



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Διατριβή

**Αξιολόγηση παραγόντων που επιδρούν στην παγίδευση του
πράσινου σκουληκιού του βάμβακος σε φερομονικές παγίδες**

Αλκιβιάδης Χ. Καρακάσης

Βόλος, 2021

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Αθανασίου Χρήστος Επιβλέπων Καθηγητής

Καθηγητής Εντομολογίας

Παπαδόπουλος Νικόλαος Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εντομολογίας

Καρκάνης Ανέστης Επίκουρος Καθηγητής Ζιζανιολογίας

Ευχαριστίες

Πρώτα από όλα θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερα θερμές ευχαριστίες μου στον καθηγητή εντομολογίας του Π.Θ. κ. Χ. Αθανασίου που ήταν ο υπεύθυνος επιβλέπων της πτυχιακής μου εργασίας, καθώς με βοήθησε εύστοχα στην επιλογή του θέματος αλλά και για τη συνεχή καθοδήγηση κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους. Οι πολύ διαφωτιστικές βασικές υποδείξεις και διορθώσεις κατά τη συγγραφή του κειμένου αλλά και κατά την παρουσίαση των αποτελεσμάτων ήταν καθοριστικές.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον μεταδιδακτορικό ερευνητή του Π.Θ. κ. Χ. Ρούμπο για τη βοήθεια του στην επιλογή των θέσεων παγίδευσης και την εγκατάσταση του δικτύου παγίδων. Ακόμα ευχαριστώ την κ. Ευαγγελία Λαμπίρη γεωπόνο για την πολύτιμη βοήθεια και τις διευκρινίσεις της κυρίως για τη συγγραφή της εργασίας αλλά και για τη διαμόρφωση του τελικού κειμένου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους φίλους μου και όσους ευγενικά προσφέρθηκαν να με βοηθήσουν υπομονετικά και να με στηρίζουν με συνεχή ενθάρρυνση κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά το πράσινο σκουλήκι *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) που θεωρείται ένας από τους βασικούς εντομολογικούς εχθρούς του βαμβακιού. Μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα διαφόρων τύπων παγίδων funnel (ριγέ, πράσινη, λευκή), διαφορετικών υψών τοποθέτησης (30, 60 και 90 εκ.) και διαφορετικών σκευασμάτων φερομονών (Barrettine, Russell, Trece). Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε αγροτεμάχια με βαμβάκι της περιοχής του Βελεστίνου (Χλόη), που αποτελεί κωμόπολη της Π.Ε. Μαγνησίας στη Θεσσαλία ως έδρα του Δήμου Ρήγα Φεραίου. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παγίδων και η μελέτη της κατανομής του πληθυσμού του *H. armigera* βασίστηκε στην καταγραφή των συλλήψεων των ακμαίων αρσενικών ατόμων για την καλλιεργητική περίοδο Ιουνίου - Σεπτεμβρίου του 2018.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας πτυχιακής εργασίας καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι οι πιο αποτελεσματικές παγίδες ήταν οι λευκού χρώματος και οι παγίδες που περιείχαν φερομόνη Barrettine, ενώ η αποτελεσματικότητα του ύψους εξαρτάται από την εποχικότητα. Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε εποχική διαφοροποίηση στον αριθμό των συλλήψεων στη διάρκεια του πειράματος. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τους τοπικούς φορείς για την αντιμετώπιση αυτού του εντομολογικού εχθρού στην περιοχή.

Summary

The present thesis dealt with the cotton armyworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), which is considered as one of the main pests in cotton crops. The effectiveness of different types of funnel traps (striped, green, white), different trap heights (30, 60 and 90 cm) and different pheromone formulations (Barrettine, Russel, Trece) were evaluated, regarding adult captures of this species. The traps were placed on cotton fields in the area of Velestino (Chloe), which is a town in the Prefecture of Magnesia in Thessaly, at Municipality of Riga Fereou. The evaluation of the effectiveness of the traps and the study of the population distribution of *H. armigera* were based on the recording of the trapping of adult males for the growing period between June to September 2018.

From the analysis of the results of the present work we concluded that the most effective traps were the white ones and the traps containing the Barrettine pheromone, while the effectiveness of the height depends on the seasonality. In addition, a seasonal variation was observed in the number of captures during the experiment. The results of the present study could be utilized by crop management professionals to address this pest in the region.

Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή	8
1.1 Η καλλιέργεια του βαμβακιού	8
1.2 Εντομολογικοί εχθροί του βαμβακιού	9
1.2.1 Σιδεροσκούληκα.....	10
1.2.2. Υλέμνια.....	10
1.2.3. Θρίπες	11
1.2.4. Αγροτίδες	11
1.2.5. Αιγυπτιακό σκουλήκι.....	12
1.2.6. Αφίδες	12
1.2.7. Μικροτέττιγες.....	12
1.2.8. Ρόδινο σκουλήκι.....	13
1.3 <i>Helicoverpa armigera</i>	15
1.3.1 Ξενιστές	15
1.3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	16
1.3.3 Βιολογικός κύκλος εντόμου.....	18
1.3.4 Οικονομική ζημιά στο βαμβάκι	19
1.3.5 Τρόποι αντιμετώπισης του εντόμου	19
1.4 Χρήση παγίδων στην παρακολούθηση των εντομολογικών εχθρών.....	21
1.4.1 Τύποι παγίδων	22
1.4.1.1 Παγίδες παρακολούθησης	22
1.4.1.2 Κολλητικές παγίδες.....	23
1.4.1.3 Τρισδιάστατες παγίδες	24
1.4.1.4 Παγίδες νερού	25
1.4.1.5 Παγίδες κάδου (Bucket traps).....	26
1.4.1.6 Παγίδες κάδου με χοάνες (Bucket traps with funnels)	27
1.4.1.7 Παγίδες κώνου	29
1.4.1.8 Παγίδα κυματοειδούς χαρτονιού με θάλαμο παγίδευσης	30
1.4.1.9 Σύστημα παρακολούθησης εντόμων με πλαστική μονάδα δύο μερών	31
1.4.1.10 Παγίδα μαζικής σύλληψης και ελέγχου του ανθονόμου του βαμβακιού <i>Anthonomus grandis</i> Boheman (Coleoptera: Curculionidae)	31

1.4.5.11 Φερομονικές παγίδες.....	32
1.5 Φερομόνες	32
1.6 Σκοπός μελέτης.....	34
2. Υλικά και Μέθοδοι	35
2.1 Περιοχή μελέτης	35
2.2 Το κλίμα της περιοχής μελέτης	35
2.3 Παρακολούθηση πληθυσμού ακμαίων <i>H. armigera</i>	36
2.3.1 Περιγραφή του αγροτεμαχίου.	36
2.3.2 Περιγραφή των παγίδων	37
2.4 Πειραματικός σχεδιασμός	39
2.4.1 Πειραματικός σχεδιασμός ανάλογα με τον παράγοντα αξιολόγησης	40
2.5 Στατιστική ανάλυση.....	40
3. Αποτελέσματα	42
3.1 Πείραμα Α' – Σύγκριση χρώματος παγίδων	42
3.1.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο	42
3.1.2 Συμμεταβολή.....	44
3.1.3 Συχνότητα συλλήψεων	45
3.2 Πείραμα Β' –Σύγκριση ύψους παγίδων	46
3.2.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο	46
3.2.2 Συμμεταβολή.....	48
3.2.3 Συχνότητα συλλήψεων	49
3.3 Πείραμα Γ' –Σύγκριση σκευασμάτων φερομονών παγίδων.....	50
3.3.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο	50
3.3.2 Συμμεταβολή.....	52
3.3.3 Συχνότητα συλλήψεων	53
4. Συζήτηση	54
5. Συμπεράσματα	56
Βιβλιογραφικές αναφορές	58
Ξένη Βιβλιογραφία	58
Ελληνική Βιβλιογραφία	61

1. Εισαγωγή

1.1 Η καλλιέργεια του βαμβακιού

Το βαμβάκι είναι η σημαντικότερη βιομηχανική καλλιέργεια για την παραγωγή υψηλής ποιότητας κλωστικών ινών και καλλιεργείται σε πάνω από 80 χώρες παγκοσμίως (Zhang et al., 2019). Ανήκει στο γένος *Gossypium* και περιέχει 39 είδη με μεγάλη ποικιλία, καλλιεργούμενα και μη (Kohel and Lewis, 1984). Καλλιεργείται κυρίως σε ζεστά κλίματα με κύριες χώρες την Κίνα, τις Ηνωμένες Πολιτείες, το Πακιστάν και τη Βραζιλία (Abdelraheem et al., 2019). Η είσοδος του αμερικάνικου βαμβακιού, *Gossypium hirsutum* (L.) (Malvales: Malvaceae) στις καλλιέργειες βοήθησε στην παραγωγή ανώτερης ποιότητας ινών καθώς και στην ανάπτυξη της κλωστοϋφαντουργίας (Shan-e-Ali et al., 2018). Η ανάπτυξη όμως της τεχνολογίας στη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων του βαμβακιού οδήγησε ταυτόχρονα και στην αύξηση των απαιτήσεων των βιομηχανιών απέναντι στον παραγωγό. Αρκετές χώρες ίσως να μη μπορέσουν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις αυτές παρά μόνο με τη βοήθεια της γενετικής (Shan-e-Ali et al., 2018).

Στον ελληνικό χώρο το βαμβάκι ξεκίνησε ως ένα από τα πρώτα εθνικά βιομηχανικά φυτά και άρχισε να καλλιεργείται εντατικά από το 1930 φτάνοντας το 1988 τα 2.5 εκατομμύρια στρέμματα (Τόλης, 1989). Το 1993 πέρα από τη στρεμματική αύξηση στα 3.450.000 με παραγωγή 976.000 τόνους σύσπορου βαμβακιού, είχαμε αύξηση και στη στρεμματική απόδοση στα 290 κιλά/στρ. και ποιοτική βελτίωση με μήκος ινών 29 χιλιοστά. Οι εξαγωγές από την Ελλάδα είχαν φτάσει στους 175.000 τόνους (Οργανισμός Βάμβακος, 1995).

Οι κλωστικές του ίνες χρησιμοποιούνται στη παρασκευή ρούχων, αντικειμένων νοικοκυριού, βιομηχανικών υφασμάτων και μη υφασμένων προϊόντων (π.χ. ιατρικά είδη). Οι σπόροι του βαμβακιού που ανήκουν στα παραπροϊόντα της συγκομιδής μπορούν να αξιοποιηθούν για την παραγωγή προϊόντων με παρόμοια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (π.χ. λάδι) με αυτή των λαχανικών. Τα πρωτεϊνικά αυτά προϊόντα χρησιμοποιούνται στις ζωοτροφές και στη βιομηχανία ως υποκατάστατα άλλων προϊόντων (Kohel and Lewis, 1984).

Μια από τις δυσκολίες της καλλιέργειας είναι οι πολλαπλές φυσικές ιδιότητες που πρέπει να έχει το βαμβάκι για να διατεθεί στην αγορά. Το μήκος των ινών είναι η

κυριότερη ιδιότητα του βαμβακιού για μεγαλύτερη ευκολία στην παραγωγή ποιοτικών προϊόντων. Η αντοχή του βαμβακιού είναι πολύ σημαντική ιδιότητα για τους κατασκευαστές, διότι αντέχει ισχυρότερες διαδικασίες μεταποίησης με ελάχιστες ζημιές, όπως ο καθαρισμός του π.χ. από ξένες ύλες. Το χρώμα του βαμβακιού είναι επίσης πολύ σημαντικό γιατί επιδεικνύει την περιεκτικότητα του βαμβακιού σε ξένες ύλες καθιστώντας το χαμηλότερης κατηγορίας. Προτιμάται το λευκό χρώμα ενώ άλλα χρώματα όπως το κίτρινο πρέπει να αποφεύγονται. Για να υπάρχει συνοχή κατά τη βαφή πρέπει το χρώμα κατά την παραγωγή του βαμβακιού να ελέγχεται και να βρίσκεται μέσα σε κάποια επιτρεπτά όρια. Οι φυσικές αυτές ιδιότητες δύναται να αλλοιωθούν από τις καιρικές συνθήκες, εντομολογικούς και μικροβιακούς εχθρούς και κακές καλλιεργητικές τεχνικές με αποτέλεσμα την μείωση κατά πολύ των εσόδων (Kohel and Lewis, 1984).

Το βαμβάκι έχει πολλές ασθένειες, παρασιτικές και μη. Οι κυριότερες μη παρασιτικές ασθένειες είναι οι τροφοπενίες όπως η έλλειψη αζώτου στα φτωχά αμμώδη και όξινα εδάφη, οι τοξικότητες όπως στα άλατα και οι φυσικοί παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες ατμόσφαιρας και εδάφους. Οι κυριότερες παρασιτικές ασθένειες προκαλούνται κυρίως από βακτήρια και μύκητες με σημαντικότερες τις ασθένειες αδρομύκωση, αλτερνάρια και βακτηρίωση. Τα ζιζάνια είναι σοβαροί εχθροί της καλλιέργειας του βαμβακιού διότι ανταγωνίζονται το βαμβάκι σε θρεπτικά, φως και νερό. Τα ζιζάνια επηρεάζουν πέρα από την ποσότητα παραγωγής και την ποιότητα των ινών καθιστώντας τις μικρότερες και με λιγότερη αντοχή. Τα ζιζάνια πέρα από τον ανταγωνισμό στα φυτά του βαμβακιού δρουν και ως ξενιστές πολλών εχθρών της καλλιέργειας (μύκητες, έντομα κτλ.). Παρόλα αυτά, με τη σωστή διαχείρισή τους μπορούν να δράσουν ευεργετικά για το χωράφι αυξάνοντας την περιεκτικότητά του σε άζωτο και οργανική ουσία. Η σημαντικότερη περίοδος για την καταπολέμηση των ζιζανίων είναι προφυτρωτικά διότι η πιο επιζήμια περίοδος για την καλλιέργεια είναι κατά τους πρώτους δύο μήνες όσο ακόμα είναι μικρά τα φυτά (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2 Εντομολογικοί εχθροί του βαμβακιού

Έχουν εντοπιστεί περισσότερα από 1.300 είδη εντόμων σε 700 διαφορετικά γένη που προσβάλλουν την καλλιέργεια του βαμβακιού. Συνήθως προσβάλλουν όλα τα μέρη του φυτού με κυριότερα σημεία τα φύλλα και τα καρύδια. Πολλές φορές το μέγεθος της ζημιάς δεν εξαρτάται από το μέγεθος του πληθυσμού του εντόμου, αλλά

σχετίζεται με ποιο στάδιο βρίσκεται το φυτό. Στα κρίσιμα στάδια της ανάπτυξης, όπως τα νεαρά φυτά (είναι πιο τρυφερά), τα ίδια τα φυτά είναι πολύ πιο δύσκολο να ανταπεξέλθουν και η οικονομική ζημιά μεγαλύτερη ή ακόμα και ολοκληρωτική (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002). Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά κάποιοι εντομολογικοί εχθροί, ενώ το πράσινο σκουλήκι αναφέρεται ξεχωριστά εκτενώς στην επόμενη υποενότητα.

1.2.1 Σιδεροσκούληκα

Τάξη: Coleoptera, Οικογένεια: Elateridae

Σημαντικότερα είδη: *Agriotes obscurus* L., *Agriotes lineatus* L., *Agriotes sputator* L.

Οι σιδεροσκώληκες προσβάλουν αρκετά φυτά (πατάτες, τεύτλα) και είναι ευρέως διαδεδομένα σε όλη την Ελλάδα. Δε θεωρείται σημαντικός εχθρός του βαμβακιού, διότι απαιτεί συγκεκριμένες συνθήκες για να προκληθούν σοβαρές ζημιές με κυριότερες την χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή υγρασία. Το επιβλαβές στάδιο του εντόμου είναι το στάδιο των προνυμφών. Η κυριότερη ζημιά γίνεται στους σπόρους, και στα μικρά βαμβακόφυτα, τα οποία πλήττονται τα από δαγκώματα της προνύμφης. Το ακμαίο έχει χρώμα καστανό μήκους περίπου 12 χλστ. Οι προνύμφες έχουν κιτρινοκαστανό χρώμα, μακρύ σώμα, που φθάνει τα 2 εκατοστά και σκληρό εξωσκελετό. Για την καταπολέμηση χρησιμοποιούνται ελαφρά οργώματα την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι για τη μείωση της βλάστησης και του αριθμού των προνυμφών καθώς και εντομοκτόνα (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2.2. Υλέμνια

Τάξη: Diptera, Οικογένεια: Anthomyiidae

Είδος: *Delia platura* (Meigen) (Diptera: Anthomyiidae)

Η υλέμνια είναι πολυφάγο έντομο διαδεδομένο στην Ελλάδα, δε θεωρείται πολύ σοβαρός εχθρός του βαμβακιού με πολύ τοπικές προσβολές. Η καταστροφή γίνεται από τις προνύμφες, οι οποίες προσβάλουν και καταστρέφουν τους σπόρους (δημιουργώντας στοές σε αυτούς) και τα μικρά βαμβακόφυτα που δεν έχουν φυτρώσει. Το έντομο ευνοείται από τη δροσιά και την ελαφριά βροχή. Το ακμαίο είναι σκούρο με τριχωτό σώμα μήκους περίπου 6 χλστ. παρόμοιο με την οικιακή μύγα με στενότερη κοιλία. Το σώμα της προνύμφης είναι στενόμακρο με μείωση του

πλάτους της προς το μπροστινό άκρο. Η καταπολέμηση του εντόμου γίνεται με κοκκώδη εντομοκτόνα (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2.3. Θρίπες

Τάξη: Thysanoptera, Οικογένεια: Thripidae

Σημαντικότερα είδη: *Thrips tabaci* Lindeman, *Thrips angusticeps* Uzel, *Aeolothrips intermendus* Bagnall.

