



**Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας**

**Σχολή Γεωπονικών Επιστημών**

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος**

**Τίτλος μεταπτυχιακών σπουδών <<Φυτιατρική και Περιβάλλον>>**

**Μεταπτυχιακή διατριβή**

<<Αξιολόγηση παραγόντων που επιδρούν στην παγίδευση της φθοριμαίας της πατάτας *Phthorimaea operculella* σε φερομονικές παγίδες>>

**Παπαϊωάννου Γεώργιος**

Βόλος, 2022

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

**Αθανασίου Χρήστος**, Επιβλέπων Καθηγητής,

Καθηγητής Εντομολογίας Π.Θ.

**Παπαδόπουλος Νικόλαος**,

Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εντομολογίας Π.Θ.

**Καρκάνης Ανέστης**,

Επίκουρος Καθηγητής Ζιζανιολογίας Π.Θ.

**Copyright © ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, 2022**

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

## Ευχαριστίες

Με το τέλος της παρούσας Μεταπτυχιακής διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή εντομολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Αθανασίου Χρήστο για την ανάθεση της παρούσας διατριβής, την επίβλεψη και την επιστημονική καθοδήγηση, την στήριξη καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε ώστε να αποκτήσω νέες γνώσεις, εμπειρίες και εξοικείωση σε ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο τόσο κατά την εκπόνησή της παρούσας εργασίας όσο και καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών.

Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής κ. Παπαδόπουλο Νικόλαο καθηγητή εφαρμοσμένης εντομολογίας και κ. Καρκάνη Ανέστη επίκουρο καθηγητή ζιζανιολογίας καθώς και όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος που παρακολούθησα.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην υποψήφια διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Λαμπίρη Ευαγγελία για την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε αρχικά στην εγκατάσταση του δικτύου των παγίδων αλλά και όσο αφορά τις διευκρινίσεις, διορθώσεις για την συγγραφή της εργασίας αλλά και τη διαμόρφωση του τελικού κειμένου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμείωτη συμπαράσταση, την συνεχή ενθάρρυνση αλλά και την πολύπλευρη στήριξη κατά την διάρκεια των σπουδών μου καθώς και όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

## Περίληψη

Η φθοριμαία της πατάτας, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) αποτελεί έναν από τους σοβαρότερους και πιο επιβλαβής εντομολογικούς εχθρούς της καλλιέργειας της πατάτας. Η παρούσα μελέτη είχε ως βασικό στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διαφορετικού χρώματος παγίδας Delta (πράσινη, κόκκινη, λευκή), διαφορετικών υψών τοποθέτησης (30, 60 και 90 εκατοστά από το έδαφος) και διαφορετικών σκευασμάτων φερομονών, εκ των οποίων ένα της εταιρίας Novagrica και δύο διαφορετικά σκευάσματα φερομόνης της εταιρίας Trece. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε αγροτεμάχιο με καλλιέργεια πατάτας στο δημοτικό διαμέρισμα της Ανάβρας του δήμου Αγίας που αποτελεί κομόπολη της Π.Ε. Λάρισας στη Θεσσαλία. Η συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία έλαβε χώρα κατά την καλλιεργητική περίοδο Μάιο – Ιούλιο του 2021. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης έδειξε ότι τα το χρώμα παγίδας δεν επηρέασε τον αριθμό των συλλήψεων, ενώ αναφορικά με το ύψος της παγίδας τα 60 και 90 εκ. συγκέντρωσαν τα περισσότερα ακμαία της φθοριμαίας, σε σύγκριση με τα 30 εκ. Επίσης, η φερομόνη Novagrica και PTM1 ήταν αποτελεσματικότερες σε σχέση με τη PTM. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν από τους τοπικούς φορείς για την πιο ολοκληρωμένη και αποτελεσματική αντιμετώπιση του εντόμου σε περιφερειακό επίπεδο.

## Summary

Potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) is one of the most serious and destructive entomological enemies of potato cultivation. The main purpose of this study was to evaluate the effectiveness of different Delta trap colors (green, red, white), different trap heights (30, 60 and 90 cm above the ground) and different pheromone formulations, one of which is Novagrica and two different pheromone formulations from Trece. The traps were placed on a potato field in the Municipal District of Anavra, in the Municipality of Agia, which is a town of Prefecture of Larissa in Thessaly. This experimental process took place during the growing season of May - July 2021. The analysis of the results of the present study showed that the trap did not affect the number of catches, while regarding the trap height 60 and 90 cm gathered more potato tuber adult moths, compared to 30 cm. Also, Novagrica and PTM1 pheromones were more effective than PTM. The results of the present study could be utilized by local authorities in order to achieve a more comprehensive and effective control plan for the insect at regional level.

Εγώ, ο Γεώργιος Παπαϊωάννου είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού.

Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον Γεώργιο Παπαϊωάννου.

ΥΠΟΓΡΑΦΗ



## Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγή .....	11
1.1 Η καλλιέργεια της πατάτας στην Ελλάδα.....	11
1.2 Ταξινόμηση .....	12
1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά πατάτας.....	13
1.4 Εντομολογικοί εχθροί της πατάτας .....	13
1.4.2 Δορυφόρος.....	15
1.5. <i>Phthorimaea operculella</i> .....	17
1.5.1 Ξενιστές.....	17
1.5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά .....	18
1.5.3 Βιολογικός κύκλος του εντόμου .....	22
1.5.4 Οικονομική ζημία στην πατάτα .....	23
1.5.5 Παρακολούθηση της <i>P. operculella</i> .....	24
1.5.6 Τρόπος καταπολέμησης του εντόμου .....	25
1.6.Χρήση παγίδων στην παρακολούθηση εντομολογικών εχθρών .....	28
1.6.1 Τύποι παγίδων .....	29
1.7.Σκοπός της παρούσας μελέτης.....	35
2. Υλικά και Μέθοδοι.....	36
2.1 Περιοχή μελέτης.....	36
2.2. Μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης.....	36
2.3 Παρακολούθηση πληθυσμών ακμαίων <i>Phthorimaea operculella</i> .....	37
2.3.1. Περιγραφή του αγροτεμαχίου .....	37
2.3.2 Περιγραφή των παγίδων .....	38
2.4. Πειραματικός σχεδιασμός.....	40
2.4.1 Πειραματικός σχεδιασμός ανάλογα με τον παράγοντα αξιολόγησης ...	42
2.5. Στατιστική Ανάλυση.....	43
3. Αποτελέσματα.....	44
3.1 Πείραμα Α' – Σύγκριση χρώματος παγίδων .....	44
3.1.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο.....	44
3.1.2 Συμμεταβολή.....	47
3.1.3 Συχνότητα συλλήψεων .....	48

<b>3.2 Πείραμα Β' –Σύγκριση ύψους παγίδων .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.2 Συμμεταβολή.....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.3 Συχνότητα συλλήψεων .....</b>	<b>52</b>
<b>3.3 Πείραμα Γ' –Σύγκριση σκευασμάτων φερομονών παγίδων.....</b>	<b>53</b>
<b>3.3.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3.2 Συμμεταβολή.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.3 Συχνότητα συλλήψεων .....</b>	<b>57</b>
<b>4. Συζήτηση .....</b>	<b>59</b>
<b>5. Συμπέρασμα.....</b>	<b>63</b>
<b>6. Βιβλιογραφικές αναφορές .....</b>	<b>64</b>
<b>6.1 Διεθνή Βιβλιογραφία: .....</b>	<b>64</b>
<b>6.2 Ελληνική Βιβλιογραφία:.....</b>	<b>67</b>

## 1. Εισαγωγή

Η πατάτα (*Solanum tuberosum*) ανήκει στην οικογένεια των Solanaceae και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα είδη τροφής σε όλο τον κόσμο και είναι βασική πηγή διατροφής για όλους τους λαούς της γης καθώς βρίσκεται στην τέταρτη θέση σπουδαιότητας για την παραγωγή τροφίμων πάνω από σιτάρι, αραβόσιτο και ρύζι (FAO, 2014). Με καταγωγή από την περιοχή των Άνδεων την Νοτίου Αμερικής (Περού, Κολομβία, Βολιβία) η πατάτα έφτασε στην Ευρώπη από τους Ισπανούς το 1565 και πλέον καλλιεργείται σε όλη την ήπειρο. Πρώτη χώρα σε καλλιέργεια πατάτας στο κόσμο είναι η Κίνα ενώ στην Ευρώπη, η Γερμανία έχει την υψηλότερη παραγωγή (FAO, 2012). Η πατάτα έχει πλούσια θρεπτική αξία καθώς περιέχει υψηλό ποσοστό υδατανθράκων (άμυλο) και είναι χαμηλή σε λιπαρά. Επίσης περιέχει μια σειρά από βιταμίνες Β1, Β3, Β6 και μεταλλικών στοιχείων όπως μαγνήσιο, φώσφορο, κάλιο ενώ περιέχει φυλλικό οξύ, ριβοφλαβίνη, παντοθενικό οξύ και αντιοξειδωτικά, τα οποία επιδρούν θετικά στην υγεία του ανθρώπου (Παπαχατζής & Καλορίζου, 2011).

**Πίνακας 1:** Κυριότερες χώρες παραγωγής Πηγή: FAO (2012)

Χώρες	Παραγωγή( X 1000 τόνους)
Κίνα	85.860
Ινδία	45.000
Ρωσία	29.532
Ουκρανία	23.250
Η.Π.Α.	19.166
Γερμανία	10.677
Πολωνία	9.092

### 1.1 Η καλλιέργεια της πατάτας στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η πατάτα έφτασε το 1830 από τον πρώτο κυβερνήτη της Ελλάδας, Ιωάννη Καποδίστρια και από τότε καλλιεργείται σχεδόν σε όλη την χώρα (Πελοπόννησο, Μακεδονία, Κρήτη Αιγαίο). Στη χώρα μας η σπορά της πατάτας γίνεται σε τρεις διαφορετικές εποχές του χρόνου:

Ανοιξιάτικη καλλιέργεια η φύτευση γίνεται κατά τους μήνες Ιανουάριο –Φεβρουάριο στις νότιες περιοχές και παρατείνεται μέχρι τον Απρίλη στις ψυχρότερες εποχές.

Φθινοπωρινή καλλιέργεια η φύτευση πραγματοποιείται κατά τον μήνα Ιούλιο – Αύγουστο.

Καλοκαιρινή καλλιέργεια η φύτευση γίνεται σε ψυχρές περιοχές που βρίσκονται σε μεγάλα υψόμετρα κατά τους μήνες του Απρίλη και Μάη.

Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας κατά το έτος 2019 καλλιεργήθηκαν συνολικά 178 χιλιάδες στρέμματα πατάτας και η παραγωγή έφτασε τους 472 χιλιάδες τόνους (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Χάρτης καλλιέργειας πατάτας ([www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)).

## 1.2 Ταξινόμηση

Η πατάτα (*Solanum tuberosum*) αποτελείται από 12 βασικά τετραπλοειδή ( $4n=48$ ) χρωμοσώματα και ανήκει στην οικογένεια των Solanaceae. Η οικογένεια αυτή περιλαμβάνει περίπου στα 2000 είδη μεταξύ αυτών, κάποια είδη αναγκαία για την διατροφή του ανθρώπου, όπως η ντομάτα (*Solanum lycopersicum*), η μελιτζάνα

(*Solanum melongela*), πιπεριά (*Capsium annuum*). Το *S. tuberosum* χωρίζεται σε δύο υποείδη *tuberosum*, το πρώτο καλλιεργείται ευρέως σε Ευρώπη και Βόρεια Αμερική και το δεύτερο το *andigena* που καλλιεργείται σε Κεντρική και Νότια Αμερική (Ryoko Machida-Hirano,2015).

### **1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά πατάτας**

Η πατάτα είναι ετήσιο ποώδες φυτό με σύντομο βιολογικό κύκλο 3-5 μήνες ανάλογα την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Έχει ύψος 50-80 cm και πολλαπλασιάζεται αγενώς με κονδύλους. Οι υπέργειοι βλαστοί έχουν πράσινο ή κόκκινο χρωματισμό ανάλογα με την ποικιλία τριγωνικής διατομής, όπου στην αρχή εκφύονται όρθιοι και στη συνέχεια αναπτύσσονται πλαγίως. Στους υπόγειους βλαστούς της πατάτας, οι οποίοι ονομάζονται στόλωνες αναπτύσσονται στην άκρη τους οι κόνδυλοι της πατάτας. Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε βάθος 25-30 cm ενώ μπορεί να φθάσει και σε μεγαλύτερο βάθος ιδίως στα αμμώδη εδάφη. Τα φύλλα είναι σύνθετα με ζεύγη φυλλαρίων (7-11 φυλλάρια), έχουν σχήμα ωοειδές και είναι περιτόληκτα. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα κυρίως αυτογόνιμα και έχουν λευκό, κιτρινωπό ή μοβ χρώμα. Ο καρπός είναι σφαιρική ράγα και περιέχει μεγάλο αριθμό σπόρων με μικρή διάμετρο. Στα πράσινα τμήματα του φυτού όπως είναι οι βλαστοί, τα φύλλα και οι καρποί αλλά και στους κονδύλους παράγεται μια δηλητηριώδες ουσία η σολανίνη. Ο κόνδυλος της πατάτας αποτελείται από την επιδερμίδα, η οποία είναι το εξωτερικό στρώμα των κυττάρων, το περίδερμα που είναι στρώσεις κυττάρων και βρίσκεται κάτω από την επιδερμίδα, τα αγωγά στοιχεία, δηλαδή φλοίομα και ξήλωμα και το μέρος, όπου γίνεται η αποθήκευση των θρεπτικών στοιχείων, τα οποία μεταφέρονται στο υπέργειο μέρος και την εντεριώνη στην οποία οφείλεται και η αύξηση του μεγέθους των κονδύλων (Ραμνιώτης, 2018).

### **1.4 Εντομολογικοί εχθροί της πατάτας**

Η καλλιέργεια της πατάτας προσβάλλεται από έναν μικρό αριθμό εντόμων, ωστόσο αυτοί οι εντομολογικοί εχθροί μπορεί να είναι καταστροφικοί για την πατάτα. Συνήθως, προσβάλλουν το φύλλωμα της πατάτας και τους κονδύλους. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά κάποιοι εντομολογικοί εχθροί, ενώ η φθοριμαία της πατάτας αναλύεται ξεχωριστά εις βάθος στην ακόλουθη ενότητα.

### 1.4.1 Σιδηροσκούληκα

Τάξη: Coleoptera, Οικογένεια: Elateridae

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

Τα σιδηροσκούληκα προσβάλλουν έναν μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων φυτών όπως βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, καλαμπόκι, καπνό, φράουλα αλλά και πατάτα. Έχουν μια γενιά ανά 3-4 χρόνια και η δραστηριότητα των προνυμφών ξεκινάει την άνοιξη και διαρκεί έως αρχές του καλοκαιριού, ενώ ευνοούνται από την υψηλή υγρασία του εδάφους σε συνδυασμό με την θερμοκρασία του εδάφους και την ύπαρξη οργανικής ουσίας στο έδαφος. Τα ακμαία έχουν σκούρο χρώμα μαύρο-καφέ και μήκος 6-17 χιλιοστά. Οι προνύμφες είναι λευκές στην αρχή και στην συνέχεια λαμβάνουν κιτρινοκαστανό χρώμα (Εικόνα 3) και σκληραίνει ο εξωσκελετός τους που δικαιολογεί και τον όρο σιδηροσκούληκα. Οι ζημιές που προκαλούν στην πατάτα είναι σοβαρές καθώς ανέρχονται στην ζώνη ριζοβολίας των φυτών και παραμένουν εκεί τρεφόμενα είτε με το ριζικό σύστημα της πατάτας είτε με τους κονδύλους, δημιουργώντας χαρακτηριστικές οπές επάνω στον κόνδυλο (Vernon-Herk,2018).



