

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
Ι Δ Ρ Υ Μ Α



ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

«Τοξικότητα του Confidor στο αρπακτικό έντομο
Coccinella septempunctata L. (Coleoptera: Coccinellidae)
στην περιοχή της Νεμέας»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

A.M 2010-115

ΑΝΤΙΚΑΛΑΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ

«Τοξικότητα του Confidor στο αρπακτικό έντομο
Coccinella septempunctata L. (Coleoptera: Coccinellidae)
στην περιοχή της Νεμέας»

«ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ
ΕΥΘΥΝΗΣ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Όνομα & Επώνυμο Συγγραφέα (Με Κεφαλαία):

ΖΑΧΑΡΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Υπογραφή (Ολογράφως, χωρίς μονογραφή):



.....

Ημερομηνία (Ημέρα – Μήνας – Έτος):

07/06/2016

Περίληψη

Η σύγχρονη φυτοπροστασία της φυτικής παραγωγής έχει ως στόχο την αντιμετώπιση των επιζήμιων εντομολογικών εχθρων των καλλιεργειών. Ο παραπάνω στόχος έχει ως αποτέλεσμα το συνδυασμό κλασσικών αλλά και σύγχρονων τρόπων αντιμετώπισης τους.

Ωστόσο, ο στόχος δεν είναι μόνο η αντιμετώπιση των εχθρών αλλά και η προστασία τόσο του περιβάλλοντος όσο και του παραγωγού και του καταναλωτή. Για το λόγο αυτό η σύγχρονη φυτοπροστασία στηρίζεται στην Ολοκληρωμένη Διαχείριση Εχθρών (IPM). Κατά την οποία σημαντικός παράγοντας είναι οι γνώσεις, οι οποίες υπάρχουν ως προς την οικολογία των επιζήμιων εντόμων αλλά και ως προς την ανθεκτικότητά τους στα αντίστοιχα εντομοκτόνα.

Έτσι, δημιουργείται ένας συνδυασμός όλων των διαθέσιμων μεθόδων καταπολέμησης. Ωστόσο, στόχος της IPM είναι η σταδιακή μείωση των χημικών φυτοφαρμάκων και η αύξηση των βιολογικών σκευασμάτων, κατά τη διάρκεια της αντιμετώπισης των επιζήμιων εντομολογικών εχθρών.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΑΦΙΔΕΣ.....	12
ΓΕΝΙΚΑ	12
Μορφολογικά Χαρακτηριστικά:	12
Είδη Αφίδων:.....	12
Χρονικό Εμφάνισης:.....	13
Φυσικοί Εχθροί και Αφίδες:.....	13
Είδη Αρπακτικών και Παρασίτων:	13
1.2 Ζημιές	13
1.3 Βιολογικός Κύκλος Αφίδων.....	15
1.4 Η Αφίδα <i>Aphis fabae</i> Scopoli (Hemiptera: Aphididae).....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΝΤΟΜΩΝ	20
2.1 Γενικά.....	20
2.1.1 Χημική Καταπολέμηση.....	20
2.1.2 Βιολογική Καταπολέμηση	21
2.1.3 Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση	22
2.1.4 Δράση Εντομοκτόνων	23
2.1.5 Ανθεκτικότητα Των Εντόμων Στα Εντομοκτόνα.....	24
2.1.6 Η Ανθεκτικότητα Των Αφίδων Στα Εντομοκτόνα.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΟΙ ΦΥΣΙΚΟΙ ΕΧΘΡΟΙ	27
3.1 Τα Αρπακτικά Έντομα	27
3.2 Οι φυσικοί Εχθροί της Αφίδας <i>Aphis fabae</i> Scopoli.....	28
3.3. Το Αρπακτικό Έντομο <i>Coccinella septempunctata</i> L. (Coleoptera: Coccinellidae)	28

3.4 <i>Coccinella septempunctata</i> Βιολογικός Κύκλος.....	30
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	31
΄Β. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	32
Β. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	33
Πειραματικό υλικό	33
Αποικία αφίδων	33
Αποικίες αρπακτικών	34
Φυτά.....	35
Γ. Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε.....	36
Δ. Πειραματική μεθοδολογία	36
Ανάλυση στοιχείων.....	36
Αποτελέσματα	37
Συζήτηση	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	40
Ελληνική βιβλιογραφία	40
Ξένη βιβλιογραφία	41

Πρόλογος

Με τη παρούσα πτυχιακή εργασία θα μελετηθεί η επίδραση φυτοπροστατευτικών προϊόντων ως προς τους φυσικούς εχθρούς και συγκεκριμένα του φυτοφαρμάκου Confidor ως προς το αρπακτικό έντομο *Coccinella septempunctata* L. (Coccinella: Coccinellidae).

Η πτυχιακή διατριβή αποτελείται από το γενικό μέρος και το ειδικό μέρος. Στο γενικό μέρος περιγράφεται τόσο ο βιολογικός κύκλος των αφίδων όσο και του αρπακτικού εντόμου *Coccinella septempunctata*. Ακόμα, δίνονται πληροφορίες για τη μορφολογία αλλά και τις διατροφικές συνήθειες. Επίσης, αναφέρονται και πληροφορίες για τη χρήση της Βιολογικής αλλά και της Ολοκληρωμένης καταπολέμησης..

Στο ειδικό μέρος γίνεται η περιγραφή των πειραματικών διαδικασιών, οι οποίες έγιναν στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του ΤΕΙ Πελοποννήσου στα πλαίσια της πτυχιακής διατριβής και τα αποτελέσματα και τη συζήτηση αυτών.

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Π. ΣΚΟΥΡΑΣ Επιβλέπων, Συμβασιούχος Επίκουρος Καθηγητής, ΑΤΕΙ Καλαμάτας

Γ. ΣΤΑΘΑΣ Αναπληρωτής Καθηγητής Εντομολογίας, ΑΤΕΙ Καλαμάτας

Ε. ΚΑΡΤΣΩΝΑΣ Καθηγητής Εφαρμογών, ΑΤΕΙ Καλαμάτας

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επιβλέποντα- Επιστημονικό συνεργάτη Επίκουρο Καθηγητή Δρ. Παναγιώτη Σκούρα για τις πολύτιμες γνώσεις και την βοήθεια που μου προσέφερε για να πραγματοποιηθεί αυτή η εργασία καθώς επίσης και την ευκαιρία που μου προσέφερε να γνωρίσω και να ασχοληθώ με την επιστήμη της Εντομολογίας.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή Εντομολογίας του Α.ΤΕΙ Καλαμάτας Δρ. Γεώργιο Σταθά για τις χρήσιμες συμβουλές που μου έδωσε για να πραγματοποιηθεί αυτή η εργασία.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω και τον Καθηγητή Εφαρμογών Επαμεινώντα Κάρτσωνα του Α.ΤΕΙ Καλαμάτας για την καθοδήγηση που μου προσέφερε κατά την παραμονή μου στο Α.ΤΕΙ.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στους γονείς μου Σπύρο Ζαχαριά και την Αικατερίνη Ζορμπά για την στήριξη που μου προσφέρανε όλα αυτά τα χρόνια ψυχικά και οικονομικά καθώς επίσης και την αδερφή μου Αναστασία για την ψυχική στήριξη που μου παρείχε.

Ά. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 1^ο Αφίδες

ΓΕΝΙΚΑ

Οι αφίδες είναι έντομα, τα οποία εμφανίζονται σε πολλές καλλιέργειες. Η οικογένεια, στην οποία ανήκουν, είναι η Aphididae ενώ η τάξη του είναι αυτή των Homoptera. Η αφίδα φέρει ως κοινή ονομασία αυτή της μελίγκρας.

Μορφολογικά Χαρακτηριστικά: Η αφίδα είναι έντομο μικρών διαστάσεων και συγκεκριμένα το μέγεθός τους παρατηρείται από ένα χιλιοστό μέχρι και δέκα χιλιοστά. Το σχήμα τους είναι ωοειδές και διαθέτουν μαλακό σώμα, το οποίο είναι ευαίσθητο, ελάχιστα χιτρινισμένο, λείο ή τριχωτό. Η κεφαλή τους είναι ευδιάκριτη και επάνω της διακρίνονται μακριές κεραίες. Οι κεραίες είναι αυτές, οι οποίες φέρουν τα αισθητήρια όργανα, τα οποία αποτελούνται από τον λακκίσκο. Ο λακκίσκος είναι περιβαλλόμενος από προεξέχοντα δακτύλιο. Επίσης, οι κεραίες διαθέτουν σκάππο, ποδίσκο και λεπτό μαστίγιο. Στο λεπτό μαστίγιο παρατηρούνται τέσσερα άρθρα ενώ το τελευταίο άρθρο αποτελείται από το βασικό τμήμα και τη λεπτή απόλυση. Οι οφθαλμοί τους είναι κυρίως σύνθετοι ενώ τα πτερωτά είδη διαθέτουν και τρεις απλούς οφθαλμούς. Ο σύνθετος οφθαλμός έχει στο κάτω μέρος οπτικό λοβό με τρία ομματίδια και θεωρείται χαρακτηριστικό στοιχείο του. Τα στοματικά τους μόρια είναι νύσσο-μυζητικού τύπου (Τζανακάκης & Κατσογιάννης, 2003). Οι πτερωτές μορφές των αφίδων διαθέτουν ευδιάκριτο θώρακα σε αντίθεση με τις άπτερες μορφές, όπου ο θώρακας διακρίνεται ελάχιστα. Επίσης, οι αφίδες διαθέτουν ταρσούς με δύο άρθρα ενώ τα πόδια τους είναι λεπτά και μακριά. Το ρύγχος των αφίδων διακρίνεται μεταξύ και εμπρός από τα ισχία του πρώτου ζεύγους των ποδιών. Οι πτέρυγές τους διαθέτουν ένα μόνο νεύρο ενώ το ζεύγος από σιφώνια ή κεράτια, τα οποία διαθέτουν, παρουσιάζονται στην ραχιαία πλευρά του πέμπτου κοιλιακού άρθρου. Η κοιλιά τους είναι μερικώς ανεπτυγμένη και στα ενήλικα άτομα έχει κατάληξη στην ουρά (cauda) (Dixon, 1998).

Είδη Αφίδων: Οι αφίδες διακρίνονται σε φυλλόβιες, ρηζόβιες και κηκιδόβιες. Τα φυλλόβια είδη προσβάλλουν τα φύλλα και συγκεκριμένα την κάτω επιφάνεια ενώ τα ριζόβια είδη προσβάλλουν τις ρίζες των φυτών. Τέλος, τα κηκιδόβια είδη δημιουργούν αποικίες κηκίδων στο φύλλωμα των ξενιστών και τρέφονται από αυτό.