Οι θρίπες είναι πολυφάγα έντομα με πολλαπλούς ξενιστές. Στο βαμβάκι στην Ελλάδα η σημασία του δεν είναι τόσο μεγάλη όσο σε άλλες καλλιέργειες. Τα μέρη του βαμβακιού που προσβάλλονται από τους θρίπες είναι τα φύλλα, οι κοτυληδόνες, οι οφθαλμοί και τα άνθη. Τα συμπτώματα της προσβολής είναι το ασημένιο και καφέ επίχρισμα στις κοτυληδόνες και στα φύλλα αντίστοιχα. Οι προσβεβλημένοι ακραίοι οφθαλμοί αναγκάζουν το φυτό να δημιουργήσει νέους οφθαλμούς (με αποτέλεσμα την οψίμηση της παραγωγής) και το σχίσσιμο των φύλλων σε βαριές προσβολές. Τη σημαντικότερη ζημιά την προκαλούν οι προνύμφες των θριπών. Το μέγεθός τους γενικά είναι περίπου 1 χλστ. Τα ακμαία έχουν χρώμα από κίτρινο έως μαύρο και οι προνύμφες πορτοκαλί. Η μηχανική καταπολέμηση του εντόμου γίνεται με όργανα βαθιά στο έδαφος και πότισμα. Η χημική καταπολέμηση εφαρμόζεται με κοκκώδη εντομοκτόνα, με ψεκάσμό στο φύλλωμα και αναμιγνύοντας τον σπόρο με εντομοκτόνο (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2.4. Αγρότιδες

Τάξη: Lepidoptera, Οικογένεια: Noctuidae

Σημαντικότερα είδη: *Agrotis ipsilon* (Hufnagel), *Agrotis segetum* Denis and Schiffermüller, *Agrotis exclamationis* L.

Οι αγρότιδες είναι πολυφάγα έντομα με ξενιστές πολλές καλλιέργειες σε όλη την Ελλάδα. Για να μπορέσουν να προκαλέσουν σοβαρή οικονομική ζημιά στο βαμβάκι χρειάζονται πολύ ευνοϊκές συνθήκες, οπότε οι ζημιές που προκαλούν είναι τοπικές. Το επιβλαβές στάδιο του εντόμου είναι η προνύμφη, η οποία όσο είναι μικρή τρέφεται από το φύλλωμα δημιουργώντας μικρές οπές. Οι μεγαλύτερες προνύμφες βρίσκονται στο έδαφος και προσβάλλουν τα μικρά φυτά της καλλιέργειας. Το ακμαίο έχει στις πρόσθιες πτέρυγες σκούρο χρώμα με κηλίδες, στίγματα και μια νεφροειδή κηλίδα. Το χρώμα των οπίσθιων πτερύγων της έχουν χρώμα σκούρο κίτρινο. Οι

προνύμφες αρχικά έχουν χρώμα κιτρινοπράσινο και έπειτα σε αργότερο στάδιο σκούρο με τελικό μήκος περίπου 50 χλστ. Η καταπολέμησή τους γίνεται με δολώματα και ψεκασμούς το βράδυ (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2.5. Αιγυπτιακό σκουλήκι

Τάξη: Lepidoptera, Οικογένεια: Noctuidae

Είδος: *Spodoptera littoralis* (Boisduval).

Το αιγυπτιακό σκουλήκι είναι πολυφάγο έντομο που προσβάλλει καλλιέργειες σε ορισμένες χώρες και βρίσκεται σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας όπως η Πελοπόννησος και η Κρήτη, σε διάφορες καλλιέργειες. Οι μεγάλες προνύμφες του εντόμου τρυπούν και τρώνε ολόκληρα τα φύλλα του βαμβακιού αφήνοντας μόνο τα νεύρα και πολλές φορές προσβάλλουν ανθοφόρους οφθαλμούς και καρύδια. Στην Ελλάδα η προσβολή και η πτήση των ακμαίων συνεχίζεται έντονα τον Οκτώβριο-Νοέμβριο όπου η συγκομιδή και η καλλιέργεια του βαμβακιού έχει ήδη τελειώσει και το έντομο δεν αποτελεί σοβαρό κίνδυνο, αλλά έχουν καταγραφεί και σημαντικές εξάρσεις (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2.6. Αφίδες

Τάξη: Hemiptera, Οικογένεια: Aphididae

Είδος: *Aphis gossypi* Glover.

Η αφίδα αυτή είναι από τους σημαντικότερους εχθρούς του βαμβακιού καθώς προκαλεί έντονες ζημιές στο βαμβάκι και αναπαράγεται ταχύτητα σε μεγάλους πληθυσμούς. Το έντομο έχει πολύ μικρό μέγεθος με διαφορετικά χρώματα ανάλογα με το είδος (πράσινο-μαύρο) και φέρει 2 μεμβρανοειδείς πτέρυγες. Οι ζημιές που μπορεί να προκαλέσουν είναι μύζηση των χυμών του φυτού, μόλυνση του με ιούς και έκκριση μελιτωμάτων (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2.7. Μικροτέττιγες

Τάξη: Hemiptera, Οικογένεια: Cicadellidae

Είδος: *Empoasca facialis* (Jacobi).

Οι Μικροτέττιγες ανήκουν στους δευτερεύοντες εχθρούς του βαμβακιού λόγω των μικρών πληθυσμών τους αλλά η αύξηση του πληθυσμού τους ανά χρονιά μπορεί

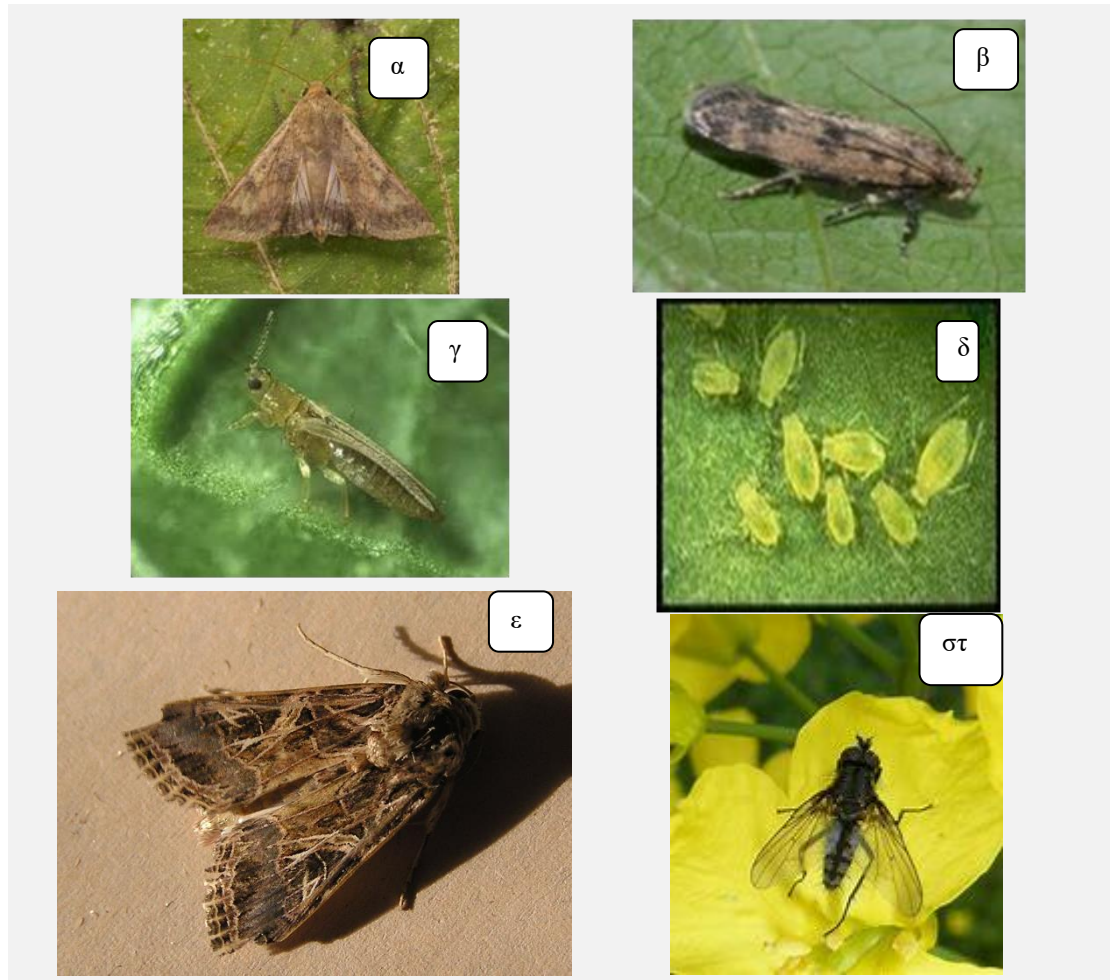
να τους καταστήσει σημαντικούς. Το ακμαίο έντομο είναι πράσινο τζιτζίκι μήκους 2.5 χλστ. Το επιβλαβές στάδιο του εντόμου είναι η νύμφη, που μυζεί τα ώριμα φύλλα εισάγοντας τοξίνες. Το φύλλο εμφανίζει συμπτώματα χλώρωσης με τελικό αποτέλεσμα την απόκτηση κόκκινου χρώματος και ξήρανσης. Για την αντιμετώπιση του χρησιμοποιούνται ποικιλίες βαμβακιού με τριχωτό φύλλωμα επιφάνεια και ψεκάσμοι με εντομοκτόνα (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.2.8. Ρόδινο σκουλήκι

Τάξη: Lepidoptera, Οικογένεια: Gelechiidae

Είδος: *Pectinophora gossypiella* (Saunders).

Το ρόδινο σκουλήκι αποτελεί έναν από τους πιο επικίνδυνους εχθρούς του βαμβακιού σε όλες σχεδόν τις χώρες λόγω της μεγάλης και εύκολης διάδοσής του. Η προνύμφη που είναι και το επιβλαβές στάδιο του εντόμου προσβάλλει σε μεγάλο βαθμό τα χτένια και τα καρύδια. Η προσβολή από το ρόδινο σκουλήκι στα χτένια προκαλεί την πτώση τους ή την μετατροπή τους σε ροζέτα. Την περίοδο της καλλιέργειας που τα φυτά έχουν αποκτήσει καρύδια, ανοίγεται τρύπα από τη νεαρή προνύμφη και εισέρχεται σε αυτά. Λόγω ότι η τρύπα επουλώνεται γρήγορα, είναι πολύ δύσκολο να εντοπιστούν τα προσβεβλημένα καρύδια χωρίς να ανοιχτούν. Οι ζημιές που προκαλούνται μέσα στην ίνα είναι ο χρωματισμός της, η μείωση της αντοχής και του μήκους της (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).



Εικόνα 1. Οι σημαντικότεροι εχθροί του βαμβακιού. (α) *Helicoverpa armigera* (<http://www.naturespot.org.uk/species/scarce-bordered-straw>), (β) *Pectinophora gossypiella* (<http://www.nbair.res.in/insectpests/Pectinophora-gossypiella.php>), (γ) *Thrips tabaci* (http://onebugaday.blogspot.-gr/2014_10_01_archive.html), (δ) *Aphis gossypii* (http://prgdb.org.eu/wiki/-Species:Aphis_gossypii), (ε) *Spodoptera littoralis* (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Spodoptera_littoralis.JPG), (στ) *Delia platura* (<https://warehouse1.indicia.org.uk/upload/p16s9e8d32163br361fof19rj15op4.jpg>).

1.3 *Helicoverpa armigera*

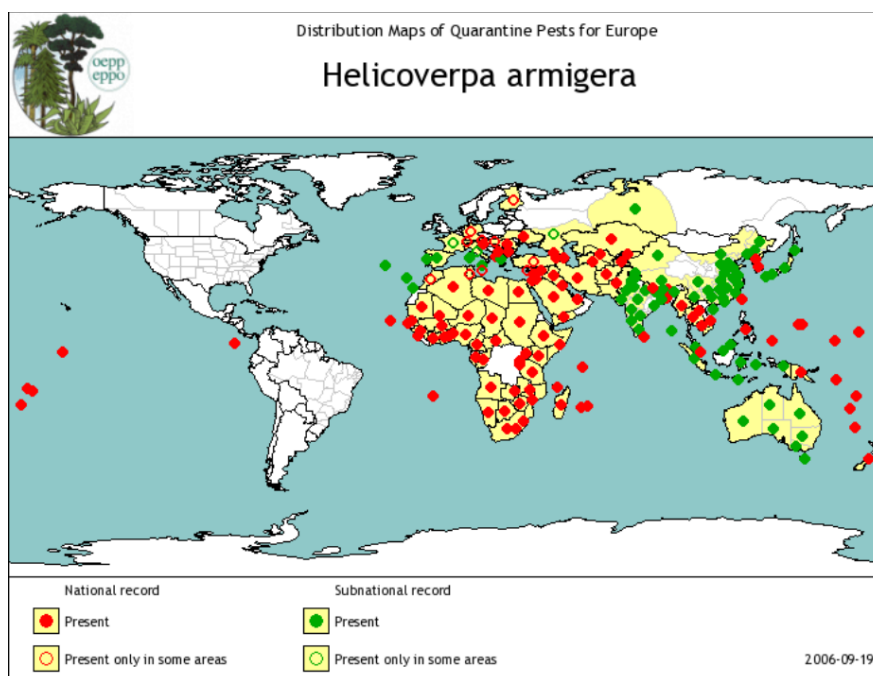
Ένας από τους κυριότερους εχθρούς του βαμβακιού είναι το πράσινο σκουλήκι *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Ανήκει στην οικογένεια Noctuidae, της τάξης Lepidoptera. Είναι ένας από τους σημαντικότερους εντομολογικούς εχθρούς του βαμβακιού μαζί με τα *Helicoverpa zea* (Boddie) και *Heliothis virescens* (F.). Άλλα έντομα του ίδιου γένους δεν είναι τόσο σημαντικοί εχθροί λόγω της περιορισμένης εξάπλωσής τους (Fitt, 1989).

1.3.1 Ξενιστές

Το έντομο είναι εκτενώς πολυφάγο συμπεριλαμβανομένων φυτών μεγάλης καλλιέργειας, κηπευτικών και ανθοκομικών. Στις κυριότερες καλλιέργειες με μεγάλη οικονομική σημασία που προσβάλλει το έντομο ανήκει η ντομάτα, ο καπνός, το βαμβάκι, το καλαμπόκι, διάφορα φρούτα (του γένους *Prunus* και *Citrus*) και δασικά είδη (OEPP/EPPO, 1990).

Γεωγραφική εξάπλωση

Το έντομο έχει σχεδόν παγκόσμια εξάπλωση σε όλες τις ηπείρους με εξαίρεση την Αμερική (OEPP/EPPO, 1990) (Εικόνα 2).

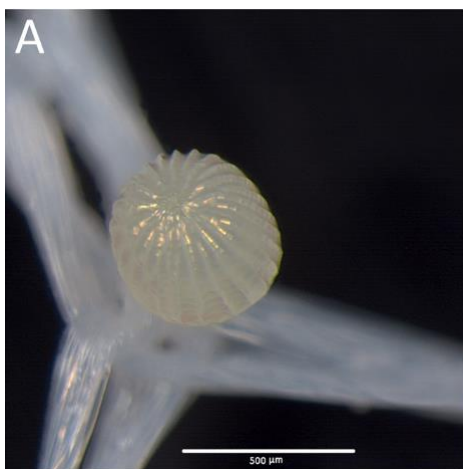


Εικόνα 2: Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή του *H. armigera* (πηγή: EPPO Global Database, <https://gd.eppo.int/taxon/HELIAR/distribution>).

Η εξάπλωση του εντόμου γίνεται με διάφορες μεθόδους είτε από την ανθρώπινη παρέμβαση είτε με φυσιολογικά μέσα. Συγκεκριμένα, με τη βοήθεια του ανθρώπου το έντομο μπορεί να εισέλθει σε μη μολυσμένες χώρες μέσω του εμπορίου από τα λαχανικά, από δρεπτά άνθη και μέσα σε ταξιδιωτικές αποσκευές. Το έντομο μπορεί πολύ εύκολα να μεταναστεύσει φυσιολογικά μέχρι και 1000 km και να φτάσει χώρες όπως η Αγγλία από τη νότια Αφρική και τη νότια Ευρώπη με κυριότερο περιοριστικό του παράγοντα τη διαχείμασή του (Lammers and MacLeod, 2007).