**Εικόνα 2: Προνύμφη σιδηροσκούληκου σε κόνδυλο πατάτας**

**(<http://ephytia.inra.fr>).**

Η καταπολέμηση τους είναι ιδιαίτερα δύσκολη και αυτό οφείλεται στον μεγάλο βιολογικό κύκλο που διαθέτουν αλλά και στο γεγονός ότι βρίσκονται βαθιά στο έδαφος σε προφυλαγμένες θέσεις (καταφύγια). Κύριος τρόπος αντιμετώπισής τους είναι η εφαρμογή κοκκωδών εντομοκτόνων όπως του alpha cyhalothrin κατά την περίοδο σποράς επάνω στις γραμμές φύτευσης, ενώ όσο αφορά τα καλλιεργητικά μέτρα θετική επίδραση έχει η αμειψισπορά, τα θερινά οργώματα και η αγρανάπαυση (Ναβροζίδης – Ανδρεάδης, 2013).

#### 1.4.2 Δορυφόρος

Τάξη: Coleoptera, Οικογένεια: Chrysomelidae

Είδος: *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae)

Ο δορυφόρος ή σκαθάρι της πατάτας αποτελεί ένα σοβαρό εντομολογικό εχθρό της πατάτας, ενώ χαρακτηρίζεται και ως ο σημαντικότερος επιζήμιος εχθρό στην πατάτα και προσβάλλει επίσης την μελιτζάνα και την ντομάτα (Fero et al., 1985).

**Μορφολογία:** Τα ενήλικα έχουν μήκος 9-10 εκατοστά και σχήμα ωοειδές. Το χρώμα τους είναι κίτρινο ή πορτοκαλί και φέρουν έλυτρα τα οποία έχουν πέντε χαρακτηριστικές μαύρες γραμμές. Η κεφαλή είναι τριγωνική και τα πόδια είναι πορτοκαλί, ενώ ο θώρακας είναι επίσης πορτοκαλί και στην επιφάνεια του φέρει κυκλικά μαύρα στίγματα (Εικόνα 4). Οι προνύμφες είναι μικρές περίπου 3 εκατοστά και έχουν κόκκινο ή πορτοκαλί χρώμα. Διαθέτουν δύο σειρές από μαύρες κηλίδες σε κάθε πλευρά, έχουν μαύρο κεφάλι και φέρουν τρία ζεύγη θωρακικών ποδιών. Οι νύμφες του δορυφόρου έχουν χρώμα πορτοκαλί και είναι σχήματος οβάλ και επιβιώνουν 2-5 εκατοστά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και ο μέσος χρόνος ανάπτυξής τους είναι 5-8 ημέρες. Τα αυγά έχουν πορτοκαλί χρώμα και έχουν ωοειδές σχήμα. Τα θηλυκά ωοτοκούν στη κάτω επιφάνεια του φύλλου και τοποθετούν τα αυγά κατά ομάδες των 20 με 60 αυγών και μπορούν να φθάσουν και τα 100. Η ικανότητα ωοπαραγωγής των θηλυκών ανέρχεται στα 200 -500 αυγά στο σύνολο (Richard et.al., 2009).



**Εικόνα 3:** Ενήλικα *L. decemlineata* (<http://www.insectimages.org>).

**Βιολογικός κύκλος:** Έχουν συνήθως 3 γενεές το έτος και διαχειμάζει με την μορφή ενηλίκου σε έδαφος, όπου προηγούταν η καλλιέργεια της πατάτας. Η έξοδος των ενηλίκων γίνεται την άνοιξη και μόλις η θερμοκρασία ανέβει, αρχίζουν οι συζεύξεις των ακμαίων. Τα θηλυκά γεννούν τα ωά τους στην κάτω επιφάνεια των φύλλων σε ομάδες. Μετά την εναπόθεση τα ωά εκκολάπτονται και οι νεαρές προνύμφες κάνουν την εμφάνιση τους αναζητώντας τον ξενιστή τους για να τραφούν. Στη συνέχεια γίνεται η νύμφωση των προνυμφών στο έδαφος και τελικώς λαμβάνει χώρα η έξοδος των ενηλίκων 2<sup>ης</sup> ηλικίας, τα οποία συζευγνύονται έως ότου μειωθεί η φωτοπερίοδος και υπάρξει είσοδος των ενηλίκων σε διάπαυση στο έδαφος. Οι ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του *L. decemlineata* είναι 25-32 °C (Fero et.al., 1985).

**Ζημιές:** Ο δορυφόρος προκαλεί στην πατάτα πολύ σοβαρές ζημιές καθώς τα ενήλικα και οι νεαρές προνύμφες τρέφονται με το φύλλωμα της πατάτας και τους τρυφερούς βλαστούς, ενώ σε σοβαρές περιπτώσεις με υψηλούς πληθυσμούς παρατηρείται πλήρη αποφύλλωση (Εικόνα 5). Το *L. decemlineata* παρουσιάζει υψηλή διατροφική ικανότητα καθώς ένα ενήλικο του *L. decemlineata* έχει την ικανότητα να τραφεί με 10 τετραγωνικά εκατοστά σε μια μέρα από τα φύλλα της πατάτας, ενώ η προνύμφη με 40 τετραγωνικά εκατοστά.





**Εικόνα 4:** Ζημιές σε φύλλα πατάτας (<http://www.insectimages.org>).

**Αντιμετώπιση:** Η αντιμετώπιση του *L. decemlineata* βασίζεται κυρίως στην χρήση χημικών συνθετικών εντομοκτόνων και επιλέγονται δραστικές ουσίες που ανήκουν στην χημική ομάδα των νεονικοτενοειδών, όπως το acetamiprid. Αυτό το είδος εντόμου παρουσιάζει μεγάλη δυσκολία στην αντιμετώπισή του με χημικά μέσα καθώς έχει αναπτύξει ανθεκτικότητα σε 52 διαφορετικές δραστικές ουσίες από όλες τις υπάρχουσες βασικές χημικές ομάδες εντομοκτόνων (Alyokhin et al., 2008).

### **1.5. *Phthorimaea operculella***

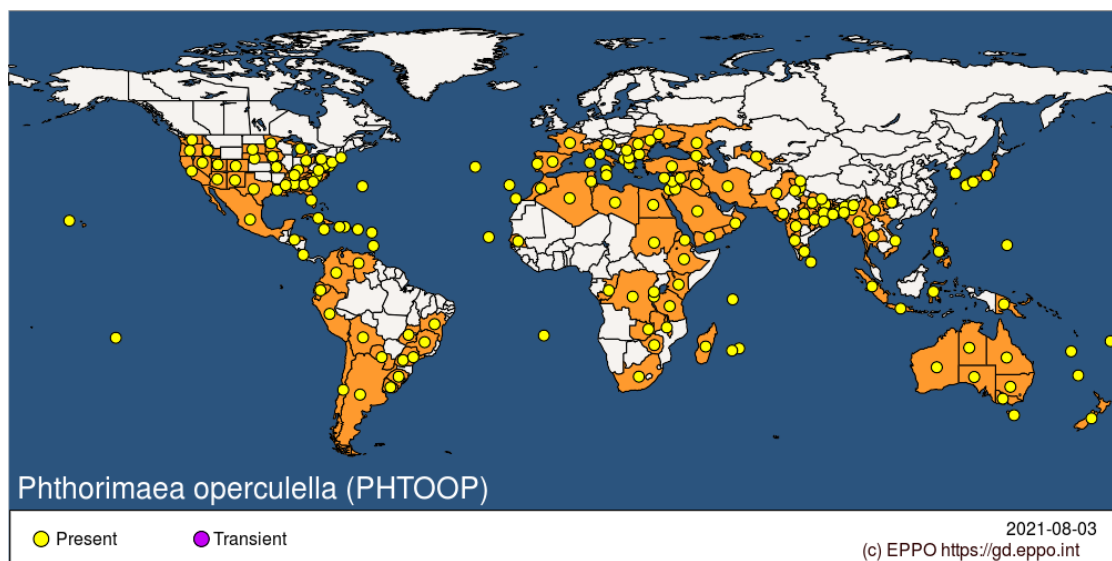
Ένας από τους σημαντικότερους και πιο επικίνδυνους εχθρούς της πατάτας είναι η φθοριμαία *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) (Gavara et al., 2021).

#### **1.5.1 Ξενιστές**

Το έντομο τρέφεται κυρίως με φυτά της οικογένειας Solanaceae. Κύριος ξενιστής του εντόμου είναι η πατάτα, αλλά έχει βρεθεί να προσβάλλει και άλλα σημαντικά είδη φυτών, όπως η μελιτζάνα, η τομάτα, η πιπεριά αλλά δευτερευόντως και ο καπνός και τα ζαχαρότευτλα, προκαλώντας σημαντικές οικονομικές απώλειες (OEPP/EPPO, 1990). Εκτός από καλλιεργούμενα είδη, το *P. operculella* μπορεί να τραφεί και με ορισμένα ζιζάνια όπως τον τάτουλα (*Datura stramonium*)(Solanales: Solanaceae), τον

γερμανό (*Solanum elaeagnifolium*)(Solanales: Solanaceae) και τον στόφνο (*Solanum nigrum*)( Solanales: Solanaceae)(Alvarez et al., 2005).

Η φθοριμαία έχει σχεδόν εξαπλωθεί σε παγκόσμιο επίπεδο και εντοπίζεται σε όλες τις ηπείρους με εξαίρεση ορισμένες πολιτείες της Αμερικής και του Καναδά, ενώ δεν έχει διαπιστωθεί σε ορισμένες χώρες της Ευρώπης, όπως Γαλλία, Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Γερμανία και Ολλανδία (OEPP/EPPO,1990). Η εξάπλωση του εντόμου γίνεται κατά κύριο λόγο από την μετακίνηση των κονδύλων σε άλλες περιοχές (Alvarez et al., 2005).

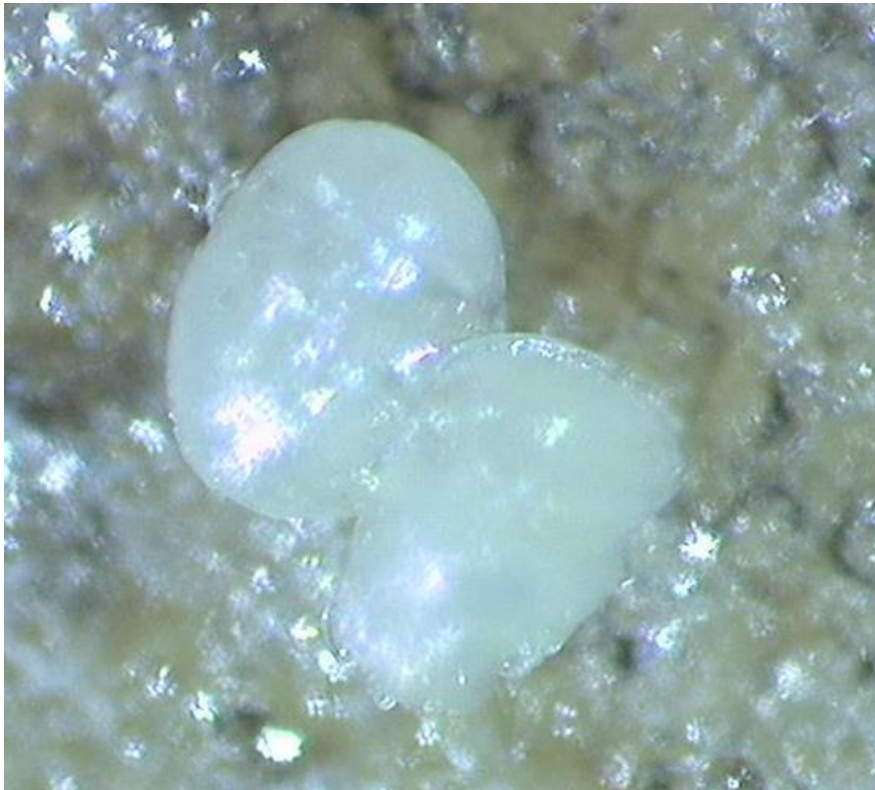


**Εικόνα 5:** Παγκόσμια γεωγραφική κατανομή της *P. operculella* (<https://gd.eppo.int>).

### 1.5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

1) **Αυγό:** Τα αυγά της φθοριμαίας (Εικόνα 7) έχουν σχήμα ωοειδή και πριν την εκκόλαψη χρώμα λευκό και κίτρινο που στην συνέχεια γίνεται ανοιχτό καφέ. Το μέγεθός τους είναι 0.1 cm και εκκολάπτονται μετά από 4-5 ημέρες (Alvarez et.al., 2005). Τα θηλυκά εναποθέτουν τα αυγά είτε στο έδαφος σε περιοχές που υπάρχουν ρωγμές είτε στα φύλλα της καλλιέργειας ή στους ακάλυπτους κονδύλους της πατάτας, κυρίως στους οφθαλμούς. Τα αυγά τοποθετούνται στα σημεία φωτοκίας από τα θηλυκά κυρίως μεμονωμένα ή σε ομάδες με μικρό αριθμό αυγών σε κάθε περίπτωση 3-15, ενώ το αναπαραγωγικό δυναμικό των θηλυκών είναι από 38 έως 290 αυγά με διάρκεια επώασης από 5 – 34 ημέρες. Αυτό κυρίως όμως εξαρτάται

από την θερμοκρασία, ενώ η αναστολή των γεννήσεων από τα θηλυκά γίνεται κοντά στους 36 βαθμούς κελσίου (Rondon et.al., 2007).



**Εικόνα 6:** Ωά *P. operculella* (<http://www.fmacagro.es>).

- 2) **Προνύμφη:** Οι προνύμφες είναι λευκές ή ρόδινες και με την πάροδο του χρόνου γίνονται καφέ ή πράσινες (Εικόνα 8). Το μέγεθός τους είναι 1- 1.5 εκατοστό, είναι ευκέφαλη και το χρώμα από της κεφαλής είναι καφέ όπως και τα πόδια της, ενώ ο θώρακάς της φέρει μαύρα σημεία και τρίχες (Alvarez et.al., 2005) .



**Εικόνα 7:** Προνύμφη *P. operculella* (<http://www.ipmimages.org>).

- 3) Νύμφη:** Οι νύμφες (Εικόνα 9) είναι λευκές στενές και έχουν μήκος 1,5 εκατοστό περίπου βρίσκονται μέσα λευκό βομβύκιο όπου μπορεί και να φυλάγονται σε θέσεις όπου φέρουν χόματα ή σε υπολείμματα της καλλιέργειας. Η πλήρη ανάπτυξη τους απαιτεί 10 έως 30 ημέρες αναλόγως τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν(Raman, 1980 Alvarez et al., 2005).



