



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ**

Κατεύθυνση: Οπωροκηπευτικών

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΚΟΥΝΟΥ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
της
ΧΡΙΣΤΙΝΑΣ ΣΤΑΜΠΟΛΙΔΟΥ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Εμμανουήλ Νάτσιος
Καθηγητής Εντομολογίας

1.ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ

Η αποτελεσματική καταπολέμηση των κουνουπιών προϋποθέτει τη γνώση της βιολογίας τους. Τα κουνούπια συναντώνται σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη και συνολικά υπάρχουν περίπου 3500 είδη. Αυτό έχει ως συνέπεια την ύπαρξη σημαντικών διαφοροποιήσεων στην βιολογία πολλών ειδών. Παρακάτω θα δώσουμε μια απλουστευμένη και γενικευμένη εικόνα της βιολογίας των κύριων γενών κουνουπιών που συναντώνται στην Ελλάδα, διευκρινίζοντας υπάρχουσες διαφοροποιήσεις στα γένη αυτά, καθώς και σε ορισμένα γένη τα οποία αν και δεν υπάρχουν στην Ελλάδα, παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τις μεθόδους καταπολέμησης κουνουπιών.

Επίσης πρέπει να διευκρινίσουμε ότι υπάρχει και μια ανάλογη δυσκολία στην ταξινόμηση των κουνουπιών και παρά τις υπάρχουσες προτάσεις υπάρχει μια ασυνέπεια στην ταξινόμηση ορισμένων γενών. Για παράδειγμα στην φυλή *Aedini* ανήκουν αρκετά γένη ανάμεσα στα οποία και τα γένη *Aedes* και *Ochlerotatus*. Αρχικά το *Ochlerotatus* θεωρούνταν τμήμα του *Aedes* και τα δυο ονόματα χρησιμοποιούνταν μερικές φορές ως ταυτόσημα. Έτσι ένα από τα βασικά είδη που συναντώνται στην Ελλάδα αναφέρεται είτε ως *Aedes caspius* είτε ως *Ochlerotatus caspius* (Becker 2010). Σήμερα το *Ochlerotatus* θεωρείται ξεχωριστό γένος και ίσως ο πιο δόκιμος όρος για το συγκεκριμένο είδος να θεωρείται ξεχωριστό γένος και ίσως ο πιο δόκιμος όρος για το συγκεκριμένο είδος να είναι το *Ochlerotatus caspius*. Παρόλα αυτά, για λόγους απλότητας θα ακολουθήσουμε τον συμψηφισμό των *Ochlerotatus Aedes* υπό το όνομα των *Aedes*.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι η προσαρμογή πολλών ειδών σε διαφορετικές συνθήκες και μικρές γενετικές διαφοροποιήσεις επιτρέπουν την πιο λεπτομερή ταξινόμηση σε υποείδη και βιότυπους, όπως π.χ. τα *Culex ripiens ripiens* και *Culex ripiens molestus*. Παρόλα αυτά δεν θα ασχοληθούμε στο παρόν με τόσο λεπτομερή περιγραφή και λεπτές διαφορές μεταξύ κουνουπιών, αλλά πρέπει να τονισθεί ότι μερικές φορές οι διαφορές στην συμπεριφορά διαφορετικών υποειδών μπορεί να είναι σημαντικές.

Τα κυρίαρχα γένη κουνουπιών στην Ελλάδα είναι τα *Aedes*, *Culex*, *Anopheles* και *Culiseta*. Επίσης υπάρχουν είδη των *Coquillettidia*, *Orthopodomyia* και *Uranotaenia*. Αναλυτικά τα είδη που έχουν καταγραφεί μέχρι τώρα στην Ελλάδα φαίνονται στον Πίνακα 1. Πρέπει να διευκρινιστεί

ότι στον παρακάτω πίνακα δεν γίνεται διαχωρισμός μεταξύ ειδών που έχουν βρεθεί να είναι μολυσμένα με τον ιό/μικροοργανισμό και ειδών που είναι αποδεδειγμένα μολυσματικά, ούτε μεταξύ ειδών διαφορετικού δυναμικού μετάδοσης της ασθένειας. Για αρκετά είδη δεν έχει καταγραφεί στην βιβλιογραφία κάποια υγειονομική εμπλοκή (μεταφορά ασθένειας ή απλή μόλυνση του είδους με κάποιο ιό), χωρίς όμως αυτό να αποκλείει αμετάκλητα την δυνατότητα να αποτελέσουν ή να εξελιχθούν σε φορείς (Clements 2000).

ΕΙΔΟΣ ΚΟΥΝΟΥΠΙΟΥ	ΘΕΜΑ ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΥΓΕΙΑΣ
<i>Aedes aegypti</i>	Κίτρινος πυρετός, Δάγκειος πυρετός, ιός Chikungunya
<i>Aedes albopictus</i>	Δάγκειος πυρετός Chikungunya και άλλοι αρμποϊοί, διροφιλαρίωση (κυρίως ζώα)
<i>Aedes annulipes</i>	Ιός Tahyna
<i>Aedes berlandi</i>	-
<i>Aedes caspius</i>	Ιός Δυτικού Νείλου, Ιός Tahyna, τουλαραιμία
<i>Aedes cataphylla</i>	-
<i>Aedes communis</i>	-
<i>Aedes cretinus</i>	-
<i>Aedes detritus</i>	-
<i>Aedes dorsalis</i>	Αρμποϊοί WEE, SLE, CE και JE, τουλαραιμία
<i>Aedes echinus</i>	-
<i>Aedes geniculatus</i>	-
<i>Aedes lepidonotus</i>	-
<i>Aedes mariaae</i>	Πιθανόν ελονοσία πτηνών
<i>Aedes pulcritarsis</i>	-
<i>Aedes pullatus</i>	-
<i>Aedes punctor</i>	-
<i>Aedes refiki</i>	-
<i>Aedes sticticus</i>	-
<i>Aedes vexans</i>	Αρμποϊοί Tahyna, WEE, EEE, CE, JC, SAG, GET, TNT, BAT
<i>Aedes zammitii</i>	-
<i>Anopheles algeriensis</i>	Δευτερογενής φορέας ελονοσίας
<i>Anopheles atroparvus</i>	Ελονοσία
<i>Anopheles claviger</i>	Ελονοσία
<i>Anopheles hyrcanus</i>	Ελονοσία και ιοί Tahyna, JE, IK, ARK, POW
<i>Anopheles labranchiae</i>	Ελονοσία
<i>Anopheles maculipennis</i>	Ελονοσία
<i>Anopheles marteri</i> & <i>Anopheles marteri sogdianus</i>	Μικρή σημασία για την ανθρώπινη υγεία

<i>Anopheles subalpinus</i>	Ελονοσία, ιός Δυτικού Νείλου, ιοί BAT, CVO
<i>Anopheles messeae</i>	Ελονοσία
<i>Anopheles plumbeus</i>	Ελονοσία
<i>Anopheles pseudopictus</i>	Κατά πολλούς ταυτίζεται ως είδος με το <i>hyrcanus</i>
<i>Anopheles sacharovi</i>	Ελονοσία
<i>Anophelessergenti</i>	Ελονοσία (πιθανόν)
<i>Anopheles superpictus</i>	Ελονοσία
<i>Coquillettidia richiardii</i>	Πιθανόν Ιός Δυτικού Νείλου και Αιμορραγικός πυρετός Omsk (OHM)
<i>Culex hortensis</i>	-
<i>Culex laticinctus</i>	-
<i>Culex mimeticus</i>	-
<i>Culex modestus</i>	Ιοί Bunya, Tahyna, Lednice, KYZ, πιθανόν Ιός Δυτικού Νείλου και τουλαραιμία
<i>Culex perexiguus</i>	Ιός Δυτικού Νείλου
<i>Culex pipiens</i>	Ιός Δυτικού Νείλου, SIN, FLA, HP, LAC, OLI, SF, SLE, TVT, TUR, UHA, πιθανόν JE, διροφιλαρίωση
<i>Culex theileri</i>	Ιός Δυτικού Νείλου, Rift Valley πυρετός, SIN, διροφιλαρίωση
<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	Ιοί JE, AINO, GET, SIN, AKA, Chinkungunya, διροφιλαρίωση
<i>Culiseta annulata</i>	Ελονοσία πτηνών, ιός Tahyna
<i>Culiseta fumipennis</i>	-
<i>Culiseta longiareolata</i>	-
<i>Culiseta morsitans</i>	Ιός Ockelbo
<i>Culiseta subochrea</i>	-
<i>Orthopodomyia pulchripalpis</i>	Πιθανόν αρμοϊοί σε πτηνά
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	-

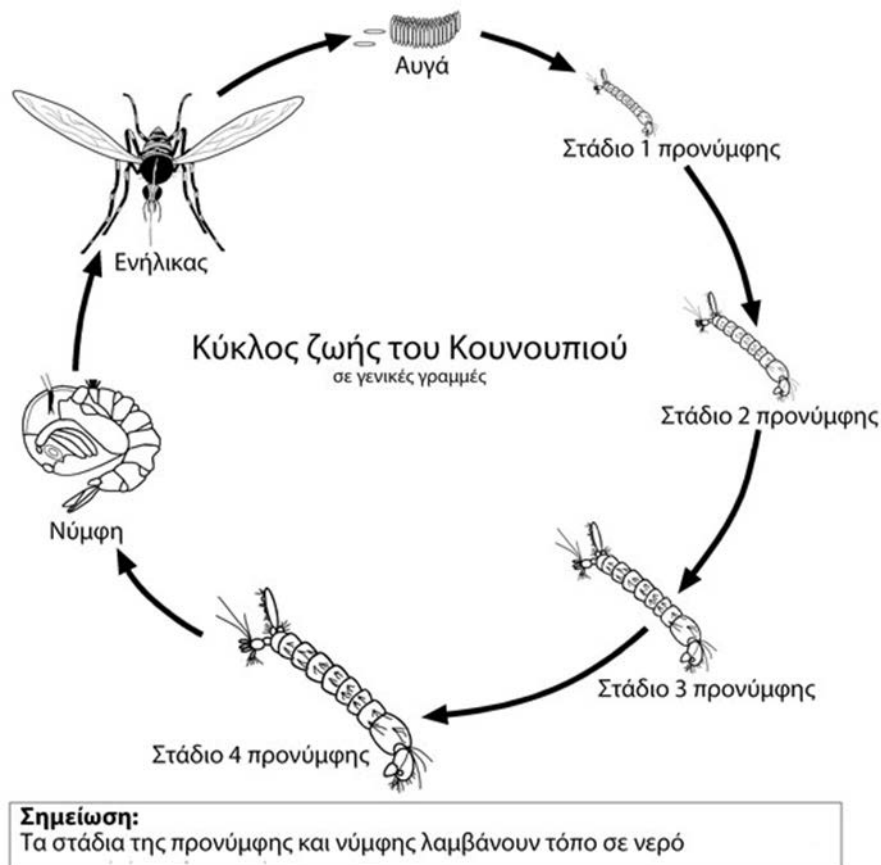
Πίνακας 1. Είδη κουνουπιών που συναντώνται στην Ελλάδα και η υγειονομική σημασία τους.

Ακρ.	Όνομα	Ακρ.	Όνομα
AINO	Aino	KAI	Kaikalur
AKA	Akabane	LAC	La Crosse
ARK	Arkonam	OLI	Olifantsvlei
BAT	Batai	POW	Powassan
CE	Εγκεφαλίτιδα Καλιφόρνιας	SF	Semliki Forest
CVO	Calovo	SIN	Sindbis
EEE	Ανατολική Εγκεφαλίτιδα Ιπποειδών	SLE	Εγκεφαλίτιδα St Lewis
FLA	Flanders	TMU	Tembusu
HP	Hart Park	TNT	Triniti
IK	Issyk-Kul	TVT	Trivittatus
JC	Jamestone Canyon	WEE	Δυτική Εγκεφαλίτιδα Ιπποειδών
JE	Ιαπωνική Εγκεφαλίτιδα		

Πίνακας 2. Επεξήγηση των ακρωνυμίων των ιών που αναφέρονται στον Πίνακα 1.

1.1 Μια ματιά στον κύκλο ζωής των κουνουπιών

Τα κουνούπια ανήκουν στα έντομα που υφίστανται ολομετάβολη ή πλήρη μεταμόρφωση. Επομένως ο κύκλος ζωής των κουνουπιών διακρίνεται σε 4 βασικές φάσεις: αυγό, προνύμφη, νύμφη και ακμαίο (ή ενήλικο ή τέλειο έντομο). Πρέπει να τονίσουμε ότι για ερευνητικούς σκοπούς υπάρχουν επιπλέον επιμέρους φάσεις από τις οποίες όμως για την καταπολέμηση κουνουπιών, προς το παρόν, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο διαχωρισμός της φάσης της προνύμφης σε 4 στάδια (1^ο, 2^ο, 3^ο και 4^ο) με βάση τον αριθμό των ενδιάμεσων εκδύσεων, καθώς η αποτελεσματικότητα ορισμένων βιοκτόνων σκευασμάτων διαφέρει για κάθε στάδιο. Εδώ οφείλουμε να κάνουμε μια διευκρίνιση στην ορολογία. Ο όρος νύμφη χρησιμοποιείται στην διεθνή βιβλιογραφία για το στάδιο εντόμων που υφίστανται ημιμετάβολη μεταμόρφωση και κατά το οποίο το έντομο μοιάζει αρκετά με το ενήλικο, τρέφεται και εκδύεται παραπάνω από μια φορά. Στην ολομετάβολη μεταμόρφωση, μετά την προνύμφη ακολουθεί η φάση που ονομάζεται διεθνώς pupa και κατά την οποία το έντομο δεν τρέφεται, ολοκληρώνει την μεταμόρφωσή του ενώ βρίσκεται μέσα σε μια "προστατευτική θήκη" (π.χ. το δερμάτιο από το προηγούμενο στάδιο, κουκούλι, κελί στο έδαφος, κλπ) και υφίστανται μόνο μια έκδυση (την τελική)(Clements 1999). Επομένως για λόγους ακριβείας η απόδοση του όρου pupa στα Ελληνικά θα έπρεπε να μην είναι νύμφη, αλλά πλαγγόνα.



Σχήμα 1. Ο κύκλος ζωής των κουνουπιών (του γένους *Culex*).

Για όλα τα κουνούπια, ο κύκλος ξεκινά με την εκκόλαψη του αυγού όταν αυτό βρίσκεται σε επαφή με νερό και η θερμοκρασία είναι κατάλληλη. Η προνύμφη εξέρχεται από το αυγό κατευθείαν στο νερό, όπου τρώει, πίνει και αναπτύσσεται. Κατά την ανάπτυξη της εκδύεται από το παλιό της δερμάτιο 3 φορές. Όταν η προνύμφη έχει μεγαλώσει και συλλέξει αρκετά θρεπτικά συστατικά περνά στην φάση της νύμφης, κατά την οποία δεν τρώει καθόλου. Η νύμφη παραμένει στο νερό, κοντά στην επιφάνεια, και χρησιμοποιεί τα αποθέματα που μάζεψε στην προηγούμενη φάση για την ολοκλήρωση της μεταμόρφωσης. Μόλις γίνει η μεταμόρφωση, το ενήλικο κουνούπι βγαίνει από το νερό και χρειάζεται 0.5-3 μέρες ώστε να ωριμάσει πλήρως. Τα αρσενικά κουνούπια τρέφονται μόνο με νέκταρ ενώ τα θηλυκά με νέκταρ από φυτά και αίμα από ζώα. Το αίμα είναι απαραίτητο για την ωρίμανση των αυγών, καθώς είναι η μοναδική πηγή πρωτεϊνών. Τα ακμαία (ενήλικα) κουνούπια δραστηριοποιούνται συγκεκριμένες περιόδους του 24-ώρου ανάλογα με το είδος τους (Lacey 1990).

Τα θηλυκά ακμαία χρησιμοποιούν σήματα, κυρίως οσμές, για να εντοπίσουν από μακριά τον ξενιστή (πηγή του αίματος), Το γεύμα αίματος μπορεί να προηγείται ή να ακολουθεί την γονιμοποίηση των θηλυκών

κουνουπιών ανάλογα με το είδος τους και την επάρκεια τροφής κατά τα προηγούμενα στάδια ανάπτυξής τους. Απαιτούνται 2-4 μέρες μετά το γεύμα για να ωριμάσουν τα αυγά. Ο αριθμός των αυγών που γεννά ένα θηλυκό κουνούπι την φορά εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και γενικά μπορεί να κυμαίνεται από 50-500. Ανάλογα με το γένος διαφοροποιείται και ο τόπος και τρόπος ωοαπόθεσης: τα *Culex*, *Coquillettidia*, *Uranotaenia* και μερικά *Culiseta* αποθέτουν τα αυγά τους όλα μαζί στην επιφάνεια του νερού, κολλημένα μεταξύ τους σε μορφή σχεδίας, τα *Anopheles* αποθέτουν τα αυγά τους ξεχωριστά στην επιφάνεια του νερού, τα *Aedes* και ορισμένα *Culiseta* αποθέτουν τα αυγά τους καθένα ξεχωριστά σε υγρό έδαφος που σε κάποια χρονική στιγμή θα γεμίσει με νερό (τοποθεσίες προσωρινής κατάκλυσης) και τα *Orthopodomyia* αποθέτουν τα αυγά τους καθένα ξεχωριστά σε φυτοτέλματα (κυρίως κοιλότητες δένδρων) στην επιφάνεια του κοιλώματος και κοντά στην επιφάνεια το νερού.

Μερικά είδη κουνουπιών γεννούν μόνο μια φορά τον χρόνο και συνεπώς στην διάρκεια της ζωής τους καθώς στην φύση ο μέσος όρος ζωής των περισσότερων ενήλικων θηλυκών κουνουπιών είναι 10-15 μέρες, αν και υπό κατάλληλες συνθήκες μπορεί να είναι και μήνες. Αντίθετα, άλλα είδη μπορούν να γεννήσουν δύο ή περισσότερες φορές, αλλά ο αριθμός των αυγών μειώνεται σε κάθε διαδοχική ωοαπόθεση. Σε αυτήν την περίπτωση η σειρά γεύμα αίματος-ωρίμανση αυγών-ωοαπόθεση αποτελεί μια κυκλική, επαναλαμβανόμενη διαδικασία που ονομάζεται γονοτροφικός κύκλος.

Ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί το κάθε στάδιο ανάπτυξης εξαρτάται από το είδος του κουνουπιού και κυρίως από την θερμοκρασία και την διαθεσιμότητα τροφής. Έτσι σε περιοχές κοντά στον Ισημερινό με τροπικό κλίμα, ο κύκλος ζωής μπορεί να είναι μόλις 13 μέρες και ο γονοτροφικός κύκλος 2-3 μέρες. Σε εύκρατο κλίμα απαιτείται περισσότερος χρόνος που μπορεί να διαρκέσει έως και μερικές εβδομάδες. Τα περισσότερα κουνούπια στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται κυρίως τους θερινούς μήνες. Κάποια γένη διαχειμάζουν σε διάπαυση στην ενήλικη μορφή τους, ενώ κάποια άλλα στην φάση του αυγού που μπορεί να επιβιώσει υπό κατάλληλες συνθήκες ακόμα και για μερικά χρόνια. Η διάπαυση είναι ένα γενετικό πρόγραμμα που ενεργοποιείται με την μείωση της διάρκειας της ημέρας (McGee 2007). Η είσοδος και έξοδος από την κατάσταση διάπαυσης περιλαμβάνουν αρκετές διεργασίες που χρειάζονται κάποιο χρόνο για να ολοκληρωθούν και δεν πρέπει να συγχέονται με την προσωρινή μείωση/παύση της δραστηριότητας των κουνουπιών λόγω μη επιτρεπτικών συνθηκών.

Οι διάφορες ενέργειες των κουνουπιών (ανάπαυση, αναζήτηση τροφής, ζευγάρωμα, ωοαπόθεση, διαχείμανση) μπορεί να γίνονται σε τελείως διαφορετικές τοποθεσίες ή κάποιες από αυτές να ταυτίζονται. Οι αποστάσεις μεταξύ των διαφορετικών τοποθεσιών κυμαίνονται από μερικές

εκατοντάδες μέτρα μέχρι και μερικά χιλιόμετρα και η μετακίνηση των κουνουπιών από τη μια τοποθεσία στην άλλη θεωρείται ως ένα είδος «τετριμμένης» κίνησης. Η πτητική ικανότητα ενός κουνουπιού, εξαρτάται από το είδος, την ηλικία και την διατροφική κατάσταση (μοναδική πηγή ενέργειας για την πτήση είναι οι υδατάνθρακες), αλλά η συντριπτική πλειοψηφία των κουνουπιών μπορεί να διανύσει μια μέγιστη απόσταση 2.5-10 km. Η διασπορά σε μεγαλύτερες αποστάσεις και η μεταναστευτική συμπεριφορά εξαρτώνται περισσότερο από άλλους παράγοντες, όπως μετεωρολογικούς (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου) και οικολογικούς (φυσικά φράγματα/εμπόδια, γεωγραφικό ανάγλυφο, τα οικοσυστήματα που πρέπει να διασχίσουν, διαθεσιμότητα τροφής). Ένας σημαντικός παράγοντας είναι η ύπαρξη κατάλληλων τόπων για ενδιάμεσες στάσεις και συλλογή τροφής (νέκταρ) για την αναπλήρωση των ενεργειακών αποθεμάτων. Διαφορετικά, ο μόνος τρόπος διασποράς, σε μεγάλες αποστάσεις που όμως μπορεί να είναι εκατοντάδες χιλιόμετρα, είναι η παθητική μεταφορά με τον άνεμο.

Από τις 4 φάσεις του κύκλου ζωής των κουνουπιών, δύο είναι οι πιο σημαντικές από άποψη διάρκειας και πολυπλοκότητας: η φάση της προνύμφης και η φάση του ακμαίου κουνουπιού.

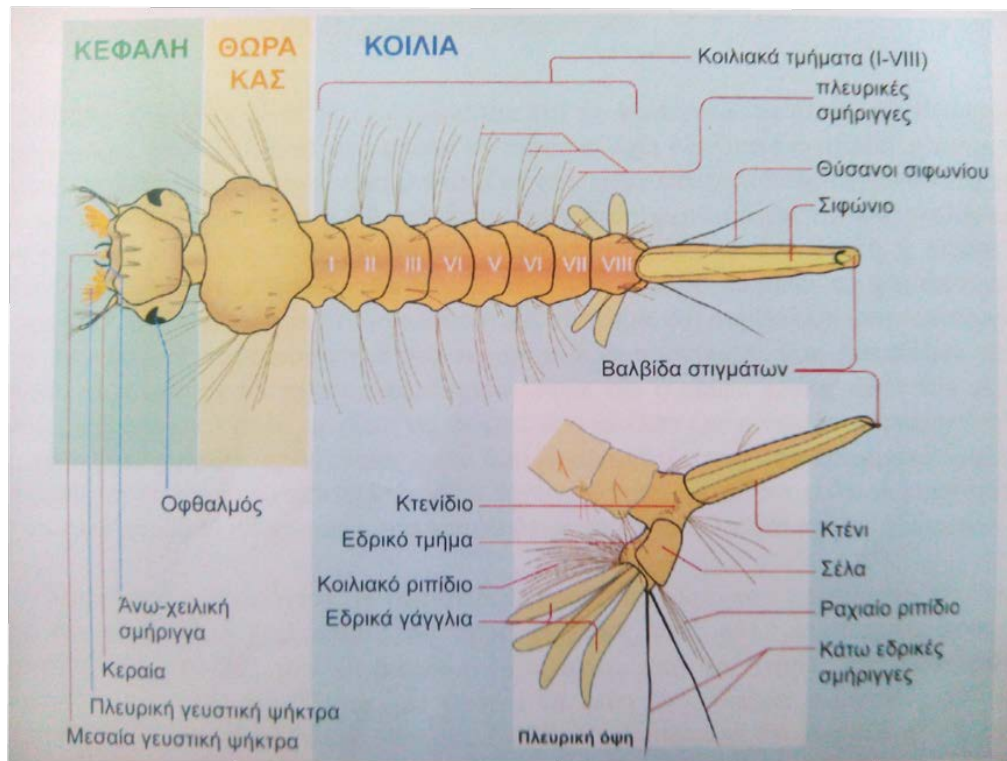
1.2. Προνύμφη

Για όλα τα κουνούπια, ο κύκλος ξεκινά με την εκκόλαψη του αυγού όταν αυτό βρίσκεται σε επαφή με το νερό (με ελάχιστες εξαιρέσεις στις οποίες βρίσκεται λίγο πιο πάνω από την επιφάνεια του νερού) και η θερμοκρασία του νερού είναι κατάλληλη. Για τα είδη που ωοαποθέτουν στην επιφάνεια του νερού, η ωοαπόθεση γίνεται υπό συνθήκες ευνοϊκές για τις προνύμφες, οπότε με την ολοκλήρωση της εμβρυϊκής ανάπτυξης ακολουθεί άμεσα η εκκόλαψη. Ανάλογα με την θερμοκρασία, η εμβρυϊκή ανάπτυξη μπορεί να κυμαίνεται από 1-3 ή και παραπάνω μέρες. Για τα είδη που ωοαποθέτουν σε άλλες επιφάνειες, η εμβρυϊκή ανάπτυξη διαρκεί περισσότερο και όταν ολοκληρώνεται η προνύμφη παραμένει στο αυγό, μέχρι να πληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις για εκκόλαψη: θερμοκρασία, επαφή με το νερό και για πολλά είδη χαμηλή συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στο νερό. Το τελευταίο κριτήριο είναι δείκτης της στασιμότητας του νερού και της δράσης μικροοργανισμών οπότε σηματοδοτεί ότι το περιβάλλον είναι ασφαλές για τις προνύμφες και ότι υπάρχει διαθέσιμη τροφή.

Η προνύμφη εξέρχεται από το αυγό κατευθείαν στο νερό, όπου τρώει, πίνει και αναπτύσσεται. Καθώς μεγαλώνει αναγκάζεται να αλλάξει το δερμάτιό της τρεις φορές και συνεπώς εμφανίζεται να περνά από τέσσερα

προνυμφικά στάδια. Η διαδικασία της έκδυσης καθορίζεται από ορμόνες. Όσο τα επίπεδα νεανικής ορμόνης είναι υψηλά, το έντομο ακολουθεί ένα πρόγραμμα μετάβασης από ένα προνυμφικό στάδιο σε ένα άλλο προνυμφικό στάδιο. Όταν η προνύμφη έχει μεγαλώσει και συλλέξει αρκετά θρεπτικά συστατικά ξεκινά η διαδικασία για να περάσει στη φάση της νύμφης. Η μετάβαση αυτή προϋποθέτει μια νέα έκδυση διαφορετικής φύσης η οποία ορμονικά καθοδηγείται από την δραστική μείωση των επιπέδων νεανικής ορμόνης. Η επιτυχής έκβαση των εκδύσεων αυτών, αλλά και της τελικής έκδυσης του ενήλικου από την νύμφη, βασίζεται εν μέρει στην αρτιότητα του νεοσχηματιζόμενου δερματίου/εξωσκελετού.

