμένη χρήση και άλλων τεχνικών. Στη συνέχεια θα περιγραφούν αυτές οι παγίδες.

#### **4.1 CDC – Light traps**

Οι παγίδες CDC mosquito traps σε συνδυασμό με δόλωμα CO<sub>2</sub> αναπτύχθηκαν για πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του 50 (Nelson and Chamberlain 1955). Συχνά αναφέρονται και ως παγίδες επιτήρησης του ιού της εγκεφαλίτιδας. Αποτελούνται από ένα δοχείο 3,5 L που βρίσκεται στο πάνω μέρος και περιέχει CO<sub>2</sub> ως ελκυστικό. Πιο χαμηλά υπάρχει υποδοχή για μπαταρίες, ένα μικρό φωτάκι και ένας ανεμιστήρας. Στο πιο χαμηλό τμήμα υπάρχει ένα δίκτυ, όπου συγκεντρώνονται τα έντομα που συλλαμβάνονται. Για κάθε νύχτα απαιτείται ποσότητα 1 κιλού ξηρού πάγου. Υπό ιδανικές συνθήκες, και σε περιβάλλοντα πλούσια σε εστίες αναπαραγωγής, μπορεί να παγιδευτούν πάνω από 15000 θηλυκά *Ae. vexans* μέσα σε μια νύχτα. Τα αρσενικά κουνούπια δεν έλκονται από το CO<sub>2</sub>, μπορεί όμως να τα προσελκύσει το φώς (Becker et al. 2010).

Οι συγκεκριμένες παγίδες (Εικόνα 4.2) μπορούν να χρησιμοποιηθούν και χωρίς τη χρήση CO<sub>2</sub>. Η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνει σε θέσεις όπου δεν επηρεάζονται από άλλες πηγές φωτός. Μπαίνουν στη θέση τους αργά το απόγευμα και μαζεύονται το πρωί. Προσελκύουν τα έντομα που είναι δραστήρια τη νύχτα. Στα πλεονεκτήματά τους είναι το γεγονός ότι μεταφέρονται και τοποθετούνται εύκολα. Χρειάζονται



επαναφορτιζόμενες μπαταρίες 6V ή απλές 1,5V, ανάλογα με τον τύπο τους. Στα μειονεκτήματα τους είναι ότι, όταν χρησιμοποιηθούν μεγάλοι αριθμοί παγίδων, σε μεγάλες εκτάσεις και ειδικά σε συνδυασμό με CO<sub>2</sub>, χρειάζονται πολλές εργατοώρες για το μάζεμά τους. Σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι δεν είναι πολύ εκλεκτικές και μαζεύουν μεγάλο αριθμό άλλων εντόμων (ECDC 2014).



Εικόνα 4.2 Παγίδα CDC light trap σε στάβλο της περιοχής

Σε μελέτη που έγινε στην Ταϋλάνδη βρέθηκε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές ως προς την αποτελεσματικότητα των παγίδων με τη χρήση ή όχι CO<sub>2</sub>. Οι παγίδες με την προσθήκη CO<sub>2</sub> ήταν πιο αποτελεσματικές, ειδικά σε εξωτερικούς χώρους. Τα αποτελέσματα ήταν διαφορετικά όταν οι παγίδες τοποθετούνταν σε εσωτερικούς χώρους, καθώς εκεί ήταν μικρότερη η επίδραση του CO<sub>2</sub>. Επίσης, τα αποτελέσματα διέφεραν ανάλογα με το είδος του κουνουπιού και την εποχή παγίδευσης. Απ' ότι φαίνεται όμως στο σχετικό πίνακα (Πίνακας 4.1), ακόμα και χωρίς το προσελκυστικό, ορισμένα γένη κουνουπιών (πχ. *Anopheles*) συλλαμβάνονταν σε ικανοποιητικό αριθμό (Sriwichai *et al.* 2015). Άλλη μελέτη στην ίδια περιοχή (Namango *et al.* 2022) έδειξε ότι αυτού του τύπου οι παγίδες (τοποθετημένες σε εσωτερικούς χώρους) μπορούν, όταν δεν απαιτείται εξαιρετική ακρίβεια, να υποκαταστήσουν την τεχνική “human landing catch” σε μεγάλης έκτασης επιτηρήσεις.

Πίνακας 4.1: Αριθμός ενήλικων κουνουπιών που μαζευτήκαν σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, με τη χρήση CDC-LT, με ή χωρίς CO<sub>2</sub>.

Genus	LT with CO <sub>2</sub>		Sum (CO <sub>2</sub> )	LT without CO <sub>2</sub>		Sum (w/o CO <sub>2</sub> )	Total	% total
	Indoor	Outdoor		Indoor	Outdoor			
<i>Culex</i>	851	1120	1971	823	299	1122	3093	46.39
<i>Anopheles</i>	843	988	1831	784	373	1157	2988	44.81
<i>Armigeres</i>	73	164	237	101	58	159	396	5.94
<i>Aedes</i>	43	46	89	52	19	71	160	2.40
<i>Uranotaenia</i>	1	2	3	7	3	10	13	0.19
<i>Mansonia</i>	4	0	4	4	0	4	8	0.12
<i>Topomyia</i>	1	0	1	3	1	4	5	0.07
<i>Ficalbia</i>	0	0	0	0	3	3	3	0.04
<i>Aedeomyia</i>	0	0	0	2	0	2	2	0.03
Total	1816	2320	4136	1776	756	2532	6668	

Πηγή: Sriwichai *et al.* 2015. Διαθέσιμο στο:

<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-015-1225-3>

## 4.2 Οι παγίδες ωθεσίας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα θηλυκά του γένους *Aedes* εναποθέτουν τα ωά τους σε μικρές συλλογές νερού (τρύπες δένδρων, κουτιά κλπ.), οι οποίες μάλιστα γεμίζουν με νερό περιοδικά. Για να γίνει λοιπόν παγίδευση των ωών αυτών των κουνουπιών έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί ένας απλός και οικονομικός τύπος παγίδας που καλείται «παγίδα ωθεσίας» ή “onitrap” (εικόνα 4.3). Αυτή έχει τη μορφή σκούρου γυάλινου ή πλαστικού δοχείου, που στην εξωτερική του όψη είναι βαμμένο μαύρο. Σε κάποια απόσταση από την κορυφή πρέπει να υπάρχει μια οπή, για την αποστράγγιση του νερού της βροχής που περισσεύει. Στην κλασική της μορφή έχει ύψος 12,5 cm και διάμετρο βάσης 5 cm και κορυφής 8 cm. Στο εσωτερικό της στερεώνεται μια λωρίδα ξύλου (με διαστάσεις 2x12 cm) με τη μία πλευρά λεία και την άλλη τραχιά. Στη συνέχεια προστίθεται μια ποσότητα νερού 200 ml (αποχλωριωμένου) και η παγίδα τοποθετείται στη θέση που έχει επιλεγεί. Η παγίδα μπορεί να γίνει πιο ελκυστική με την προσθήκη στο νερό μικρής ποσότητας σανού, τριφυλλιού, μπισκότων σκύλου κ.α. Τα θηλυκά των *Ae. aegypti* και *Ae. albopictus* γεννούν τα ωά τους λίγο πάνω από την επιφάνεια του νερού. Μετά από 7 ημέρες τα ξυλαράκια συλλέγονται και μεταφέρονται στο εργαστήριο για καταμέτρηση στο στερεοσκόπιο (Becker *et al.* 2010).

Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές τα προγράμματα επιτήρησης των ειδών *Ae. aegypti* και *Ae. albopictus* γίνονται με τη χρήση παγίδων ωθεσίας (Fay and Eliason 1966, Pratt and Jakob 1967, Jakob and Brevier 1969a,b, Thaggard and Eliason 1969, Evans and Brevier 1969, Chadee and Corbet 1987, 1990, Freier and Francy

1991, Service 1993, Bellini et al. 1996, Reiter and Nathan 2001). Επίσης, οι Mogi *et al.* (1990) και Bellini *et al.* (1996) αναφέρουν ότι τα επίπεδα του πληθυσμού για αυτά τα δύο είδη και για μια συγκεκριμένη περιοχή μπορούν να εκτιμηθούν με την τοποθέτηση επαρκών παγίδων ωθεσίας (Becker *et al.* 2010).



Εικόνα 4.3: Παγίδα ωθεσίας (ovitrap)

Σύμφωνα με τον ECDC (2014) οι παγίδες ωθεσίας είναι εύκολες στη χρήση και δεν απαιτούν τακτική επίβλεψη. Έτσι είναι κατάλληλες και για τον έλεγχο απομακρυσμένων περιοχών. Αν όμως, τα μεσοδιαστήματα ελέγχου της παγίδας είναι πιο μεγάλα από 8 ημέρες, θα πρέπει να προστίθεται στο νερό ένα βιολογικό εντομοκτόνο ή ένας ρυθμιστής ανάπτυξης. Διαφορετικά η παγίδα θα μετατραπεί σε μέσο πολλαπλασιασμού των κουνουπιών. Σε περιοχές με πολλές θέσεις φυσικής ωαπόθεσης δεν υπάρχει ακριβής συσχέτιση μεταξύ αριθμού ωών στις παγίδες και του αριθμού των ακμαίων θηλυκών. Αυτό συμβαίνει επειδή τα θηλυκά γενούν και στις άλλες θέσεις. Η αύξηση του αριθμού των παγίδων βελτιώνει τη δυνατότητα ορθής εκτίμησης.

### 4.3 Άλλοι τύποι παγίδων

Σε αυτή τη μελέτη έγινε περιορισμένη χρήση και άλλων τύπων παγίδων. Χρησιμοποιήθηκε η παγίδα BG Sentinel<sup>®</sup> (Εικόνα 4.4) η οποία έχει σχεδιαστεί για να συλλαμβάνει ακμαία των ειδών *Ae. aegypti* και *Ae. albopictus*. Περιέχουν ένα ειδικό ελκυστικό, που τραβάει προς την παγίδα τα κουνούπια. Μπορεί να συνδυαστεί και με μια πηγή CO<sub>2</sub> ή και ένα μικρό κλουβί, που θα έχει μέσα ένα μικρό ζώο-ξενιστή (πχ. ποντίκι). Με τη χρήση όμως διοξειδίου του άνθρακα έλκονται και πολλά άλλα είδη εντόμων. Για τη λειτουργία της απαιτείται ύπαρξη παροχής ηλεκτρικού ρεύματος ή μπαταρίας 12V (ECDC 2014).

Ένας άλλος τύπος παγίδας που χρησιμοποιήθηκε ήταν μια συσκευή παρόμοια με τις “light traps”, με τη διαφορά ότι αντί για απλή λάμπα έχει μια λάμπα υπεριώδους ακτινοβολίας (UV). Στο εμπόριο υπάρχουν διάφοροι τύποι τέτοιων παγίδων. Στα πλαίσια αυτής της μελέτης έγινε χρήση της “Triple trap”<sup>®</sup>. Αποτελείται από ένα ηλεκτρικό κινητήρα και μια λυχνία UV στο πάνω μέρος και στη βάση της έχει ένα αποσπώμενο δοχείο, που καλύπτεται περιμετρικά από σήτα και στο πάνω μέρος έχει ένα διάφραγμα. Το διάφραγμα αυτό κλείνει αυτόματα όταν σταματήσει το ρεύμα.



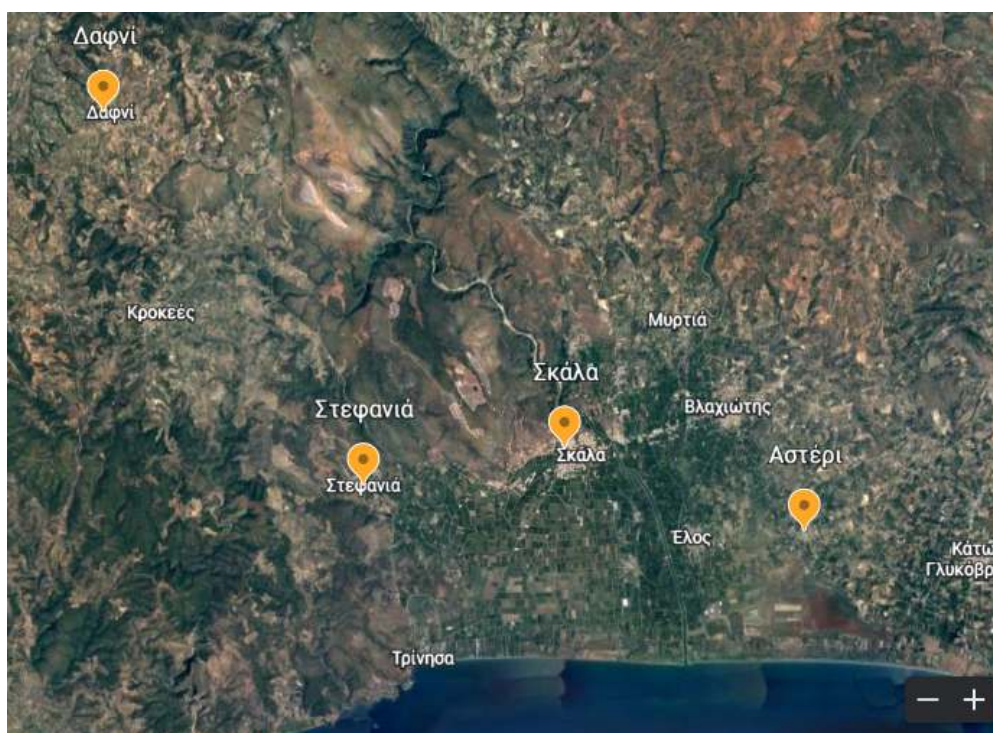
Εικόνα 4.4: Η παγίδα BG Sentinel<sup>®</sup>



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Η παγίδευση ακμαίων κουνουπιών σε περιοχές του Δ. Ευρώτα

### 5.1 Η διαδικασία που ακολουθήθηκε

Για την παγίδευση τελείων κουνουπιών σε περιοχές του Ευρώτα χρησιμοποιήθηκε, κατά κύριο λόγο, η παγίδα του τύπου CDC – light trap, για την οποία έγινε η περιγραφή στο προηγούμενο κεφάλαιο. Σε μικρότερο βαθμό, χρησιμοποιήθηκαν η Triple trap<sup>®</sup> και η BG-sentinel<sup>®</sup>. Επίσης, έγιναν συλλήψεις ακμαίων εντός οικίας και συλλογή προνυμφών από κάδους. Οι προνύμφες αυτές στη συνέχεια έλαβαν τροφή και έφτασαν μέχρι το στάδιο του τελείου.



Εικόνα 5.1: Οι περιοχές που τοποθετήθηκαν παγίδες του τύπου CDC - light traps  
Πηγή: <https://earth.google.com/>

Οι περιοχές που εξετάστηκαν ήταν τέσσερις (εικόνα 5.1). Οι τρεις από αυτές (Αστέρι, Σκάλα, Στεφανιά) είχαν ερευνηθεί ξανά στο παρελθόν με το πρόγραμμα Malwest (2013b). Αντίθετα το Δαφνί δεν είχε ερευνηθεί στο συγκεκριμένο πρόγραμμα και για αυτό το λόγο δόθηκε πιο μεγάλη έμφαση στην παρούσα εργασία. Οι θέσεις που τοποθετήθηκαν οι παγίδες, έγινε προσπάθεια να μην έχουν κοντά τους έντονη πηγή φωτός (Εικόνα 5.2). Όπως έχει αναφερθεί οι παγίδες αυτού του τύπου (CDC – light traps) χρησιμοποιούν ένα λαμπάκι, που τροφοδοτείται από τέσσερις μπαταρίες

1,5V (απλές ή επαναφορτιζόμενες) ή από μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία μολύβδου 6V, ανάλογα με τον τύπο τους. Στη διάθεση του πειράματος υπήρχαν 2 παγίδες που χρησιμοποιούσαν απλές μπαταρίες και 1 που χρειαζόταν μπαταρία 6V.



Εικόνα 5.2: Τοποθέτηση των παγίδων σε θέσεις χωρίς έντονες πηγές φωτός

Παρόλο που ο συνδυασμός των παγίδων φωτός με τη συσκευή παροχής CO<sub>2</sub> θα είχε πιο καλά αποτελέσματα, στην εργασία αυτή δεν έγινε χρήση του, εξαιτίας της ουσιαστικής δυσκολίας στην εύρεση, μεταφορά και χειρισμό μιας αρκετά μεγάλης ποσότητας ξηρού πάγου κάθε εβδομάδα. Για κάθε παγίδα και κάθε βράδυ απαιτείται περίπου 1 kg.

Σε όλες τις περιοχές οι παγίδες έμπαιναν κάθε δεύτερη εβδομάδα. Οι πρώτες τοποθετήθηκαν στις 12-5-2021 και οι τελευταίες παραλήφθηκαν στις 27-10-2021. Οι τοποθεσίες που επιλέχθηκαν ήταν είτε στάβλοι με ζώα, είτε εντός των οικισμών, σε θέσεις με το λιγότερο δυνατόν φως.

Στον οικισμό Αστέρι, που βρίσκεται στα ανατολικά του ποταμού Ευρώτα, η παγίδα τοποθετούνταν σε στάβλο βοοειδών, ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 1km νοτίως του χωριού. Η τοποθεσία αυτή είναι καίρια επειδή συνορεύει με την λίμνη «Βιβάρι», αλλά και με πλούσια αρδευτικά και αποστραγγιστικά κανάλια.

Στην πόλη της Σκάλας η παγίδα έμπαινε σε στεγασμένο γκαράζ αυτοκινήτου (όχι κλειστό). Αυτό βρισκόταν στο ισόγειο οικίας, η οποία ήταν εντός των ορίων της πόλης και στο βορειοδυτικό τμήμα αυτής. Κοντά σε αυτή τη θέση υπάρχουν αρκετές κατοικίες, κάποια καταστήματα (καφέ κλπ.) και μια τεχνητή λίμνη, η οποία στη διάρκεια του καλοκαιριού αποξηράνθηκε. Η Σκάλα περιβάλλεται από μεγάλη έκταση καλλιεργειών και έχει μεγάλο στραγγιστικό και αρδευτικό δίκτυο. Έχει επίσης και πολλούς μετανάστες – εργάτες, οι οποίοι αρκετές φορές κατοικούν σε προβληματικά ενδαιτήματα.

Στην περιοχή της Στεφανιάς η παγίδα τοποθετούνταν εντός στάβλου με αιγοπρόβατα. Ο στάβλος αυτός βρίσκεται σε απόσταση περίπου 3 km νότια από τον οικισμό της Στεφανιάς. Και αυτή η περιοχή είναι ιδιαίτερα υγρή καθώς εκεί καταλήγει ο ποταμός Βασιλοπόταμος. Στα ανατολικά της θέσης βρίσκεται ένας χαμηλός λόφος, ενώ στα δυτικά μια πεδιάδα που υψομετρικά βρίσκεται πολύ κοντά στο επίπεδο της θάλασσας.

Στο Δαφνί, που βρίσκεται στο πιο βόρειο σημείο από την περιοχή που εξετάστηκε, έμπαιναν παγίδες είτε σε θέση εντός του οικισμού (σε στεγασμένη βεράντα ισογείου), είτε σε στάβλους που βρίσκονταν εκτός του οικισμού. Ο ένας από τους στάβλους ήταν σε απόσταση 750m βορειοανατολικά του χωριού και ο άλλος περίπου 1,4 km νότια. Επίσης, εκεί χρησιμοποιήθηκε και η παγίδα BG-sentinel® σε αγροικία που βρισκόταν περίπου 1 km νοτίως του χωριού. Το Δαφνί έχει εκτεταμένες καλλιέργειες ελιάς και διατρέχεται από διάφορα ρέματα. Δεν έχει όμως την έντονη υδρογραφία των άλλων περιοχών.

Πριν από την τοποθέτηση των παγίδων, η διαδικασία ξεκινούσε με την αρίθμησή τους. Για το σκοπό αυτό έμπαιναν, μέσα στο δίκτυ της κάθε μίας από αυτές, χαρτάκια με τον αύξοντα αριθμό τους. Ο αριθμός αυτός ακολουθούσε τα κουνούπια που συλλαμβάνονταν μέχρι την τελική διαδικασία της αναγνώρισης τους. Στη συνέχεια οι παγίδες μεταφέρονταν στην προγραμματισμένη θέση και, αφού συνδέονταν με το ρεύμα, δένονταν σε ύψος περίπου 1,7-2 m. Η ώρα που τοποθετούνταν ήταν πολύ σημαντικός παράγοντας, καθώς έπρεπε να λειτουργούν όλη τη νύχτα και το πρωί να διαρκούν ακόμα οι μπαταρίες, ώστε να μη διαφύγουν τα έντομα. Έτσι, το δρομολόγιο, ειδικά το φθινόπωρο, έπρεπε να γίνει αρκετά σύντομα, ώστε να καλυφθούν όλες οι προγραμματισμένες περιοχές πριν σκοτεινιάσει.