**Εικόνα 8:** Νύμφη της *P. operculella* (<http://www.fmcagro.es>).

- 4) Ενήλικο:** (Εικόνα 10) είναι μικροί σκώροι χρώματος ασημί γκρι με άνοιγμα πτερύγων 1.27 εκατοστά και φέρουν στενές πτέρυγες καφέ ή γκρι χρώματος με διάσπαρτες μαύρες ή καφέ κηλίδες. Οι οπίσθιες πτέρυγες είναι επίσης στενές και έχουν γκρίζο χρώμα. Οι μπροστινές πτέρυγες των αρσενικών ατόμων έχουν 2-3 κουκίδες μαύρου χρώματος, ενώ οι αντίστοιχες των θηλυκών κάνουν ένα χαρακτηριστικό X. Επιπρόσθετα, τα θηλυκά έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τα αρσενικά (Raman, 1980 Alvarez et al., 2005). Τα ενήλικα για να καταφέρουν να εναποθέσουν τα αυγά τους θα πρέπει να βρουν οπές εισόδου όπως ρωγμές που σχηματίζονται στο έδαφος είτε κόνδυλοι που δεν καλύπτονται με χώμα. Η δραστηριότητα των ενηλίκων παρατηρείται κυρίως την νύχτα. Τα θηλυκά εφόσον υπάρχει το φύλλωμα στην καλλιέργεια της πατάτας προτιμούν την ωστοκία εκεί και όχι στο έδαφος. Ο αριθμός των γενεών, η διάρκεια ζωής αλλά και η ικανότητα των αρσενικών για σύζευξη εξαρτάται από τον παράγοντα της διατροφής (Traynier, 1983).



**Εικόνα 9:)** Ενήλικες *P.operculella* αριστερά θηλυκό και αρσενικό (δεξιά) του *P. operculella* (<http://www.entnemdept.ufl.edu>).

### 1.5.3 Βιολογικός κύκλος του εντόμου

Ο αριθμός των γενεών του *P.operculella* ετησίως εξαρτάται από την θερμοκρασία και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιοχή. Έτσι λαμβάνοντας υπόψη την θερμοκρασία και την περιοχή ανάπτυξης το *P.operculella* μπορεί να συμπληρώσει πολλές γενεές τον χρόνο. Υπάρχουν πολλές επιστημονικές δημοσιεύσεις που αναφέρουν διαφορετικό αριθμό γενεών ανά ήπειρο. Παραδείγματος χάρη, στις Η.Π.Α. έχουν παρατηρηθεί συνολικά 3 γενεές τον χρόνο, από αυτές 2 γενεές το καλοκαίρι και μία κατά την διάρκεια της αποθήκευσης, ενώ σε τροπικά κλίματα το *P. operculella* εμφανίζει 6-8 γενεές τον χρόνο (Rondon et al., 2010). Επίσης οι Sporleder et al. (2004) στην Ινδία καταμέτρησαν έως και 13 γενεές το χρόνο και 12 στο Ιράκ. Όλες αυτές οι διακυμάνσεις στο αριθμό των γενεών σχετίζονται με την θερμοκρασία, την περίοδο εποχής που θα καλλιεργηθεί η πατάτα αλλά και την γεωγραφική θέση της περιοχής. Αντιθέτως, στην χώρα μας παρατηρείται να εμφανίζει 4-6 γενεές το έτος (Ναβροζίδης -Ανδρεάδης, 2013). Γενικότερα, στο συγκεκριμένο έντομο είναι συχνό φαινόμενο η εμφάνιση επικαλυπτόμενων γενεών (Alvarez et al., 2005). Το έντομο διαχειμάζει στο έδαφος με την μορφή της νύμφης (pupae) αλλά μπορεί επίσης να διαχειμάσει και είτε με την μορφή του ωού είτε ως προνύμφη στα υπολείμματα της

καλλιέργειας, στην αποθήκη μέσα σε προσβεβλημένους κονδύλους, ενώ οι θερμοκρασίες κάτω των 10 βαθμών κελσίου εμποδίζουν την φυσιολογική ανάπτυξη των προνυμφών (Raman, 1980). Στην Ελλάδα, η δραστηριότητα των εντόμων ξεκινάει Μάρτιο –Απρίλιο και διαρκεί μέχρι τον Οκτώβριο και η διάρκεια ζωής των ενηλίκων είναι περίπου 1 μήνας (Ναβροζίδης -Ανδρεάδης, 2013).

#### 1.5.4 Οικονομική ζημία στην πατάτα

Οι πρώτες προσβολές γίνονται στα φύλλα της πατάτας, τα θηλυκά ωοτοκούν επάνω στα φύλλα και οι νεαρές προνύμφες τρέφονται από αυτά αφήνοντας στο πέρασμα τους χαρακτηριστικές νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα (Εικόνα 10).



**Εικόνα 10:** Προσβολές σε φύλλα (<http://www.ipmimages.org>).

Οι σημαντικότερες ζημιές του εντόμου παρατηρούνται στους κονδύλους, όπου τα ενήλικα εισέρχονται από ρωγμές που γίνονται στο έδαφος, ωοτοκούν πάνω στους κονδύλους, ιδιαίτερα στους οφθαλμούς που δεν είναι πλήρως καλυμμένοι με χώμα ή βρίσκονται επιφανειακά και αποτελούν πηγή τροφής για τις νεαρές προνύμφες (Εικόνα 11). Για το λόγο αυτό, συστήνεται κατά την καλλιεργητική περίοδο οι παραγωγοί να εξασφαλίζουν περίπου 5 εκατοστά κάλυψης των κονδύλων με χώμα για την προστασία των κονδύλων. Επίσης οι προσβολές των κονδύλων μπορούν να συνεχιστούν και στο μετασυλλεκτικό στάδιο όταν οι πατάτες παραμένουν σε αποθήκες και δεν οδηγούνται σε ψυκτικό θάλαμο. Αντίθετα, με την εισαγωγή των κονδύλων σε συστήματα ψύξης κάτω από 5 βαθμούς κελσίου αναστέλλεται η ανάπτυξη του *P. operculella* (Rondon et al., 2007).



**Εικόνα 11:** Προσβολές του εντόμου σε κονδύλους (<http://www.entnemdept.ufl.edu>).

Η κατανομή των προσβολών από το *P. operculella* δεν είναι τυχαία καθώς οι Coll et al. (2000) παρατήρησαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό προσβολών από τις προνύμφες εντοπίστηκε περιμετρικά του αγροτεμαχίου σε σύγκριση με το κέντρο του χωραφιού, τόσο στο φύλλωμα όσο και στους κονδύλους, διότι τα εξωτερικά φυτά δέχονται περισσότερο φως και αέρα και συνεπώς βρίσκονται σε μια πιο ξηροθερμική κατάσταση, η οποία ευνοεί τις ωτοκίες των θηλυκών επάνω σε καταπονημένα φυτά (Coll et al., 2000).

Το ποσοστό ζημίας για το οποίο ευθύνεται η φθοριμαία, σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές οικονομικές απώλειες. Μελέτη των Alvarez et al. (2005) έδειξε ότι στην Ινδία και τις Φιλιππίνες το ποσοστό ζημίας έφθασε στο 100%, ενώ εξίσου υψηλό υπήρξε και στη Κένυα με 90% αλλά και σε Τουρκία, Αλγερία και Τυνησία με 86% .

### **1.5.5 Παρακολούθηση της *P. operculella***

Για την παρακολούθηση της *P. operculella* χρησιμοποιούνται φερομονικές παγίδες, οι οποίες μας δίνουν δεδομένα για την πληθυσμιακή διακύμανση του εντόμου, αλλά επιπλέον μας υποδεικνύουν το κατάλληλο χρονικό διάστημα για την αντιμετώπιση του εντόμου μέσω της εφαρμογής εντομοκτόνων. Δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στη Νέα Ζηλανδία από τους Herman et al. (2005) για την σύλληψη του *P. operculella* έδειξε ότι οι παγίδες νερού είχαν μεγαλύτερο ποσοστό συλλήψεων από τις κολλητικές παγίδες



τύπου Delta και τις παγίδες τύπου χοάνης, ωστόσο κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για εμπορικούς λόγους η παγίδα τύπου Delta είναι η καταλληλότερη για την τοποθέτηση σε αγρούς. Επίσης οι Coll et al.(2000) σε πειράματα στο Ισραήλ διαπίστωσαν ότι ο τύπος εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο στον αριθμό των συλλήψεων ανά παγίδα καθώς σε ελαφριά αμμώδη εδάφη παρατηρήθηκε διπλάσιος αριθμός ακμαίων ανά παγίδα σε σύγκριση με βαριά αργιλώδη εδάφη. Οι χημικές ουσίες που έχουν αναγνωριστεί και περιέχονται στην φερομόνη του *P. operculella* είναι το E4, Z7-tridecanienyl acetate (PTM1) (Roelofs et al., 1975) και το E4, Z7, Z10-tridecatrienyl acetate (PTM2) (Persoons et al., 1976).

### **1.5.6 Τρόπος καταπολέμησης του εντόμου**

#### **1.5.6.1 Καλλιεργητικές πρακτικές**

Οι καλλιεργητικές πρακτικές που εφαρμόζονται εστιάζουν περισσότερο στην μείωση των προσβολών των κονδύλων από το *P. operculella* τόσο σε στάδια κοντά στην συγκομιδή της πατάτας όσο και στο μετασυλεκτικό στάδιο.

Από τα πειράματα αγρού που έκαναν οι Rondon et al. (2007) φάνηκε ότι το *P. operculella* προτιμά την φυλλική επιφάνεια της πατάτας σαν θέση ωοτοκίας και διατροφής, ενώ όταν το φύλλωμα μειώνεται οι προσβολές στους κονδύλους αυξάνονται. Επομένως, όταν πραγματοποιείται καταστροφή του υπέργειου τμήματος της πατάτας προς διευκόλυνση της συγκομιδής, η συλλογή των κονδύλων θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν γρηγορότερα, καθώς δεν πρέπει μένουν στον αγρό εκτεθειμένοι για μεγάλο χρονικό διάστημα διότι αυξάνονται οι προσβολές από το *P. operculella* (Rondon et al., 2007). Επίσης, οι Meisner et al. (1974) συμπέραναν ότι τα θηλυκά ενήλικα του *P. operculella* προτιμούν το ξηρό έδαφος για τις ωοτοκίες τους και η ανάπτυξη των προνυμφών είναι μεγαλύτερη σε εδάφη με ελάχιστη υγρασία. Σε έρευνες των Rondon et al. (2007) και Clough et al. (2008) βρέθηκε ότι η συστηματική άρδευση με 0.25 χιλιοστά νερό την ημέρα κοντά στο στάδιο της συγκομιδής μείωσε τις προσβολές από το *P. operculella* λόγω της ικανότητας του νερού να καλύπτει τις ρωγμές του εδάφους γεγονός που οδηγεί σε αφενός μείωση της δραστηριότητας των εντόμων και αφετέρου των προσβολών των κονδύλων.

Άλλες καλλιεργητικές πρακτικές που συστήνονται για την ελαχιστοποίηση των προσβολών από το *P. operculella* είναι η βαθιά σπορά των σπόρων σε βάθος 15 εκατοστών, η διαλογή των κονδύλων κατά την διαδικασία της συγκομιδής με αυτό τον

τρόπο δεν μεταφέρονται προσβεβλημένοι κόνδυλοι που πιθανόν μετέπειτα θα προκαλέσουν βλάβες και στους υπόλοιπους κονδύλους, η αποθήκευση των κονδύλων αμέσως μετά την συγκομιδή σε ψυκτικούς θαλάμους, το γέμισμα των αυλακιών 1-2 φορές ανά καλλιεργητική περίοδο, που έχει ως στόχο να καλύψει τους κονδύλους και τα αυλάκια με χώμα, ώστε να μην υπάρχουν ακάλυπτες επιφάνειες ιδανικές για τις προσβολές του *P. operculella* (www.eppo.int). Ακόμη, προτείνεται η χημική καταστροφή των φυτών της πατάτας από την φυσιολογική ωρίμανση καθώς μειώνονται οι προσβολές, καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας, η αποτελεσματική αντιμετώπιση των ζιζανίων, οι οποίοι είναι ξενιστές του εντόμου, όπως ο τάτουλας και ο στύφνος (Rondon et al., 2007)

#### 1.5.6.2 Χημική αντιμετώπιση

Η χημική αντιμετώπιση με την εφαρμογή εντομοκτόνων αποτελεί την κύρια μέθοδο παγκοσμίως για την καταπολέμηση του *P. operculella*. (Gavara et al., 2021). Σε ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης, απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή ενός εντομοκτόνου είναι η ύπαρξη φερομονικών παγίδων στον αγρό καθώς μόνο με την παρουσία των παγίδων μπορούμε να παρακολουθήσουμε την πληθυσμιακή πυκνότητα του *P. operculella* και αντιστοίχως να επέμβουμε με χημικά μέσα. Από έρευνες του Πανεπιστημίου της Καλιφόρνιας προτείνεται ο έλεγχος των φερομονικών παγίδων να γίνεται δύο φορές την εβδομάδα, ενώ η εφαρμογή των εντομοκτόνων γίνεται όταν ο αριθμός των ενήλικων φθάσει στα 15-20 άτομα ανά παγίδα. επίσης, συστήνεται η εφαρμογή των εντομοκτόνων να γίνεται κατά τις βραδινές ώρες και σε ζεστές ημέρες, καθώς η δραστηριότητα των ακμαίων είναι εντονότερη κατά την διάρκεια της νυκτός (Rondon et al., 2007). Στην χώρα μας, η αντιμετώπιση του εντόμου μετά την απομάκρυνση πολλών δραστικών ουσιών γίνεται κυρίως με πυρεθρινοειδή και ενός νέου μορίου του chlorantraniliprole με δράση στο μυϊκό σύστημα των εντόμων (ενεργοποίηση υποδοχέων ρυανοδίνης). Επίσης, από την κατηγορία των βιοεντομοκτόνων χρησιμοποιούνται δύο εντομοπαθογόνα βακτήρια, το *Bacillus thuringiensis subsp. aizawai* για ψεκασμό φυλλώματος και *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki* ως σκόνη επίπασης πάνω σε αποθηκευμένους κονδύλους (Ζιώγας -Μαρκόγλου, 2017).

**Πίνακας 2:** Εγκεκριμένες δραστικές ουσίες για την αντιμετώπιση της *P.operculella* ([www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)).

<b>Δραστική ουσία</b>	<b>Εμπορικό όνομα</b>
Chlorantraniliprole	Coragen 20SC
Cypermethrin	Ale Max 50EC
Deltamethrin	Desic Expert 100EC
lambda cyhalothrin	Karate Zeon 10CS
Bacillus thuringiensis subsp. Aizawai	Agree 3,8WP
Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki	Bactecin 1,7DP

### 1.5.6.3 Φυσικοί εχθροί

Ο παρασιτισμός του *P.operculella* είναι ιδιαίτερα υψηλός. Πράγματι σύμφωνα με την έρευνα των Coll et al. (2000) φάνηκε ότι το ποσοστό παρασιτισμού μπορεί να κυμανθεί έως και το 40%, ενώ η δράση των αρπακτικών μπορεί να μειώσει τον πληθυσμό του εντόμου έως και σε ποσοστό 79%. Τα είδη που έχουν χρησιμοποιηθεί στην Νότια Αμερική και την Αυστραλία είναι δύο υμενόπτερα *Bracon gelechiae* (Hymenoptera: Braconidae) και το *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) (Alvarez et al., 2005). Στο Ισραήλ, επίσης οι Coll et al. (2000) παρατήρησαν ότι το *P.operculella* παρασιτείται από ορισμένα είδη σφηκών τα οποία είναι *Diadegma pulchripes* (Hymenoptera: Ichneumonidae) αλλά και από τα αρπακτικά *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) και *Orius albidipennis* (Hemiptera: Anthocoridae) (Coll et al., 2000). Ακόμη, έρευνα των Gavara et al. (2021) έδειξε ότι ένα νέο είδος άκαρι, το *Blattisocius tarsalis* (Mesostigmata: Blattisociidae) μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία για τον έλεγχο του *P.operculella* σε αποθηκευμένη πατάτα, η οποία δεν αποθηκεύεται σε ψυκτικούς θαλάμους ή όταν δρα στα πρώτα στάδια κατά την εισαγωγή της πατάτας σε χώρους ψύξης. Το συγκεκριμένο άκαρι έχει την ικανότητα δραστηριοποίησης και κάτω από τους 9 βαθμούς κελσίου σε αντίθεση με την φθοριμαία, όπου η ανάπτυξη της αναστέλλεται κάτω από 11 βαθμούς. (Gavara et al., 2021).