Για την αναπνοή της, παρόλο ότι η προνύμφη διαθέτει 10 ζεύγη στιγμάτων, χρησιμοποιεί μόνο το ζεύγος που βρίσκεται στο 8^ο κοιλιακό τμήμα. Γύρω από καθένα αναπνευστικό στίγμα υπάρχει ένας μηχανισμός πέντε πεπλατυσμένων λοβών (βαλβίδες). Οι βαλβίδες καλύπτονται με το υδρόφοβο έκκριμα ενός αδένου έτσι ώστε να εμποδίζεται η εισροή νερού από το στίγμα και να προστατεύεται η προνύμφη από πνιγμό. Τα περισσότερα γένη διαθέτουν τα αναπνευστικά στίγματα στην άκρη ενός ένα σιφωνίου το οποίο ακουμπά στην επιφάνεια του νερού και επιτρέπει την αναπνοή της προνύμφης ενώ αυτή βρίσκεται μέσα στο νερό. Εξαιρέση αποτελούν τα *Anopheles*, τα οποία δεν διαθέτουν το σιφώνιο αυτό για να εξασφαλίζουν αρκετό οξυγόνο μέσω των στιγμάτων του 8^{ου} κοιλιακού τμήματος είναι υποχρεωμένες να βρίσκονται παράλληλα με την επιφάνεια του νερού. Πάλι όμως η αναπνοή και η διατήρηση της κατάλληλης θέσης ως προς την επιφάνεια βασίζονται στην επιφανειακή τάση του νερού και στην αρνητική αλληλεπίδραση υδρόφοβων περιοχών της προνύμφης με το νερό.



Σχήμα 2. Διάγραμμα μιας προνύμφης *Culex*

Άλλες εξαιρέσεις είναι τα *Coquillettidia* και τα *Mansonia* (τα *Mansonia* δεν έχουν καταγραφεί στην Ελλάδα) στα οποία το σιφώνιο έχει εξελιχτεί κατάλληλα ώστε να τρυπά τμήματα φυτών που είναι βυθισμένα στο νερό επιτρέποντας την αναπνοή των προνυμφών μέσω των φυτών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την καταπολέμηση κουνουπιών με βάση την μείωση της επιφανειακής τάσης του νερού ή έλαια: οι προνύμφες όλων των υπόλοιπων γενών πνίγονται καθώς «σπάει» το φυσικοχημικό «φράγμα» που προστατεύει το αναπνευστικό σύστημα και συμβάλλει στην διατήρηση των προνυμφών στην επιφάνεια του νερού, ενώ οι προνύμφες που αναπνέουν μέσω φυτών παραμένουν ανεπηρέαστες. Σημειώνουμε ότι η επιφανειακή τάση του νερού παίζει καθοριστικό ρόλο σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής των κουνουπιών οπότε τα γένη αυτά χαίρουν προστασίας μόνο όσο βρίσκονται στη φάση της προνύμφης και συνεπώς οι τεχνικές καταπολέμησης θα έχουν κάποιο, έστω και πολύ περιορισμένο, αντίκτυπο στους πληθυσμούς κουνουπιών όπως τα *Coquillettidia* και τα *Mansonia*.

Οι προνύμφες τρέφονται με σωματίδια οργανικής ύλης που βρίσκονται στο νερό και δεν είναι τόσο επιλεκτικές ως προς το είδος τους αλλά κυρίως ως προς το μέγεθος. Το μέγεθος των σωματιδίων εξαρτάται από το στάδιο της προνύμφης, δηλαδή μια προνύμφη 4^{ου} σταδίου μπορεί να φάει μεγαλύτερα σωματίδια από μια προνύμφη 1^{ου}, και είναι γενικά <50μm. Πρέπει να σημειωθεί ότι σωματίδια <0.5μm θεωρούνται ως διαλυτή οργανική ύλη και συνεπώς οι προνύμφες καταναλώνουν τέτοιου είδους ύλη

με την κατάποση νερού και τρώγοντας μεγαλύτερα σωματίδια στα οποία έχουν προσροφηθεί τα μικρότερα. Τα σωματίδια με τα οποία τρέφονται οι προνύμφες είναι μικροοργανισμοί (βακτήρια, μύκητες) και κομμάτια φυτών σε αποσύνθεση. Οι προνύμφες μερικών ειδών μπορούν να τραφούν και με νεκρά ασπόνδυλα. Μάλιστα οι προνύμφες του γένους *Toxorhynchites* κυνηγούν και τρέφονται με προνύμφες κουνουπιών, ακόμα και του δικού τους είδους (κανιβαλισμός) (Βογιατζόγλου- Σαμανίδου 2011). Η διατροφή αυτή επιτρέπει στα *Toxorhynchites* να συλλέγουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά στο στάδιο της προνύμφης και τα ακμαία θηλυκά είναι τα μοναδικά κουνούπια που δεν τρέφονται με αίμα. Εξαιτίας αυτών των δύο χαρακτηριστικών (θανάτωση άλλων προνυμφών και ακμαία που δεν στοχεύουν ανθρώπους και ζώα) έχουν γίνει προσπάθειες για να χρησιμοποιηθούν τα *Toxorhynchites* ως βιολογικό μέσο καταπολέμησης κουνουπιών-φορέων ασθενειών.

Συνήθως, η επιφάνεια του νερού και το στρώμα νερού κοντά της είναι πλούσιο σε οργανική ύλη και μικροοργανισμούς. Έτσι τα περισσότερα *Anopheles*, πολλά *Culex*, *Culiseta* και μερικά *Aedes* συλλέγουν τροφή φιλτράροντας το νερό στην επιφάνεια ή στο σώμα της υδάτινης στήλης. Αυτός ο τρόπος συλλογής δημιουργεί ρεύματα τα οποία μπορεί η προνύμφη να αξιοποιήσει ως προωθητικό μέσο για να κολυμπήσει. Ορισμένα είδη *Aedes* μπορούν να συλλέξουν τροφή και από τον βυθό, ή να ξύσουν μικροοργανισμούς που σχηματίζονται στην επιφάνεια φυτών και βράχων που είναι βυθισμένα στο νερό. Η ικανότητα να βουτούν οι προνύμφες σε σχετικά μεγαλύτερα βάθη είναι κοινή για όλα τα κουνούπια, καθώς είναι και ένας μηχανισμός φυγής από θηρευτές και μερικά είδη μπορούν να παραμείνουν βυθισμένα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Συνήθως όλα τα είδη κουνουπιών χρησιμοποιούν περισσότερους από έναν τρόπο συλλογής της τροφής.

Μερικές προνύμφες προσαρμόζουν το χρώμα τους (πιο σκούρο ή ανοιχτό) με βάση το χρώμα του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσονται. Η ικανότητα αυτή έχει παρατηρηθεί σε προνύμφες μερικών ειδών του γένους *Anopheles*, σε μικρότερη ένταση σε προνύμφες *Culex* και καθόλου σε προνύμφες *Aedes*. Υπό εργαστηριακές συνθήκες, λευκό φόντο οδηγεί σε προνύμφες λευκού-ανοιχτού καστανού χρώματος ενώ μαύρο φόντο σε προνύμφες σκούρου καστανού χρώματος. Μάλιστα για τα *An.maculipennis* πράσινο φόντο οδηγεί σε ασπρο-πράσινες προνύμφες. Το φαινόμενο της μεταβολής του χρώματος γίνεται πιο έντονο από το 2^ο στάδιο προνύμφης και μετά και αποτελεί ένα τρόπο προστασίας από θηρευτές.

Ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθούν τα τέσσερα στάδια ανάπτυξης της προνύμφης εξαρτάται από το είδος του κουνουπιού, την θερμοκρασία του νερού (μέσος όρος, σταθερότητα και εύρος θερμοκρασίας), την διαθεσιμότητα τροφής και την πυκνότητα των

προνυμφών στο νερό (αριθμός προνυμφών ανά μονάδα όγκου του νερού). Η επίδραση της θερμοκρασίας εξαρτάται και αυτή σε πολύ μεγάλο βαθμό από το είδος του κουνουπιού. Σε γενικές γραμμές μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει ένα συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών που επιτρέπει την ανάπτυξη ενός συγκεκριμένου είδους. Χαμηλότερες θερμοκρασίες εμποδίζουν την ανάπτυξη και πολύ υψηλότερες είναι θανατηφόρες. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία εντός του επιτρεπτού εύρους και η διαθεσιμότητα τροφής οι προνύμφες αναπτύσσονται γρηγορότερα.

Οι συνθήκες θερμοκρασίας και διαθεσιμότητας τροφής υπό τις οποίες αναπτύσσονται οι προνύμφες έχουν άμεσες συνέπειες για τα ενήλικα κουνούπια. Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα τροφής οδηγεί σε ενήλικα με μεγαλύτερο μέγεθος και βάρος, ενώ αντίθετα, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του νερού στο οποίο αναπτύχθηκαν οι προνύμφες τόσο μικρότερο θα είναι το μέγεθος των ενήλικων κουνουπιών και η γονιμότητα των θηλυκών. Επίσης οι ακριβείς συνθήκες θερμοκρασίας έχουν ένα πολύπλοκο αντίκτυπο στις διαστάσεις/αναλογίες μερών του σώματος του ενήλικου κουνουπιού σε βαθμό που μπορεί να επηρεάσει την σωστή ταξινόμησή του.

1.3 Ακμαίο

1.3.1 Ωρίμανση

Όταν κατά την μεταμόρφωση της νύμφης το ενήλικο σχηματίζεται πλήρως, αρχίζει να καταπίνει αέρα ενώ παραμένει μέσα στο εναπομείναντα δερμάτιο της νύμφης κάτω από την επιφάνεια του νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εσωτερικής πίεσης μέχρι την διάρρηξη στην μέση του θωρακικού τμήματος του δερματίου της νύμφης (που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του νερού) και την τελική έκδυση/ανάδυση του ενήλικου στην επιφάνεια του νερού (Lacey 1990). Η διαδικασία αυτή κρατάει περίπου 15 λεπτά.

Αμέσως μετά την ανάδυση, το ενήλικο κουνούπι συνήθως παραμένει στην επιφάνεια του νερού για να ξεφορτωθεί υγρά που έχουν παραμείνει στο σώμα του από τα προηγούμενα στάδια και εμποδίζουν/επιβαρύνουν την πτήση. Αν και μπορεί να πετάξει πολύ μικρές αποστάσεις 10 λεπτά περίπου μετά την ανάδυση, συνήθως παραμένει στην επιφάνεια του νερού για περίπου μια ώρα, οπότε μπορεί να πετάξει σχεδόν φυσιολογικά προς ένα άλλο μέρος ανάπαυσης.

Οι πρώτες σύντομες πτήσεις γίνονται με ενεργειακά αποθέματα που είχε εξασφαλίσει το κουνούπι από τα προηγούμενα στάδια. Επομένως, μόλις ολοκληρωθούν οι απαραίτητες αλλαγές, η πρώτη μέριμνα του κουνουπιού

είναι να βρει τροφή. Γενικά τα αρσενικά κουνούπια τρέφονται μόνο με φυτικούς χυμούς ενώ τα θηλυκά τρέφονται και με αίμα. Όμως σε αυτή τη φάση η μοναδική πηγή τροφής είναι υδατάνθρακες από φυτά και για τα δύο φύλλα, καθώς δεν έχουν ωριμάσει ακόμα στα θηλυκά όλα τα όργανα και οι λειτουργίες που επιτρέπουν την ανίχνευση ξενιστών και την συλλογή και πέψη του αίματος. Η ικανότητα των θηλυκών να τραφούν με αίμα ολοκληρώνεται 1-3 μέρες μετά την ανάδυση.

Επίσης και τα δυο φύλα χρειάζονται χρόνο για να ωριμάσουν σεξουαλικά: 12-36 ώρες από την ανάδυση τα αρσενικά και 30-60 ώρες τα θηλυκά, με ελάχιστες εξαιρέσεις όπου τα θηλυκά είναι σεξουαλικά ώριμα κατά την ανάδυση. Έχει παρατηρηθεί ότι συχνά τα αρσενικά κουνούπια αναδύονται από μερικές ώρες μέχρι και 1-2 μέρες νωρίτερα από τα θηλυκά. Το φαινόμενο αυτό λέγεται πρωτανδρία και επιτυγχάνεται μειώνοντας κυρίως την διάρκεια της φάσης της προνύμφης, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τα αρσενικά ακμαία να έχουν μικρότερο μέγεθος από τα θηλυκά. Σύμφωνα με μερικούς ερευνητές η νωρίτερη ανάδυση των αρσενικών γίνεται για να συμπίπτει κατά το δυνατό η σεξουαλική ωρίμανση των δύο φύλων, κάτι που δεν ευσταθεί για τα περισσότερα είδη καθώς όπως ήδη αναφέρθηκε τα θηλυκά των περισσότερων ειδών χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να ωριμάσουν σεξουαλικά από ότι τα αρσενικά. Μια πιο πιθανή εξήγηση με βάση μελέτες σε *Wyeomyia smithii* είναι ότι η φυσική επιλογή δρα προς την κατεύθυνση μείωσης του χρόνου ανάπτυξης και για τα δύο φύλα, αλλά για τα θηλυκά υπάρχει και η επιπλέον δράση προς την αύξηση του μεγέθους των θηλυκών (καθώς αυτό σημαίνει αυξημένη γονιμότητα) που σημαίνει ότι ο χρόνος ανάπτυξης δεν μπορεί να μειωθεί τόσο πολύ όσο στα αρσενικά.

1.3.2 Ο ρόλος του αίματος

Οι φυτικοί χυμοί είναι ιδιαίτερα πλούσιοι σε υδατάνθρακες, που είναι και η κύρια πηγή ενέργειας για την πτήση και των δύο φύλων, αλλά φτωχοί σε αμινοξέα και πρωτεΐνες. Έτσι κατά κανόνα τα θηλυκά χρειάζονται το αίμα ως πηγή πρωτεϊνών/αμινοξέων που είναι απαραίτητα για την ωρίμανση των αυγών. Σε αυτόν τον κανόνα υπάρχουν 2 εξαιρέσεις:

α) τα θηλυκά ορισμένων ειδών χρησιμοποιούν υπό ορισμένες συνθήκες το αίμα και ως πηγή ενέργειας, π.χ. σε αστικό περιβάλλον όπου υπάρχει αφθονία ανθρώπων και λιγοστές πηγές φυτικών χυμών.

β) το φαινόμενο της αυτογένειας. Στην περίπτωση αυτή τα απαραίτητα αμινοξέα/πρωτεΐνες συλλέγονται κατά την φάση της προνύμφης. Η πιο ακραία περίπτωση αυτογένειας είναι τα *Toxorhynchites* τα οποία δεν τρέφονται ποτέ με αίμα. Υπάρχουν αυτογενή είδη που τρέφονται με αίμα

για την δεύτερη και τις ακόλουθες ωοτοκίες, όπως ένας βιότυπος των *Culex pipiens*, και άλλα που μπορεί να τραφούν και με αίμα ακόμα και για την πρώτη ωοτοκία. Η αυτογένεια μπορεί να συνδέεται με πολύ σημαντικές διαφορές στην συμπεριφορά μεταξύ αυτογενών και μη-αυτογενών κουνουπιών του ίδιου είδους αλλά μπορεί να έχει διαφορετική έκφραση σε διαφορετικές περιοχές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα *Culex pipiens*: στο βόρειο τμήμα της Παλαιαρκτικής ζώνης, υπάρχουν ξεχωριστοί πληθυσμοί αυτογενών και μη αυτογενών *Culex pipiens* χωρίς σημαντικές διασταυρώσεις. Τα αυτογενή *Culex pipiens* χρειάζονται λίγο χώρο για το ζευγάρι, τρέφονται από τον άνθρωπο μετά την πρώτη ωοτοκία, αναπαράγονται σε υπόγειους χώρους με περιορισμένη πρόσβαση και συχνά νερό με οργανικά λύματα (π.χ. βόθροι) και δεν διαχειμάζουν σε διάπαυση. Αντίθετα τα μη-αυτογενή χρειάζονται ευρύ χώρο για ζευγάρι, τρέφονται κυρίως από πτηνά, αναπαράγονται σε ανοιχτούς χώρους με καθαρά νερά και διαχειμάζουν ως ενήλικα σε διάπαυση. Στο νότιο τμήμα της Παλαιαρκτικής ζώνης (π.χ. στο Ισραήλ) δεν υπάρχει διαφοροποίηση ως προς τους τόπους αναπαραγωγής, οι πληθυσμοί είναι μικτοί και οι διασταυρώσεις μεταξύ τους συχνές. Καθώς η Ελλάδα βρίσκεται περίπου στη μέση της Παλαιαρκτικής ζώνης μπορούμε να υποθέσουμε ότι ίσως να συναντώνται και οι δύο περιπτώσεις (ομογενείς και ετερογενείς πληθυσμοί) σε διαφορετικές περιοχές (Βογιατζόγλου-Σαμανίδου 2011).

1.3.3 Ζευγάρισμα

Σε μερικά είδη το ζευγάρισμα συνήθως προηγείται του γεύματος αίματος, ενώ σε άλλα μπορεί να ακολουθεί ή η σειρά των γεγονότων να είναι αδιάφορη. Φερομόνες και ο ήχος που παράγεται από το χτύπημα των φτερών χρησιμεύουν στην αναγνώριση και έλξη μεταξύ ατόμων των δυο φύλων. Η συνεύρεση μπορεί να γίνει ανάλογα με το είδος των κουνουπιών υπό τρεις διαφορετικές συνθήκες:

α) τα αρσενικά σχηματίζουν σμήνη σε ένα σημείο με βάση κάποιο οπτικό κριτήριο (π.χ. αντίθεση φωτεινότητας του σημείου με το περιβάλλον, κάποιο αντικείμενο, ακτίνες ηλίου που περνούν το φύλλωμα δέντρων, κτλ) και αρπάζουν τα θηλυκά που πλησιάζουν στο σμήνος. Αυτό ισχύει για τα περισσότερα είδη/γένη που υπάρχουν στην Ελλάδα.

β) τα αρσενικά και θηλυκά συναθροίζονται σε περιοχές βιολογικής σημασίας, όπως τοποθεσίες ανάδυσης νέων ενηλίκων ή κοντά στους ξενιστές.

γ) τα αρσενικά βρίσκουν μεμονωμένα θηλυκά που αναπαύονται

Όπως για όλες οι δραστηριότητες των κουνουπιών, το ζευγάρισμα γίνεται συγκεκριμένη περίοδο του 24-ώρου για κάθε είδος, με βάση τους ενδογενείς βιολογικούς ρυθμούς αλλά και εξωτερικούς παράγοντες (φώς,

μετεωρολογικοί παράγοντες). Είδη που δραστηριοποιούνται κατά την ημέρα έχουν συνήθως φωτεινά μεταλλικού χρώματος λέπια, ενώ τα υπόλοιπα είδη έχουν συνήθως μια πιο μονότονη εμφάνιση. Η γονιμοποίηση μπορεί να επηρεάσει ποικιλοτρόπως την συμπεριφορά των θηλυκών (περίοδος πτήσης, απόκριση σε ξενιστές, κτλ) ανεξαρτήτως εάν έχουν προηγουμένως τραφεί με αίμα ή όχι (Eisler 1992). Όμως για όλα τα είδη συνοδεύεται από μια περίοδο που τα θηλυκά αποφεύγουν το ζευγάρι εκ νέου. Μάλιστα τα θηλυκά κουνούπια αποθηκεύουν σπέρμα στις σπερματοθήκες τους (ορισμένα είδη διαθέτουν μόνο μια) το οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσουν για την γονιμοποίηση περισσότερων της μιας σειράς αυγών. Πολλά όμως μπορούν να ξαναγονιμοποιηθούν μετά από μερικούς γονοτροφικούς κύκλους. Επίσης όταν συνδυάζονται η γονιμοποίηση και το γεύμα αίματος, ακολουθεί μια περίοδος πολύ περιορισμένης δραστηριότητας, μέχρι να είναι τα αυγά έτοιμα για απόθεση. Αυτό μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα μεθόδων ακμαιοκτονίας που απαιτούν το κουνούπι να βρίσκεται εν πτήση κατά την εφαρμογή τους.

1.4 Γεύμα αίματος

1.4.1 Πτήση- Δραστηριότητα

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως τα κουνούπια δραστηριοποιούνται συγκεκριμένες περιόδους του 24-ώρου ανάλογα με το είδος τους. Η αναζήτηση ξενιστών γίνεται σε αυτές τις περιόδους με μερικές εξαιρέσεις, π.χ. εάν ο ξενιστής βρεθεί πολύ κοντά στο σημείο που αναπαύεται το θηλυκό κουνούπι, σε συνθήκες τεχνητού φωτισμού ή περιορισμένης διαθεσιμότητας τροφής (McGee 2007). Ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται με τους ενδογενείς βιολογικούς ρυθμούς που επανασυντονίζονται κατά την εναλλαγή φωτός-σκοταδιού κατά τη δύση και ανατολή του ήλιου. Πολλά είδη δραστηριοποιούνται κατά την περίοδο του λυκόφωτος (κατά την δύση, την ανατολή ή και στις δύο), άλλα κατά την νύχτα και μερικά κατά την διάρκεια της ημέρας. Όμως για να υπάρξει δραστηριότητα, πρέπει και εξωτερικοί παράγοντες να το επιτρέπουν.

- **Φως.** Εκτός από τον καθημερινό συντονισμό του βιολογικού ρολογιού, το φως μπορεί να επηρεάσει και με αρκετούς άλλους τρόπους την δραστηριότητα των κουνουπιών. Για κάθε είδος υπάρχει ένα συγκεκριμένο εύρος έντασης του φωτός που επιτρέπει την δραστηριότητα. Όταν η ένταση περάσει το ανώτερο ή το κατώτερο όριο η δραστηριότητα σταματά. Τα όρια αυτά μπορεί να μεταβάλλονται με την θερμοκρασία. Το φως του φεγγαριού μπορεί να παρατείνει την δραστηριότητα κουνουπιών που προτιμούν την

δύση του ήλιου. Η διαδρομή του ήλιου και της σελήνης στον ουρανό και επομένως η ένταση του φωτός και του λυκόφωτος αλλάζουν με το γεωγραφικό πλάτος αλλά και με την εποχή. Εδώ αξίζει να σημειώσουμε ότι η σελήνη έχει και μια επιπλέον επίδραση στη ζωή μερικών κουνουπιών καθώς μέσω των παλιρροιακών φαινομένων που δημιουργεί, πλημμυρίζουν και ενεργοποιούνται περιοχές αναπαραγωγής ειδών του γένους *Aedes*.

- **Θερμοκρασία.** Η θερμοκρασία αφενός μπορεί να επηρεάζει τα όρια ανοχής του φωτός αφετέρου παρουσιάζει και αυτή συγκεκριμένο εύρος που επιτρέπει την δραστηριότητα. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες τις πρωινές ώρες έχουν ως αποτέλεσμα την χαμηλότερη δραστηριοποίηση κουνουπιών του λυκόφωτος κατά την ανατολή σε σχέση με την δύση του ήλιου.
- **Σχετική υγρασία και βροχή.** Η σχετική υγρασία μπορεί να επηρεάσει θετικά την δραστηριότητα μερικών ειδών. Η βροχή συνήθως δεν έχει άμεση επίδραση, με εξαίρεση την πολύ δυνατή βροχή για λίγα είδη κουνουπιών, αλλά έμμεση αυξάνοντας την σχετική υγρασία.
- **Άνεμος.** Η ροή του αέρα σε μια περιοχή μπορεί να έχει πολύπλοκη μορφή και συνεπώς πολύπλοκη επίδραση στην πτήση των κουνουπιών. Γενικά ταχύτητες άνω του 1m/s είναι αποτρεπτικές για την πτήση. Η ταχύτητα του αέρα μειώνεται όσο μειώνεται η απόσταση από το έδαφος ή την επιφάνεια κάποιου φυτού/αντικειμένου και επομένως το όριο αναφέρεται στο ύψος πτήσης του κουνουπιού, κάτι που διαφέρει ανάλογα με το είδος.

1.4.2 Προτιμήσεις ξενιστών

Η συντριπτική πλειοψηφία των κουνουπιών δεν περιορίζεται μόνο σε ένα είδος ξενιστή. Κάποια είδη προτιμούν θηλαστικά, άλλα πτηνά (ορνιθόφιλα) και μερικά ερπετά και αμφίβια. Το εύρος των ξενιστών που μπορούν να χρησιμοποιήσουν είναι για μερικά κουνούπια περιορισμένο σε μερικά συγκεκριμένα είδη ξενιστών ενώ για πολλά κουνούπια το εύρος είναι μεγάλο ή δεν υπάρχει περιορισμός. Το κάθε είδος ξενιστή παρουσιάζει διαφορετική ελκυστικότητα για το κουνούπι, ανάλογα με τα χημικά σήματα/τις οσμές που συνδέονται με τον συγκεκριμένο ξενιστή. Όμως αυτή η έμφυτη προτίμηση για συγκεκριμένες οσμές δεν είναι ο αποκλειστικός παράγοντας που θα ορίσει το είδος του ξενιστή στο οποίο τελικά θα επιτεθεί το κουνούπι. Σημαντικό ρόλο παίζουν και

- **η διαθεσιμότητα ξενιστών.** Τα κουνούπια μπορεί να προτιμήσουν κάποιον ξενιστή που βρίσκεται χαμηλότερα στην λίστα προτίμησης τους όταν το είδος υψηλότερης προτίμησης απουσιάζει ή βρίσκεται σε πολύ μικρούς αριθμούς σε σύγκριση με το άλλο είδος ξενιστή
- **η πτήση του κουνουπιού.** Ανάλογα με το ύψος που βρίσκεται το κουνούπι μπορεί να εκτεθεί σε σήματα ορισμένων ξενιστών που συνυπάρχουν στον ίδιο ευρύτερο χώρο. Συχνά το ύψος που συνήθως πετούν τα κουνούπια ενός

συγκεκριμένου είδους σχετίζεται με έμφυτες προτιμήσεις του είδους (π.χ. ορνιθόφιλα κουνούπια πετούν σε μεγαλύτερα ύψη). Επίσης ανάλογα με την ώρα που δραστηριοποιούνται τα κουνούπια αλλάζει και η διαθεσιμότητα/προσβασιμότητα στους ξενιστές. Π.χ. ορισμένοι ξενιστές μπορούν να στοχοποιηθούν μόνο όταν κοιμούνται.