Το επόμενο πρωί νωρίς γινόταν η συλλογή των παγίδων. Ενώ ακόμα λειτουργούσε ο ανεμιστήρας, με μια γρήγορη κίνηση, αφαιρούνταν το δίκτυ και σφραγιζόταν με δύο λάστιχα. Στη συνέχεια έμπαινε σε σακούλα, χωριστή για κάθε

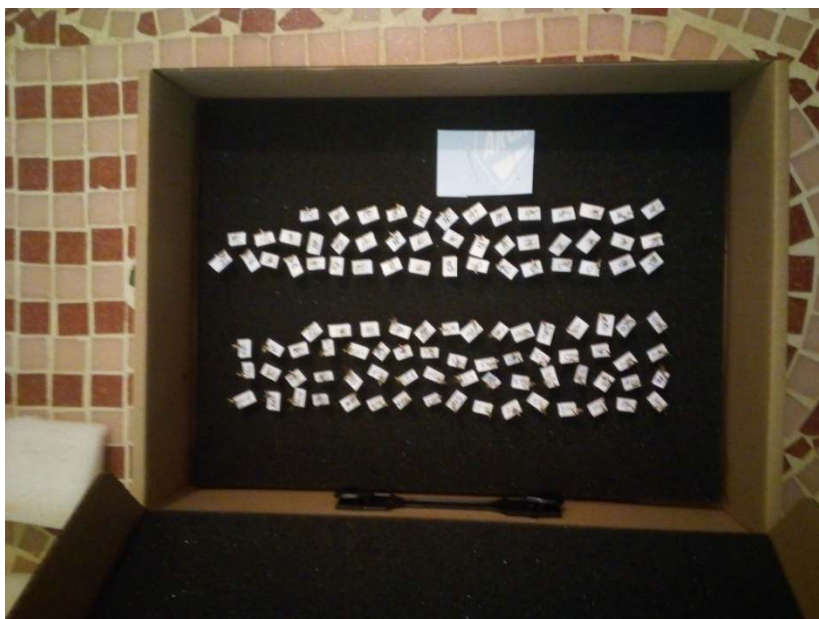
παγίδα. Αυτή η σακούλα έμπαινε μετά στον καταψύκτη επί 20 περίπου λεπτά, ώστε τα έντομα να θανατωθούν. Μέσα στο δίχτυ υπήρχε, τις περισσότερες φορές, ένα μεγάλο πλήθος (Εικόνα 5.3) από διαφορετικά έντομα (Κολεόπτερα, Λεπιδόπτερα, Υμενόπτερα, άλλα Δίπτερα κλπ.). Μετά την αποξήρανση των εντόμων αυτών ακολουθούσε ο διαχωρισμός των κουνουπιών. Αυτό γινόταν με τη βοήθεια λαβίδας, μεγεθυντικού φακού και ενός ψηφιακού στερεοσκοπίου (Levenhuk® DTX RC3). Τέλος, τα κουνούπια που εντοπίζονταν, αποθηκεύονταν σε μικρά πλαστικά, διαφανή κουτάκια διαστάσεων 6x6x3 cm συνοδευόμενα πάντα από τον αριθμό τους.



Εικόνα 5.3: Πλήθος διαφόρων εντόμων που πιάστηκαν σε παγίδα

Επόμενο στάδιο ήταν, τα κουνούπια να στερεωθούν πάνω σε μικρά τριγωνικά χαρτάκια (με τη χρήση ειδικής εντομολογικής κόλλας) και να περαστούν από καρφίτσες. Μαζί στερεωνόταν και ένα μικρό κομμάτι χαρτί με τον αριθμό του δείγματος (Εικόνα 5.4). Αυτή η διαδικασία βοηθούσε πολύ στο χειρισμό του κουνουπιού κάτω από το στερεοσκόπιο.





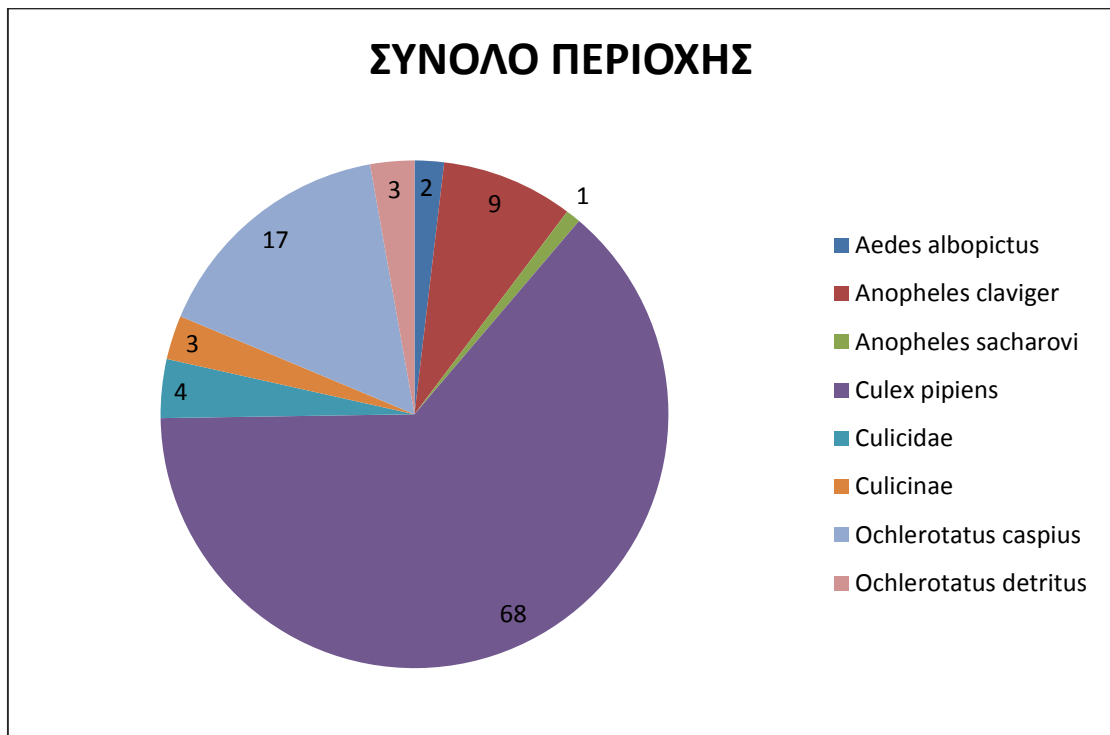
Εικόνα 5.4: Τα κουνούπια τοποθετημένα σε καρφίτσες με τις ετικέτες τους

Η τελική φάση ήταν η αναγνώριση του είδους του κουνουπιού με τη χρήση διχοτομικών κλειδών. Χρησιμοποιήθηκαν οι κλείδες του Μπέτζιου (1989), της Σαμανίδου – Βογιατζόγλου (2011) και οι κλείδες αντίστροφης αναγνώρισης του ECDC (2022). Παρακάτω θα περιγραφούν τα αποτελέσματα για τα είδη που βρέθηκαν.

## 5.2 Αποτελέσματα

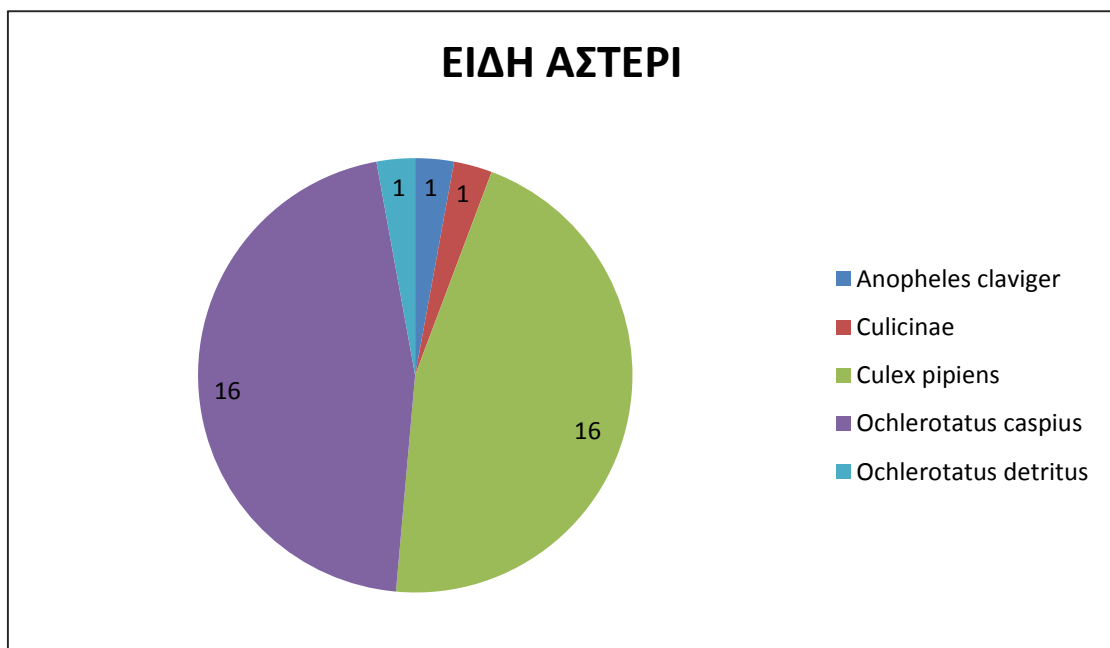
Συνολικά, από Μάιο του 2021 μέχρι και Οκτώβριο του ίδιου έτους, και για τις τέσσερεις περιοχές που εξετάστηκαν, μπήκαν 72 παγίδες. Από αυτές έστω και ένα κουνούπι είχαν οι 44. Πιο συγκεκριμένα στη Σκάλα, το Αστέρι και τη Στεφανιά από τις 13 παγίδες που μπήκαν σε κάθε τοποθεσία, κουνούπια είχαν οι 10, 11 και 9 αντίστοιχα. Στο Δαφνί από 33 παγίδες που είχαν τοποθετηθεί, μόνο οι 14 είχαν έστω και ένα κουνούπι. Το σύνολο των κουνουπιών που συγκεντρώθηκαν ήταν 107. Επίσης, άλλα 3 κουνούπια πιάστηκαν με τη χρήση της παγίδας BG-sentinel<sup>®</sup> και άλλα 40 με προνυμφοσυλλέκτη (ως προνύμφες) μέσα από κάδους με νερό. Στα κουνούπια αυτά έγινε εκτροφή με τροφή για χρυσόψαρα, μέχρι που εξελίχθηκαν σε ακμαία. Και τα 40 αναγνωρίστηκαν ότι ανήκουν στο είδος *Culex ripiens*. Ακόμα 5 κουνούπια (3 *Culex ripiens* και άλλα δύο που είχαν χαλάσει τα χαρακτηριστικά τους) βρέθηκαν εντός οικίας.

Τα είδη των κουνουπιών που βρέθηκαν σε όλη την εξεταζόμενη περιοχή, καθώς και ο αριθμός των ατόμων του κάθε είδους φαίνεται στο γράφημα (5.1).

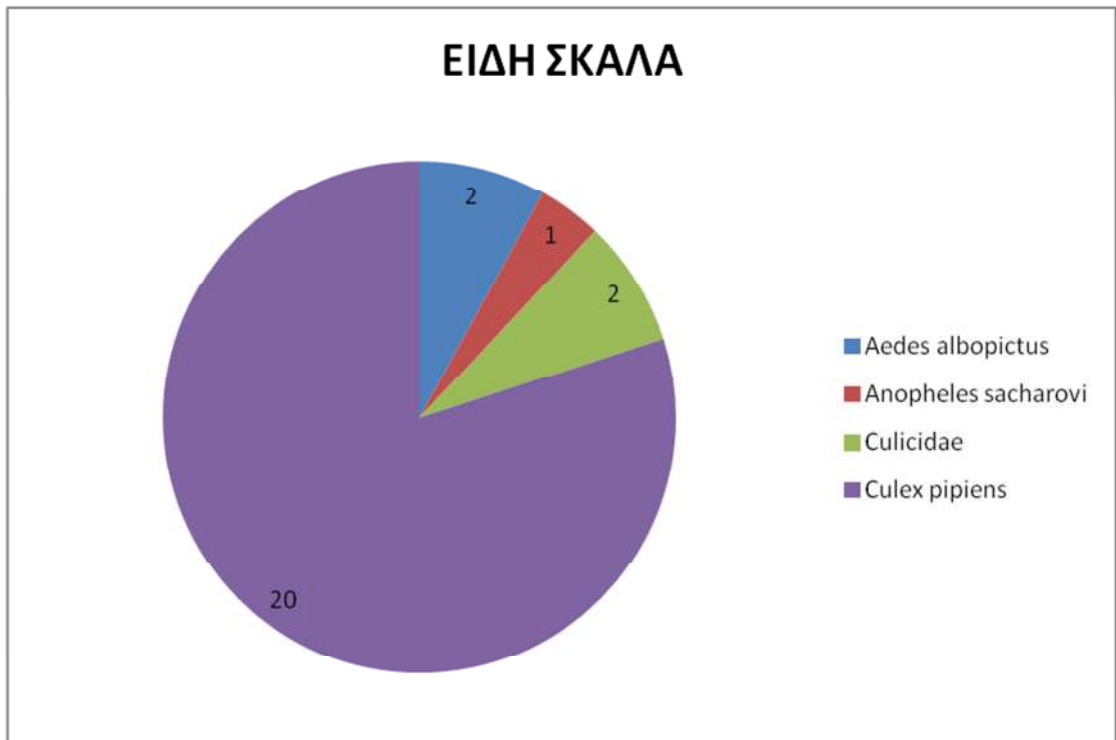


Γράφημα 5.1: Τα είδη των κουνουπιών που βρέθηκαν στις παγίδες σε ολόκληρη την περιοχή. Στα νούμερα φαίνεται ο αριθμός των τελείων που αντιστοιχούσαν σε κάθε είδος. Ως Culicinae και Culicidae αναφέρονται όσα λόγω φθοράς των δειγμάτων δε μπορούσε να γίνει ταξινόμηση πέρα από υποοικογένεια ή οικογένεια αντίστοιχα.

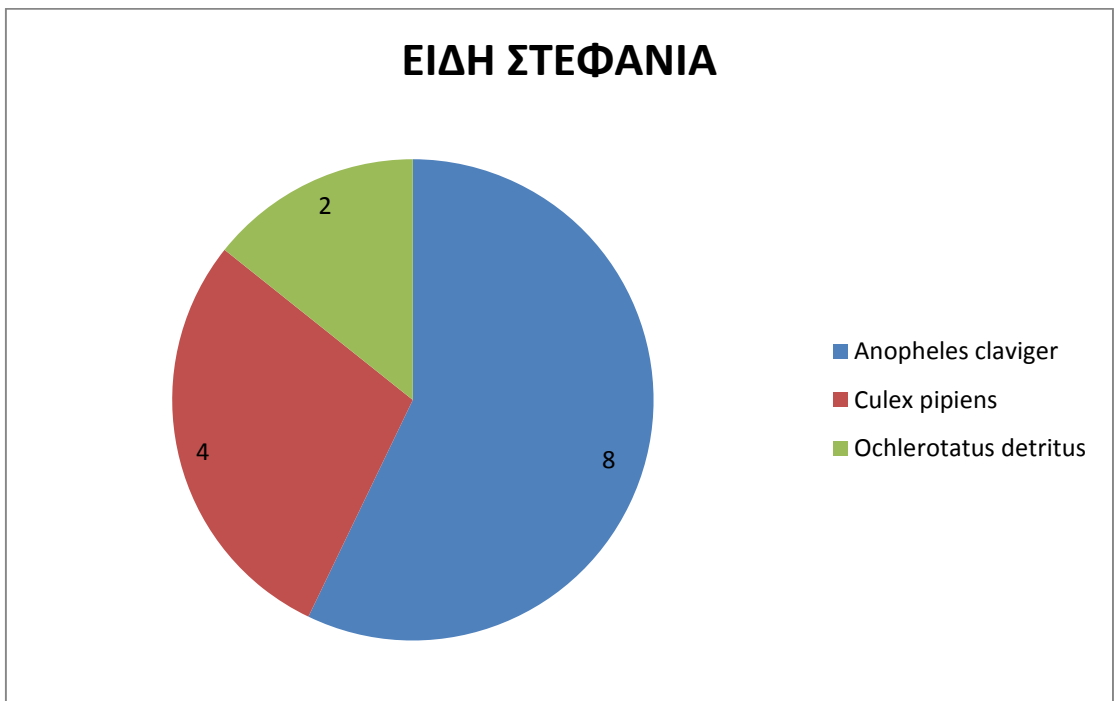
Στα παρακάτω γραφήματα φαίνεται η σύνθεση του πληθυσμού των κουνουπιών σε κάθε επιμέρους περιοχή.



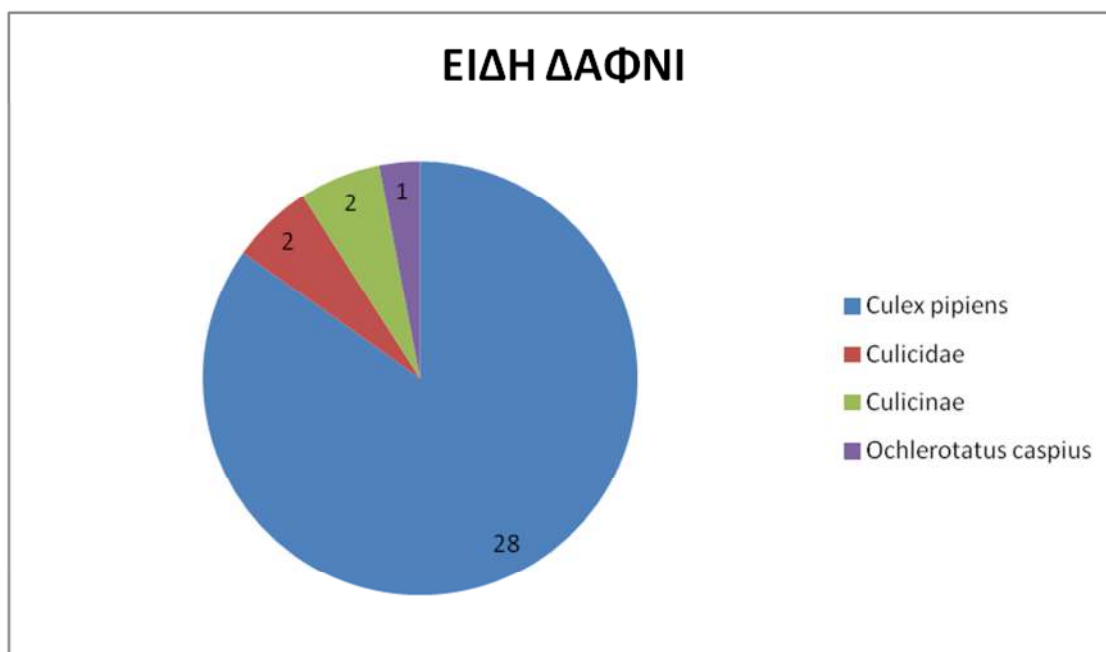
Γράφημα 5.2: Είδη κουνουπιών που βρέθηκαν στις παγίδες στην περιοχή Αστέρι. Στα νούμερα φαίνεται ο αριθμός των τελείων που αντιστοιχούσαν σε κάθε είδος. Ως Culicinae αναφέρεται άτομο, που δε μπορούσε να αναγνωρισθεί πέρα από υποοικογένεια, λόγω φθοράς του δείγματος.



Γράφημα 5.3: Είδη κουνουπιών που βρέθηκαν στις παγίδες στην περιοχή Σκάλα. Στα νούμερα φαίνεται ο αριθμός των τελείων που αντιστοιχούσαν σε κάθε είδος. Ως Culicidae αναφέρονται 2 άτομα, που δε μπορούσαν να αναγνωριστούν πέρα από οικογένεια, λόγω φθοράς του δείγματος.



Γράφημα 5.4: Είδη κουνουπιών που βρέθηκαν στις παγίδες στην περιοχή Στεφανιά. Στα νούμερα φαίνεται ο αριθμός των τελείων που αντιστοιχούσαν σε κάθε είδος.



Γράφημα 5.5: Τα είδη των κουνουπιών που βρέθηκαν στις παγίδες στην περιοχή Δαφνί. Στα νούμερα φαίνεται ο αριθμός των τελείων που αντιστοιχούσαν σε κάθε είδος. Ως Culicinae και Culicidae αναφέρονται όσα λόγω φθοράς των δειγμάτων δε μπορούσε να γίνει ταξινόμηση πέρα από υποοικογένεια ή οικογένεια αντίστοιχα.

Οι μέσοι όροι ανά παγίδα σε κάθε επιμέρους περιοχή φαίνονται στον πίνακα (5.1).

Πίνακας 5.1: μέσοι όροι ακμαίων κουνουπιών ανά παγίδα σε κάθε περιοχή

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ	ΠΑΓΙΔΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ (ωά/παγίδα)
ΣΚΑΛΑ	25	13	1,923
ΑΣΤΕΡΙ	35	13	2,692
ΣΤΕΦΑΝΙΑ	14	13	1,077
ΔΑΦΝΙ	33	33	1,00

Στον πίνακα (5.2) φαίνεται η κατανομή των συλλήψεων ακμαίων στις παγίδες ανά μήνα και περιοχή.

