

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Παράγοντες που επηρεάζουν την παγίδευση των ακμαίων του είδους
Thaumetoroa pityocampa και την πληθυσμιακή διακύμανση, στην
περιοχή της Γορίτσας Βόλου**



Κουτσόπουλος Δημήτριος

Επιβλέπων Καθηγητής: Αθανασίου Χρήστος

Σεπτέμβριος 2019,

Βόλος

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ

**«Παράγοντες που επηρεάζουν την παγίδευση των ακμαίων του είδους
Thaumetoroa pityocampa και την πληθυσμιακή διακύμανση, στην περιοχή
της Γορίτσας Βόλου»**

Κουτσόπουλος Δημήτριος

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Αθανασίου Χρήστος

Καθηγητής Εντομολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Σφουγγάρης Αθανάσιος

Καθηγητής Διαχείριση Οικοτόπων και Βιοποικιλότητας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Παπαδόπουλος Νικόλαος

Καθηγητής Εντομολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ιούλιος 2019

Βόλος

Copyright © ΚΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, 2019.

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.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπων καθηγητή μου, κύριο Χρήστο Αθανασίου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε εξ' αρχής, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, την επιστημονική του καθοδήγηση, τις υποδείξεις του, την επιμονή του, το αμείωτο ενδιαφέρον του, τη συμπαράστασή του, τη συνεχή του υποστήριξη και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος.

Επίσης, ευχαριστώ τον καθηγητή, κύριο Παπαδόπουλο Νίκο για την πολύτιμη συμπαράσταση κατά την διάρκεια της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας

Τέλος, θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για όλη τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Εγώ, ο Δημήτριος Κουτσόπουλος είμαι 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.

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 Δήμητριο Κουτσόπουλο».

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	8
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Φυσιολογία των πεύκων	9
1.2 Η σημασία των πεύκων.....	9
1.3 Τα είδη των πεύκων στην Ελλάδα.....	9
1.4 Ασθένειες και εχθροί των πεύκων	11
1.4.1 Ασθένειες των πεύκων	11
1.4.2 Εχθροί των πεύκων.....	13
1.3 Thaumetopoea pityocampa (Lepidoptera: Thaumetopoeidae).....	16
1.3.1 Βιολογικός κύκλος εντόμου	16
1.3.2 Προσβολές και συμπτώματα	18
1.3.3 Αντιμετώπιση.....	19
2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	19
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	21
3.1 Περιοχή μελέτης.....	21
3.2 Το κλίμα της περιοχής μελέτης.....	21
4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ & ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	25
4.1 Πειραματικός σχεδιασμός	25
4.1.1 Σύγκριση φερομονών	26
4.1.2 Επίδραση του παράγοντα θανάτωσης	30
4.1.3 Σύγκριση παγίδων	34
5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ	37
6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	43
7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
7.1 Ξενόγλωσσες βιβλιογραφικές πηγές.....	44
7.2 Ελληνικές βιβλιογραφικές πηγές.....	48