- **οι μηχανισμοί άμυνας του ξενιστή.** Κάποιοι ξενιστές προβάλλουν άμεση αντίσταση (π.χ. με κινήσεις) ή έμμεση (π.χ. κρύψιμο των προσβάσιμων για τα κουνούπια τμημάτων του σώματος τους)

Όσον αφορά την προτίμηση κουνουπιών να τσιμπούν έναν άνθρωπο περισσότερο από κάποιον άλλο, πρέπει να επισημάνουμε ότι ελκούνται πάνω από 100 διαφορετικές οσμές από το ανθρώπινο σώμα και επομένως η απόκριση από άτομο σε άτομο μπορεί να είναι πολύ διαφορετική. Επίσης υπεισέρχονται και οι ίδιοι παράγοντες όπως πριν (άμυνα κατά των κουνουπιών, πρόσβαση, όριο ανοχής)(Becker 2010) αλλά και η χρήση παρασκευασμάτων (π.χ. αντηλιακών, κλπ) που μπορεί να περιέχουν επιπλέον ελκυστικές πτητικές ουσίες.

Για τα κουνούπια που υπάρχουν στην Ελλάδα μπορούμε να πούμε ενδεικτικά τα εξής; Τα γένη *Anopheles*, *Aedes* και *Culiseta* προτιμούν κυρίως τα θηλαστικά και μετά τα πτηνά. Για τα *Culex* υπάρχουν είδη με διαφορετικές προτιμήσεις, κάποια προτιμούν τα θηλαστικά, άλλα τα πτηνά, άλλα εξίσου και τα δυο, άλλα στοχεύουν και ερπετά και αμφίβια ή αποκλειστικά αμφίβια (*Culex territans*). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα αυτογενή *Culex ripiens* προτιμούν τα θηλαστικά ενώ τα μη-αυτογενή και οι διασταυρώσεις των δυο βιοτύπων τα πτηνά. Στην περιοχή της Μεσογείου οι πληθυσμοί είναι συνήθως μικτοί. Τα *Coquillettidia richiardii* *Orthopodomyia pulchripalpis* είναι ορνιθόφιλα και σπάνια επιτίθενται σε ανθρώπους, ενώ τα *Uranotaenia unguiculata* προτιμούν πιθανώς τα αμφίβια και σπάνια ανθρώπους ή άλλα θηλαστικά (Connolly κ.ά. 2009).

1.4.3 Εύρεση ξενιστή

Η εύρεση του ξενιστή συμπεριλαμβάνει την απόκριση σε χημικά, φυσικά και οπτικά ερεθίσματα. Η προσέλκυση από μακριά στηρίζεται σε αέριες/πτητικές χημικές ουσίες που προέρχονται από τον ξενιστή και μεταφέρονται με τον άνεμο. Το κουνούπι όταν αντιληφθεί αυτές τις οσμές, πετά αντίθετα στον άνεμο προς την πηγή τους. Σε μικρή απόσταση από τον ξενιστή αρχίζουν να παίζουν ρόλο εκτός από χημικές ουσίες και άλλοι παράγοντες όπως θερμά και υγρά ρεύματα αέρα που πηγάζουν από τον ξενιστή, η κίνηση του ξενιστή και οπτικά ερεθίσματα όπως διαφορά στην φωτεινότητα/αντίθεση.

Οι πηγές των χημικών ερεθισμάτων είναι: η αναπνοή, το δέρμα ως μέσο από το οποίο διαχέονται πτητικές ενώσεις, εκκρίσεις της επιδερμίδας (ιδρώτας, σμήγμα) και τα προϊόντα αποσύνθεσης τους από βακτήρια, αέρια του γαστρεντερικού συστήματος και υπολείμματα ούρων και περιττωμάτων στην επιφάνεια του σώματος και τα προϊόντα αποσύνθεσής τους από βακτήρια.

Το πιο σημαντικό θετικό χημικό ερέθισμα είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και ειδικά η μεταβολή στην συγκέντρωσή του. Η οκτενόλη και το γαλακτικό οξύ είναι λιγότερο σημαντικά ερεθίσματα αλλά έχουν αθροιστική και μερικές φορές συνεργιστική δράση με το CO₂. Σε μικρή απόσταση από τον ξενιστή σημαντικό ρόλο παίζει το γαλακτικό οξύ και οι υδρατμοί. Υπάρχουν και άλλες πολλές οργανικές πτητικές ουσίες που πηγαίνουν από τους ξενιστές που μπορεί σε ορισμένες συγκεντρώσεις να δρουν θετικά και σε άλλες ανασταλτικά. Επίσης ο συνδυασμός πτητικών ουσιών, ακόμα και από διαφορετικούς ξενιστές που βρίσκονται μαζί, μπορεί να έχει πολύπλοκη επίδραση στην συμπεριφορά του κουνουπιού.

1.4.4 Περιγραφή γεύματος

Όταν το κουνούπι καταλήξει στον ξενιστή που θα επιτεθεί, π.χ. έναν άνθρωπο, κατευθύνεται με βάση διάφορα ερεθίσματα προς μια επιφάνεια του σώματος στην οποία έχει πρόσβαση και υπάρχει αιμάτωση (τα κουνούπια μπορούν να διακρίνουν διαφορά θερμοκρασίας 0.2 ° C). Προσαράζει στην επιφάνεια και τρυπά το δέρμα του ξενιστή με την προβοσκίδα. Για ένα διάστημα ψάχνει με την προβοσκίδα μέσα στον ιστό του ξενιστή για αιμοφόρο αγγείο και μόλις το εντοπίσει αρχίζει να πίνει αίμα. Για την αποφυγή ανοσολογικής αντίδρασης του ξενιστή ή θρόμβωσης του αίματος το κουνούπι εγχέει σάλιο που περιέχει κατάλληλα παρεμποδιστικά συστατικά. Η έγχυση ξεκινά από τη στιγμή που εισέρχεται η προβοσκίδα στο δέρμα με αποτέλεσμα, εάν το σάλιο του κουνουπιού περιέχει παθογόνο ιό ή μικροοργανισμό, να εναποθέσει δυνητικά ικανή ποσότητα για μόλυνση του ξενιστή ακόμα και κατά το στάδιο της ψηλάφησης του ιστού. Μάλιστα σε μερικές περιπτώσεις, μπορεί να εναποθέσει ικανή ποσότητα για να μολυνθεί ένα άλλο κουνούπι που τρέφεται ταυτόχρονα (ή μετά από λίγα λεπτά) από την ίδια περιοχή. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για ασθένειες όπως ο ιός του Δυτικού Νείλου, καθώς αδιέξοδοι ξενιστές όπως ο άνθρωπος (που κανονικά δεν μπορούν να μολύνουν υγιή κουνούπια), μπορούν να αποτελέσουν μέσο μετάδοσης του ιού από κουνούπι σε κουνούπι.

1.4.5 Μετακίνηση- μετανάστευση

Οι διάφορες δραστηριότητες των κουνουπιών (ανάπαυση, αναζήτηση τροφής, ζευγάρισμα, ωοαπόθεση, διαχείμαση) μπορεί να γίνονται σε τελείως διαφορετικές τοποθεσίες ή κάποιες από αυτές να ταυτίζονται. Οι αποστάσεις μεταξύ των διαφορετικών τοποθεσιών κυμαίνονται από μερικές εκατοντάδες μέτρα μέχρι μερικά χιλιόμετρα. Η μετακίνηση των κουνουπιών από την μια τοποθεσία στην άλλη θεωρείται ως ένα είδος «τετριμμένης» κίνησης και όχι ως διασπορά. Η πτητική ικανότητα ενός κουνουπιού, εξαρτάται από το είδος, την ηλικία και την διατροφική κατάσταση (μοναδική πηγή ενέργειας για την πτήση είναι οι υδατάνθρακες), αλλά η συντριπτική πλειοψηφία των κουνουπιών μπορεί να διανύσει μια μέγιστη απόσταση 2.5-10 km (Pasteur και Reymond 1996). Επομένως για να εξαπλωθούν τα κουνούπια σε μεγαλύτερες αποστάσεις υπάρχουν δύο πιθανότητες.

Η πρώτη είναι η **παθητική διασπορά**, κατά την οποία δεν υπάρχει ενεργειακό κόστος. Αυτό συνήθως γίνεται όταν σμήνη κουνουπιών παρασύρονται από τον άνεμο σε αποστάσεις που μπορεί να είναι μέχρι και εκατοντάδες χιλιόμετρα. Επίσης μπορούν να μεταφερθούν μεμονωμένα κουνούπια μέσω της ανθρώπινης δραστηριότητας (εγκλωβισμός σε μέσο μεταφοράς, φορτίο εμπορευμάτων, κλπ).

Η δεύτερη είναι η **ενεργητική διασπορά** κατά την οποία τα κουνούπια καλύπτουν την απόσταση από μόνα τους. Επειδή υπάρχει ο περιορισμός των ενεργειακών αποθεμάτων τα κουνούπια υποχρεώνονται να κάνουν στάσεις για ανάπαυση και τροφή. Το εάν θα ξεκινήσουν/ συνεχίσουν το ταξίδι, με ποια ταχύτητα και πόσο θα διαρκούν οι στάσεις, εξαρτώνται από πλήθος παραγόντων όπως η βλάστηση, η διαθεσιμότητα τροφής και κατάλληλων βιότοπων αναπαραγωγής και ανάπαυσης, το γεωγραφικό ανάγλυφο, τα οικοσυστήματα που πρέπει να αφήσουν ή να διασχίσουν, φυσικά (ή μη) εμπόδια, μετεωρολογικοί παράγοντες, κλπ. Επομένως, αν και ορισμένα είδη έχουν παρατηρηθεί να διασπείρονται σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις από άλλα θεωρούμε άστοχη την γενίκευση αυτών των παρατηρήσεων και επικίνδυνη την σύγκυσή τους με τις αποστάσεις που διανύουν σε καθημερινή βάση τα κουνούπια στα πλαίσια της «τετριμμένης» κίνησης. Για παράδειγμα είδη του γένους *Aedes* έχουν παρατηρηθεί να εξαπλώνονται μέχρι και 40-50 km (σε αντίθεση με είδη των *Anopheles* και *Culex*) αλλά με μία μέση ταχύτητα 1km/νύχτα. Επίσης τα *Aedes aegypti* που θεωρούνται ότι δεν διανύουν μεγάλες αποστάσεις, όταν απελευθερωθούν μέσα σε απομονωμένα χωριά δεν περνούν τα όρια του οικισμού ενώ σε μη κατοικημένες περιοχές ή μεγάλα αστικά κέντρα μπορούν να εξαπλωθούν σε αποστάσεις αρκετών χιλιομέτρων. Οι παρατηρήσεις αυτές λοιπόν πρέπει να

λαμβάνονται υπ' όψιν μόνο ενδεικτικά. Πιστεύουμε ότι απουσία πειραμάτων σε μια συγκεκριμένη εκτεταμένη περιοχή, πρέπει το δυναμικό διασποράς στην περιοχή αυτή να θεωρείται το ίδιο για όλα τα είδη.

1.4.6 Ωοαπόθεση

Μετά την πέψη του αίματος και την ολοκλήρωση της ωρίμανσης των αυγών, τα θηλυκά είναι έτοιμα για ωοτοκία. Τα θηλυκά σ' αυτή την κατάσταση λέγονται **πλήρη** (gravid) και αναζητούν τοποθεσία ωοαπόθεσης. Η διαδικασία ανεύρεσης και αποδοχής του τόπου ωοαπόθεσης καθορίζεται από πολλούς παράγοντες που ως ένα βαθμό διαφέρουν για τα γένη των κουνουπιών εξαιτίας ιδιαιτεροτήτων στον τρόπο ωοαπόθεσης. Γι' αυτό θα ξαναδούμε πρώτα τον τρόπο ωοαπόθεσης για τα διάφορα γένη και μετά την εύρεση του τόπου.

Τα *Culex*, *Coquillettidia*, *Uranotaenia* και μερικά *Culiseta* αποθέτουν τα αυγά τους όλα μαζί στην επιφάνεια του νερού, κολλημένα μεταξύ τους σε μια μορφή σχεδίας. Η ωοαπόθεση προϋποθέτει την στάση του θηλυκού στην επιφάνεια του νερού. Ο σχηματισμός της σχεδίας ξεκινά στα πίσω πόδια του θηλυκού και η σχεδία αφήνεται στην επιφάνεια του νερού.

Τα *Anopheles* αποθέτουν τα αυγά τους καθένα ξεχωριστά στην επιφάνεια του νερού. Πολλά είδη ωοαποθέτουν εν πτήσει ενώ άλλα είτε στεκούμενα στην επιφάνεια του νερού (Becker 2010). Παρόλο ότι τα αυγά τους έχουν την ικανότητα επίπλευσης, συνήθως διαθέτουν πλωτήρες που ενισχύουν την ικανότητα αυτή και επιτρέπουν την επίπλευση υπό συγκεκριμένη γωνία. Στις λίγες εξαιρέσεις που τα αυγά δεν διαθέτουν πλωτήρες ανήκουν τα *Anopheles sacharovi*.

Τα *Aedes* και ορισμένα *Culiseta* αποθέτουν τα αυγά τους καθένα ξεχωριστά σε υγρό έδαφος που σε κάποια χρονική στιγμή θα γεμίσει με νερό (τοποθεσίες προσωρινής κατάκλυσης) και τα *Orthopodomyia* αποθέτουν τα αυγά τους καθένα ξεχωριστά σε φυτοτέλματα (κυρίως κοιλότητες δέντρων) στην στερεή επιφάνεια του κοιλώματος και κοντά στην επιφάνεια του νερού.

Η αναζήτηση του σημείου ωοαπόθεσης θυμίζει κάπως την αναζήτηση του γεύματος αίματος: γίνεται σε συγκεκριμένη περίοδο του 24-ώρου με βάση το βιολογικό ρολόι και περιλαμβάνει την ανταπόκριση του κουνουπιού (θετική ή αρνητική) σε διάφορα ερεθίσματα ανάλογα με την εγγύτητα στο σημείο στόχο και όταν φτάσει σε αυτό την τελική αξιολόγηση για την καταλληλότητά του. Σε μακρινές αποστάσεις από το σημείο ωοαπόθεσης, σημαντικό ρόλο παίζουν οπτικά ερεθίσματα και οσμές. Οι οσμές μπορεί να είναι πτητικές ουσίες που παράγονται κατά τον μεταβολισμό

μικροοργανισμών που βρίσκονται στην επιφάνεια της υδάτινης συλλογής, την αποικοδόμηση φυτικών ιστών ή από οργανικά προϊόντα άλλων οργανισμών. Ειδικά για τα κουνούπια που ωτοκοούν σε σχεδίες, στην κορυφή των αυγών σχηματίζεται μια σταγόνα που περιέχει φερομόνη συνάθροισης η οποία δρα ως ισχυρό μέσο για την προσέλκυση και άλλων θηλυκών για ωοαπόθεση στο συγκεκριμένο σημείο.

Σε μικρότερες αποστάσεις παίζουν ρόλο και η προσβασιμότητα στο σημείο, η αντανakλαστικότητα της επιφάνειας, η φωτεινότητα, η αντίθεση, το χρώμα, η σκιά, η βλάστηση και οι υδρατμοί. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν κυρίως την αποδοχή του σημείου είναι η στασιμότητα, το οργανικό φορτίο και η αλατότητα του νερού και για τα είδη που ωτοκοούν στο έδαφος χαρακτηριστικά του εδάφους όπως σχετική υγρασία, υφή και τύπος εδάφους.

Η όλη διαδικασία εύρεσης και αποδοχής ενός σημείου για ωοαπόθεση είναι πολύπλοκη, βασίζεται σε πολλούς και αλληλένδετους παράγοντες και επομένως είναι αδύνατο να καθοριστεί η ακριβής συμβολή του κάθε παράγοντα. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι κανέναν παράγοντα από μόνος του δεν μπορεί να υπερκεράσει όλους τους υπόλοιπους και η επίδρασή του εξαρτάται άμεσα από αυτούς. Τα κουνούπια προτιμούν στάσιμα νερά και όταν επιλέγουν βιότοπους στους οποίους υπάρχει κάποια ροή (παρόχθια ποταμών) περιορίζονται σε σημεία που η πυκνή υδρόβια βλάστηση μειώνει δραματικά ή σχεδόν εκμηδενίζει την ροή. Η βλάστηση ίσως είναι το καλύτερο παράδειγμα πολύπλευρης επίδρασης: μπορεί να επηρεάσει την ροή του νερού, την σύσταση του νερού άμεσα (φύλλα και άλλοι φυτικοί ιστοί που καταλήγουν στο νερό) ή έμμεσα (επίδραση στους μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στην επιφάνεια του νερού), την θερμοκρασία του νερού ή την σταθερότητα της υγρασίας του χώματος μέσω της σκιάς ή να αποτελεί φυσικό εμπόδιο που να απαγορεύει την διέλευση ορισμένων ειδών κουνουπιών. Τα περισσότερα είδη προτιμούν γλυκό νερό και λιγότερα αλμυρό ή υφάλμυρο. Όμως οι προνύμφες διαθέτουν άριστο εξοπλισμό διαχείρισης νερού, ιόντων και ωσμωτικής πίεσης και φαίνεται ότι θα μπορούσαν να αναπτυχθούν ακόμα και σε συλλογές υψηλότερης (ή χαμηλότερης) αλατότητας από ότι συνηθίζουν στην φύση. Η προτίμηση φαίνεται να βασίζεται περισσότερο σε άλλα στοιχεία του οικοσυστήματος που είναι συνδεδεμένα με την αλατότητα και λιγότερο στην παρεμπόδιση της ανάπτυξης από την αλατότητα. Η αποφυγή ακραίων τιμών αλατότητας γίνεται με την εξέταση του νερού από το πλήρες θηλυκό με αισθητήρες που διαθέτει στα ταρσομερή των ποδιών της.

Τέλος τα κουνούπια έχουν ιδιαίτερη ικανότητα προσαρμογής σε καινούργια περιβάλλοντα, οπότε δεν πρέπει να περιοριζόμαστε δογματικά στους αναμενόμενους βιότοπους για κάθε είδος. Μερικές φορές η προσαρμογή έχει να κάνει από φυσικά περιβάλλοντα σε τεχνητά αλλά δεν

περιορίζεται μόνο σ' αυτό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ένα από τα πιο σημαντικά για την δημόσια υγεία είδη, το *Aedes albopictus*, που προσαρμόστηκε από τροπικό κλίμα σε εύκρατο και κατάφερε να χρησιμοποιεί ως τρόπο αναπαραγωγής υδάτινες συλλογές σε πεταμένα ελαστικά, δοχεία, κτλ.

2. Βιοκτόνα σκευάσματα για την καταπολέμηση κουνουπιών

2.1. Κατηγορίες εντομοκτόνων

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι κατηγοριοποίησης των εντομοκτόνων και οι περισσότεροι δεν είναι αυστηροί. Για παράδειγμα, ανάλογα με τον τρόπο εισόδου του εντομοκτόνου στον οργανισμό στόχο διακρίνονται σε:

- Εντομοκτόνα στομάχου. Το εντομοκτόνο λαμβάνεται ως τροφή ή διαλυμένη ουσία στο νερό που πίνει το έντομο. Δρα απευθείας ή μετά από ενεργοποίηση κατά την πέψη.
- Εντομοκτόνα επαφής. Το εντομοκτόνο διαπερνά το περίβλημα του εντόμου, και συνεπώς η διεισδυτικότητα εξαρτάται από την δομή του δερματίου, εξωτερικών οργάνων όπως οι σμήριγγες, τα αναπνευστικά συστήματα, κτλ.
- Εντομοκτόνα αναπνοής. Το εντομοκτόνο εισέρχεται μέσω του αναπνευστικού συστήματος.

Όμως για πολλά εντομοκτόνα, είτε λόγω της φύσης τους είτε λόγω του τρόπου εφαρμογής, ο τρόπος που εισέρχεται το εντομοκτόνο στο έντομο μπορεί να εμπίπτει σε δύο ή σε όλες τις παραπάνω κατηγορίες.

Άλλοι τρόποι κατηγοριοποίησης είναι με βάση την χρονολογική εμφάνισή τους (1^{ης} -4^{ης} γενιάς), το εύρος οργανισμών στόχων που καλύπτουν (μονο-, ολιγο- και πολύ-τοξικά ή ευρέως φάσματος), τον μηχανισμό δράσης (ο οποίος όμως δεν είναι πάντα γνωστός) και με το εάν είναι φυσικά ή συνθετικά προϊόντα. Στον παρών οδηγό θα ακολουθήσουμε ένα μικτό σύστημα κατηγοριοποίησης που αντιπροσωπεύει καλύτερα τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση των κουνουπιών. Τα κριτήρια κατηγοριοποίησης θα είναι η χημική δομή και για ενώσεις πολύπλοκης χημικής δομής ο μηχανισμός δράσης ή η ιδιαίτερη φύση τους (π.χ. μικροβιακά εντομοκτόνα). Στον Πίνακα 2 αναφέρονται οι κατηγορίες των εντομοκτόνων και οι πιθανοί τρόποι εφαρμογής τους.

Κατηγορία	Προνομοκτονία	Ακμαιοκτονία	
		Εκνέφω-ση χώρου	Υπολειμματι-κός ψεκασμός επιφανειών
Οργανοχλωριομένες ενώσεις			X
Οργανοφωσφορικά	X	X	X
Καρβαμιδικά		X	X
Πυρεθρίνες-Πυρεθροειδή	X	X	X
Σπινουσίνες	X		
Μικροβιακά	X		
Ρυθμιστές ανάπτυξης εντόμων	X		

Πίνακας 2. Κατηγορίες εντομοκτόνων για την καταπολέμηση κουνουπιών

2.1.1. Οργανοχλωριομένες ενώσεις

Τα οργανοφωσφορικά είναι μια μεγάλη οικογένεια οργανικών χημικών ενώσεων που είναι παράγωγα του φωσφορικού οξέως ή άλλων συναφών οξέων (φωσφορικό, θειοφωσφορικό, θειονοφωσφορικό, πυροφωσφορικό). Γενικά έχουν ευρύ φάσμα δράσης, μικρή υπολειμματικότητα και αποικοδομούνται σχετικά γρήγορα σε ενώσεις που δεν είναι ιδιαίτερα τοξικές για τα θηλαστικά. Τα ίδια όμως τα οργανοφωσφορικά είναι τις περισσότερες φορές άκρως τοξικά, αν και πολλά έχουν χημικές τροποποιήσεις που μειώνουν την τοξικότητα σε θηλαστικά χωρίς να επηρεάζουν την εντομοτοξικότητα (Καπετανάκης). Είναι εντομοκτόνα επαφής και στομάχου. Ο μηχανισμός δράσης στα έντομα είναι το «βραχυκύκλωμα» του νευρικού συστήματος (μέσω της μη αναστρέψιμης παρεμπόδισης του ενζύμου ακετυλοχοληστερινάση) που προκαλεί αρχικά έλλειψη συντονισμού, παράλυση και τελικά θάνατο.

Επειδή στα οργανοφωσφορικά ανήκουν πάρα πολλές διαφορετικές ενώσεις με διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες και βιολογικές δράσεις έχει επικρατήσει η ταξινόμησή τους σε 3 κύριες κατηγορίες με βάση την χημική δομή τους:

- αλειφατικά malathion, naled, dichlorvos
- αρωματικά temephos, fenitrothion, fenthion
- ετεροκυκλικά παράγωγα, diazinon, chlorpyrifos, pirimiphos methyl

2.1.2. Καρβαμιδικά

Τα καρβαμιδικά εντομοκτόνα είναι οργανικές ενώσεις που είναι παράγωγα του καρβαμιδικού οξέως. Ο τρόπος δράσης τους είναι παρόμοιος με των οργανοφωσφορικών, δηλαδή είναι εντομοκτόνα επαφής και στομάχου που παρεμποδίζουν το ίδιο ένζυμο. Η παρεμπόδιση είναι όμως αντιστρεπτή (συναγωνιστική) με αποτέλεσμα τα έντομα να μπορούν να συνέλθουν όταν εκτεθούν σε χαμηλές δόσεις. Παραδείγματα καρβαμιδικών που χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση κουνουπιών είναι το prochlorur και το bendiocarb. Μάλιστα έχει παρατηρηθεί συνεργιστική permethrin και prochlorur κατά στελεχών *Culex quinquefasciatus* (αναλογία μίγματος 1:60) κάτι που είναι ιδιαίτερα θετικό για την χρήση μιγμάτων εντομοκτόνων διαφορετικών κατηγοριών. Αξίζει να σημειωθεί ότι το bendiocarb δεν έχει εντομοαπωθητικές ιδιότητες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επιλεκτικούς υπολειμματικούς ψεκασμούς επιφανειών μέσα σε κτίρια στις οποίες αναπαύονται τα κουνούπια.

2.1.3. Πυρεθρίνες-Πυρεθροειδή

Το πύρεθρο είναι ένα φυσικό παρασκεύασμα από τα άνθη του γένους *Chrysanthemum* που διαθέτει εντομοκτόνο δράση. Η δράση αυτή οφείλεται σε ένα μίγμα ενώσεων με πολύπλοκη χημική δομή που ονομάζονται πυρεθρίνες. Οι πυρεθρίνες είναι εντομοκτόνα επαφής και στομάχου, ενώ διαθέτουν και εντομοαπωθητική δράση. Είναι βιοαποικοδομήσιμες, έχουν μικρή υπολειμματικότητα και πολύ μικρή τοξικότητα για τα θερμόαιμα. Όμως είναι ενώσεις που διασπώνται εύκολα από το φως και το κόστος παραγωγής είναι υψηλό. Γι' αυτό δημιουργήθηκαν συνθετικά ανάλογα, τα πυρεθροειδή, τα οποία έχουν μικρότερο κόστος παραγωγής, μικρότερη ευαισθησία στο φως και είναι ασφαλέστερα. Συχνά προστίθεται στις πυρεθρίνες και τα πυρεθροειδή *riperonyl butoxide* (PBO) το οποίο δρα ως παρεμποδιστής των ενζύμων που συμμετέχουν στην μεταβολική αποικοδόμησή τους, αυξάνοντας την διάρκειά τους στο σώμα του εντόμου και κατ' επέκταση την αποτελεσματικότητά τους.