Πίνακας 5.2: χρονική κατανομή των συλλήψεων ακμαίων κατά περιοχή και συνολικά

ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ						
Μήνας:	5/2021	6/2021	7/2021	8/2021	9/2021	10/2021
ΣΚΑΛΑ	1	2	2	5	3	12
ΑΣΤΕΡΙ	3	1	2	6	12	11
ΣΤΕΦΑΝΙΑ	2	7	2	1	2	0
ΔΑΦΝΙ	3	10	6	1	4	9
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>9</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>32</b>

### 5.3 Χαρακτηριστικά των ειδών που εντοπίστηκαν

Με τη χρήση των παγίδων φωτός σε τέσσερις περιοχές του Δήμου Ευρώτα εντοπίστηκαν 6 διαφορετικά είδη κουνουπιών. Αυτά ήταν τα *Aedes albopictus*, *Anopheles claviger*, *Anopheles sacharovi*, *Culex ripiens*, *Ochlerotatus caspius* και *Ochlerotatus detritus*. Από αυτά έχει ήδη περιγραφεί σε προηγούμενο κεφάλαιο το είδος *Aedes albopictus*. Βρέθηκε σε παγίδες της περιοχής της Σκάλας (2 τέλεια κουνούπια). Έτσι, παρακάτω θα γίνει περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών για τα υπόλοιπα πέντε είδη.

#### 5.3.1 *Anopheles (Anopheles) claviger* s.s. (Meigen 1804)

Το είδος *Anopheles claviger* βρέθηκε σε δύο περιοχές. Στη Στεφανιά εντοπίστηκαν 8 ακμαία του είδους και στο Αστέρι 1. Το είδος αυτό ανήκει σε ένα σύμπλεγμα υποειδών μαζί με το *An. petraghani* Del Vecchio και πιθανώς με τα *missiroli* Del Vecchio και *pollutes* Torres Canamares (Becker *et al.* 2010). Έχει ένα μετωπικό λοφίο ανοικτού χρώματος και ο θώρακας του έχει τριχοειδή ανοιχτόχρωμα λέπια στη μεσαία περιοχή. Οι πτέρυγες του έχουν διάσπαρτα ομοιόμορφα λέπια, χωρίς όμως να σχηματίζουν κηλίδες από πιο σκούρα στις διακλαδώσεις. Τα πόδια του είναι γενικά σκούρου καστανού χρώματος με πιο ανοιχτόχρωμες διαβαθμίσεις. Ένα χαρακτηριστικό βάσει του οποίου μπορεί να γίνει διάκριση του είδους είναι, ότι το 5<sup>ο</sup> τμήμα της προβοσκίδας είναι πιο μεγάλο από το μισό του 4<sup>ου</sup> (Κολιόπουλος 2011).

Οι προνύμφες του είδους αναπτύσσονται σε μεγάλη ποικιλία βιοτόπων. Προτιμούν όμως στάσιμα, γλυκά και κρύα νερά, τα οποία είναι καθαρά και βρίσκονται υπό σκιά. Οι συγκεντρώσεις αυτές του νερού είναι μόνιμου χαρακτήρα. Συνήθως σκιάζονται από δένδρα ή από βλάστηση που έχει αναπτυχθεί αρκετά. Τα ωά δεν αποθέτονται στη επιφάνεια του νερού, όπως συμβαίνει με τα υπόλοιπα είδη του γένους *Anopheles*. Το θηλυκό τα τοποθετεί μέσα στο υγρό χώμα στις παρυφές της υδατοσυλλογής. Διαχειμάζει ως προνύμφη 3<sup>ου</sup> ή 4<sup>ου</sup> σταδίου, καθώς τα θηλυκά πεθαίνουν πριν από την έλευση του χειμώνα. Στις πιο νότιες περιοχές η ανάπτυξη της προνύμφης δε διακόπτεται, αλλά συνεχίζει με πιο βραδείς ρυθμούς. Είναι ένα είδος εκτόφιλο και ζωόφιλο, αλλά επιτίθεται και στον άνθρωπο σε μικρότερο ποσοστό. Είναι ικανός διαβιβαστής της ελονοσίας, αλλά θεωρείται μικρότερης

σημασίας από άλλα είδη, επειδή σχηματίζει πιο μικρούς πληθυσμούς (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011, Becker *et al.* 2010).

### 5.3.2 *Anopheles (Anopheles) sacharovi* Favre 1903

Το *Anopheles sacharovi* βρέθηκε στις 07/06/2021 σε μία μόνο περιοχή (Σκάλα) και ένα μόνο άτομο. Και αυτό το είδος έχει ανοικτού χρώματος μετωπικό λοφίο και η μεσαία περιοχή του θώρακα έχει ανοιχτόχρωμα λέπια. Οι πτέρυγες έχουν, στις διακλαδώσεις των νεύρων, κηλίδες από λέπια πιο σκούρου χρώματος. Σε αντίθεση με το *An. maculipennis*, η κορυφές των πτερύγων έχουν τον ίδιο χρωματισμό με το υπόλοιπο τμήμα. Επίσης, ο θυρεός δε φέρει λεπτές ραβδώσεις χρυσού χρώματος (Κολιόπουλος 2011). Τα ωά του είδους αυτού αποτελούν εξαίρεση ανάμεσα στα άλλα του ίδιου γένους, καθώς δε φέρουν πλωτήρες. Μόνο στα νοτιότερα μέρη της εξάπλωσης του, όπου η ανάπτυξη διαρκεί καθ' όλο το χειμώνα, εμφανίζονται υποτυπώδεις πλωτήρες (Becker *et al.* 2010).

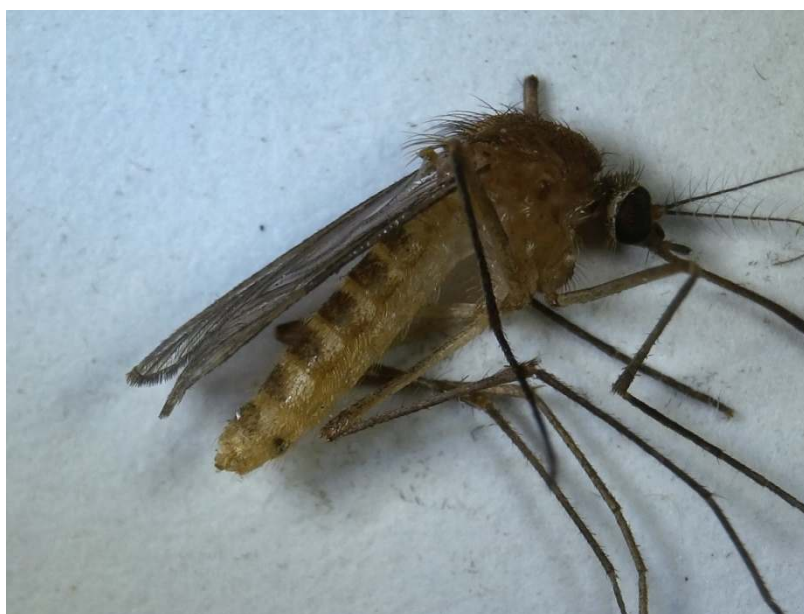
Οι προνύμφες αναπτύσσονται σε ηλιόλουστα ρηχά νερά, τα οποία μπορεί να είναι γλυκά ή υφάλμυρα και καλύπτονται από άφθονη βλάστηση. Είναι πιο ανθεκτικές σε αλατότητα από αυτές του *An. maculipennis* και έτσι μπορεί να τις συναντήσει κανείς και σε παραθαλάσσια έλη. Ακόμα βρίσκονται σε στραγγιστικά κανάλια, χαντάκια δρόμων, μικρές λίμνες, χωράφια ρυζιού, λιμνοθάλασσες και αλλού. Σπάνια εγκαταλείπουν την επιφάνεια του νερού και δεν είναι πολύ κινητικές. Προτιμούν τις υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. 39 °C κατά τη διάρκεια της ημέρας)(Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Το είδος διαχειμάζει ως ακμαίο θηλυκό σε καταλύματα ζώων. Τρέφεται κυρίως από τον άνθρωπο (ανθρωπόφιλο), αλλά και από βοοειδή. Είναι ενδόφιλο είδος και εγκαταλείπει τα καταφύγια του τις ώρες που υπάρχει σκοτάδι. Την ημέρα μπορεί να βρεθεί και σε εξωτερικούς προστατευμένους χώρους όπως κάτω από γέφυρες, κούφια δένδρα ή κοιλότητες σε βράχους. Επιτίθεται, σε προστατευμένες θέσεις, και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όταν δεν υπάρχει διαθέσιμο θήραμα μπορεί να πετάξει σε αποστάσεις που ξεπερνούν τα 3,5 km. Είναι ένα τυπικό είδος για τις θερμές και ξηρές ηπειρωτικές περιοχές. Θεωρείται ότι είναι ο πιο σημαντικός διαβιβαστής της ελονοσίας για τη χώρα μας (Becker *et al.* 2010, Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

### 5.3.3 *Culex (Culex) ripiens* Linnaeus 1758

Το είδος αυτό (Εικόνα 5.4) ήταν το επικρατέστερο ανάμεσα σε όσα βρέθηκαν σε ολόκληρη την περιοχή. Υπήρχε σε όλες τις υποπεριοχές της μελέτης. Πιο συγκεκριμένα εντοπίστηκαν 20 ακμαία στη Σκάλα, 16 στο Αστέρι, 4 στη Στεφανιά και 28 στο Δαφνί.

Στην Ελλάδα υπάρχουν δύο βιότυποι ( biotypes) αυτού του είδους, οι οποίοι δε διαφέρουν ουσιαστικά μεταξύ τους ούτε μορφολογικά ούτε και γενετικά. Έχουν όμως πολλές διαφορές σε επίπεδο βιολογίας. Έτσι, το *Culex ripiens* biotype *molestus* είναι ένα κουνούπι που θέλει υπόγειους χώρους για την αναπαραγωγή του (βόθροι, κελάρια κ.α.), είναι ανθρωπόφιλο, δε διαχειμάζει (ομοδύναμο), αυτόγONO (δηλαδή η πρώτη ωοτοκία μπορεί να γίνει και χωρίς τη λήψη αίματος) και στενόγαμο είδος (χρειάζεται λίγος χώρος για να γίνει η σύζευξη). Εντός των οικιών συναντάται πολύ συχνά. Αντίθετα, το *Culex ripiens* biotype *ripiens* δεν είναι αυτόγONO, θέλει εξωτερικούς – επιφανειακούς χώρους με νερό για να εναποθέσει τα ωά του, είναι ευρύγαμο και κυρίως ορνιθόφιλο (Κολιόπουλος 2011).



Εικόνα 5.4: Το *Culex ripiens* ήταν το επικρατέστερο είδος μέσα στις παγίδες

Το κουνούπι αυτό είναι μεσαίου μεγέθους και δε φέρει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά για την αναγνώριση του. Είναι χρώματος κιτρινοκάστανου με κιτρινωπές βασικές ζώνες στην κοιλία. Οι тарσοί και οι κεραίες είναι ομοιόμορφου

καστανού χρωματισμού. Έχει έντονο πολυμορφισμό, καθώς οι ζώνες της κοιλίας μπορεί να εμφανιστούν με τη μορφή κηλίδων (Κολιόπουλος 2011).

Στην Ελλάδα είναι το πιο διαδεδομένο είδος κουνουπιού. Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν, μπορεί να δώσει πολλές γενιές το χρόνο. Γεννάει 150-240 ωά σε μορφή σχεδίας που επιπλέει. Αντέχει και σε ελαφρώς υφάλμυρα νερά και μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε διάφορους τύπους υδατοσυλλογών (λίμνες, ορυζώνες, κοιλότητες δένδρων κ.α.). Η εμφάνιση των τελείων, ανάλογα με τη θερμοκρασία, μπορεί να διαρκέσει από μία μέχρι και μερικές εβδομάδες, από την ώρα που θα γίνει η ωοτοκία (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

Το *Culex pipiens* είναι σημαντικό για τη μετάδοση διαφόρων παθογόνων στον άνθρωπο και στα ζώα. Αιτία είναι η πολύ μεγάλη διασπορά του είδους αυτού σε όλο τον κόσμο. Είναι, ανάλογα με το βιότυπο του, ιδιαίτερα ανθρωπόφιλο. Ο πλέον σημαντικός ιός που μεταφέρει είναι αυτός του Δυτικού Νείλου. Υπάρχουν όμως και άλλοι αρμποϊοί, που το χρησιμοποιούν ως διαβιβαστή, όπως ο Tahyna, Rift Valley και ο Sindbis. Επίσης μεταφέρει και τη φιλαρίαση του σκύλου (Κολιόπουλος 2011).

#### 5.3.4 *Ochlerotatus (Ochlerotatus) caspius* (Pallas) 1771

Το *Ochlerotatus caspius* εντοπίστηκε σε παγίδες δύο υποπεριοχών. Βρέθηκαν 16 ακμαία στο Αστέρι και ένα στο Δαφνί. Χαρακτηριστικό αυτού του είδους είναι ότι στη ράχη του, ανάμεσα στα χρυσά λέπια που καλύπτουν το θώρακα του, υπάρχουν στενές ταινίες από λέπια ανοικτού χρώματος. Στις πτέρυγες το πλευρικό νεύρο φέρει σκούρα λέπια, όπως και κερκιδικό νεύρο (R) έχει σκούρα και λίγα πιο ανοιχτόχρωμα λέπια. Τα ταρσομερή των πίσω ποδιών έχουν ανοιχτού χρώματος δακτυλίους. Η κοιλία φέρει τριγωνικές ζώνες ανοικτού χρώματος, που διαφέρουν από αντίστοιχες ζώνες άλλων ειδών. Μερικές φορές, επειδή οι γραμμές αυτές καλύπτονται από λευκά λέπια, δεν είναι εύκολα εμφανείς (Κολιόπουλος 2011).

Παρόλο που το είδος αυτό είναι πολυκυκλικό, κάποιες φορές μπορεί να έχει μόνο μια γενιά κατά έτος. Αυτό εξαρτάται από τον τύπο της εστίας ανάπτυξης. Διαχειμάζει ως ωό και η πρώτη εμφάνιση των προνυμφών στη νότια Ευρώπη γίνεται το Φεβρουάριο – Μάρτιο. Οι προνύμφες βρίσκονται σε ανοικτές ή σκιαζόμενες συλλογές νερού, που μπορεί να είναι μόνιμες ή περιοδικά κατακλυζόμενες. Μπορούν να αντέξουν σε μεγάλες συγκεντρώσεις αλατιού. Θεωρείται ότι απαντάται συχνά σε παραθαλάσσιες περιοχές. Είναι ένα κοινό είδος των ακτών του Ατλαντικού και της



Μεσογείου. Μεγάλες συγκεντρώσεις του μπορούν να εντοπιστούν σε κοιλάδες ποταμών (Becker *et al.* 2010).

Παρόλο που θεωρείται αγροδίαιτο είδος, μπαίνει και σε εσωτερικούς χώρους, όπου τσιμπάει μέρα και νύχτα. Η ώρα, που τα θηλυκά είναι πιο ενεργά, είναι το σούρουπο. Επιτίθεται τόσο σε ανθρώπους όσο και σε ζώα, σε αστικές και αγροτικές περιοχές. Μπορεί και μεταναστεύει σε αποστάσεις 10 km. Επίσης, αντέχει σε συνθήκες ξηρασίας και υψηλής θερμοκρασίας. Μεταφέρει ιούς όπως ο ιός του Δυτικού Νείλου και ο Tahyna και το βακτήριο της «τουλαρεμίας» (*Francisella tularensis*) (Becker *et al.* 2010).

### 5.3.5 *Ochlerotatus (Ochlerotatus) detritus* (Haliday) 1833

Το *Ochlerotatus detritus* βρέθηκε σε δύο υποπεριοχές: στο Αστέρι (1 κουνούπι) και στη Στεφανιά (2 κουνούπια). Το χαρακτηριστικό, που κάνει να ξεχωρίζει αυτό το είδος, είναι ότι τα εμπρόσθια μέρη των πτερύγων φέρουν ανοιχτόχρωμα λέπια. Στα κοιλιακά τμήματα υπάρχουν βασικές ταινίες, ιδίου (μικρού) μεγέθους, από ανοικτού χρώματος λέπια, οι οποίες δε διακόπτονται από λέπια ή άλλα τμήματα. Η κοιλία, στην πλάγια όψη, της έχει κηλίδες από κιτρινωπά σκοτεινά ή λευκά λέπια. Οι κέρκοι είναι σχετικά μακριοί και οι ταρσοί δε φέρουν δακτυλίους ανοικτότερου χρωματισμού (Κολιόπουλος 2011).

Το είδος αυτό αρέσκεται σε εστίες με μεγάλη περιεκτικότητα σε αλάτι. Έτσι απαντάται σε παραθαλάσσιες περιοχές (π.χ. έλη), υφάλμυρα νερά και εκβολές ποταμών. Διαχειμάζει ως ωό και, ανάλογα με το υψόμετρο της τοποθεσίας, μπορεί να φτάσει και τις τρεις γενιές κατά έτος. Τα θηλυκά πετούν στην περίοδο από Μάιο έως Σεπτέμβριο. Είναι δραστήρια όλη την ημέρα, αλλά ιδιαίτερα κατά το σούρουπο. Μπορεί να επιτεθούν σε μεγάλους αριθμούς και το τσίμπημά τους είναι επίμονο. Επειδή είναι εκτόφιλο είδος, εισέρχεται σε εσωτερικούς χώρους μόνο περιστασιακά για να τραφεί. Μπορεί να μεταναστεύσει σε αποστάσεις έως 20 km (Σαμανίδου – Βογιατζόγλου 2011).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Η παγίδευση ωών *Aedes sp.* σε περιοχές του Δ. Ευρώτα

### 6.1. Γενικά

Όπως έχει αναφερθεί, ένας από τους σκοπούς αυτής της μελέτης είναι και η εκτίμηση της εγκατάστασης του χωροκατακτητικού είδους κουνουπιού *Aedes albopictus* σε περιοχές του Δήμου Ευρώτα. Η πρώτη διαπίστωση της παρουσίας του έγινε μέσα από το πρόγραμμα Malwest (2013b) και τους συνεργαζόμενους με αυτό φορείς. Τότε είχαν εντοπιστεί δύο άτομα του είδους, χωρίς όμως να εκτιμηθεί το εύρος της επέκτασής του.

Με όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο που περιγράφονται οι παγίδες ωοθεσίας (Ovitrap), γίνεται αντιληπτό ότι, αυτές είναι ένα από τα πιο κατάλληλα μέσα για την διαπίστωση της παρουσίας αυτού του είδους σε μία περιοχή. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκαν και στην παρούσα μελέτη.

Οι παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν είναι σχετικά διαφοροποιημένες από αυτές που περιγράφονται εκεί. Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δοχεία χωρητικότητας περίπου 1lt και μαύρου χρώματος, τα οποία είχαν χρησιμοποιηθεί και σε άλλες πρόσφατες έρευνες (Κολιόπουλος 2010, Γιατρόπουλος, 2014). Έχουν διάμετρο βάσης 10cm και διάμετρο κορυφής 12cm. Επίσης και το ύψος τους είναι 12cm. Είναι κατασκευασμένα από πλαστικό και έχουν τη μορφή γλάστρας χωρίς τρύπες στον πυθμένα της. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και ελαφρά και μπορούν κατά τη μεταφορά να μπουν το ένα μέσα στο άλλο. Σε απόσταση περίπου 5cm από την κορυφή τους έχουν μια τρύπα για να αποφευχθεί η υπερχειλίση του νερού σε περίπτωση βροχής. Σύμφωνα με τους Bellini *et al.* (1996) τα πλαστικά δοχεία είναι πιο «ευαίσθητα» για την ανίχνευση μικρών πληθυσμών κουνουπιών.

Τα δοχεία αυτά, κατά την τοποθέτηση τους στην οριστική τους θέση, γεμίζονται με περίπου 500 – 600 ml αποχλωριωμένο νερό μέχρι ένα ορισμένο ύψος. Μετά τοποθετείται εντός του νερού ένα ιατρικό γλωσσοπίεστρο (αυτό που χρησιμοποιείται για την εξέταση της στοματικής κοιλότητας από τους γιατρούς), το οποίο θα αποτελέσει και την επιφάνεια, πάνω στην οποία τα θηλυκά *Ae. albopictus* θα εναποθέσουν τα ωά τους. Έχει διαστάσεις που ποικίλουν ανάλογα με τον κατασκευαστή. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είχε μήκος 145 mm και πλάτος 15 mm. Επειδή η επιφάνεια του γλωσσοπίεστρου είναι λεία πρέπει, πριν χρησιμοποιηθεί, να

γίνει πιο τραχιά. Γι' αυτό τρίβεται με ένα κατάλληλο εργαλείο, όπως είναι αυτό με το οποίο γίνεται η απολέπιση των ψαριών.

Ο αριθμός παγίδων που πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε μια περιοχή είναι σχετικός με τη μορφή της περιοχής (αγροτική, ημιαστική, αστική) και το σκοπό της έρευνας. Σε μια μελέτη των Toma *et al.* (2003) στην περιοχή της Ρώμης χρησιμοποιήθηκε μια παγίδα ανά 1,4 km<sup>2</sup>, ενώ οι Roiz *et al.* (2008) έβαλαν μία ανά 0,41 km<sup>2</sup> για μια έρευνα στη Βαρκελώνη. Στον πίνακα που ακολουθεί (6.1) φαίνονται οι προτεινόμενες από τον ECDC πυκνότητες και συχνότητες τοποθέτησης διαφόρων τύπων παγίδων, ανάλογα με την κάθε περίπτωση.

Πίνακας 6.1: Αριθμός και είδος παγίδων κατά περίπτωση.

Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Surveillance aim and sites	Methods and traps	Density of traps	Frequency of trapping	Period of trapping
			<b>Introduction at points of entry</b>				
✓	✓	✓	Storage sites for imported used tyres	<ul style="list-style-type: none"> <li>BG-Sentinel or MM</li> <li>HLC</li> <li>Larval search</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1/5000m<sup>2</sup></li> <li>1 or 2</li> <li>1/10 tyres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Twice a month</li> <li>Twice yearly</li> <li>Twice-yearly</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apr–Nov</li> <li>Jul–Nov</li> <li>Jul–Nov</li> </ul>
✓	✓	✓	Shelters/greenhouses for imported plants like <i>Dracaena</i> spp. (Lucky Bamboo) <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BG-Sentinel or MM</li> <li>HLC</li> <li>Larval search</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1/5000m<sup>2</sup></li> <li>1 or 2</li> <li>20 vessels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Twice a month</li> <li>Twice yearly</li> <li>Twice yearly</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jan–Dec</li> <li>Jan–Dec</li> <li>Jan–Dec</li> </ul>
✓	✓	✓	Main parking lots at country borders, highways and road axes that originate in colonised areas <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ovitrap</li> <li>HLC</li> <li>Larval search</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1/2500m<sup>2</sup></li> <li>1 or 2</li> <li>10 vessels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Twice a month</li> <li>Twice yearly</li> <li>Twice yearly</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apr–Nov</li> <li>Apr–Nov</li> <li>Apr–Nov</li> </ul>
✓	✓	✓	Ports <sup>3</sup>	Ovitrap	1/5000m <sup>2</sup>	Twice a month	Apr–Nov
(✓)	(✓)	(✓)	Airports	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ovitrap</li> <li>BG-Sentinel or MM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1/1 ha</li> <li>1/2.5 ha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monthly</li> <li>Twice a month</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apr–Nov</li> <li>Apr–Nov</li> </ul>
(✓)	✓	✓	Quality and efficacy of control measures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ovitrap</li> <li>BG-Sentinel, HLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20/site</li> <li>4/site</li> </ul>	Before and after applications	
			<b>Persistence in colonised area</b>				
	✓		Inspection of colonised area	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ovitrap (BG-Sentinel, MM)</li> <li>HLC</li> <li>Larval search</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1/5 ha</li> <li>1/20 ha</li> <li>3 or 4</li> <li>40 vessels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Twice a month</li> <li>Twice a month</li> <li>Twice a month</li> <li>Twice a month</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apr–Nov</li> <li>Apr–Nov</li> <li>Apr–Nov</li> <li>Apr–Nov</li> </ul>
	(✓)	✓	Abundance and seasonal dynamics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ovitrap (BG-Sentinel or CO<sub>2</sub>-baited traps or gravid traps)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>6/site</li> <li>or</li> <li>2/site</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Twice a month</li> <li>Twice a month</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jan–Dec<sup>4</sup></li> <li>Jan–Dec<sup>4</sup></li> </ul>
		(✓)	Other mosquito population parameters (e.g. biting behaviour)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baited traps</li> <li>HLC</li> <li>Aspirators</li> </ul>	2/site	Monthly	Jun–Sep
		✓	Infection of IMS by pathogens	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gravid traps</li> <li>BG-Sentinel</li> </ul>	2/site	Weekly	During and after outbreaks
	✓	✓	Quality and efficacy of control measures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ovitrap</li> <li>BG-Sentinel</li> <li>HLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20/site</li> <li>4/site</li> </ul>	Before and after applications	
			<b>Spread into areas surrounding colonised areas</b>				
	✓	✓	Inspections around colonised areas	Ovitrap	1/15 ha	Monthly	Apr–Nov
		✓	Quality and efficacy of control measures	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ovitrap</li> <li>BG-Sentinel</li> <li>HLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>20/site</li> <li>4/site</li> </ul>	Before and after applications	

Πηγή: ECDC, 2012. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Technical report.

Οι θέσεις που επιλέχθηκε να τοποθετηθούν οι παγίδες ωθοεσίας ήταν τέτοιες, που να γίνονται εύκολα αντιληπτές από τα κουνούπια, αλλά ταυτόχρονα να είναι καλυμμένες από την άμεση έκθεση στο ήλιο (Εικόνα 6.1). Ήταν αναγκαίο να βρίσκονται σε σημεία, που να μη δημιουργούν προβλήματα στις δραστηριότητες των κατοίκων. Επίσης, δε θα έπρεπε να είναι εύκολα προσβάσιμες από ζώα. Έτσι, βρέθηκαν μικροί θάμνοι ή άλλα μέρη σε δημόσιους χώρους ή εντός κήπων, αφού προηγουμένως είχαν ενημερωθεί οι ιδιοκτήτες τους.

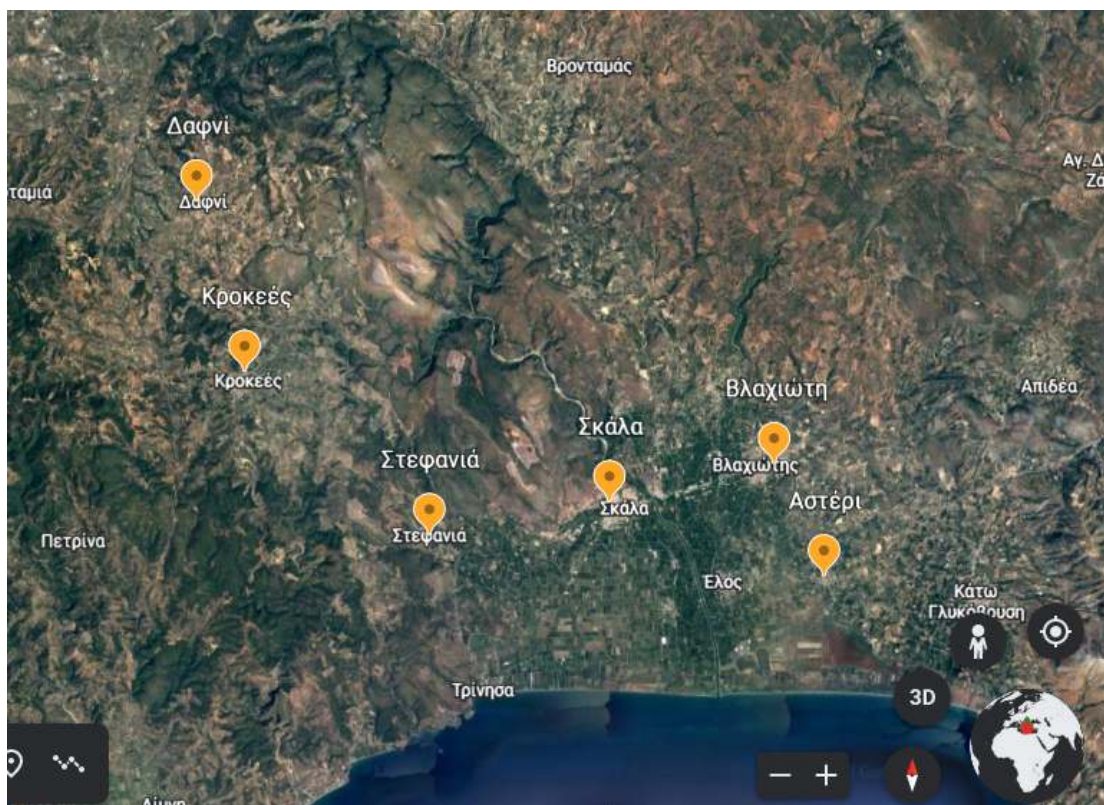


Εικόνα 6.1: Θέση τοποθέτησης παγίδας ωθοεσίας

Οι περιοχές που εξετάστηκαν για την εγκατάσταση του *Ae. albopictus* στο Δήμο Ευρώτα ήταν έξι (Εικόνα 6.2). Πρόκειται για τις πόλεις της Σκάλας και του Βλαχιώτη και άλλους τέσσερεις οικισμούς (Αστέρι, Δαφνί, Κροκεές και Στεφανιά). Οι υποπεριοχές αυτές είναι απομακρυσμένες μεταξύ τους αρκετά χιλιόμετρα και βρίσκονται διάσπαρτες, εκατέρωθεν του ποταμού, και σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να διαμορφωθεί μια πιο σαφής εικόνα για την παρουσία του κουνουπιού αυτού που, όπως έχει αναφερθεί, έχει πολύ μικρή ακτίνα πτήσης. Ο Γιατρόπουλος (2014) τοποθέτησε στην έρευνα του τις παγίδες ωθοεσίας σε



αποστάσεις μεγαλύτερες των 500 m, ώστε να μην υπάρχουν αποθέσεις ωών από το ίδιο θηλυκό σε διαφορετική παγίδα.



Εικόνα 6.2: Οι περιοχές που εξετάστηκαν για την ύπαρξη *Aedes* με τη χρήση παγίδων ωθοεσίας  
Πηγή: <https://earth.google.com/>

Οι παγίδες έμπαιναν στην κάθε θέση για διάστημα 7 ημερών. Δηλαδή, τοποθετούνταν μια ημέρα της εβδομάδας και αφαιρούνταν την επόμενη εβδομάδα την ίδια μέρα (π.χ. Δεύτερα). Αυτό γινόταν για να αποφευχθεί η εκκόλαψη των ωών ή και η καταστροφή τους από αρπακτικά. Αν οι παγίδες αφεθούν περισσότερες ημέρες μπορεί να μετατραπούν σε εστίες αναπαραγωγής των κουνουπιών (και μάλιστα του συγκεκριμένου είδους), με δυσμενείς συνέπειες για τους κατοίκους της περιοχής. Στο ίδιο σημείο έμπαινε νέα παγίδα ύστερα από 15 περίπου ημέρες μετά την τοποθέτηση της προηγούμενης. Η πρώτη παγίδα μπήκε στις 12-05-2021 και η τελευταία στις 22-06-2022. Την περίοδο του Δεκεμβρίου του 2021 δεν τοποθετήθηκαν παγίδες, ενώ από τον Ιανουάριο του 2022 και μετά έμπαινε μια παγίδα το μήνα σε κάθε θέση.

Κατά τη φάση της συλλογής των παγίδων τα γλωσσοπίεστρα αφαιρούνταν, το νερό χυνόταν στο έδαφος και το πλαστικό δοχείο καθαριζόταν σχολαστικά, με απορροφητικό χαρτί, για να αφαιρεθούν τυχόν κατάλοιπα και ξένα σώματα. Έπρεπε να απομακρυνθούν και ωά κουνουπιών, που μπορεί να ήταν προσκολλημένα στις

εσωτερικές πλευρές του. Στη συνέχεια πλενόταν και, αφού στέγνωσε, αποθηκευόταν για την επόμενη χρήση. Τα γλωσσοπίεστρα, που στην κορυφή τους και στις δύο πλευρές είχαν αριθμηθεί με αύξοντα αριθμό, προωθούνταν για την περαιτέρω διερεύνηση τους στο εργαστήριο, όπως θα περιγραφεί παρακάτω.

## 6.2 Χειρισμός των υποστρωμάτων ωοθεσίας

Όλα τα γλωσσοπίεστρα, που συλλέγονταν με τη διαδικασία που περιγράφηκε πιο πάνω, εξετάζονταν στο εργαστήριο με τη βοήθεια στερεοσκοπίου (Εικόνα 6.3). Γινόταν προσεκτική καταμέτρηση των ωών, που ήταν προσκολλημένα και στις δύο όψεις τους. Σε μερικές περιπτώσεις βρέθηκαν ωά κολλημένα και στη στενή επιφάνεια του ξύλου. Η αναγνώριση του είδους του κουνουπιού, στο οποίο αντιστοιχούσε το κάθε ωό, ήταν αδύνατον να γίνει σε αυτό το στάδιο. Επίσης, ήταν πολύ δύσκολο να γίνει και στο στάδιο της προνύμφης, καθώς θα απαιτούνταν η χρήση πολύ ειδικών χαρακτηριστικών και ειδικού χειρισμού των δειγμάτων. Έτσι, ακολουθήθηκε όλη η διαδικασία εκτροφής των προνυμφών μέχρι το στάδιο του τελείου εντόμου.



Εικόνα 6.3: Ωά *Aedes albopictus* προσκολλημένα σε γλωσσοπίεστρο

Για τον σκοπό αυτό τα γλωσσοπίεστρα τσακίζονταν στη μέση, ώστε να μπορούν να σταθούν κάθετα στον πυθμένα ενός δοχείου (Εικόνα 6.4). Στη συνέχεια καλύπτονταν κατά ένα μέρος με νερό (αποχλωριωμένο) και μέσα στο νερό έμπαινε μικρή ποσότητα ιχθυοτροφής. Όταν εμφανίζονταν οι προνύμφες γινόταν προσθήκη νερού και τροφής, ώστε να υπάρχει επάρκεια χώρου, για να αναπτυχθούν όλες με

άνεση. Αν από κάποιο γλωσσοπίεστρο δεν έβγαιναν προνύμφες, τότε αυτό αφηνόταν να στεγνώσει ξανά (για 1-2 ημέρες) και στη συνέχεια η διαδικασία επαναλαμβανόταν.



Εικόνα 6.4: Γλωσσοπίεστρα τοποθετημένα σε δοχεία με λίγο νερό

Τα ακμαία, σε συνθήκες εργαστηρίου, εμφανίζονταν μετά από περίπου μια εβδομάδα. Μετά, με τη βοήθεια ειδικής συσκευής που ήταν φτιαγμένη από εύκαμπτους σωλήνες (αναρροφητήρας), τα κουνούπια μεταγγίζονταν σε άλλο δοχείο και θανατώνονταν μέσα σε καταψύκτη (για 15-20 λεπτά). Η αναγνώριση του είδους γινόταν με τη χρήση στερεοσκοπίου και διχοτομικών κλειδών.

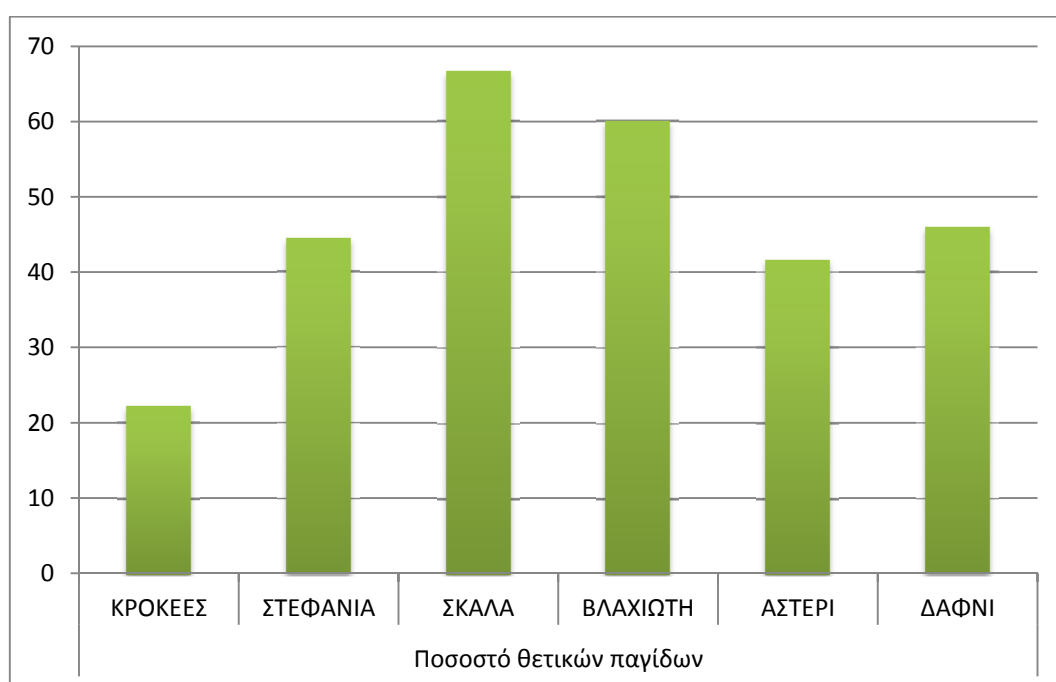
Ένα μέρος από τις προνύμφες που εκκολαφτήκαν χρησιμοποιήθηκε για τις βιοδοκιμές ανθεκτικότητας σε προνυμφοκτόνα, που θα περιγραφούν σε επόμενο κεφάλαιο.

### **6.3. Αποτελέσματα**

Σε όλη την περίοδο, από το ξεκίνημα της έρευνας στην περιοχή μέχρι και τη λήξη της, τοποθετήθηκαν 132 παγίδες ωθοεσίας. Από αυτές καταστράφηκαν ή χάθηκαν 5 και δεν ελήφθησαν υπόψη στη στατιστική ανάλυση. Οι παγίδες που τοποθετήθηκαν

μεταξύ 15 Νοεμβρίου 2021 και τέλους Απριλίου του 2022 ήταν όλες αρνητικές στην παρουσία ωών *Aedes*, ανεξαρτήτως υποπεριοχής. Το μήνα Δεκέμβριο δεν τοποθετήθηκαν παγίδες. Ως θετικές χαρακτηρίζονται οι παγίδες που είχαν έστω και ένα ωό. Ο συνολικός αριθμός των ωών που συλλέχθηκαν ήταν 2139. Όλα τα κουνούπια που εκκολάφθηκαν από τα παραπάνω ωά ανήκαν στο είδος *Aedes albopictus*. Σε όλες τις υποπεριοχές εντοπίστηκε παρουσία του είδους αυτού.

Στο παρακάτω γράφημα (6.1) εμφανίζεται το ποσοστό των παγίδων ανά περιοχή που ήταν θετικό στην ύπαρξη ωών *Aedes albopictus*. Στο ποσοστό δεν έχει συμπεριληφθεί η «νεκρή» περίοδος, όπου οι παγίδες όλων των υποπεριοχών ήταν χωρίς ωά.

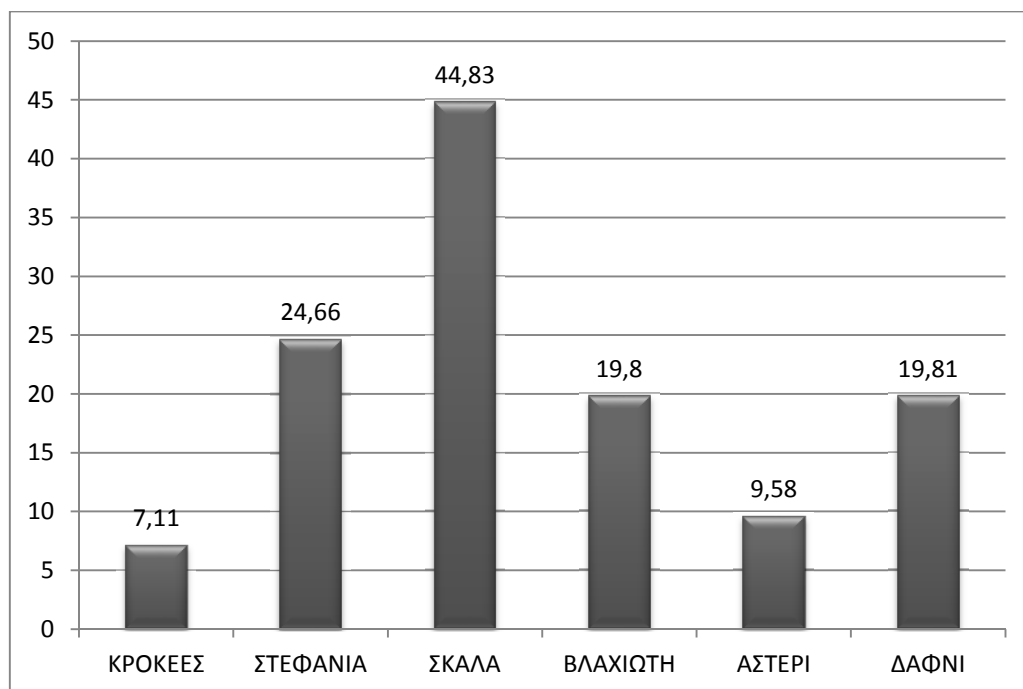


Γράφημα 6.1: Ποσοστό θετικών παγίδων ανά υποπεριοχή. (Έχουν εξαιρεθεί οι παγίδες της περιόδου 15 Νοε. 2021 – Απρίλιος 2022)

Σύμφωνα με τον Γιατρόπουλο (2014) το ποσοστό θετικότητας των παγίδων δείχνει την παρουσία του είδους σε μια περιοχή για τη δεδομένη χρονική στιγμή. Μια άλλη παράμετρος, που μπορεί να εξεταστεί, είναι ο αριθμός των ωών ανά παγίδα. Αυτό το ποσοστό υποδηλώνει, με έμμεσο τρόπο, την ύπαρξη και αναπαραγωγική δραστηριότητα του πληθυσμού των θηλυκών κουνουπιών. Στο επόμενο διάγραμμα (6.2) φαίνεται ο αριθμός των ωών κατά παγίδα και περιοχή. Στις παγίδες αυτές προσμετρούνται και οι θετικές και οι αρνητικές, όμως και σε αυτή την περίπτωση δε συμπεριλήφθηκαν όσες μαζεύτηκαν την περίοδο 15 Νοεμβρίου 2021 μέχρι και



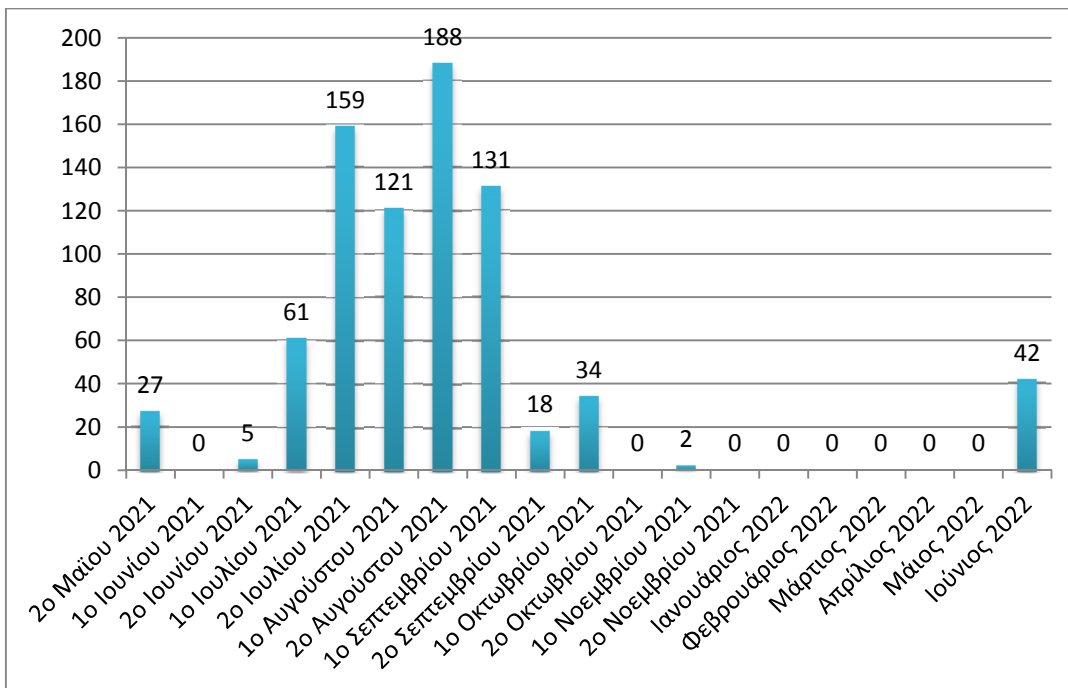
Απρίλιο 2022. Οι παγίδες αυτές μπήκαν αποκλειστικά με σκοπό τη διαπίστωση της έναρξης απόθεσης ωών για το έτος 2022.