#### **1.5.6.4 Γενετική αντοχή των ποικιλιών**

Σε δοκιμές των Rondon et al. (2009), όπου αξιολογήθηκαν διαφορετικές ποικιλίες πατάτας ως προς την ευαισθησία των κονδύλων λαμβάνοντας υπόψιν τις προσβολές του *P. operculella* και το ποσοστό των προνυμφών πάνω στους κονδύλους, παρατηρήθηκε ότι ο γονιδιακός κλώνος της ποικιλίας Sprunta G2 ήταν ο πιο ανθεκτικός στις προσβολές της φθοριμαίας, καθώς όλες οι άλλες ποικιλίες που δοκιμάστηκαν παρουσίασαν προσβολές με στοές στους κονδύλους και παρουσία προνυμφών επάνω στην επιφάνεια των κονδύλων. Η επιλογή μιας ανεκτικής ποικιλίας σε συνδυασμό με τις καλλιεργητικές και προληπτικές πρακτικές μπορούν να ελαχιστοποιήσουν το ποσοστό προσβολής και να ενταχθούν σε ένα πρόγραμμα ολοκληρωμένης διαχείρισης της φθοριμαίας (Rondon et al., 2009).

#### **1.6.Χρήση παγίδων στην παρακολούθηση εντομολογικών εχθρών**

Η παρακολούθηση εντομολογικών εχθρών μέσω της χρήσης παγίδων έχει σημαντική συμβολή σε επιστημονικές εργασίες και σε προγράμματα ολοκληρωμένης διαχείρισης, ενώ είναι διαφορετικές μεταξύ τους καθώς κάθε φορά απευθύνονται και στο διαφορετικό ενδιαίτημα της κάθε περιοχής. Οι παγίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια περιοχή για να επισημανθούν τα διαφορετικά είδη εντόμων που βρίσκονται εκεί. Επιπροσθέτως με έναν μεγάλο αριθμό παγίδων μπορούμε να προχωρήσουμε σε μαζική παγίδευση εντόμων με σκοπό την μείωση του πληθυσμού σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Επίσης, μπορούμε και αναγνωρίζουμε νέα είδη εντόμων που εισβάλλουν σε μια χώρα-περιοχή και να αντλούμε σημαντικές πληροφορίες για την πληθυσμιακή πυκνότητα ενός εντόμου, το οποίο συνεπάγεται με την λήψη αποφάσεων και με την επιλογή των μέτρων ελέγχου, ενώ αξιολογούμε και την αποτελεσματικότητα του προγράμματος που λάβαμε για την αντιμετώπιση εντόμων (Epsky et al., 2008).

Φυσικά υπάρχουν πολλοί παράγοντες που συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα των εντομολογικών παγίδων σε μια περιοχή όπως είναι το μέγεθος του πληθυσμού των εντόμων, ο αριθμός των εντόμων, το οποίο έλκεται από την παγίδα, ο αριθμός των εντόμων, τα οποία εισέρχεται στην παγίδα και το ποσοστό αυτών που τελικώς καταφέρνει και παραμένει στην παγίδα. Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζουν και οι περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή κατά την

περίοδο που είναι τοποθετημένες οι παγίδες στα διάφορα σημεία (Μπρούφας - Παππά, 2016).

### **1.6.1 Τύποι παγίδων**

Οι εντομολογικές παγίδες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τρόπο συγκράτησης των εντόμων στις παγίδες: η πρώτη κατηγορία αφορά τις παγίδες οι οποίες παγιδεύουν το έντομο επάνω σε μια κολλητική επιφάνεια, η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις παγίδες που έχουν βάση κάποιο υγρό όπου τα έντομα πέφτουν στο εσωτερικό των παγίδων και θανατώνονται και τέλος υπάρχουν και οι παγίδες οι οποίες παγιδεύουν και θανατώνουν τα έντομα εξαιτίας της παρουσίας εντομοκτόνου επάνω σε στερεό υλικό (Μπρούφας & Παππά, 2016). Παρακάτω αναφέρονται ορισμένοι βασικοί τύποι εντομολογικών παγίδων.

#### **1.6.1.1 Κολλητικές παγίδες**

Οι κολλητικές παγίδες (Εικόνα 12) είναι οι παγίδες με την μεγαλύτερη συχνότητα εφαρμογής στους αγρούς. Είναι απλές σαν κατασκευή καθώς αποτελούνται από ένα πλαίσιο που διαφέρει σε σχήμα(κυλινδρικό ,τριγωνικό) και σε χρώμα που συνοδεύεται από ένα κολλώδες υλικό όπου βοηθάει στην συγκράτηση των εντόμων επάνω στην επιφάνεια. Υπεύθυνο για την συγκράτηση των εντομών είναι το υλικό Tangle-trap το οποίο μπορεί και συγκρατεί και μεγάλα έντομα σε μέγεθος αλλά και μικρά. Ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας πλεονεκτεί στο γεγονός ότι έχει μικρό κόστος αλλά και έχει την ικανότητα να παγιδεύει διαφορετικά είδη εντόμων που βρίσκονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Αντιθέτως, μειονεκτεί στην αποτελεσματικότητα σύλληψης των εντόμων καθώς η επιφάνεια αυτός παγίδας γεμίζει από ξένα σώματα αυτός χρώματα και υπολείμματα εντόμων με συνέπεια να μη μπορεί να παγιδεύει έντομα. Όταν εφαρμόζεται ο συγκεκριμένος τύπος παγίδας σε δένδροκομικά είδη συνίσταται η τοποθέτηση να γίνεται στο εσωτερικό μέρος αυτός κόμης των δέντρων. Αυτός γραμμικές καλλιέργειες η τοποθέτηση αυτός παγίδας γίνεται επάνω σε μεταλλικό ή ξύλινο πάσσαλο για να στηρίζονται και καθώς τα φυτά μεγαλώνουν μέσα στην καλλιεργητική περίοδο τοποθετούνται σε υψηλότερα σημεία από το ύψος αυτός καλλιέργειας (Epsky et al.,2008).



**Εικόνα 12:** Κολλητική επιφάνεια για την παγίδευση λεπιδοπτέρων, κίτρινου χρώματος (<http://www.researchgate.net>).

#### 1.6.1.2 Παγίδες νερού

Ο τύπος παγίδας αυτός χρησιμοποιείται για την σύλληψη αφίδων αλλά και για μικρότερα ιπτάμενα έντομα. Οι παγίδες νερού (Εικόνα 13) κατασκευάζονται από δοχεία αποθήκευσης, ορθογώνια ταψιά ψησίματος ή από ταψιά πλύσης πιάτων τα οποία περιέχουν είτε σαπούνι είτε αντιψυκτικό αυτοκινήτου. Στην περίπτωση που επιλέγετε σαπούνι θα πρέπει να είμαστε προσεχτικοί καθώς πρέπει να αποφεύγονται σαπούνια με έντονες οσμές διότι απωθούν τα έντομα μακριά από τις παγίδες. Επιπροσθέτως όταν χρησιμοποιείται το αντιψυκτικό αυτοκινήτου θα πρέπει η παγίδα να τοποθετείται μακριά από ζώα γιατί τα περισσότερα από τα αντιψυκτικά είναι δηλητηριώδη. Ακόμη προσέχουμε το αντιψυκτικό να είναι φιλικό και ασφαλές προς το περιβάλλον. Το μειονέκτημα της συγκεκριμένης παγίδας είναι η έκθεσή τους σε περιβάλλοντα με ακραία φαινόμενα όπως δυνατή βροχή με συνέπεια οι παγίδες να υπερχειλίζουν ή να εξατμίζεται το υγρό κατά την περίοδο που έχουμε ξηρασίες (Epsky et al., 2008).



**Εικόνα 13:** Κίτρινη παγίδα νερού (<http://www.fera.co.uk>).

### 1.6.1.3 Παγίδες κάδου σε σχήμα χοάνης

Είναι ο συνηθέστερος τύπος παγίδας για γεωργική χρήση. Έχουν υψηλότερο κόστος από τις υπόλοιπες παγίδες με κάδο και περιέχουν και κάποιο είδος ελκυστικού οσμής. Ο ρόλος της χοάνης είναι να κατευθύνει το έντομο στο κάδο. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές της προαναφερθείσας παγίδας ως προς την κατεύθυνση και το μέγεθος της χοάνης συγκριτικά με το μέγεθος που διαθέτει ο κάδος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα του συγκεκριμένου τύπου είναι η παγίδα McPhail που διαθέτει καμπανοειδές σχήμα και προτείνεται για τις μύγες των φρούτων Tephritidae και Drosophilidae (Εικόνα 14). Η πρώτη παγίδα McPhail είχε βάση το γυαλί αλλά σήμερα υπάρχουν πολλές παραλλαγές της McPhail αποτελούμενες από πλαστικό ενώ μέσα σε αυτές συμπεριλαμβάνονται και οι παγίδες Multilure, οι οποίες έχουν κίτρινη βάση και διάφανη κορυφή (Epsky et al., 2008).



**Εικόνα 14:** Κλασσική παγίδα McPhail (<http://www.semiochemical.net>).

#### 1.6.1.4 Παγίδες κώνου

Οι παγίδες αυτές διαθέτουν χοάνη με ένα μεγάλο άνοιγμα το οποίο έχει κλίση προς το έδαφος ενώ η κορυφή της χοάνης καταλήγει σε ένα δοχείο (Εικόνα 15). Οι παγίδες αυτού του τύπου κατασκευάζονται από ύφασμα ή δικτυωτό υλικό με τέτοιο τρόπο ώστε τα έντομα(κυρίως λεπιδόπτερα) να κινούνται προς τα κάτω ενώ το μεγάλο δοχείο που διαθέτει διευκολύνει την μετακίνηση του εντόμου με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η θανάτωση του. Ο τύπος παγίδας αυτός χρησιμοποιείται για την παγίδευση εντόμων όπως το πράσινο και ρόδινο σκουλήκι του βαμβακιού αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως δωλοματική παγίδα λεπιδοπτέρων (Epsky et al., 2008).



**Εικόνα 15:** Κωνοειδής παγίδα (<http://www.entomology.ca.uky>).

#### 1.6.1.5 Τρισδιάστατες παγίδες

Αφορούν κολλητικές παγίδες των οποίων κύριο γνώρισμα αποτελεί η εσώκλειστη κολλητική επιφάνεια εντός της παγίδας. Ακόμη, οι τρισδιάστατες κολλητικές παγίδες φέρουν και ελκυστικό παράγοντα, ο οποίος συνήθως είναι φερομονικό σκέυασμα. Είναι τύπος παγίδας ιδιαίτερα φθηνός και απλός. Ευρύτατα χρησιμοποιούμενος τύπος στην κατηγορία των παγίδων αυτών είναι οι παγίδες Delta (Εικόνα 16) οι οποίες έχουν μικρό μέγεθος και βάρος ενώ το σχήμα τους είναι τριγωνικό γεγονός που διευκολύνει την μετακίνηση και την τοποθέτηση τους σε δένδρα . Ακόμη υπάρχει και η παγίδα Jackson σε σχήμα Delta που χρησιμοποιείται για την σύλληψη των Tephritidae (μύγες των φρούτων). Στον ίδιο τύπο παγίδας υπάρχουν παγίδες και σε σχήμα διαμαντιού οι



οποίες ενδείκνυνται για την παγίδευση εντόμων σε δημόσιου χώρους όπως σούπερ μάρκετ ή καταστήματα. Επίσης υπάρχουν περοειδείς παγίδες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παγίδευση λεπιδοπτέρων έχουν μεγαλύτερο μέγεθος και μεγαλύτερη επιφάνεια συγκριτικά με τις παγίδες τύπου Delta και απευθύνονται σε λεπιδόπτερα με μεγάλο μέγεθος (Epsky et al., 2008).



**Εικόνα 16:** Τρισδιάστατη παγίδα τύπου Delta (<http://www.calag.uncar.edu>).

#### 1.6.1.6 Φερομονικές Παγίδες

Οι φερομονικές παγίδες (Εικόνα 17) χρησιμοποιούνται για την σύλληψη των εντόμων, τα οποία προσελκύονται από την φερομόνη ελεγχόμενης απελευθέρωσης που βρίσκεται εντός της παγίδας και παγιδεύονται σε μια κολλητική επιφάνεια. Ο τύπος αυτός παγίδας χρησιμοποιείται συχνά για την παρακολούθηση των πληθυσμών λεπιδοπτέρων. Πλεονεκτεί στο γεγονός ότι διαθέτει μια μορφή εκλεκτικότητας, καθώς οι συλλήψεις που γίνονται αφορούν συγκεκριμένα είδη «εντόμων - στόχων». Επίσης, είναι εύκολες στην χρήση και δεν απαιτούν μεγάλο κόστος για την αγορά τους. Βέβαια, υπάρχουν και διαφοροποιήσεις μεταξύ των παγίδων σε διάφορους παράγοντες, όπως ο χρωματισμός των παγίδων, το σχήμα, το μέγεθος, και το ύψος τοποθέτησης από την επιφάνεια του εδάφους με διαφορετικές επιδράσεις σε κάθε περίπτωση. Συμπερασματικά μπορούμε να επισημάνουμε ότι τελικά για το ποσοστό των εντόμων το οποίο θα συλληφθεί από τις φερομονικές παγίδες εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως αναφέρθηκε και παραπάνω δηλαδή μέγεθος και χρώμα, το ύψος και ο τρόπος τοποθέτησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του είδους *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Erebidiae) όπου όταν η τοποθέτηση των φερομονικών

παγίδων έγινε δίπλα σε κορμούς δέντρων αυξήθηκε η αποτελεσματικότητά τους (Μπούφας - Παππά, 2016).



**Εικόνα 17:** Φερομονική παγίδα (<http://www.apples.ces.ncsu.edu>).

### **1.7.Σκοπός της παρούσας μελέτης**

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή διαπραγματεύεται τη μελέτη της αποτελεσματικότητας των παγίδων τύπου Delta στη φθοριμαία της πατάτας *P. operculella* στην περιοχή της Ανάβρας Λάρισας. Πρωταρχικός στόχος της εργασίας είναι η σύγκριση της αποτελεσματικότητας διαφορετικών παραγόντων, ειδικότερα το χρώμα, το ύψος τοποθέτησης της παγίδας και το φερομονικό σκεύασμα της παγίδας. Τα δεδομένα της συγκεκριμένης διατριβής θα αποτελέσουν σημαντικά ευρήματα για την δημιουργία ενός πρωτοκόλλου για την ορθή διαχείριση του εντόμου με στοχευμένες εφαρμογές των εντομοκτόνων συνδυαστικά με το ποσοστό των συλλήψεων των παγίδων και την αντίληψη της πληθυσμιακής διακύμανσης σε κάθε περιοχή.

## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Περιοχή μελέτης

Η πειραματική διαδικασία έλαβε χώρα στην ευρύτερη περιοχή της Αγίας Λάρισας και συγκεκριμένα στο δημοτικό διαμέρισμα Ανάβρας που ανήκει στον Δήμο Αγίας του Νομού Λάρισας της Περιφερειακής Ενότητας Θεσσαλίας (Εικόνα 18). Η Ανάβρα Αγίας έχει υψόμετρο 60 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, γεωγραφικό πλάτος  $22^{\circ} 42'$  και γεωγραφικό μήκος  $39^{\circ} 40'$ , ενώ είναι χτισμένη σε υψόμετρο 100 μέτρων και καλύπτει έκταση  $23.244 \text{ km}^2$ . Η Ανάβρα απέχει 30 χιλιόμετρα από την πόλη της Λάρισας. Η κύρια καλλιέργεια της περιοχής είναι το μήλο, ενώ υπάρχουν και μικρές εκτάσεις με καλλιέργεια πατάτας που σύμφωνα με τα στοιχεία του Ο.Π.Ε.Κ.Ε.Π.Ε. κατά το έτος 2019 κάλυπτε συνολικά 229 στρέμματα στον Δήμο Αγίας.



**Εικόνα 18:** Περιοχή Ανάβρας από Google Earth.

### 2.2. Μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής μελέτης

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό ξηρικό εύκρατο, ενώ το συνολικό ετήσιο ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται περίπου στα 450 χιλιοστά (mm). Ως οι πλέον βροχεροί μήνες θεωρούνται ο Οκτώβριος, Νοέμβριος, Δεκέμβριος και ο Μάιος. Η φορά των ανέμων είναι ανατολικοί και η έντασή τους είναι 3,11 μποφόρ κατά μέσο όρο (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία).

**Πίνακας 3.** Μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή της Αγιάς από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Αγιάς κατά τους μήνες της μελέτης.

Αγιά	Ελάχιστη(°C)	Μέγιστη (°C)	Βροχόπτωση (mm)	Ημέρες Βροχής	Άνεμοι
Μάιος	19,9	32,9	14,8	6	ENE
Ιούνιος	23,1	37,6	12,2	10	N
Ιούλιος	27,3	36,3	6,2	5	ENE

### 2.3 Παρακολούθηση πληθυσμών ακμαίων *Phthorimaea operculella*

#### 2.3.1. Περιγραφή του αγροτεμαχίου

Για την παγίδευση των ακμαίων ατόμων της *P. operculella* τοποθετήθηκαν φερομονικές παγίδες σε ένα αγροτεμάχιο με καλλιέργεια πατάτας στην περιοχή της Ανάβρας Αγιάς έκτασης 4.5 στρεμμάτων με συντεταγμένες 39.668637 και 22.675290 (Εικόνα 19). Για την σπορά του χωραφιού χρησιμοποιήθηκε σπόρος της εταιρείας Germicora και η ποικιλία που επιλέχθηκε ήταν η Sprunta, χαρακτηριστικά της οποίας είναι η υψηλή παραγωγή και το μεγάλο μέγεθος κονδύλων. Πριν τη σπορά εφαρμόστηκε βασική λίπανση 12-8-20 της εταιρείας ΕΛΛΑΓΡΟΛΙΠΙ ΑΕΒΕ με 100 κιλά/στρέμμα. Η σπορά έγινε 1 Μαρτίου και το αγροτεμάχιο αρδευόταν με στάγδην άρδευση. Στις 16 Μαΐου έγινε η πρώτη επέμβαση για περονόσπορο πατάτας χρησιμοποιώντας την δραστική ουσία metalaxyl-m (RIDOMIL68 WG) της εταιρείας Syngenta και για την αντιμετώπιση του δορυφόρου της πατάτας την δραστική acetamiprid (PROFIL 20 WG) της εταιρείας K&N ΕΥΘΥΜΙΑΔΗ. Στις 23 Μαΐου έγινε δεύτερη εφαρμογή για την αντιμετώπιση του περονόσπορου με ιονιμένο χαλκό (ICC) και προστέθηκε και chlorantraniliprole (CORAGEN 20SC) της εταιρείας FMC για την καταπολέμηση της φθορμαίας. Στις 5 Ιουνίου έγινε επέμβαση για την αντιμετώπιση του βέλιουρα με το ζιζανιοκτόνο fluazifor-p-butyl (FUZILADE 12.5EC) της εταιρείας K&N ΕΥΘΥΜΙΑΔΗ.



**Εικόνα 19:** Αγροτεμάχιο μελέτης.

### **2.3.2 Περιγραφή των παγίδων**

Οι παγίδες που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των παραγόντων στην πληθυσμιακή παρακολούθηση της *P. opercullela* ήταν αυτές τύπου Delta. Οι παγίδες τύπου Delta είχαν τρεις διαφορετικούς συνδυασμούς χρωμάτων, συγκεκριμένα πράσινο (Εικόνα 21), κόκκινο (Εικόνα 20) και λευκό (Εικόνα 22). Οι λευκές παγίδες ήταν τις εταιρίας Τρέσέ ενώ οι κόκκινες και οι πράσινες της εταιρίας Russell IPM. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν εντός του αγρού στηριζόμενες επάνω σε 18 αντίστοιχους μεταλλικούς πασσάλους σε σχήμα Γ. Κάθε πάσσαλος είχε ύψος 1.5 μ. και τοποθετήθηκε στον αγρό μέσω ενός σφυριού στο επιθυμητό ύψος κάθε φορά.



**Εικόνα 20:** Κόκκινη παγίδα τύπου Delta.



**Εικόνα 21:** Πράσινη παγίδα τύπου Delta.



**Εικόνα 22:** Λευκή παγίδα τύπου Delta.

#### **2.4. Πειραματικός σχεδιασμός**

Η τοποθέτηση των παγίδων τύπου Delta στο αγροτεμάχιο με την καλλιέργεια της πατάτας έγινε στις 18 Μαΐου 2021 (Εικόνα 23). Οι παγίδες τοποθετήθηκαν πάνω στο μεταλλικό πάσσαλο και είχαν απόσταση μεταξύ τους 15 μέτρα. Για κάθε παράγοντα (χρώμα, ύψος και φερομόνη) υπήρχαν δύο επαναλήψεις. Οι παγίδες τύπου Delta τοποθετήθηκαν έτσι ώστε κάθε είδος παγίδας να μη βρίσκεται στην ίδια σειρά και στην ίδια στήλη. Οι μετρήσεις λαμβάνονταν ανά δύο με τρεις ημέρες τις πρωινές ώρες της ημέρας, ενώ γινόταν αλλαγή της κολλητικής επιφάνειας, όπου ήταν αναγκαίο. Κατά την διαδικασία των μετρήσεων οι παγίδες άλλαζαν θέση ακολουθώντας μια κυκλική διάταξη, μεταξύ των παγίδων. Η αρχική καταγραφή των αρσενικών ατόμων στις παγίδες έλαβε χώρα στις 23/5/2021, ενώ συνολικά πραγματοποιήθηκαν 24 μετρήσεις. Η αλλαγή της φερομόνης (Εικόνα 24) γινόταν σε μηνιαία βάση μετά από την αρχική τοποθέτηση των παγίδων.





**Εικόνα 23:** Εγκατάσταση παγίδων στο κατάλληλο ύψος (90 cm).



**Εικόνα 24:** Τοποθέτηση φερομόνης.

#### **2.4.1 Πειραματικός σχεδιασμός ανάλογα με τον παράγοντα αξιολόγησης**

Της τοποθέτησης των παγίδων προηγήθηκε πειραματικός σχεδιασμός (Εικόνα 25) με βάση τους τρεις παράγοντες που συγκρίθηκαν για την αποτελεσματικότητα σύλληψης των αρσενικών ατόμων *P. opercullela*. Ο αρχικός παράγοντας που εκτιμήθηκε ήταν το χρώμα της παγίδας (κόκκινο, πράσινο, λευκό) και οι παγίδες αυτές ήταν τοποθετημένες στο ύψος των 90 cm από το έδαφος και έφεραν φερομόνη της εταιρίας Novagrica. Ο δεύτερος παράγοντας που αξιολογήθηκε ήταν το είδος της φερομόνης που χρησιμοποιήθηκε και αξιολογήθηκαν 3 διαφορετικά φερομονικά σκευάσματα. Ένα της εταιρίας Novagrica και δύο διαφορετικά σκευάσματα φερομόνης της εταιρίας Trece. Για τον συγκεκριμένο παράγοντα χρησιμοποιήθηκαν λευκές παγίδες Delta και σε ύψος 90 cm από το έδαφος. Τελευταίος παράγοντας αξιολόγησης υπήρξε το ύψος της παγίδας. Τα ύψη που εξετάστηκαν ήταν τα 30, 60 και 90 cm από το έδαφος χρησιμοποιώντας λευκές παγίδες Delta, ενώ η φερομόνη ήταν της εταιρίας Novagrica.



**Εικόνα 25:** Διάταξη παγίδων.

## 2.5. Στατιστική Ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων του πειράματος εφαρμόστηκε αρχικά ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (one-way ANOVA), έχοντας ως εξαρτημένη μεταβλητή τον αριθμό των συλλήψεων της φθοριμαίας ενώ το χρώμα παγίδας, το ύψος της παγίδας ή το φερομονικό σκεύασμα χρησιμοποιήθηκε ως κύρια επίδραση. Η σύγκριση των μέσων όρων επιτεύχθηκε μέσω της χρήσης του Tukey-Kramer HSD test, σε επίπεδο 5% (Sokal and Rohlf, 1995). Ο έλεγχος της συμμετοβολής (συσχέτιση που βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο συνδέονται όλες οι τιμές όλων των συνδυασμών των παγίδων) των καταγεγραμμένων συλλήψεων μεταξύ των παγίδων πραγματοποιήθηκε μέσω του προσδιορισμού του συντελεστή συσχέτισης Pearson με το λογισμικό πακέτο SPSS 25 ενώ τα δεδομένα υποβλήθηκαν και σε ανάλυση που ονομάζεται συσχετισμένος έλεγχος (paired t-test). Επίσης, η συχνότητα με την οποία καταγράφονταν οι συλλήψεις των ακμαίων αρσενικών ατόμων στις παγίδες προσδιορίστηκε για κάθε χρώμα, ύψος και φερομονικό σκεύασμα σε σχέση με τον αριθμό των ατόμων ( 0, 1-10 και >10 ακμαία).

### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1 Πείραμα Α' – Σύγκριση χρώματος παγίδων

Το ποσοστό των συλλήψεων ατόμων του *P. operculella* επηρεάστηκε σημαντικά από την ημερομηνία καταγραφής των συλλήψεων, ενώ το χρώμα της παγίδας και η μεταξύ αλληλεπίδραση των μεταβλητών αυτών δεν κρίθηκε σημαντική (Πίνακας 1).

**Πίνακας 1:** Ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (two-way ANOVA) για το χρώμα παγίδας και την ημερομηνία καταγραφής καθώς και για την μεταξύ τους αλληλεπίδραση, για τις συλλήψεις των ατόμων του *P. operculella*. Βαθμοί ελευθερίας συνόλου= 143.

Πηγή παραλλακτικότητας	β.ε.	F	P
Χρώμα παγίδας	2	1.4	0.25
Ημερομηνία	23	2.1	<0.01
Χρώμα * Ημερομηνία	46	0.8	0.71

#### 3.1.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο

Στις αρχικές καταγραφές από τέλη Μαΐου έως τέλη Ιουνίου (20 Μαΐου έως 19 Ιουνίου 2021) ο μέσος όρος των συλλήψεων διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα μην ξεπερνώντας τον μέσο όρο των 0.5 ακμαίων ανά παγίδα (Πίνακας 2), ενώ δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ παγίδων για κανένα από τα τρία χρώματα παγίδας που εξετάστηκαν μεταξύ αυτών των ημερομηνιών (Πίνακας 2).

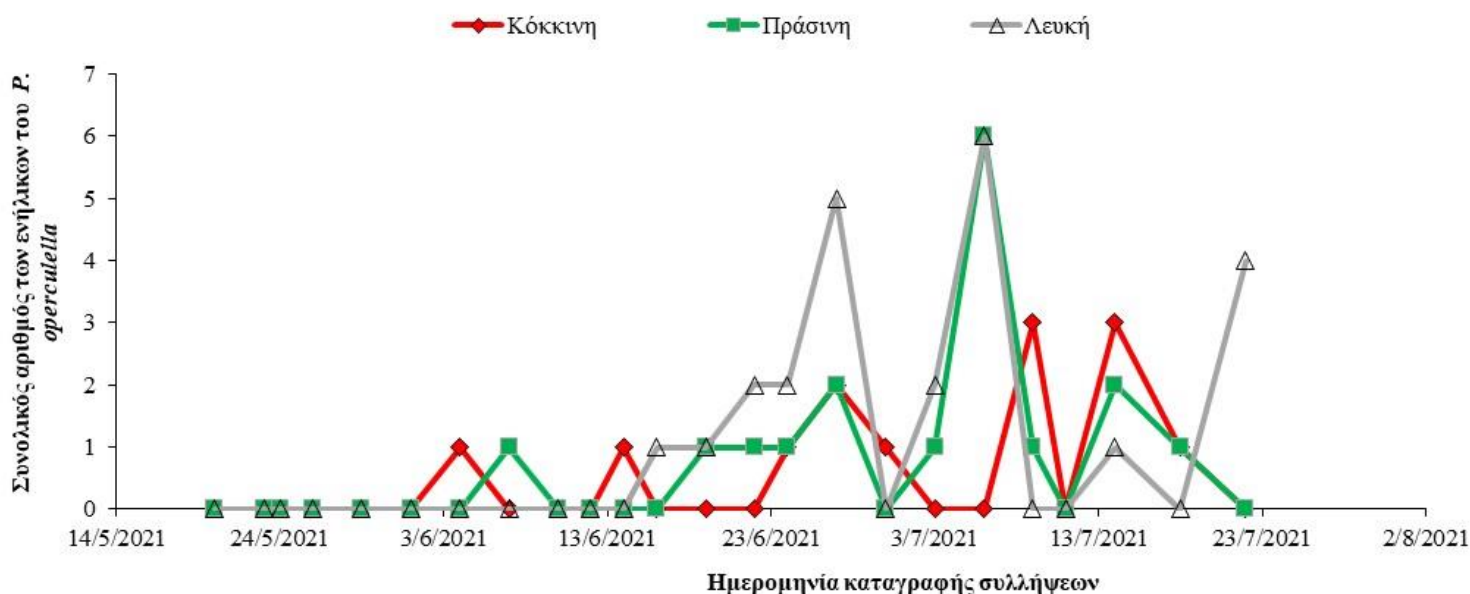
Για το διάστημα από 22 Ιουνίου έως και το πέρας της πειραματικής διαδικασίας (22 Ιουλίου) για το σύνολο των παγίδων παρατηρήθηκε μία μικρή αύξηση στον αριθμό των συλλήψεων, με εξαίρεση τις ημερομηνίες 30 Ιουνίου, 11 και 18 Ιουλίου όπου οι συλλήψεις δεν ξεπέρασαν τα 0.5 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 2, Διάγραμμα 1). Οι υψηλότερες συλλήψεις σε αυτό το διάστημα εντοπίστηκαν στην λευκού χρώματος παγίδα με μέσο όρο 3 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 2). Παρόλα αυτά, δεν εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την πράσινη και κόκκινη παγίδα (Πίνακας 2).