Χρονικό Εμφάνισης: Οι αφίδες παρατηρείται πως εμφανίζονται την εποχή της άνοιξης και του φθινοπώρου καθώς το κλίμα είναι θερμό και υγρό. Επίσης, την άνοιξη παρατηρείται και έξαρση της αναπαραγωγής των αφίδων και αυτό οφείλεται στους έντονους ρυθμούς ανάπτυξης των βλαστών και των φύλλων. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα να ευνοείται η εξάπλωση των πληθυσμών των αφίδων. Στην Ελλάδα ο μεγαλύτερος αριθμός των αφίδων εμφανίζεται το Μαΐο (Tsitsipis et al. 1998). Την περίοδο του καλοκαιριού παρατηρείται περιορισμός του πληθυσμού διότι το κλίμα είναι ξηρό και θερμό. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα η αναπαραγωγή των αφίδων να γίνεται με πιο αργούς ρυθμούς.

Φυσικοί Εχθροί και Αφίδες: Οι φυσικοί εχθροί των αφίδων είναι αυτοί, οι οποίοι μειώνουν το γρήγορο ρυθμό αναπαραγωγής τους και την αύξησή τους. Με αποτέλεσμα τα είδη των αρπακτικών και των παρασίτων να είναι απαραίτητα ως προς την αντιμετώπιση των πληθυσμών των αφίδων.

Είδη Αρπακτικών και Παρασίτων: Τα αρπακτικά Coleoptera της οικογένειας Coccinellidae και συγκεκριμένα το *Coccinella septempunctata* L., *Hippodamia variegata*, *Hippodamia convergens* (Katsarou et al. 2005, Ζάρπας, 2006), *Hippodamia undecimnotata* (Schneider) (Σκούρας και συνεργάτες, 2007). Επίσης, τα αρπακτικά της οικογένειας Syrphidae και τα παρασιτοειδή Hymenoptera των οικογενειών Braconidae, Chalcididae και Prototrupidae (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 1998). Τέλος, τα αρπακτικά Neuroptera των οικογενειών Chrysophidae και Hemerobiidae (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 1998).

1.2 Ζημιές

Οι αφίδες δεν προσβάλλουν όλα τα φυτά και δεν δημιουργούν ζημιές σε όλο το φυτό αλλά δείχνουν προτίμηση σε νεαρά φυτά κυρίως ενώ προκαλούν ζημιές σε τρυφερού βλαστούς και φύλλα. Οι αφίδες διαθέτουν νύγματα, τα οποία χρησιμοποιούν ώστε να μυζούν χυμούς από τα φύλλα και τους βλαστούς. Κατά το παραπάνω τρόπο οι αφίδες αναπαράγονται και αναπτύσσονται. Οι αφίδες με το να μυζούν χυμούς προκαλούν ζημιές όπως είναι η συστροφή των φύλλων. Αυτή τη συστροφή των φύλλων, οι αφίδες τη χρησιμοποιούν ως ασπίδα προστασίας από τους ψεκασμούς, οι οποίοι γίνονται

σε καθυστερημένο χρονικό όριο. Κατά αυτό το τρόπο η καταπολέμηση των αφίδων παρουσιάζει δυσκολίες και κατά συνέπεια το φυτό δυσκολεύεται στην ανάπτυξη του και στην ωρίμανσή του.

Με την προσβολή που δέχεται το φυτό από τις αφίδες, αναστέλλεται η φυσιολογική λειτουργία των οργάνων του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το φυτό να παρουσιάζει μείωση των φύλλων, των βλαστικών του τμημάτων και των ριζών του. Επίσης, οι αφίδες με την προσβολή τους στο φυτό του δημιουργούν φυλλόπτωση και ολική ξήρανση (Παπαδάκη-Μπουρναζάκη Μ., 1993). Επίσης, χαρακτηριστικό στοιχείο κάποιων ειδών αφίδων είναι τα μελιτώδη αποχωρήματα. Τα μελιτώδη αποχωρήματα εκτός από τη μόλυνση, την οποία προκαλούν στο φυτό, ελκύουν και τα μυρμηγκία. Τα μυρμηγκία με τη σειρά τους διώχνουν τα αφιδοφάγα έντομα με αποτέλεσμα οι αφίδες να μην κινδυνεύουν. Επίσης, η παρουσία των μελιτωδών αποχωρημάτων δημιουργεί ιδανικό περιβάλλον για το μύκητα της καπνιάς.

Οι φυτικοί ιοί και η μετάδοσή τους είναι αποτέλεσμα της παρουσίας των αφίδων. Τα νύγματα, τα οποία έχουν δημιουργηθεί, είναι η είσοδος των μικροοργανισμών ως προς το εσωτερικό του φυτού. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σήψης στα προσβεβλημένα όργανα ή διαφόρων ιώσεων.

Οι φυτικοί ιοί διαχωρίζονται σύμφωνα με το τρόπο, τον οποίο μεταδίδονται. Οπότε, παρατηρούνται οι μη έμμονοι ιοί, οι έμμονοι ιοί και οι ημιμόνιμοι ιοί. Οι έμμονοι ιοί διατηρούν την παραμονή τους στο φορέα είτε για μεγάλο χρονικό διάστημα είτε για ολόκληρη τη ζωή τους. Διατηρούν τη μολυντική τους ικανότητα (Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992). Το καρούλιασμα των γεωμήλων είναι έμμονος ιός (Μπούρμπο & Σκουντιριδάκη, 1990). Οι μη έμμονοι ιοί, αφού μολύνουν το φυτό, παραμένουν στους σιελογόνους αδένες της αφίδας για περίπου δύο ώρες. Παράδειγμα ενός μη έμμονου ιού είναι το μωσαϊκό της αγγουριάς και της κολοκυθιάς (Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992). Οι ημιμόνιμοι ιοί έχουν ενδιάμεσα χαρακτηριστικά. Η τριστέσα των εσπεριδοειδών και ο ίκτερος των τεύτλων είναι ημιμόνιμοι ιοί (Γεωργόπουλος & Ζιώγας, 1992).

Οι σιελογόνοι αδένες είναι το όργανο, το οποίο μεταφέρει τους ιούς και ταυτόχρονα τους μεταδίδει. Ο ιός πολλαπλασιάζεται με τη βοήθεια των υγρών και μεταφέρεται σε διαφορετικό ξενιστή κάθε φορά όπου η αφίδα μεταναστεύει.

Τέλος, οι αφίδες χαρακτηρίζονται ως ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς των καλλιεργειών καθώς φέρει μεγάλο αριθμό γενεών ανά έτος ενώ ταυτόχρονα μεταδίδει ιούς.

1.3 Βιολογικός Κύκλος Αφίδων

Ο βιολογικός κύκλος των αφίδων χαρακτηρίζεται ως πολύπλοκος ενώ βασικό χαρακτηριστικό του είναι ο πολυμορφισμός. Τα είδη των αφίδων διαχωρίζονται σύμφωνα με το βιολογικό κύκλο τους κατά αυτό το τρόπο προκύπτουν τα μονόοικα και τα ετερόοικα είδη. Η πλειοψηφία των αφίδων ανήκει στα μονόοικα είδη ενώ το 10% των ειδών ανήκει στα ετερόοικα είδη.

Τα ετερόοικα είδη αλλάζουν ξενιστή κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου και από τις δενδρώδεις καλλιέργειες μεταναστεύουν σε ποώδη φυτά. Ο βιολογικός τους κύκλος ξεκινάει με τη σύζευξη, η οποία γίνεται στο κύριο ξενιστή ενώ ύστερα γίνεται και η εναπόθεση των χειμερινών ωών. Την άνοιξη εκκολάπτονται τα ωά και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση των άπτερων παρθενογενετικών θηλυκών. Τα παραπάνω θηλυκά άτομα φέρουν μια πιο συγκεκριμένη ονομασία και αυτή είναι θεμελιωτικά ή ιδρυτικά άτομα (fundatrix). Ύστερα, οι παρθενογενετικές γενιές, οι οποίες εμφανίζονται, φέρουν άπτερα άτομα (apterous fundatrigeniae) στα οποία παρατηρείται μεταβολή στη μορφολογία τους (Lees, 1966). Όταν έχει περάσει κάποιος αριθμός γενεών τότε εμφανίζονται τα πτερωτά θηλυκά άτομα (migrantes ή alate fundatrigeniae). Τα παραπάνω άτομα μεταναστεύουν είτε σε φυτά ίδιου είδους με αυτά του κύριου ξενιστή είτε πάνε σε δευτερεύοντες ξενιστές. Την άνοιξη και το καλοκαίρι παρατηρείται το φαινόμενο της διαδοχής και συγκεκριμένα στους δευτερεύοντες ξενιστές. Ως φαινόμενο διαδοχής χαρακτηρίζεται όταν η μια παρθενογενετική γενεά διαδέχεται την επόμενη. Επιπλέον, δεν γεννιούνται μόνο άπτερες μορφές αλλά και πτερωτά παρθενογενετικά θηλυκά (alienicolae), τα οποία αναπαράγονται αφού πρώτα μεταναστεύσουν σε άλλα φυτά. Επίσης, κάποιες οικογένειες παρουσιάζουν είδη, των οποίων η παραγωγή των θηλυτόκων πτερωτών και των αρσενικών γίνεται στο δευτερόντα ξενιστή και μετά μεταναστεύουν στο κύριο ξενιστή. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η αφίδα *Aphis fabae Scopoli* (Hemiptera: Aphididae). Η παραπάνω διαδικασία γίνεται τη περίοδο του φθινοπώρου όπου η διάρκεια της ημέρας μειώνεται. Τα

θηλυτόκα, λοιπόν, γεννούν τα ωτοτόκα θηλυκά στο κύριο ξενιστή και αφού ολοκληρώσουν τη διαδικασία της σύζευξης με τα αρσενικά άτομα ύστερα εναποθέτουν τα χειμερινά ωά (Σκούρας, 2009). Επίσης, κάποια ετερόοικα είδη εμφανίζουν πτερωτά παρθενογενετικά άτομα στους δευτερεύοντες ξενιστές, τα οποία χαρακτηρίζονται ως φυλογόνα άτομα και έχουν μια μεταναστευτική μορφή. Στον πρωτεύοντα ξενιστή γεννιούνται άπτερα αρσενικά και ωτοτόκα θηλυκά από τα φυλογόνα άτομα. Τέλος, έχει παρατηρηθεί πως τα θηλυκά, τα οποία επιστρέφουν στο πρωτεύοντα ξενιστή, παρουσιάζουν μορφολογικές διαφορές σε σύγκριση με αυτά, τα οποία μεταναστεύουν στους δευτερεύοντες ξενιστές την άνοιξη (Blackman & Eastop, 2000).