1.3.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά:

1) Αυγό: Τα αυγά του εντόμου έχουν περίπου διάμετρο 0.40 mm και μήκος 0.50 mm. Αρχικά έχουν χρώμα λευκό όταν εναποτίθενται από το θηλυκό και στη συνέχεια σκουραίνουν αποκτώντας καφέ χρώμα πριν εκκολαφθούν. Φέρει λεία περιοχή στην άκρη που βρίσκεται η μικροπύλη ενώ η υπόλοιπη επιφάνεια του φέρει ραβδώσεις (περίπου 24) (Εικόνα 3) (Queiroz-Santos et al., 2018).



Εικόνα 3: Αυγό του *H. armigera* (Queiroz-Santos et al., 2018).

2) Προνύμφη: Τα στάδια της προνύμφης είναι 6. Το σώμα της έχει 5 κοιλιακούς ψευδόποδες. Αρχικά το σώμα της είναι κυλινδρικό, με καφετί χρώμα με πολλαπλές κίτρινες περιοχές. Φέρει πολλαπλά τριχίδια που στις βάσεις τους υπάρχουν σκούρες περιοχές δίνοντας της κηλιδωτή εμφάνιση. Το κεφάλι της και τα θωρακικά πόδια της είναι σκούρα καφέ. Στη συνέχεια αποκτά χρώμα καφέ με έντονες διαμήκειες καστανές περιοχές. Το κυριότερο χαρακτηριστικό της προνύμφης είναι το μοτίβο του χρωματισμού της που αποτελείται από μία σκοτεινόχρωμη ταινία καθώς και

εναλλασσόμενες λωρίδες σκούρου και ανοιχτού χρώματος που εκτείνονται από το πρόσθιο έως το οπίσθιο περιθώριο. Ο κύριος χρωματισμός της επεκτείνεται από ανοιχτό πράσινο μέχρι και καστανό ανάλογα με το φυτό που τρέφεται (Εικόνα 4). Το μέγεθος της κεφαλής ανάλογα με το στάδιο μπορεί να είναι από 0.3 mm έως 2.9 mm και το μήκος του σώματος από 2.1 mm έως 26 mm (Queiroz-Santos et al., 2018).



Εικόνα 4: Προνύμφη του *H. armigera* (Queiroz-Santos et al., 2018).

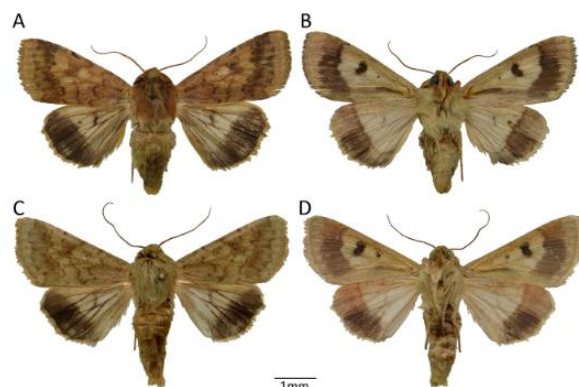
3) Νύμφη: Η νύμφη αρχικά είναι μαλακή με ανοιχτό καστανό χρώμα και στη συνέχεια σκουραίνει σκληραίνοντας το σώμα της (Εικόνα 5). Το σώμα της είναι μήκους 14-18 mm στρογγυλεμένο και στις 2 άκρες και φέρει στο οπίσθιο μέρος 2 ακανθώδεις αποφύσεις (Queiroz-Santos et al., 2018).



Εικόνα 5: Νύμφη του *H. armigera* (Queiroz-Santos et al., 2018).

4) Ακμαίο: Το σώμα του εντόμου είναι μήκους 14-18 mm και έχει άνοιγμα πτερύγων 35-40 mm. Οι πτέρυγες έχουν υπόλευκο χρώμα με τις μπροστινές να φέρουν 2 μαύρα στίγματα με το ένα πιο κοντά στη βάση και μια εγκάρσια καστανή ζώνη (Εικόνα 6). Οι πίσω πτέρυγες φέρουν έντονες νευρώσεις και μια σκοτεινού χρώματος ταινία

περιφερικά. Οι κεραίες τους φέρουν τριχίδια. Τα θηλυκά έντομα φέρουν χρώμα πορτοκαλί-καφέ και τα αρσενικά γκρι-πράσινο (OEPP/EPPO, 1990).



Εικόνα 6: (A), (B) θηλυκό ακμαίο, (C), (D) αρσενικό ακμαίο (Queiroz-Santos et al., 2018).

1.3.3 Βιολογικός κύκλος εντόμου

Στις μεσογειακές χώρες το πράσινο σκουλήκι έχει συνήθως 3 γενιές. Η πρώτη γενιά εμφανίζεται στις πρώτες εβδομάδες του Μαΐου. Τα ακμαία έχουν διάρκεια ζωής περίπου 3 εβδομάδες με ένα θηλυκό να μπορεί να γεννήσει έως και 3000 αυγά. Ανάλογα με τη θερμοκρασία έχουν διαφορετικό χρόνο επώασης αυγών και μπορεί να κυμαίνεται από 3-6 ημέρες στους 25 βαθμούς κελσίου έως 10-11 ημέρες σε πιο ψυχρό καιρό. Οι προνύμφες της πρώτης γενιάς που εμφανίζονται τον Μάιο παραμένουν και τρέφονται σε αυτό το στάδιο για 24-36 ημέρες, αυτές της δεύτερης γενιάς για 16-30 ημέρες και αυτές της τρίτης γενιάς για 19-26 ημέρες. Οι πλήρως ανεπτυγμένες προνύμφες κατεβαίνουν στο έδαφος και νυμφώνονται σε ένα χωμάτινο κελί περίπου 2-8 cm κάτω από το έδαφος (Εικόνα 7). Οι προνύμφες παραμένουν στα κελιά 13-19 ημέρες την πρώτη γενιά, 8-15 ημέρες τον Αύγουστο και έως και 44 ημέρες τον Σεπτέμβριο μέχρι να εξέλθουν ως χρυσαλίδες. Το στάδιο της χρυσαλίδας διαρκεί περίπου 8-15 ημέρες. Οι προνύμφες με σκοπό τη διαχείμαση του εντόμου παραμένουν στα κελιά τους στο έδαφος για 176-221 ημέρες (OEPP/EPPO, 1990).



Εικόνα 7: Κελιά νόμφης του *H. armigera* (Queiroz-Santos et al., 2018).

1.3.4 Οικονομική ζημιά στο βαμβάκι

Το πράσινο σκουλήκι στο βαμβάκι φέρει σημαντικές επιπτώσεις στην καλλιέργεια και αποτελεί από τους πιο σοβαρούς εχθρούς της, με σημαντική μείωση της παραγωγής. Το έντομο προσβάλλει όλο το φυτό τρώγοντας τα φύλλα, τα χτένια και τα άνθη όταν η προνύμφη είναι νεαρής ηλικίας ενώ σε μεγαλύτερη ηλικία προσβάλλει μόνο τα καρύδια. Τα κύρια σημάδια προσβολής από το έντομο είναι τα πεσμένα χτένια και οι τρύπες στα καρύδια με περιπτώματα του εντόμου στην περιφέρειά της. Τα προσβεβλημένα καρύδια στη συνέχεια σαπίζουν από μύκητες και πέφτουν ή μένουν πάνω στο φυτό. Η επικινδυνότητα του εντόμου μεγαλώνει λόγω της συνήθειας του να προσβάλλει πολλαπλά καρύδια χωρίς να καταναλώνει πλήρως το εσωτερικό τους, καταστρέφοντας περισσότερα από όσα χρειάζεται για τη διατροφή του (Τόλης, 1989; Παπακώστα-Τασοπούλου, 2002).

1.3.5 Τρόποι αντιμετώπισης του εντόμου

Σε πολλές χώρες στον κόσμο γίνονται συνεχώς προσπάθειες και μελέτες για την αντιμετώπιση του πράσινου σκουληκιού σε διάφορες καλλιέργειες μεταξύ των οποίων και το βαμβάκι. Οι κυριότερες μέθοδοι που εφαρμόζονται επιτυχώς είναι οι χημικές (Εικόνα 8) σε συνδυασμό με σωστό προγραμματισμό, αλλά εφαρμόζονται και μη χημικές μέθοδοι. Σημαντική πρόοδος έχει επιτευχθεί στην νότια και ανατολική Αφρική στην ανάπτυξη των βιολογικών μεθόδων αντιμετώπισης του πράσινου σκουληκιού με τη χρήση παρασιτοειδών όπως το *Telenomus ullyetti* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) που παρασιτεί στα αυγά λεπιδόπτερον, την ενίσχυση των φυσικών εχθρών του εντόμου με αποφυγή της μονοκαλλιέργειας και τη χρήση μικροβιακού ελέγχου με βακτήρια όπως το *Bacillus thuringiensis* Berliner που στοχεύει στην θανάτωση των προνυμφών στα κελιά τους στο έδαφος (Cherry et al., 2003).

Insecticides		Dose/100 liter of water
Trade name	Common name	
Coragen	Chlorantraniliprole	100 ml + 15 g surfactant
Steward 150 EC	Indoxacarb	175 ml
Belt 39.4	Flubendiamide	50 ml
Delegate 25 EC	Spintoram	60 g
Volium Flexy 300 EC	Thiamethaxim + chlorantraniliprole	80 ml
Fipronil	Fipronil	480 ml
Emamectin 1.9 EC	Emamectin benzoate	200 ml
Chlorofenapyr	Pirate	320 ml
Lufenuron 5 EC	Lufenuron	800 ml

Εικόνα 8: Χημικά σκευάσματα για την αντιμετώπιση του πράσινου σκουληκιού στη τομάτα σε ασιατικές χώρες (Abbas et al., 2015).

1.4 Χρήση παγίδων στην παρακολούθηση των εντομολογικών εχθρών

Η χρήση εντομολογικών παγίδων έχει πολύ σημαντικό ρόλο στις έρευνες και στα προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης επιβλαβών οργανισμών. Οι παγίδες χρησιμοποιούν πολλαπλούς παράγοντες όπως ο συνδυασμός χρωμάτων και ελκυστικών ουσιών για την εύκολη παρακολούθηση των πληθυσμών του εντόμου στόχου. Μπορούν να συνεισφέρουν στην έγκαιρη ενημέρωση για εισβολές από νέους εντομολογικούς εχθρούς, την περίοδο και διάρκεια δραστηριότητάς τους, την ένταση των προσβολών τους και τις πληθυσμιακές μεταβολές τους. Λόγω του τρόπου λειτουργίας τους (χημικά και οπτικά), μπορούν και εξειδικεύονται σε ορισμένα είδη εντόμων, εξοικονομώντας χρόνο χειρισμού ανά παγίδα και αυξάνοντας την πιθανότητα γρήγορης ανίχνευσης (Zhang et al., 2019).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της παγίδας σχετίζονται είτε με την ίδια την παγίδα ή το έντομο-στόχο. Τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε παγίδας που επιδρούν στην επιτυχή σύλληψη εντόμων είναι το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα, το ύψος και ο τρόπος τοποθέτησής της (Μπρούφας και Παππά, 2016). Οι μελέτες για το σωστό συνδυασμό παραγόντων παγίδας για το κάθε είδος εντόμου αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της δημιουργίας προγραμμάτων καταπολέμησης καθώς η λανθασμένη χρήση παγίδων μπορεί να δίνει λανθασμένα δεδομένα αλλά και να συλλαμβάνει έντομα μη στόχους, ωφέλιμα ακόμα και σπάνια είδη (Zhang et al., 2019). Ένα από τα παραδείγματα έρευνας αποτελεσματικότητας παγίδων είναι η μελέτη του δασικού εντόμου *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) όπου η έγκαιρη ανίχνευση σημαντικών πληθυσμών του είναι σημαντική για την έναρξη λήψης μέτρων αντιμετώπισης του. Έπειτα από μελέτες για τη σωστή χρήση παγίδων του βρέθηκε ότι το μέγεθος του δέντρου και το ύψος που τοποθετήθηκε η κολλητική παγίδα επηρέαζαν σημαντικά τη συχνότητα σύλληψης του εντόμου-στόχου (Marshall et al., 2009). Σε άλλη έρευνα των Athanassiou et al. (2004) διαπιστώθηκε ότι οι λευκού χρώματος παγίδες ήταν αποτελεσματικότερες σε σχέση με τις παγίδες άλλων χρωμάτων που εξετάστηκαν για την παγίδευση της μαργαρόνιας της ελιάς *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Επίσης, οι φερομονικές παγίδες για το λεπιδόπτερο *Limandria dispar* (Lepidoptera: Erebididae) παρέχουν πιο αντιπροσωπευτικά στοιχεία στην εκτίμηση του πληθυσμού όταν τοποθετηθούν δίπλα στους κορμούς δένδρων (Μπρούφας και Παππά, 2016). Οι παράγοντες που σχετίζονται με τους πληθυσμούς των εντόμων-στόχων είναι το

μέγεθος του υπάρχοντος πληθυσμού, το ποσοστό των ατόμων που ελκύονται από την παγίδα, το ποσοστό ατόμων που εισέρχονται στην παγίδα καθώς και το ποσοστό ατόμων που τελικά συγκρατούνται στην παγίδα. Παρόλα αυτά, όλοι οι παραπάνω παράγοντες επηρεάζονται σημαντικά από τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες της περιοχής μελέτης (Μπρούφας και Παππά, 2016).

1.4.1 Τύποι παγίδων

Υπάρχουν πάρα πολλοί τύποι παγίδων που χρησιμοποιούνται στη σύλληψη και παρακολούθηση εντόμων και συνεχώς δημιουργούνται καινούργιοι και παραλλαγές αυτών. Θα μπορούσαμε να κατηγοριοποιήσουμε τις παγίδες σε τρεις κατηγορίες με βάση τον μηχανισμό που γίνεται η συγκράτηση των εντόμων σε αυτές: 1) η συγκράτηση των εντόμων οφείλεται σε κολλητική επιφάνεια, 2) η συγκράτηση και θανάτωση επιτυγχάνεται με την χρήση κάποιου υγρού μέσου και 3) η συγκράτηση και θανάτωση επιτυγχάνεται μετά την έκθεση σε κάποιο εντομοκτόνο παράγοντα (Μπρούφας και Παππά, 2016). Παρακάτω αναλύονται κάποιες από τις σημαντικότερες παγίδες αυτών των κατηγοριών.

1.4.1.1 Παγίδες παρακολούθησης

Οι παγίδες παρακολούθησης χρησιμοποιούνται συνήθως για έρευνες πανίδας σε οικολογικές μελέτες, αν και μπορούν επίσης να έχουν εφαρμογές διαχείρισης εντομολογικών εχθρών. Στην απλούστερη μορφή τους, αποτελούνται από ένα αιωρούμενο δίχτυ με εισβολή κατά μήκος της κορυφής που οδηγεί σε ένα σωλήνα συλλογής. Η παγίδα Malaise είναι ένα παράδειγμα παγίδας παρακολούθησης. Εναλλακτικά, η παγίδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με προσαρτώμενο έναν ανεμοδείκτη έτσι ώστε η επίπεδη επιφάνεια του δικτύου να περιστρέφεται προς τον άνεμο. Μεγάλα δίχτυα σε σχήμα χοάνης έχουν τοποθετηθεί είτε σε κινούμενα οχήματα για δειγματοληψία ιπτάμενων εντόμων, όπως αυτά της οικογένειας Ceratorogonidae είτε προσαρτημένα σε συσκευή αναρρόφησης για τη δειγματοληψία αφιδών σίτου, όπως το *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Epsky et al., 2008) .