Οι συνολικές μετρήσεις έδειξαν πρώτη σε μέσο όρο συλλήψεων την πράσινη παγίδα με 0.5 άτομα ανά παγίδα και ακολουθεί η κόκκινη με 0.33 και τέλος η λευκή με 0.25 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 2, Διάγραμμα 1). Σημαντικές διαφορές δεν εντοπίστηκαν μεταξύ των χρωμάτων για καμία από τις επιμέρους ημερομηνίες καταγραφής ούτε στις συνολικές μετρήσεις (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2:** Μέσοι όροι( $\pm$ ) τυπικό σφάλμα συλλήψεων ατόμων του *P. operculella* σε τρία διαφορετικά χρώματα παγίδας για κάθε ημερομηνία καταγραφής. Οι μέσοι όροι, οι οποίοι συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα εντός της ίδιας ημερομηνίας δε αποκλίνουν στατιστικώς σημαντικά. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι βαθμοί ελευθερίας σε κάθε μία εκ των περιπτώσεων είναι 2.5.

Ημερομηνία	Κόκκινη	Πράσινη	Λευκή	F	P
20/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
23/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
24/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
26/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
29/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
01/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
04/06/21	0.5 $\pm$ 0.5	0.5 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	0.5	0.6
07/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.50 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	1.0	0.4
10/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
12/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
14/06/21	0.5 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	1.0	0.4

16/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	1.0	0.4
19/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	1.0	0.4
22/06/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	1.0 ±1.0	0.6	0.6
24/06/21	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	1.0 ±1.0	0.1	0.8
27/06/21	1.0 ±1.0	1.0 ±1.0	2.5 ± 2.5	0.2	0.7
30/06/21	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	1.0	0.4
03/07/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	1.0 ±1.0	0.6	0.6
06/07/21	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	3.0 ±2.0	1.3	0.3
09/07/21	1.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	3.5	0.1
11/07/21	0.0 ±0.0	0. ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
14/07/21	1.50 ±0.5	1.0 ±1.0	0.5 ±0.5	0.5	0.6
18/07/21	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	0.5	0.6
22/07/21	1.0 ±0.0	0.0 ±0.0	2.0 ±0.0	-	-
Total	0.3 ±0.8	0.5 ±0.1	0.2 ±0.0	1.2	0.2



**Διάγραμμα 1:** Συνολικός αριθμός ακμαίων απόμων του *P. operculella* για κάθε παγίδα και ημερομηνία καταγραφής σε τρία διαφορετικά χρώματα παγίδας.

### 3.1.2 Συμμεταβολή

Ο συντελεστής συσχέτισης εμφανίζεται σημαντικός μόνο για τον συνδυασμό χρωμάτων κόκκινη-πράσινη (Πίνακας 3). Η κόκκινη με πράσινη παγίδα παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή συντελεστή συσχέτισης (0.47), ενώ στην κόκκινη με λευκή διακρίνουμε το χαμηλότερο (0.12) (Πίνακας 3).

**Πίνακας 3:** Συντελεστής συσχέτισης Pearson και παράμετροι στατιστικής ανάλυσης συσχετισμένου ελέγχου (paired t-test), των συλλήψεων ακμαίων του *P. operculella* στα τρία διαφορετικά χρώματα παγίδας.

Χρώμα παγίδας	R	df	t	P
Κόκκινη – Πράσινη	0.47	46	1.000	<0.001
Κόκκινη – Λευκή	0.12	46	0.955	0.392
Πράσινη - Λευκή	0.14	46	-1.473	0.331

\*Στατιστικώς σημαντική συσχέτιση των παγίδων σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01.

### 3.1.3 Συχνότητα συλλήψεων

Για όλα τα χρώματα παγίδων η πλειοψηφία των μετρήσεων ανήκε στην κατηγορία των μηδενικών συλλήψεων σε όλη την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας (Πίνακας 4). Πιο συγκεκριμένα, σε 38 καταμετρήσεις βρέθηκε μηδενικός αριθμός ακμαίων (26.3%) στην πράσινη παγίδα, ακολουθώντας η λευκή (25%) και η κόκκινη (24.3%). Και στα τρία χρώματα παγίδων εντοπίστηκαν μηδενικές συλλήψεις άνω των 10 ατόμων (Πίνακας 4). Στην κατηγορία των 1 έως 10 ατόμων το χαμηλότερο ποσοστό συλλήψεων παρατηρείται στην πράσινη παγίδα, με ποσοστό 6.9%, ενώ στην κόκκινη παγίδα αντιστοιχεί το υψηλότερο ποσοστό με 13 φορές (9%) (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4:** Ευαισθησία ανίχνευσης ατόμων και ποσοστό επί των συνολικών συλλήψεων (%) του *P. operculella* σε κάθε χρώμα παγίδας.

Αριθμός ακμαίων	Χρώμα παγίδας		
	Κόκκινη	Πράσινη	Λευκή
0	35 φορές	38 φορές	36 φορές
Επί του συνόλου	(24.3%)	(26.3%)	(25.0%)
1-10	13 φορές	10 φορές	12 φορές
Επί του συνόλου	(9.0%)	(6.9%)	(8.3%)
>10	0 φορές	0 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(0%)	(0%)	(0%)

### 3.2 Πείραμα Β' –Σύγκριση ύψους παγίδων

Το ποσοστό των συλλήψεων ακμαίων του *P. operculella* επηρεάστηκε σημαντικά από το ύψος της παγίδας και την ημερομηνία συλλήψεως των ακμαίων ατόμων, ενώ η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ύψους και ημερομηνίας δεν κρίθηκε σημαντική (Πίνακας 5).



**Πίνακας 5:** Ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (two-way ANOVA) για το ύψος τοποθέτησης της παγίδας και την ημερομηνία καταγραφής καθώς και για την μεταξύ τους αλληλεπίδραση, για τις συλλήψεις των ατόμων του *P. operculella*. Βαθμοί ελευθερίας συνόλου= 143.

Πηγή παραλλακτικότητας	β.ε.	F	P
Ύψος παγίδας	2	5.1	<0.01
Ημερομηνία	23	1.9	<0.01
Ύψος * Ημερομηνία	46	0.7	0.85

### 3.2.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο

Στις αρχικές 17 καταγραφές των ακμαίων ατόμων της φθοριμαίας, ειδικότερα από 20 Μαΐου έως τις 30 Ιουνίου και για τρία ύψη παγίδων που δοκιμάστηκαν οι συλλήψεις κυμάνθηκαν σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα (Πίνακας 6, Διάγραμμα 2). Πιο συγκεκριμένα, τα 0.5 ακμαία ανά παγίδα και για τα τρία ύψη παγίδας που εξετάστηκαν, ήταν ο υψηλότερος μέσος όρος, χωρίς βέβαια να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σε καμία από τις επιμέρους ημερομηνίες καταγραφής του αυτού του χρονικού διαστήματος (Πίνακας 6).

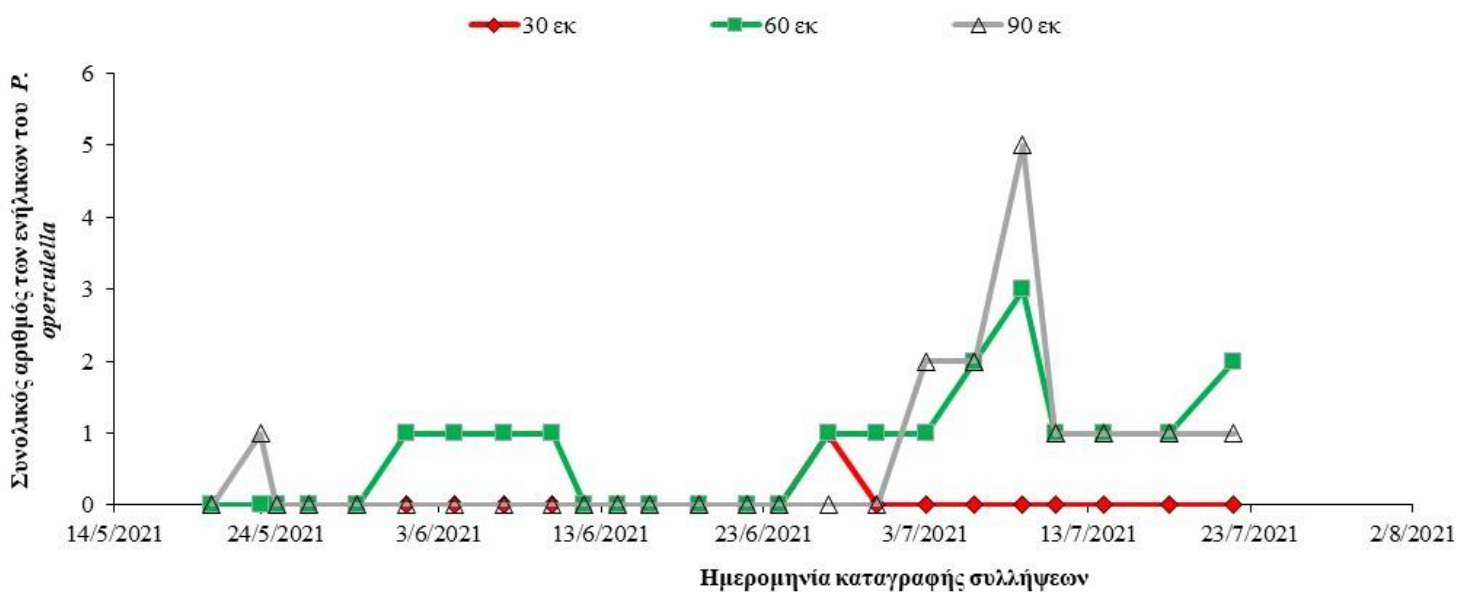
Και για τα τρία ύψη των παγίδων υπήρξε μία μικρή αύξηση των συλλήψεων από τις 3 Ιουλίου έως και τις 22 Ιουλίου (Πίνακας 6, Διάγραμμα 2). Τα 90 εκ. συγκέντρωσαν τους υψηλότερους μέσους όρους ακμαίων, με 2.5 ακμαία ανά παγίδα στις 9 Ιουλίου, ενώ στην ίδια ημερομηνία καταγραφής παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ακμαίων και για τα 60 εκ. με 1.5 μέσο όρο ακμαίων ανά παγίδα (Πίνακας 6). Εντούτοις, σε αυτές τις ημερομηνίες για κανένα από τα τρία ύψη παγίδας που εξετάστηκαν (30, 60 και 90 εκ.) δεν εντοπίστηκε σημαντική διαφορά (Πίνακας 6).

Συνολικά, υψηλότερος μέσος όρος ατόμων εντοπίστηκε στα 60 εκ. με τον μέσο όρο να μην ξεπερνά τα 0.35 ακμαία ανά παγίδα και έπειτα τα 90 εκ. με 0.29 και τα 30 εκ. με 0.02 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 6). Σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των 30 εκ. και των άλλων υψών (60 και 90 εκ.) στην περίπτωση του συνολικού αριθμού συλλήψεων ανά ύψος παγίδας, τα οποία όμως δεν διέφεραν μεταξύ τους (Πίνακας 6).

**Πίνακας 6:** Μέσοι όροι( $\pm$ ) τυπικό σφάλμα συλλήψεων ατόμων του *P. operculella* σε τρία διαφορετικά ύψη παγίδας για κάθε ημερομηνία καταγραφής. Οι μέσοι όροι, οι οποίοι συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα εντός της ίδιας ημερομηνίας δε αποκλίνουν στατιστικώς σημαντικά. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι βαθμοί ελευθερίας σε κάθε μία εκ των περιπτώσεων είναι 2.5.

Ημερομηνία	30 εκ.	60 εκ.	90 εκ.	F	P
20/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
23/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.5	1.0	0.4
24/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
26/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
29/05/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
01/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	1.0	0.4
04/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	1.0	0.4
07/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	1.0	0.4
10/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	1.0	0.4
12/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
14/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
16/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
19/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-
22/06/21	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	-	-

24/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
27/06/21	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	0.5	0.6
30/06/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	1.0	0.4
03/07/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	1.0 ±1.0	0.6	0.6
06/07/21	0.0 ±0.0	1.0 ±1.0	1.0 ±1.0	0.6	0.6
09/07/21	0.0 ±0.0	1.5 ±0.5	2.5 ±1.5	1.9	0.2
11/07/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.5	0.6
14/07/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.5	0.6
18/07/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.5	0.6
22/07/21	0.0 ±0.0	1.0 ±1.0	0.5 ±0.5	0.6	0.6
Total	0.0 ±0.0a	0.3 ±0.0b	0.2 ±0.1b	4.8	<0.0



**Διάγραμμα 2:** Συνολικός αριθμός ακμαίων ατόμων του *P. operculella* για κάθε παγίδα και ημερομηνία καταγραφής σε τρία διαφορετικά ύψη παγίδας.

### 3.2.2 Συμμεταβολή

Ο συντελεστής συσχέτισης δεν εμφανίζεται σημαντικός για καμία εκ των περιπτώσεων συνδυασμών υψών τοποθέτησης των παγίδων (Πίνακας 7). Οι συντελεστές συσχέτισης κυμάνθηκαν σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα με τον υψηλότερο να εμφανίζεται στον συνδυασμό 60 με 90 εκ. (0.28) (Πίνακας 7).

**Πίνακας 7:** Συντελεστής συσχέτισης Pearson και παράμετροι στατιστικής ανάλυσης συσχετισμένου ελέγχου (paired t-test), των συλλήψεων ακμαίων του *P. operculella* στα τρία διαφορετικά ύψη τοποθέτησης παγίδας.

Ύψος παγίδας	R	df	t	P
30 εκ. – 60 εκ.	-0.08	46	-3.665	0.557
30 εκ. – 90 εκ.	-0.05	46	2.454	0.696
60 εκ. – 90 εκ.	0.28	46	0.535	0.047

\*Στατιστικώς σημαντική συσχέτιση των παγίδων σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01

### 3.2.3 Συχνότητα συλλήψεων

Για όλα τα ύψη παγίδων που εξετάστηκαν στις περισσότερες καταγραφές κανένα ακμαίο δεν εντοπίστηκε καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, σύμφωνα με τον Πίνακα 8. Επιπρόσθετα, και για τα τρία ύψη παγίδων (30, 60 και 90 εκ.) ο αριθμός των 10 και άνω ατόμων ήταν μηδενικός (Πίνακας 8). Η χαμηλότερη συχνότητα συλλήψεων εντοπίστηκε στα 30 εκ. (1 φορά, 0.6%) στην κατηγορία των 1 έως 10 ακμαίων, ενώ την μεγαλύτερη συχνότητα έχουν τα 60 εκ. (14 φορές, 9.7%) (Πίνακας 8).

**Πίνακας 8:** Ευαισθησία ανίχνευσης ατόμων και ποσοστό επί των συνολικών συλλήψεων (%) του *P. operculella* σε κάθε ύψος τοποθέτησης παγίδας.

Αριθμός ακμαίων	Ύψος παγίδας		
	30 εκ.	60 εκ.	90 εκ.
0	47 φορές	34 φορές	39 φορές
Επί του συνόλου	(32.6%)	(23.6%)	(27.0%)
1-10	1 φορά	14 φορές	9 φορές
Επί του συνόλου	(0.6%)	(9.7%)	(6.2%)
>10	0 φορές	0 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(0%)	(0%)	(0%)

### 3.3 Πείραμα Γ' –Σύγκριση σκευασμάτων φερομονών παγίδων

Οι παράγοντες του φερομονικού σκευάσματος και της ημερομηνίας καταγραφής είναι σημαντικοί επηρεάζοντας τον αριθμό των συλληφθέντων ακμαίων του *P. operculella*, ενώ η μεταξύ τους αλληλεπίδραση δεν διαφέρει σημαντικά, όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 9.