Τα μονόοικα είδη αφίδων, δηλαδή τα μη μεταναστευτικά, εμφανίζουν αρκετά είδη, τα οποία ζουν μόνο σε δένδρα και δεν θεωρούνται επικίνδυνα για τις γεωργικές καλλιέργειες. Ωστόσο, στις γεωργικές καλλιέργειες διακρίνονται είδη αφίδων, τα οποία ζούν σε μια συγκεκριμένη καλλιέργεια όλο το χρόνο. Παραδείγματα τέτοιων ειδών είναι η αφίδα του μπιζελιού *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) και η αφίδα των δημητριακών *Sitobion avenae* (Hemiptera: Aphididae). Τα μονόοικα είδη των αφίδων ολοκληρώνουν τον ετήσιο βιολογικό τους κύκλο σε ένα ξενιστή, ο οποίος είτε είναι το ίδιο το φυτό είτε φυτό του ίδιου είδους. Το φθινόπωρο, τα άπτερα παρθενογενετικά θηλυκά (φυλογόνα) γεννούν ωτοτόκα και αρσενικά. Τα αρσενικά άτομα, τα οποία θα γεννηθούν, θα είναι άπτερα διότι δεν χρειάζεται να μεταναστεύσουν από τον δευτερεύοντα ξενιστή στο κύριο ώστε να ολοκληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο. Αν και παρατηρούνται είδη αφίδων, τα οποία ανήκουν στα μονόοικα είδη και γεννούν πτερωτά και άπτερα αρσενικά. Τα περισσότερα μονόοικα είδη οφείλουν την εξέλιξή τους στα ποώδη φυτά εξαιτίας της ετεροοικίας. Κάποια μονόοικα είδη αφίδων φέρουν παρόμοια χαρακτηριστικά και παρουσιάζουν συγγένεια με ετερόοικα είδη διότι ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε ποώδη ξενιστή, ο οποίος είναι και ο δευτερεύον ξενιστής για τα ετερόοικα είδη. Η μονοοικία είναι ένα συχνό και συνεχές φαινόμενο στην πρόσφατη αλλά και στη μακρινή εξελικτική ιστορία των αφίδων (Blackman & Eastop, 2000).

Τέλος, οι αφίδες διαθέτουν ως χαρακτηριστικό στοιχείο την ζωοτοκία. Δηλαδή, η ανάπτυξη του εμβρύου αρχίζει πριν γεννηθεί η μητέρα του και γεννιέται όταν η μητέρα ενηλικιωθεί. Το παραπάνω φαινόμενο έχει ως

αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλοι πληθυσμοί διότι γίνεται επικάλυψη των γενεών και εμιώνεται η μέση διάρκεια της κάθε γενεάς.

1.4 Η Αφίδα *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae)

Η *Aphis fabae* Scopoli είναι η επιστημονική ονομασία της μαύρης αφίδας των κουκιών. Η οικογένεια, στην οποία υπαγεται είναι η Aphididae ενώ η τάξη της είναι αυτή των Ημιπτέρων (Hemiptera).

Η *A.fabae* έχει μικρό σωματικό μέγεθος και συγκεκριμένα με μήκος, το οποίο είναι απο 1,8 έως 2,5 χιλιοστά. Θεωρείται δυσδιάκριτη ενώ το χρώμα της είναι είτε μαύρο είτε υποπράσινο. Η μορφή του σώματός της είναι αχλαδόμορφη και το σώμα της είναι μαλακό. Επίσης, το σώμα της περιβάλλεται απο ένα ασθενές δικτυωτό πρίβλημα κάτι το οποίο την κάνει ευαίσθητη.

Εν συνεχεία, τα πόδια της είναι κοντά και διαθέτουν μηρούς. Οι μηροί διαχωρίζονται σε πρόσθιους, σε μέσους και οπίσθιους. Επιπλέον, παρατηρούνται υποκίτρινες κνήμες με άκρο υπόφαιο ενώ κάθε μαύρος ταρσός φέρει 1 με 2 άρθρα. Τα κεράτιά της είναι κυλινδρικά με στενό άκρο.

Η μαύρη αφίδα των κουκιών διαθέτει ένα έντονο χαρακτηριστικό στοιχείο, το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα, να την διακρίνουμε και να την εντοπίζουμε πιο εύκολα από τα υπόλοιπα είδη μαύρων αφίδων. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι μια κνήμη, την οποία διαθέτει το έμφυλο θηλυκό και είναι ισχυρότατα εξοιδημένη (Bonnemaison L., 1965).

Η μαύρη αφίδα των κουκιών έχει στοματικά μόρια νύσσο-μυζητικού τύπου και διαθέτουν τέσσερις λεπτές σμήριγγες. Οι σμήριγγες είναι πριονωτές ώστε να μπορεί να τρυπάει τους φυτικούς ιστούς (Bonnemaison L., 1965) (Εικόνα 1). Οι σμήριγγες, επίσης, περιβάλλονται από ένα σωληνωτό ρύγχος, το οποίο εκφύεται από τα ισχία των πρόσθιων ποδιών.



Εικόνα 1: Ενήλικο άπτερο άτομο αφίδας *A.fabae*

Τα πρώτα ακμαία εμφανίζονται μετά από τα μέσα Μαρτίου και γεννούν άπτερα των οποίων οι απόγονοι φέρουν κατά πλειοψηφία πτερωτές μορφές, οι οποίες μεταναστεύουν σε πολυάριθμους δευτερεύοντες ξενιστές φυτών (Blackman & Eastop, 2000). Τέλος Απριλίου ή αρχές Μαΐου οι τα πτερωτά παρθενότοκα άτομα εμφανίζονται και αφήνουν τις άπτερες μορφές στην κάτω επιφάνεα των φύλλων ή στο άκρο των στελεχών. Οι πτερωτές μορφές, για να ξεκινήσουν τη διαδικασία της μετανάστευσης, χρειάζονται συγκεκριμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία είναι καλή όταν κυμαίνεται μεταξύ 23°C-30°C και η σχετική υγρασία αέρα να βρίσκεται σε ποσοστό 40%-80% (Johnson, 1952).

Η *A.fabae* τα νύγματα, τα οποία δημιουργεί, έχουν ως αποτέλεσμα τα φύλλα να περιτυλίγονται και να συρρικνώνονται. Οι αποικίες της είναι συμπαγείς με χιλιάδες άτομα και οι οποίες φέρουν πτερωτές μορφές όπου στη συνέχεια μεταναστεύουν σε δευτερεύοντες ξενιστές. Ο ρυθμός της αύξησης των αποικιών είναι ταχύς μέχρι τα μέσα Ιουνίου (Εικόνα 2). Η δράση των αρπακτικών και των παρασιτοειδών μέχρι τα μέσα Ιουλίου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση από τις προσβολές των αφίδων.



Εικόνα 2: Αποικία της *A. fabae* Scopoli

Η *A. fabae* Scopoli χαρακτηρίζεται ως πολυφάγο έντομο και οι ξενιστές της ξεπερνούν τους 200. Οι καλλιέργειες, στις οποίες παρατηρείται κυρίως, είναι ετήσια ψυχανθη και τεύτλα (Τζανακάκης, 1973). Τέλος, θεωρείται δίοικο άτομο και κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου της μεταναστεύει από το κύριο ξενιστή σε δευτερεύον.

Κεφάλαιο 2^ο Καταπολέμηση των εντόμων

2.1 Γενικά

Η καταπολέμηση των μη ωφέλιμων εντόμων γίνεται με τη συμβολή τριών διαφορετικών μεθόδων. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος είναι αυτή της χημικής καταπολέμησης ωστόσο πολλές φορές συνδυάζεται με τη βιολογική καταπολέμηση. Ο συνδυασμός των δυο παραπάνων μεθόδων μας δίνει την ολοκληρωμένη καταπολέμηση.

Τέλος, για να είναι αποτελεσματικές οι μέθοδοι καταπολέμησης και να μειώνονται οι πιθανότητες εμφάνισης πολυάριθμων πληθυσμών από μη ωφέλιμα έντομα θεωρείται σημαντικό η λήψη κάποιων καλλιεργητικών μέτρων. Τα μέτρα αυτά χρονικά γίνονται πριν τη χρήση οποιαδήποτε μεθόδου. Τα μέτρα αυτά είναι τα εξής: η ζιζανιοκτόνια, η εδαφοκάλυψη, η αντιμετώπιση του εντόμου στις αρχικές εστίες με μηχανικά μέσα, κλάδεμα και εκρίζωση. Επίσης, ο έλεγχος της καλλιέργειας μας, των γειτονικών αλλά και των ζιζανίων ανα τακτά χρονικά διαστήματα, το δίκτυ σκίασης ώστε να καλυφθεί η καλλιέργεια, η καταστροφή φυτών από προηγούμενες καλλιέργειες και η καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας μετά τη συγκομιδή. Επιπλέον, να δώσουμε προσοχή στο χρόνο φύτευσης της καλλιέργειας, με στόχο να αποφύγουμε τα μικρά φυτά στην περίοδο εμφάνισης πτερωτών αφίδων και τα φυτάρια να είναι υγιή κατά τη φύτευση. Τέλος, σημαντική είναι η ορθολογική λίπανση (Αθανασίου, 1999).

2.1.1 Χημική Καταπολέμηση

Η μέθοδος της χημικής καταπολέμησης χαρακτηρίζεται ως η πιο αποτελεσματική, γρήγορη αλλά και διαδεδομένη. Η επιλογή του σωστού χημικού σκευάσματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση ή και τη θανάτωση των επιβλαβών εντόμων σε μικρό χρονικό διάστημα. Ωστόσο, τα μειονεκτήματα της χημικής καταπολέμησης είναι αρκετά.

Η υπερβολική χρήση χημικών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων δημιουργεί αρνητικές καταστάσεις ως προς το περιβάλλον, στο οποίο ζεί ο άνθρωπος αλλά και τη καθημερινότητά του. Γενικά, η χημική καταπολέμηση δρα αρνητικά στο σύνολο της τροφικής αλυσίδας με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα υγείας ο άνθρωπος. Εκτός από τον

άνθρωπο, προβλήματα αντιμετωπίζουν και οι ωφέλιμοι οργανισμοί εξαιτίας της έντονης τοξικής δράσης, την οποία διαθέτουν τα χημικά σκευάσματα. Επίσης, τα χημικά σκευάσματα δημιουργούν οικολογικές ανωμαλίες στην ανθεκτικότητα των βλαβερών εντόμων τόσο στα εντομοκτόνα όσο και στην εξάπλωση τους. Το έδαφος και τα ύδατα επηρεάζονται εξίσου αρνητικά (Τζανακάκης, 1995).