Εικόνα 9: Παγίδα τύπου Malaise για την παρακολούθηση ιπτάμενων εντόμων
(<https://simonleather.files.wordpress.com/2014/10/malaise-trap.gif>)

1.4.1.2 Κολλητικές παγίδες

Οι συγκεκριμένες παγίδες είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενες παγίδες για ιπτάμενα έντομα. Στην απλούστερη μορφή τους, αποτελούνται από διαφανείς πλάκες οι οποίες είναι επικαλυμμένες με ένα κολλώδες υλικό που συγκρατεί έντομα που επικάθονται πάνω σε αυτές. Οι πλάκες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν με χρώμα και / ή σχήμα και χημικό ελκυστικό. Για να συλλάβει τόσο μικρά όσο και μεγάλα έντομα, στην επιφάνεια των πλακών εφαρμόζεται ένα κολλώδες υλικό, όπως το Tangle-trap. Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης παγίδας είναι ότι είναι φθηνή και συλλαμβάνει μια ποικιλία εντόμων που κινούνται στην γύρω περιοχή. Παρόλα αυτά, το κυριότερο μειονέκτημά της είναι ότι δύναται να επικαλυφθεί με σκόνη ή φερτά υλικά μειώνοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητά της. Το ύψος τοποθέτησής τους παίζει σημαντικό ρόλο στην σύλληψη των εντόμων. Συνήθως τοποθετούνται πάνω από το έδαφος στο ύψος του εκάστοτε βλαστικού σταδίου ανάπτυξης. Όταν χρησιμοποιούνται σε γραμμικές καλλιέργειες, συνδέονται σε ένα ξύλινο ή μεταλλικό πάσσαλο και μετακινούνται καθώς τα φυτά αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της

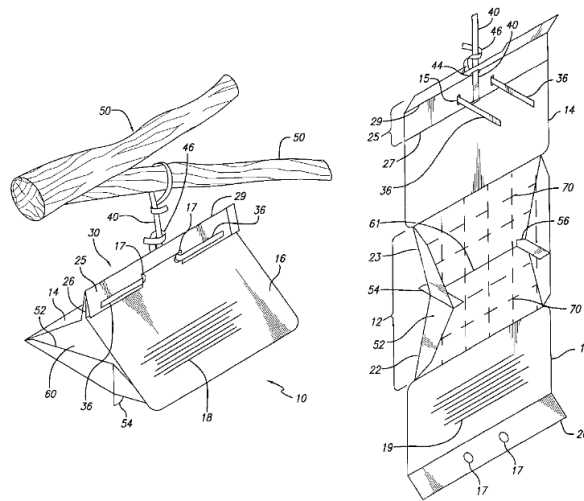
καλλιεργητικής περιόδου. Σε δενδροκομικά είδη, οι παγίδες τοποθετούνται εντός του φυλλώματος (Epsky et al., 2008).



Εικόνα 10: Κίτρινη κολλητική παγίδα για την σύλληψη εντόμων
(https://www.orgakart.com/content/images/thumbs/0000480_yellow-sticky-trap_300.jpeg)

1.4.1.3 Τρισδιάστατες παγίδες

Στην πραγματικότητα και σε αυτήν την περίπτωση παγίδων, πρόκειται για κολλητικές παγίδες, στις οποίες η κολλητική επιφάνεια βρίσκεται προστατευμένη στο εσωτερικό της παγίδας και συνήθως φέρουν κάποιο ελκυστικό. Είναι οικονομικές παγίδες είτε μίας χρήσης είτε επαναχρησιμοποιούμενες αντικαθιστώντας την κολλητική επιφάνεια. Υπάρχουν διαθέσιμες στην αγορά σε διάφορες παραλλαγές σχημάτων, όπως οι παγίδες τύπου Delta, οι οποίες είναι μικρές, ελαφριές τριγωνικού σχήματος (σε σχήμα σκηνής). Η παγίδα Jackson είναι μια παγίδα Delta, που χρησιμοποιείται για την σύλληψη μυγών φρούτων της οικογένειας Tephritidae. Οι παγίδες σε σχήμα διαμαντιού χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση εντόμων σε δημόσιους χώρους, όπως καταστήματα και σούπερ μάρκετ. Οι παγίδες σε σχήμα φτερών χρησιμοποιούνται για παγίδευση λεπιδοπτέρων και είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος από τις κλασικές τριγωνικές παγίδες τύπου Delta (Epsky et al., 2008).



Εικόνα 11: Τρισδιάστατη τριγωνική παγίδα Delta (Patent No.:US 6,516,558 B1).

1.4.1.4 Παγίδες νερού

Μια απλή μέθοδος συλλογής για αφίδες και άλλα μικρά ιπτάμενα έντομα είναι με την χρήση μιας παγίδας νερού. Τα έντομα που πετούν πάνω από την παγίδα προσελκύονται στην ανακλαστική επιφάνεια του νερού και συλλαμβάνονται. Οι παγίδες αυτές, κατασκευάζονται από ορθογώνια ταψιά, δοχεία αποθήκευσης ή ταψιά πλύσης πιάτων εν μέρει γεμάτα με υδατικά διαλύματα σαπουνιού ή αντιψυκτικού αυτοκινήτου. Η επιλογή του σαπουνιού που θα χρησιμοποιηθεί είναι σημαντική για την επιτυχή παρακολούθηση του πληθυσμού εντόμων. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να αποφεύγονται τα σαπούνια με οσμές, διότι μπορεί να είναι αποθητικές για τα έντομα. Επίσης, στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί αντιψυκτικό αυτοκινήτου θα πρέπει να είναι περιβαλλοντικά ασφαλές. Μειονέκτημα θεωρείται ότι οι συγκεκριμένες παγίδες είναι εκτεθειμένες σε περιβαλλοντικά φαινόμενα με αποτέλεσμα είτε την εξάτμιση κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων ή την υπερχειλίση κατά τη διάρκεια περιόδων μεγάλης βροχόπτωσης (Epsky et al., 2008).



Εικόνα 12: Παγίδα νερού (http://aphidtrek.org/wp-content/uploads/2017/04/IMG_0829.jpg)

1.4.1.5 Παγίδες κάδου (Bucket traps)

Μια άλλη απλή και ανέξοδη παγίδα είναι η παγίδα τύπου Bucket. Η συγκεκριμένη παγίδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς καπάκι ή ως κλειστό δοχείο με τρύπες είτε στην κορυφή είτε στην περιφέρεια για είσοδο των εντόμων. Μικρές οπές μπορούν επίσης να τοποθετηθούν κοντά στον πυθμένα της παγίδας για να επιτρέπεται η εκροή του παγιδευμένου νερού. Η παγίδα Nadel και η παγίδα Mission είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα παγίδων Bucket, που αποτελούν ημιδιαφανή κλειστά δοχεία με οπές εισόδου γύρω στην περιφέρεια. Το μέγεθος και η διάμετρος του δοχείου, η τοποθέτηση, και ο αριθμός των οπών εισόδου εξαρτώνται από το έντομο-στόχο. Συνήθως στις παγίδες Bucket χρησιμοποιούνται με χημικά δολώματα διαφόρων τύπου. Ακόμη, τέτοιες παγίδες συνήθως περιλαμβάνουν και κολλώδες υλικό είτε στην εσωτερική είτε στην εξωτερική επιφάνεια. Μια παραλλαγή των παγίδων Bucket είναι οι κυλινδρικές παγίδες ανοιχτού πυθμένα. Πρόκειται για παγίδες Bucket που χρησιμοποιούνται ανάποδα. Η παγίδα Φάσης 4 (Phase 4 trap) είναι ένα παράδειγμα κυλινδρικής παγίδας, όπου ο κύλινδρος είναι πράσινου χρώματος και φέρει ένα κίτρινο κολλητικό πλαίσιο για να συγκρατεί τα αιχμαλωτισμένα έντομα (Epsky et al., 2008).



Εικόνα 13: Παγίδα τύπου Nadel

(<https://img.yumpu.com/51611652/1/500x640/monitoring-ceratitis-with-nadel-trap-sansan.jpg>)

1.4.1.6 Παγίδες κάδου με χοάνες (Bucket traps with funnels)

Πιθανώς είναι οι πιο συνηθισμένες παγίδες για γεωργική χρήση. Είναι πιο δαπανηρές από τις απλές παγίδες κάδου και χρησιμοποιούνται συχνά με κάποιο είδος ελκυστικού οσμής. Η χοάνη είναι ουσιαστικά μια διευρυμένη τρύπα που κατευθύνει την κίνηση του ελκυσμένου εντόμου στον κάδο. Υπάρχουν διάφορες τροποποιήσεις τις συγκεκριμένης παγίδας ως προς τον προσανατολισμό και το μέγεθος της χοάνης σε σχέση με το μέγεθος του κάδου. Η παγίδα Steiner αποτελείται από έναν διαφανή πλαστικό κύλινδρο οριζόντια προσανατολισμένο με μικρές χοάνες στο κέντρο των επίπεδων πλευρών του κυλίνδρου. Για έντομα εδάφους που προσεγγίζουν την παγίδα από την κάτω πλευρά, η χοάνη τοποθετείται με το μεγάλο άνοιγμα στραμμένο προς τα κάτω και το μικρό άνοιγμα προς τον κάδο ή άλλο δοχείο. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας παγίδας είναι η παγίδα McPhail, η οποία έχει σχήμα καμπάνας και χρησιμοποιείται για μύγες φρούτων Tephritidae και Drosophilidae. Η αρχική παγίδα κατασκευάστηκε από γυαλί και υπάρχουν αρκετές παραλλαγές παγίδων τύπου McPhail από πλαστικό, συμπεριλαμβανομένων των παγίδων μύγας φρούτων dome, παγίδων McPhail και παγίδων Multilure, οι οποίες συνήθως έχουν διαφανή κορυφή και κίτρινη βάση (Epsky et al., 2008).



Εικόνα 14: Παγίδα τύπου McPhail

(https://www.semiochemical.net/Content/File_Img/S_Product/2016-10-31/201610311619495919900.jpg)

Για τα έντομα που προσεγγίζουν την άνω επιφάνεια της παγίδας προτιμότερες θεωρούνται οι παγίδες κάδου με χοάνες που έχουν το μεγάλο άνοιγμα στραμμένο προς τα πάνω και το μικρό άνοιγμα να οδηγεί στον κάδο. Η παγίδα Unitrap και η παγίδα Multipher είναι παραδείγματα αυτής της παγίδας και συνήθως χρησιμοποιούνται για ακμαία λεπιδοπτέρων. Αυτές οι παγίδες φέρουν καπάκια πάνω από το άνοιγμα της χοάνης για να προστατέψουν το περιεχόμενο της παγίδας από τη βροχή. Η παγίδα Boll weevil είναι μια εκδοχή μιας παγίδας κάδου που περιέχει μια χοάνη τοποθετημένη πάνω σε έναν κύλινδρο. Τα έντομα προσγειώνονται στον κύλινδρο και μετακινούνται προς τα πάνω, εισέρχονται στη χοάνη και μετακινούνται στον μικρό κάδο συλλογής. Η παγίδα χοάνης Lindgren αποτελείται από 4, 8 ή 12 πλαστικές χοάνες που στοιβάζονται κάθετα πάνω από το δοχείο (Epsky et al., 2008).



Εικόνα 15: Παγίδα Unitrap

(https://www.semiochemical.net/Content/File_Img/S_Product/2016-10-31/201610311559240374578.jpg)

1.4.1.7 Παγίδες κώνου

Οι παγίδες κώνου είναι ουσιαστικά παγίδες κάδου με χοάνες, αλλά η χοάνη είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με το μέγεθος του κάδου ή του σωλήνα συλλογής. Σε αυτές τις παγίδες το μεγάλο άνοιγμα της χοάνης είναι προσανατολισμένο προς το έδαφος ενώ η κορυφή της χοάνης οδηγεί σε ένα δοχείο. Παραδείγματα αυτών των παγίδων περιλαμβάνουν παγίδες εντόμων του γένους *Heliothis* και δολωματικές παγίδες λεπιδοπτέρων. Αυτές οι παγίδες κατασκευάζονται από ένα ελαφρύ ύφασμα ή υλικό πλέγματος και ο σχεδιασμός αυτός εκμεταλλεύεται την τάση πολλών λεπιδοπτέρων να κινούνται προς τα πάνω. Οι δολωματικές παγίδες λεπιδοπτέρων περιλαμβάνουν ένα μεγάλο δοχείο για να μετακινηθεί το ακμαίο έτσι ώστε να μην θανατωθεί (Epsky et al., 2008).

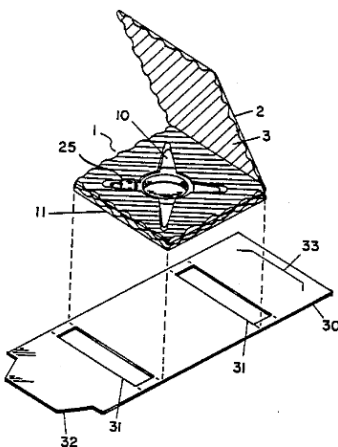


Εικόνα 16: Παγίδα κώνου

(https://horticulture.oregonstate.edu/sites/agscid7/files/horticulture/images/our_cone_trap_0_0.jpg)

1.4.1.8 Παγίδα κυματοειδούς χαρτονιού με θάλαμο παγίδευσης

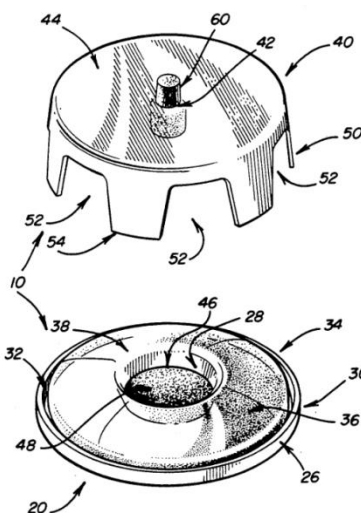
Αποτελείται από το κυματοειδές χαρτόνι, το θάλαμο παγίδευσης, το λάδι εντός του θαλάμου και ένα ελκυστικό (Εικόνα 17). Τα έντομα στην παγίδα θανατώνονται από ασφυξία στο λάδι. Ανήκει στις παγίδες χωρίς εντομοκτόνο και χρησιμοποιείται κυρίως για την παρακολούθηση και τον έλεγχο εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων της τάξης Coleoptera (Patent Number: 4,581,845 45).



Εικόνα 17: Παγίδα κυματοειδούς χαρτονιού με θάλαμο παγίδευσης (Patent Number: 4,581,845 45).

1.4.1.9 Σύστημα παρακολούθησης εντόμων με πλαστική μονάδα δύο μερών

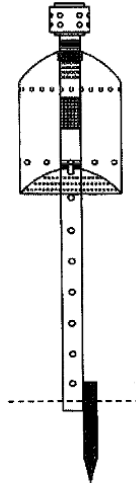
Η παγίδα είναι μια πλαστική μονάδα δύο μερών που περιέχει κόλλα για να παγιδεύει τα έντομα καθώς και τροφή ή φερομόνη για να ελκύει τα έντομα στην παγίδα (Εικόνα 18). Χρησιμοποιείται κυρίως για την προστασία αποθηκευμένων ζωικών και φυτικών προϊόντων από έντομα, όπως το σκαθάρι του καπνού *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae) (Patent Number: 5,090,153).



Εικόνα 18: Σύστημα παρακολούθησης εντόμων με πλαστική μονάδα δύο κομματιών (Patent Number: 5,090,153).

1.4.1.10 Παγίδα μαζικής σύλληψης και ελέγχου του ανθονόμου του βαμβακιού *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae)

Η παγίδα αποτελείται από ένα σωληνοειδές κεντρικό σώμα με το κάτω του τμήμα να είναι εφοδιασμένο με οπές, ένα περίβλημα που σχηματίζεται από ένα διάτρητο καπάκι, μια βάση με τρύπες, ένα τμήμα διανομής εντομοκτόνου μέσα στο περίβλημα, ένα τμήμα οπών για εξαερισμό και ένα δοχείο που περιέχει φερομόνη (Εικόνα 19). Για τη θανάτωση του εντόμου μπορεί να χρησιμοποιηθούν εντομοκτόνα, κόλλα ή λάδι για την ασφυξία του (Patent No.: US 9.402,383 B2).



Εικόνα 19: Παγίδα μαζικής σύλληψης και ελέγχου του ανθονόμου του βαμβακιού *A. grandis* (Patent No.: US 9.402,383 B2).

1.4.5.11 Φερομονικές παγίδες

Αυτές οι παγίδες χρησιμεύουν για τη σύλληψη εντόμων που προσελκύνονται από την φερομόνη που απελευθερώνεται από έναν εξατμιστήρα της παγίδας. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των συγκεκριμένων παγίδων είναι ότι είναι εξειδικευμένες ως προς το είδος εντόμου-στόχου που προσελκύουν, διευκολύνοντας έτσι την μετέπειτα αναγνώριση και καταγραφή των συλλήψεων. Οι φερομόνες αρχικά προσελκύουν τα έντομα σε μία συγκεκριμένη περιοχή και στην συνέχεια η παγίδα συγκρατεί τα συλληφθέντα άτομα. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά μιας φερομονικής παγίδας είναι το χρώμα, το μέγεθος, το σχήμα και το ύψος τοποθέτησης της από το έδαφος (Μπρούφας και Παππά, 2016).