Οι πυρεθρίνες και τα πυρεθροειδή «βραχυκυκλώνουν» το νευρικό σύστημα των εντόμων (μέσω της μόνιμης ενεργοποίησης ιοντικών καναλιών των νευρικών κυττάρων) με αποτέλεσμα την νευρική υπερδιέγερση, την γρήγορη πτώση και παράλυση και τελικά τον θάνατο του εντόμου. Η δράση τους είναι αντιστρεπτή, οπότε έντομα με χαμηλή ευαισθησία ή που εκτίθενται σε χαμηλή συγκέντρωση μπορεί να συνέλθουν.

Παρά τα πολλά πλεονεκτήματά τους υπάρχουν κάποια σοβαρά μειονεκτήματα που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν στο σχεδιασμό προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών. Λόγω της ευρύτητας του φάσματός τους μειώνουν και τους πληθυσμούς ωφέλιμων εντόμων. Είναι επίσης άκρως τοξικά για τα ψάρια και τους άλλους υδρόβιους οργανισμούς οπότε δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως προνυμφοκτόνα σε ορισμένα υδάτινα περιβάλλοντα (π.χ. φυσικά συστήματα). Τέλος σε ορισμένες περιοχές έχουν ήδη εμφανιστεί είδη κουνουπιών με ανθεκτικότητα σε πυρεθροειδή.

2.1.4. Μικροβιακά εντομοκτόνα

Οι βάκιλλοι είναι βακτήρια που μπορούν να αναπτύσσονται βλαστικά (κάθε κύτταρο τρέφεται και μεγαλώνει μέχρι να διπλασιαστεί σε μέγεθος και γενετικό υλικό οπότε διαχωρίζεται σε δύο κύτταρα) ή να σχηματίζουν σπόρια. Ορισμένα είδη βάκιλλων παράγουν κατά την σποριοποίηση ένα ξεχωριστό σωματίδιο που συνοδεύει το σπόριο και περιέχει κρυστάλλους τοξινών σε ανενεργή μορφή.

Όταν οι προνύμφες τραφούν με αυτά τα σωματίδια ή με κύτταρα που τα περιέχουν, οι τροτοξίνες ελευθερώνονται στο αλκαλικό περιβάλλον του στομάχου και ενεργοποιούνται από πεπτικά ένζυμα του εντόμου. Οι ενεργοποιημένες τοξίνες καταστρέφουν τα επιθηλιακά κύτταρα του μεσεντέρου, διαταράσσοντας την ρύθμιση της ωσμωτικής τους πίεσης, με τελικό αποτέλεσμα τον θάνατο των προνυμφών. Συνεπώς αυτά τα εντομοκτόνα μπορούν να παρομοιαστούν με ένα είδος δολώματος. Η δραστηριότητα και εκλεκτικότητα των τοξινών ποικίλουν ανάλογα με το είδος, υποείδος και στέλεχος του βάκιλλου που τις παράγει. Οι βάκιλλοι που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των κουνουπιών παράγουν τοξίνες με αυξημένη εκλεκτικότητα, δηλαδή επηρεάζουν μόνο κουνούπια και ελάχιστα είδη άλλων εντόμων όπως κάποια είδη μυγών. Τα σκευάσματα που χρησιμοποιούνται περιέχουν σπόρια και παρασποριδιακά σωματίδια. Τα σπόρια των *Bacillus sphaericus* μπορούν να εισβάλλουν στους κατεστραμμένους από τις τοξίνες ιστούς των προνυμφών και να πολλαπλασιαστούν παρουσιάζοντας έτσι κάποια υπολειμματική δράση (υπό κατάλληλες συνθήκες), κάτι που δεν ισχύει τόσο για το *Bti* (*Bacillus thuringiensis* υποείδος *israelensis*). Γενικά η υπολειμματική δράση θεωρείται πολύ μικρή καθώς οι προτοξίνες αποικοδομούνται γρήγορα στο φυσικό περιβάλλον και είναι ευαίσθητες στο φως. Η υψηλή εκλεκτικότητα των σκευασμάτων και το γεγονός ότι οι βάκιλλοι είναι ένα γένος βακτηρίων που συναντάται σε αφθονία στη φύση (στο χώμα) δικαιολογεί και την προτίμηση για χρήση τους ειδικά σε φυσικά συστήματα. Επίσης δεν εμφανίζεται γρήγορα ανθεκτικότητα στο σκεύασμα, αν και έχει

παρατηρηθεί μεγαλύτερη τάση για εμφάνιση ανθεκτικότητας για το Bs από ότι για το Bti.

Όμως υπάρχουν πολλές παράμετροι που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά τους. Για να επέλθει ο θάνατος θα πρέπει μια συγκεκριμένη προνύμφη να καταναλώσει ποσότητα τοξινών που υπερβαίνει ένα ελάχιστο όριο. Συνεπώς, οποιοσδήποτε παράγοντας μειώνει την κατανάλωση του σκευάσματος- δολώματος μειώνει και την αποτελεσματικότητά του. Τέτοιοι παράγοντες είναι η παρουσία/αφθονία άλλων πηγών τροφής, η θερμοκρασία του νερού, η πυκνότητα προνυμφών (αριθμός προνυμφών/μονάδα όγκου νερού), ο τρόπος συλλογής της τροφής σε συνάρτηση με το βάθος της υδάτινης στήλης, κτλ. Εκτός από αυτό, οι προνύμφες των πρώτων σταδίων είναι πιο ευαίσθητες στις τοξίνες από τις προνύμφες των τελευταίων σταδίων ειδικά εάν λάβουμε υπόψη ότι προνύμφες 4^{ου} σταδίου σύντομα σταματούν να τρέφονται καθώς περνούν στη φάση της νύμφης. Τέλος κάποια είδη κουνουπιών είναι πιο ευαίσθητα σε κάποιες τοξίνες από ότι άλλα.

2.1.5. Μίγματα εντομοκτόνων

Κάθε εντομοκτόνο έχει κάποια πλεονεκτήματα αλλά και περιορισμούς. Επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα μίγματα εντομοκτόνων για την επίτευξη καλύτερου αποτελέσματος. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, υπάρχει εμπορικά διαθέσιμο (στην διεθνή αλλά όχι στην Ελληνική αγορά) μίγμα *Bti* και *Bs* που καλύπτει μεγαλύτερο εύρος ειδών κουνουπιών από ότι το καθένα σκεύασμα ξεχωριστά ενώ παράλληλα μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης ανθεκτικότητας (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2007). Εκτός όμως από τα έτοιμα προς χρήση μίγματα, μπορούν να αναμειχθούν διαφορετικά εντομοκτόνα από τους εκτελεστές των προγραμμάτων καταπολέμησης.

Βασική προϋπόθεση για την δημιουργία τέτοιων μιγμάτων είναι η συμβατότητα των σκευασμάτων σε όλα τα επίπεδα (δράσης, διαλυτότητας, σταθερότητας, κτλ) ώστε να αποφευχθούν ζημίες στον εξοπλισμό εφαρμογής των σκευασμάτων, προβλήματα στην εφαρμογή και κυρίως να μην χαθεί η δραστηριότητά τους. Προφανώς απαιτούνται εξειδικευμένες γνώσεις για τα σκευάσματα, κατάλληλος εξοπλισμός και πιστή τήρηση των οδηγιών των κατασκευαστών ώστε το μίγμα να έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και αποτελέσματα αλλά και για να είναι ασφαλής η διαδικασία ανάμειξης για το προσωπικό που τις εκτελεί. Τα μίγματα εντομοκτόνων μπορούν να μειώσουν το κόστος του προγράμματος καταπολέμησης. Για παράδειγμα εάν ο επιτρεπόμενος αριθμός εφαρμογών ανά έτος ή επιθυμητή συχνότητα επανεφαρμογής δυο εντομοκτόνων

διαφέρουν πολύ, τότε είναι ασύμφορο και αντιπαραγωγικό να αγοραστεί (ή να προετοιμαστεί μεγάλη ποσότητα) μίγματος ακόμα και αν τα εντομοκτόνα είναι μεταξύ τους φυσικοχημικά συμβατά.

2.2. Τοξικότητα

Ήδη έχουν αναφερθεί σε κάθε κατηγορία εντομοκτόνων ορισμένα ενδεικτικά πράγματα για την τοξικότητά τους. Κατά τον σχεδιασμό των προγραμμάτων καταπολέμησης πρέπει να μελετώνται προσεχτικά και λεπτομερώς τα τοξικολογικά δεδομένα για όλους τους οργανισμούς που ενδέχεται να έρθουν σε επαφή με το κάθε σκεύασμα ανάλογα με τον τρόπο και τον τόπο εφαρμογής.

Ένα μέγεθος που εκφράζει την τοξικότητα μιας ουσίας για ένα συγκεκριμένο είδος είναι η μέση θανατηφόρος δόση (LD50), δηλαδή η ποσότητα της ουσίας που όταν χορηγηθεί σε μια ομάδα ατόμων του υπό εξέταση είδους σκοτώνει το 50% των ατόμων. Συνήθως εκφράζεται ως mg ή μg ανά kg ή g του ζωντανού οργανισμού. Εξ ορισμού η τιμή της LD50 για ένα συγκεκριμένο είδος θα ποικίλει ανάλογα με τον τρόπο χορήγησης (δια του στόματος, δέρματος, αναπνοής)

Για την ασφάλεια των εντομοκτόνων για τον άνθρωπο χρησιμοποιούνται ενδεικτικά οι τιμές LD50 για τα ποντίκια, Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας τα εντομοκτόνα διακρίνονται σε διάφορες τοξικολογικές τάξεις ανάλογα με τις τιμές αυτές.

Τάξη	Περιγραφή	LD50 για τα ποντίκια (mg/kg σωματικού βάρους)	
		Δια στόματος	Δια δέρματος
IA	Άκρως επικίνδυνο	<5	<50
IB	Υψηλού κινδύνου	5-50	50-200
II	Μέτριου κινδύνου	50-2.000	200-2.000
III	Χαμηλού κινδύνου	>2.000	>2.000
U	Είναι απίθανο να παρουσιάσει η δραστική ουσία οξύ πρόβλημα υπό κανονική χρήση	≥5.000	≥5.000

Πίνακας 3. Τοξικολογικές τάξεις εντομοκτόνων κατά τον Π.Ο.Υ. (2009)

Υπάρχουν και άλλα μεγέθη ασφαλείας. Ένας τέτοιος απλός συντελεστής είναι ο λόγος της LD50 δια στόματος για τα ποντίκια. Με αυτόν τον τρόπο συνδέεται η τοξικότητα που εμφανίζεται στα ποντίκια με την τάξη μεγέθους της δόσης που χρησιμοποιείται στις εντομοκτόνες εφαρμογές. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο λόγος τόσο μικρότερη είναι η σχετική τοξικότητα του εντομοκτόνου.

2.3. Μορφές εντομοκτόνων

Η ίδια δραστική ουσία είναι συνήθως διαθέσιμη σε διάφορες μορφές έτσι ώστε να επιλέγεται η κατάλληλη ανάλογα με την εφαρμογή και τον διαθέσιμο εξοπλισμό. Εκτός από την δραστική ουσία υπάρχουν και άλλες που μπορεί να είναι αδρανείς και να διευκολύνουν απλώς τον χειρισμό και την εφαρμογή του εντομοκτόνου ή βοηθητικές ουσίες οι οποίες προσδίδουν νέες ιδιότητες στο σκεύασμα ή ενισχύουν προϋπάρχουσες επιθυμητές ιδιότητές του. Συνήθως η ακριβής ταυτότητα των βοηθητικών ουσιών δεν δίνεται από τον κατασκευαστή, αλλά συχνά αναφέρεται η κατηγορία μερικών από αυτών. Π.χ. αναμένεται τα γαλακτώματα να περιέχουν γαλακτωματοποιητές ως βοηθητικές ουσίες για να αυξάνεται η σταθερότητα του γαλακτώματος, κάτι που συμφέρει τον κατασκευαστή να αναφέρει καθώς αυξάνει την ποιότητα του προϊόντος, αλλά δεν θα αναφέρει την συγκεκριμένη ουσία που χρησιμοποιεί.

Η μορφή του εντομοκτόνου αναγράφεται στην ετικέτα του με την μορφή συντομογραφίας. Αν και υπάρχουν κάποιοι διεθνείς κανόνες για τις συντομογραφίες, δεν τους ακολουθούν πιστά όλες οι εταιρίες, για αυτό πρέπει να διαβάζεται με προσοχή η πλήρης περιγραφή του προϊόντος από τον κατασκευαστή του πριν από την αγορά και χρήση του. Παράδειγμα αποτελεί η πλέον απαρχειωμένη συντομογραφία CG που μπορεί να σημαίνει κόκκοι συμπυκνώματος (*Concetrated Granule*), επικαλυμμένοι κόκκοι με υλικό προστατευτικό ή ελεγχόμενης αποδέσμευσης (*Encapsulated Granule*) ή κόκκοι με σπάδικα καλαμποκιού ως αδρανές υλικό (*Corncob Granule*). Γενικά υπάρχουν πολλές μορφές εντομοκτόνων από τις οποίες μερικές μόνο χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση κουνουπιών.

Συντομογραφία	Μορφή
BR	Μπριγκέτες
CS	Εναιώρημα μικροκαψουλών
DT	Διασπειρόμενες ταμπλέτες
EC	Γαλακτοποιήσιμο συμπύκνωμα
EW	Γαλάκτωμα ελαίου σε νερό
GR ή G	Κοκκώδες
HN	Θερμικής εκνέφωσης
P ή PS	Πελλέτες
S	Υδατικό διάλυμα/εναιώρημα
SC	Συμπύκνωμα εναιωρήματος
SP	Διαλυτή σκόνη
SU	Εναιώρημα υπέρμικρου όγκου
TB	Ταμπλέτες
TC/TK	Τεχνικό υλικό/συμπύκνωμα
UL ή ULV	Υγρό υπέρμικρου όγκου
WP	Βρέξιμη σκόνη

Πίνακας 4. Οι κυριότερες συντομογραφίες μορφών σκευασμάτων που χρησιμοποιούνται στην καταπολέμηση κουνουπιών

Τεχνικού βαθμού. Μπορεί να είναι υλικό ή αιώρημα και ουσιαστικά είναι η δραστική ουσία όπως βγαίνει από την γραμμή παραγωγής. Περιέχει κάποιες προσμίξεις και ίσως πολύ μικρές ποσότητες βοηθητικών ουσιών. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή άλλων μορφών ή σε μερικές περιπτώσεις απευθείας για εφαρμογές υπέρμικρου όγκου (ULV)

Βρέξιμη σκόνη. Είναι σκόνη που δεν διαλύεται στο νερό αλλά σχηματίζει εναιωρήματα που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή του σκευάσματος. Υγρές δραστικές ουσίες ή εναιωρήματα δραστικών ουσιών μπορούν να

μετατραπούν σε βρέξιμες σκόνες μετά από προσρόφηση σε αδρανή στερεά υλικά. Μπορεί να περιέχουν βοηθητικές ουσίες που διευκολύνουν την διασπορά στο νερό χωρίς υπερβολικό αφρισμό. Απαιτείται ανάδευση για την διατήρηση του εναιωρήματος. Τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να διαβρώσουν λόγω τριβής τον ψεκαστικό εξοπλισμό.

Διαλυτή σκόνη. Πρόκειται για σκόνη στερεών σκευασμάτων που διαλύονται πλήρως στο νερό. Ως πραγματικά διαλύματα, δεν χρειάζονται συνεχή ανάδευση και δεν διαβρώνουν τον ψεκαστικό εξοπλισμό.

Συμπύκνωμα (εν)αιωρήματος. Η δραστική ουσία βρίσκεται σε διασπορά σε υψηλή συγκέντρωση και αραιώνεται κατάλληλα πριν την χρήση.

Γαλάκτωμα ελαίου σε νερό. Είναι ένα ετερογενές υγρό που αποτελείται από σταγονίδια διαλύματος της δραστικής ουσίας σε οργανικό διαλύτη τα οποία βρίσκονται σε διασπορά σε νερό. Συνήθως περιέχουν γαλακτοματοποιητές για να αυξάνεται η σταθερότητα του γαλακτώματος.

Γαλακτοποιήσιμο αιώρημα. Η δραστική ουσία είναι διαλυμένη σε οργανικό διαλύτη που περιέχει γαλακτοματοποιητές. Πριν την χρήση αραιώνεται/αναμιγνύεται με νερό, οπότε σχηματίζει γαλάκτωμα.

Αιώρημα μικροκαψουλών. Η δραστική ουσία βρίσκεται σε μικροκάψουλες πολυμερούς οι οποίες αραιώνονται σε νερό. Οι μικροκάψουλες μπορεί να είναι πορώδεις και να ελευθερώνουν αργά την δραστική ουσία ή να είναι μη-πορώδεις και να σπάζουν κατά την επαφή με το σώμα του εντόμου.

Κοκκώδες. Το σκεύασμα είναι σε μορφή κόκκων ενός συγκεκριμένου εύρους μεγεθών, έτοιμους για χρήση. Συνήθως η δραστική ουσία έχει προσροφηθεί ή επικαλυφθεί σε κόκκους ενός αδρανούς υλικού. Υπάρχουν επιμέρους μορφές που μπορεί να έχουν ιδιαίτερες ιδιότητες, όπως να επιπλέουν στο νερό, να είναι διαλυτές ή διασπειρόμενες στο νερό, αναβράζουσες, επικαλυμμένες με προστατευτικό υλικό ή με υλικό που να επιτρέπει ελεγχόμενη/αργή αποδέσμευση ή να διαθέτουν εναλλασσόμενες στρώσεις σκευάσματος/αδρανών υλικών για την ελεγχόμενη αποδέσμευση της δραστικής ουσίας.

Πελλέτες-Ταμπλέτες-Μπριγκέτες. Είναι παρόμοιες μορφές με το κοκκώδες. Η διαφορά είναι ότι το μέγεθος και σχήμα είναι ομοιογενές και συνήθως έχουν μεγαλύτερο μέγεθος (κοκκώδες< πελλέτες< ταμπλέτες< μπριγκέτες). Μπορεί να είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν απευθείας ή για να διαλύονται σε ορισμένο όγκο υγρού και να δημιουργούν ψεκαστικό διάλυμα.

Υπέρμικρου όγκου. Μπορεί να είναι υγρό ή συμπύκνωμα που χρησιμοποιείται αυτούσιο ή μετά από αραίωση για εκνεφώσεις χώρου υπέρμικρου όγκου.

Θερμικής εκνέφωσης. Υγρό ή συμπύκνωμα που χρησιμοποιείται αυτούσιο ή μετά από αραίωση σε κατάλληλο οργανικό διαλύτη για εκνεφώσεις χώρου υπέρμικρου όγκου αποκλειστικά με μεθόδους θερμικής εκνέφωσης.

2.4. Ανθεκτικότητα απέναντι στα εντομοκτόνα

Το πρόβλημα της ανθεκτικότητας των εντόμων απέναντι στα εντομοκτόνα τέθηκε για πρώτη φορά το 1914 από τον *A.L.Melander*. Από τότε και μέχρι σήμερα έχουν αναφερθεί χιλιάδες περιπτώσεις ανθεκτικών εντόμων σχεδόν για όλα τα βιοκτόνα που έχουν χρησιμοποιηθεί. Σε βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε από το πανεπιστήμιο του Michigan υπάρχουν καταγεγραμμένες πάνω από 7500 περιπτώσεις ανθεκτικότητας που αφορούν 533 είδη αρθρόποδων και 331 εντομοκτόνες ουσίες (Καπετανάκης). Από τις περιπτώσεις αυτές, πάνω από 120 αφορούν κουνούπια. Πολλοί είναι οι επιστήμονες που πιστεύουν ότι η ανάπτυξη ανθεκτικότητας είναι το σημαντικότερο πρόβλημα των προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών και παρασιτικών αρθρόποδων γενικότερα.

Η ανθεκτικότητα ενός οργανισμού έναντι ενός βιοκτόνου σκευάσματος εμφανίζεται ως το αποτέλεσμα μιας εξελικτικής διαδικασίας που επιτελείται σε μικρό χρονικό διάστημα, και οδηγείται από την άσκηση επιλεκτικής πίεσης στον πληθυσμό από την πλευρά του βιοκτόνου. Με πολύ γενικό τρόπο μπορούμε να πούμε ότι όσο εντονότερα εφαρμόζουμε βιοκτόνα σε φυσικούς πληθυσμούς τόσο μεγαλύτερη η πιθανότητα να εμφανιστούν φαινόμενα αντοχής στον πληθυσμό. Η ανθεκτικότητα τις περισσότερες φορές έχει γενετική βάση, οφείλεται δηλαδή στη δράση μεταλλαγμένων γονιδίων. Πρέπει να τονίσουμε ότι στην περίπτωση αυτή δεν αναφερόμαστε σε μεταλλαξιγόνο δράση των σκευασμάτων που χρησιμοποιούνται, αλλά για μεταλλάξεις που προϋπάρχουν σε έντομα και που στο συγκεκριμένο περιβάλλον (παρουσία εντομοκτόνου) αποκτούν συγκριτικό πλεονέκτημα επιβίωσης σε σχέση με έντομα του πληθυσμού που δεν φέρουν την μετάλλαξη. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας είναι η αύξηση του αριθμού των εντόμων που φέρουν την μετάλλαξη στον πληθυσμό και η επικράτησή τους, αφού τα υπόλοιπα πεθαίνουν. Ο πληθυσμός σε αυτήν την περίπτωση λέμε ότι παρουσιάζει ανθεκτικότητα και δεν είναι πλέον δυνατή η καταπολέμηση του με το συγκεκριμένο σκεύασμα.

2.4.1. Μηχανισμοί ανθεκτικότητας

Γενικά οι μηχανισμοί που προσδίδουν στα κουνούπια ανθεκτικότητα σε εντομοκτόνα μπορούν να χωριστούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες: οι μεταβολικοί μηχανισμοί (π.χ. αλλαγή στη συγκέντρωση ή την δράση αποτοξινωτικών ενζύμων) και οι μηχανισμοί που σχετίζονται με δομικές αλλαγές εμπλεκόμενων πρωτεϊνών (π.χ. κανάλια νατρίου, ακετυλοχολινεστεράση και άλλες). Έχουν περιγραφεί και περιπτώσεις στις οποίες ο μηχανισμός της ανθεκτικότητας έχει να κάνει με αλλαγές στη συμπεριφορά των εντόμων έτσι ώστε αυτά να σταματούν να έρχονται σε επαφή με το εντομοκτόνο, καθώς και περιπτώσεις αλλαγών της διαπερατότητας του χιτινώδους εξωσκελετού στο εντομοκτόνο. Οι δύο αυτοί μηχανισμοί ωστόσο δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς. Μέχρι τώρα έχουν περιγραφεί τουλάχιστον 6 ομάδες γονιδίων που εμπλέκονται στην ανθεκτικότητα στα κουνούπια, ωστόσο η αναλυτική περιγραφή των μηχανισμών δράσης των μεταλλάξεων αυτών ξεφεύγει από τον σκοπό του παρόντος εγχειριδίου.

2.4.2. Αντιμετώπιση του προβλήματος

Όπως ήδη αναφέρθηκε η ανθεκτικότητα μπορεί να αποτελέσει μείζον πρόβλημα οποιουδήποτε προγράμματος καταπολέμησης κουνουπιών. Για το λόγο αυτό η παρακολούθηση των πληθυσμών για την εμφάνιση ανθεκτικών κουνουπιών πρέπει να είναι κομμάτι ενός καλά οργανωμένου προγράμματος καταπολέμησης καθώς τα αποτελέσματα μπορούν να οδηγήσουν σε ορθότερες αποφάσεις σχετικά με την επιλογή των σκευασμάτων.

Δύο είναι οι παράγοντες που κατά κύριο λόγο μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της εμφάνισης φαινομένων ανθεκτικότητας: α) Η δημιουργία νέων σκευασμάτων με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης από τα ήδη υπάρχοντα β) Η εφαρμογή ολοκληρωμένων προγραμμάτων καταπολέμησης. Τα ολοκληρωμένα προγράμματα καταπολέμησης τα οποία βασίζονται σε συνδυασμό διαφορετικών μεθόδων και ορθολογική χρήση σκευασμάτων μειώνουν την εξελικτική πίεση που ασκείται και κατά συνέπεια τις πιθανότητες εμφάνισης ανθεκτικών πληθυσμών. Έχει προταθεί ωστόσο ότι σε περιπτώσεις επιδημιών πρέπει να εξετάζεται το ενδεχόμενο έντονης χρήσης εντομοκτόνου με σκοπό την συνολική εξάλειψη του πληθυσμού. Τέλος προτείνεται η χρήση μειγμάτων διαφορετικών σκευασμάτων με διαφορετικούς μηχανισμούς δράσης.

3. Κρίσιμα τεχνικά σημεία ενός ολοκληρωμένου προγράμματος καταπολέμησης κουνουπιών

Το παρόν κεφάλαιο είναι μια σύνθεση εκθέσεων που αφορούν κρίσιμα τεχνικά σημεία ενός Ολοκληρωμένου Προγράμματος Καταπολέμησης Κουνουπιών. Δεν αποτελεί εξαντλητικό τεχνικό οδηγό αλλά απαντά σε βασικά ερωτήματα που έχουν τεθεί για την εφαρμογή των προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών στην Ελλάδα και ειδικά στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας. Επίσης αποτελεί μια βασική τεχνική αρχή για τις βάσεις τέτοιων προγραμμάτων και θέτει νέα ερωτήματα τα οποία πρέπει να διερευνηθούν.