Τέλος, ο παραγωγός θέτει ως στόχο την ορθή χρήση των χημικών σκευασμάτων, έχοντας ως βάση την σωστή επιλογή του κατάλληλου φαρμάκου, το σωστό χρόνο εφαρμογής του και τη σωστή δοσολογία (Δημόπουλος, 2004).

2.1.2 Βιολογική Καταπολέμηση

Η βιολογική καταπολέμηση θεωρείται κύριο αντικείμενο των επιστημονικών ερευνών για το τομέα της καταπολέμησης των ασθενειών και των εντομολογικών εχθρών. Στόχος των επιστημόνων είναι η εύρεση ενός νέου τρόπου αντιμετώπισης όλων των βλαβερών εντόμων και ασθενειών των καλλιεργειών μας. Ο τρόπος αυτός θα είναι εναλλακτικός, οικονομικός και χωρίς την παρουσία των φυτοφαρμάκων.

Όταν λοιπόν γίνεται αναφορά στη βιολογική καταπολέμηση, ταυτόχρονα γίνεται και παραπομπή στους ζωντανούς οργανισμούς και στη χρήση αυτών ως προς την αντιμετώπιση των προβλημάτων στην καλλιέργεια μας.

Ο χαρακτήρας της βιολογικής καταπολέμησης είναι μιμητικός. Το παραπάνω σημαίνει πως μιμείται τη δραστηριότητα της φύσης. Το έντομο-θηρευτής ικανοποιεί τις διατροφικές του ανάγκες εις βάρος κάποιου άλλου εντόμου, το οποίο είναι το θήραμα. Το παραπάνω στηρίζεται με παράδειγμα, τα αρπακτικά έντομα *Coccinella septempunctata* και *Hippodamia variegata*, τα οποία δρουν κατά των αφίδων. Ωστόσο, εκτός από ωφέλιμα έντομα χρησιμοποιούνται βακτήρια αλλά και μύκητες, οι οποίοι θανατώνουν τους εχθρούς λόγω των τοξινών όπου παράγουν. Επίσης, στη βιολογική καταπολέμηση γίνεται χρήση εντομοαποθητικών φυτικής προέλευσης. Τέλος, για την αντιμετώπιση βλαβερών εντόμων χρησιμοποιούνται αιθέρια έλαια και φερομόνες (Howse & Stevens, 1998).

Η βιολογική καταπολέμηση χαρακτηρίζεται ως ακίνδυνη για τα φυτά, τον άνθρωπο αλλά και τα ζώα (Τζανακάκης, 1995). Σαν μέθοδος δεν είναι πολυέξοδη όσο αναφορά την εφαρμογή της και ιδιαίτερα όταν το κράτος βοηθάει στις έρευνες και στη διάδοσή της. Ακόμα, τα ωφέλιμα έντομα περιορίζουν το πληθυσμό των βλαβερών εντόμων για μεγάλο χρονικό διάστημα, από τη στιγμή κατά την οποία παράγουν έργο.

Η βιολογική καταπολέμηση δεν φέρει όμως μόνο θετικά αποτελέσματα αλλά έχει και αρνητικά. Σαν μέθοδος στηρίζεται στη χρήση εντομοφάγων εντόμων και αυτό έχει ως συνέπεια, να μην μας δίνει άμεσα και σταθερά αποτελέσματα (Τζανακάκης, 1995). Η χρήση των εντομοφάγων εντόμων δεν μειώνει σε ικανοποιητικό βαθμό το πληθυσμό των βλαβερών εντόμων. Τέλος, η εισαγωγή ωφέλιμων εντόμων χρειάζεται προσοχή διότι μπορεί να εξαφανιστούν χρήσιμα έντομα από τις καλλιέργειες (Howard, 1991).

2.1.3 Ολοκληρωμένη Καταπολέμηση

Η μέθοδος της ολοκληρωμένης καταπολέμησης είναι ένας συνδυασμός όλων των διαθέσιμων μεθόδων καταπολέμησης. Ως επι το πλείστον δίνεται βάση στις μεθόδους, οι οποίες δεν φέρουν χημικά σκευάσματα. Ωστόσο, οι μέθοδοι, οι οποίοι χρησιμοποιούνται, είναι:χημική, βιολογική, βιοτεχνολογική, μηχανική, γενετική και καλλιεργητικά μέσα.

Με τη μέθοδο της ολοκληρωμένης καταπολέμησης στοχεύουμε στη μείωση των πληθυσμών των βλαβερών οργανισμών για τα φυτά, χωρίς όμως να έχουμε οικονομική ζημία στη καλλιέργεια.

Με τη χρήση της ολοκληρωμένης καταπολέμησης έχει παρατηρηθεί πως υπάρχει μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος ενώ δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα υγείας τόσο ο καταναλωτής όσο και ο παραγωγός. Επίσης, μέσω της ολοκληρωμένης καταπολέμησης μειώνονται οι πιθανότητες, να δημιουργηθούν ανθεκτικές φυλές εντόμων ως προς τα εντομοκτόνα. Τέλος, οι επεμβάσεις με χημικά σκευάσματα είναι τόσες ώστε να μην επηρεάζουν τη παραγωγή μας (Τζανακάκης, 1995).

Ωστόσο, η ολοκληρωμένη μέθοδος φέρει και τα αρνητικά της στοιχεία. Εάν δεν υπάρχει ένα έμπειρο και καταρτισμένο προσωπικό τότε δεν έχουμε τα

αποτελέσματα, τα οποία επιθυμούμε. Επίσης, τόσο ο τομέας της οργανωμένης έρευνας όσο και η ανάπτυξη των προγραμμάτων αντιμετωπίζουν δυσκολίες.

2.1.4 Δράση Εντομοκτόνων

Τα εντομοκτόνα περιέχουν δραστικές ουσίες, οι οποίες για να δράσουν ως προς το έντομο και να μας δώσουν τα αποτελέσμα, τα οποία θέλουμε, θα πρέπει να έρθουν σε επαφή με το έντομο. Έτσι, τα εντομοκτόνα διαχωρίζονται σύμφωνα με τον τρόπο τον οποίο εισέρχονται και δρουν στο έντομο.

Υπάρχουν τα εντομοκτόνα στομάχου, τα οποία εισέρχονται στον οργανισμό του εντόμου μαζί με την τροφή μέσω των στοματικών μορίων. Τα εντομοκτόνα στομάχου αφορούν κυρίως έντομα μασητικού τύπου, φυλλοφάγων εντόμων ή καρποφάγων ειδών. Ως εντομοκτόνα στομάχου χαρακτηρίζονται οι ενώσεις αρσενικού, φθορίου, χαλκού και αλκαλοειδή, τα οποία είναι φυτικής προέλευσης.

Ακόμα μια κατηγορία είναι αυτή των εντομοκτόνων επαφής. Τα αναπνευστικά τρήματα, οι ταρσοί των ποδιών ακόμα και το σωματικό περίβλημα (cuticula) είναι τα όργανα του εντόμου από τα οποία εισέρχεται η δραστική ουσία, όταν έρθει σε επαφή το εντομοκτόνο. Ο βαθμός περατότητας του εντομοκτόνου επηρεάζεται από τη δομή και τη χημική σύσταση του χιτίνινου εξωσκελετού. Τα οργανωσφορικά και τα χλωριωμένα θεωρούνται εντομοκτόνα επαφής.

Επίσης, υπάρχουν τα εντομοκτόνα καπνογόνου δράσης ή ασφυκτικά. Η δραστική ουσία των εντομοκτόνων αυτών εισέρχεται από τα αναπνευστικά τρήματα και τα τραχεία. Το έντομο παθαίνει ασφυξία αφού η προσβολή γίνεται στο αναπνευστικό του σύστημα. Η προσβολή μπορεί να γίνει ακόμα μέσω του κυκλοφορικού συστήματος καθώς η δραστική ουσία καταλήγει στις θέσεις δράσης και έτσι το έντομο θανατώνεται. Τέλος, τα στοματικά μόρια των εντόμων δεν επηρεάζουν την επιλογή τους ως εντομοκτόνα.

Τέλος, διακρίνουμε και τα εντομοκτόνα πολλαπλής δράσης. Στα εντομοκτόνα πολλαπλής δράσης παρατηρούμε πως η δράση τους γίνεται είτε με δύο είτε με παραπάνω τρόπους. Τα εντομοκτόνα πολλαπλής δράσης έχουν ευρύ φάσμα δράσης για αρκετά είδη εχθρών, οι οποίοι προσβάλλουν τις

καλλιέργειες. Τέλος, έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν ως εντομοκτόνα επαφής, στομάχου ή και ως ασφυκτικά.

2.1.5 Ανθεκτικότητα Των Εντόμων Στα Εντομοκτόνα

Η ανθεκτικότητα, η οποία εμφανίζεται στα έντομα ως προς τα αντίστοιχα εντομοκτόνα, παρουσιάζει ποικιλομορφία μεταξύ των ατόμων σε ένα πληθυσμό. Η αντοχή, η οποία φέρει το κάθε έντομο στα εντομοκτόνα, επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες. Ένας τέτοιος παράγοντας είναι η χρονική στιγμή, κατά την οποία θα γίνει η εφαρμογή του εντομοκτόνου μέχρι τη στιγμή, την οποία θα δράσει. Όλο αυτό το χρονικό διάστημα οι ιδιότητες του κάθε εντόμου έρχονται σε συσχέτιση τόσο με τα στάδια του αντίστοιχου εντομοκτόνου όσο και με τα τοξικά παραγωγά του.

Ο διεθνής όρος της ανθεκτικότητας των εντόμων ως προς τα εντομοκτόνα φέρει την ονομασία resistance. Με τον παραπάνω όρο υποστηρίζεται, πως τα έντομα δεν παρουσιάζουν εθισμό κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου αλλά με το πέρασμα του χρόνου παρουσιάζουν ανθεκτικότητα. Το παραπάνω φαινόμενο γίνεται με την επιλογή των ανθεκτικών γονιδίων, τα οποία φέρει ο πληθυσμός των εντόμων ως προς το εντομοκτόνο. Τα έντομα, τα οποία θεωρούνται ευπαθή, πεθαίνουν διότι το εντομοκτόνο ως παράγοντα επιλογής, έχει επιλέξει τα ανθεκτικά γινίδια (Τζανακάκης, 1995).