1.5 Φερομόνες

Οι φερομόνες είναι χημικές ουσίες, οι οποίες εκλύονται στην εξωτερική επιφάνεια του σώματος ενός οργανισμού και προκαλούν μία συγκεκριμένη αντίδραση σε ένα άτομο δέκτη του ίδιου είδους. Η πρώτη φερομόνη που έχει προσδιοριστεί είναι αυτή του μεταξοσκώληκα *Bombyx mori* (L.) (Lepidoptera: Bombycidae). Οι φερομόνες χρησιμοποιούνται από τα έντομα για την προσέλκυση ατόμων του ίδιου είδους αλλά αντίθετου φύλου, στην πρόκληση διασποράς, στην σήμανση μιας διαδρομής, στην μεταφορά ενός μηνύματος συναγερμού και την «ρύθμιση» της σεξουαλικής ωρίμανσης άλλων ατόμων του ίδιου είδους. Για την αντιμετώπιση διαφόρων εντομολογικών εχθρών οι φερομόνες που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι αυτές της προσέλκυσης του αντίθετου φύλου. Οι φερομόνες φύλου που έχουν

λάβει το μεγαλύτερο επιστημονικό ενδιαφέρον και έχουν μελετηθεί εκτενέστερα είναι οι φερομόνες λεπιδοπτέρων. Συγκεκριμένα, τα θηλυκά άτομα απελευθερώνουν στον αέρα τη φερομόνη και τα αρσενικά αντιδρούν εκδηλώνοντας μία συγκεκριμένη συμπεριφορά, η οποία είναι γνωστή ως χημειο-ανεμόταξη. Η φερομόνη φύλου του *H. armigera*, η οποία έχει προσδιοριστεί περιέχει saturated aldehyde (16:Ald), (Z)-9-hexadecenal (Z-9-16:Ald), (Z)-11-hexadecenal (Z-11-16:Ald), hexadecanol (16:OH) και (Z)-11-hexadecanol (Z-11-16:OH) σε αναλογία 6.1:4.5:100:3.5:8.8. (Wu et al., 1997). Οι αποστάσεις και η συγκέντρωση της φερομόνης, με τις οποίες οι φερομόνες δύνανται να προσελκύσουν τα αρσενικά εξαρτώνται άμεσα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή την δεδομένη στιγμή καθώς και από το είδος εντόμου-στόχου. Η παραπάνω κατηγορία φερομονών χρησιμοποιείται κατά κόρον για την παρακολούθηση των πληθυσμών εντόμων με σκοπό την έγκαιρη επέμβαση εφαρμογής διαφόρων μεθόδων καταπολέμησης του εκάστοτε εχθρού π.χ. εντομοκτόνο. Εκτός από την παρακολούθηση των εντόμων, οι φερομόνες στην καταπολέμηση εντομολογικών εχθρών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μαζική παγίδευση, παρεμπόδιση της σύζευξης είτε για την προσέλκυση εντόμων σε εντομοκτόνο παράγοντα (Μπρούφας και Παππά, 2016).

1.6 Σκοπός μελέτης

Η συγκεκριμένη εργασία έχει ως θέμα τη μελέτη της αποτελεσματικότητας και χρήσης των παγίδων τύπου Funnel στο πράσινο σκουλήκι *H. armigera* στο βαμβάκι. Ο βραχυπρόθεσμος στόχος της μελέτης είναι η σύγκριση της αποτελεσματικότητας διαφορετικών παραγόντων, όπως συγκεκριμένα το χρώμα, το ύψος τοποθέτησης της παγίδας και η φερομόνη. Ο μακροπρόθεσμος στόχος είναι η δημιουργία ενός πρωτοκόλλου για τη σωστή διαχείριση του εντόμου (ψεκασμοί) για την καλλιέργεια του βαμβακιού σε συνδυασμό με τον αριθμό συλλήψεων των παγίδων και την κατανόηση της πληθυσμιακής διακύμανσης του ανά περιοχή.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχή μελέτης

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου (Χλόη), που αποτελεί κωμόπολη της Π.Ε. Μαγνησίας στη Θεσσαλία ως έδρα του Δήμου Ρήγα Φεραίου. Βρίσκεται σε υψόμετρο 120 μέτρων και γεωγραφικό μήκος και πλάτος $22^{\circ} 44'$ και $39^{\circ} 24'$, αντιστοίχως. Η περιοχή επιλέχθηκε λόγω της ύπαρξης μεγάλων αγροκτημάτων καλλιέργειας βαμβακιού (Εικόνα 20). Η γεωγραφική θέση του Δήμου είναι βορειοδυτικά στην περιφερειακή ενότητα Μαγνησίας και συνορεύει βορείως με την περιφερειακή ενότητα Λάρισας και η έκταση του είναι 549.8 km^2 . Το σύνολο των θέσεων παγίδευσης τοποθετήθηκε στο τοπικό διαμέρισμα Χλόης, όπου η καλλιέργεια του βαμβακιού καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της καλλιεργούμενης έκτασης και αποτελεί τη σημαντικότερη καλλιέργεια.



Εικόνα 20: Περιοχή Βελεστίνου (Google Earth)

2.2 Το κλίμα της περιοχής μελέτης

Το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται σύμφωνα με το βιοκλιματικό χάρτη του Gaussen, μεσογειακό με ξηροθερμικό δείκτη (πλήθος βιολογικά ξηρών ημερών) που κυμαίνεται μεταξύ 40 και 75. Τα μετεωρολογικά στοιχεία που παρατίθενται για την ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου, λήφθηκαν από τους σταθμούς του Αγροκτήματος Βελεστίνου (Μ.Ο. 50 ετών), που ανήκει στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Από τα στοιχεία του Μετεωρολογικού σταθμού Αγροκτήματος

Βελεστίνου προκύπτει ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 434 mm, οι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης κυμαίνονται από 7.8 έως 51.3 mm. Ως οι πλέον βροχεροί μήνες εμφανίζονται να είναι οι Οκτώβριος, Νοέμβριος, Δεκέμβριος και Μάρτιος και ως οι πλέον ξηροί οι Ιούλιος και Αύγουστος, οι οποίοι όμως εμφανίζουν κάποιες βροχοπτώσεις. Γενικά, οι βροχές δεν είναι ραγδαίες και το ύψος της βροχής αντιστοιχεί σε πολλές ώρες βροχόπτωσης. Στην περιοχή του Βελεστίνου η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμαίνεται από 7.9 °C τον Ιανουάριο έως 27.2 °C τον Ιούλιο (σταθμός Αγροκτήματος Βελεστίνου). Η σχετική υγρασία παρουσιάζει μέγιστη τιμή το Δεκέμβριο (μέση τιμή 75.9%), ενώ σε υψηλά επίπεδα διατηρείται τους μήνες Νοέμβριο έως και Μάρτιο, με μέσες τιμές που ξεπερνούν το 70%. Η χαμηλότερη τιμή είναι 50.9% και εμφανίζεται το μήνα Ιούλιο. Από τα στοιχεία του Μ.Σ. Ν. Αγκιάλου προκύπτει ότι οι ανατολικοί άνεμοι επικρατούν στην περιοχή σε ποσοστό 19.86%. Επίσης, οι δυτικοί και οι βορειοδυτικοί παρουσιάζουν μια σχετικά αυξημένη συχνότητα εμφάνισης, ενώ οι νότιοι και νοτιοδυτικοί είναι οι άνεμοι που εμφανίζονται λιγότερο στην περιοχή μελέτης. Όσον αφορά την έντασή τους, αυτή σε ποσοστό 61.76% κυμαίνεται μεταξύ 1 έως 4 Μποφόρ, ενώ οι περίοδοι άπνοιας καλύπτουν ποσοστό 34.91%. Γενικά, η κατανομή των ανέμων στην περιοχή διαμορφώνει ήπιες κλιματικές συνθήκες. Η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία κατά την διάρκεια εφαρμογής του πειράματος στην περιοχή του Βελεστίνου είναι 31.8 και 16.2 °C για τον Ιούνιο 2018, 37.4 και 18.4 °C για τον Ιούλιο 2018, 37.2 και 21.3 °C για τον Αύγουστο 2018, 31.9 και 14.7 °C για τον Σεπτέμβριο του 2018, αντιστοίχως (www.meteo.gr/meteosearch). Ακόμη το ύψος βροχής ήταν 113.4, 19.4, 14.2 και 52.0 mm για τον Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο 2018, αντίστοιχα (www.meteo.gr/meteosearch).

2.3 Παρακολούθηση πληθυσμού ακμαίων *H. armigera*

2.3.1 Περιγραφή του αγροτεμαχίου

Για την παρακολούθηση του πληθυσμού των ακμαίων του πράσινου σκουληκιού εγκαταστάθηκαν παγίδες σύλληψης σε αγροτεμάχιο με βαμβάκι (Εικόνα 21). Το αγροτεμάχιο βρίσκεται βορειοδυτικά του Δήμου Βελεστίνου και περιμετρικά του τοπικού διαμερίσματος της Χλόης. Η σπορά του χωραφιού έγινε με σπόρο της εταιρίας Pioneer Hi-Bred Hellas A.E. ποικιλίας ST 402. Τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας είναι η πρωιμότητα της με τη γρήγορη δημιουργία καρποφόρων οργάνων και η υψηλή παραγωγικότητα της.



Εικόνα 21: Αγροτεμάχιο όπου έγινε η μελέτη των παραγόντων (κόκκινη πινέζα).

2.3.2 Περιγραφή των παγίδων

Οι τύπου funnel παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν είχαν 3 διαφορετικούς συνδυασμούς χρωμάτων. Η μία ήταν μονόχρωμη πράσινου χρώματος (Εικόνα 22), η δεύτερη ήταν ριγέ με άσπρο και μαύρο χρώμα (Εικόνα 23) και η άλλη ήταν τρίχρωμη με πράσινο, κίτρινο και λευκό χρώμα (Εικόνα 24). Οι παγίδες για να εγκατασταθούν στον αγρό χρειάστηκε να τοποθετηθούν 27 μεταλλικοί πάσσαλοι σχήματος Γ, ένας για κάθε παγίδα. Κάθε πάσσαλος είχε ύψος 1.5 μ και τοποθετήθηκε μέσα στο έδαφος με τη βοήθεια ενός τεχνικού εργαλείου και εξείχε από τη γη ανάλογα με τις ανάγκες του πειράματος. Οι παγίδες βρισκόταν στο ελεύθερο μέρος του πασσάλου με σχήμα Γ, έτσι ώστε να υπάρχει ελεύθερη πρόσβαση σε αυτές (Εικόνα 25).



Εικόνα 22: Παγίδα Funnel πράσινου χρώματος.



Εικόνα 23: Παγίδα Funnel ριγέ.



Εικόνα 24: Παγίδα Funnel Λευκή.



Εικόνα 25: Παγίδα Funnel πράσινου χρώματος πάνω σε πάσσαλο στο πειραματικό αγροτεμάχιο.

2.4 Πειραματικός σχεδιασμός

Η εγκατάσταση των παγίδων έλαβε χώρα στις 6 Ιουνίου 2018. Οι παγίδες (τύπου Funnel) εγκαταστάθηκαν σε ένα αγροτεμάχιο με βαμβάκι σε απόσταση 20 μ επί της γραμμής και 20 μ μεταξύ των γραμμών. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε 9 παράλληλες στήλες, όπου οι 3 πρώτες στήλες αντιστοιχούσαν στον παράγοντα με συγκεκριμένο χρώμα (πράσινη, ριγέ, λευκή), οι επόμενες 3 στήλες στον παράγοντα ύψος τοποθέτησης της παγίδας (30, 60 και 90 cm) και οι 3 τελευταίες στο παράγοντα διαφορετικό σκεύασμα φερομόνης (Russel, Barrettine, Trece). Επομένως για κάθε παράγοντα υπήρχαν 3 επαναλήψεις (3 στήλες). Στο εσωτερικό κάθε παγίδας τοποθετήθηκε χαρτί εμποτισμένο με εντομοκτόνο transfluthrin (0,4% β/β, VAPONA, Σαράντης Α.Β.Ε.Ε., Αθήνα). Οι παγίδες τοποθετήθηκαν κατά τέτοιο τρόπο ώστε κάθε είδος παγίδας να μη βρίσκεται στην ίδια σειρά και στην ίδια στήλη. Κάθε εβδομάδα γινόταν καταγραφή των συλληφθέντων ακμαίων εντόμων με το άδειασμα του κάδου συλλογής. Η πρώτη καταγραφή των εντόμων που βρισκόταν μέσα στις παγίδες έγινε στις 13 Ιουνίου 2018. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν τις πρωινές ώρες της ημέρας και πραγματοποιήθηκαν συνολικά 13 μετρήσεις. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων κάθε 4 εβδομάδες γινόταν αντικατάσταση των εντομοκτόνων φύλλων και των σκευασμάτων φερομονών. Σε κάθε καταμέτρηση γινόταν αλλαγή της θέσης των παγίδων στους στύλους, κυκλικά σε κάθε στήλη. Η διαδικασία κύλισε ομαλά εκτός περιόδων με άστατα καιρικά φαινόμενα και των εργασιών του ιδιοκτήτη του αγροκτήματος (7/7/2018-11/7/2018).

2.4.1 Πειραματικός σχεδιασμός ανάλογα με τον παράγοντα αξιολόγησης

Πριν την τοποθέτηση των παγίδων υπήρξε πειραματικός σχεδιασμός με βάση τους 3 παράγοντες που αξιολογήθηκαν για την αποτελεσματικότητα σύλληψης των ακμαίων του *H. armigera*. Ο πρώτος παράγοντας που αξιολογήθηκε ήταν το χρώμα της παγίδας (πράσινη, λευκή, ριγέ), για αυτό τοποθετήθηκαν σε ύψος 90 εκ. από το έδαφος τις παγίδες τύπου Funnel με σκεύασμα φερομόνης της εταιρίας Barretine. Για την αξιολόγηση του δεύτερου παράγοντα όπου ήταν το ύψος της παγίδας (30, 60 και 90 εκ.), χρησιμοποιήθηκαν πράσινες παγίδες τύπου Funnel, οι οποίες περιείχαν σκεύασμα φερομόνης της εταιρίας Barretine. Τέλος, για τον τρίτο παράγοντα που εξετάστηκε και ήταν το σκεύασμα φερομόνης (Barretine, Russel και Trece), χρησιμοποιήθηκαν πράσινες παγίδες τύπου Funnel σε ύψος 90 εκ. από το έδαφος.

2.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με την ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (two-way ANOVA) για κάθε ένα παράγοντα (χρώμα παγίδας, ύψος παγίδας και φερομόνη) σε σχέση με την ημερομηνία καταγραφής των συλλήψεων έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν ήταν στατιστικώς σημαντική η επίδραση των κυρίως παραγόντων που αξιολογήθηκαν και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ τους. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (two-way ANOVA) για κάθε κύριο παράγοντα (χρώμα, ύψος και σκεύασμα φερομόνης) με την ημερομηνία καταγραφής των συλλήψεων ακμαίων. Στην συνέχεια, η μέθοδος της ανάλυσης διακύμανσης ενός παράγοντα (one-way ANOVA) χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί εάν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των διαφόρων μεταχειρίσεων, ενώ η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο Tukey-Kramer HSD σε επίπεδο 5% (Sokal and Rohlf, 1995). Η συμμετοβολή των συλλήψεων μεταξύ των παγίδων για κάθε παράγοντα αξιολόγησης (χρώμα, ύψος και σκεύασμα φερομόνης) ελέγχθηκε προσδιορίζοντας τον συντελεστή συσχέτισης Pearson, η σημαντικότητα των οποίων ελέγχθηκε με την αμφίπλευρη δοκιμασία του t σε n-2 βαθμούς ελευθερίας και επίπεδο σημαντικότητας 0.01%. Συγκεκριμένα, για το παράγοντα του χρώματος προσδιορίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης για τα ζεύγη χρωμάτων παγίδων (Πράσινη – Λευκή, Πράσινη – Ριγέ, Λευκή – Ριγέ), για τον παράγοντα του ύψους προσδιορίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης για τα ζεύγη υψών παγίδων (30 εκ. – 60 εκ., 30 εκ. – 90 εκ., 60 εκ. – 90 εκ.) και τέλος για τον παράγοντα του σκευάσματος φερομόνης προσδιορίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης

για τα ζεύγη σκευασμάτων φερομόνης παγίδων (Barrettine – Russel, Barrettine – Trece, Russel – Trece). Επίσης, προσδιορίστηκε η συχνότητα συλλήψεων των ακμαίων ατόμων ανάλογα με τον αριθμό των ακμαίων (0, 1-10, 11-50, 51-100 και >100 ακμαία) για κάθε χρώμα, ύψος και φερομόνη.

3. Αποτελέσματα

3.1 Πείραμα Α' – Σύγκριση χρώματος παγίδων

Ο αριθμός των συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* επηρεάστηκε σημαντικά από το χρώμα της παγίδας, την ημερομηνία καταγραφής των συλλήψεων, ενώ και η αλληλεπίδραση των μεταβλητών αυτών είναι σημαντική (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Παράμετροι της ανάλυσης διακύμανσης δύο παραγόντων για τους κύριους παράγοντες και την αλληλεπίδραση, για τις συλλήψεις των ακμαίων του *H. armigera*, σε διαφορετικούς τύπους παγίδας (β.ε. συνόλου= 116).

Πηγή παραλλακτικότητας	β.ε.	F	P
Χρώμα παγίδας	2	23.4	<0.01
Ημερομηνία	12	17.0	<0.01
Χρώμα * Ημερομηνία	24	3.2	<0.01

3.1.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο

Στις πρώτες μετρήσεις από μέσα Ιουνίου έως και τέλος Ιουλίου (13, 22 Ιουνίου και 18, 25 Ιουλίου 2018) ο αριθμός των συλλήψεων κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα και δεν ξεπέρασε κατά μέσο όρο τα 2.3 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 2). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ παγίδων δεν εντοπίστηκαν μέσα σε αυτό το διάστημα, με μόνη εξαίρεση την 18^η Ιουλίου, όπου η λευκού χρώματος παγίδα διέφερε σημαντικά από τις υπόλοιπες δύο παγίδες (Πίνακας 2).