**Πίνακας 9:** Ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (two-way ANOVA) για το φερομονικό σκεύασμα της παγίδας και την ημερομηνία καταγραφής καθώς και για την μεταξύ τους αλληλεπίδραση, για τις συλλήψεις των ατόμων του *P. operculella*. Βαθμοί ελευθερίας συνόλου= 143.

Παράγοντες παραλλακτικότητας	β.ε	F	P
Φερομόνη	2	6.0	<0.01
Ημερομηνία	23	2.5	<0.01
Φερομόνη * Ημερομηνία	46	1.1	0.24

### 3.3.1 Πληθυσμιακή διακύμανση συλληφθέντων ακμαίων στο χρόνο

Στις ημερομηνίες από 20 Μαΐου έως και 30 Ιουνίου κανένα από τα τρία φερομονικά σκευάσματα που δοκιμάστηκαν δεν κατέγραψε υψηλούς μέσους όρους ακμαίων του *P. operculella*. Συγκεκριμένα, κυμάνθηκαν σε πολύ χαμηλά επίπεδα μην ξεπερνώντας τα 0.5 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 10). Σε αυτή την χρονική περίοδο, το σκευάσμα PTM είχε μηδενικές συλλήψεις σε όλες τις ημερομηνίες καταγραφής, ενώ τα σκευάσματα Novagrica και PTM1 σε 2 και 3 ημερομηνίες καταγραφής αντίστοιχα συγκέντρωσαν μέσο όρο 0.5 ακμαία ανά παγίδα (Πίνακας 10, Διάγραμμα 3). Εντούτοις, για τις δεδομένες ημερομηνίες, δεν καταγράφηκε καμία σημαντική διαφορά για κανένα από τα φερομονικά σκευάσματα (Πίνακας 10).

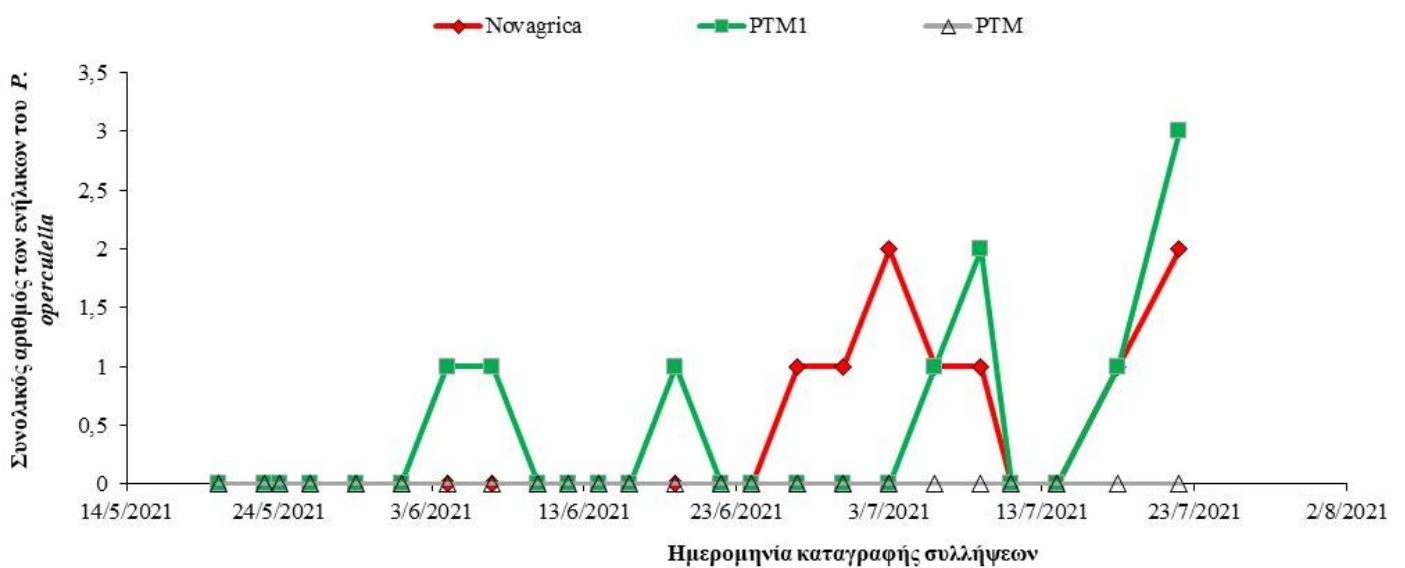
Στην χρονική περίοδο μετά τις 3 Ιουλίου μόνο σε 3 ημερομηνίες καταγραφής σημειώθηκε μέσος όρος άνω των 0.5 ακμαίων ανά παγίδα (Πίνακας 10). Ειδικότερα, στις 3 και 9 Ιουλίου τα φερομονικά σκευάσματα Novagrica και PTM1, αντίστοιχα συγκέντρωσαν 1 ακμαίο μέσο όρο ανά παγίδα. Βέβαια, σημαντικές διαφορές δεν καταγράφηκαν σε καμία από τις ημερομηνίες (Πίνακας 10).

Από τον συνολικό αριθμό των μετρήσεων προκύπτει ότι η φερομόνη PTM , συγκεντρώνει τον μικρότερο αριθμό ατόμων με μηδενικό μέσο όρο ακμαίων ανά παγίδα και διαφέρει σημαντικά από την PTM1 με 0.20 μέσο όρο ακμαίων ανά παγίδα και την Novagrica με 0.18 μέσο όρο ακμαίων ανά παγίδα (Πίνακας 10).

**Πίνακας 10:** Μέσοι όροι( $\pm$ ) τυπικό σφάλμα συλλήψεων ατόμων του *P. operculella* σε τρία διαφορετικά φερομονικά σκευάσματα για κάθε ημερομηνία καταγραφής. Οι μέσοι όροι, οι οποίοι συνοδεύονται από το ίδιο γράμμα εντός της ίδιας ημερομηνίας δε αποκλίνουν στατιστικώς σημαντικά. Όπου δεν υπάρχουν γράμματα, δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι βαθμοί ελευθερίας σε κάθε μία εκ των περιπτώσεων είναι 2.5.

Ημερομηνία	Novagrica	PTM1	PTM	F	P
20/05/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
23/05/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
24/05/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
26/05/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
29/05/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
01/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
04/06/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	1.0	0.4
07/06/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	1.0	0.4
10/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
12/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
14/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
16/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
19/06/21	0.0 ±0.0	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	1.0	0.4
22/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
24/06/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
27/06/21	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	1.0	0.4
30/06/21	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	1.0	0.4

03/07/21	1.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
06/07/21	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	0.5	0.6
09/07/21	0.5 ±0.5	1.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.6	0.6
11/07/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
14/07/21	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	-	-
18/07/21	0.5 ±0.5	0.5 ±0.5	0.0 ±0.0	0.5	0.6
22/07/21	1.0 ±1.0	1.0 ±0.5	0.0 ±0.0	1.4	0.3
Total	0.1 ±0.0a	0.2 ±0.6a	0.0 ±0.0b	4.6	<0.0



**Διάγραμμα 3:** Συνολικός αριθμός ακμαίων ατόμων του *P. operculella* για κάθε παγίδα και ημερομηνία καταγραφής σε τρία διαφορετικά φερομονικά σκευάσματα παγίδας.



### 3.3.2 Συμμεταβολή

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται οι συντελεστές συσχέτισης, οι οποίοι φανερώνουν τη συμμεταβολή μεταξύ των φερομονικών σκευασμάτων παγίδων που εξετάστηκαν. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων κατέδειξε ότι μόνο στον συνδυασμό φερομονικών σκευασμάτων Novagrica – PTM1 υπήρχε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση, ενώ για τους συνδυασμούς Novagrica – PTM και PTM1 – PTM δεν δύναται να υπολογιστεί ο συντελεστής συσχέτισης (Πίνακας 11).

**Πίνακας 11:** Συντελεστής συσχέτισης Pearson και παράμετροι στατιστικής ανάλυσης συσχετισμένου ελέγχου (paired t-test), των συλλήψεων ακμαίων του *P. operculella* στα τρία διαφορετικά φερομονικά σκευάσματα παγίδας.

Φερομόνη	R	df	t	P
Novagrica – PTM1	0.53	46	-0.330	<0.001
Novagrica – PTM	-	46	-	-
PTM1 - PTM	-	46	-	-

\*Στατιστικώς σημαντική συσχέτιση των παγίδων σε επίπεδο σημαντικότητας 0.01

### 3.3.3 Συχνότητα συλλήψεων

Οι μικρότεροι αριθμοί ακμαίων αντιστοιχούν στα υψηλότερα ποσοστά συλλήψεων, σύμφωνα με τον Πίνακα 12. Ειδικότερα, μηδενικές συλλήψεις καταγράφηκαν τις περισσότερες φορές για όλα τα φερομονικά σκευάσματα. Ακόμα, για κανένα από τα τρία σκευασμάτων φερομόνης παγίδων ο αριθμός των 10 και άνω ατόμων δεν ξεπέρασε το 0 (Πίνακας 12). Την χαμηλότερη συχνότητα συλλήψεων στην κατηγορία των 1 έως 10 ακμαίων έφερε το PTM (0%), ενώ η υψηλότερη εντοπίστηκε στο PTM1 (9 φορές, 6.2%) (Πίνακας 12).

**Πίνακας 12:** Ευαισθησία ανίχνευσης ατόμων και ποσοστό επί των συνολικών συλλήψεων (%) του *P. operculella* σε κάθε φερομονικό σκεύασμα παγίδας.

Αριθμός ακμαίων	Φερομόνη		
	Novagrica.	PTM1	PTM
0	40 φορές	39 φορές	48 φορές
Επί του συνόλου	(27.7%)	(27.0%)	(33.3%)
1-10	8 φορές	9 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(5.5%)	(6.2%)	(0%)
>10	0 φορές	0 φορές	0 φορές
Επί του συνόλου	(0%)	(0%)	(0%)

#### 4. Συζήτηση

Η φθοριμαία είναι υπεύθυνη για μεγάλες ποιοτικές και ποσοτικές απώλειες τόσο στην καλλιέργεια της πατάτας στον αγρό όσο και κατά την περίοδο αποθήκευσής της (Raman 1988; EPPO, 1990; Trivedi and Rajagopal, 1992; Gao 2018; Li et al. 2019; Yun et al., 2021). Πρόκειται για πολυφάγο έντομο, το οποίο προσβάλλει πληθώρα ξενιστών όπως η μελιτζάνα, η τομάτα, η πιπεριά, ο καπνός και τα ζαχαρότευτλα (EPPO, 1990; Trivedi and Rajagopal, 1992; Alvarez et al., 2005). Παρόλα αυτά, στην χώρα μας δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την εποχική διακύμανση του εντόμου. Τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής διατριβής έδειξαν ότι ο αριθμός των ακμαίων αυξήθηκε το πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιουλίου, το οποίο αποτελεί το διάστημα πλήρους ανάπτυξης του φυτού. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και σε άλλες έρευνες από όλο τον κόσμο (Shelton and Wyman; Raman 1982; Trivedi et al., 1994; Coll et al., 2000; Deban et al., 2010; Mbata et al., 2014; Hashemi 2015; Masetti et al., 2015). Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα του Hashemi (2015) παρατηρήθηκε ότι ο πληθυσμός του εντόμου στο Ιράν αυξήθηκε κατά το μήνα Σεπτέμβριο, όπου και πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή της πατάτας. Επίσης, οι Deban et al. (2010), οι οποίοι εξέτασαν την διακύμανση του πληθυσμού της φθοριμαίας σε τρεις περιοχές της λεκάνης της Κολομβίας κατά την περίοδο 2004-2006, διαπίστωσαν ότι στην χαμηλότερη περιοχή της λεκάνης ο μέσος όρος των συλληφθέντων αρσενικών αργά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 2004 διέφερε σημαντικά συγκριτικά με τα ίδια διαστήματα το 2005 και 2006. Στην ίδια εργασία βρέθηκε ότι τα επίπεδα προσβολής του εντόμου είχαν θετική συσχέτιση με την θερμοκρασία όσο και με την βλαστική ανάπτυξη του φυτού (Deban et al., 2010).

Ο παράγοντας του χρώματος της φερομονικής παγίδας, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής δεν επηρέασε σημαντικά τον αριθμό συλλήψεων της φθοριμαίας της πατάτας. Παρόμοια ευρήματα έχουν αναφερθεί και σε άλλες επιστημονικές εργασίες που αφορούν την φθοριμαία ή άλλα λεπιδόπτερα της ίδιας οικογένειας (Marks, 1976; Hashemi, 2015; Mohamadi et al., 2020; Yun et al., 2021). Για παράδειγμα, οι Mohamadi et al. (2020) αξιολόγησαν δύο διαφορετικά χρώματα παγίδας τύπου δέλτα (λευκή και πράσινη) στην περιοχή Ισφαχάν του Ιράν και βρήκαν ότι το χρώμα της παγίδας δεν επηρέασε σημαντικά τον αριθμό των συλλήψεων των αρσενικών ατόμων της *P. operculella*. Παρομοίως, οι Yun et al. (2021) εξέτασαν την πληθυσμιακή διακύμανση της φθοριμαίας της πατάτας στην Κίνα την περίοδο

Μαΐου – Ιουνίου 2019, χρησιμοποιώντας τρία διαφορετικά χρώματα κολλητικής παγίδας (κίτρινη, μπλε και πράσινη) και παρατήρησαν ότι οι συλλήψεις δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των χρωμάτων παγίδας. Το ίδιο παρατηρήθηκε και για το ρόδινο σκουλίκι του βαμβακιού *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae) στην έρευνα του Marks (1976), η οποία έλαβε χώρα στο Μαλάουι της Νοτιοανατολικής Αφρικής και σημειώθηκε μη σημαντική διαφορά στον αριθμό των συλλήψεων μεταξύ των χρωμάτων παγίδας που εξετάστηκαν.

Επιπρόσθετα, στις μελέτες αξιολόγησης παραγόντων που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα των παγίδων λεπιδοπτέρων, εκτός του χρώματος, του ύψους τοποθέτησης της παγίδας και του φερομονικού σκευάσματος που χρησιμοποιείται θα πρέπει να συνεκτιμάται και η συχνότητα συλλήψεων των παγίδων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής, η πράσινη παγίδα Delta έφερε τις περισσότερες φορές μηδενικές συλλήψεις ακμαίων *P. operculella* συγκριτικά με τις άλλες δύο παγίδες, γεγονός που πρακτικά σημαίνει ότι η κόκκινη και άσπρη παγίδα Delta επιδεικνύουν υψηλότερα ποσοστά «ευαισθησίας» ως προς την ανίχνευση του εντόμου. Συνεχόμενες καταμετρήσεις με μηδενικά ποσοστά συλλήψεων δύναται να επιφέρουν αποτυχία στην εκτίμηση του πληθυσμού της φθοριμαίας, οδηγώντας σε λανθασμένη χρονική εφαρμογή των εντομοκτόνων σκευασμάτων. Ανάλογα αποτελέσματα σχετικά με την «ευαισθησία» στην ανίχνευση ορισμένων παγίδων έχουν αναφερθεί και σε άλλες έρευνες που αφορούν είτε την φθοριμαία της πατάτας είτε άλλα είδη λεπιδοπτέρων (Marks 1976; Athanassiou et al., 2002; 2004; 2007; Mohamandi et al., 2020; Yun et al., 2021). Για παράδειγμα, στην έρευνα των Athanassiou et al. (2004) όπου εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα παγίδων τεσσάρων διαφορετικών χρωμάτων για την παρακολούθηση του πληθυσμού της κάμπιας του πεύκου, *Thaumetopraea pityocampa* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) βρέθηκε ότι και για τις δύο χρονιές που διεξάχθηκε το πείραμα η λευκή και η κίτρινη παγίδα ήταν πιο ευαίσθητες στην ανίχνευση του εντόμου συγκριτικά με την πράσινη και την καφέ.