3.1. Προβλήματα που προκύπτουν κατά την εφαρμογή δειγματοληπιών και υπόδειξη των επιφανειών προς ψεκασμό

Οι επιφάνειες προς ψεκασμό γενικά επιλέγονται με βάση πολλά κριτήρια όπως την έκτασή τους, την κατάσταση της υδάτινης στήλης (αυξομείωση, σταθερή, ορατό οργανικό φορτίο), την εγγύτητα σε κατοικημένες περιοχές, την πυκνότητα προνυμφών, το γένος, το ακριβές προνυμφικό στάδιο και την ομοιομορφία του πληθυσμού των προνυμφών (συνύπαρξη ή μη προνυμφών διαφορετικών σταδίων). Ειδικά για το θέμα της υδάτινης στήλης στους ορυζώνες θα αναφερθούμε στην ενότητα «Προβλήματα που εμφανίζονται κατά την καταπολέμηση των κουνουπιών στους ορυζώνες με την μέθοδο της προνυμφοκτονίας». Η βαρύτητα του κάθε κριτηρίου είναι δύσκολο να αποτιμηθεί, αλλά σαφώς μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με τις συνθήκες. Π.χ. πολλά από αυτά τα κριτήρια παίζουν πολύ πιο καθοριστικό ρόλο για την αποτελεσματικότητα των χρησιμοποιούμενων προνυμφοκτόνων σκευασμάτων σε σύγκριση με άλλα που έχουν πλέον αποσυρθεί. Συγκεκριμένα, η ευαισθησία των προνυμφών στα σκευάσματα που μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στην ΠΚΜ(bti και diflubenzuron) είναι μέγιστη για τα δύο πρώτα προνυμφικά στάδια-ειδικά για το bti η διαφορά στην ευαισθησία για τα τελευταία στάδια είναι μεγάλη(Eisler 1992). Επομένως εάν σε μια υδάτινη επιφάνεια υπάρχει ένας συγχρονισμένος πληθυσμός προνυμφών 1^{ου} -2^{ου} σταδίου η αποτελεσματικότητα θα είναι η καλύτερη ενώ εάν υπάρχει ένας συγχρονισμένος πληθυσμός 3^{ου}-4^{ου} σταδίου ή ασύγχρονος πληθυσμός (συνύπαρξη προνυμφών πρακτικά όλων των σταδίων) η αποτελεσματικότητα θα είναι μειωμένη και ο κίνδυνος να «ξεφύγει» σημαντικός αριθμός κουνουπιών είναι μεγάλος.

Ένα άλλο σημείο που πρέπει να τονιστεί, γιατί συνήθως παραβλέπεται, είναι πώς αξιολογείται ορθά ο συνδυασμός των κριτηρίων. Πολλά προγράμματα καταπολέμησης, όπως π.χ. στον Καναδά, βασίζουν την

προτεραιότητα επέμβασης σε διαφορετικές εστίες στην πυκνότητα των προνυμφών. Όταν όμως η πυκνότητα/συγκέντρωση προνυμφών είναι μικρή αλλά η επιφάνεια είναι πολύ μεγάλη τότε χρειάζονται παρεμβάσεις, όπως στις περιπτώσεις μικρών αλλά πολύ παραγωγικών εστιών καθώς ο απόλυτος αριθμός των κουνουπιών θα είναι μεγάλος. Με άλλα λόγια για την απόφαση για ψεκασμό ειδικά στους ορυζώνες θα πρέπει να λαμβάνονται εξίσου σοβαρά υπ' όψιν πλάκες και ομάδες γειτονικών πλακών με χαμηλή πυκνότητα προνυμφών που όμως καλύπτουν μεγάλη έκταση σε σχέση με πλάκες που περιέχουν ένα χωράφι με υψηλή πυκνότητα προνυμφών.

Τα περισσότερα από τα κριτήρια για την υπόδειξη επιφανειών προς ψεκασμό βασίζονται στα αποτελέσματα της δειγματοληψίας προνυμφών και παρατηρήσεων κατά την εκτέλεσή της (π.χ. εξακρίβωση της κατάστασης της υδάτινης στήλης). Γι' αυτό είναι πολύ σημαντικό να εξεταστούν τα προβλήματα της μεθόδου αυτής.

Συνήθως το αντικείμενο μιας μελέτης ή ενός ελέγχου δεν επιτρέπει την ανάλυση στο σύνολό του και αναγκαστικά λαμβάνεται ένα ή περισσότερα τμήματά του (δείγματα) προς ανάλυση με βάση τα οποία θα βγουν συμπεράσματα για το σύνολο. Για να έχουν νόημα τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας θα πρέπει τα δείγματα να είναι αντιπροσωπευτικά του συνόλου. Αυτό συμβαίνει όταν ο αριθμός/ποσότητα των δειγμάτων και ο τρόπος/τόπος λήψης τους ταιριάζουν στο βαθμό και είδος ετερογένειας του συνόλου.

Τα οικοσυστήματα εμφανίζουν από την φύση τους μεγάλο βαθμό ετερογένειας και συνεπώς συχνά απαιτούν εξαντλητική δειγματοληψία που μπορεί να είναι ανέφικτη, λόγω μεγάλου οικονομικού κόστους, υπερβολικού απαιτούμενου χρόνου, ανθρώπινου δυναμικού ή τεχνικών δυσκολιών. Σε τέτοιες περιπτώσεις μπορούν να γίνουν ορισμένες παραδοχές για την δειγματοληψία, που θα διευκολύνουν την εκτέλεσή της, έτσι ώστε παρόλο ότι δεν θα είναι ιδανική θα παραμένει αντιπροσωπευτική.

Παρακάτω θα χρησιμοποιήσουμε ως παράδειγμα την δειγματοληψία προνυμφών κουνουπιών στους ορυζώνες της Περιφερειακής Ενότητας της Θεσσαλονίκης για να δούμε τα προβλήματα της εφαρμοζόμενης μέχρι σήμερα τεχνικής. Πολλές από τις αρχές και προβλήματα που θα συζητηθούν δεν περιορίζονται μόνο στους ορυζώνες αλλά αφορούν και άλλα συστήματα (π.χ. φυσικό).

Στην ΠΚΜ μπορούμε να πούμε ότι οι ορυζώνες είναι οργανωμένοι σε «τηγάνια» ή πλάκες που περιέχουν ένα κυμαινόμενο αριθμό χωραφιών. Γύρω από κάθε χωράφι υπάρχει ανάχωμα που συνεισφέρει στην δημιουργία της λεκάνης κατάκλυσης του ορυζώνα. Η δειγματοληψία για προνύμφες γίνεται στο 70-80% του αριθμού των χωραφιών ανά πλάκα από ένα

συνεργείο 2 δειγματοληπτών. Ο κάθε δειγματολήπτης συλλέγει προνύμφες βυθίζοντας πολλές φορές διαδοχικά μια απόχη κατάλληλου πλέγματος καθώς διανύει μια πορεία συνολικά περίπου 20 μέτρων. Η πορεία έχει σχήμα Γ ή Δ ξεκινώντας από την γωνία του χωραφιού και προχωρώντας παράλληλα με το ανάχωμα, έτσι ώστε η σκιά του δειγματολήπτη να μην ενεργοποιεί (κατά το δυνατό) την συμπεριφορά άμυνας (φυγή) των προνυμφών. Για λόγους ευκολίας οι 2 δειγματολήπτες ξεκινούν μαζί από την γωνία που συνορεύουν 2 χωράφια και ο καθένας εξετάζει από ένα χωράφι. Το υλικό που συλλέγεται με αυτόν τον τρόπο από κάθε δειγματολήπτη, τοποθετείται σε ένα λευκό πλαστικό δοχείο και γίνεται η ταυτοποίηση του γένους και κατά προσέγγιση καταμέτρηση των προνυμφών, ώστε να γίνει ο ποιοτικός χαρακτηρισμός της πυκνότητας των προνυμφών με βάση τον παρακάτω πίνακα.

Χαρακτηρισμός	Αριθμός προνυμφών
*	1-7
**	8-15
***	16-25
****	>25

Η έκταση των ορυζώνων στην Περιφερειακή ενότητα Θεσσαλονίκης είναι περίπου 200.000 στρέμματα τα οποία αντιστοιχούν σε περισσότερα από 10.000 χωράφια. Λαμβάνοντας υπ' όψιν αυτόν τον τεράστιο αριθμό, το ότι η δειγματοληψία γίνεται από τις 06:00 μέχρι περίπου τις 12:00 λόγω των απαγορευτικών καιρικών συνθηκών (υπερβολική ζέστη) αλλά και της ανάγκης να εντοπιστούν και να δοθούν εγκαίρως οι πλάκες που πρέπει να ψεκαστούν το επόμενο πρωί με προνυμφοκτόνο σκεύασμα, είναι προφανές ότι ακόμα και για πολύ «γρήγορες» δειγματοληψίες δεν μπορεί να ολοκληρωθεί η δειγματοληψία μέσα σε μία μέρα, καθώς ο απαιτούμενος αριθμός εκπαιδευμένου προσωπικού είναι απαγορευτικός. Ο τρόπος με τον οποίο παρακάμπτονταν αυτό το πρόβλημα μέχρι τώρα εκμεταλλευόταν την παραδοχή που καθόριζε την συχνότητα των δειγματοληψιών. Σύμφωνα με αυτή, η διάρκεια των υδρόβιων σταδίων δεν ξεπερνά τις 7 μέρες και επομένως ένα χωράφι στο οποίο δεν είχαν εντοπιστεί προνύμφες μπορεί να επανεξεταστεί μετά από 7 ή λιγότερες μέρες για πιθανή νέα ωοαπόθεση και εκκόλαση αυγών χωρίς να «ξεφύγει» κάποια γενιά κουνουπιών. Έτσι η δειγματοληψία στους ορυζώνες είχε κατανεμηθεί σε 5 εργάσιμες μέρες.

Προτού εξετάσουμε τα τεχνικά προβλήματα της δειγματοληψίας ας δούμε κάποιες χρήσιμες γενικότερες πληροφορίες. Η δειγματοληψία προνυμφών μπορεί να γίνει με διάφορα εργαλεία. Συνήθως γίνεται είτε με δοχεία

συγκεκριμένης χωρητικότητας που βυθίζονται στο νερό (dipper) είτε με απόχη κατάλληλου πλέγματος.

Όταν χρησιμοποιείται το dipper γίνεται μεγάλος αριθμός λήψεων (dips) που μπορεί να ενωθούν σε ένα δείγμα (ο αριθμός των dips πάντα καταγράφεται). Συνήθως όμως είναι πιο χρήσιμο να καταγράφεται ο αριθμός των προνυμφών σε κάθε dip έτσι ώστε να μπορεί να υπολογιστεί η διακύμανση και να εξακριβωθεί εάν ο αριθμός των dips είναι αρκετός ή χρειάζονται περισσότερα για να είναι αντιπροσωπευτικό το δείγμα. Κάθε dip, αλλά ακόμα και η κίνηση του δειγματολήπτη, διαταράσσει το νερό προκαλώντας μια αντίδραση συναγερμού/άμυνας στις προνύμφες οι οποίες κολυμπούν ταχύτατα κοντά στον πυθμένα προκειμένου να προστατευτούν. Για κάθε είδος κουνουπιού αλλά και για κάθε προνυμφικό στάδιο ενός συγκεκριμένου είδους, η ταχύτητα αντίδρασης και ο χρόνος που θα παραμείνουν κρυμμένες διαφέρει (μάλιστα οι προνύμφες των πρώτων σταδίων «ενοχλούνται» πιο εύκολα και παραμένουν βυθισμένες περισσότερη ώρα, με αποτέλεσμα να συλλέγονται με μικρότερη αντιπροσωπευτικότητα). Γι' αυτό στις δειγματοληψίες με dipper προβλέπεται μια σαφής απόσταση μεταξύ των διαφορετικών σημείων κάθε dip αλλά και πιθανόν επιπλέον χρόνος για να επανέλθουν οι προνύμφες. Επίσης λόγω των περιορισμών της μεθόδου, συχνά γίνεται μια διόρθωση για την αποτελεσματικότητα του dip. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται δοχεία ή συστήματα με γνωστό αριθμό προνυμφών και των σταδίων τους και καθορίζεται ένας συντελεστής που συσχετίζει τον αριθμό συλληφθέντων προνυμφών με τον πραγματικό αριθμό που υπάρχει, π.χ. σύλληψη 1 προνύμφης μπορεί να αντιστοιχεί στην ύπαρξη 100.

Όταν χρησιμοποιείται απόχη, συνήθως σαρώνεται μια περιοχή συγκεκριμένου μήκους, π.χ. 1 μέτρο, συλλέγεται ένα δείγμα, και η διαδικασία επαναλαμβάνεται, λαμβάνοντας πάντα υπ' όψιν τους περιορισμούς λόγω της αμυντικής αντίδρασης των προνυμφών. Με αυτόν τον τρόπο, κάθε δείγμα μπορεί να προέρχεται από μεγαλύτερο όγκο νερού, βοηθώντας στην ανίχνευση ακόμα και πιο ολιγάριθμων ειδών ή την γρηγορότερη κάλυψη μεγαλύτερων επιφανειών. Ταυτόχρονα όμως δημιουργείται πρόβλημα στον ποσοτικό προσδιορισμό της πυκνότητας των προνυμφών σε αντίθεση με την χρήση βαθμονομημένων dipper όπου ο όγκος του αναλυόμενου νερού είναι εύκολα προσδιορίσιμος. Ανάλογα με τον τρόπο χειρισμού της απόχης, μπορεί να μειωθεί και ο αριθμός προνυμφών που διαφεύγουν σε σχέση με το dipper.

Η εφαρμοζόμενη τεχνική στην ΠΚΜ μοιάζει ως ένα υβρίδιο των δύο μεθόδων που χρησιμοποιεί την απόχη καθαρά ως ένα dipper με συμπυκνωτή του δείγματος, χωρίς όμως να καταγράφει ούτε καν τον συνολικό αριθμό των dips. Δυστυχώς χάνει την στατιστική πληροφορία που προσφέρει η κλασικότερη τεχνική, αλλά ούτε εκμεταλεύεται πλήρως τις

δυνατότητες της απόχης για καλύτερη σάρωση του εξεταζόμενου χώρου. Το μεγαλύτερο όμως πρόβλημα, σε αυτό το επίπεδο, είναι η ταχύτατη επαναλαμβανόμενη βύθιση σε άτακτα και πολύ κοντινά διαστήματα και ο γρήγορος ρυθμός (βάδισμα) της δειγματοληψίας. Η διατάραξη της υδάτινης επιφάνειας και στήλης είναι τέτοια ώστε σίγουρα η συντριπτική πλειοψηφία των προνυμφών βρίσκεται σε κατάσταση συναγερμού και ο αριθμός που τελικά συλλαμβάνεται δεν ανταποκρίνεται στον πραγματικό αριθμό προνυμφών στο συγκεκριμένο σημείο. Δεδομένου ότι πληθυσμοί ορισμένων προνυμφών μπορεί να χρειαστούν μέχρι και 4-5 λεπτά για να επανέλθουν στην επιφάνεια σχεδόν στο σύνολό τους ενώ η διάρκεια της δειγματοληψίας δεν ξεπερνά τα 2 λεπτά, είναι προφανές πόσο επισφαλής είναι τα αποτελέσματα μιας τέτοιας τεχνικής για το συγκεκριμένο σημείο.

Το κυριότερο όμως ερώτημα είναι η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, καθώς σ' αυτήν βασίζονται τα πάντα –μη αντιπροσωπευτική δειγματοληψία ακυρώνει τα δεδομένα μηδενικής παραγωγικότητας εστιών και γενικότερα κατευθύνει λάθος τις οποιεσδήποτε ακόλουθες ενέργειες (απόφαση για ψεκασμό, αξιολόγηση αποτελεσματικότητας ψεκασμού, αξιολόγηση αποτελεσματικότητας ψεκασμού, αξιολόγηση παραγωγικότητας-επικινδυνότητας περιοχών/σημείων). Όπως ήδη αναφέραμε για να είναι αντιπροσωπευτικό ένα δείγμα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν παράμετροι της ετερογένειας του αναλυόμενου συστήματος. Η ετερογένεια καθορίζεται από πολλούς παράγοντες. Η χημική και οικολογική σύσταση, η ομοιομορφία σε συνθήκες θερμοκρασίας, ανέμου και φωτός, η διασπορά των θέσεων ωοαπόθεσης και η ενδογενής τάση των προνυμφών πολλών ειδών να συγκεντρώνονται σε πυκνές ομάδες είναι μερικοί προφανείς παράγοντες. Ένας όμως καθοριστικός παράγοντας που δεν είναι για πολλούς προφανής είναι η τοπολογική ισοδυναμία. Δύο θέσεις που έχουν ακριβώς την ίδια φύση, σύσταση και μερικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, αλλά εξαιτίας της θέσης τους στον χώρο και κυρίως εξαιτίας των γειτονικών τους συστημάτων διαφοροποιούνται. Τότε αυτές οι περιοχές είναι τοπολογικά μη ισοδύναμες και τα φαινόμενα που εξελίσσονται στη μία δεν αντιπροσωπεύουν απαραίτητα την άλλη περιοχή.

Για να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που ανακύπτουν από την ετερογένεια των συστημάτων υπάρχουν διάφορες δειγματοληπτικές τεχνικές. Όσο πιο εκτενής τόσο και πιο ακριβής θα είναι η δειγματοληψία αλλά και τόσο μεγαλύτερο το κόστος σε χρόνο, ενέργεια, ανθρώπινο δυναμικό και χρήμα. Χωρίς να αναφερθούμε σε υπάρχοντα δειγματοληπτικά μοντέλα για τις προνύμφες κουνουπιών, μπορούμε να πούμε ότι ένας καλός/πιθανός συμβιβασμός είναι ο εξής:

1. Πρώτα αναγνωρίζονται όλα τα διαφορετικά υποσυστήματα/υποπεριοχές που υπάρχουν (για λόγους ευκολίας θα τα αναφέρουμε ως τα μέρη του

συστήματός μας). Εδώ η τοπολογική ισοδυναμία και τα κριτήρια/όρια που θέτουμε για να αποφασίσουμε πότε δύο υποσυστήματα πρέπει να αντιμετωπιστούν ως διαφορετικά παίζουν καθοριστικό ρόλο. Οφείλουμε να σημειώσουμε ότι μπορεί να υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που θεωρητικά να καθιστούν εν δυνάμει τοπολογικά διαφορετικά μερικά μέρη αλλά πρακτικά η διαφορά να είναι αμελητέα.

2. Κατόπιν λαμβάνονται πολλαπλά δείγματα ενός συγκεκριμένου προαποφασισμένου μεγέθους από κάθε διαφορετικό μέρος.
3. Εξετάζεται η διακύμανση του μετρώμενου χαρακτηριστικού (στην περίπτωση μας η διακύμανση του αριθμού προνυμφών) σε κάθε μέρος.
4. Ανάλογα με την διακύμανση υπάρχουν στατιστικοί κανόνες που ορίζουν τον αριθμό των δειγμάτων που πρέπει να λαμβάνονται από ένα μέρος για να είναι η δειγματοληψία αντιπροσωπευτική για αυτό. Π.χ. εάν αρχικά πήραμε 10 δείγματα και η διακύμανση είναι μεγάλη τότε μπορεί να επιβάλλεται να πάρουμε άλλα 10.
5. Συλλέγουμε τον αριθμό δειγμάτων που προβλέπεται στατιστικά για κάθε μέρος. Όταν αυτό δεν είναι εφικτό φροντίζουμε να συλλέξουμε τον μέγιστο δυνατό αριθμό δειγμάτων από κάθε μέρος. **Ποτέ** δεν αγνοούμε ένα διαφορετικό μέρος προκειμένου να αυξήσουμε τον αριθμό δειγμάτων που μπορούν να συλλεχθούν από άλλα μέρη.

Η λήψη δειγμάτων από το 70-80% των χωραφιών ανά πλάκα θα ήταν βάσιμη μόνο εάν υπήρχε η πλήρης ομοιομορφία και τοπολογική ισοδυναμία για όλα τα χωράφια στην πλάκα. Ακόμα όμως και σε μία τέτοια περίπτωση, αν π.χ. η πλάκα είχε 10 χωράφια, θα έπρεπε να μετρηθεί η διακύμανση στον αριθμό προνυμφών για να καθοριστεί εάν τα 8 δείγματα αυτού του μεγέθους είναι στατιστικά αντιπροσωπευτικά ή απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός (και ποιος ακριβώς) δειγμάτων. Επιπλέον η δειγματοληψία από 2 τόσο κοντινά σημεία για τα δύο χωράφια θέτει σοβαρές αμφιβολίες για την ανεξαρτησία των δύο δειγμάτων και εισάγει μια μαθηματική «προκατάληψη» ως προς τον χαρακτηρισμό της πλάκας ως προς ψεκάσμο ή μη. Η βολικότητα και ταχύτητα που παρέχει αυτή η «2 σε 1» τεχνική δεν μπορεί να αντισταθμίσει το σφάλμα που εισάγει (ακόμα και αν δεν μπορούμε να υπολογίσουμε ποσοτικά το σφάλμα αυτό).

Όμως όχι μόνο τα χωράφια διαφοροποιούνται μεταξύ τους (π.χ. μπορεί στην ίδια πλάκα ορισμένα χωράφια να είναι ακόμα και στεγνά), αλλά υπάρχει και εσωτερική διαφοροποίηση σε κάθε χωράφι εξαιτίας του φαινομένου/επίδρασης παρυφών. Το φαινόμενο αυτό είναι γενικό και αφορά την αλλαγή στις ιδιότητες ενός συστήματος (χημικό, φυσικό, οικολογικό, κτλ) στα σύνορα με ένα άλλο σύστημα σε σύγκριση με τις ιδιότητες στο κυρίως «σώμα» του συστήματος εξαιτίας της ύπαρξης του διαφορετικού συστήματος. Η επίδραση είναι μέγιστη επί των συνόρων και

εξασθενίζει βαθμιαία προς το κέντρο του συστήματος. Ο ρυθμός μείωσης της επίδρασης και το εύρος της ζώνης του συστήματος που ουσιαστικά επηρεάζεται καθορίζονται από διάφορους παράγοντες και μπορούν να προσδιοριστούν μόνο πειραματικά.

Επομένως σε κάθε χωράφι καλλιέργειας ρυζιού, μπορούμε άμεσα να διακρίνουμε τουλάχιστον δύο τοπολογικά διαφορετικά μέρη: το μέρος της καλλιέργειας που βρίσκεται στην άκρη του χωραφιού και συνορεύει με τα αναχώματα και το μέρος στο εσωτερικό του χωραφιού. Εάν θέλουμε να είμαστε πιο ακριβής θα πρέπει να διακρίνουμε περισσότερα μέρη. Π.χ. οι γωνίες του χωραφιού είναι ένα τρίτο τοπολογικά διαφορετικό μέρος καθώς συνορεύει με τα αναχώματα από δύο πλευρές. Επίσης η ύπαρξη πυκνών ζιζανίων, καλαμιώνων και αρδευτικών καναλιών δίπλα σε μόνο μία από τις πλευρές του χωραφιού καθιστά εκείνη την πλευρά τοπολογικά μη ισοδύναμη με τις άλλες.

Καθώς δεν μπορούμε να γνωρίζουμε απουσία πειραμάτων το εύρος της ζώνης που επηρεάζεται, δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε πόσα διαφορετικά τοπολογικά μέρη βρίσκονται στην περιοχή της συλλογής του δείγματος με βάση τον τρέχοντα τρόπο δειγματοληψίας. Συνεπώς είναι αμφίβολο και κατά πόσο το εσωτερικό μέρος του χωραφιού αντιπροσωπεύεται σωστά καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό της δειγματοληψίας αφορά την γωνία ή και το ακριανό μέρος του χωραφιού. Επίσης σε περιπτώσεις που ο άνεμος παρασύρει τις προνύμφες προς ένα συγκεκριμένο τμήμα του χωραφιού, θα υπάρχει κατά περίπτωση υπέρ- ή υπό-εκτίμηση των προνυμφών.

Είναι προφανές ότι αν και για πρακτικούς λόγους (διευκόλυνση της διαδικασίας) η δειγματοληψία στην γωνία του χωραφιού φαίνεται καλή λύση, σε επίπεδο αξιοπιστίας των δεδομένων είναι το λιγότερο ανεπαρκής καθώς το δείγμα δεν αντιπροσωπεύει ποιοτικά το σύνολο του συστήματός μας. Επίσης ο αυθαίρετος καθορισμός των 20 μέτρων (χωρίς την συνοδευτική στατιστική μελέτη) αφήνει περιθώρια αμφιβολίας για την ποσοτική επάρκεια του δείγματος ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό, αλλά αυτό είναι κάτι που βέβαια ωχριά προς στην προφανή έλλειψη αντιπροσωπευτικότητας λόγω ετερογένειας που προαναφέρθηκε.

Με άλλα λόγια όταν ποιοτικά η διαδικασία δεν είναι ορθή δεν έχει νόημα να προσπαθήσουμε να αναλύσουμε το ποσοτικό τμήμα της. Βέβαια ως προς το μέγεθος του δείγματος, οφείλουμε να τονίσουμε ότι η διακύμανση των προνυμφών στον χώρο αλλάζει και με την εποχή, καθώς αφενός ανάλογα με την περίοδο επικρατούν είδη κουνουπιών με διαφορετικές συνθήκες ωσαπόθεσης και αφετέρου οι συνθήκες στους ορυζώνες μεταβάλλονται δραστικά λόγω της ανάπτυξης των ρυζιών. Επιπλέον για τα είδη που διαχειμάζουν σε ενήλικη μορφή, οι αρχικοί χαμηλοί πληθυσμοί θα έχουν ως

αποτέλεσμα την μεγαλύτερη διακύμανση αλλά και την ανάγκη σάρωσης μεγαλύτερων επιφανειών για εύρεση προνυμφών (αυξημένος κίνδυνος ψευδών αρνητικών για προνύμφες χωραφιών). Επομένως μόνο εξαντλητικές μέθοδοι δειγματοληψίας μπορούν να παραμένουν ακριβώς οι ίδιες χωρίς καμία προσαρμογή κατά την διάρκεια της περιόδου Απρίλιος-Οκτώβριος. Διαφορετικά το μέγεθος του δείγματος θα πρέπει να προσαρμόζεται στις νέες συνθήκες (νέα διακύμανση) με τον τρόπο που προαναφέρθηκε.