Μία αύξηση στον αριθμό των συλλήψεων παρατηρήθηκε τον μήνα Αύγουστο για το σύνολο των παγίδων (Πίνακας 2, Διάγραμμα 1). Συγκεκριμένα, από 1 έως και 29 Αυγούστου μία μικρή αύξηση εντοπίζεται στην πράσινη και ριγέ παγίδα, όπου όμως οι συλλήψεις δεν ξεπέρασαν τα 3.6 και 4.3 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 2). Σε αντίθεση, ο αριθμός των συλληφθέντων ακμαίων στην λευκή παγίδα αυξήθηκε ραγδαία φθάνοντας και το μέσο όρο των 21.3 ακμαίων ανά παγίδα στις 29 Αυγούστου (Πίνακας 2). Παρόλα αυτά, δεν σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μέσα στον Αύγουστο ανάμεσα στις διάφορες κατηγορίες παγίδων (Πίνακας 2).

Στο διάστημα μεταξύ 6 έως 12 Σεπτεμβρίου παρουσιάζονται οι υψηλότεροι αριθμοί συλλήψεων και στις τρεις παγίδες (Πίνακας 2, Διάγραμμα 1).

Αναλυτικότερα, ο υψηλότερος μέσος όρος των συλληφθέντων ατόμων εντοπίστηκε στην λευκή παγίδα στις 12 Σεπτεμβρίου, με αμέσως επόμενο της πράσινης παγίδας στις 6 Σεπτεμβρίου και τέλος της ριγέ στις 12 Σεπτεμβρίου (Πίνακας 2). Και στις δύο αυτές ημερομηνίες βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ της λευκής και των άλλων δύο τύπων, αλλά δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ της πράσινης και της ριγέ παγίδας (Πίνακας 2).

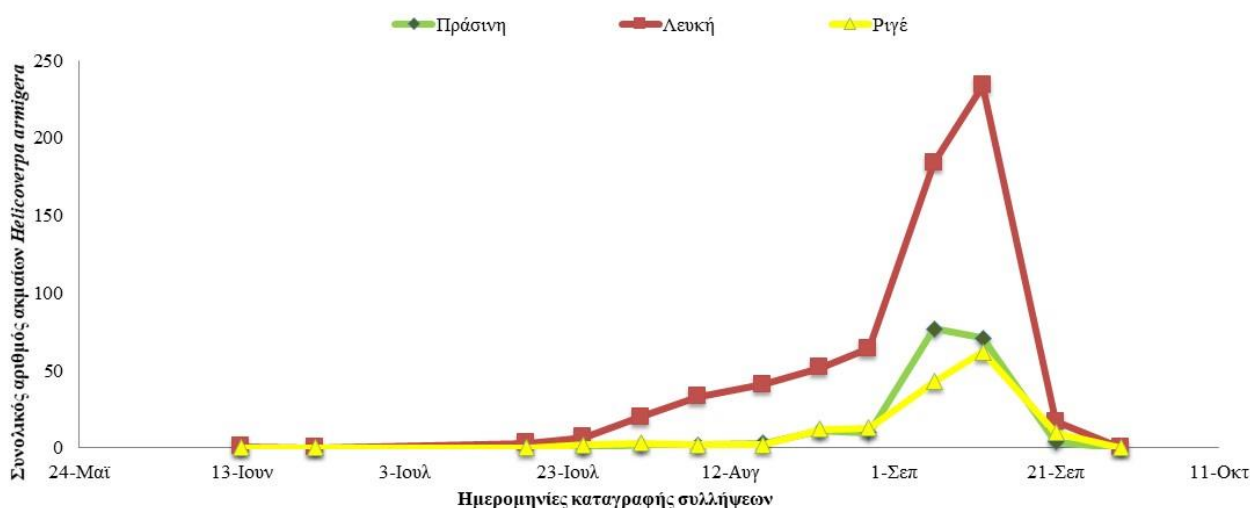
Στις τελευταίες μετρήσεις του Σεπτεμβρίου (21 και 29 Σεπτεμβρίου) παρατηρείται σημαντική μείωση των συλλήψεων σε όλες τις παγίδες (Πίνακας 2, Διάγραμμα 1). Στις 21 Σεπτεμβρίου υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ της λευκής (9.3 ακμαία) και των λοιπών παγίδων (Πίνακας 2). Σε αυτή την ημερομηνία ο μικρότερος αριθμός συλλήψεων εντοπίζεται στην πράσινη παγίδα με μέσο όρο συλλήψεων τα 1.3 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 2). Την τελευταία ημερομηνία μέτρησης (29 Σεπτεμβρίου) δεν καταγράφηκαν συλλήψεις (Πίνακας 2, Διάγραμμα 1).

Λαμβάνοντας υπόψιν τις συνολικές μετρήσεις, πρώτη σε αριθμό συλλήψεων έρχεται η λευκή παγίδα με μέσο όρο 17 ακμαία ανά παγίδα, η οποία διαφέρει σημαντικά από την πράσινη παγίδα με 4.6 ακμαία και την ριγέ με 3.8 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 2). Αντιθέτως, σημαντικές διαφορές μεταξύ της πράσινης και ριγέ παγίδας δεν εντοπίζονται (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Μέσος Αριθμός (\pm) τυπικό σφάλμα συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* σε τρεις τύπους παγίδας στις επιμέρους ημερομηνίες. Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα στην ίδια ημερομηνία δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Σε όλες τις περιπτώσεις οι β.ε. είναι 2.8

Ημερομηνία	Πράσινη	Λευκή	Ριγέ	F	P
13/06/18	0.00 \pm 0.00a	0.00 \pm 0.00a	0.33 \pm 0.33a	1	0.42
22/06/18	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	-	-
18/07/18	0.66 \pm 0.33a	1.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00a	7.00	<0.05
25/07/18	0.00 \pm 0.00a	2.33 \pm 1.85a	0.66 \pm 0.66a	1.11	0.38
01/08/18	0.66 \pm 0.33a	6.66 \pm 5.23a	1.00 \pm 1.00a	1.19	0.36
08/08/18	0.66 \pm 0.66a	11.00 \pm 10.50a	0.66 \pm 0.33a	0.96	0.43

16/08/18	1.00 ±0.57a	13.66 ±13.16a	0.66 ±0.33a	0.94	0.43
23/08/18	3.66 ±1.66a	17.33 ±13.90a	4.00 ±3.05a	0.88	0.46
29/08/18	3.33 ±1.20a	21.33 ±16.89a	4.33 ±1.85a	1.05	0.40
06/09/18	25.66 ±6.96a	61.33 ±11.17b	14.33 ±5.69a	8.77	<0.05
12/09/18	23.66 ±0.33a	78.00 ±11.53b	20.66 ±6.33a	8.03	<0.05
21/09/18	1.33 ±1.33a	9.33 ±1.20b	3.33 ±0.88a	13.00	<0.05
29/09/18	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	-	-
Σύνολο	4.66 ±1.47a	17.07 ±4.35b	3.84 ±1.15a	7.33	<0.05



Διάγραμμα 1: Ακμαία *H. armigera* ανά παγίδα ανά ημερομηνία σε τρεις τύπους παγίδας.

3.1.2 Συμμεταβολή

Σημαντικός συντελεστής συσχέτισης παρουσιάζεται σε όλες τις περιπτώσεις εκτός του συνδυασμού λευκή – ριγέ παγίδα (Πίνακας 3). Υψηλότερη τιμή του συντελεστή συσχέτισης διακρίνουμε στην πράσινη με ριγέ παγίδα (0.86), ενώ το χαμηλότερο στην λευκή με ριγέ (0.63) (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Συντελεστές συσχέτισης και στοιχεία στατιστικής ανάλυσης και ανάλυσης της αμφίπλευρης δοκιμασίας του t, των συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* στους τρεις τύπους παγίδων.

Χρώμα παγίδας	R	df	t	P
Πράσινη – Λευκή	0.78	38	3.571	0.001
Πράσινη – Ριγέ	0.86	38	3.754	0.001
Λευκή - Ριγέ	0.63	38	1.121	0.270

*Στατιστικώς σημαντική συσχέτιση των παγίδων σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01.

3.1.3 Συχνότητα συλλήψεων

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 4, σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στην πράσινη και ριγέ παγίδα σε 19 καταμετρήσεις βρέθηκε μηδενικός αριθμός ακμαίων όπου αποτέλεσε και την πλειοψηφία των μετρήσεων (16.2%), ενώ για την λευκή παγίδα στην πλειοψηφία των μετρήσεων οι συλλήψεις κυμάνθηκαν στα 1-10 ακμαία. Μηδενικές συλλήψεις άνω των 100 ατόμων εντοπίζονται και στα τρία χρώματα παγίδων, ενώ στην περίπτωση της πράσινης και ριγέ παγίδας μηδενικές είναι και οι συλλήψεις μεταξύ των 51 και 100 ατόμων (Πίνακας 4). Το χαμηλότερο ποσοστό συλλήψεων στην κατηγορία των 11 έως 50 ατόμων αντιστοιχεί στην ριγέ παγίδα, με μόνο 4.2%, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό στην περίπτωση των 1 έως 10 ακμαίων αντιστοιχεί στην πράσινη παγίδα με 14 φορές (11.9%) (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Συχνότητα συλλήψεων ακμαίων του *H. armigera* για κάθε τύπο παγίδας και ποσοστό (%) επί του συνόλου καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης.

Αριθμός ακμαίων	Χρώμα παγίδας		
	Πράσινη	Λευκή	Ριγέ
0	19 φορές	12 φορές	19 φορές
Επί του συνόλου	(16.2%)	(10.2%)	(16.2%)
1-10	14 φορές	15 φορές	15 φορές
Επί του συνόλου	(11.9%)	(12.8%)	(12.8%)
11-50	6 φορές	6 φορές	5 φορές
Επί του συνόλου	(5.1%)	(5.1%)	(4.2%)
51-100	0 φορές	6 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(0%)	(5.1%)	(0%)
>100	0 φορές	0 φορές	0 φορές

3.2 Πείραμα Β' –Σύγκριση ύψους παγίδων

Ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων επηρεάστηκε σημαντικά από την ημερομηνία συλλήψεως των ακμαίων ατόμων, ενώ ο παράγοντας του ύψους καθώς και η αλληλεπίδραση ύψους και ημερομηνίας δεν επηρέασαν σημαντικά τον αριθμό των ακμαίων (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Παράμετροι της ανάλυσης διακύμανσης δύο παραγόντων για τους κύριους παράγοντες και την αλληλεπίδραση, για τις συλλήψεις των ακμαίων του *H. armigera*, σε διαφορετικά ύψη παγίδας (β.ε. συνόλου= 116).

Πηγή παραλλακτικότητας	β.ε.	F	P
Ύψος παγίδας	2	1.4	0.241
Ημερομηνία	12	7.1	<0.01
Ύψος * Ημερομηνία	24	0.5	0.969

3.2.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο

Στις πρώτες 7 μετρήσεις του πειράματος, δηλαδή από 13 Ιουνίου έως και 16 Αυγούστου οι συλλήψεις κυμάνθηκαν σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα και για τρία ύψη παγίδων που δοκιμάστηκαν (Πίνακας 6, Διάγραμμα 2). Ειδικότερα, ο υψηλότερος μέσος όρος ήταν τα 2.3 ακμαία ανά παγίδα στα 30 εκ. στις 18 Ιουλίου, χωρίς βέβαια να διαφέρει από τα δύο επόμενα ύψη που εξετάστηκαν (60 και 90 εκ.) (Πίνακας 6). Σημαντικές διαφορές μέσα σε αυτό το διάστημα εντοπίστηκαν μόνο στις 8 Αυγούστου μεταξύ των 30 εκ. (1.6 μέσος όρος ακμαίων) με τα 60 (0 ακμαία) και 90 εκ. (0.3 μέσος όρος ακμαίων), τα οποία δεν διέφεραν μεταξύ τους (Πίνακας 6).

Από τις 23 Αυγούστου έως και τις 6 Σεπτεμβρίου υπάρχει μία σταδιακή αύξηση των συλλήψεων και για τα τρία ύψη των παγίδων (Πίνακας 6, Διάγραμμα 2). Οι υψηλότεροι μέσοι ακμαίων εμφανίζονται στα 60 εκ., φτάνοντας έως και τα 21.6 ακμαία ανά παγίδα στις 6 Σεπτεμβρίου, ενώ για την ίδια ημερομηνία παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτεροι αριθμοί ακμαίων και για τα άλλα δύο ύψη παγίδων με 9 και 17 μέσο όρο ακμαίων ανά παγίδα για τα 30 και 90 εκ., αντιστοίχως (Πίνακας 6). Παρόλα αυτά δεν καταγράφηκε σημαντική διαφορά σε αυτές τις ημερομηνίες (Πίνακας 6).

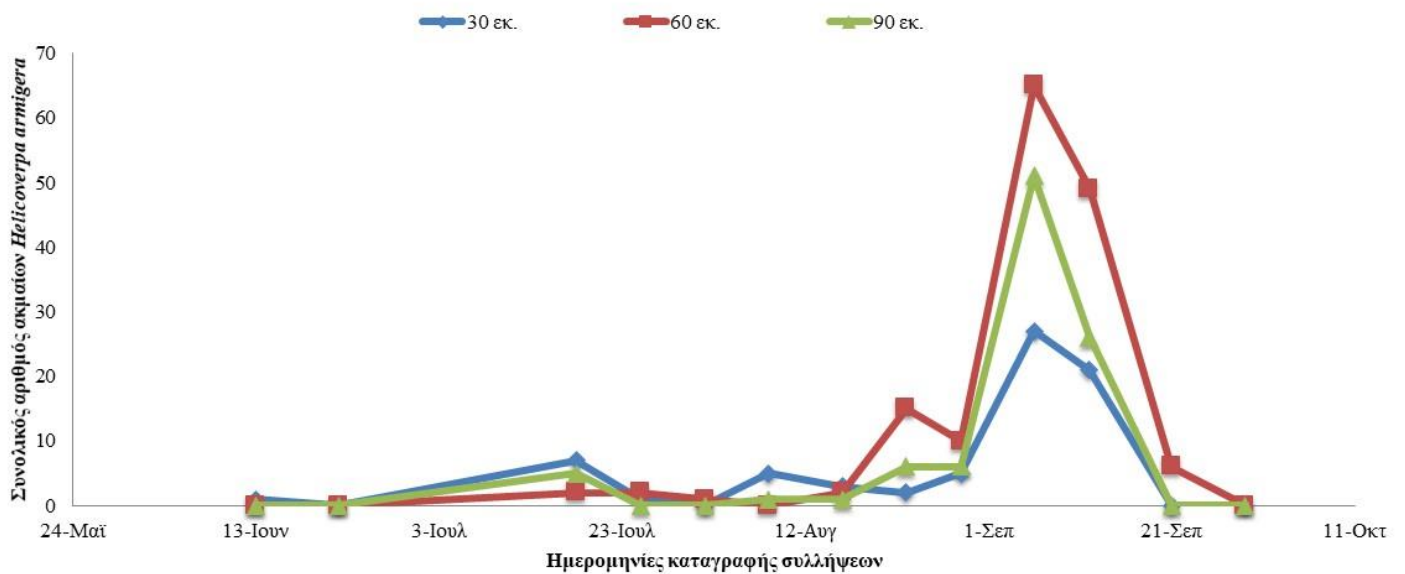
Στις τελευταίες 3 ημερομηνίες, δηλαδή 12, 21 και 29 Σεπτεμβρίου υπάρχει σταδιακή και αισθητή μείωση των συλλήψεων σε όλα τα ύψη παγίδων (Πίνακας 6, Διάγραμμα 2). Συγκεκριμένα, υψηλότεροι μέσοι όροι συλλήψεων καταγράφονται στις 12 Σεπτεμβρίου, ενώ καμία σύλληψη δεν καταγράφηκε την τελευταία ημέρα του πειράματος (29 Σεπτεμβρίου) (Πίνακας 6, Διάγραμμα 2). Σημαντικές διαφορές υπήρξαν μόνο στις 21 Σεπτεμβρίου μεταξύ των παγίδων στα 60 εκ. (2 ακμαία μέσο όρο ανά παγίδα) και των παγίδων των άλλων δύο υψών, στα οποία δεν σημειώθηκαν συλλήψεις (Πίνακας 6).