Ο παράγοντας του ύψους τοποθέτησης της παγίδας επιδρά στον αριθμό παγίδευσης ακμαίων της φθοριμαίας της πατάτας. Στην συγκεκριμένη εργασία συνολικά παρατηρούνται διαφορές μεταξύ του ύψους των 30 εκ. και των άλλων υψών (60 και 90 εκ.) παρά το γεγονός ότι σε επιμέρους ημερομηνίες καταγραφής δεν σημειώνονται σημαντικές διαφορές για κανένα από τα ύψη που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης διατριβής συνάδουν με αυτά του Hashemi (2015), ο

οποίος σε έρευνα που διεξήγαγε σε φυτά πατάτας στο Αρδαμπίλ του Ιράν, δοκίμασε τρία διαφορετικά ύψη τοποθέτησης παγίδων, συμπεριλαμβανομένου του επιπέδου του εδάφους, 30 και 60 εκ. πάνω από το ύψος του φυλλώματος των φυτών, κατέληξε ότι οι παγίδες που τοποθετήθηκαν στα 60 εκ. πάνω από το ύψος του φυλλώματος συγκέντρωσαν σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό αρσενικών ατόμων του *P. operculella*, συγκριτικά με τις αντίστοιχες παγίδες στο επίπεδο του εδάφους και των 30 εκ. πάνω από το ύψος του φυλλώματος. Αντίθετα με τον Hashemi (2015), οι Yun et al. (2021) εξέτασαν τέσσερα διαφορετικά ύψη τοποθέτησης κολλητικών παγίδων σε φυτά πατάτας και βρήκαν ότι οι παγίδες που τοποθετήθηκαν 15 εκ. κάτω από το ύψος του φυλλώματος συγκέντρωσαν σημαντικά περισσότερα άτομα του *P. operculella* σε σχέση με τις παγίδες στα 20 εκ. πάνω από το ύψος του φυλλώματος. Βέβαια, οι δύο παραπάνω έρευνες αφορούν διαφορετικές περιοχές (Ιράν και Κίνα, αντίστοιχα) και έλαβαν χώρα σε διαφορετικές περιόδους μέσα στην καλλιεργητική περίοδο (Hashemi, 2015; Yun et al., 2021). Αυτή η εποχικότητα των συλλήψεων του *P. operculella* σε συνδυασμό με το ύψος της παγίδας σε φυτά πατάτας δύναται να οφείλεται και στη βλαστική ανάπτυξη του φυτού, δηλαδή το γεγονός ότι τα διάφορα ύψη τοποθέτησης της παγίδας μπορεί να συμπίπτουν με τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του φυτού.

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη εξέτασε και το παράγοντα του φερομονικού σκευάσματος, υπό την έννοια της εμπορικά διαθέσιμης φερομονικής κάψουλας, ο οποίος κρίθηκε σημαντικός για τις συλλήψεις παγίδων της φθοριμαίας της πατάτας. Συνολικά το φερομονικό σκεύασμα της Novagric και το PTM1 φέρονται να έχουν συλλέξει τα περισσότερα ακμαία άτομα διαφέροντας σημαντικά από το PTM, παρά το γεγονός ότι στις επιμέρους ημερομηνίες καταγραφής των ακμαίων ατόμων δεν σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών σκευασμάτων φερομόνης. Ωστόσο, και στα τρία σκευάσματα φερομόνης παρατηρήθηκε ένα παρόμοιο μοτίβο διακύμανσης πληθυσμού του *P. operculella*. Η παραπάνω διαπίστωση κρίνεται αναγκαία για την επισήμανση των γενεών του εντόμου, η οποία αποτελεί το «κλειδί» για την σωστή στη διαχείρισή του. Ως εκ τούτου, παρά τις διαφορές στις συλλήψεις, ο «συγχρονισμός» των διαφορετικών κατηγοριών παγίδων για την εκτίμηση του χρόνου αύξησης του πληθυσμού της φθοριμαίας είναι θεμελιώδους σημασίας, προκειμένου να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι εφαρμογές με εντομοκτόνα σκευάσματα. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί στην περίπτωση του πράσινου σκουληκιού, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), όπου παρά τις διαφορές που

εντοπίστηκαν μεταξύ των εμπορικά διαθέσιμων φερομονικών σκευασμάτων που εξετάστηκαν, η εκτίμηση της εμφάνισης των γενεών ήταν παρόμοια (Karakasis et al., 2021).

## 5. Συμπέρασμα

Στην παρούσα πτυχιακή διατριβή αξιολογήθηκαν οι παράγοντες του χρώματος παγίδας, του ύψους τοποθέτησης της παγίδας καθώς και του φερομονικού σκευάσματος που θα χρησιμοποιηθεί, σε συνάρτηση με τις συλλήψεις ακμαίων ατόμων του *P. operculella*. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι το χρώμα παγίδας δεν επηρέασε τον αριθμό των συλλήψεων, ενώ αναφορικά με το ύψος της παγίδας τα 60 και 90 εκ. συγκέντρωσαν τα περισσότερα ακμαία της φθοριμαίας, σε σύγκριση με τα 30 εκ. Επίσης, η φερομόνη *Novagrica* και PTM1 ήταν αποτελεσματικότερες σε σχέση με τη PTM. Με γνώμονα όλα τα προαναφερθείσα στοιχεία, δύναται να δημιουργηθεί ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικότερο πρόγραμμα διαχείρισης της φθοριμαίας της πατάτας με την δράση των τοπικών φορέων, τόσο για την ευρύτερη περιοχή της Αγίας Λάρισας όσο και για όλη την Περιφέρεια Θεσσαλίας, λαμβάνοντας πάντα υπόψιν σταθμισμένους παράγοντες κατά την τοποθέτηση των παγίδων.

## 6. Βιβλιογραφικές αναφορές

### 6.1 Διεθνή Βιβλιογραφία:

- Alyokhin, A., Sewell, G., Choban, R. 2008. Reduced viability of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, eggs exposed to novaluron. *Pest Management Science*, 64, 94–99.
- Alvarez, J.M, Dotseth, E., Nolte, P. 2005. Potato tuberworm: a threat for Idaho potatoes. Current Information Series, University of Idaho. CIS 1125. 4 pp.
- Athanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, F.T. Gravanis, N.A. Koukounitsas, Rousou, D.E. 2002. Influence of trap type, pheromone quantity and trapping location, on the capture of the pink bollworm, *Pectinophora gossypiella* (Sounders) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Applied Entomology and Zoology*, 37, 385-391.
- Athanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, Mazomenos, B.E. 2004. Effect of trap type, trap color, trapping location and pheromone dispenser on captures of male *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 97, 321-329.
- Athanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, S.F. Gakis, L.A. Kyrtsa, B.E. Mazomenos, Gravanis, F.T. 2007. 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.
- Clough, G., S. DeBano, S. Rondon, N. David, Hamm, P. 2008. Use of cultural and chemical practices to reduce tuber damage from the potato tuberworm in the Columbia Basin. *Journal of Economic Entomology*, 103, 1306-1311.
- Coll, M., Gavish, S., Dori, I. 2000. Population biology of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), in two potato cropping systems in Israel. *Bulletin of Entomological Research*, 90(4), 309-315. doi:10.1017/s0007485300000432
- Debano, S. J., Hamm, P. B., Jensen, A., Rondon, S. I., Landolt, P. J. 2010. Spatial and temporal dynamics of potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae) in the Columbia basin of the Pacific Northwest. *Environmental Entomology*, 39(1), 1-14. doi:10.1603/EN08270
- EPPO Standard PP 2/1(1) Guideline on good plant protection practice: principles of good plant protection practice-Potatoes.
- EPPO Global Database, <https://gd.eppo.int>



- Epsky, N., Moril, W., Mankin, R. 2008. Traps for Capturing Insects. Encyclopedia of Entomology, pp. 3887-3701.
- Fero, D.N., Logan, J.A., Voss, R.H., Elkinton J.S. 1985. Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) temperature-dependent growth and feeding rates. Environmental Entomology, 14, 343-348.
- Gao Y. 2018. Potato tuberworm: A threat for China potatoes. Entomology, Ornithology and Herpetology (Current Research), 7, 2.
- Gavara, J., Piedra-Buena, A., Hernandez-Suarez, E., Gamez, M., Cabello, T., Gallego, J.R. 2021. Potential for the Postharvest Biological Control of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera, Gelechiidae) by *Blattisocius tarsalis* (Mesostigmata, Blattisociidae). Agronomy, 11, 288.
- Gill, H.K., Chahil, G., Goyal, G., Gill, A. K., Gillett-Kaufman, J.L. 2014. Potato Tuberworm *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Series of the Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension, EENY587.
- Hashemi, S.M. 2015. Influence of pheromone trap color and placement on catch of male potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873). Ecologia Balkanica, 7, 45-50.
- Herman, T.J.B., Clearwater, J.R. & Triggs. C.M. 2005. Impact of pheromone trap design, placement and pheromone blend on catch of potato tuber moth. New Zealand Plant Protection, 219–223.
- Jacques, R.L.Jr., Fasulo, T.R. 2009. Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), and False Potato Beetle, *Leptinotarsa juncta* (Germar) (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae). UF Department of Entomology and Nematology, October 2009, EENY146, 6-page.
- Karakasis, A.; Lampiri, E.; Rumbos, C.I.; Athanassiou, C.G. 2021. Factors Affecting Adult Captures of the Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Pheromone-Baited Traps. Agronomy, 11, 2539. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122539>.
- Li X., Zhang X., Xiao C., Gao Y., Dong W. 2019. Behavioral responses of potato tuber moth (*Phthorimaea operculella*) to tobacco plant volatiles. Journal of Integrative Agriculture, 18, 2–9.
- Machida-Hirano, R. 2015. Diversity of potato genetic resources. Breeding Science 65, 26–40.

- Marks, R. J. 1976. Field evaluation of gossyplure, the synthetic sex pheromone of *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lepidoptera, gelechiidae) in Malawi. *Bulletin of Entomological Research*, 66(2), 267-278. doi:10.1017/S0007485300006672.
- Masetti, A., Butturini, A., Lanzoni, A., De Luigi, V., Burgio, G. 2015. Area-wide monitoring of potato tuberworm (*Phthorimaea operculella*) by pheromone trapping in northern Italy: Phenology, spatial distribution and relationships between catches and tuber damage. *Agricultural and Forest Entomology*, 17(2), 138-145. doi:10.1111/afe.12089.
- Mbata, G. N., Badji, K., Brewster C. C. 2014. Monitoring populations of *Phthorimaea operculella* in potato fields and in storage in Senegal, *International Journal of Pest Management*, 60,4, 300-306, DOI:10.1080/09670874.2014.974727.
- Mohamadi, M., Nematollahi, M. R. Khajehali J. 2020. Factors influencing the pheromone trap catch of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in storage. *Journal of Crop Protection*, 9, 81-88.
- Persoons, C.J., Voerman, S., Verwiël, P.E.J., Ritter, F.J., Nooyen, W.J., Minks, A.K. 1976. Sex-pheromone of potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella* isolation, identification and field evaluation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 20, 289-300.
- Raman, K. V. 1988. Control of potato tuber moth *Phthorimaea operculella* with sex pheromones in Peru. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 21(1-2), 85-99. doi:10.1016/0167-8809(88)90141-7.
- Roelofs, W.L., Kochansky, J.P., Carde, R.T., Kennedy, G.G., Henrick, C.A., Labovitz, J.N., Corbin. V.L. 1975. Sex-pheromone of potato tuberworm moth, *Phthorimaea operculella*. Pergamon Press Printed in the U.S.A. *Life Science*, 17, 699-706.
- Rondon, S.I., DeBano, S.J., Clough, G.H., Hamm, P.B., Jensen, A., Schreiber, A., Alvarez, J.M., Thornton, M., Barbour, J., Dogramaci, M. 2007. Biology and management of the potato tuberworm in the Pacific Northwest, PNW 594.
- Rondon, S.I., Hane, D.C., Brown, C.R., Vales, M.I., Dogramaci, M. 2009. Resistance of potato germplasm to the potato tuberworm (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*, 102, 1649-1653.
- Shelton, A. M., Wyman, J. A. 1979. Seasonal Patterns of Potato Tuberworm Moth Abundance as Determined by Pheromone Trapping. *Environmental Entomology*, 8, 541-543.

- Silvia, I. Rondon, S.I. 2010. The potato Tuberworm: A literature Review of its Biology, Ecology and Control *P. operculella*. American Journal of Potato Research, 87, 149–166.
- Sporleder, M., J. Kroschel, M.R.G. Quispe, Lagnaoui, A. 2004. A temperature-based simulation model for the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). Environmental Entomology, 33, 477-486.
- Traynier, R.M. 1983. Influence of plant and adult food and fecundity of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 33, 145-154.
- Trivedi, T. P., Rajagopal, D. 1992. Distribution, biology, ecology and management of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae): A review. Tropical Pest Management, 38(3), 279-285.
- Trivedi, T. P., Rajagopal, D., Tandon, P. L. 1994. Environmental correlates of the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* (zeller) (lepidoptera: Gelechiidae). International Journal of Pest Management, 40(4), 305-308. doi:10.1080/09670879409371904
- Vernon, R., Herk, W., 2018. Wireworm and Flea Beetle IPM in Potatoes in Canada: Implications for Managing Emergent Problems in Europe. European Potato Journal, 60.
- Yan, J., Mei, X., Feng, J., Lin, Z., Reitz, S., Meng, R., Gao, Y. 2021. Optimization of the sex pheromone-based method for trapping field populations of *Phthorimaea operculella* (zeller) in south china. Journal of Integrative Agriculture, 20(10), 2727-2733.

## 6.2 Ελληνική Βιβλιογραφία:

- Παπαχατζής, Α. Καλορίζου, Ε. 2011. Γενική και Ειδική Λαχανοκομία. Εκδόσεις <<Γραμμικό>> σελ. 117-120.
- Ζιώγας, Β.Ν., Μαρκόγλου, Α.Ν. 2017. Γεωργική Φαρμακολογία. Εκδόσεις Greenbooks publications σελ. 383-417.
- Μπρούφας Γ. Παππά Μ. 2016. Ολοκληρωμένη καταπολέμηση εχθρών και καλλιεργειών. Αρχές και μέθοδοι. Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε. σελ. 155-158.
- Ναβροζίδης, Ι.Ε., Ανδρεάδης, Σ. 2013. Ειδική Γεωργική Εντομολογία. Εκδόσεις Copy City ΕΠΕ, σελ. 329-331.
- Ραμνιώτης Ι. 2018. Βιομηχανικά και Ενεργειακά Φυτά -Πατάτα. σελ. 1-4.

<https://www.fao.org>

<https://meteo-thessalia.gr>

<https://www.opekepe.gr>

<https://www.statistics.gr>

<http://www.minagric.gr>

<http://www.hnms.gr>