Όμως με το πέρασμα του χρόνου αλλάζει δραματικά και ο βιολογικός κύκλος των κουνουπιών. Για κάθε είδος, υπάρχει ένα εύρος θερμοκρασιών του νερού το οποίο επιτρέπει την εκκόλαψη των αυγών και ανάπτυξη των προνυμφών. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες σταματά/παρεμποδίζεται η ανάπτυξη και σε υψηλότερες οι προνύμφες πεθαίνουν. Γενικά όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία εντός αυτού του εύρους τόσο πιο σύντομα ολοκληρώνονται τα υδρόβια στάδια (προνύμφη και νύμφη). Η επίδραση της θερμοκρασίας είναι όμως πιο πολύπλοκη (παίζουν ρόλο η μέγιστη, ελάχιστη τιμή, ο μέσος όρος και ο ρυθμός μεταβολής) και συχνά εξαρτάται όχι μόνο από την εποχή αλλά και παράγοντες όπως η σκιά λόγω της βλάστησης, το μέγεθος της υδατοσυλλογής (θερμοχωρητικότητα), κτλ. Επομένως σε περιοχές όπως οι ορυζώνες που το ύψος και η πυκνότητα της βλάστησης αλλάζει δραστικά μέσα σε μερικές εβδομάδες αναμένεται σημαντική αλλαγή σε όλες τις παραμέτρους της θερμοκρασίας που επηρεάζουν την διάρκεια των υδρόβιων σταδίων. Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι αυτή η διάρκεια εξαρτάται επιπλέον από το είδος των κουνουπιών και την διαθεσιμότητα τροφής/οργανικό φορτίο του νερού, μπορούμε να αναμένουμε σημαντική διακύμανση στον χρόνο που ολοκληρώνονται τα υδρόβια στάδια ανάπτυξης των κουνουπιών. Αυτό σημαίνει ότι ο γενικός μέσος όρος των 7 ημερών μπορεί να μην είναι πάντα εφαρμόσιμος και να απαιτείται συχνότερη δειγματοληψία από την πενθήμερη (σε εργάσιμες μέρες, και στην πραγματικότητα/ημερολογιακά 7-ήμερη) στους ορυζώνες για την αποτελεσματική παρακολούθηση των προνυμφών. Πάντως, ο βιολογικός κύκλος των κουνουπιών είναι συνεχής και συνεπώς εργασιακές παύσεις λόγω Σαββατοκύριακου και εορτών διαταράσσουν την ορθή τήρηση ακόμα και της «πενθήμερης» δειγματοληψίας. Επίσης σε περίπτωση που τα καιρικά φαινόμενα δεν επιτρέπουν την δειγματοληψία τα πράγματα περιπλέκονται ακόμα περισσότερο, ακόμα και αν μια μέρα δεν μπορέσει να γίνει η δειγματοληψία λόγω βροχής, θα υπάρξει πρόβλημα χρόνου για την κάλυψη των αντίστοιχων χωραφιών την επόμενη μέρα αλλά και κίνδυνος διαφυγής γενιάς κουνουπιών, ειδικά εάν πρόκειται για ημέρα Παρασκευή. Ακόμα όμως και εάν υπήρχαν τα απαραίτητα επιπλέον συνεργεία και εργαζόταν και το Σαββατοκύριακο, δεν υπάρχει καμία πρόβλεψη για το τι θα πρέπει να γίνει σε περιπτώσεις που βροχοπτώσεις

εμποδίζουν την δειγματοληψία (αλλά και επεμβάσεις) δύο ή περισσότερες συνεχόμενες μέρες.

Ειδικά ως προς την καταπολέμηση, δημιουργείται ένα επιπλέον πρόβλημα: Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν οργανοφωσφορικά προνυμφοκτόνα σκευάσματα στα οποία είχαν εμφανή ευαισθησία προνύμφες όλων των σταδίων. Έτσι κατά την διάρκεια της εβδομαδιαίας περιφοράς, μπορεί να εντοπιζόταν προνύμφες σε οποιοδήποτε στάδιο και να δινόταν εντολή για ψεκασμό με καλά αναμενόμενα αποτελέσματα. Πλέον όμως χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο ρυθμιστές ανάπτυξης από τους οποίους οι περισσότεροι εμφανίζουν καλύτερα αποτελέσματα για συγκεκριμένα προνυμφικά στάδια (π.χ. 2 πρώτα ή τελευταία στάδια), επηρεάζονται από παράγοντες όπως το οργανικό φορτίο του νερού, ενώ τα αποτελέσματά τους είναι δύσκολο να ερμηνευτούν καθώς συχνά οδηγούν σε (προ)νύμφες που αργοπεθαίνουν και παραμένουν στο πεδίο μέχρι και μέρες. Επομένως δημιουργούνται αρκετές επιπλοκές στην δειγματοληψία με μόνο βέβαιο ότι ο κύκλος των δειγματοληψιών πρέπει να είναι πιο σύντομος εφόσον απαιτείται να προλάβουμε συγκεκριμένα στάδια και όχι οποιοδήποτε στάδιο των προνυμφών.

Με άλλα λόγια η συχνότητα της δειγματοληψίας δεν μπορεί να είναι σταθερή αλλά πρέπει να προσαρμόζεται με βάση την εποχή/συνθήκες, το είδος των χρησιμοποιούμενων βιοκτόνων σκευασμάτων και το οργανικό φορτίο του νερού. Συχνά το τελευταίο είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ακριβώς σε μεγάλη κλίμακα, αλλά κάποια γενικά χαρακτηριστικά πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν, όπως το ότι σε ορισμένα συστήματα σαν τους ορυζώνες και τους βόθρους αναμένεται υψηλό οργανικό φορτίο ακόμα και όταν αυτό δεν είναι ορατό με το ανθρώπινο μάτι.

Με βάση όλα τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι η τρέχουσα μέθοδος δειγματοληψίας δεν είναι αντιπροσωπευτική και εμφανίζει σημαντικά τεχνικά προβλήματα. Σαφώς υπάρχει ανάγκη για επανεξέταση, διόρθωση ή αντικατάσταση της μεθόδου, αλλά λαμβάνοντας υπ' όψιν την εκθετική αύξηση των απαιτήσεων σε χρόνο, πόρους και προσωπικό για μια πιο ενδεδειγμένη τεχνική, ίσως πρέπει να διερευνηθεί η πιθανότητα μιας εντελώς διαφορετικής στρατηγικής καταπολέμησης κουνουπιών ειδικά για τους ορυζώνες τέτοιας μεγάλης κλίμακας.

3.2. Προβλήματα που εμφανίζονται κατά την καταπολέμηση των κουνουπιών στους ορυζώνες με την μέθοδο της προνυμφοκτονίας

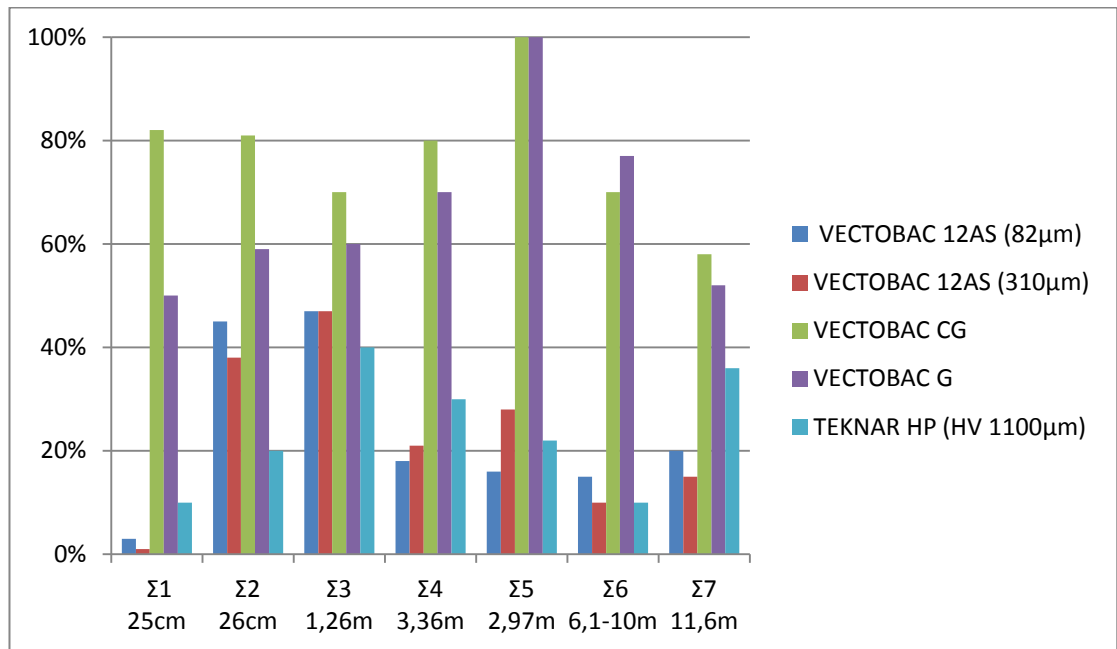
Η αποτελεσματικότητα της προνυμφοκτονίας βασίζεται εν μέρει στην ομοιογενή παρουσία των δραστικών ουσιών στο σύνολο της υδάτινης φάσης όπου εκκολάπτονται και αναπτύσσονται οι προνύμφες. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιούνται στους ορυζώνες ψεκασμοί υδατικών διαλυμάτων ή αιωρημάτων προνυμφοκτόνων σκευασμάτων, καθώς η διασπορά των σταγονιδίων τους βοηθά στην μέγιστη δυνατή κάλυψη της στοχευμένης υδάτινης επιφάνειας. Καθώς τα φυτά αναπτύσσονται αυξάνει το ύψος τους, ο αριθμός και το μέγεθος των στελεχών και φύλλων με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ένα τρισδιάστατο πλέγμα στο οποίο παγιδεύονται τα σταγονίδια: οι ισχυρές δυνάμεις συνάφειας με την επιφάνεια του φυτού και το μικρό μέγεθος των σταγονιδίων έχουν ως αποτέλεσμα να κατακρατείται η πλειοψηφία των σταγονιδίων στην επιφάνεια του φυτού λόγω του τριχοειδούς φαινομένου αντί να κυλούν λόγω βαρύτητας προς την υδάτινη επιφάνεια. Επιπλέον το νερό των σταγονιδίων εξατμίζεται γρήγορα μετά την επαφή τους με την επιφάνεια του φυτού, με αποτέλεσμα να εναποτίθεται εκεί η δραστική ουσία. Όσο αναπτύσσεται το φυτό τόσο πιο πυκνό και βαθύ γίνεται το πλέγμα με αποτέλεσμα να μειώνεται συνεχώς η ελεύθερη πρόσβαση του σκευάσματος στην υδάτινη φάση και συνεπώς η αποτελεσματικότητα της προνυμφοκτονίας.

Είναι γνωστό σε όσους ασχολούνται με την καλλιέργεια του ρυζιού στην πεδιάδα της Δ. Θεσσαλονίκης ότι από την πρώτη κατάκλυση (αρχές Μαΐου) έως τα μέσα Ιουνίου, το ύψος του καλλιεργούμενου ρυζιού είναι τέτοιο, ώστε να μην παρεμποδίζει σημαντικά την πορεία των σταγονιδίων προς την υδάτινη επιφάνεια. Τέλη Ιουνίου παρατηρείται σημαντική αύξηση του ύψους του φυτού ενώ σημαντική είναι και η αύξηση της διακλάδωσης του βλαστού, ένα φαινόμενο που καλείται αδέλφωμα και έχει ως αποτέλεσμα το πύκνωμα της καλλιέργειας.

Από τα τέλη Ιουνίου και μετά το ύψος του ρυζιού καθιστά απαγορευτική την όποια παρέμβαση με τα συνήθη σκευάσματα και με την συγκεκριμένη μέθοδο της προνυμφοκτονίας.

Αν και δεν υπάρχουν ποσοτικά δεδομένα για την διαπερατότητα των σκευασμάτων στις ορυζοκαλλιέργειες, υπάρχει μελέτη της διαπερατότητας σε φυσικό περιβάλλον σε σημεία με διαφορετικό ύψος και πυκνότητα βλάστησης. Η μελέτη συνοψίζεται στο Florida Mosquito Control: The state of the mission as defined by mosquito controllers, regulators, and environmental managers 2009, γνωστό και ως Florida White Paper. Το συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι η διαπερατότητα είναι σαφώς καλύτερη

για κοκκώδη σκευάσματα από ότι για ψεκαστικά μίγματα όλου του εύρους μεγεθών σταγονιδίων.



Σχήμα 3. Μέση διείσδυση σκευασμάτων μέσα από τα κενά στο φύλλωμα σε σημεία με βλάστηση διαφορετικού ύψους και πυκνότητας (προσαρμοσμένο από το Florida White Paper 2009)

Επομένως θα ήταν καλό να γίνουν αντίστοιχες μελέτες στους ορυζώνες της ΠΚΜ ώστε να διευκρινιστεί αφενός η διαπερατότητα της βλάστησης αλλά κυρίως να προσδιοριστεί η ακριβής συγκέντρωση των σκευασμάτων στην υδάτινη στήλη σε σχέση με την ψεκαζόμενη ποσότητα σκευάσματος (μερικός έλεγχος της απόδοσης του ψεκασμού). Επίσης αυξομείωση της υδάτινης στήλης στους ορυζώνες συνεπάγεται μεταβολή της συγκέντρωσης του σκευάσματος στην στήλη και κατ' επέκταση επίδραση στην αποτελεσματικότητα και υπολειμματικότητά του. Γι' αυτό θα ήταν χρήσιμο να προσδιοριστεί και η χρονική μεταβολή της συγκέντρωσης των σκευασμάτων στην υδάτινη στήλη των ορυζώνων, ειδικά λαμβάνοντας υπ' όψιν την καλλιεργητική πρακτική στην ΠΚΜ: η πρώτη κατάκλυση γίνεται με τις πρώιμες ποικιλίες ρυζιού στις αρχές Μαΐου και κρατά περίπου 10 μέρες, ακολουθεί αποστράγγιση που διαρκεί 2-3 μέρες και ο κύκλος επαναλαμβάνεται μέχρι περίπου τις 15 Ιουνίου (για τις όψιμες υπάρχει μια μετατόπιση 15-20 ημερών). Από εκεί και μετά η υδάτινη στήλη παραμένει σταθερή μέχρι να ξεκινήσει η διαδικασία για την προετοιμασία για την συγκομιδή. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει καθόλου αποστράγγιση, αλλά απαιτείται κατά διαστήματα συμπλήρωση του νερού που χάνεται μέσω εξάτμισης και διήθησης. Στα αρχικά στάδια η υδάτινη

στήλη δεν ξεπερνά τα 10cm αλλά καθώς μεγαλώνει το φυτό αυξάνεται μέχρι περίπου τα 15cm.

Η συγκεκριμένη καλλιεργητική πρακτική μπορεί να επηρεάσει την δειγματοληψία προνυμφών σε ένα μικρό βαθμό (συνήθως αποφεύγεται να βυθίζεται πολύ η απόχη για αποφυγή συλλογής μεγάλων ποσοτήτων λάσπης από τον πυθμένα, αλλά εάν δεν βυθίζεται πιο βαθιά όταν η υδάτινη στήλη είναι μεγαλύτερη θα διαφεύγουν περισσότερες προνύμφες) και κυρίως τις εφαρμογές προνυμφοκτονίας. Το ύψος της στήλης θα καθορίσει την συγκέντρωση του σκευάσματος στην στήλη και επομένως θα έχει επίδραση στην αποτελεσματικότητα του φαρμάκου. Αυτό είναι πιο έντονο για χημικά σκευάσματα που διαλύονται και κατανέμονται στο σύνολο της στήλης από ότι για σκευάσματα που αποτελούνται από αιωρούμενα σωματίδια και πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν όταν αξιολογείται η επιτυχία μιας εφαρμογής. Η υπολειμματικότητα του σκευάσματος λοιπόν, εκτός από τις ιδιαίτερες βιολογικές, χημικές και φυσικές (φώς, θερμοκρασία) συνθήκες που επικρατούν, επηρεάζεται πλέον και από την αποστράγγιση των χωραφιών, καθώς απομακρύνεται ουσιαστικά το σκεύασμα από το χωράφι. Εδώ γεννιούνται τα εξής ερωτήματα που πρέπει να διερευνηθούν: ποιο είναι το ποσοστό των προνυμφών που παρασύρονται με το νερό και καταλήγει στο αποστραγγιστικό κανάλι και από τις προνύμφες που παραμένουν στο υγρό έδαφος ποιο ποσοστό επιβιώνει και ολοκληρώνει τον κύκλο της ζωής του με την επόμενη κατάκλυση; Οφείλουμε να τονίσουμε ότι κατά την αποστράγγιση το σκεύασμα (που πιθανόν υπάρχει στο νερό) αραιώνεται με το νερό χωραφιών που δεν έχουν ψεκαστεί ή στο οποίο έχει διασπαστεί το σκεύασμα, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να προσφέρει τίποτα από άποψη καταπολέμησης στα αποστραγγιστικά κανάλια.

Προσδιορίζοντας όλους τους παράγοντες που προαναφέραμε, θα μπορούσαμε να επανασχεδιάσουμε την εφαρμογή του σκευάσματος (ίσως και την δειγματοληψία) σε ένα χωράφι έτσι ώστε η αποτελεσματικότητα και η υπολειμματικότητα να είναι καλύτερες. Αν υπάρχει κατάλληλος «συγχρονισμός» στην καλλιέργεια των χωραφιών, τότε η προσαρμογή σε μεγάλη κλίμακα δεν είναι ιδιαίτερα περίπλοκη. Ειδικά αναλογιζόμενοι ότι οι εφαρμογές προνυμφοκτόνων σκευασμάτων από αέρος γίνονται ανά «πλάκα» και όχι ανά χωράφι, για να είναι αποτελεσματική η διαδικασία θα πρέπει κατά το δυνατόν να είναι τουλάχιστον καλλιεργητικά «συγχρονισμένα» τα χωράφια που βρίσκονται στην ίδια πλάκα. Θεωρητικά, εφόσον κάθε πλάκα αποτελεί μια αρδευόμενη μονάδα του κεντρικού αρδευτικού συστήματος, μπορεί να ισχύει κάτι τέτοιο σε μεγάλο βαθμό, αλλά αυτό δεν είναι υποχρεωτικό. Σύμφωνα με τον ΤΟΕΒ, αν και η υδροδότηση γενικά λαμβάνει υπ' όψιν τις ανάγκες των παραγωγών, στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου η ζήτηση για νερό είναι μεγάλη και όλα τα κανάλια παραμένουν «ανοιχτά» ενώ αργότερα τα μικρότερα κανάλια

διαθέτουν νερό για υδροδότηση για 5 μέρες και ξανά μετά από 10 μέρες. Έτσι η κατάκλυση εξαρτάται αποκλειστικά από τον παραγωγό και θα μπορούσαν να υπάρχουν ασύγχρονες καλλιέργειες ακόμα και στην ίδια πλάκα είτε λόγω καλλιέργειας διαφορετικής ποικιλίας είτε λόγω καθυστέρησης/μετατόπισης, για οποιοδήποτε λόγο, έναρξης από πλευράς ενός παραγωγού.

Η διαφορά «φάσης» μεταξύ των χωραφιών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (δραστηριότητα παραγωγού, μικροκλίμα, γενετική διακύμανση, κτλ) και μερικές φορές ίσως να είναι αρκετά μικρή ώστε πρακτικά να είναι αμελητέα. Οι παράγοντες με την μεγαλύτερη επίδραση είναι η ποικιλία του ρυζιού και η δραστηριοποίηση του παραγωγού. Συνύπαρξη όψιμων και πρώιμων ποικιλιών σε μία πλάκα δημιουργεί σαφές πρόβλημα για την αποτελεσματικότητα του ψεκασμού της συγκεκριμένης πλάκας, αλλά και μεγάλη διασπορά πλακών με την ίδια ποικιλία μπορεί να δυσχεραίνει επιχειρησιακά την διαδικασία και να αυξήσει το κόστος και τον απαιτούμενο χρόνο. Γι' αυτό λοιπόν ο εξορθολογισμός και βελτίωση της προνυμφοκτονίας στους ορυζώνες προϋποθέτει τον προσδιορισμό της κατανομής όψιμων και πρώιμων ποικιλιών στον χώρο, του γενικότερου συγχρονισμού των καλλιεργειών και αναλόγως την συνεργασία με τους παραγωγούς για παροχή πληροφοριών και πιθανές αλλαγές από πλευράς τους που θα διευκόλυναν το πρόγραμμα καταπολέμησης των κουνουπιών χωρίς να δημιουργείται πρόβλημα για τους ίδιους.

Τα διαθέσιμα εγκεκριμένα προνυμφοκτόνα σκευάσματα περιορίζονται σε δύο κατηγορίες εντομοκτόνων, ρυθμιστές ανάπτυξης των εντόμων και μικροβιακά σκευάσματα, που έχουν αρκετούς περιορισμούς. Είναι χαρακτηριστικό ότι και οι δύο κατηγορίες αλλά ιδιαίτερα τα μικροβιακά βιοκτόνα έχουν χαμηλή αποτελεσματικότητα όταν η υδάτινη συλλογή είναι πλούσια σε οργανική ύλη, κάτι που ισχύει για τους ορυζώνες και είναι ένας από τους πολλούς παράγοντες για τους οποίους πρέπει να αναθεωρηθεί η μέχρι τώρα πρακτική της χρήσης της ελάχιστης συνιστώμενης δόσης. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στις περιόδους κατά τις οποίες γίνεται η λίπανση των ορυζώνων οπότε οι συνθήκες είναι ευτροφικές και μπορεί να εμφανιστούν υψηλότερες τιμές οργανικού φορτίου, αλλά και στην πιθανότητα η χημική σύσταση των λιπασμάτων να επηρεάζει την δραστηριότητα των προνυμφοκτόνων σκευασμάτων.

Ένας άλλος περιορισμός αφορά τον μέγιστο αριθμό επιτρεπόμενων εφαρμογών σε μια καλλιεργητική περίοδο. Με εξαίρεση τα μικροβιακά σκευάσματα, για τα οποία σύμφωνα με την απόφαση του αρμόδιου Υπουργείου δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό των εφαρμογών αλλά μόνο στο ότι η τελευταία παρέμβαση μπορεί να γίνει μέχρι 3 μέρες πριν την συγκομιδή, όλα τα άλλα προνυμφοκτόνα έχουν ξεχωριστούς περιορισμούς. Π.χ. προνυμφοκτόνα με δραστική ουσία το diflubenzuron μπορούν

εφαρμοστούν το πολύ 3 φορές ανά καλλιεργητική περίοδο και μέχρι 79 μέρες πριν την συγκομιδή (σύμφωνα με το Υπουργείο Αγρ. Ανάπτυξης και Τροφίμων, αλλά είναι κάτι που πρέπει να επανεξεταστεί). Εάν όμως η υπολειμματικότητα (και αποτελεσματικότητά) τους δεν είναι ικανοποιητική, όπως προαναφέρθηκε, τότε υπάρχει ενδεχόμενο να εξαντληθούν μέσα σε περίπου 3 εβδομάδες και οι 3 δυνατές εφαρμογές σε κάποια χωράφια τα οποία θα παραμείνουν «απροστάτευτα» για το υπόλοιπο διάστημα, εκτός εάν υπάρξει εναλλαγή φαρμάκου. Είναι λοιπόν επιτακτική η ανάγκη καθορισμού της ακριβούς υπολειμματικότητας και αποτελεσματικότητας των διαθέσιμων σκευασμάτων υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες και η αναζήτηση περισσότερων σκευασμάτων ή εναλλακτικών στρατηγικών ως επιπλέον παράγοντες στον σχεδιασμό του προγράμματος καταπολέμησης, ώστε να υπάρχει πλήρης χωροχρονική «κάλυψη» της περιοχής με ένα ορθολογικό τρόπο.

Εδώ οφείλουμε να τονίσουμε κάτι ακόμα ως προς τον επιτρεπόμενο αριθμό εφαρμογών γενικά των βιοκτόνων σκευασμάτων. Οι Υπουργικές αποφάσεις καθορίζουν τον αριθμό αυτό λαμβάνοντας υπ' όψιν μόνο ότι αφορά το κάθε σκεύασμα και την συγκεκριμένη εφαρμογή. Όμως η καλλιεργητική πρακτική που εφαρμόζεται μπορεί να περιέχει στάδια που συμπεριλαμβάνουν την χρήση ίδιου ή παρεμφερούς σκεύασματος, ανεξάρτητα από το πρόγραμμα καταπολέμησης κουνουπιών. Αυτό επιβάλλεται να συνυπολογίζεται στον σχεδιασμό του προγράμματος. Σ' αυτά τα πλαίσια οφείλουμε να τονίσουμε ότι στην πρώτη σύντομη κατάκλυση των ορυζώνων (διάρκειας περίπου 10 ημερών), οι παραγωγοί χρησιμοποιούν εντομοκτόνο ευρέως φάσματος (πυρεθροειδή) που καλύπτει και την περίπτωση των προνυμφών κουνουπιών. Αυτό σημαίνει δύο πράγματα: αφενός υπάρχει μια χημική «κάλυψη» για την πρώτη σύντομη κατάκλυση και συνεπώς ο συνδυασμός εντομοκτόνου και σχετικά σύντομης περιόδου ύπαρξης της υδάτινης στήλης μπορεί να προσφέρει ικανοποιητικό έλεγχο των πληθυσμών χωρίς την ανάγκη για επέμβαση με ειδικά προνυμφοκτόνο σκεύασμα. Αφετέρου πρέπει να αφαιρεθεί μια εφαρμογή από τον μέγιστο επιτρεπόμενο εφαρμογών πυρεθροειδών στους ορυζώνες σε περίπτωση που εξεταστεί η πιθανότητα χρήσης τους για προνυμφοκτονία. Οφείλουμε να τονίσουμε ότι κατά τις 20 Ιουνίου (πρώιμες ποικιλίες ρυζιού) οι παραγωγοί ψεκάζουν με μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο την επιφάνεια των φυτών. Στο ψεκαστικό μίγμα συμπεριλαμβάνεται πυρεθροειδές για την καταπολέμηση αφίδων. Καθώς ο τρόπος/στόχος του ψεκασμού είναι τέτοιος ώστε το μίγμα να παραμένει κυρίως στο φύλλωμα, αναμένεται η ποσότητα του πυρεθροειδούς που καταλήγει στο νερό να είναι μικρή. Αυτό σημαίνει μικρή επίδραση στις προνύμφες κουνουπιών, πιθανόν κάποια καταπολέμηση ακμαίων κουνουπιών που προσφεύγουν στις αντίστοιχες επιφάνειες για ανάπαυση και προφανώς μία επιτρεπόμενη εφαρμογή πυρεθροειδών λιγότερη. Αν όμως θέλουμε να είμαστε ακριβείς

πρέπει να προσδιορίσουμε την ποσότητα που καταλήγει στην υδάτινη επιφάνεια και πώς μπορεί να επηρεάσει την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας εφαρμογών καταπολέμησης.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι, για μια μεγάλη χρονική περίοδο (από τις 20 Ιουλίου και μετά) το πρόγραμμα καταπολέμησης καθίσταται παντελώς αποτελεσματικό. Την συγκεκριμένη περίοδο παρατηρείται αύξηση πληθυσμών των κουνουπιών του γένους *Culex* και κυρίως του γένους *Anopheles* που είναι φορείς μολυσματικών ασθενειών, σύμφωνα με τα πρόσφατα αποτελέσματα του προγράμματος εποπτείας των πληθυσμών που εκτελέστηκε το καλοκαίρι του 2011 στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Έτσι, η καταπολέμηση ουσιαστικά σταματάει σε μια χρονική στιγμή που θα έπρεπε αντίθετα να εντατικοποιείται όπως προκύπτει από την εμπειρία της εμφάνισης κρουσμάτων ιού του Δυτικού Νείλου στον άνθρωπο τα καλοκαίρια του 2010 και 2011 (κυρίως τον Αύγουστο) και από την επανεμφάνιση της ελονοσίας στην Ελλάδα για την μετάδοση της οποίας ευθύνονται τα κουνούπια του γένους *Anopheles*.