Συνολικά, υψηλότεροι μέσοι όροι συλλήψεων εντοπίστηκαν στα 60 εκ. με μέσο όρο τα 3.8 ακμαία ανά παγίδα και ακολούθησαν τα 90 εκ. με 2.4 και τα 30 εκ. με 1.8 ακμαία ανά παγίδα. (Πίνακας 6). Βέβαια, δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές επί του συνολικού αριθμού συλλήψεων ανά ύψος παγίδας (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Μέσος Αριθμός (\pm) τυπικό σφάλμα συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* σε τρία ύψη τοποθέτησης παγίδων (30, 60 και 90 εκ.) στις επιμέρους ημερομηνίες. Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Σε όλες τις περιπτώσεις οι β.ε. είναι 2.8

Ημερομηνία	30 εκ.	60 εκ.	90 εκ	F	P
13/06/18	0.33 \pm 0.33a	0.0 \pm 0.0a	0.0 \pm 0.0a	1.00	0.42
22/06/18	0.0 \pm 0.0	0.0 \pm 0.0	0.0 \pm 0.0	-	-
18/07/18	2.33 \pm 1.45a	0.66 \pm 0.33a	1.66 \pm 0.88a	0.70	0.53
25/07/18	0.33 \pm 0.33a	0.66 \pm 0.66a	0.0 \pm 0.0a	0.60	0.57
01/08/18	0.0 \pm 0.0a	0.33 \pm 0.33a	0.0 \pm 0.0a	1.00	0.42
08/08/18	1.66 \pm 0.33a	0.0 \pm 0.0b	0.33 \pm 0.33b	10.50	<0.01
16/08/18	1.00 \pm 0.0a	0.66 \pm 0.33a	0.33 \pm 0.33a	1.50	0.29
23/08/18	0.66 \pm 0.33a	5.00 \pm 5.00a	2.00 \pm 1.15a	0.55	0.59
29/08/18	1.66 \pm 0.33a	3.33 \pm 2.84a	2.00 \pm 0.57a	0.27	0.77
06/09/18	9.00 \pm 6.50a	21.66 \pm 11.31a	17.00 \pm 6.00a	0.59	0.58
12/09/18	7.00 \pm 4.50a	16.33 \pm 10.72a	8.66 \pm 2.60a	0.52	0.61

21/09/18	0.0 ±0.0a	2.00±0.57b	0.0 ±0.0a	12.00	<0.01
29/09/18	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
Σύνολο	1.84 ±0.68a	3.89 ±1.51a	2.46 ±0.88a	0.93	0.39



Διάγραμμα 2: Ακμαία ανά παγίδα ανά ημερομηνία *H. armigera* σε τρία διαφορετικά ύψη τοποθέτησης παγίδων.

3.2.2 Συμμεταβολή

Σημαντικοί συντελεστές συσχέτισης δεν καταγράφηκαν για κανένα από τους συνδυασμούς υψών παγίδας (Πίνακας 7). Ο υψηλότερος συντελεστής συσχέτισης βρέθηκε στον συνδυασμό 30 με 90 εκ. (0.81), ενώ ο μικρότερος στα 60 με 90 εκ. (0.61) (Πίνακας 7).

Πίνακας 7: Συντελεστές συσχέτισης των συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* στα τρία ύψη παγίδων.

Ύψος παγίδας	R	df	t	P
30 εκ. – 60 εκ.	0.65	38	-1.195	0.239
30 εκ. – 90 εκ.	0.81	38	1.197	0.092
60 εκ. – 90 εκ.	0.61	38	-1.730	0.240

*Στατιστικώς σημαντική συσχέτιση των παγίδων σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01

3.2.3 Συχνότητα συλλήψεων

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 8, σε όλη την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου στα 90 και 60 εκ. ύψη παγίδων στις περισσότερες καταγραφές κανένα ακμαίο δεν εντοπίστηκε. Στα 30 εκ. ύψος παγίδας η πλειοψηφία των συλλήψεων περιλάμβανε 1-10 ακμαία.. Επίσης, σε καμία καταγραφή ο αριθμός των ατόμων μεταξύ των 51 έως 100 και άνω των 100 δεν ξεπέρασε το 0 και για τα τρία ύψη παγίδων (Πίνακας 8). Στην κατηγορία των 1 έως 10 ακμαίων μεγαλύτερη συχνότητα συλλήψεων έχουν τα 30 εκ. (19 φορές, 16.2%), ενώ χαμηλότερη τα 90 εκ. (11 φορές, 9.4%). Σε αντίθεση με αυτή την κατηγορία, στα 11 έως 50 ακμαία χαμηλότερα ποσοστά καταγράφονται στα 30 εκ. (2 φορές, 1.7%) και το υψηλότερο στα 60 εκ. (5 φορές, 4.2%) (Πίνακας 8). Βέβαια, σε αυτήν την κατηγορία τα ποσοστά είναι πολύ μικρότερα από ότι στην κατηγορία των 1 έως 10 ατόμων (Πίνακας 8).

Πίνακας 8: Συχνότητα συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* για κάθε ύψος παγίδας και ποσοστό (%) επί του συνόλου καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης.

Αριθμός ακμαίων	Ύψος παγίδας		
	30 εκ.	60 εκ.	90 εκ.
0	18 φορές	21 φορές	24 φορές
Επί του συνόλου	(15.3%)	(17.9%)	(20.5%)
1-10	19 φορές	13 φορές	11 φορές
Επί του συνόλου	(16.2%)	(11.1%)	(9.4%)
11-50	2 φορές	5 φορές	4 φορές
Επί του συνόλου	(1.7%)	(4.2%)	(3.4%)
51-100	0 φορές	0 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(0%)	(0%)	(0%)
>100	0 φορές	0 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(0%)	(0%)	(0%)

3.3 Πείραμα Γ' –Σύγκριση σκευασμάτων φερομονών παγίδων

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 9, όλοι οι παράγοντες (φερομόνη και ημερομηνία καταγραφής) καθώς και η μεταξύ τους αλληλεπίδραση είναι σημαντικοί και επηρεάζουν τον αριθμό των συλληφθέντων ακμαίων του *H. armigera*.

Πίνακας 9: Παράμετροι της ανάλυσης διακύμανσης δύο παραγόντων για τους κύριους παράγοντες και την αλληλεπίδραση, για τις συλλήψεις των ακμαίων του *H. armigera*, σε διαφορετικά σκευάσματα φερομονών παγίδων (β.ε. συνόλου= 116).

Παράγοντες παραλλακτικότητας	β.ε	F	P
Φερομόνη	2	17.6	<0.01
Ημερομηνία	12	7.1	<0.01
Φερομόνη * Ημερομηνία	24	7.1	<0.01

3.3.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο

Από τις 13 Ιουνίου έως και τις 16 Αυγούστου οι μέσοι όροι συλλήψεων των ακμαίων του *H. armigera* κυμάνθηκαν σε πολύ χαμηλά επίπεδα μην ξεπερνώντας τα 1.6 ακμαία ανά παγίδα για κανένα από τα σκευάσματα φερομονών που εξετάστηκαν (Πίνακας 10). Σε αυτό το διάστημα τόσο το σκεύασμα Barrettine όσο και αυτό της Russel είχαν μηδενικές συλλήψεις σε αρκετές ημερομηνίες, σε αντίθεση με της Trece που σε όλες τις περιπτώσεις είχε συλλήψεις (Πίνακας 10, Διάγραμμα 3). Παρόλα καμία σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε για κανένα από τα σκευάσματα φερομονών, για τις δεδομένες ημερομηνίες (Πίνακας 10).

Το διάστημα από 23 Αυγούστου έως 12 Σεπτεμβρίου υπάρχει σταδιακή αύξηση του αριθμού των ακμαίων ανά παγίδα και αργά σε αυτό το διάστημα παρατηρείται σταδιακή μείωση (Πίνακας 10, Διάγραμμα 3). Αναλυτικότερα, στις 23 και 26 Αυγούστου οι μέσοι όροι συλλήψεων κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα και για τα τρία σκευάσματα φερομονών, ενώ στις 6 Σεπτεμβρίου υπήρξε μια απότομη αύξηση στις συλλήψεις παγίδων με το σκεύασμα φερομόνη Barrettine, που έφτασε έως και τα 25.3 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 10). Αυτή είναι και η μοναδική ημερομηνία στην οποία εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκευάσματος Barrettine με το Russel και Trece (Πίνακας 10).

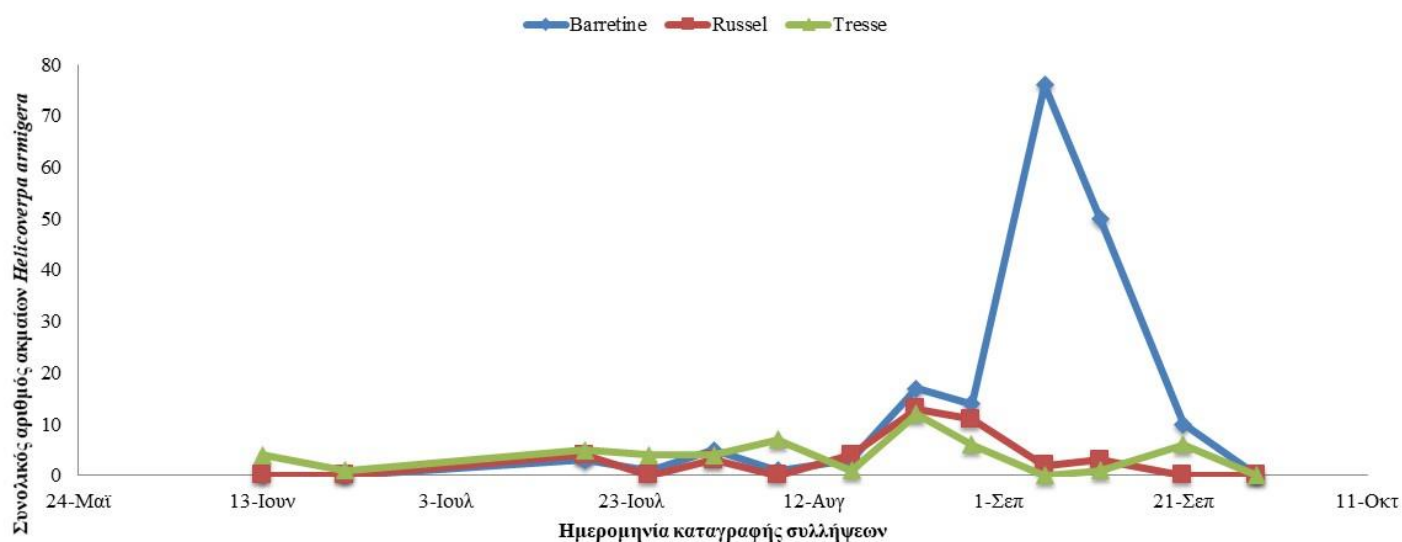
Στις τελευταίες καταγραφές (21 και 29 Σεπτεμβρίου) οι μέσοι όροι συλλήψεων έχουν καθοδική πορεία (Πίνακας 10). Στις 21 Σεπτεμβρίου υπάρχουν μηδενικές συλλήψεις για τις παγίδες με το σκεύασμα Russel, ενώ για τα σκευάσματα φερομονών Barrettine και Trece, αυτό λαμβάνει χώρα στις 29 Σεπτεμβρίου (Πίνακας 10, Διάγραμμα 3). Καμία σημαντική διαφορά δεν σημειώθηκε σε αυτές τις δύο ημερομηνίες για κανένα από τα τρία σκευάσματα φερομονών (Πίνακας 10).

Λαμβάνοντας υπόψιν τις συνολικές καταγραφές, μεγαλύτερο αριθμό ατόμων συγκεντρώνει η φερομόνη Barrettine (4.6 μέσος όρος ατόμων ανά παγίδα) που διαφέρει σημαντικά από την Trece (1.3 μέσος όρος ατόμων ανά παγίδα) και την Russel (1.0 μέσος όρος ατόμων ανά παγίδα) (Πίνακας 10).

Πίνακας 10: Μέσος Αριθμός (\pm) τυπικό σφάλμα συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* σε παγίδες με τρία διαφορετικά σκευάσματα φερομονών (Barrettine, Russel and Trece) στις επιμέρους ημερομηνίες. Οι μέσοι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Σε όλες τις περιπτώσεις οι β.ε. είναι 2.8

Ημερομηνία	Barrettine	Russel	Trece	F	P
13/06/18	0.00 \pm 0.00a	0.00 \pm 0.00a	1.33 \pm 1.33a	1.00	0.42
22/06/18	0.00 \pm 0.00a	0.00 \pm 0.00a	0.33 \pm 0.33a	1.00	0.42
18/07/18	1.00 \pm 0.57a	1.33 \pm 0.88a	1.66 \pm 0.88a	0.17	0.84
25/07/18	0.33 \pm 0.33a	0.00 \pm 0.00a	1.33 \pm 1.33a	0.76	0.50
01/08/18	1.66 \pm 0.88a	1.00 \pm 1.00a	1.33 \pm 0.66a	0.15	0.86
08/08/18	0.33 \pm 0.33a	0.00 \pm 0.00a	2.33 \pm 1.45a	2.15	0.19
16/08/18	1.00 \pm 0.57a	1.33 \pm 0.33a	0.33 \pm 0.33a	1.40	0.31
23/08/18	5.66 \pm 2.18a	4.33 \pm 2.18a	4.00 \pm 0.00a	0.24	0.79
29/08/18	4.66 \pm 1.66a	3.66 \pm 2.02a	2.00 \pm 0.57a	0.75	0.51
06/09/18	25.33 \pm 3.66a	0.66 \pm 0.66b	0.00 \pm 0.00b	45.02	<0.01
12/09/18	16.66 \pm 8.29a	1.00 \pm 1.00a	0.33 \pm 0.33a	3.66	0.09
21/09/18	3.33 \pm 1.76a	0.00 \pm 0.00a	2.00 \pm 0.57a	2.45	0.16

29/09/18	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00		
Σύνολο	4.61 ±1.35a	1.02 ±0.31b	1.36 ±0.28b	5.33	<0.01



Διάγραμμα 3: Ακμαία ανά παγίδα και διαφορετική φερομόνη ανά ημερομηνία του *H. armigera*.

3.3.2 Συμμεταβολή

Οι συντελεστές συσχέτισης που φανερώνουν τη συμμεταβολή μεταξύ των τριών σκευασμάτων φερομονών παγίδων που αξιολογήθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 11. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι δεν υπήρχε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση σε κανένα συνδυασμό σκευασμάτων φερομονών παγίδας που αξιολογήθηκαν, δηλαδή Barretine - Russel, Barretine - Trece και Russel - Trece (Πίνακας 11).

Πίνακας 11: Συντελεστές συσχέτισης των συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* στις διαφορετικές φερομόνες.

Φερομόνη	R	df	t	P
Barretine – Russel	-0.03	38	-2.571	0.014

Barrettine – Trece	-0.10	38	-0.788	0.436
Russel - Trece	0.21	38	2.363	0.023

*Στατιστικώς σημαντική συσχέτιση των παγίδων σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01

3.3.3 Συχνότητα συλλήψεων

Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 12, τα μεγαλύτερα ποσοστά συλλήψεων αντιστοιχούν στους μικρότερους αριθμούς ακμαίων. Συγκεκριμένα, το σκεύασμα φερομόνης Russel και Barrettine στις περισσότερες καταγραφές συλλήψεων είχε μηδενικές συλλήψεις. Παρόλα αυτά, στο σκεύασμα φερομόνης Barrettine καταγράφηκαν 1 έως 10 ακμαία σε 17 καταγραφές συλλήψεων (14.5%) (Πίνακας 12). Αντίθετα, το σκεύασμα φερομόνης Trece είχε τις περισσότερες συλλήψεις στην κατηγορία των 1-10 ακμαίων (17%) (Πίνακας 15). Για τις κατηγορίες 11 έως 50, 51 έως 100 και άνω των 100 ακμαίων, όλα τα σκευάσματα φερομονών είχαν μηδενικές συλλήψεις με μόνη εξαίρεση το σκεύασμα Barrettine, όπου καταμετρήθηκαν 11 έως 50 ακμαία 5 φορές (4.2%) (Πίνακας 12).

Πίνακας 12: Συχνότητα συλλήψεων ακμαίων ατόμων του *H. armigera* για κάθε φερομόνη παγίδας και ποσοστό (%) επί του συνόλου καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης.