Η γνώση και η διαπίστωση ως προς το φαινόμενο της ανθεκτικότητας είναι σημαντικές τόσο για τη μέθοδο της Ολοκληρωμένης καταπολέμησης όσο και σαν πρόβλημα, το οποίο αντιμετωπίζει σε παγκόσμιο επίπεδο η γεωργία. Με το φαινόμενο της ανθεκτικότητας ο κάθε παραγωγός έχει να αντιμετωπίσει τόσο την αύξηση της συχνότητας όσο και τη ποσότητα της εφαρμογής του εντομοκτόνου. Επίσης, παρατηρείται μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας αλλά και οι τροφές παρουσιάζουν περισσότερα τοξικά υπολείμματα. Ωστόσο, επηρεάζεται και το περιβάλλον καθώς αυξάνονται οι τοξικές ουσίες σε αέρα, έδαφος και νερό. Η ανθεκτικότητα αντιμετωπίζεται αφού πρώτα προηγηθεί η διάγνωσή της στον αντίστοιχο πληθυσμό εντόμων, τον οποίο επιθυμούμε. Οι μέθοδοι, οι οποίοι υπάρχουν για την αντιμετώπιση της ανθεκτικότητας, είναι οι κλασικές, οι βιοχημικές και οι μοριακές.

Η κλασσική μέθοδος θεωρείται η πιο γνωστή. Η κλασσική μέθοδος μέσα από βιοδοκιμές, οι οποίες γίνονται στο έντομο με το αντίστοιχο εντομοκτόνο, μας δίνει τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουμε το φαινόμενο της ανθεκτικότητας. Ωστόσο, για να γίνει η επιλογή της μεθόδου, της οποίας θα γίνει χρήση, πρώτα θα πρέπει να ελεγχθεί το είδος και το μέγεθος του εντόμου. Επίσης, οι κλασσικές μέθοδοι αν και είναι αποτελεσματικές φέρουν ως μειονέκτημα το ότι είναι χρονοβόρες αλλά και μη ακριβείς στα αποτελέσματά τους. Οι κλασσικές μέθοδοι, δηλαδή, δεν δίνουν ακριβείς στοιχεία για το ποιός είναι υπεύθυνος μηχανισμός της ανθεκτικότητας. Έτσι, επιθυμώντας πιο ακριβείς απαντήσεις και λεπτομέρειες, ίνεται χρήση των βιοχημικών και μοριακών μεθόδων (Σκούρας, 2009).

Με τη χρήση των βιοχημικών και μοριακών μεθόδων μας δίνεται η δυνατότητα να ανιχνεύσουμε τους μηχανισμούς, οι οποίοι θεωρούνται υπεύθυνοι για την ανθεκτικότητα. Για να επιτευχθεί το παραπάνω δεν εξετάζονται ομάδες εντόμων αλλά μεμονομένα τα άτομα.

Τέλος, το να γίνει αναγνώριση των μηχανισμών ανθεκτικότητας θεωρείται σημαντικό διότι με αυτό το τρόπο γίνεται καθορισμός του φάσματος της διασταύρωσης ανθεκτικότητας, το οποίο αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα στην αντιμετώπιση των εντόμων. Επίσης, γίνεται πιο εύκολη η επιλογή εναλλακτικών εντομοκτόνων και ακόμα επιτρέπει τη λεπτομερή χαρτογράφηση περιοχών με ανθεκτικούς πληθυσμούς (Denholm et al., 1998)

2.1.6 Η Ανθεκτικότητα Των Αφίδων Στα Εντομοκτόνα

Εκτός από τα έντομα και είδη αφίδων παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε διάφορα εντομοκτόνα και αυτό συμβαίνει εξαιτίας της συχνής χρήσης των εντομοκτόνων. Επίσης, ο ανεπιτυχής έλεγχος των εχθρών μιας καλλιέργειας φέρει ως αποτέλεσμα το φαινόμενο της ανθεκτικότητας. Το 1983 ο Georgiou μέσα από τη παγκόσμια επισκόπηση της ανθεκτικότητας, διαπίστωσε πως 400 είδη αρθρόποδων έφεραν ανθεκτικότητα σε μια ή και παραπάνω κατηγορίες εντομοκτόνων.

Στις αφίδες παρατηρείται πως σε παραπάνω από είκοσι είδη παρουσιάζεται ανθεκτικότητα. Ωστόσο, στα είδη *M. persicae* και *A. gossypii*

(Hemiptera: Aphididae) παρουσιάζεται πιο έντονο το φαινόμενο της ανθεκτικότητας.

Κεφάλαιο 3^ο Οι Φυσικοί Εχθροί

3.1 Τα Αρπακτικά Έντομα

Τα αρπακτικά έντομα και συγκεκριμένα τα εντομοφάγα ή θηρευτικά χαρακτηρίζονται ως φυσικοί εχθροί. Χαρακτηριστικό των αρπακτικών εντόμων είναι ότι τρέφονται με παραπάνω από ένα άτομο της λείας τους. Το βλαβερό είδος, το οποίο θέλουμε να αντιμετωπίσουμε, φέρει ως φυσικό εχθρό αρπακτικό έντομο, είτε αυτός ο εχθρός είναι φυτοφάγος, σαρκοφάγος ή και σαπροφοάγος (Τζανακάκης, 1995). Ωστόσο, στην ίδια κατηγορία με αυτή των αρπακτικών παρουσιάζονται τόσο τα παράσιτα όσο και τα παρασιτοειδή.

Τα αρπακτικά έντομα πριν χρησιμοποιήσουν το θήραμά τους ως τροφή, το σκοτώνουν. Ο θηρευτής της τροφής διακρίνεται σύμφωνα με την οικογένεια, την οποία ανήκει το έντομο. Κατά αυτό το τρόπο ως θηρευτές μπορεί να χαρακτηριστούν είτε οι προνύμφες είτε τα ενήλικα άτομα. Τα αρπακτικά έντομα, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Coccinellidae κοινώς πασχλίτσες και τρέφονται με αφίδες φέρουν ως θηρευτές τροφής τόσο τις προνύμφες τους όσο και τα ενήλικα άτομα.

Οι φυσικοί εχθροί έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν το πληθυσμό των βλαβερών εντόμων με αποτέλεσμα να δημιουργείται ισορροπία στο περιβάλλον και το κέρδος του ανθρώπου να θεωρείται αξιόλογο.

Ωστόσο, υπάρχουν διάφοροι παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν τη δράση των φυσικών εχθρών ως προς την αντιμετώπιση των βλαβερών εντόμων και τη μείωση των πληθυσμών τους. Παράδειγμα ενός τέτοιου παράγοντα είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ της χημικής και της βιολογικής καταπολέμησης και η οποία προέρχεται από τη τοξικότητα κάποιων εντομοκτόνων προς τους φυσικούς εχθρούς.

Έτσι, κατά τη χρήση της ολοκληρωμένης καταπολέμησης των βλαβερών εντόμων στοχεύουμε στην ενίσχυση και στη διατήρηση των φυσικών εχθρών. Η ενίσχυση και η διατήρηση των φυσικών εχθρών γίνεται μέσω της ενίσχυσης και συντήρησης των ενδιαιτημάτων τους αλλά και τη χρήση εκλεκτικών εντομοκτόνων, τα οποία δεν δημιουργούν προβλήματα στα ωφέλιμα έντομα αλλά έχουν μεγαλύτερη τοξικότητα ως προς τα βλαβερά έντομα (Hopper, 2003).

3.2 Οι φυσικοί Εχθροί της Αφίδας *Aphis fabae* Scopoli

Οι φυσικοί εχθροί της αφίδας *A.fabae* είναι αρκετοί. Ο βιολογικός κύκλος των φυσικών εχθρών διαρκεί από 15 έως 18 ημέρες και η θερμοκρασία να βρίσκεται στους 25°C. Παρατηρείται πως τα θηλυκά ενήλικα άτομα δν φέρουν μεγάλη διάρκεια ζωής και συγκεκριμένα υπολογίζεται το πολύ στους τρεις μήνες. Η τροφή τους περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό αφίδων. Όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες, οι οποίες επικρατούν, είναι οι επιθυμητές τότε τα θηλυκά γεννούν στο σύνολο πάνω από 800 αυγά, τα οποία εμφανίζονται σε ομάδες των 15 έως 25 αυγών. Τα έντομα παρουσιάζουν ενεργητικότητα όταν βρίσκονται σε θερμοκρασία από 22°C έως 26°C, σε αντίθεση με την θερμοκρασία των 13°C όπου αντιμετωπίζουν πρόβλημα και η δραστηριότητά τους διεκόπτεται.

Στην Ελλάδα οι πιο διαδεδομένοι φυσικοί εχθροί της αφίδας *Aphis fabae* Scopoli είναι οι παρακάτω. Από την οικογένεια Coccinellidae είναι τα αρπακτικά έντομα *Coccinella septempunctata*, *Hippodamia variegata*, *Adalia bipunctata* και *Propylea quatuordecimpunctata*. Επίσης, παρατηρείται το έντομο *Aphidius colemani* της οικογένειας Braconidae και τέλος από την οικογένεια Cecidomyiidae το αρπακτικό *Aphidoletes aphidimyza*.

3.3. Το Αρπακτικό Έντομο *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)

Το αρπακτικό έντομο *C.septempunctata* φέρει ως κοινή ονομασία αυτής της κοκκινέλα ή πασχαλιά. Επίσης, το έντομο αυτό είναι Κολεόπτερο και ανήκει στην οικογένεια Coccinellidae. Ως αρπακτικό έντομο είναι αφιδοφάγο ενώ χαρακτηρίζεται ως ένας σημαντικός θηρευτής αφίδων παγκοσμίως. Στην Ελλάδα θεωρείται σημαντικός φυσικός εχθρός για τις αφίδες τους είδους *M.persicae* (Hemiptera: Aphididae) και συγκεκριμένα στις καλλιέργειες καπνού και ροδακινιάς (Katsarou et al., 2005, Karagounis et al., 2006). Ωστόσο, εμφανίζεται και σε άλλες καλλιέργειες όπως είναι αυτές των ψυχανθών και του βαμβακιού, στις οποίες τρέφεται με αφίδες όπως είναι για παράδειγμα η *A.fabae* σε καλλιέργεια με ψυχανθή, *Brevicoryne brassicae* σε καλλιέργεια λάχανου και *A.gossypii* σε καλλιέργειες βαμβακιού.