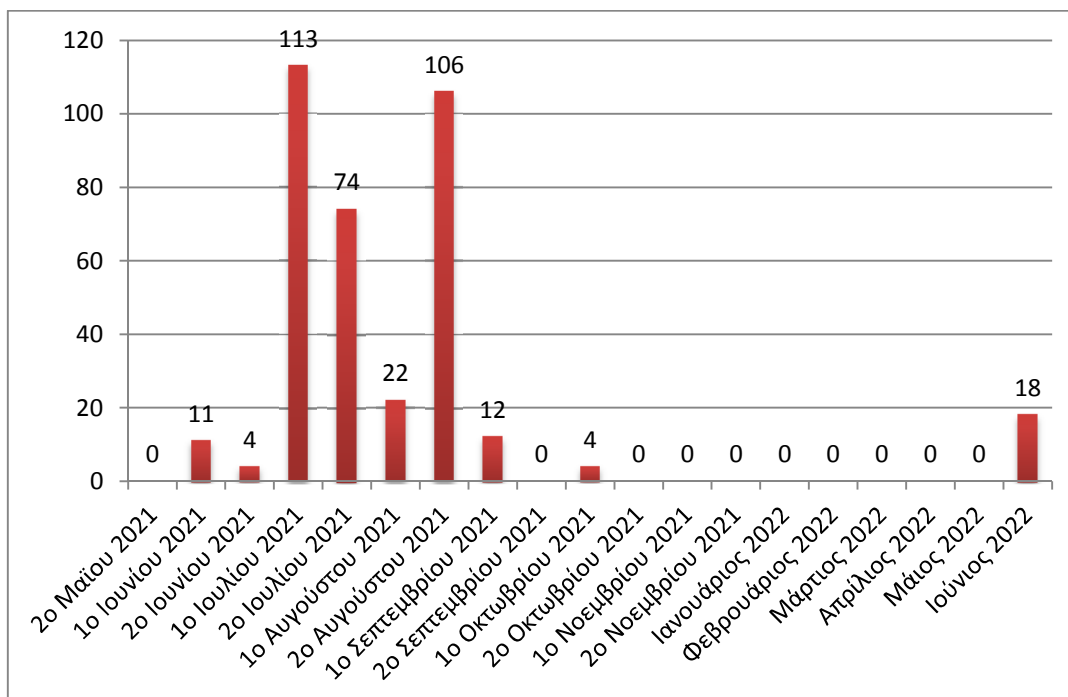
Γράφημα 6.2: Αριθμός ωών ανά παγίδα και περιοχή

Μια άλλη παράμετρος που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι αυτή της εποχικής κατανομής της απόθεσης των ωών. Όπως είναι γνωστό, από το γενικό μέρος αυτής της μελέτης, τα κουνούπια του γένους αυτού διαχειμάζουν ως διαπαύοντα ωά. Έτσι, το χειμώνα δεν υπάρχουν δραστήρια θηλυκά άτομα. Κατά συνέπεια δεν παρατηρείται και εναπόθεση ωών κατά τους χειμερινούς μήνες. Επίσης, λόγω της ύπαρξης περισσότερων βροχοπτώσεων, κατά την περίοδο από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη, αναπτύσσονται και πολλές φυσικές εστίες, όπου τα θηλυκά μπορούν να γεννήσουν. Αυτό έχει ως φυσικό επακόλουθο οι παγίδες ωοθεσίας να μην αποδίδουν την πραγματική εικόνα της αναπαραγωγικής δραστηριότητας των θηλυκών. Παρόλα αυτά, στη μελέτη αυτή, χρησιμοποιήθηκαν παγίδες και τους χειμερινούς μήνες, ώστε να εντοπιστεί όποια πιθανή δραστηριότητα.

Τα πρώτα ωά για το 2022 εντοπίστηκαν στις ανατολικότερες περιοχές (Αστέρι και Βλαχιώτη) γύρω στα μέσα Μαΐου. Στη Σκάλα, τη Στεφανιά και το Δαφνί οι πρώτες συλλήψεις ωών έγιναν το Ιούνιο. Στις Κροκεές δεν εντοπίστηκαν ωά μέχρι τότε, ενώ στη συνέχεια η έρευνα έληξε. Στα πιο κάτω γραφήματα (6.3, 6.4) εμφανίζεται ο μέσος αριθμός ωών ανά παγίδα και μήνα στις περιοχές της Σκάλας και του Δαφνιού.



Γράφημα 6.3: Μέσος όρος ψών ανά παγίδα και μήνα για την περιοχή της Σκάλας



Γράφημα 6.4: Μέσος όρος ψών ανά παγίδα και μήνα για την περιοχή του Δαφνιού.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Βιοδοκιμές ανθεκτικότητας του *A. albopictus* σε προνυμφοκτόνα**

### **7.1 Γενικά**

Ο έλεγχος του πληθυσμού των κουνουπιών σε μια περιοχή γίνεται με ένα συνδυασμό από μέτρα (βιολογικά, φυσικά, χημικά κ.α.), που σαν κύριο σκοπό έχουν κυρίως τη διακοπή του κύκλου της αναπαραγωγής τους. Ένα από τα σημαντικότερα μέτρα, που χρησιμοποιείται ευρύτατα στην πράξη, είναι η καταπολέμηση τους με χημικά μέσα (προνυμφοκτόνα) στο στάδιο της προνύμφης. Αυτό γίνεται επειδή οι περισσότερες εστίες ανάπτυξης των προνυμφών μπορούν να εντοπιστούν και να εφαρμοστούν σε αυτές έγκαιρα τα κατάλληλα βιοκτόνα, πριν το πρόβλημα πάρει ανεξέλεγκτες διαστάσεις. Για να έχει επιτυχία η εφαρμογή ενός προνυμφοκτόνου σκευάσματος στην πράξη, θα πρέπει να έχει ελεγχθεί για την αποτελεσματικότητα του απέναντι στο συγκεκριμένο είδος κουνουπιού. Για το λόγο αυτό πρέπει να διενεργούνται βιοδοκιμές για τον προσδιορισμό της ικανής και αναγκαίας δοσολογίας, που θα φέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ένας άλλος λόγος για την πραγματοποίηση βιοδοκιμών είναι και η πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας, από ένα μέρος του πληθυσμού των κουνουπιών, που θα έχει σαν αποτέλεσμα, να μην αποδώσει το αναμενόμενο αποτέλεσμα κάποιο, μέχρι εκείνη τη στιγμή, αποτελεσματικό βιοκτόνο.

Στη μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκαν βιοδοκιμές για τον έλεγχο εμφάνισης ανθεκτικότητας σε πληθυσμούς του *Aedes albopictus* στην περιοχή του Ευρώτα. Εξετάστηκαν σκευάσματα εναντίον των προνυμφών του είδους. Οι προνύμφες αυτές προέκυψαν από την εκκόλαψη ωών, που βρέθηκαν σε παγίδες ωοθεσίας στην περιοχή. Πρόκειται δηλαδή για φυσικούς πληθυσμούς κουνουπιών, χωρίς να γίνει αναπαραγωγή τους στο εργαστήριο. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η γενετική ποικιλομορφία του δείγματος και είναι πιο πιθανό να εντοπιστεί τυχόν ανθεκτικότητα. Οι δόσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι ελάχιστες προτεινόμενες από τον παρασκευαστή των σκευασμάτων.

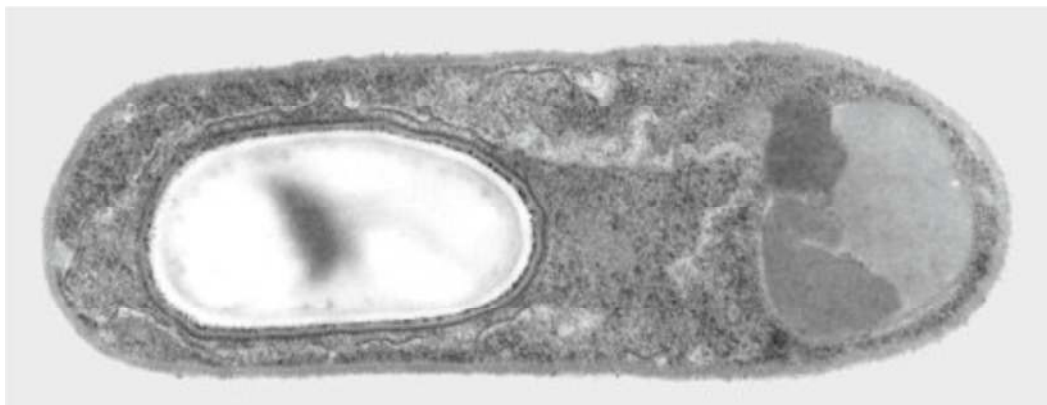
### **7.2 Τα προνυμφοκτόνα που εξετάστηκαν**

Για τις βιοδοκιμές ανάπτυξης ανθεκτικότητας του *Aedes albopictus* στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας εξετάστηκαν 3 είδη προνυμφοκτόνων ουσιών. Και τα τρία

ανήκουν σε διαφορετικές κατηγορίες ως προς τον τρόπο δράσης τους. Έτσι, το *Bacillus thuringiensis israelensis* (*B.t.i.*) είναι μια ουσία βιολογικής προέλευσης, καθώς προέρχεται από το αντίστοιχο υποείδος βακτηρίου. Το diflubenzuron ανήκει στην κατηγορία των ρυθμιστών ανάπτυξης (Insect Growth Regulators – IGRs), δηλαδή στις ουσίες εκείνες που παρεμποδίζουν τη φυσιολογική ανάπτυξη και εξέλιξη της ζωής ενός εντόμου. Τέλος, το temephos είναι ένα οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο, που δρα στο νευρικό σύστημα του εντόμου. Δεν έχει πλέον έγκριση χρήσης στη χώρα μας, αλλά δοκιμάστηκε ως ένα παραδοσιακά αποτελεσματικό σκεύασμα κατά των προνυμφών των κουνουπιών, ενώ επίσης χρησιμοποιείται ακόμη σε πολλές περιοχές παγκοσμίως.

### 7.2.1 Το *Bacillus thuringiensis israelensis* (*B.t.i.*)

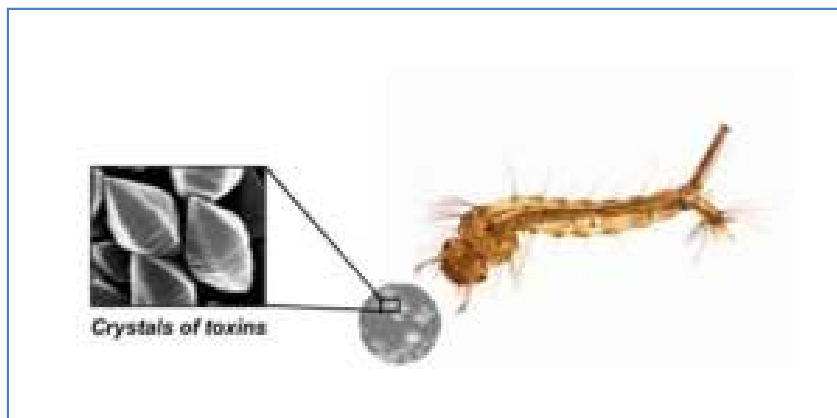
Το *Bacillus thuringiensis* είναι ένα είδος βακτηριών (Εικόνα 7.1) το οποίο παράγει τοξίνες οι οποίες έχουν εντομοκτόνο δράση. Το υποείδος *israelensis* είναι ένα βακτήριο που ανακαλύφθηκε το 1976 στην έρημο Negev στο Ισραήλ (Goldberg and Margalit 1977). Είναι ένα gram-θετικό βακτήριο, που βρίσκεται στο έδαφος και σχηματίζει ενδοσπόρια. Κατά τη σποροποίηση του παράγονται πρωτεϊνικές τοξίνες, οι οποίες συγκεντρώνονται στα παρασποριδιακά σωματίδια και αποτελούν τους πρωτεϊνικούς κρυστάλλους (Εικόνα 7.2). Για την εντομοκτόνο δράση του είναι αποκλειστικά υπεύθυνες αυτές οι πρωτεΐνες και ούτε το ζωντανό βακτήριο, ούτε το σπόριο φαίνεται να εισφέρουν σε αυτό (Becker *et al.* 2010).



Εικόνα 7.1: *Bacillus thuringiensis israelensis*. Αριστερά σπόριο και δεξιά παρασποριδιακό σωματίδιο  
Πηγή: Becker *et al* 2010. Mosquitoes and their control. Second edition. Springer (σ. 420)

Οι κρύσταλλοι αυτοί είναι ιδιαίτερα τοξικοί για τις προνύμφες των κουνουπιών και κάποιων άλλων διπτέρων (οικ. Simuliidae). Το συγκεκριμένο υποείδος παράγει τέσσερεις τύπους ενδοτοξινών (Cry4A, Cry4B, Cry10A και Cry11A), οι οποίες δρουν

εντομοτοξικά κατά την κατάποση τους από την προνύμφη (εντομοκτόνο στομάχου). Ενεργοποιούνται, κατόπιν πρωτεόλυσης που γίνεται στον κύριο στόμαχο του εντόμου, και καταστρέφουν τα κύτταρα του επιθηλίου του μεσεντέρου. Η προνύμφη πεθαίνει σε 1-2 ημέρες (Γιατρόπουλος 2014).



Εικόνα 7.2: Οι κρύσταλλοι είναι υπεύθυνοι για τη θανάτωση της προνύμφης  
Πηγή: <https://tourduvalat.org/en/newsletter-articles/bti-between-science-and-industry/>

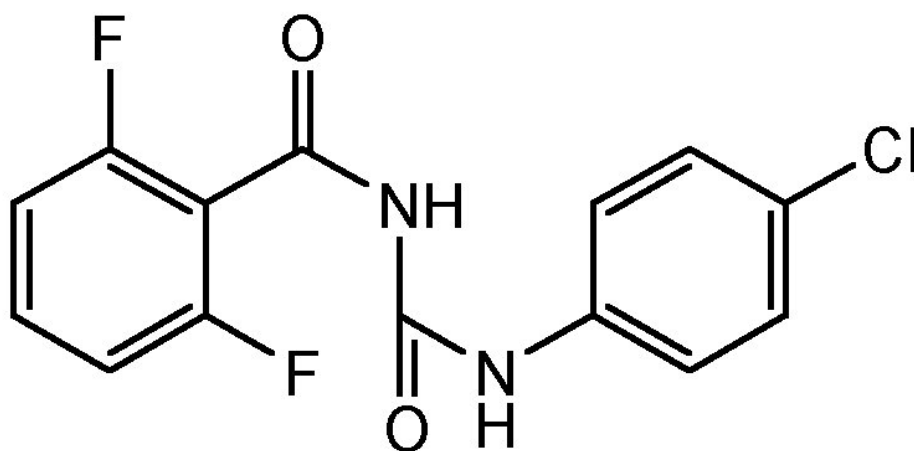
Το (*B.t.i.*) είναι ένα εκλεκτικό εντομοκτόνο. Αυτό οφείλεται σε μία σειρά παραγόντων όπως: α) ο οργανισμός στόχος πρέπει να προσλάβει το σκεύασμα μέσω της κατάποσης και αυτό εξαρτάται από τις διατροφικές του συνήθειες, β) η προτοξίνη πρέπει να διαλυθεί στο πεπτικό σύστημα του οργανισμού και αυτό χρειάζεται αλκαλικό περιβάλλον ( $pH > 10$ ), γ) ο οργανισμός πρέπει να παράγει συγκεκριμένες πρωτεάσες, για να μετατραπούν οι προτοξίνες σε βιολογικά ενεργές και δ) στα επιθηλιακά κύτταρα του μεσεντέρου πρέπει να υπάρχουν οι κατάλληλοι υποδοχείς, για να συνδεθούν με αυτούς οι τοξίνες (Becker *et al.* 2010).

Η εκλεκτικότητα του (*B.t.i.*), καθώς και η βιολογική του προέλευση, είναι αυτή που το καθιστά πολύτιμο στα προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης των κουνουπιών. Μάλιστα, είναι το μόνο κατάλληλο για τις περιοχές Natura. Από την άλλη πλευρά η χρήση του έχει και κάποια μειονεκτήματα. Είναι ευαίσθητο στο φως και έτσι έχει μικρή διάρκεια δράσης. Δρα μόνο μέσω της κατάποσης και γι' αυτό το λόγο το στάδιο της προνύμφης πρέπει να μπορεί να τρέφεται. Επίσης, νερά με αρκετή ποσότητα οργανικής ύλης μειώνουν την αποτελεσματικότητά του. Οι λόγοι αυτοί, σε συνδυασμό με το αυξημένο κόστος της χρήσης του, καθιστούν την παρουσία εξειδικευμένου προσωπικού τόσο κατά την εφαρμογή, αλλά και τον προγραμματισμό των εργασιών, υποχρεωτική (Γιατρόπουλος 2014, Εμμανουήλ 1999).

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της μελέτης, χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Vectobac 12AS (Valent BioSciences Corporation, USA). Έχει περιεκτικότητα σε *B.t.i.* (ορότυπος H14, στέλεχος AM65-52) 11,61% β/β και μορφή συμπυκνωμένου εναιωρήματος. Η συνιστώμενη δόση εφαρμογής κατά προνυμφών κουνουπιών είναι 0,025 – 0,25 lt/στρέμμα, ανάλογα με το βαθμό προσβολής.

### 7.2.2 Το diflubenzuron

Το diflubenzuron (Εικόνα 7.3) είναι μια ουσία που ανήκει στους «ρυθμιστές ανάπτυξης» (IGRs). Πρόκειται για μια σχετικά σύγχρονη κατηγορία εντομοκτόνων, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον, τον άνθρωπο και τα ωφέλιμα αρθρόποδα. Δρουν σε συγκεκριμένο στάδιο της ζωής των εντόμων και για το λόγο αυτό η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται κατόπιν προηγούμενου ελέγχου. Υπάρχουν δύο κατηγορίες IGRs: η πρώτη παρεμποδίζει τη σύνθεση της χιτίνης και η δεύτερη επηρεάζει το ενδοκρινικό σύστημα του εντόμου (Λύτρα 2015, Γιατρόπουλος 2014).