Συμπερασματικά, μπορεί κανείς εύκολα να καταλάβει το πόσο αναγκαίος είναι ο επανασχεδιασμός των προγραμμάτων καταπολέμησης που βασίζονται αποκλειστικά σε μία μόνο μέθοδο, την προνυμφοκτονία. Η εισαγωγή, πιλοτικά, κοκκώδους σκευάσματος (που μπορεί ενδεχομένως να λύσει το πρόβλημα της διαπερατότητας του φυλλώματος), η έγκριση επιπλέον σκευασμάτων φθηνών και αποταλεσματικών, ο εξορθολογισμός-βελτίωση της ίδιας της προνυμφοκτονίας καθώς και η συμπλήρωση του προγράμματος με στοχευμένες ακμαιοκτονίες (με τη μέθοδο ULV) όταν η προνυμφοκτονία αποδεικνύεται αναποτελεσματική αποτελούν μονόδρομο προς την εφαρμογή ενός οργανωμένου Προγράμματος Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης Κουνουπιών.

3.3. Τρόποι αξιολόγησης προγραμμάτων καταπολέμησης κουνουπιών

Για την όχληση και την μετάδοση μολυσματικών ασθενειών ευθύνονται αποκλειστικά τα ακμαία κουνούπια και όχι οι προνύμφες. Αυτά λοιπόν πρέπει να αξιολογήσουμε ως τον καθοριστικό παράγοντα ενός πετυχημένου προγράμματος καταπολέμησης κουνουπιών. Δηλαδή αξιολογούμε το «τελικό προϊόν» (ακμαία) και όχι το «ενδιάμεσο προϊόν» (προνύμφες, νύμφες)

Αν λοιπόν γίνει σωστή καταπολέμηση προνυμφών, τα ακμαία που θα προκύψουν θα είναι «λίγα» και αυτό σημαίνει ότι η προνυμφοκτονία «πέτυχε» ως μέθοδος καταπολέμησης.

Στην πράξη αυτό συμβαίνει μόνο σε μικρής κλίμακας έργα, όπου οι εστίες αναπαραγωγής είναι περιορισμένες και μικρής κλίμακας και οι συνθήκες επέμβασης είναι ευνοϊκές.

Σε μεγάλης κλίμακας έργα όπου:

- Οι εστίες αναπαραγωγής είναι πολυάριθμες.
- Οι εστίες αναπαραγωγής είναι μεταβλητές με το χρόνο.
- Οι εστίες αναπαραγωγής είναι μεγάλης έκτασης και μη προσβάσιμες.
- Οι εστίες αναπαραγωγής ανήκουν σε προστατευόμενο περιβάλλον.
- Υπάρχει εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες.
- Έχουμε επιδημίες (ΙΔΝ, ελονοσία) που μεταδίδονται σε ακμαία.
- Το περιβάλλον έχει υψηλή βλάστηση και έχει μεγάλη έκταση (π.χ. ορυζώνες)

Η προνυμφοκτονία γίνεται πλημμελώς, ξεφεύγουν γενιές ακμαίων και η μέθοδος από μόνη της καθίσταται αναποτελεσματική. Τα ακμαία που συλλαμβάνονται από τις παγίδες, είναι πολυάριθμα και δείχνουν έτσι το μέγεθος της επιτυχίας ή της αποτυχίας ενός προγράμματος.

Στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν, η προνυμφοκτονία από μόνη της δεν αρκεί και το πρόγραμμα καταπολέμησης πρέπει να συμπληρώνεται από ένα συνδυασμό και άλλων μεθόδων. Μια από αυτές είναι η ακμαιοκτονία.

Σε όλες τις περιπτώσεις, η εποπτεία των ακμαίων με ένα δίκτυο παγίδων, θα αποτελέσει σοβαρό κριτήριο αξιολόγησης ενός προγράμματος καταπολέμησης κουνουπιών.

Σήμερα χρησιμοποιούνται δυο μέθοδοι αξιολόγησης των προγραμμάτων καταπολέμησης:

- Έλεγχος θνησιμότητας προνυμφών
- Παρατήρηση ακμαίων (ενήλικων κουνουπιών)

Στην πρώτη περίπτωση, η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του ψεκασμού με βάση την θνησιμότητα των προνυμφών μετά τον ψεκασμό, παρουσιάζει δυσκολίες και κενά που πρέπει να εξηγηθούν ώστε να μην καταστεί το αποτέλεσμα αναξιόπιστο.

Πιο συγκεκριμένα: η επιλογή του προνυμφοκτόνου σκευάσματος και η «συμπεριφορά» του στην εφαρμογή καταπολέμησης, παίζει ένα καθοριστικό ρόλο ώστε να βγουν αξιόπιστα συμπεράσματα για τον τρόπο αξιολόγησης των ψεκασμών. Όταν λέμε «συμπεριφορά» του σκευάσματος εννοούμε, τον μηχανισμό δράσης της δραστικής ουσίας, ποια στάδια προνυμφών επηρεάζει (*diflubenzuron*: κυρίως 1^ο -2^ο στάδιο, *Bti*: 1^ο -3^ο. Στα

μεγαλύτερα στάδια η αποτελεσματικότητα μπορεί να είναι από μικρότερη έως μηδενική), σε ποιες συνθήκες μειώνεται η αποτελεσματικότητά της και πώς αναγνωρίζεται οπτικά η επίδραση της ουσίας στις προνύμφες.

3.4. Παράγοντες για την ορθή τοποθέτηση και χρήση παγίδων φωτός-CO₂ CDC

Παρακάτω αναφέρονται οι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν αποκλειστικά για την ορθή χρήση και τοποθέτηση μιας μεμονωμένης παγίδας, και όχι οι παράγοντες/αρχές για την εγκατάσταση ενός δικτύου παγίδων.

- Χρησιμοποιείται θερμικά μονωμένο δοχείο που περιέχει 1.8-2.3 κιλά ξηρού πάγου προκειμένου η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα να μιμείται την αναπνοή ενός μεγάλου θηλαστικού και να διαρκεί για το επιθυμητό διάστημα (βλέπε παρακάτω). Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί φιάλη με CO₂ και η παροχή του αερίου να γίνεται με σωλήνα κοντά στην είσοδο της παγίδας και να ρυθμίζεται με κατάλληλο ροοστάτη.
- Η πηγή φωτός μπορεί να αφαιρεθεί για την μείωση σύλληψης άλλων εντόμων που έλκονται από το φως. Μάλιστα μερικά είδη όπως το *Culex quinquefasciatus* μπορεί ακόμα και να απωθούνται από το φως.
- Το δοχείο με τον ξηρό πάγο κρέμεται δίπλα και ελαφρώς χαμηλότερα από το αλουμινένιο καπάκι της παγίδας έτσι ώστε να προσελκύει τα κουνούπια όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον ανεμιστήρα συλλογής.
- Το δοχείο με τον ξηρό πάγο κρέμεται δίπλα και ελαφρώς χαμηλότερα από το αλουμινένιο καπάκι της παγίδας έτσι ώστε να προσελκύει τα κουνούπια όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον ανεμιστήρα συλλογής.
- Όποτε είναι εφικτό να χρησιμοποιούνται παγίδες με ειδικό σύστημα εισόδου που παρέχει ένα μέτρο προστασίας από βλάβη της παγίδας, μη επαρκώς φορτισμένες μπαταρίες, καθυστέρηση στην συλλογή της παγίδας, κτλ.
- **Η παγίδα τοποθετείται**
 - έτσι ώστε η συλλογή των κουνουπιών να ξεκινάει 1 ώρα πριν την δύση του ηλίου και να ολοκληρώνεται 1 ώρα μετά την ανατολή.
 - όταν είναι εφικτό κοντά στα σύνορα διαφορετικών οικοσυστημάτων έτσι ώστε να καλύπτει και τα δύο.
 - σε ύψος 1.5-1.8 μέτρων.
 - σε μέρος με σχετικά υψηλή υγρασία και καλή κάλυψη (κοντά σε δένδρα/θάμνους)- δεν πρέπει να εκτίθεται στον ήλιο κατά την ανατολή, ειδικά για μελέτες που σχετίζονται με αρμοπιούς, οπότε η τοποθεσία πρέπει να παρέχει την κατάλληλη σκιά.

- σε απόσταση τουλάχιστον 10 μέτρων από κτίρια.
- σε μέρος που δεν υπάρχουν ισχυροί άνεμοι/ρεύματα.
- σε μέρος όπου δεν υπάρχουν ζώα.
- μακριά από άλλες πηγές φωτός.
- μακριά από πηγές φωτός.
- μακριά από πηγές καυσαερίων
- σε απόσταση τουλάχιστον 50 μέτρων ή κατά άλλους 15 μέτρων από άλλη παγίδα για να μην υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παγίδων.

Στους κανόνες αυτούς υπάρχουν εξαιρέσεις ανάλογα με τον συγκεκριμένο στόχο μας. Π.χ. δεν έχει νόημα η τοποθέτηση παγίδων το βράδυ για την παρακολούθηση ειδών που δραστηριοποιούνται κατά την διάρκεια της ημέρας, μπορεί να χρειάζονται δεδομένα σε περιοχές με στοιχεία που ανταγωνίζονται έντονα την παγίδα όπως τα ζώα σε στάβλους ή σε μεγαλύτερα ύψη για την παρακολούθηση ειδών που δραστηριοποιούνται στο ύψος του φυλλώματος των δένδρων.



Σχήμα 4. Παγίδα φωτός-CO₂ CDC που χρησιμοποιεί ξηρό πάγο ως πηγή του διοξειδίου του άνθρακα.

3.5. Επιλογή του χρόνου εφαρμογής εκνέφωσης ULV για την καταπολέμηση κουνουπιών

Η ακμαιοκτονία με εκνέφωση χώρου υπέρμικρου όγκου (ULV) είναι μία πολύ χρήσιμη τεχνική για την αντιμετώπιση μεταδιδόμενων μέσω κουνουπιών επιδημιών που χρησιμοποιεί πολύ μικρότερες ποσότητες σκεύασματος σε σχέση με άλλες μεθόδους ακμαιοκτονίας. Στηρίζεται στην δημιουργία ενός προσωρινού νέφους (αερολύματος) του βιοκτόνου σκεύασματος στην περιοχή στην οποία δραστηριοποιούνται τα ακμαία κουνούπια και όταν τα ιπτάμενα κουνούπια έρθουν σε επαφή με τα σταγονίδια, σκοτώνονται. Είναι σαφές ότι το νέφος στοχεύει και δρα μόνο εναντίον μόνο κουνουπιών που πετούν και όταν τελικά το νέφος καθιζάνει στο έδαφος καθίσταται πλέον το σκεύασμα ανενεργό (ως προς την επίδραση στα κουνούπια). Τα σταγονίδια του νέφους έχουν ένα εύρος μεγεθών που πρέπει να είναι κατάλληλο έτσι ώστε στην ιδανική περίπτωση ένα σταγονίδιο να περιέχει αρκετή ποσότητα δραστικής ουσίας ώστε να σκοτώσει ένα κουνούπι. Σαφώς το μέγεθος των σταγονιδίων επηρεάζει ποικιλοτρόπως την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητά της, καθώς καθορίζει την ταχύτητα πτώσης των σταγονιδίων και επομένως τον χρόνο παραμονής του νέφους, τον βαθμό/την απόσταση που μπορεί να απομακρυνθεί από την περιοχή στόχο ή να διεισδύσει σε πιο δύσβατα σημεία, κτλ.

Ακόμα και όταν ο εκνεφωτής είναι σωστά βαθμονομημένος, το παραγόμενο νέφος έχει ιδανική κατανομή ως προς το μέγεθος των σωματιδίων και οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι ιδανικές, η διάρκεια του νέφους δεν είναι μεγάλη, π.χ. δεν μπορεί να καλύψει ούτε όλο το βράδυ. Από την άλλη, τα διάφορα είδη κουνουπιών παρουσιάζουν μέγιστη δραστηριοποίηση κατά μια συγκεκριμένη περίοδο του 24-ώρου. Επομένως για να είναι αποτελεσματική η μέθοδος η εκνέφωση χώρου να γίνεται την κατάλληλη χρονική στιγμή ώστε το νέφος να δημιουργείται και να δρά αμέσως πριν και κυρίως κατά την κορύφωση (peak) της δραστηριότητας των κουνουπιών. Διαφορετικά θα στοχεύει ένα μικρό τμήμα του ενεργού πληθυσμού των κουνουπιών και το αποτέλεσμα δεν θα είναι ικανοποιητικό.

Οφείλουμε να τονίσουμε ότι κάθε είδος κουνουπιού έχει το δικό του προφίλ δραστηριότητας ως προς τον χρόνο. Έτσι για κάθε είδος όχι μόνο εμφανίζεται το peak σε διαφορετική ώρα αλλά μπορεί να αλλάζει σε εύρος, συμμετρία ή ακόμα και να υπάρχουν 2 peaks αντί ενός. Συνήθως σε μια περιοχή συνυπάρχουν περισσότερα του ενός είδη κουνουπιών κάτι που μπορεί να περιπλέξει την κατάσταση, ειδικά όταν η αλληλεπικάλυψη των προφίλ δραστηριότητάς τους είναι μικρή. Μάλιστα μπορεί να είναι μια από

τις λίγες περιπτώσεις στις οποίες ίσως υποχρεωθούμε να κάνουμε τον διαχωρισμό μεταξύ όχλησης και κινδύνου για την δημόσια υγεία (κάτι που κατά κανόνα δεν πρέπει να διαχωρίζεται).

Όταν δεν υπάρχει άμεσος κίνδυνος για την δημόσια υγεία, και τα υπόλοιπα μέτρα του προγράμματος καταπολέμησης δεν έχουν ευδοώσει ή δεν μπορούν να συνεισφέρουν στο βαθμό που θα θέλαμε για να μειωθεί η όχληση, τότε μπορούμε να επιλέξουμε τον χρόνο εκνέφωσης με βάση τον χρόνο της μέγιστης όχλησης. Αυτός είτε θα αντιπροσωπεύει κατά προσέγγιση ένα μέσο όρο για όλα τα είδη ή θα είναι το peak του κυρίαρχου είδους κουνουπιών (για την περιοχή και εποχή). Εάν όμως υπάρχει θέμα επιδημίας, όπως το 2010 στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας με τον ιό του Δυτικού Νείλου, τότε υπάρχει το εξής πρόβλημα: Το είδος που είναι διαβιαστής του ιού μπορεί να μην είναι το κυρίαρχο και το peak του να μην συμπίπτει με αυτά άλλων πολυπληθέστερων ειδών στην ίδια περιοχή τα οποία όμως δεν μπορούν να δράσουν ως διαβιαστές του ΙΔΝ αλλά να προκαλούν έντονη όχληση. Στην περίπτωση αυτή, για να μπορέσουμε να προστατέψουμε την δημόσια υγεία και να ανακόψουμε την επιδημία θα πρέπει να επιλέξουμε τον χρόνο εφαρμογής με βάση το προφίλ/peak του είδους διαβιαστή.

Αυτή θα πρέπει να είναι η πρώτη προτεραιότητα και γι' αυτό θα πρέπει να γνωρίζουμε όσο καλύτερα γίνεται το προφίλ δραστηριότητας αυτών των ειδών. Από την άλλη πλευρά το πρόβλημα της όχλησης παραμένει και πιθανόν τα άλλα είδη να είναι εν δυνάμει διαβιαστές άλλων ασθενειών. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να χρειαστεί παραπάνω από μία εφαρμογή το ίδιο βράδυ σε μια περιοχή (σε κατάλληλα επιλεγμένες χρονικές στιγμές) προκειμένου να αντιμετωπιστούν όλα τα προβλήματα. Οπότε ουσιαστικά οφείλουμε να γνωρίζουμε ποια είδη υπάρχουν σε κάθε περιοχή, την ικανότητά τους να δρουν ως διαβιαστές για κάθε ασθένεια, το προφίλ δραστηριότητας τους και τις μεταβολές σε όλα αυτά τα στοιχεία ανάλογα με την εποχή.

Πιθανότατα ο όγκος των πληροφοριών που θα πρέπει να συλλέξουμε να είναι τεράστιος και να απαιτεί υπερβολικό χρόνο και κόστος για να ανταποκρίνεται στην ιδανική περίπτωση, δηλαδή αναλυτικά σε όλα τα είδη σε όλες τις περιοχές και υποσυστήματα και εποχές. Οφείλουμε όμως τουλάχιστον να προσδιορίσουμε τα άμεσα απαραίτητα στοιχεία όπως το γενικότερο προφίλ των διαβιαστών του ΙΔΝ και της ελονοσίας στην Ελλάδα που απειλούν στις μέρες μας την δημόσια υγεία καθώς και άλλων πολυπληθών ειδών ώστε οι βιοκτόνες παρεμβάσεις να είναι ουσιαστικές.

Εδώ πρέπει να διευκρινίσουμε και πώς γίνεται η σύνθεση του προφίλ δραστηριότητας. Στήνεται ένα κατάλληλο δίκτυο συλλογής ακμαίων κουνουπιών που μπορεί να στηρίζεται είτε σε ειδικές παγίδες φωτός-CO₂

CDC με χρονικά περιστρεφόμενο δίσκο με πολλαπλά δοχεία συλλογής είτε σε human bait/human landing collection. Η επιλογή των θέσεων, οι αποστάσεις μεταξύ τους και ο αριθμός τους παίζουν καθοριστικό ρόλο για την ποιότητα και αντιπροσωπευτικότητα των αποτελεσμάτων. Σε κάθε περίπτωση, συλλέγονται κουνούπια με συγκεκριμένη συχνότητα και προσδιορίζονται τα είδη και ο αριθμός των κουνουπιών κάθε είδους που συλλέχθηκαν σε μια χρονική περίοδο. Δυστυχώς η τάξη μεγέθους της συχνότητας δειγματοληψίας ειδικά για τις παγίδες (το λιγότερο μια ώρα) ίσως δεν είναι ιδανική, ειδικά εάν θεωρήσουμε ότι η ουσιαστική διάρκεια ζωής ενός ψεκαστικού νέφους δεν είναι περισσότερη από 1-2 ώρες.

3.6. Ωριμότητα εφαρμογής ενός ολοκληρωμένου προγράμματος καταπολέμησης κουνουπιών

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα καταπολέμησης κουνουπιών αποτελείται από ένα σύνολο ενεργειών που διεξάγονται καθόλη την διάρκεια του έτους, με την διαφορά ότι ορισμένες ενέργειες και ειδικά επεμβάσεις πρέπει να γίνονται την κατάλληλη χρονική περίοδο ή ακόμα και την κατάλληλη στιγμή. Το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης των διαφόρων ενεργειών αποτελεί και τον επιχειρησιακό σκελετό του προγράμματος.

3.6.1. Η έναρξη του προγράμματος πρέπει να γίνεται το φθινόπωρο-χειμώνα με:

- Καταγραφή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής εκτέλεσης του έργου (φυσικό, αγροτικό, αστικό και περιαστικό σύστημα)
- Καταγραφή των μόνιμων και ημιμόνιμων υδατοσυλλογών στην περιοχή καθώς και σημείων που σε κάποια στιγμή της άνοιξης/καλοκαιριού αναμένεται να κατακλυστούν με νερό και να αποτελέσουν έστω και παροδικές εστίες αναπαραγωγής (π.χ. καλλιέργειες καλαμποκιού, παρόχθια ποταμών ή λιμνών που πλημμυρίζουν από την βροχή, ανοιχτά εργοτάξια, κτλ).
- Καταγραφή άλλων γνωστών εστιών (βόθροι, ρέματα, φρεάτια ομβρίων υδάτων, κτλ)
- Εντοπισμός και καταγραφή των χώρων ενδιαίτησης των ειδών που διαχειμάζουν σε ενήλικη μορφή (στάβλοι, καλαμιώνες) και άμεση εφαρμογή μέτρων καταπολέμησης
- Καταγραφή της κατάστασης του αρδευτικού συστήματος και επισκευή ζημιών ώστε κατά την καλλιεργητική περίοδο να μην δημιουργούνται διάσπαρτες εστίες από την διαρροή του συστήματος.
- Καταγραφή της κατάστασης του αποχετευτικού συστήματος και επισκευή ζημιών/αποφυγή διαρροών.

3.6.2. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία

- δημιουργείται ένα αρχικό ηλεκτρονικό υπόβαθρο της περιοχής με όλες τις πληροφορίες που προαναφέρθηκαν καθώς και το οδικό δίκτυο που παρέχει πρόσβαση στις διάφορες περιοχές.
- καταστρέφονται πιθανές εστίες αναπαραγωγής που δεν εξυπηρετούν κάποιο σκοπό και δεν ανήκουν στο φυσικό/προστατευόμενο περιβάλλον (π.χ. σωροί απορριμμάτων ή λακκούβες σε εγκαταλειμμένα οικόπεδα/χωράφια, στεγανοποίηση βόθρων)
- σχεδιάζεται η εγκατάσταση δικτύου παρακολούθησης ακμαίων κουνουπιών με παγίδες φωτός-διοξειδίου του άνθρακα CDC και δικτύων παρακολούθησης μεταδοτικών ασθενειών. Το δίκτυο παρακολούθησης ακμαίων είναι απολύτως απαραίτητο για την αξιολόγηση του έργου και την επιλογή του χρόνου και τόπου επεμβάσεων με βιοκτόνα σκευάσματα σε όλες τις περιοχές. Αντιθέτως τα άλλα δίκτυα μπορούν να περιορίζονται ανάλογα με τις ανάγκες/κινδύνους που υπάρχουν. Οι θέσεις του δικτύου θα πρέπει να παραμένουν οι ίδιες για όλα τα χρόνια καταπολέμησης, ώστε να συλλέγονται συγκρίσιμα αποτελέσματα, αλλά μπορούν να προστίθενται νέες θέσεις ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν.
- Ανάλογα με την συνολική έκταση κάθε τύπου εστίας, την φύση των εστιών και τους περιορισμούς που την συνοδεύουν, την διασπορά των εστιών και την προσβασιμότητα σε αυτές, επιλέγονται οι μέθοδοι καταπολέμησης, ο εξοπλισμός και τα σκευάσματα που προβλέπεται να χρειαστούν και εξασφαλίζεται η διαθεσιμότητά τους και η χορήγηση των απαιτούμενων αδειών.
- Προετοιμάζεται ενημερωτικό υλικό για τους κατοίκους της περιοχής.

Προς το τέλος του χειμώνα γίνεται επανέλεγχος των πιθανών εστιών και κυρίως των χώρων ενδιαίτησης των ειδών που διαχειμάζουν σε ενήλικη μορφή (στάβλοι, καλαμιώνες, κτλ) και επικαιροποίηση του ηλεκτρονικού υποβάθρου. Οφείλουμε να τονίσουμε ότι ειδικά για τα *Culex ripiens* που είναι σημαντικοί διαβιβαστές του ιού του Δυτικού Νείλου, αναμένεται να υπάρχουν μεικτοί πληθυσμοί δύο βióτυπων και υβρίδια τους. Τα μη αυτογενή διαχειμάζουν (βρίσκονται σε χειμέρια νάρκη) ενώ τα αυτογενή (και η πρώτη γενιά υβριδίων) παραμένουν ενεργά και τον χειμώνα αλλά λόγω των συνθηκών έχουν εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό επιβίωσης. Συχνοί τόποι χειμερινής ενδιαίτησης είναι φυσικοί ή τεχνητοί υπόγειοι χώροι και διάφορα κτίσματα όπως στάβλοι, αποθήκες, κτλ. Επομένως η αστική καταπολέμηση ίσως μπορεί να ξεκινήσει τέλη του χειμώνα-αρχές της άνοιξης με επεμβάσεις σε τέτοια σημεία για την μείωση διαχειμάζοντων και ενεργών *Culex ripiens*.

Η μείωση των διαχειμαζόντων ενηλίκων, είναι υψίστης σημασίας καθώς θα έχει ως αποτέλεσμα την δραστική μείωση των πληθυσμών αυτών των ειδών διευκολύνοντας ή/και μειώνοντας την έκταση ή τον αριθμό επεμβάσεων που θα χρειαστούν τους επόμενους μήνες. Αυτό όχι μόνο αυξάνει την αποτελεσματικότητα του έργου και την προστασία των πολιτών δημόσιας υγείας αλλά μπορεί να μειώσει σημαντικά και το κόστος του προγράμματος. Επιπλέον, ειδικά για την περίπτωση των ορυζώνων, οι καλαμιώνες (αλλά και ορισμένα ζιζάνια όπως η μουχρίτσα) που μεγαλώνουν γύρω από τις καλλιεργητικές εκτάσεις και πλησίον του αρδευτικού συστήματος αποτελούν ξενιστές του μύκητα που προκαλεί την σοβαρή ασθένεια του ρυζιού πυρικούλάρια. Έτσι η προσεκτική απομάκρυνση τέτοιων καλαμιώνων (με τρόπο που να μειώνει την πιθανότητα απελευθέρωσης και διασποράς με τον αέρα σπορίων του μύκητα- π.χ. επιτόπου καύση) όχι μόνο βοηθά στην καταπολέμηση των κουνουπιών αλλά προστατεύει και τις καλλιέργειες ρυζιού.