Οι προνύμφες και τα ακμαία του συγκεκριμένου είδους καταναλώνουν τις πιο πολλές αφίδες σε σύγκριση με άλλες πασχαλίτσες. Σε χρονικό διάστημα

ενός μήνα το *C.septempunctata* είτε είναι ακμαίο είτε προνύμφη καταναλώνει πάνω από 500 αφίδες (Γραβάνης, 2009). Οι απαιτήσεις σε μεγάλες ποσότητες τροφής έχει ως συνέπεια τη μετανάστευση των ενήλικων ατόμων όταν πλέον αυτή έχει εξαντληθεί (Bianchi et al., 2006). Ωστόσο, η πασχαλίτσα δεν τρέφεται μόνο με αφίδες αλλά και με μελιτώματα συγκεκριμένων ειδών αφίδων, όπως είναι η αφίδα *Aphis craccivora* Koch.

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του *C.septempunctata* είναι όπως σχεδόν όλων των αρπακτικών εντόμων, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Coccinellidae. Τα έλυτρα, τα οποία διαθέτει, είναι χρώματος πορτοκαλί έως κόκκινα. Στα έλυτρα επάνω είναι εμφανή επτά μαύρα στίγματα σύμφωνα με το πρότυπο σχέδιο 1-4-2. Συγκεκριμένα το κάθε έλυτρο φέρει τρία στίγματα και το έβδομο βρίσκεται πίσω από τη μέση του προθώρακα. Η κεφαλή του εντόμου είναι μαύρη ενώ σε κάθε πλευρά της έχει μια λευκή ή ωχρή κοιλίδα. Επίσης, ο θώρακας, τα πόδια αλλά και το κοιλιακό μέρος είναι μαύρου χρώματος. Τα θηλυκά άτομα διακρίνονται μορφολογικά από τα αρσενικά άτομα σύμφωνα με το μέγεθος αλλά και το τελευταίο κοιλιακό τμήμα τους. Το κοιλιακό τμήμα των θηλυκών ατόμων είναι επίπεδο ενώ των αρσενικών είναι εξογκωμένο. Η θερμοκρασία είναι ένας παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει το μέγεθος του σώματος του αρπακτικού. Παρατηρείται πως στους 14°C το μήκος του εντόμου είναι στα 5,99mm ενώ στους 23°C είναι 6,12mm. Το πλάτος του εντόμου είναι 4,07mm στους 14°C και 4,3mm στους 23°C (Katsarou et al., 2005).

Οι προνύμφες του *C.septempunctata* διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά. Το χρώμα τους είναι σκούρο καστανό ενώ το σώμα τους είναι μακρύ. Όταν βρίσκονται στο 4^ο στάδιο οι προνύμφες, το σώμα τους έχει μήκος από 7mm έως και 8mm. Επίσης, διαθέτουν τρία ζεύγη ποδιών. Οι νύμφες του αρπακτικού διαθέτουν το ίδιο χρώμα με τις προνύμφες. Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί πως σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας αλλά χαμηλής υγρασίας, οι νύμφες έχουν χρώμα το ανοικτό πορτοκαλί (Hodek, 1973). Τέλος, τα αυγά είναι κίτρινα και διαθέτουν μακρύ, ελλειπτικό σώμα, το οποίο έχει μήκος 1mm.



Εικόνα 3: Ενήλικο άτομο

3.4 *Coccinella septempunctata* Βιολογικός Κύκλος

Το αρπακτικό για να ολοκληρώσει το βιολογικό του κύκλο πρέπει να περάσει από συγκεκριμένα στάδια. Τα στάδια αυτά είναι τα τέσσερα προνυμφικά, το στάδιο της νύμφης και το τελικό στάδιο αυτό του ενήλικου ατόμου. Η διάρκεια των σταδίων επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, με αποτέλεσμα στους 14°C να διαρκεί 70,4 ημέρες ενώ στους 23°C έχει διάρκεια 22,1 ημέρες.

Ο βιολογικός κύκλος του αρπακτικού στην Ελλάδα έχει τις εξής χρονικές περιόδους. Τέλη Μαρτίου έως και τον Ιούλιο η πασχαλίτσα είναι σε δραστηριότητα και σε διαδικασία αναπαραγωγής. Από τον Ιούλιο μέχρι και τον Αύγουστο είναι η χρονική περίοδος κατά την οποία το έντομο έρχεται στη διαδικασία της θερινής αναπαραγωγικής διάπαυσης. Η διάπαυση διακόπτεται την περίοδο κατά την οποία το έντομο επανεμφανίζεται στον αγρό και συγκεκριμένα συμβαίνει από το μήνα Σεπτέμβριο έως και το Νοέμβριο. Η περίοδος της διαχείμασης διαρκεί από το Νοέμβριο έως τα τέλη Φεβρουαρίου ή τις αρχές Μαρτίου (Katsoyannos, 1976).

Το *C.septempunctata* διαχειμάζει πάντα στο έδαφος και συγκεκριμένα είτε κάτω από πέτρες, σε στρώματα ξερών φύλων, σε τρύπες του εδάφους είτε κοντά στη βάση των φυτών ή και αλλού. Χαρακτηριστικό του στοιχείο είναι πως η διαχείμαση γίνεται στο ίδιο μέρος, στο οποίο πολλαπλασιάζεται. Σε πεδινές περιοχές η πασχαλίτσα συνηθίζει να διαχειμάζει σε άκρες ή ξέφωτα δασών αλλά και σε δένδρα, τα οποία έχουν το ρόλο του ανεμοφράκτη. Αν όμως δεν υπάρχουν οι παραπάνω θέσεις τότε το αρπακτικό έντομο διαχειμάζει κοντά σε απομονωμένους θάμνους, σε άλλα φυτά ή ακόμα και σε πλαγιές λόφων (Hodek, 1973).

Η έξοδος των ενήλικων ατόμων από τη διαδικασία της διαχείμασης γίνεται σε πεδινές περιοχές και τη χρονική περίοδο από τα τέλη Μαρτίου έως τις αρχές Απριλίου. Το δεύτερο μισό του μήνα Απριλίου τα ενήλικα γεννούν τα αυγά τους. Το είδος *C.septempunctata* παρουσιάζει παραλλακτικότητα ως προς τον αριθμό των γενεών, καθώς εμφανίζουν το έτος περισσότερες από μια γενεά (Hodek, 1986).

Το *C.septempunctata* παρουσιάζει στην Ελλάδα τέσσερις γενεές το χρόνο. Η εμφάνιση της πρώτης γενεάς γίνεται στον αγρό το δεύτερο ή το τρίτο δεκαήμερο του Μαΐου. Η δεύτερη γενεά εμφανίζεται τέλη Ιουνίου με αρχές Ιουλίου, η τρίτη γενεά κάνει την εμφάνισή της τέλη Ιουλίου έως τις αρχές Αυγούστου και η τέταρτη γενεά διακρίνεται αρχές Σεπτεμβρίου έως τα τέλη του ίδιου μήνα ή ίσως και πιο αργά μέχρι το τρίτο δεκαήμερο του Οκτώβρη (Katsoyannos et al., 1997). Τέλος, παρατηρείται ένα φαινόμενο μετανάστευσης μεγάλου αριθμού ενήλικων ατόμων σε κοντινές ορεινές περιοχές και συγκεκριμένα από τα τέλη Ιουνίου, με αποτέλεσμα οι πεδινές περιοχές φέρουν μικρότερους πληθυσμούς.

Σκοπός της εργασίας

Το είδος *C. septempunctata* αποτελεί ένα σημαντικό μέρος των φυσικώς συναντώμενων ωφελίμων εντόμων που ασκούν βιολογική καταπολέμηση στις αφίδες, συνεπώς ενδιαφέρει η σχέση που έχει με τα εντομοκτόνα. Αυτό μας δείχνει τη σωστή εφαρμογή της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της μέσης θανατηφόρου δόσης (LD₅₀) ενός νεονικοτενοειδούς εντομοκτόνου (imidacloprid) το οποίο χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των αφίδων, στην επιβίωση του αρπακτικού *C. septempunctata*.

Η γνώση των προβλημάτων που μπορούν να προκαλέσουν τα εντομοκτόνα στα αρπακτικά έντομα, θα μας βοηθήσει στη σωστή εφαρμογή αυτών χωρίς κινδύνους ανθεκτικότητας ή μεγάλης ελλειμματικότητας και για το περιβάλλον.

Β. ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

B. Υλικά και Μέθοδοι

Πειραματικό υλικό

Το είδος αρπακτικού των Κολεόπττερων *C. septempunctata* συλλέχθηκε στην περιοχή Νεμέας το έτος 2014, από καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε η αφίδα *Aphis fabae*, της οποίας η εκτροφή γινόταν στο χώρο του εργαστηρίου. Για την εκτροφή της αφίδας χρησιμοποιήθηκαν φυτά κουκιών (*Vicia faba*).

Αποικία αφίδων

Η εκτροφή των αφίδων πραγματοποιήθηκε στο χώρο του εντομοτροφείου, το οποίο βρίσκεται στο Α.ΤΕΙ Καλαμάτας, στα πλαίσια του εργαστηρίου της Εντομολογίας και Ζωολογίας του τμήματος Φ.Π.

Οι συνθήκες, που επικρατούσαν στο θάλαμο εκτροφής, ήταν θερμοκρασία 20°C (\pm 0,5), υγρασία 60 % (\pm 5) και φωτοπερίοδος L16:D8 (L=Light, D=Darkness, Φ:Σ ώρες φωτός:ώρες σκότους). Έτσι, οι αφίδες τοποθετήθηκαν σε ειδικά κλουβιά για την εκτροφή τους. Τα κλούβια είναι σιδερένια με ξύλινο πάτο, γύρω γύρω έχουν ανοίγματα. Προστατεύονται από ένα λεπτό ύφασμα οργανίνας, το οποίο κλείνει ερμητικά εμποδίζοντας τη διαφυγή των αφίδων, ενώ ταυτόχρονα αποφευγόταν η μόλυνση από άλλα έντομα (Εικόνα 8). Οι συνθήκες εξασφάλιζαν τη συνεχή παρθενογενετική αναπαραγωγή των αφίδων. Οι αφίδες τρέφονταν με φυτά κουκιών (*Vicia faba*), η τοποθέτηση καινούργιων φυτών γινόταν κάθε τρεις ημέρες.



Εικόνα 8: Αριστερά, αποικία αφίδων σε κλουβιά εκτροφής σε θάλαμο του εργαστηρίου, δεξιά αποικία αφίδων πάνω σε φυτό κουκιών.

Αποικίες αρπακτικών

Ενήλικα άτομα του αρπακτικού μετά τη συλλογή του από το χωράφι, τοποθετήθηκαν σε ειδικά αεροστεγή σακουλάκια δειγματοληψίας και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο για την ίδρυση αποικίας.

Τα ενήλικα άτομα του αρπακτικού τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς, διάφανους κυλίνδρους, όπου ταϊστήκαν με μολυσμένα κουκιά από *A. fabae* και κλείστηκαν με λεπτή οργαντίνη, για τον αερισμό τους (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Ενήλικα αρπακτικά *C. septempunctata* σε πλαστικούς κλωβούς για την δημιουργία αποικίας, στο θάλαμο του εργαστηρίου.