Αριθμός ακμαίων	Φερομόνη παγίδας		
	Barrettine	Russel	Trece
0	17 φορές	27 φορές	19 φορές
Επί του συνόλου	(14.5%)	(23.0%)	(16.2%)
1-10	17 φορές	12 φορές	20 φορές
Επί του συνόλου	(14.5%)	(10.2%)	(17.0%)
11-50	5 φορές	0 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(4.2%)	(0%)	(0%)
51-100	0 φορές	0 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(0%)	(0%)	(0%)
>100	0 φορές	0 φορές	0 φορές

4. Συζήτηση

Το πράσινο σκουλήκι αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους εχθρούς της καλλιέργειας του βαμβακιού (Τόλης, 1989; Fitt, 1989;1994). Έχει μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση και προσβάλλει εκτός του βαμβακιού μεγάλο εύρος ξενιστών όπως η τομάτα, ο αραβόσιτος, ο καπνός και αλλά μη καλλιεργήσιμα φυτά (Zalucki et al., 1986; Fitt, 1994; Guo, 1997). Στην χώρα μας τα δεδομένα για την εποχιακή διακύμανση του συγκεκριμένου εντόμου είναι περιορισμένα (Πολύζος, 2006). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, οι συλλήψεις των ακμαίων ατόμων του *H. armigera* αυξήθηκαν από τα τέλη του Αυγούστου έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και σε άλλες έρευνες διαφορετικών χωρών, όπως η Αυστραλία (Sage and Gregg, 1985; Baker et al., 2011), η Τανζανία (Nyambo, 1989) και η Ινδία (Reddy et al., 2009; Shinde et al., 2013), όπου εξετάστηκε η εποχιακή διακύμανση του εντόμου. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα των Baker et al. (2011) το μέγιστο των συλλήψεων στην Νέα Ουαλία της Αυστραλίας επιτεύχθηκε στο τέλος του καλοκαιριού. Στην εργασία του Nyambo (1989) η διακύμανση του πληθυσμού των ακμαίων ατόμων του *H. armigera* καθώς και το επίπεδο προσβολής χαρακτηρίζονται από έντονη εποχικότητα και επηρεάζονται επίσης από την τοποθεσία του πειράματος. Στην ίδια εργασία σε αρκετές περιπτώσεις τα υψηλότερα ποσοστά συλλήψεων πραγματοποιήθηκαν κατά την βλαστητική περίοδο της καλλιέργειας και μειώθηκαν στο πέρας της περιόδου, κοντά στη συγκομιδή (Nyambo, 1989).

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή κατέδειξε ότι στο διάστημα από 13 Ιουνίου έως και 29 Σεπτεμβρίου οι παγίδες λευκού χρώματος συγκέντρωσαν συνολικά τα περισσότερα ακμαία του *H. armigera* και ο αριθμός τους διέφερε σημαντικά από τις άλλες δύο παγίδες διαφορετικού χρώματος (πράσινη και ριγέ) τύπου Funnel. Επιπρόσθετα, και σε πολλές περιπτώσεις των επιμέρους ημερομηνιών καταγραφής οι συλλήψεις ακμαίων της λευκής παγίδας διέφεραν σημαντικά σε σχέση με τις υπόλοιπες. Τα παραπάνω αποτελέσματα συνάδουν με πολλές ακόμη εργασίες που αφορούν είτε το *H. armigera* (Sage and Gregg, 1985) είτε άλλα είδη λεπιδοπτέρων

στο βαμβάκι αλλά και σε άλλα καλλιεργούμενα είδη (Athanassiou et al., 2002; 2004; 2006; Kavallieratos et al., 2005; Guerrero et al., 2014). Για παράδειγμα, οι Sage and Gregg (1985) σε πείραμα που διεξάχθηκε στην Αυστραλία δοκιμάζοντας τέσσερις διαφορετικές παγίδες για την εκτίμηση του πληθυσμού του *H. armigera*, βρήκαν ότι η κωνική παγίδα Texas (Albany International Corp., Needham Heights, Massachusetts) ήταν αυτή που συγκέντρωσε τα περισσότερα ακμαία σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τρεις. Παρομοίως, η έρευνα των Athanassiou et al. (2004) έδειξε ότι η λευκή παγίδα αιχμαλώτισε τα περισσότερα ακμαία αρσενικά της μαργαρόνιας της ελιάς *P. unionalis* σε σχέση με την καφέ, πράσινη και κίτρινη παγίδα, σε πείραμα που έλαβε μέρος σε δύο περιοχές της Ελλάδας. Τέλος, σε εργασία με συγγενικό είδος του *H. armigera*, το *Helicoverpa zea*, μεταξύ των τεσσάρων παγίδων που δοκιμάστηκαν στην Φλόριντα της Αμερικής, η κωνική παγίδα με σύρμα (Scentry™ Heliothis) και η Universal Funnel παγίδα (Unitrap) συγκέντρωσαν παρόμοιο αριθμό ατόμων (Guerrero et al., 2014).

Ο παράγοντας του ύψους τοποθέτησης της παγίδας επιδρά στον αριθμό παγίδευσης ακμαίων του *H. armigera*. Στην συγκεκριμένη εργασία παρότι συνολικά δεν καταγράφονται συνολικές σημαντικές διαφορές για κανένα από τα ύψη που εξετάστηκαν, παρατηρούνται διαφορές εποχιακά σε επιμέρους ημερομηνίες καταγραφής. Για παράδειγμα, όταν το βαμβάκι βρίσκεται σε μικρό ύψος είναι φυσιολογικό τα ακμαία άτομα να εμφανίζονται σε χαμηλά ύψη. Έτσι, παρατηρήθηκαν νωρίς τον Αύγουστο σημαντικές διαφορές μεταξύ των 30 εκ. (χαμηλότερο ύψος τοποθέτησης παγίδας) και των άλλων δύο μεγαλύτερων υψών (60 και 90 εκ.), σε αντίθεση με αργά τον Σεπτέμβρη που αυτές οι διαφορές μετατοπίστηκαν μεταξύ των 60 εκ. και των υπολοίπων υψών. Το γεγονός αυτό μπορεί να συνδέεται με την ύπαρξη των καρποφόρων οργάνων σε αυτό το ύψος (60 εκ.), τα οποία αποτελούν τις θέσεις τόσο ωτοκίας των θηλυκών όσο και τις θέσεις σύζευξης με τα αρσενικά, τα οποία προσελκύονται από την παρουσία των θηλυκών σε αυτές. Αυτή η εποχικότητα στις συλλήψεις του *H. armigera* σε διαφορετικά ύψη φαίνεται και στην εργασία των Ujjan et al. (2019), οι οποίοι παρατήρησαν σε καλλιέργεια ρεβιθιού υψηλότερες συλλήψεις κατά την καλλιεργητική περίοδο στα 6' πόδια (183 εκ.), ενώ μετά την συγκομιδή στα 4' πόδια (12 εκ.). Η εποχικότητα των συλλήψεων σε σχέση με το ύψος της παγίδας σε αγρούς βάμβακος είναι πιθανό να οφείλεται και στη βλαστητική πορεία του φυτού, δηλ. το γεγονός ότι τα διάφορα ύψη συμπίπτουν

και με διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού. Έτσι, νωρίς την περίοδο, όπου τα φυτά είχαν μικρότερο ύψος, παρατηρήσαμε ότι υπήρξε, σε κάποιες από τις ημερομηνίες ελέγχου, κάποια υπεροχή των παγίδων που είχαν τοποθετηθεί στα 30 εκ., ενώ αργότερα στην καλλιεργητική περίοδο, οι παγίδες στο ύψος αυτό είχαν μικρότερους αριθμούς συλλήψεων σε σχέση με τα άλλα ύψη.

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή εξετάστηκε και ο παράγοντας της φερομόνης, υπό την έννοια του εμπορικά διαθέσιμου σκευάσματος φερομονικής κάψουλας, ο οποίος κρίθηκε σημαντικός για τις συλλήψεις παγίδων του πράσινου σκουληκιού. Παρότι κατά την διάρκεια των επιμέρους ημερομηνιών καταγραφής των συλλήψεων δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών φερομονικών σκευασμάτων που δοκιμάστηκαν, συνολικά η φερομόνη Barrettine φέρεται να έχει συλλέξει τα περισσότερα ακμαία άτομα διαφέροντας σημαντικά από τα άλλα σκευάσματα φερομονών Russel και Trece. Ο εμπορικός τύπος της φερομόνης είναι σαφώς μια σημαντική παράμετρος καθώς επηρεάζει σημαντικά το ύψος των συλλήψεων. Όμως, τα δεδομένα μας δείχνουν ότι και τα τρία σκευάσματα είχαν αντίστοιχη συμμεταβολή, δηλ. παρείχαν αντίστοιχη εικόνα για την πληθυσμιακή διακύμανση του πράσινου σκουληκιού. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς η επισήμανση των γενεών είναι πρωταρχικής προτεραιότητας στη διαχείριση του είδους αυτού, ιδιαίτερα κατά την εποχή της εμφάνισης των καρυδιών. Αντίστοιχα αποτελέσματα αναφέρουν και οι Athanassiou et al. (2002) για το ρόδινο σκουλήκι, όπου οι συλλήψεις είχαν αντιστοιχία, ανεξάρτητα από την ποσότητα της φερομόνης στις παγίδες. Έτσι, εκτός από τους αριθμούς των συλληφθέντων ατόμων, είναι σαφές ότι η επισήμανση των γενεών είναι παρόμοια στις διάφορες επεμβάσεις που αξιολογήθηκαν, που είναι σημαντικότερο από τις συλλήψεις αριθμητικά. Το ίδιο ισχύει και για την ευαισθησία στην ανίχνευση των διαφόρων παγίδων.

5. Συμπεράσματα

Το χρώμα, το ύψος και η φερομόνη που θα χρησιμοποιηθεί, αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν τις συλλήψεις ακμαίων του *H. armigera*. Από τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής διατριβής η λευκή παγίδα είχε τις μεγαλύτερες συλλήψεις, ενώ όσο αφορά το ύψος τοποθέτησης της παγίδας αυτό επηρεάζεται από την εποχικότητα. Επίσης, η φερομόνη Barrettine ήταν η αποτελεσματικότερη σε σχέση με τις άλλες δύο που δοκιμάστηκαν. Λαμβάνοντας

υπόψιν τα παραπάνω στοιχεία, μπορεί να συσταθεί ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικότερο πρόγραμμα διαχείρισης του πράσινου σκουληκιού από τους τοπικούς φορείς, τόσο για την ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου όσο και σε περιφερειακό επίπεδο, με βάση σταθμισμένους παράγοντες κατά την τοποθέτηση των παγίδων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Ξένη Βιβλιογραφία:

- Abbas G., Hassan N., Farhan M., Haq I., Karar H. 2015. Effect of selected insecticides on *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) and their successful management. *Advances in Entomology* 3, 16-23.
- Abdelraheem A., Esmaeili N., O'Connell M., Zhang J. 2019. Progress and perspective on drought and salt stress tolerance in cotton. *Industrial Crops & Products* 130, 118-129.
- Athanassiou C.G., Bray D.P., Hall D.R., Phillips C., Vassilakos T.N. 2018. Factors affecting field performance of pheromone traps for tobacco beetle, *Lasioderma serricorne*, and tobacco moth, *Ephesia elutella*. *Journal of Pest Science* 91, 1381–1391.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Gakis S.F., Kyrtza L.A., Mazomenos B.E., Gravanis F.T. 2006. Influence of trap type, trap colour, and trapping location on the capture of the pine moth, *Thaumetopoea pityocampa*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 122, 117-123.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Gravanis F.T., Koukounitsas N.A., Roussou D.E. 2002. Influence of trap type, pheromone quantity and trapping location on capture of the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Applied Entomology and Zoology* 37, 385-391.
- Athanassiou C.G., Kavallieratos N.G., Mazomenos B.E. 2004. Effect of trap type, trap color, trapping location, and pheromone dispenser on captures of male *Palpita unionalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 97, 321-329.
- Baker G.H., Tann C.R., Fitt G.P. 2011. A tale of two trapping methods: *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera, Noctuidae) in pheromone and light traps in Australian cotton production systems. *Bulletin of Entomological Research* 101, 9-23.
- Cherry A., Cock M., van den Berg H., Kfir R. 2003. Biological Control of *Helicoverpa armigera* in Africa. CAB International. *Biological control in IPM Systems in Africa* 21, 329-342.
- Epsky N., Morill W., Mankin R. 2008. Traps for Capturing Insects. *Encyclopedia of Entomology*, 3887-3901.

- EPPO quarantine pest Prepared by CABI and EPPO for the EU under Contract 90/399003 Data Sheets on Quarantine Pests *Helicoverpa armigera*.
- Fitt G.P. 1989. The Ecology of Heliothis Species in Relation to Agroecosystems. Annual Review of Entomology 34, 17–53.
- Fitt G.P. 1994. Cotton pest management: part 3. An Australian perspective. Annual Review of Entomology 39, 543-562.
- Guerrero S., Brambila J., Meagher R.L. 2014. Efficacies of four pheromone-baited traps in capturing male *Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae) moths in Northern Florida. Florida Entomologist 97, 1671-1678.
- Guo Y.Y. 1997. Progress in the researches on migration regularity of *Helicoverpa armigera* and relationships between the pest and its host plants. Acta Entomologica Sinica 40, 1-6.
- Kohel R. J. and Lewis C.F. 1984. Cotton. Agronomy 24, 1-589.
- Lammers J.W., MacLeod A. 2007. Report of a Pest Risk Analysis *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808). Plant Protection Service (NL) and Central Science Laboratory (UK) joint Pest Risk Analysis for *Helicoverpa armigera*, 1-18.
- Marshall J.M., Storer A.J., Fraser I., Beachy J.A., Mastro V.C. 2009. Effectiveness of differing trap types for the detection of emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) Environmental Entomology 38, 1226-1234.
- Nyambo B.T. 1989. Assessment of pheromone traps for monitoring and early warning of *Heliothis armigera* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) in the western cotton-growing areas of Tanzania. Crop Protection 8, 188-192.
- Queiroz-Santos L., Casagrande M.M., Specht A. 2018. Morphological characterization of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae). Neotropical Entomology 47, 517–542.
- Reddy V., Anandhi P., Elamathi S., Varma S. 2009. Seasonal occurrence of pulse pod borer *Helicoverpa armigera* (L.) on chick pea at eastern U.P. region. Agricultural Science Digest 29, 60-62.
- Sage T.L., Gregg P.C. 1985. A comparison of four types of pheromone traps for *Heliothis armiger* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). Australian Journal of Entomology 24, 99-100
- Shan-e-Ali Z.S., Mansoor S., Paterson A. 2018. The rise of cotton genomics. Trends in Plant Science 23, 953-954.

- Shinde Y.A., Patel B.R., Mulekar V.G. 2013. Seasonal incidence of gram caterpillar, *Helicoverpa armigera* (Hub.) in chickpea. *Current Biotica* 7, 79-82.
- Spears L.R., Looney C., Ikerd H., Koch J.B., Griswold T., Strange J.P., Ramirez R.A. 2016. Pheromone lure and trap color affects bycatch in agricultural landscapes of Utah. *Environmental Entomology* 45, 1009–1016.
- Trematerra P., Athanassiou C.G., Sciarretta A., Kavallieratos N.G., Buchelos C.T. 2013. Efficacy of the auto-confusion system for mating disruption of *Ephestia kuehniella* (Zeller) and *Plodia interpunctella* (Hubner). *Journal of Stored Products Research* 55, 90–98.
- Trematerra P., Athanassiou C.G., Stejskal V., Sciarretta A., Kavallieratos N.G., Palyvos N.E. 2011. Large scale mating disruption of *Ephestia* spp. and *Plodia interpunctella* in Czech Republic, Greece and Italy. *Journal of Applied Entomology* 135, 749–762.
- United States Patent (10) Patent No.: US 6,516,558 B1 Lingren et al. (45) Date of Patent: Feb. 11, 2003
- United States Patent (10) Patent No.: US 9,402,383 B2 Bonacic Kresic (45) Date of Patent: Aug. 2, 2016
- United States Patent (19) 11 Patent No: 5,090,153 Mullen et al. (45) Date of Patent: Feb. 25, 1992
- United States Patent Suffocation-Type Insect Trap With Pitfall And Attractant
Inventors: Wendel E. Burkholder, Madison, Wis.; Alan V. Barak, Basking Ridge, N.J. Patent No: 4,581,845 45) Date of Patent: Apr. 15, 1986.
- Wu D., Yan Y., Cui J. 1997. Sex pheromone components of *Helicoverpa armigera*: chemical analysis and field tests. *Insect Science* 4, 350-356.
- Zalucki M.P., Daghli G., Firempong S., Twine P. 1986. The biology and ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? *Australian Journal of Zoology* 34, 779-814.
- Zhang J., Abdelraheem A., Wedegaertner T. 2019. Genetic variation of waterlogging tolerance in Pima (*Gossypium barbadense*) cotton and glanded and glandless Upland cotton (*Gossypium hirsutum*) underfield conditions. *Industrial Crops & Products* 129, 169-174.

Ελληνική Βιβλιογραφία:

- Μπούφας Γ. και Παππά Μ. 2016. Ολοκληρωμένη καταπολέμηση εχθρών και καλλιεργειών. Αρχές και μέθοδοι. Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε. σελ. 1-309.
- Οργανισμός Βάμβακος, 1995. Οδηγός Βαμβακοκαλλιεργητή, Αθήνα, σελ. 1-76.
- Παπακώστα–Τασοπούλου Δ. 2002. Βιομηχανικά Φυτά: ζαχαρότευτλα, βαμβάκι, καπνός. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ. 1-453.
- Πολύζος Α.Α. 2006. Μελέτη του πληθυσμού του πράσινου, ρόδινου σκουληκιού και του λύγκου σε καλλιέργεια βαμβακιού. Πτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, σελ. 1-41.
- Τόλης Ι.Δ. 1986. Βαμβάκι-Εχθροί, Ασθένειες, Ζιζάνια. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Τόλης Ι.Δ., 1989, Καλλιέργεια και φυτοπροστασία του βαμβακιού στην Ελλάδα. Εκδόσεις Αγροτεχνική, Αθήνα.