Την άνοιξη (Απρίλιος) ξεκινά η λειτουργία του δικτύου παρακολούθησης ακμαίων. Με βάση την εμπειρία και την βιβλιογραφία σε γενικές γραμμές αναμένεται να ξεκινήσει η δραστηριότητα των *Aedes* και σε μικρότερα βαθμό των γενών *Culex* και *Anopheles* (για τα δυο τελευταία γένη η δραστηριότητα μεγιστοποιείται το καλοκαίρι). Ειδικά , με βάση την εμπειρία προηγούμενων χρόνων στην ΠΚΜ, εάν εκτεταμένες βροχοπτώσεις προηγηθούν μιας περιόδου αρκετών ημερών με μέγιστη θερμοκρασία άνω των 20°C προβλέπεται να εκκολαφθούν τα αυγά των *Aedes* και να αναπτυχθούν οι προνύμφες σε ακμαία. Όμως, η ακριβής χωροχρονική δραστηριότητα των κουνουπιών στην συγκεκριμένη (ευρύτερη) περιοχή προσδιορίζεται από το δίκτυο παρακολούθησης ακμαίων. Αυτό θα καθορίσει και την αναγκαιότητα για επέμβαση, τον χρόνο και τις τοποθεσίες επέμβασης με βιοκτόνα σκευάσματα. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες (έκταση, φύση, διασπορά, προσβασιμότητα των εστιών). Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι οι μετεωρολογικές συνθήκες και τα έκτακτα καιρικά (και πλημυρικά) φαινόμενα που επηρεάζουν τόσο την δραστηριότητα των κουνουπιών (π.χ. εκκόλαψη αυγών *Aedes*) όσο και την ικανότητα επέμβασης. Π.χ. έντονες βροχοπτώσεις την άνοιξη ευνοούν τις μαζικές εκκολάψεις αυγών, αλλά ταυτόχρονα δεν επιτρέπουν ψεκασμούς (καταστροφή νέφους σε ψεκασμούς χώρου, απομάκρυνση σκευάσματος σε ψεκασμούς επιφανειών), όπως επίσης είναι απαγορευτικοί οι δυνατοί άνεμοι για επεμβάσεις από αέρος και για οποιαδήποτε εκνέφωση χώρου.

Παράλληλα δειγματοληπτικοί έλεγχοι για προνύμφες στις αναμενόμενες εστίες μπορούν να καθοδηγήσουν την στοχευμένη προνυμφοκτονία, ειδικά την περίοδο της άνοιξης. Όμως οι περιορισμοί στην δειγματοληψία, ειδικά για περιοχές με μεγάλες εκτάσεις υδατοσυλλογών, με πυκνή βλάστηση,

μειωμένη πρόσβαση ή με πολλές διάσπαρτες μικρές εστίες εκ των οποίων πολλές παραμένουν άγνωστες, δεν επιτρέπουν την αποκλειστική χρήση της μεθόδου αυτής.

Επίσης ξεκινά η ενημέρωση των κατοίκων για την λήψη μέτρων ατομικής προστασίας, αλλά και μείωσης πιθανών εστιών στις οικίες ή στους χώρους εργασίας τους.

Το δίκτυο λειτουργεί μέχρι και τον Οκτώβριο. Σε όλο αυτό το διάστημα (Απρίλιος- Οκτώβριος) γίνονται συνεχής έλεγχοι για τον εντοπισμό νέων πρόσκαιρων εστιών αναπαραγωγής και για την μη επανεμφάνιση εστιών που είχαν απομακρυνθεί. Τα αποτελέσματα του δικτύου συμπληρώνονται με ερωτηματολόγια που απαντούν οι κάτοικοι της περιοχής. Παράλληλα διεξάγονται μελέτες για:

α) την βελτίωση των γνώσεων βιολογίας και οικολογίας των κουνουπιών της περιοχής

β) τον έλεγχο της ικανότητάς τους να διαβιβάζουν ασθένειες

γ) τον έλεγχο της εμφάνισης ανθεκτικότητας των κουνουπιών στα υπάρχοντα σκευάσματα και αντιμετώπισή της

δ) την ανακάλυψη καινούργιων βιοκτόνων σκευασμάτων

ε) την βελτίωση των μεθόδων εποπτείας

στ) την ανακάλυψη, προσαρμογή και εφαρμογή νέων μεθόδων για την πιο αποδοτική, ελεγχόμενη και περιβαλλοντικά συμβατή καταπολέμηση των κουνουπιών.

Ο ετήσιος κύκλος του προγράμματος ολοκληρώνεται με την επέμβαση στους χώρους ενδιαίτησης των ειδών που διαχειμάζουν σε ενήλικη μορφή και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος. Ανάλογα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης και των μελετών που διεξήχθησαν θα γίνουν προσαρμογές στον επόμενο κύκλο του προγράμματος για την βελτιστοποίησή του.

3.7. Σημεία που πρέπει να παρατηρεί ένα συνεργείο ελέγχου

3.7.1.Σκεύασμα

- Όνομα , μορφή, ημερομηνία παρασκευής και λήξης, αριθμός παρτίδας, σωστή απόρριψη άδειων δοχείων και περίσσειας σκευάσματος (σωστή αποθήκευση)

- Υπολογισμός της απαιτούμενης ποσότητας ανάλογα με την έκταση προς ψεκασμό. Για τα προνυμφοκτόνα *Du dim*, *Oprah* σε μορφή SC η προβλεπόμενη δόση είναι 35ml αναραιώτου σκευάσματος ανά στρέμμα.
- Ορθή και ασφαλής ανάμειξη/παρασκευή του τελικού ψεκαστικού μίγματος. Η ποσότητα του ψεκαστικού μίγματος που παρασκευάζεται θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση το μέγεθος της επιφάνειας του ψεκασμού, την δοσολογία του σκευάσματος αλλά και την χωρητικότητα της δεξαμενής του ψεκαστικού μέσου (ψεκαστήρας χειρός, όχημα ή αεροσκάφος) την ταχύτητα του ψεκαστικού μέσου και την παροχή του ψεκαστήρα.
- Δειγματοληψία εάν χρειαστεί από το αραιωμένο/χρησιμοποιούμενο σκεύασμα (ΟΧΙ από σφραγισμένη συσκευασία). Εάν δεν υπάρχει σύστημα ανάμειξης, παίρνουμε ξεχωριστά δείγματα, ένα κοντά στην επιφάνεια του ψεκαστικού μίγματος και ένα όσο πιο κοντά προς τον πάτο της δεξαμενής, για ταυτοποίηση της ομοιογένειας του ψεκαστικού μίγματος.

3.7.2. Προσωπικό

- Ονοματεπώνυμο και ιδιότητα (αντιπαραβολή με τα ανφερόμενα στην σύμβαση)
- Μέτρα προστασίας (γάντια, μάσκες, προστατευτικά γυαλιά τύπου goggles για χημική προστασία, κτλ) και καταλληλότητα τους (π.χ. για τα προνυμφοκτόνα *Du dim*, *Oprah* συστήνονται γάντια νιτριλίου ή βουτυλίου. Για σύντομες εργασίες-μέχρι 10 λεπτά-μπορούν γενικά να χρησιμοποιούνται γάντια μιας χρήσης-λεπτά γάντια-ενώ για περισσότερη ώρα πρέπει να χρησιμοποιούνται χοντρά γάντια). Προσοχή στη διαφοροποίηση μέσων προστασίας ανάλογα με την εργασία, π.χ. αναπνευστική μάσκα συνήθως δεν χρειάζεται για τον χειρισμό/ανάμειξη υδατικών διαλυμάτων/εναιωρημάτων αλλά επιβάλλεται για τον ψεκασμό τους.
- Εφεδρικές φόρμες εργασίας για αντικατάσταση σε περίπτωση ατυχήματος
- Μέτρα απορρύπανσης (απορρυπαντικό, καθαρό νερό- διαφορετικό δοχείο από πόσιμο νερό, φτυάρι & μέσο απορρόφησης (πριονίδι, άμμος) & δοχείο συλλογής για περίπτωση πτώσης μεγάλων ποσοτήτων υγρού σκευάσματος/μίγματος)
- Συμπεριφορά (κάπνισμα, τρόφιμα, σκούπισμα ιδρώτα με γάντια)
- Γνώση των μέτρων αντιμετώπισης ατυχήματος
- Δελτίο δεδομένων ασφαλείας σκευάσματος (MSDS)
- Επιχειρησιακό χάρτη με την επιλεγμένη πορεία/σημεία ψεκασμού

3.7.3. Δειγματοληψία Προνυμφών

- Ορθή εκτίμηση και καταγραφή των αποτελεσμάτων από την πλευρά του δειγματολήπτη. Τα αποτελέσματα πρέπει να αποτυπώνουν με επάρκεια και ορθότητα την κατάσταση του πληθυσμού των προνυμφών σε κάθε ελεγχόμενη επιφάνεια (αριθμός προνυμφών, είδη προνυμφών, απουσία συγχύσεων με παρεμφερή έντομα) καθώς και την κατάσταση της ελεγχόμενης επιφάνειας (ύπαρξη ή απουσία νερού, ομοιομορφία ή ανομοιομορφία κάλυψης της επιφάνειας με νερό, όγκος νερού).
- Αντιπροσωπευτικότητα δείγματος. Τα σημεία συλλογής προνυμφών θα πρέπει να συνιστούν κατά το δυνατό αντιπροσωπευτικό δείγμα, ώστε να είναι δυνατή η εξαγωγή του ορθού συμπεράσματος για την ελεγχόμενη επιφάνεια. Η επιλογή της (στατιστικής) μεθόδου δειγματοληψίας γίνεται από τον εργολάβο, πρέπει ωστόσο να είναι στη διάθεση των ελεγκτών για την εξέταση της ορθότητας της και να ακολουθείται από τα δειγματοληπτικά συνεργεία με ακρίβεια.
- Τήρηση της μεθόδου δειγματοληψίας. Η μέχρι σήμερα εφαρμοζόμενη μέθοδος είναι η εξής: ο δειγματολήπτης συλλέγει προνύμφες με μια απόχρη κατάλληλου πλέγματος διανύοντας τρεις πορείες 10 μέτρων η κάθε μια ανεξαρτήτως του μεγέθους του χωραφιού: δύο στην άκρη του χωραφιού παράλληλες με τις πλευρές του χωραφιού και μία διαγώνια από την γωνία προς το κέντρο του χωραφιού. Τα προϊόντα ενώνονται καθώς οι πορείες εκτελούνται διαδοχικά χωρίς ενδιάμεσο άδειασμα της απόχης και αναλύονται ως ένα δείγμα.

3.7.4. Επιπλέον σημεία ελέγχου για ψεκαστικές εφαρμογές προνυμφοκτονίας από εδάφους

- Ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ. πυκνή βλάστηση, καλαμιώνες) που παρεμποδίζουν την πορεία του ψεκαστικού μίγματος προς την υδάτινη επιφάνεια.
- Ένταση και κατεύθυνση του ανέμου. Αν ο ψεκασμός γίνεται παρουσία ανέμου θα πρέπει η γωνία ψεκασμού ως προς την κατεύθυνση του ανέμου να είναι όσο το δυνατόν τέτοια ώστε το ψεκαστικό μίγμα να καταλήγει στην υδάτινη επιφάνεια προς ψεκασμό. Η κατεύθυνση του ψεκασμού ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΟΤΕ ΑΝΤΙΘΕΤΗ προς την κατεύθυνση του ανέμου διότι όχι μόνο εμποδίζεται η ορθή απόθεση του σκευάσματος στην υδάτινη επιφάνεια αλλά εκτίθεται ο ψεκαστής σε υψηλό κίνδυνο καθώς μέρος του σκευάσματος καταλήγει επάνω του.
- Η Παρασκευή του ψεκαστικού μίγματος θα πρέπει να γίνεται με βάση την χωρητικότητα της δεξαμενής, το μέγεθος της επιφάνειας του ψεκασμού, την δοσολογία του σκευάσματος, την ταχύτητα του οχήματος και την παροχή του ψεκαστήρα. Οι ποσότητες θα μετρώνται από τους εφαρμοστές επακριβώς και θα ακολουθείται ακριβώς η προσχεδιασμένη πορεία και

ταχύτητα έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η ομοιογένεια του ψεκασμού. Ο έλεγχος της πορείας και ταχύτητας διευκολύνεται με την χρήση καταγραφών πορείας από το συνεργείο ψεκασμού τα στοιχεία των οποίων πρέπει να παρέχονται στον ελεγκτή όταν ζητηθούν.

3.7.5. Επιπλέον σημεία ελέγχου για ψεκαστικές εφαρμογές προνυμοφκτονίας αέρος

- Ταχύτητα ανέμου. Οι ψεκασμοί από αέρος πρέπει να πραγματοποιούνται όσο το δυνατόν πιο κοντά σε συνθήκες νηνεμίας.
- Θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Συνιστάται να αποφεύγονται οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες κατά τον ψεκασμό (πρέπει να είναι $<26^{\circ}\text{C}$). Για το λόγο αυτό είναι σκόπιμη η ολοκλήρωση των εφαρμογών πριν τις μεσημεριανές ώρες.
- Η ποσότητα ψεκαστικού μίγματος στη δεξαμενή πριν την πτήση. Η παρασκευή του μίγματος γίνεται λαμβάνοντας υπ' όψιν την χωρητικότητα της δεξαμενής, το μέγεθος της επιφάνειας του ψεκασμού, την δοσολογία του σκευάσματος ανά στρέμμα, την ταχύτητα του αεροσκάφους και την παροχή του ψεκαστήρα.
- Διάρκεια πτήσης. Μία πτήση πρέπει να διαρκεί τουλάχιστον όσο χρόνο απαιτείται για την ορθή κάλυψη της συνολικής επιφάνειας η οποία είναι από πριν γνωστή. Πτήση μικρότερης διάρκειας δηλώνει πλημμελή εκτέλεση του ψεκασμού.
- Μετά την πτήση ελέγχεται ότι η δεξαμενή έχει αδειάσει τελείως, πράγμα που σημαίνει ότι χρησιμοποιήθηκε το σύνολο του ψεκαστικού υγρού. Σε περίπτωση που παρασκευάζεται για ασφάλεια μεγαλύτερη ποσότητα μείγματος από την απαιτούμενη τότε μετά την πτήση θα πρέπει να μένει αχρησιμοποίητη κάποια ποσότητα. Αυτή η ποσότητα πρέπει να μετριέται.
- GPS- καταγραφέας πορείας. Τα στοιχεία που συλλέγονται πρέπει να είναι διαθέσιμα για τους ελεγκτές ώστε να ελέγχουν την πορεία που ακολουθήθηκε, την ταχύτητα του αεροσκάφους και όποιων άλλων σχετικών παραμέτρων καταγράφονται από το αντίστοιχο σύστημα (πιθανόν περισσότερες δυνατότητες καταγραφής σε σχέση με αντίστοιχα συστήματα επίγειων μέσων).

Σημείωση

Όσοι χειρίζονται μεγάλη ποσότητα βιοκτόνων σκευασμάτων πρέπει να έχουν άδεια απεντόμωσης.

4. Αναδιάρθρωση του προγράμματος καταπολέμησης κουνουπιών για την Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας σε πολλαπλά επίπεδα

Κεντρική και ενιαία διοίκηση. Μέχρι σήμερα η καταπολέμηση των κουνουπιών στην Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας (ΠΚΜ) εφαρμόζεται τμηματικά υπό την διαχείριση και επιτήρηση αναπτυξιακών εταιριών και άλλων τοπικών φορέων. Το κάθε πρόγραμμα ακολουθεί ανεξάρτητη διεξαγωγή διαγωνισμών με διαφορετικό προϋπολογισμό και δυνατότητες εφαρμογής του προγράμματος προκαλώντας ενδοπεριφερειακές ανισότητες σε ότι αφορά την ποιότητα εκτέλεσης και ελέγχου των προγραμμάτων καταπολέμησης. Επιπλέον δημιουργούνται προβλήματα συντονισμού, μη ταυτόχρονης έναρξης των προπαρασκευαστικών βημάτων καθώς και των ίδιων των προγραμμάτων σε διαφορετικές Περιφερειακές Ενότητες (ΠΕ) με καταστροφικές συνέπειες για την καταπολέμηση των κουνουπιών και τον περιορισμό σχετικών επιδημιών σε γειτονικές ΠΕ και στο σύνολο της ΠΚΜ. Μάλιστα ο οικονομικός και επιχειρησιακός κατακερματισμός των πόρων και προγραμμάτων με βάση τα σύνορα των πρώην νομών και νυν ΠΕ εξ ορισμού μειώνει την αναμενόμενη αποτελεσματικότητα των έργων καθώς η φύση του προβλήματος, από επιστημονικής πλευράς, εξαρτάται από άλλου είδους σύνορα, όπως γεωμορφολογικά, οικοτοπικά, κ.ά. Συνεπώς η ΠΚΜ πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια ενιαία μονάδα και να διαθέτει έναν κεντρικό φορέα που θα σχεδιάζει και εκτελεί ένα ενιαίο ολοκληρωμένο πρόγραμμα σε ολόκληρη την ΠΚΜ ώστε να διασφαλίζεται συνολικά η παροχή ποιοτικών υπηρεσιών σε όλους τους κατοίκους και επισκέπτες της- επιμερισμός έργων και δράσεων θα γίνεται από τον φορέα αυτό με βάση επιστημονικά κριτήρια σε καθορισμένες Ζώνες Επέμβασης. Επιπλέον, η ύπαρξη ενός τέτοιου φορέα μπορεί να εξασφαλίζει την έγκαιρη έναρξη των προπαρασκευαστικών βημάτων προς το Ελεγκτικό Συνέδριο και των έργων, ειδικά εάν θεσμοθετηθεί ειδικός κωδικός για την καταπολέμηση των κουνουπιών ανά περιφέρεια στον κρατικό προϋπολογισμό του Νοεμβρίου. Τέλος μπορεί να συμβάλλει στην μείωση του κόστους των προγραμμάτων μέσω της πλεονεκτικής διαπραγματευτικής του θέσης, σε σύγκριση με τους φορείς των επιμέρους ΠΕ, για την αγορά βιοκτόνων σκευασμάτων. Μάλιστα πολλά έργα καταπολέμησης κουνουπιών έχουν επισυνάψει στις Προγραμματικές Συμβάσεις να βαρύνει το κόστος αγοράς των βιοκτόνων σκευασμάτων τους ανάδοχοι. Ως γνωστόν αυτό το κόστος αποτελεί καθοριστικό παράγοντα επιβάρυνσης για κάθε πρόγραμμα καταπολέμησης κουνουπιών. Θα πρέπει λοιπόν να δούμε πώς το κόστος ελέγχεται, πώς αποτυπώνεται, πώς αξιολογείται (αντιστοιχούν τα τιμολόγια αγοράς με τις ψεκασθείσες επιφάνειες;) σαν μέρος του συνολικού προϋπολογισμού του κάθε προγράμματος. Είναι ευνόητο ότι υψηλές τιμές βιοκτόνων σκευασμάτων επιβαρύνουν τον

προϋπολογισμό του κάθε προγράμματος έχοντας σαν αποτέλεσμα την αναποτελεσματικότητα καταπολέμησης (πρόωρη εξάντληση κονδυλίων και εσπευσμένη διακοπή του προγράμματος- λήξη των επεμβάσεων). Τέτοιου είδους προβλήματα μπορούν να επιλυθούν αν γίνει, όπως προαναφέρθηκε, ένας ενιαίος διαγωνισμός προμήθειας σκευασμάτων από την Περιφέρεια.

4.1. Εξειδικευμένος Κεντρικός Ελεγκτικός Μηχανισμός.

Ο έλεγχος των ανάδοχων τόσο σε λογιστικό όσο και επιχειρησιακό επίπεδο απαιτεί την ύπαρξη ενός ορθά καταρτισμένου προσωπικού σχετικά με τα τεχνικά και επιστημονικά θέματα που καλείται να ελέγξει, αλλά και ως προς την αντίστοιχη νομοθεσία και τις συνθήκες της αγοράς. Διαφορετικά, χωρίς αυτές τις γνώσεις, ο ελεγκτικός μηχανισμός είναι έρμαιο των δηλώσεων των ανάδοχων, αδυνατώντας να κρίνει και ουσιαστικά να ελέγξει. Αυτό αφήνει εκτεθειμένο το έργο, θέτει σε κίνδυνο την αποτελεσματικότητά του αλλά δημιουργεί και συνθήκες για κακή διαχείριση/σπατάλη του δημόσιου χρήματος, στην καλύτερη περίπτωση λόγω άγνοιας. Ειδικά για τον επιχειρησιακό έλεγχο, οφείλουμε να τονίσουμε ότι τα τελευταία χρόνια, **ο ίδιος ανάδοχος που κάνει τις δειγματοληψίες προνομίων και τις επίγειες εφαρμογές καταπολέμησης κάνει και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας των εφαρμογών**, ενώ γίνεται και μερικός επανέλεγχος από τον φορέα διαχείρισης. Ο έλεγχος οφείλει να γίνεται από ανεξάρτητο, τεχνικά εξειδικευμένα κρατικό φορέα (Περιφέρεια) και όπως είναι αυτονόητο **δεν μπορεί να συνεχίσει να είναι ο ελεγχόμενος ταυτόχρονα και ελεγκτής.**

4.1.1. Ολοκληρωμένο Πρόγραμμα Καταπολέμησης. τα προγράμματα καταπολέμησης κουνουπιών στην Κεντρική Μακεδονία έτσι όπως εφαρμόζονται τα τελευταία 15 χρόνια είναι ελλιπή, διότι στηρίζονται κυρίως σε μια μέθοδο καταπολέμησης, την προνυμφοκτονία και σε ελάχιστο έως μηδενικό βαθμό στην διαχείριση των εστιών αναπαραγωγής και χώρων ενδιαίτησης των κουνουπιών. Παρόλη την εκτεταμένη εφαρμογή της προνυμφοκτονίας, τα επίπεδα όχλησης από τα κουνούπια παραμένουν υψηλά σε ορισμένες περιοχές της Κεντρικής Μακεδονίας. Τα ανησυχητικά υψηλά επίπεδα ακμαίων κουνουπιών στην αγροτική περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας σε συνδυασμό με τους ιδιαίτερα ζεστούς και υγρούς θερινούς μήνες που χαρακτηρίζουν την περιοχή, συμβάλλουν στη διαμόρφωση ιδανικών συνθηκών για την εμφάνιση και εξάπλωση επιδημιών μέσω των κουνουπιών. Επιβάλλεται λοιπόν ο εκσυγχρονισμός και η αναδιάρθρωση του προγράμματος με την ένταξη νέων αποτελεσματικών μεθόδων καταπολέμησης και την παράλληλη βελτίωση των ήδη εφαρμοζόμενων μεθόδων. Ειδικά η ορθή διαχείριση εστιών αναπαραγωγής και χώρων ενδιαίτησης και διαχείμασης των κουνουπιών (π.χ. καταστροφή

καλαμιώνων γύρω από τα αρδευτικά κανάλια, συντήρηση του αρδευτικού συστήματος, στεγανοποίηση βόθρων, κτλ) μπορεί να μειώσει την απαιτούμενη ένταση/συχνότητα των δράσεων καταπολέμησης και συνεπώς και κόστος του Προγράμματος ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει ή στην χειρότερη περίπτωση διατηρεί την αποτελεσματικότητά του. Τονίζουμε ότι τα ολοκληρωμένα προγράμματα πρέπει από την φύση τους να είναι δυναμικά, δηλαδή μεταβαλλόμενα με τον χρόνο, όπως άλλωστε είναι και το πρόβλημα που καλούνται να αντιμετωπίσουν αλλά και να αντανakλούν τις εξελίξεις στη επιστήμη, τεχνολογία και τον εμπλουτισμό των γνώσεων που αποκτούνται για τις ιδιαιτερότητες των συνθηκών (βιολογίας κουνουπιών, τεχνικών περιορισμών, προβλημάτων μεθοδολογιών, κτλ) στην συγκεκριμένη περιοχή.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Becker, N. et al (2010) Mosquitos and Their Control. Springer, Heidelberg, Dordrecht, New York
- Becker, N. et al (2010) Mosquitoes and Their Control. Springer, Heidelberg, Dordrecht, New York
- Brown he, Paladini M, Cook RA, Kline D, Barnard D, Fish D 2008. Effectiveness of mosquito traps in measuring species abundance and composition. *J Med Entomol* 45:517-521
- Clements, A. N. (1999). *The Biology of Mosquitos: Volume 2. Sensory Reception and Behaviour*. CABI publishing, Wallingfor
- Clements, A. N. (2000). *The Biology of Mosquitos: Volume 1. Development, Nutrition and Reproduction*. CABI publishing, Wallingford
- Connelly, C.R. and D.B. Carlson (Eds.). 2009. Florida Coordinating Council on Mosquito Control: The state of the mission as defined by mosquito controllers, regulators, and environmental managers. Vero Beach, FL: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida Medical Entomology Laboratory.
- Crisp, S and Knepper R. (2003) An Examination of Mosquito Activity Related to Time of Day for Several Michigan Species. Saginaw County Mosquito Abatement Commission, 211 Congress St. Saginaw, MI
- Eisler, R. (1992) Diflubenzuron Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic Review. Contaminant Hazard Reviews, Report 25, Biological Report 4.
- Ellis R (2004) Municipal Mosquito Control Guidelines. 3rd revision, Health Canada, Center for Infectious Disease Prevention and Control.
- Hiwat H., Andriessen R., de Rijk M., Koenraad C.J. & Takken W. (2011) Carbon dioxide baited trap catches do not correlate with human landing collections of *Anopheles aquasalis* in Suriname. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* Vol.106(3):360-364
- Lacey, L. A. and Lacey, M. C (1990) The medical importance of Riceland mosquitos and their control using alternatives to chemical insecticides. *J Am Mosq Control Assoc Suppl*, 2, 1-93
- McGee, C. E. et al (2007) Nonviremic transmission of West Nile Virus: Evaluation of the effects of space, time and mosquito species. *Am J Trop Med Hyg*, 76, 424-430
- Pasteur N. and Reymond M., (1996) Insecticide Resistance Genes in Mosquitoes: Their Mutations, Migration, and Selection in Field Populations. *Journal of Heredity*: 87, 444-449
- Silver JB (2008) *Mosquito Ecology: Field Sampling Methods*. 3rd Edition, Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Βογιατζόγλου-Σαμανίδου, Α (2011) Τα κουνούπια της Ελλάδας: Μορφολογία, Βιολογία, Δημόσια υγεία, Κλείδες προσδιορισμού, Αντιμετώπιση. Αγρότυπος, Αθήνα.

Ζιώγας, Β.Ν., Μαρκόγλου, Α.Ν. (2007) Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Έκδοση Β.Ζιώγας/Α. Μαρκόγλου, Αθήνα.

Καπετανάκης,Ε.([http://www.lib.teiher.gr/webnotes/steg/Methodoi Antimetopisis Fytoparasiton/](http://www.lib.teiher.gr/webnotes/steg/MethodoiAntimetopisisFytoparasiton/)) Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Βιβλιοθήκη ΤΕΙ Κρήτης. Ηλεκτρονικές σημειώσεις