Διατηρήθηκαν σε αίθουσα στο εργαστήριο, με ρυθμιζόμενη θερμοκρασία 25°C, με υγρασία 60% και με φωτοπερίοδο 16:8 (L:D). Κάθε δύο με τρεις ημέρες γινόταν ανανέωση της τροφής και καθημερινά γινόταν έλεγχος για εναπόθεση αυγών. Τα οποία συλλέγονταν και μεταφέρονταν σε τριβλία μέχρι την εκκόλαψη τους. Μετά την εκκόλαψη τους οι νεαρές προνύμφες τοποθετούνταν σε ξεχωριστά βαζάκια, για να αποφευχθεί ο κανιβαλισμός και κάθε ημέρα προσθέτονταν υπερεπάρκεια αφίδων για την διατροφή τους. Όταν

τα έντομα έφθαναν στο στάδιο του ακμαίου , μεταφέρονταν στα μεγαλύτερα κλουβιά προκειμένου να αναπαραχθούν και να διατηρηθεί η αποικία.

Φυτά

Σε μικρά γλαστράκια (15 χ15εκ), πραγματοποιήθηκε η σπορά του φυτού *Vicia faba* (κουκιά). Οι σπόροι, οι οποίοι παρέμειναν για ένα 24ωρο μέσα στο νερό, τοποθετήθηκαν πάνω σε βρεγμένο περλίτη. Τα γλαστράκια παρέμειναν στους 25°C μέχρι να φυτρώσουν (περίπου 8-10 μέρες). Τα φυτά είναι έτοιμα για μόλυνση μόλις φθάσουν περίπου τα 10 εκατοστά ύψους. Έτσι, τοποθετούνται μέσα σε ειδικούς κλωβούς (οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι με σίδηρο και έχουν ξύλινη βάση), όπου πραγματοποιούμε την τεχνητή μόλυνση με αφίδα *Aphis fabae* και στη συνέχεια κλείνουμε τους κλωβούς με λεπτό ύφασμα οργανίνας (Εικόνα 10).

Από τα φυτά αυτά θα συλλεχθούν ενήλικα άτομα αφίδας, τα οποία θα είναι η τροφή των προνυμφών στο πείραμα. Επίσης, είναι τροφή και για την αποικία των ενήλικων αρπακτικών, που υπάρχουν στο εργαστήριο.



Εικόνα 10: Αριστερά, γλαστράκια με σπόρους από κουκιά πάνω σε περλίτη, δεξιά φυτρωμένοι σπόροι κουκιών έτοιμα για τεχνητή μόλυνση με *A. fabae*.

Γ. Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένας βιοκλιματικός θάλαμος με φωτοπερίοδο 16:8 (L:D) και θερμοκρασία 25°C. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε μια σύριγγα Hamilton των 10 μl, για την τοπική εφαρμογή εντομοκτόνων στο scutellum κάθε εντόμου.

Δ. Πειραματική μεθοδολογία

Για την μελέτη των εντομοκτόνων σε αρπακτικά έντομα χρειάστηκαν προνύμφες τέταρτου σταδίου. Έτσι, μεταφέρθηκαν αυγά από τις αποικίες των ενήλικών μεμονωμένα και διατηρήθηκαν στο βιοκλιματικό θάλαμο, στους 25°C, με φωτοπερίοδο 16:8 και υγρασία 60% μέχρι την εκκόλαψη τους. Κάθε νεοεκκολαφθόμενη προνύμφη τοποθετείται σε ατομικά βαζάκια, όπου παρέμεινε μέχρι να φθάσει στο τέταρτο προνυμφικό στάδιο, μέσα στον θάλαμο. Κάθε μέρα οι προνύμφες, ταιΐζονταν και ελέγχονταν για τα εκδύματα τους, όπου στο τρίτο έκδυμα η προνύμφη βρισκόταν στο τέταρτο στάδιο. Σ' αυτό το στάδιο πραγματοποιήθηκαν οι βιοδοκιμές.

Εφαρμόστηκε το εντομοκτόνο imidacloprid (Confidor 20SL, Bayer Crop Science Ελλάς ABEE) και μάρτυρας με τοπική εφαρμογή στο scutellum του κάθε εντόμου με σύριγγα Hamilton των 10 μl. Κάθε προνύμφη έπειτα από την βιοδοκιμή τοποθετήθηκε στο βαζάκι με ένα φύλλο από κουκιά, έτσι ώστε να διατηρούνται σε υπερεπάρκεια μέχρι το στάδιο της νύμφωσης.

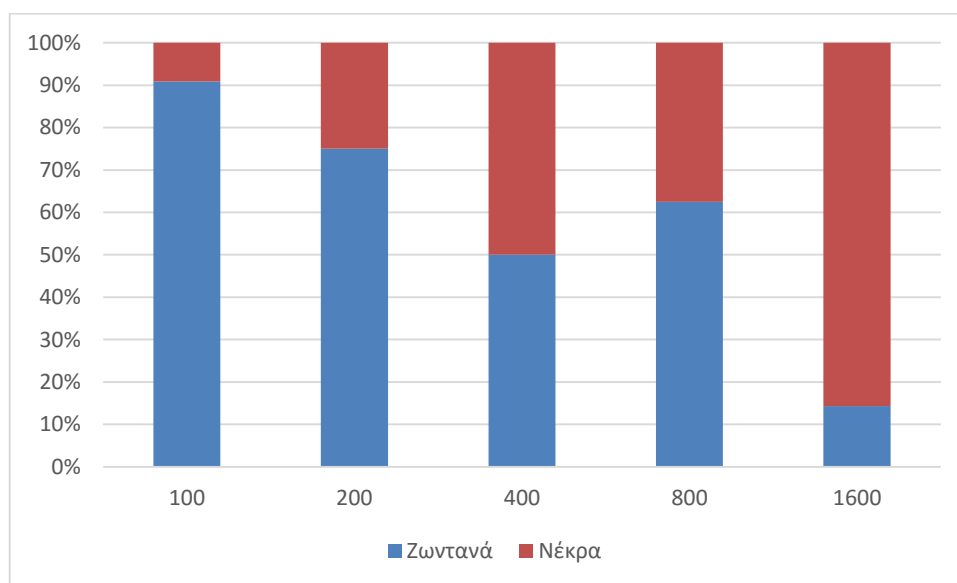
Σε κάθε δόση εντομοκτόνου και στον μάρτυρα πραγματοποιήθηκαν τουλάχιστον εικοσιπέντε άτομα, όμως στα τελικά αποτελέσματα συμπεριλήφθηκαν μόνο οι επαναλήψεις των εντόμων που ολοκλήρωσαν το βιολογικό τους κύκλο ως το στάδιο του ακμαίου.

Ανάλυση στοιχείων

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics v19.0. Οι τιμές ED50 (effective dose-η δόση που σκοτώνει το 50% του πληθυσμού) και τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης (confidence intervals) υπολογίστηκαν με την ανάλυση πιθανοτήτων (Finney 1971).

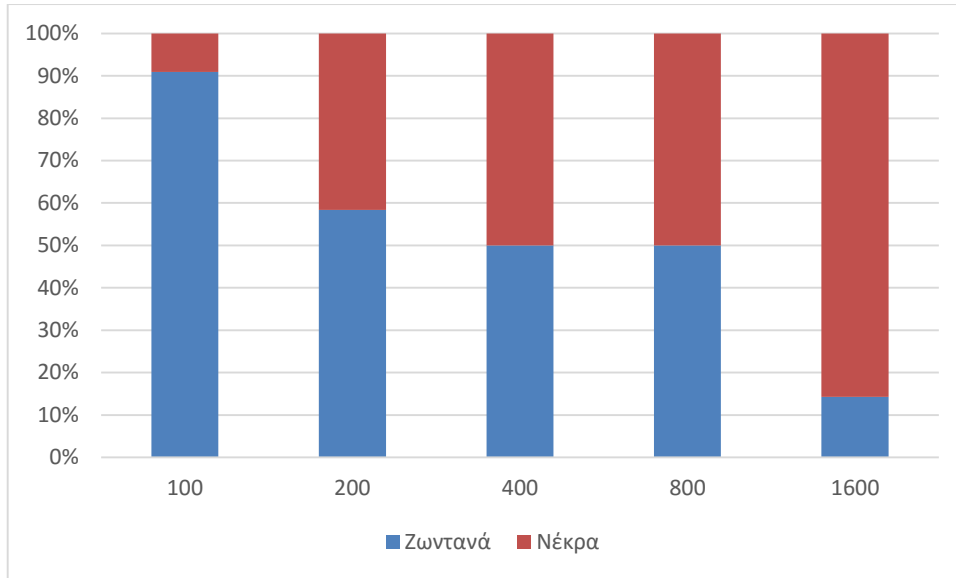
Αποτελέσματα

Η επίδραση των εντομοκτόνων σε αρπακτικά έντομα, και ειδικότερα σε αρπακτικά της οικογένειας Coccinellidae, έχει μελετηθεί ελάχιστα ενώ επίσης δεν έχει μελετηθεί και η επίδραση τους σε αυτά. Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών σε προνύμφες 4^{ου} σταδίου στο αρπακτικό έντομο *C. septempunctata* έδειξε ότι το imidacloprid είναι λιγότερο τοξικά (Σχήμα 1, 2 και 3).

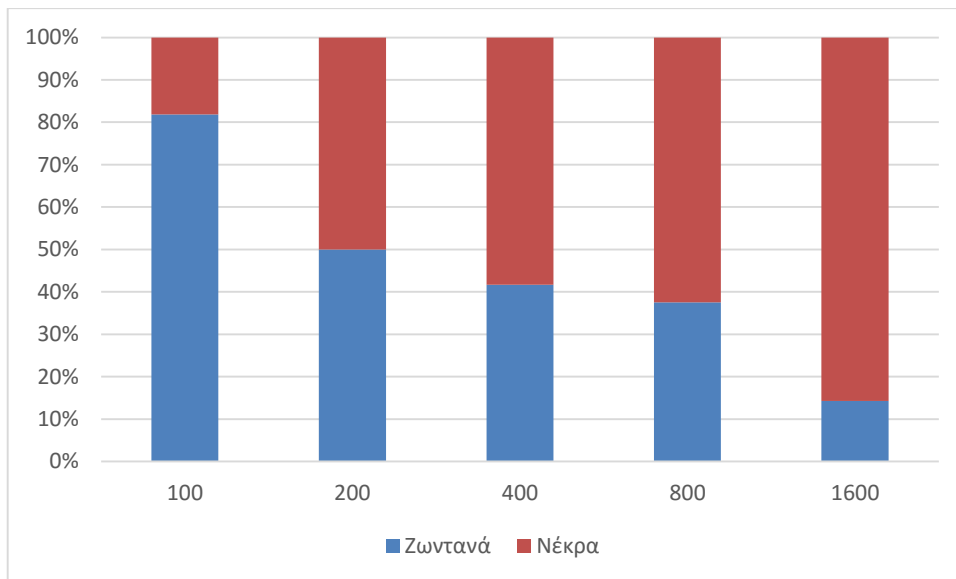


Σχήμα 1. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής σε 4^{ης} ηλικίας προνύμφης με το imidacloprid στις 24h σε πληθυσμό του *Coccinella septempunctata*.