Εικόνα 7.3: Η χημική δομή του diflubenzuron

Πηγή: <https://www.chemservice.com/diflubenzuron-n-11722-250mg.html>

Η βενζοϋλουρίες, στις οποίες ανήκει και το diflubenzuron, υπάγονται στην κατηγορία των παρεμποδιστών σύνθεσης της χιτίνης. Όταν μια προνύμφη προσλάβει μια από αυτές τις ουσίες, σταματά η εξέλιξη της ή η μετάβαση της στο στάδιο της νύμφης και του τελείου εντόμου. Τελικά, μετά από κάποιο διάστημα, επέρχεται και ο θάνατος της (Λύτρα 2015). Υπάρχουν τρία χαρακτηριστικά σχετικά με τον τρόπο δράσης αυτών των ουσιών: α) δρουν κυρίως μέσω του πεπτικού συστήματος και για αυτό το λόγο πρέπει οι προνύμφες να μπορούν να τρέφονται, β) η δεκτικότητα του

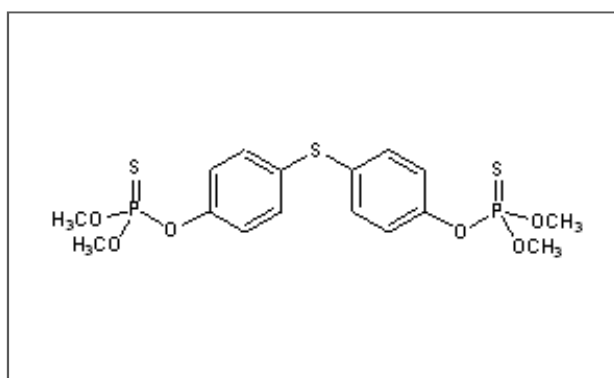
εντομοκτόνου από τις προνύμφες είναι πιο έντονη όταν σχηματίζεται χιτίνη, δηλαδή πριν από κάθε έκδυση και γ) οι προνύμφες δεν πεθαίνουν άμεσα, αλλά παραμένουν σε μια ημιθανή κατάσταση για μερικές ημέρες (Becker *et al.* 2010).

Το diflubenzuron είναι ένα εντομοκτόνο επαφής και στομάχου με ευρύ φάσμα δράσης. Εκτός των κουνουπιών, δρα και κατά των προνυμφών ψύλλων, μυγών και ψειρών. Έχει μεγάλη υπολειμματική δράση (15 -30 ημέρες αναλόγως συνθηκών), χαμηλή τοξικότητα στα θηλαστικά και η οξεία τοξικότητα στα ψάρια είναι χαμηλή. Η εφαρμογή του πρέπει να γίνεται όταν οι προνύμφες των κουνουπιών είναι σε στάδιο που μπορούν να τραφούν (Γιατρόπουλος 2014).

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα DuDim 15SC (Arysta Life Science, Ολλανδία). Έχει περιεκτικότητα 15% σε diflubenzuron και μορφή συμπυκνωμένου εναιωρήματος. Η συνιστώμενη δόση εφαρμογής κατά προνυμφών κουνουπιών είναι 3,3 -6,6 κ.εκ./ 100m<sup>2</sup>.

### 7.2.3 Το temephos

Το temephos (Εικόνα 7.4) είναι ένα οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο, που στο παρελθόν είχε χρησιμοποιηθεί σε πάρα πολλά προγράμματα αντιμετώπισης κουνουπιών ως προνυμφοκτόνο. Έχει πολύ χαμηλή τοξικότητα για τα θηλαστικά (LD<sub>50</sub> = 2030 mg/kg). Σε αρκετές περιοχές, λόγω της ευρείας χρήσης του, έχουν διαπιστωθεί περιπτώσεις ανάπτυξης ανθεκτικότητας. Τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, όπως και σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν έχει έγκριση κυκλοφορίας, επειδή η εταιρία παραγωγής του δε το υποστήριξε στην ένταξη του στα εγκεκριμένα βιοκτόνα (βάσει της οδηγίας 98/8/ΕΕ). Στα πειράματα όμως συχνά χρησιμοποιείται ως προνυμφοκτόνο αναφοράς, λόγω της εξαιρετικά αποτελεσματικής δράσης που έχει (Κολιόπουλος 2011).



Εικόνα 7.4: Η χημική δομή του temephos  
Πηγή: <https://www.drugfuture.com/chemdata/temephos.html>

Τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα δρουν στο νευρικό σύστημα του οργανισμού μπλοκάροντας την ακετυλχολινεστεράση στις νευρικές συνάψεις. Αυτό έχει ως συνέπεια τη συσσώρευση ακετυλχολίνης στις νευρομυϊκές συνδέσεις, με αποτέλεσμα την πρόκληση σπασμών και τελικά το θάνατο. Είναι μια παλιά κατηγορία εντομοκτόνων, με πολλά μέλη, τα οποία στο παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί πολύ για την καταπολέμηση των κουνουπιών παγκοσμίως (Becker *et al.* 2010).

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα Abate 50EC (BASF Agro Hellas S.A.). Έχει μορφή γαλακτωματοποιήσιμου υγρού και περιεκτικότητα σε δραστική ουσία (temephos) 50%. Η συνιστώμενη ελάχιστη δόση από τον παρασκευαστή είναι 15 κ.εκ./στρέμμα.

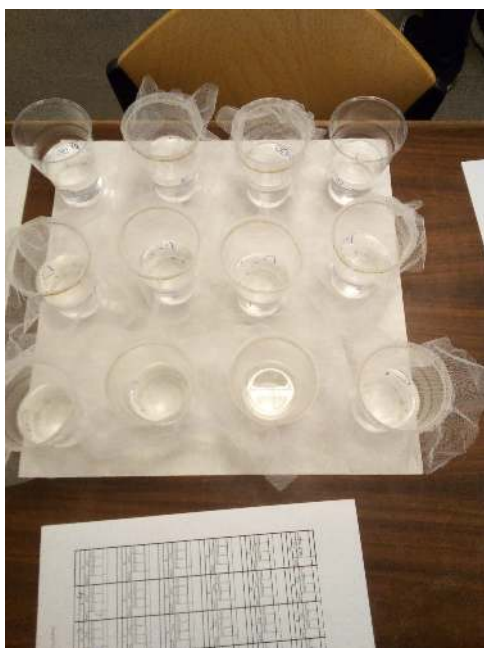
### 7.3 Τρόπος διεξαγωγής της βιοδοκιμής

Για να γίνουν οι βιοδοκιμές ανθεκτικότητας του *Aedes albopictus* στα εξεταζόμενα προνυμφοκτόνα, χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί ένα μέρος από τις προνύμφες, που προέκυψαν από την εκκόλαψη των ωών από τις παγίδες ωοθεσίας. Οι παγίδες αυτές συλλέχθηκαν στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας, με τον τρόπο που περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι προνύμφες που εκκολάφθηκαν, προέρχονταν έτσι από φυσικούς πληθυσμούς και από όλες τις υποπεριοχές της έρευνας. Χρόνος συλλογής των παγίδων ήταν ο Αύγουστος και ο Σεπτέμβριος το 2021.

Μετά την εκκόλαψη των ωών, οι προνύμφες αναπτύχθηκαν μέχρι το 3<sup>ο</sup> ή το πρώιμο 4<sup>ο</sup> στάδιο. Το πείραμα σχεδιάστηκε σύμφωνα με όσα αναφέρει ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO 1981a, 1981b, 2005) με μερικές τροποποιήσεις. Συγκεκριμένα αντί για γυάλινα δοχεία 500ml χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά ποτήρια 270 ml (Εικόνα 7.5). Επίσης, ο αριθμός των προνυμφών τόσο στο μάρτυρα όσο και στα ποτήρια που περιείχαν τα βιοκτόνα σκευάσματα περιορίστηκε στις 10 (αντί για 20). Αυτό έγινε επειδή οι προνύμφες που ήταν κατάλληλες για το πείραμα, δεν ήταν διαθέσιμες σε μεγάλους αριθμούς. Προέρχονταν από φυσικούς πληθυσμούς ωών, που πολλά από αυτά έμειναν σε διάπαυση, ή εκκολάφθηκαν με καθυστέρηση ή σε κάποια επόμενη φάση της εκτροφής. Για το λόγο αυτό και το πείραμα των βιοδοκιμών έγινε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη δοκιμάστηκαν τα B.t.i. και diflubenzuron και στη δεύτερη το temephos, χρησιμοποιώντας και διαφορετική σειρά από μάρτυρες.



Για κάθε προνυμφοκτόνο έγιναν 4 επαναλήψεις, όπως και για το μάρτυρα. Στο μάρτυρα μπήκαν 100 ml αποχλωριωμένο νερό θερμοκρασίας δωματίου. Στα υπόλοιπα ποτήρια μπήκε 99 ml ίδιας ποιότητας νερό. Στη συνέχεια προστέθηκε στα δοχεία αυτά 1 ml διαλύματος με την απαιτούμενη ποσότητα βιοκτόνου και ακολούθησε ανάδευση. Σε όλα τα δοχεία μπήκαν 10 προνύμφες *Aedes albopictus* 3<sup>ου</sup> ή αρχικού 4<sup>ου</sup> σταδίου. Δόθηκε μεγάλη προσοχή κατά την επιλογή και τη μεταφορά τους, ώστε να είναι απόλυτα υγιείς και κινητικές και να μην υποστούν κάποιο τραυματισμό ή βλάβη.



Εικόνα 7.5: Οι βιοδοκιμές έγιναν σε πλαστικά ποτήρια μιας χρήσης, στα οποία προστέθηκε η προβλεπόμενη ποσότητα βιοκτόνου

Εικόνα 7.6 : Αραιώσεις των βιοκτόνων, ώστε να έλθουν στην επιθυμητή συγκέντρωση



Για την παρασκευή του προνυμφοκτόνου διαλύματος έγινε μια αρχική αραιώση των εμπορικών σκευασμάτων στο 1%. Ως διαλύτης χρησιμοποιήθηκε το απιονισμένο νερό. Μετά από τις κατάλληλες για κάθε σκεύασμα αραιώσεις (Εικόνα 7.6)

προέκυψαν τα τελικά διαλύματα με συγκεντρώσεις 100πλάσιες από τις τελικά απαιτούμενες. Από αυτές πάρθηκε και το τελικό 1ml που προστέθηκε στα πλαστικά ποτήρια (πλην του μάρτυρα). Οι τελικές συγκεντρώσεις ήταν οι ελάχιστες από αυτές που συνιστά ο παρασκευαστής των σκευασμάτων ως δραστικές (Πίνακας 7.1).

Πίνακας 7.1: Συγκεντρώσεις βιοκτόνων που εξετάστηκαν

	Ελάχιστη δόση εφαρμογής	Τελική συγκέντρωση σκευάσματος*
Vectobac 12AS	0,025 Lt/στρ.	0,33 ppm
DuDim 15SC	3,3 κ.εκ./100m <sup>2</sup>	0,44 ppm
Abate 50EC	15 κ.εκ./στρ.	0,20 ppm

(\*) Για επιφάνεια νερού στο ποτήρι 0,00229m<sup>2</sup> και ύψος υδατοσυλλογής 0,075m. Ο WHO συνιστά ύψος νερού μεταξύ 2,5 και 7,5 cm (WHO 1981a, 1981b).

Στη συνέχεια χορηγήθηκε μικρή ποσότητα ιχθυοτροφής στο μάρτυρα και τα δοχεία με diflubenzuron. Το ίδιο επαναλήφθηκε ανά δύο ημέρες μέχρι τη λήξη του πειράματος. Τα ποτήρια στη συνέχεια σκεπάστηκαν με ένα πλαστικό τούλι, το οποίο στερεώθηκε με λάστιχο. Σε 24 ώρες έγινε ο πρώτος έλεγχος και η καταγραφή των αποτελεσμάτων. Πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε ένα από τα ποτήρια είχε αριθμηθεί και οι διαπιστώσεις που το αφορούσαν σημειώνονταν ξεχωριστά. Το πείραμα ολοκληρώθηκε όταν έγιναν σαφή τα αποτελέσματα, ιδιαίτερα για τις προνύμφες στις οποίες εφαρμόστηκε το diflubenzuron.

#### 7.4 Αποτελέσματα βιοδοκιμής ανθεκτικότητας

Για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των βιοκτόνων, κατά των προνυμφών του *Aedes albopictus*, έγινε καταγραφή των αποτελεσμάτων των βιοδοκιμών κάθε 24 ώρες. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, ως νεκρές προνύμφες υπολογίζονται και όλες όσες δεν εμφανίζουν φυσιολογική συμπεριφορά. Έτσι, όταν αυτές δεν απομακρύνονται όταν ενοχλούνται ή όταν αδυνατούν να κολυμπήσουν προς την επιφάνεια ή να βυθιστούν όταν διαταράσσεται το νερό, τότε θεωρούνται ως νεκρές. Στην περίπτωση που οι νεκρές προνύμφες στο μάρτυρα υπερβούν το 20% τότε το πείραμα πρέπει να ακυρωθεί. Όταν όμως το ποσοστό αυτό είναι μεταξύ 5-20% η θνησιμότητα υπολογίζεται με τον τύπο του Abbot: Θνησιμότητα (%) = 100\*(X-Y)/X. Το (X) αντιστοιχεί στο ποσοστό (%) της επιβίωσης του μάρτυρα και το (Y) αντιστοιχεί στο ποσοστό επιβίωσης μετά την εφαρμογή του βιοκτόνου (Λύτρα 2015, Γιατρόπουλος 2014).

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο αριθμός των ζωντανών προνυμφών που καταγράφηκαν κάθε ημέρα για κάθε δραστική ουσία που δοκιμάστηκε, καθώς και το μάρτυρα.

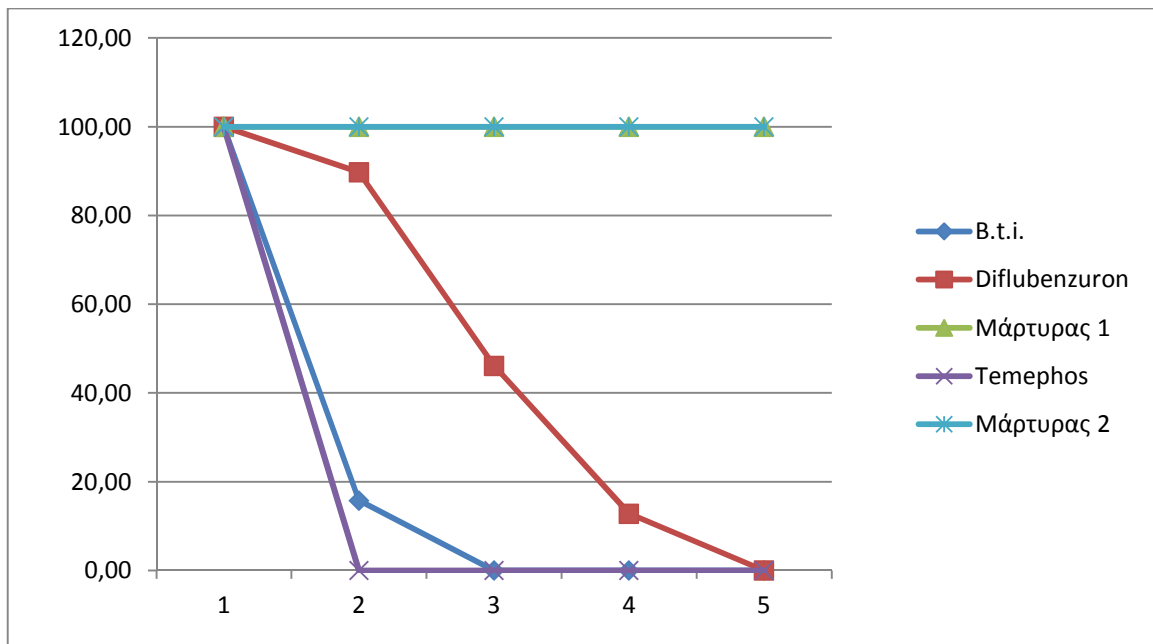
Πίνακας 7.2: Αριθμός ζωντανών προνυμφών κάθε ημέρα της βιοδοκιμής.

Δραστική ουσία	ημέρα 0	ημέρα 1	ημέρα 2	ημέρα 3	ημέρα 4
<b>B.t.i.</b>	38*	6	0	0	0
<b>Diflubenzuron</b>	39*	35	18	5	0
<b>Μάρτυρας 1</b>	40	40	40	40	40
<b>Temephos</b>	40	0	0	0	0
<b>Μάρτυρας 2</b>	40	40	40	40	40

(\*) Στα κελιά με αστερίσκο είχαν σχηματιστεί νύμφες (2 στο Bti και 1 για το diflubenzuron) σε σύντομο διάστημα, πριν προλάβουν να λάβουν την απαραίτητη δόση βιοκτόνου. Αυτές δεν ελήφθησαν υπόψη στη στατιστική ανάλυση.

Πίνακας 7.3: Ποσοστό επιβίωσης προνυμφών κάθε ημέρα της βιοδοκιμής.

Δραστική ουσία	ημέρα 0	ημέρα 1	ημέρα 2	ημέρα 3	ημέρα 4
B.t.i.	100,00	15,79	0,00	0,00	0,00
Diflubenzuron	100,00	89,74	46,15	12,82	0,00
Μάρτυρας 1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Temephos	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μάρτυρας 2	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00



Γράφημα 7.1: Ποσοστό επιβίωσης προνυμφών κάθε ημέρα της βιοδοκιμής.

Όπως φαίνεται και από τους παραπάνω πίνακες και οι τρεις δραστικές ουσίες, στη δόση που εξετάστηκαν, είχαν σαν αποτέλεσμα τη θανάτωση του συνόλου των προνυμφών. Την πιο άμεση δράση είχε το temephos ενώ το diflubenzuron την πιο αργή. Αυτό οφείλεται στον τρόπο δράσης του συγκεκριμένου βιοκτόνου, το οποίο ανήκει στην κατηγορία των ρυθμιστών ανάπτυξης. Σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί σε προηγούμενα, οι ρυθμιστές ανάπτυξης λειτουργούν κατά τη φάση της ανάπτυξης ενός εντόμου, παρεμποδίζοντας μηχανισμούς που συμβάλουν στην εξέλιξη και μεταμόρφωση του. Για το λόγο αυτό και η θανάτωση των προνυμφών φαινομενικά αργεί περισσότερο απ' ό τι στα υπόλοιπα βιοκτόνα.

Γίνεται αντιληπτό ότι οι προνύμφες του *Ae. albopictus*, που προέκυψαν από ωά που βρέθηκαν στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας, δεν εμφανίζουν ανθεκτικότητα στα εξεταζόμενα βιοκτόνα, για την ελάχιστη συνιστώμενη από τον παρασκευαστή δόση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Συμπεράσματα - συζήτηση

Τα κουνούπια αποτελούν το σπουδαιότερο ζωικό εχθρό του ανθρώπου, εξαιτίας της μετάδοσης παθογόνων και παρασίτων, τα οποία προκαλούν θανατηφόρες ασθένειες. Τέτοιες ασθένειες όπως η ελονοσία, ο κίτρινος πυρετός, ο δάγκειος πυρετός και άλλες, έχουν δώσει στο παρελθόν ξεσπάσματα υπό μορφή επιδημίας και έχουν οδηγήσει στο θάνατο πλήθος ανθρώπων. Ταυτόχρονα, παρεμποδίζουν την εξέλιξη των κοινωνιών, λόγω του πλήθους των ημερών απασχόλησης που χάνεται όταν το εργατικό δυναμικό ασθενεί. Αυξημένη είναι και η επιβάρυνση του συστήματος υγείας, όταν πολλές φορές χρειάζεται ταυτόχρονη νοσηλεία για μεγάλο πλήθος ασθενών. Επίσης, δεν πρέπει να θεωρείται αμελητέα η υποβάθμιση μιας περιοχής, όταν πλήθος κουνουπιών επιτίθεται και τσιμπά τους εργαζόμενους, τους τουρίστες ή γενικότερα τους κατοίκους αυτής της περιοχής.

Η Ελλάδα στο παρελθόν αντιμετώπιζε σοβαρότατα προβλήματα από τα κουνούπια, καθώς κάθε χρόνο υπήρχαν επιδημίες ελονοσίας με πλήθος κρουσμάτων, αλλά και αρκετούς θανάτους. Επίσης, υπήρξε, κατά τα έτη 1927-1928, μια από τις μεγαλύτερες επιδημίες δάγκειου πυρετού στην Ευρώπη. Οι εντατικές προσπάθειες που έγιναν έκτοτε, με τα μέσα που ήταν τότε διαθέσιμα, είχαν σαν αποτέλεσμα η χώρα μας να απαλλαγεί από την ελονοσία και να περιορίσει κατά πολύ το πρόβλημα των κουνουπιών.

Τα τελευταία χρόνια όμως, η έντονη ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου και η μαζική μετακίνηση μεγάλων πληθυσμών ανθρώπων, λόγω μετανάστευσης, τουρισμού και άλλων δραστηριοτήτων, έχει αρχίσει να αντιστρέφει την καλή εικόνα που υπήρχε τα τελευταία χρόνια, τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ελλάδα ειδικότερα. Κάθε χρόνο εμφανίζονται σποραδικά νέα εισαγόμενα κρούσματα αρμποιώσεων και σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν φαινόμενα αυτόχθονης μετάδοσης. Τον ρόλο του διαβιβαστή αυτών των αρμποιώσεων παίζουν τα ενδημικά είδη κουνουπιών ή άλλα που εισέρχονται για πρώτη φορά σε μια περιοχή μέσω των διαδρομών του διεθνούς εμπορίου.

Ένα είδος που έχει εισβάλει σε πολλές περιοχές της Ευρώπης και έχει κινήσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας είναι το *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) ή διαφορετικά «ασιατικό κουνούπι τίγρης». Ενώ προέρχεται από τη νοτιοανατολική Ασία, όπου βρισκόταν στα δάση από μπαμπού, τις τελευταίες δεκαετίες έχει εισβάλει σε πολλές περιοχές της Αμερικής και της Ευρώπης, όπου έχει

εγκατασταθεί με επιτυχία. Αιτία της μετακίνησης του θεωρείται το διεθνές εμπόριο και μάλιστα αυτό των μεταχειρισμένων ελαστικών. Στη χώρα μας είχε εμφανιστεί για πρώτη φορά το 2003-2004 στην Κέρκυρα και έκτοτε έχει ξαπλωθεί στην Αττική και σε πολλές άλλες περιοχές. Είναι διαβιβαστής του δάγκειου πυρετού, του ιού Ζίκα, του ιού Chikungunya και άλλων ιώσεων και φαίνεται ότι έχει αντικαταστήσει επάξια το ρόλο του *Aedes aegypti*, που έχει εξαφανιστεί από την Ελλάδα και ήταν υπεύθυνο για την εκδήλωση μεγάλων επιδημιών στις αρχές του προηγούμενου αιώνα.

Μια από τις περιοχές της Ελλάδας με μεγάλο ενδιαφέρον, σε σχέση με την εκδήλωση επιδημιών ελονοσίας, είναι η περιοχή που περιβάλλει το δέλτα του ποταμού Ευρώτα στη Λακωνία. Πρόκειται για μια περιοχή που στις μέρες μας καταλαμβάνεται από εκτάσεις με πορτοκαλιές, ελιές και άλλες καλλιέργειες ενώ, υπάρχουν και μεγάλα τμήματα με υφάλμυρα έλη, καλαμιές και πολλές μικρές η μεγαλύτερες συλλογές νερού. Μάλιστα, εκτός του ποταμού Ευρώτα υπάρχει ένα μικρότερο ποτάμι που λέγεται Βασιλοπόταμος, καθώς και ένα πολύ εκτεταμένο αρδευτικό και στραγγιστικό δίκτυο. Στο παρελθόν υπήρχαν και καλλιέργειες ρυζιού, που έκαναν το πρόβλημα των κουνουπιών πιο έντονο.

Στις μέρες μας η περιοχή αυτή υπάγεται διοικητικά στον ομώνυμο Δήμο Ευρώτα, ο οποίος περιλαμβάνει 2 δημοτικές κοινότητες και 23 τοπικές κοινότητες. Η περιοχή θεωρείται γενικά πεδινή έως ημιορεινή και περιλαμβάνει τμήματα αγροτικού, ημιαστικού και αστικού χαρακτήρα. Πέραν του ντόπιου πληθυσμού υπάρχει και ένας μεγάλος, μεταβαλλόμενος, πληθυσμός αλλοδαπών εργατών γης, πολλοί από τους οποίους προέρχονται από χώρες, όπου ενδημούν ασθένειες μεταδιδόμενες από κουνούπια. Μάλιστα, αυτοί οι εργάτες κατοικούν πολλές φορές σε πρόχειρα καταλύματα, όπου δε μπορούν να ληφθούν σοβαρά μέτρα προφύλαξης από τα κουνούπια.

Μετά από μια περίοδο ύφεσης του προβλήματος της ελονοσίας στην περιοχή, κατά τα τελευταία έτη (2009-2012), έχουν εμφανιστεί συρροές κρουσμάτων, πολλά από τα οποία δε σχετίζονταν με ταξίδι στο εξωτερικό, αλλά είχαν χαρακτηριστικά εγχώριας μετάδοσης. Αυτό έθεσε σε συναγερμό τις αρχές και τους επιστημονικούς φορείς και έτσι πραγματοποιήθηκε εκεί μια εκτεταμένη έρευνα του προβλήματος κατά τα έτη 2012-2013 στα πλαίσια του προγράμματος MALWEST (ΕΣΠΑ). Σε αυτή έγινε μελέτη των ειδών και των εστιών ανάπτυξης των κουνουπιών, καθώς και άλλων παραμέτρων, όπως η δραστικότητα βιοκτόνων σκευασμάτων κατά των κουνουπιών.

Μέχρι την πραγματοποίηση εκείνης της έρευνας, δεν υπήρχε διαπιστωμένη η παρουσία του είδους *Aedes albopictus* στη συγκεκριμένη περιοχή. Στη διάρκεια της διεξαγωγής όμως του προγράμματος αυτού, βρέθηκαν δύο τέλεια κουνούπια αυτού του είδους, χωρίς όμως να γίνει γνωστό, αν είχε γίνει επιτυχής εγκατάσταση και πολλαπλασιασμός του είδους αυτού εκεί.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη, η οποία διεξήχθη λίγα χρόνια μετά την έρευνα στα πλαίσια του προγράμματος MALWEST, έγινε μια προσπάθεια καταγραφής του προβλήματος των κουνουπιών σε περιοχές του δήμου Ευρώτα Λακωνίας, κατά τα έτη 2021-2022. Τα χρόνια που είχαν μεσολαβήσει, μετά την εφαρμογή και ενός προγράμματος εντατικής επιδημιολογικής και εντομολογικής επιτήρησης, αλλά και καταπολέμησης των κουνουπιών, τα αυτόχθονα κρούσματα ελονοσίας είχαν πρακτικά μηδενιστεί. Έτσι, η παρούσα μελέτη κινήθηκε γύρω από τέσσερις άξονες: α) τη διαπίστωση της ύπαρξης κουνουπιών που μπορούν να μεταδώσουν ελονοσία (είδη του γένους *Anopheles*), β) την καταγραφή άλλων ειδών κουνουπιών που βρίσκονται στην περιοχή, γ) την παρουσία και εγκατάσταση του χωροκατακτητικού είδους *Aedes albopictus* και δ) τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας βιοκτόνων σκευασμάτων κατά των προνυμφών του συγκεκριμένου είδους.

Για τους παραπάνω σκοπούς έγινε χρήση διαφόρων τύπων παγίδων κουνουπιών, με κυρίαρχες αυτές του τύπου CDC miniature light traps και τις παγίδες ωθοεσίας (ovitraps). Για τη σύλληψη ακμαίων κουνουπιών χρησιμοποιήθηκαν σε μικρότερο βαθμό και οι Triple traps® και BG-sentinel®.

Οι παγίδες CDC-light traps τοποθετήθηκαν σε τέσσερις επιλεγμένες υποπεριοχές (Σκάλα, Αστέρι, Στεφανιά, Δαφνί) και σε κατάλληλες θέσεις. Οι υποπεριοχές αυτές βρίσκονται πολύ απομακρυσμένες μεταξύ τους και καλύπτουν τα όρια της εξεταζόμενης περιοχής. Οι θέσεις που μπήκαν οι παγίδες ήταν είτε εντός του αστικού ιστού, είτε μέσα σε στάβλους και πάντα σε σημεία με το λιγότερο δυνατόν φως. Στόχος ήταν να μπορέσουν να συλλάβουν, το μεγαλύτερο κατά το δυνατόν, πλήθος κουνουπιών. Τοποθετούνταν αργά το απόγευμα και συλλέγονταν το επόμενο πρωί. Συνολικά, μπήκαν 72 παγίδες σε μια περίοδο από μέσα Μαΐου 2021 μέχρι τέλος Οκτωβρίου 2021.

Ανάμεσα στο πλήθος άλλων εντόμων που προσελκύστηκαν από τις παγίδες αυτές εντοπίστηκαν και 107 κουνούπια. Αυτά ανήκαν σε έξι διαφορετικά είδη:

*Anopheles claviger*, *An. sacharovi*, *Culex pipiens*, *Ochlerotatus caspius*, *Och. detritus* και *Aedes albopictus*. Το είδος με τη συχνότερη παρουσία ήταν το *Culex pipiens*. Ανωφελή κουνούπια βρέθηκαν στη Στεφανιά, το Αστέρι (*Anopheles claviger*) και στη Σκάλα (*An. sacharovi*). Στη Σκάλα επίσης βρέθηκαν και 2 ακμαία του *Aedes albopictus* ενώ, τα περισσότερα *Ochlerotatus caspius* εντοπίστηκαν στο Αστέρι.

Ο αριθμός των κουνουπιών που συλλέχθηκε, σε σχέση με το πλήθος των παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν, πρέπει να θεωρηθεί μικρός. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί, αν ληφθούν υπόψη ορισμένοι παράγοντες. Ένας από αυτούς είναι η αλλαγή των καλλιεργειών σε σχέση με το παρελθόν (πορτοκαλιές και ελιές αντί για ρύζι). Επίσης, η χρήση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης, όπως με τη χρήση σταγόνας αντί για την κατάκλυση των χωραφιών, πρέπει να έχει συμβάλει σημαντικά. Η ευαισθητοποίηση των κατοίκων στο θέμα της προστασίας από τα κουνούπια είναι ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας.

Οι πιο σοβαροί λόγοι πάντως, που οδήγησαν σε μικρό αριθμό σύλληψης τέλειων κουνουπιών, φαίνεται να είναι δύο: α) το εντατικό πρόγραμμα καταπολέμησης των κουνουπιών που υλοποιείται στην περιοχή κάθε χρόνο την τελευταία δεκαετία και β) οι πολύ άνυδρες και θερμές συνθήκες που επικράτησαν, ειδικά κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Πραγματικά, όπως φαίνεται από τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας για τρεις διαφορετικούς μετεωρολογικούς σταθμούς (Καλαμάτα, Ελευσίνα, Ελληνικό – για την περιοχή της μελέτης δεν υπήρχαν στοιχεία), οι μήνες αυτοί ήταν θερμότεροι και με λιγότερες βροχοπτώσεις σε σχέση με το μέσο όρο της προηγούμενης δεκαετίας.

Για τη διαπίστωση της παρουσίας, της εγκατάστασης και της αναπαραγωγής του είδους *Aedes albopictus* στην περιοχή έγινε εγκατάσταση ενός δικτύου παγίδων ωθοεσίας σε 6 επιλεγμένες υποπεριοχές (Σκάλα, Βλαχιώτη, Αστέρι, Στεφανιά, Κροκεές και Δαφνί). Οι πρώτες μπήκαν στα μέσα Μαΐου του 2021 και οι τελευταίες στα μέσα Ιουνίου του 2022. Τοποθετούνταν για διάστημα 7 ημερών και στη συνέχεια συλλέγονταν. Στο ίδιο σημείο ξαναέμπαιναν μετά από περίπου άλλες 7 ημέρες ενώ, από το Νοέμβριο του 2021 μέχρι και το τέλος της έρευνας έμπαιναν κάθε μήνα.

Σε όλες τις περιοχές της έρευνας εντοπίστηκαν ωά του υπογένους *Stegomyia* του γένους *Aedes*. Μετά την επώαση των ωών και την εκτροφή τους μέχρι το στάδιο του τελείου κουνουπιού, διαπιστώθηκε ότι το σύνολο των ακμαίων που προέκυψαν ανήκε στο είδος *Aedes albopictus*. Το είδος αυτό φαίνεται ότι έχει εγκατασταθεί και



αναπαράγεται με επιτυχία στην περιοχή, καθώς έγιναν επαναλαμβανόμενες συλλήψεις ωών σε διαφορετικούς μήνες και σε όλες τις περιοχές.

Κατά την περίοδο μεταξύ Νοεμβρίου 2021 και Απριλίου 2022 δε βρέθηκαν ωά στις παγίδες ωοθεσίας. Αυτό οφείλεται στη μειωμένη δραστηριότητα των θηλυκών κουνουπιών κατά τους χειμερινούς μήνες, καθώς το κουνούπι αυτό διαχειμάζει στο στάδιο του ωού σε διάπαυση. Τους μήνες μάλιστα του φθινοπώρου και της άνοιξης τα θηλυκά μπορεί να προτιμήσουν να εναποθέσουν τα ωά τους σε φυσικές μικρές υδατοσυλλογές, που θα προκύψουν από τις βροχοπτώσεις εκείνης της περιόδου.

Είναι πραγματικά εντυπωσιακό, πως ένα είδος που έχει εισαχθεί μόλις πριν λίγα χρόνια στην Ελλάδα, και ενώ έχει μια πολύ μικρή ακτίνα πτήσης (που σπάνια ξεπερνά τα 100 μέτρα), μπορεί να εξαπλωθεί σε αρκετά απομακρυσμένες περιοχές και να εγκατασταθεί εκεί με επιτυχία. Αν μάλιστα ληφθεί υπόψη, ότι οι υποπεριοχές που εξετάστηκαν είχαν σε κάποιες περιπτώσεις μόλις μερικές εκατοντάδες κατοίκων και απείχαν πολύ μεταξύ τους, γίνεται εμφανής η ικανότητα αυτού του κουνουπιού να εξαπλώνεται ταχύτατα, χρησιμοποιώντας διάφορα μηχανικά μέσα. Τέτοια μέσα μπορεί να είναι οι μεταφορές εμπορευμάτων ή γενικότερα οι συγκοινωνίες και οι μετακινήσεις οχημάτων.

Σημαντική φαίνεται να είναι και η αντοχή αυτού του κουνουπιού σε αντίξοες συνθήκες. Από το μικρό αριθμό των συλλήψεων ακμαίων άλλων ειδών κουνουπιών στις CDC-light traps, φάνηκε το πόσο προβληματικές ήταν για αυτά οι συνθήκες που επικράτησαν το καλοκαίρι του 2021 στην περιοχή. Αυτού του τύπου οι παγίδες δεν είναι οι πλέον κατάλληλες για τη σύλληψη του *Aedes albopictus*. Αντίθετα, οι παγίδες ωοθεσίας είναι αυτές που χρησιμοποιούνται πιο πολύ για τον προσδιορισμό του πληθυσμού των θηλυκών του, με έμμεσο τρόπο. Έτσι, το γεγονός ότι παρατηρούνταν εναποθέσεις ωών στις παγίδες ωοθεσίας και τους δύσκολους καλοκαιρινούς μήνες του 2021, δείχνει ότι τα θηλυκά ήταν αναπαραγωγικά δραστήρια και κατά αυτή την περίοδο.

Η δυνατότητα αυτού του είδους να τρέφεται και με αίμα από άλλα ζώα (σκύλους, λαγούς κ.α.) ή και πτηνά, του επιτρέπει να αναπαράγεται και σε οικισμούς με μικρό αριθμό κατοίκων. Παρά τα μέτρα που αυτοί πιθανώς λαμβάνουν για την ατομική τους προστασία από τα κουνούπια, κάποιο ήμερο ή άγριο ζώο μπορεί να αποτελέσει την πηγή του αίματος, που τα κουνούπια χρειάζονται για την αναπαραγωγή τους.

Επίσης, κάποιο ρόλο σε αυτή την κατεύθυνση μπορεί να παίζει και το μικρό ποσοστό (5%) αυτόγονης αναπαραγωγής του είδους, που έχει παρατηρηθεί σε άλλες μελέτες.

Μια ακόμα παράμετρος που εξετάστηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, ήταν η ύπαρξη ανθεκτικότητας των άγριων πληθυσμών του *Aedes albopictus* σε ορισμένα προνυμφοκτόνα. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν ένα βιοκτόνο βιολογικής προέλευσης (*Bacillus thuringiensis israelensis* ή *B.t.i.*), ένας ρυθμιστής ανάπτυξης (diflubenzuron), που επιδρά στο μηχανισμό σύνθεσης της χιτίνης και ένα παραδοσιακό οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο (temerhos), που όμως δεν έχει πλέον έγκριση κυκλοφορίας για τη χώρα μας. Χρησιμοποιείται όμως σαν προνυμφοκτόνο αναφοράς σε πολλές μελέτες, εξαιτίας της αποτελεσματικότητας που έχει δείξει κατά τη διάρκεια της χρήσης του για αυτό το σκοπό.

Για να διερευνηθεί αν υπάρχουν ανθεκτικοί πληθυσμοί του είδους έγινε μια σειρά από βιοδοκιμές. Σε αυτές χρησιμοποιήθηκαν προνύμφες οι οποίες εκκολάφθηκαν από ωά που βρέθηκαν στις παγίδες ωοθεσίας στην περιοχή. Όλες οι προνύμφες ήταν από φυσικούς πληθυσμούς και όχι από εκτροφή στο εργαστήριο. Έγινε εκτροφή τους μέχρι το 3<sup>ο</sup> ή το αρχικό 4<sup>ο</sup> στάδιο της προνύμφης και στη συνέχεια εκτέθηκαν σε συγκεντρώσεις προνυμφοκτόνων, που αντιστοιχούσαν στην ελάχιστη συνιστώμενη από τον κατασκευαστή του βιοκτόνου δόση. Ταυτόχρονα, διατηρήθηκαν και δοχεία – μάρτυρες στα οποία δεν είχε προστεθεί κάποιο βιοκτόνο.

Διαπιστώθηκε ότι όλα τα βιοκτόνα ήταν αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση των προνυμφών του *Aedes albopictus* του Δήμου Ευρώτα. Το ποσοστό αποτελεσματικότητας, στη συνιστώμενη από τον κατασκευαστή δόση, ήταν για όλα τα σκευάσματα 100%. Την πιο ταχεία δράση είχε το temerhos και ακολούθησαν το *B.t.i.* και το diflubenzuron. Μάλιστα, το τελευταίο άργησε να θανατώσει τις προνύμφες για μερικές ημέρες, λόγω του μηχανισμού δράσης του.

Μέρος από τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης παρουσιάστηκε στο 19<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, που πραγματοποιήθηκε στο Αγρίνιο στις 23 – 27 Μαΐου 2022.

Το γενικό συμπέρασμα που εξάγεται από την παρούσα μελέτη, είναι ότι, για την περίοδο από Μάιο 2021 μέχρι και Οκτώβριο του ίδιου έτους, ο πληθυσμός των κουνουπιών στην περιοχή του Ευρώτα Λακωνίας κρατήθηκε σε χαμηλά επίπεδα. Βρέθηκαν πολύ λίγα τέλεια κουνούπια, από αυτά που μπορεί να αποτελέσουν

διαβιβαστές ελονοσίας. Παράλληλα όμως, διαπιστώθηκε η εγκατάσταση του χωροκατακτητικού είδους κουνουπιού *Aedes albopictus*, το οποίο μπορεί να αποτελέσει διαβιβαστή άλλων παθογόνων όπως ιού του δάγκειου πυρετού, του ιού Chikungunya και άλλων. Κατά συνέπεια οι αρμόδιοι φορείς θα πρέπει, πέρα από τη συνεχιζόμενη επιδημιολογική επιτήρηση κατά της ελονοσίας, να συμπεριλάβουν και ένα πρόγραμμα επιτήρησης του νέου είδους κουνουπιού και των αρμποιώσεων που μπορεί να διαδοθούν με τη βοήθεια της παρουσίας του. Θα πρέπει επίσης να γίνει ενημέρωση των μόνιμων κατοίκων, άλλα και των εργατών γης που διαμένουν σε προσωρινά καταλύματα, ώστε να λαμβάνουν μέτρα ατομικής προστασίας και κατά αυτού του νέου είδους του κουνουπιού. Ακόμα, θα πρέπει να γίνει προσπάθεια περιορισμού των μικρών εστιών ανάπτυξης, στις οποίες το *Aedes albopictus* συνηθίζει να γεννά τα ωά του. Τέτοιες είναι τα πιάτα από τις γλάστρες, τα μεταχειρισμένα ελαστικά, τα ανθοδοχεία στα νεκροταφεία κλπ. Η εγρήγορση και η ενημέρωση είναι οι πλέον κατάλληλες ενέργειες για την αποφυγή μελλοντικών δυσάρεστων εξελίξεων.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adhami J., Murati N., 1987.** Presence of the mosquito *Aedes albopictus* in Albania. *Revista Mjekesore* 1:13–16.
- Adhami J., Reiter P., 1998.** Introduction and establishment of *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) in Albania. *J Am Mosq Contr Assoc* 14(3):340–343.
- Becker N., D. Petric, M. Zgomba, C. Boase, M. Madon, C. Dahl and A. Kaiser. 2010.** *Mosquitoes and Their Control*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Second edition, 577 pp.
- Bellini, R., Carrieri, M., Burgio, G., Bacchi, M., 1996.** Efficacy of different ovitraps and binomial sampling in *Aedes albopictus* surveillance activity. *J Am Mosq Control Assoc* 12:632–636.
- Benedict, M.Q., Levine R.S., Hawley W.A., & Lounibos L.P., 2007.** Spread of the tiger: Global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 7: 76-85.
- Bonnet, D.D. & Worchester D.J., 1946.** The dispersal of *Aedes albopictus* in the territory of Hawaii. *American journal of Tropical Medicine* 26: 465-476.
- Cardamatis, J.P., 1929.** La dangué en Grèce. *Bulletin de la Societe de Pathologie Exotique*. 22: 272-292.
- Chadee, D.D., Corbet, P.S., 1987.** Seasonal incidence and diel patterns of oviposition in the field of the mosquito, *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in Trinidad, West Indies: a preliminary study. *Ann Trop Med Parasitol* 81:151–161
- Chadee, D.D., Corbet, P.S., 1990.** A night-time role of the oviposition site of the mosquito *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Ann Trop Med Parasitol* 84:429–433.
- Colless, D.H., 1973.** A note of the status of *Aedes malayensis* and the distribution of *Aedes albopictus*. *Mosquito Systematics* 5: 225-225.
- Dalla Pozza, G., Majori, G., 1992.** First record of *Aedes albopictus* establishment in Italy. *J Am Mosq Control Assoc* 8:318–320.
- Dalla Pozza, G., Romi, R. & Severini, C., 1994.** Source and spread of *Aedes albopictus* in the Veneto region of Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 10: 589-592.
- Delatte H., G. Gimonneau, A. Triboire and D. Fontenille. 2009.** Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of Chikungunya and Dengue in the Indian ocean. *Journal of Medical Entomology*, 46(1): 33-41.
- Deubel, V. & Zeller, H., 2001.** West Nile virus. The encyclopedia of arthropod-transmitted infections, M.W. Service [ed.] CABI Publishing, Eastbourne, UK, pp. 563-570.
- Deubel, V., Gubler, D.J., Layton, M. & Malkinson M., 2001.** West Nile virus: A newly emergent epidemic disease. *Emerging Infectious Diseases* 7: 536.
- Dixon, R.O., Brust, R.A., 1972.** Mosquitoes of Manitoba. III Ecology of larvae in the Winnipeg area. *Can Ent* 104:961–968.
- E.C.D.C., 2012.** Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. Technical report (95 pp.)
- E.C.D.C., 2014.** Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe. Technical report (111 pp.)
- Eads, R.B., 1972.** Recovery of *Aedes albopictus* from used tires shipped to United States ports. *Mosq News* 32(1):113–114.