Στο *C. septempunctata* η θνησιμότητα αυξήθηκε από τις 24h στις 48h και στις 72h.



Σχήμα 2. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής με το imidacloprid στις 48h σε πληθυσμό του *C. septempunctata*.



Σχήμα 3. Αποτελέσματα της τοπικής εφαρμογής με το imidacloprid στις 72h σε πληθυσμό του *C. septempunctata*.

Συζήτηση

Στα πλαίσια της Ολοκληρωμένης Καταπολέμησης των Εχθρών (IPM) των αφίδων, η τοξικότητα των εντομοκτόνων σε φυσικούς της εχθρούς θα πρέπει να εξετάζεται όπως και η τοξικότητα τους στις αφίδες. Η συντήρηση των αρπακτικών χρησιμοποιώντας εκλεκτικά εντομοκτόνα μπορεί να βελτιώσει την συμβατότητα με την βιολογική καταπολέμηση σε ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Τα εντομοκτόνα μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη των αρπακτικών με αρκετούς τρόπους. Είτε με την απευθείας επαφή με το εντομοκτόνο, με την επαφή με φυτό που περιέχει το εντομοκτόνο ή τέλος με θήραμα μολυσμένο με το εντομοκτόνο. Στην συγκεκριμένη διατριβή μελετήσαμε την περίπτωση που το αρπακτικό έρχεται σε απευθείας επαφή με το εντομοκτόνο.

Παρόλο που τα εργαστηριακά πειράματα μπορεί να υπερεκτιμήσουν την επίδραση ενός εντομοκτόνου, μιας και η αρχιτεκτονική των φυτών μπορεί να επηρεάσουν την συμπεριφορά του εντόμου (Singh et al., 2001). Το νεονικοτινοειδές εντομοκτόνο imidacloprid παρεμποδίζει την μετάδοση των νευρικών σημάτων στα έντομα, καταλαμβάνοντας την θέση της ακετυλοχολίνης στους νικοτινεργικούς δέκτες της. Μιμείται τη δράση της φυσικής ουσίας ακετυλοχολίνης, η οποία μεταδίδει τα νευρικά σήματα. Το imidacloprid, δρα ενεργοποιώντας ορισμένα συγκεκριμένα νευρικά κύτταρα. Σε αντίθεση με την ακετυλοχολίνη, η οποία αποδομείται ταχύτατα από το ένζυμο ακετυλοχολινεστεράση, το δραστικό συστατικό imidacloprid δεν μπορεί να αποδομηθεί ή αποδομείται εξαιρετικά αργά. Τα έντομα που δέχτηκαν την επέμβαση πεθαίνουν ως αποτέλεσμα της δυσλειτουργίας του νευρικού τους συστήματος. Είναι εντομοκτόνο στομάχου κυρίως και δευτερευόντως επαφής. Στις συνιστώμενες δόσεις στα έντομα εμφανίζονται τα συμπτώματα της νευροτοξικότητας, ενώ σε χαμηλές συγκεντρώσεις εμφανίζει αντιτροφική δράση και προκαλεί γενικά αλλαγή στη συμπεριφορά των εντόμων. Το imidacloprid βρέθηκε να έχει LD₅₀ μεγαλύτερο, από την συνιστώμενη από την εταιρεία δόση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Αθανασίου Γ. Χρήστος, 1999. Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση. Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 2-5 Νοεμβρίου 1999, Χαλκίδα.

Γεωργόπουλος Σ. Γ & Ζιώγας Β. Ν. 1992. Αρχές & Μέθοδοι Καταπολέμησης Ασθενειών των φυτών. Εκδόσεις Γ. Π. Α. 222 σελ.

Γραβάνης Φ. 2009. Φυτοπροστασία Φυτών μεγάλης καλλιέργειας Τ.Ε.Ι Λάρισας.

Δημόπουλος Β. 2004. «Φυτοπροστατευτικά προϊόντα», β έκδοση, Έμβρυο, Αθήνα. Σελ. 14, 15, 19, 84.

Ζάρπας, Κ.Δ. 2006. Μελέτη της δυναμικής πληθυσμών της αφίδας *Aphis gossypii* Glover. Διδακτορική Διατριβή. Νέα Ιωνία Μαγνησίας.

Μπούρμπο Β. - Σκουντριδάκη Μ., 1990 Εχθροί Και Ασθένειες Της Τομάτας Θερμοκηπίου Τόμος II. 161-172 σελ.

Παπαδάκη - Μπουρναζάκη Μ. 1993. Οι ζωικοί εχθροί των Κηπευτικών και η αντιμετώπιση τους. 67 σελ. Εκδόσεις ΤΕΙ Κρήτης.

Παπαδάκη - Μπουρναζάκη Μ. 1993. Οι κυριότεροι εχθροί των δενδρωδών καλλιεργειών και η αντιμετώπιση τους 70 σελ.

Σκούρας, Π.Ι., Μαργαριτόπουλος, Ι., Ζάρπας Κ.Δ. και Τσιτσιπής, Ι. 2007. Μελέτη δημογραφικών παραμέτρων σε αρπακτικά είδη της οικογένειας Οοοοίπθιιάαθ. Πρακτικά 12ου Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 13-16 Νοεμβρίου 2007, Λάρνακα, Κύπρος.

Σκούρας, Π.Ι. 2009. Μελέτη της βιο-οικολογίας, της γενετικής πληθυσμών και της ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα της αφίδας *Myzus persicae* και των αρπακτικών της. Διδακτορική διατριβή. Νέα Ιωνία Μαγνησίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Τζανακάκης, Μ.Ε., 1995. Εντομολογία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 501 σελ.

Τζανακάκης, Μ.Ε. & Κατσόγιαννος, Β.Ι. 1998. Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Αθήνα, Αγρότυπος Α.Ε.

Τζανακάκης, Μ.Ε. & Κατσόγιαννος, Β.Ι. 2003. Έντομα Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Αθήνα, Αγρότυπος Α.Ε.

Ξένη βιβλιογραφία

Bianchi, F. J. J. A., C. J. H. Booij, and T. Tscharntke 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B* 273:1715-1727.

Blackman R.L., Eastop V.F, 2000. Aphids on the World's Crops. An indexation and I information Guide. Second edition.

Bonnemaison L. 1965. Οι ζωικοί εχθροί των καλλιεργούμενων φυτών και των δασών. Θεσσαλονίκη

Denholm, I., Cahill, M., Dennehy, T.J. and A.R. Horowitz. 1998. Challenges with managing insecticide resistance in agricultural pests, exemplified by the whitefly, *Bemisia tabaci*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London series B*, 353: 1757-1767.

Dixon, A. F. G 1998. Aphid Ecology. Second Edition, Chapman and Hall, London, U. K.

Dixon A.F.G. 2000. Insect predator-prey dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge, UK: Cambridge University Press

Dixon, A. F. G. 2000. Insect Predator-prey Dynamics Ladybird Beetles and Biological Control. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp 268.

Georghiou, G.P., 1983. Management of resistance in arthropods. In: Georghiou, G.P., Saito, T. (Eds.), *Pest Resistance to Pesticides*. Plenum,

New York, pp. 769–792.

Hodek I. 1973. Biology of Coccinellidae. Junk, The Hague.

Hodek I. 1986. Lifecycle strategies, diapause and migration in aphidophagous Coccinellidae (minireview). In: Ecology of Aphidophaga, Hodek I. (Editor), Academia, Prague and Dr W. Junk, The Hague.

Hopper KR, 2003. United States Department of Agriculture- Agricultural Research Service research on biological control of arthropods. Pest Management Science, 59: 643-653

Howland D.E. & Hewitt G.M. 1995. Phylogeny of the Coleoptera based on mitochondrial cytochrome oxidase I sequence data. Insect Molecular Biology, 4: 203–215.

Howse P, Stevens J.M, 1998. «Insect pheromones and their use in pest management», 1st edition, Chapman, London, 1998. Pages 32, 319, 314.

Johnson M.W. & Tabashnik B.T, 1999. Enhanced biological control through pesticide selectivity, in Handbook of Biological control, ed. by Bellows TS and Fisher TW. Academic, San Diego, CA, pp. 297-317.

Karagounis C, Kourdoumbalos AK, Margaritopoulos JT, Nanos GD and Tsitsipis JA, 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards. Journal of Applied Entomology, 130:150–154.

Katsarou, I., Margaritopoulos, J.T., Tsitsipis, J.A., Perdikis, D.Ch. & Zarpas, K.D. 2005. Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae*. BioControl, 50: 565-588.

Katsoyannos P. 1976. Étude d'un prédateur; *Exochomus quadripustulatus* L. (Coleoptera: Coccinellidae) en vue d' une éventuelle utilisation contre: *Saissetia oleae* (Homoptera: Coccoidea-Coccidae) dans les oliveraies de la Grece. These Docteur d' Ingenieur de l' Universite des Sciences Et Technique du Languedoc, Montpellier, France, 144pp.

Katsoyannos P., Kontodimas D.C. & Stathas G.J. 1997a: Phenology of *Hippodamia undecimnotata* (Col.: Coccinellidae) in Greece. *Entomophaga*, 42: 283–293.

Katsoyannos P., Stathas G.J., & Kontodimas D.C. 1997b. Phenology of *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) in Greece. *Entomophaga*, 42: 435-444.

Lees, A. D. 1966. The Control of polymorphism in aphids. *Advances Insect Physiology*, 3: 207-277

Tsitsipis, J. A., Lykouressis, D., Katis, N., Avgelis, A. D., Gargalianou, J., Papapanayotou, A. & Kokinis, G. M. 1998. Aphid species diversity demonstrated by suction trap captures in different areas in Greece, pp. 495-501. In Nieto J.M. Nafria & Dixon, A. F. G. (Eds.), *Aphids in natural and managed ecosystems*. Universidad de León (Secretariado de publicaciones), León (Spain).