- Elliot, S.A., 1980.** *Aedes albopictus* in the Solomon and Santa Cruz islands, south Pacific. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 74:747-748.
- Estrada-Franco J. G. and G. B. Craig. 1995.** Biology, disease relationships and control of *Aedes albopictus*. *Pan American health organization (World Health Organization) Technical Paper 1995*: 49.
- European Centre for Disease Prevention and Control, 2021.** Malaria. Annual epidemiological report for 2019. Stockholm. (7 pp.)
- European Centre for Disease Prevention and Control, 2022.** Reverse identification key for mosquito species. Διαθέσιμο στο:  
<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Reverse-identification-key-for-invasive-mosquito-species-July-2022.pdf>
- Evans, B.R., Brevier, G.A., 1969.** Measurements of field populations of *Aedes aegypti* with the ovitrap in 1968. *Mosq News* 29:347–353.
- Evans, R.G., 1993.** Laboratory evaluation of the irritancy of bendiocarb, lambda-cyhalotrin and DDT to *Anopheles gambiae*. *J Am Mosq Control Assoc* 9:285–293.
- Fay, R.W., Eliason, D.A., 1966.** A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. *Mosquito News* 26:531–535.
- Flacio, E., Luthy, P., Patocchi, N., Guidotti, F., Tonolla, M. & Peduzzi, R., 2004.** Primo ritrovamento di *Aedes albopictus* in Svizzera. *Bolletino della Societa Ticinese di Scienze Naturali* 92: 141-142.
- Focks D., S. Linda, B. Craig, W. Hawley and C. Pumpuni., 1994.** *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): A statistical model of the role of temperature, photoperiod and geography in the induction of egg diapause. *Journal of Medical Entomology*, 31: 278-286.
- Forrattini, O.P., 1986.** Identificacao de *Aedes albopictus* no Brazil. *Revista de Saude Publica* 20: 244-245.
- Freier, J.E., Francy, D.B., 1991.** A duplex cone trap for the collection of adult *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc* 7:73–79.
- Gao J. Z., Y. Z. Zhao, M. X. Jing, Y. H. Ping, P. Z. Jun and H. Nian, 1984.** Studies the longevity of caged females under laboratory conditions. *Acta Entomologica Sinica*, 27(2): 182-188.
- Georghiou, G. & Lagunes-Tejeda, A., 1991.** The occurrence of resistance in arthropods: An index of cases reported through 1989. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome 318 pp.
- Giatropoulos A., A. Michaelakis, G. Koliopoulos and C. M. Pontikakos, 2012.** Records of *Aedes albopictus* and *Aedes cretinus* (Diptera: Culicidae) in Greece from 2009 to 2011. *Hellenic Plant Protection Journal*, 5(2): 49-56.
- 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.
- Harbach R. E., & Knight, K. L., 1980.** Taxonomists' Glossary of Mosquito Anatomy. *Plexus Pub., Inc.NJ.* 415 pp.
- Harbach, R. F., & Kitching, I. J., 1998.** Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). *Systematic Entomology*, 23: 327-370.
- Harwood, R. F., & James, M. T., 1979.** Entomology in human and animal health. *Macmillan Pub. Co, Inc. NY.* 548 pp.
- Hawley, W. A., 1988.** The biology of *Aedes albopictus*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 4 (suppl. 1): 1-39.
- Hawley, W.A., Reiter, P., Copeland R.S., Pumpuni, C.B. & Craig Jr G.B., 1987.** *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. *Science* 236:1114-1116.

- <http://www.malwest.gr> [ανάκτηση 25/08/2022].
- <https://1click.minagric.gr/oneClickUI/frmFytoPro.zul>
- <https://www.evrotas.gov.gr/dasos-kremastis> [ανάκτηση 27/08/2022].
- <https://www.evrotas.gov.gr/dasos-vasilakioy> [ανάκτηση 27/08/2022].
- <https://www.evrotas.gov.gr/el/xenagisi> [ανάκτηση 27/08/2022].
- <https://www.evrotas.gov.gr/potamos-eyrotas> [ανάκτηση 27/08/2022].
- <https://www.evrotas.gov.gr/potamos-vasilopotamos> [ανάκτηση 27/08/2022].
- Huang, Y.-M., 1972.** Contributions to the mosquito fauna of the Southeast Asia. XIV. The subgenus *Stegomyia* of *Aedes* in Southeast Asia. I - The Scutellaris group of species. *Contributions of the American Entomological Institute*. 9: 1-109.
- Huang, Y.-M., 1972.** Contributions to the mosquito fauna of the Southeast Asia. XIV. The subgenus *Stegomyia* of *Aedes* in Southeast Asia. I - The Scutellaris group of species. *Contributions of the American Entomological Institute*. 9: 1-109.
- Hubálek, Z. and Halouzka, J., 1999.** West Nile fever - a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 5(5): 643-650.
- Hylton A. 1969.** Studies longevity of adult *Eretmapodites chrysogaster*, *Aedes togoi* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* females. *Journal of Medical Entomology*, 6(2): 147-149.
- Insecticide Resistance Action Committee, 2014.** Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors of Public Health Importance. (pp. 32)
- Jakob, W.L., Brevier, G.A., 1969a.** Application of ovitraps in the US *Aedes aegypti* eradication program. *Mosq News* 29:55–62.
- Jakob, W.L., Brevier, G.A., 1969b.** Evaluation of ovitraps in the US *Aedes aegypti* eradication program. *Mosq News* 29:650–653.
- Kay B.H., Prakash, G. and Andre, R.G., 1995.** *Aedes albopictus* and other *Aedes (Stegomyia)* species in Fiji. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 11: 230-234.
- Knipling, E.F., 1959.** Sterile-male method of population control. *Science* 130:902–904.
- Laille P.M., Fauran, P. and Rodhain, F., 1990.** Note sur la presence d' *Aedes (Stegomyia) albopictus* dans les Iles Fidji. *Bulletin de la Societe de Pathologie Exotique*. 83: 394-398.
- Lemenager, D.C., Bauer, S.D., Kauffman, E.E., 1986.** Abundance and distribution of immature *Culex tarsalis* and *Anopheles freeborni* in rice fields of the Sulter-Yuba MAD. 1. Initial sampling to detect major mosquito producing rice fields, augmented by adult light trapping. *Proc Calif Mosq Vect Control Assoc* 53:101–104.
- Lounibos L.P., 2002.** Invasions by insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology*. 47: 233-266.
- Lugo Edel, C., Moreno, G., Zachariah, M.A., Lopez, J.D., Lopez, M.M., Delgado, M.A., Valle, S.I., Espinoza, P.M., Salgado, M.J., Perez, R., Hammond, S.N. & Harris, E., 2005.** Identification of *Aedes albopictus* in urban Nicaragua. *Journal of the American Mosquito Control Association* 21:325-327.
- Madon, M.B., Mulla, M.S., Shaw, M.W., Kluh, S. & Hazelrigg, J.E., 2002.** Introduction of *Aedes albopictus* (Skuse) in southern California and potential for its establishment. *Journal of Vector Ecology*. 27: 149-154.
- Malwest, 2012.** Εγχειρίδιο τεκμηριωμένης ανασκόπησης της ελονοσίας (State of the Art).
- Malwest, 2013a.** Ελονοσία (Επιδημιολογικά Δεδομένα) [online]. Διαθέσιμο στο: <http://www.malwest.gr/el-gr/%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CF%83%CE%B9%CE%B1/%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B5%CF%82%CE%B3%CE%B9%CE%B1%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%B3%CE%B3%CE%B5%CE%BB%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%B5%CF%82/%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%>

[B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1.aspx](#) [ανάκτηση 27/08/2022].

- Malwest, 2013b.** Παραδοτέο Π1.14. Έκθεση σχετική με τα διαφορετικά είδη κουνουπιών, της δυναμικής των πληθυσμών τους και τη γεωγραφική τους κατανομή.
- Manson, P., 1879.** On the development of *Filaria sanguinis hominis* and on the mosquito considered as a nurse. *Journal of the Linnean Society of London* 14:304-311.
- Meteo, 2013.** Δίκτυο αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών. Climpact – Εθνικό Δίκτυο για την Κλιματική Αλλαγή. [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.meteo.gr/climate/> [ανάκτηση 03/09/2022].
- Mogi, M., 2007.** Insects and other invertebrate predators. *J Am Mosq Control Assoc* 23:93–109
- Mogi, M., Choochote, W., Khambooruang, C., Suwanpanit, P., 1990.** Applicability of presence-absence and sequential sampling for ovitrap surveillance of *Aedes* (Diptera: Culicidae) in Chiang Mai, northern Thailand. *J Med Ent* 27:509–514.
- Monath, T.P., 1988.** The arboviruses: Epidemiology and ecology. Vols 1–5, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Namango, I.H., Marshall, C., Saddler, A., Ross, A., Kaftan, D., Tenywa, F., Makungwa, N., Odufuwa, O.G., Ligema, G., Ngonyani, H., Matanila, I., Bharmal, J., Moore, J., Moore S.J. & Hetzel, M.W., 2022.** The Centres for Disease Control light trap (CDC-LT) and the human decoy trap (HDT) compared to the human landing catch (HLC) for measuring *Anopheles* biting in rural Tanzania. *Malaria Journal* 21:181. Διαθέσιμο στο: <https://malariajournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12936-022-04192-9>
- Nelson, D.B., Chamberlain, R.W., 1955.** A light trap and mechanical aspirator operating on dry cell batteries. *Mosq News* 15:28–32.
- Pampiglione, S. & Rivasi, F., 2001.** Dirofilariasis. In the encyclopedia of arthropod transmitted infections, M. W. Service [ed.]. CABI Publishing, Eastbourne, UK, pp. 143-150.
- Pashley, D.N. & Pashley, D.P., 1983.** Observations on *Aedes* (*Stegomyia*) mosquitoes in Micronesia and Melanesia. *Mosquito Systematics*. 15: 41-49.
- Petric, D., Pajovic, I., Ignjatovic Cupina, A. & Zgomba, M., 2001.** *Aedes albopictus* (Skuse, 1984), a new mosquito species (Diptera: Culicidae) in the entomofauna of Yugoslavia. *Symposia of Serbian Entomologist's 2001*. Entomological Society of Serbia, Goc. Abstract Volume: pp 29 (in Serbian).
- Pratt, H.D. & Jacob, W.L., 1967.** *Aedes aegypti* handbook series No 6. – Oviposition trap reference handbook. U.S. Department of Health, Education and Welfare. *Aedes aegypti* eradication program, Atlanta, Georgia, pp. 11.
- Reiter, P. & Sprenger, D., 1987.** The used tire trade: a mechanism for the worldwide dispersal of container breeding mosquitoes. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 3: 494-501.
- Reiter, P., Nathan, M.B., 2001.** Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space sprays for control of the dengue vector *Aedes aegypti*. WHO/CDS/CPE/PVC/2001.1, pp 34.
- Rodriguez, M.M., Bisset, J.A., Fernandez, D., 2007.** Levels of insecticide resistance and resistance mechanisms in *Aedes aegypti* from some Latin American countries. *J Am Mosq Control Assoc* 23(4):420–9.
- Roiz D., R. Eritja, R. Molina, R. Melero-Alcibar and J. Lucientes, 2008.** Initial distribution assessment of *Aedes albopictus* (Diptera Culicidae) in the Barcelona, Spain, area. *Journal of Medical Entomology*, 45(3): 347-352.
- Rossi, G.C., Pascual, N.T. & Krsticevic, F.J., 1999.** First record of *Aedes albopictus* (Skuse) from Argentina. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 15: 422.



- Sabatini, A., Raineri, V., Trovato, G. & Coluzzi, M., 1990.** *Aedes albopictus* in Italia e possibile diffusione della specie nell' area mediterranea. *Parassitologia*. 32: 301-304.
- Samanidou-Voyadjoglou, A., Patsoula, E., Spanakos, G. & Vakalis, N., 2005.** Confirmation of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) in Greece. *European Mosquito Bulletin*. 19: 10-12.
- Schaffner, F., Van Bortel, W. & Coosemans, M., 2004.** First record of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in Belgium. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 20: 201-203.
- Schaffner, F. & Said, K., 1999.** *Aedes albopictus* discovered in France. *Journal of Vector Ecology*. 30: 11.
- Scholte, E.-J., Dijkstra, E., Jacobs, F., Takken, W. & Franssen, J., 2006.** *Aedes albopictus* in the Netherlands. In: Abstract book of 15th European SOVE Meeting. 10-14 April, 2006. Serres, Greece. pp. 61.
- Service, M.W., 1993.** Mosquito ecology: field sampling methods. 2nd edition, Elsevier Science Publishers Ltd, Essex, UK, pp 988.
- Sprenger, D. & Wuithiranyagool, T., 1986.** The discovery and distribution of *Aedes albopictus* in Harris county, Texas. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 2: 217-219.
- Sriwichai, P., Karl, S., Samung, Y., Sumruayphol, S., Kiattibutr, K., Payakkapol, A., Mueller, I., Yan, G., Cui L. & Sattabongkot, S., 2015.** Evaluation of CDC light traps for mosquito surveillance in a malaria endemic area on the Thai-Myanmar border. *Parasites & Vectors* 8:636. Διαθέσιμο στο: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-015-1225-3>
- Thaggard, C.W. & Eliason, D.A., 1969.** Field evaluation of components for an *Aedes aegypti* (L) oviposition trap. *Mosq News* 29:608–612.
- Toma L., F. Severini, M. D. Luca, A. Bella and R. Romi, 2003.** Seasonal patterns of oviposition and egg hatching rate of *Aedes albopictus* in Rome. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 19(1): 19-22.
- Voutsina, I. & Karagiannidis, G., 2007.** *Aedes albopictus*: monitoring program in Serres Prefecture. In: Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου. Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος, Λάρνακα Κύπρος, 13-16 Νοεμβρίου 2007. pp. 274.
- Weidhaas, D.E., Haile, D.G., 1978.** A theoretical model to determine the degree of trapping required for insect population control. *Bull Ent Soc Am* 24:18–20.
- Wikipedia, 2022a.** Δήμος Ευρώτα [online]. Διαθέσιμο στο: [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AE%CE%BC%CE%BF%CF%82\\_%CE%95%CF%85%CF%81%CF%8E%CF%84%CE%B1](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%AE%CE%BC%CE%BF%CF%82_%CE%95%CF%85%CF%81%CF%8E%CF%84%CE%B1) [ανάκτηση 27/08/2022].
- Wikipedia, 2022b.** *Lysinibacillus sphaericus* [online]. Διαθέσιμο στο: [https://en.wikipedia.org/wiki/Lysinibacillus\\_sphaericus](https://en.wikipedia.org/wiki/Lysinibacillus_sphaericus) [Ανάκτηση 24/10/2022].
- World Health Organization, 1981a.** Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides VBC/81.807. World Health Organization, Geneva. 6 pp.
- World Health Organization, 1981b.** Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insect development inhibitors. World Health Organization. Geneva WHO/VBC/81.812, 6 pp.
- World Health Organization, 2005.** Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides World Health Organization (WHO) communicable disease control, prevention and eradication WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES). Geneva, Switzerland. p 1-41.



- World Health Organization, 2017.** West Nile Virus [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/west-nile-virus> [ανάκτηση 13/08/2022].
- World Health Organization, 2018.** Zika virus [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus> [ανάκτηση 18/08/2022].
- World Health Organization, 2019.** Yellow fever [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/yellow-fever> [ανάκτηση 17/08/2022].
- World Health Organization, 2020a.** Chikungunya [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya> [ανάκτηση 17/08/2022].
- World Health Organization, 2020b.** Vector – borne diseases [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> [ανάκτηση 01/08/2022].
- World Health Organization, 2022a.** Dengue and severe Dengue [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue> [ανάκτηση 17/08/2022].
- World Health Organization, 2022b.** Lymphatic filariasis [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lymphatic-filariasis> [ανάκτηση 18/08/2022].
- World Health Organization, 2022c.** Malaria [online]. Διαθέσιμο στο: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malaria> [ανάκτηση 12/08/2022].
- Γιατρόπουλος, Α., 2014.** Παρουσία του εισβάλλοντος είδους κουνουπιού *Aedes albopictus* (Skuse 1895) στην Αττική: Διασπορά, εποχιακή διακύμανση, αντιμετώπιση και ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις με το ιθαγενές είδος *Aedes cretinus* (Edwards 1921). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Διδακτορική διατριβή.
- Δήμος Ευρώτα, 2011.** Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Ευρώτα (Α΄ Φάση – Στρατηγικός Σχεδιασμός)
- Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας, 2021a.** Εγρήγορη για κρούσματα Δάγκειου πυρετού, Chikungunya και λοίμωξης από ιό Zika (νοσημάτων που μεταδίδονται με κουνούπια *Aedes*), Ιούνιος 2021 (σελ. 11)
- Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας, 2021b.** Ετήσια έκθεση επιδημιολογικής επιτήρησης ελονοσίας, Ελλάδα, έτος 2021 (σελ.11).
- Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας, 2022a.** Ελονοσία [online]. Διαθέσιμο στο: <https://eody.gov.gr/disease/elonosia/> [ανάκτηση 25/08/2022].
- Εθνικός Οργανισμός Δημόσιας Υγείας, 2022b.** Ιός του Δυτικού Νείλου [online]. Διαθέσιμο στο: <https://eody.gov.gr/disease/ios-toy-dytikoy-neiloy/> [ανάκτηση 13/08/2022].
- Εμμανουήλ, Ν.Γ., 1999.** Δίπτερα Υγειονομικής Σημασίας. Αναγνώριση, βιολογία, οικονομική σημασία, αντιμετώπιση. Εκδόσεις Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα. 93 σελ.
- Κολιόπουλος Γ. Θ., 2011.** Συμβολή στη μελέτη της παρουσίας, εξάπλωσης, βιολογίας και καταπολέμησης, του *Aedes cretinus* Edws. και άλλων ανθρωπόφιλων Culicidae, στο Νομό Αττικής. Διδακτορική διατριβή (PhD Thesis). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. 386 σελ.
- Κολιόπουλος, Γ., Λύτρα, Ι., Μιχαηλάκης, Α., Κιούλος, Η., Γιατρόπουλος, Α., Εμμανουήλ, Ν., 2008.** Το «Ασιατικό Κουνούπι Τίγρης»: Πρώτη εμφάνιση του *Aedes albopictus* (Skuse) στην Αθήνα. *Γεωργία - Κτηνοτροφία*, 9: 68-73.

- Λύτρα, Ι.Χ., 2015.** Μελέτη επί της παρουσίας των Culicidae στην Ελλάδα, της μοριακής ταξινόμησης αυτών και της εποχικής διακύμανσης και του κρατούντος συστήματος αντιμετώπισης τους στους οριζώνες. Αξιολόγηση βιοκτόνων κατά του *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). . Διδακτορική διατριβή (PhD Thesis). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. 237 σελ.
- Μπέτζιος, Β.Χ., 1989.** Αρθρόποδα υγειονομικής σημασίας. Μορφολογία, βιολογία, οικολογία, υγειονομική σημασία, καταπολέμηση. Αθήνα. 260 σελ.
- Πανταζής, Γ., 1932.** Η πανίς των κωνωπιδών της Ελλάδος. Πρακτικά ακαδημίας Αθηνών 7: 170-176.
- Σάββας, Κ.Γ. & Καρδαμάτης, Ι.Π., 1907.** Η ελονοσία εν Ελλάδι και τα πεπραγμένα του Συλλόγου. Σύλλογος προς περιστολήν των ελωδών νόσων. Έτος πρώτον και δεύτερον. Εν Αθήναις 1907. 653 σελίδες.
- Σαββοπούλου-Σουλτάνη, Μ., Ανδρεάδης, Σ. & Σουλτάνη-Ζουρουλίδη, Χ., 2011.** Έντομα και άλλα αρθρόποδα υγειονομικής σημασίας. Βιολογία, οικολογία, αντιμετώπιση. PublishCity. 452 σελ.
- Σαμανίδου-Βογιατζόγλου, Α., 2011.** Τα Κουνούπια της Ελλάδας, Μορφολογία, Βιολογία, Δημόσια υγεία, Κλείδες προσδιορισμού, Αντιμετώπιση. Εκδόσεις ΑγροΤύπος Α.Ε., 129 σελ.
- Συλλογικό έργο, 2013.** Μελέτη της πανίδας των κουνουπιών (Diptera: Culicidae) στο Δήμο Ευρώτα Λακωνίας τη διετία 2012-2013. 15ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, 22-25 Οκτωβρίου 2011, Καβάλα. Πρακτικά Συνεδρίου, σελ. 182.