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κάμπια των πεύκων ή πιτυοκάμπη (*Thaumetopoea pityocampa*) είναι ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς των πεύκων. Είναι νυκτόβιο λεπιδόπτερο της οικογένειας Thaumetopoeidae. Η παρουσία του εντόμου είναι αισθητή στο 1/3 των πευκοδασών. Το προνυμφικό στάδιο του εντόμου καταναλώνει μεγάλο μέρος της φυλλικής επιφάνειας με αποτέλεσμα να περιορίζει σημαντικά την ανάπτυξη των νεαρών δένδρων ενώ υψηλές προσβολές για συνεχόμενα έτη μπορεί να οδηγήσουν και στην ξήρανση νεαρών αλλά και μεγάλων σε ηλικία πεύκων. Είναι δυνατό το έντομο αυτό να προσβάλει μεγάλες εκτάσεις πευκοδάσους σε ημιορεινές και πεδινές περιοχές, και αν δεν καταπολεμηθεί έγκαιρα το πρόβλημα ενδέχεται να πάρει μεγάλες διαστάσεις. Εκτός από τη ζημιογόνο δράση του στο πεύκο, προκαλεί αλλεργίες και δερματίτιδες στον άνθρωπο. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εντοπισθεί η παρουσία και να μελετηθεί η εποχική διακύμανση των ενήλικων αρσενικών εντόμων του είδους *T. pityocampa* στα Νοτιοανατολικά της περιοχής του Βόλου και συγκεκριμένα στο λόφο της Γορίτσας. Η μελέτη αποτελείται από τρεις πειραματικές ενότητες. Η πρώτη πειραματική ενότητα περιλαμβάνει την αξιολόγηση της επίδρασης του είδους της φερομόνης στις συλλήψεις ακμαίων ατόμων του είδους *T. pityocampa*. Στη συγκεκριμένη πειραματική ενότητα μελετήθηκαν δύο διαφορετικοί εμπορικοί τύποι φερομόνης οι οποίες τοποθετήθηκαν σε πράσινες παγίδες τύπου funnel. Χρησιμοποιήθηκαν 4 παγίδες με τη φερομόνη 1 (της εταιρίας Novagrica) και 4 με τη φερομόνη 2 (της εταιρίας Agrisense). Στις δύο περιπτώσεις παρατηρείται ότι τα μέγιστα των συλλήψεων και επομένως τα μέγιστα του πληθυσμού των ενήλικων αρσενικών ατόμων της κάμπιας του πεύκου καταγράφονται τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου και μεταξύ των δύο ειδών φερομονών δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η δεύτερη πειραματική ενότητα μελετά την επίδραση του παράγοντα θανάτωσης στις συλλήψεις των παγίδων. Στο συγκεκριμένο πείραμα έλαβαν χώρα τρεις διαφορετικές επεμβάσεις. Στην πρώτη επέμβαση ο παράγοντας θανάτωσης απουσίαζε, ενώ στις επόμενες δύο επεμβάσεις χρησιμοποιήθηκε μια ταμπλέτα (varona) με εντομοκτόνο, είτε πλήρης είτε κατά το 1/8 της. Τα μέγιστα των πληθυσμών καταγράφηκαν και πάλι τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου, ενώ μεταξύ των μεταχειρίσεων δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Τέλος στην τρίτη πειραματική ενότητα συγκρίθηκαν δύο διαφορετικά είδη παγίδων τύπου funnel, μια πράσινη και μια κίτρινη με άσπρο το κατώτερό της μέρος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συλλήψεις των πληθυσμών ξεκίνησαν να φτάνουν το

μέγιστο από τις αρχές του Σεπτεμβρίου και συνέχισαν να είναι υψηλές έως τη δεύτερη εβδομάδα του ίδιου μήνα. Μεταξύ των δύο διαφορετικών παγίδων δεν καταγράφηκαν και πάλι στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

ABSTRACT

The adults of the processionary pine moth, *Thaumetopoea pityocampa* is one of the most important enemies of pine trees. It is a nocturnal insect that belongs to the Thaumetopoeidae family and to the Order of Lepidoptera. The insect occurs in about one third of the pine forests. The larval stage of the insect consumes a great amount of the foliage, causing the decrease of growth of young trees. Moreover, serious infestations for consecutive years can cause the death of young as well as of old pine trees. This insect can attack areas of pine forests in semi-mountainous and lowland zones, and if not handled on time, the problem may spread to nearby areas. Apart from its damaging effect on pine, it also causes allergies and dermatitis to humans. The purpose of this paper was to identify the presence of the insect and study the seasonal variation of adult male insects of *T. pityocampa* in the Southeast of the Volos region (Magnisia, Greece), in the hill of Goritsa. The study consists of three separate series of experiments. The first experiment includes the evaluation of the effect of different types of pheromone traps on the capture of adult males of *T. pityocampa*. In the specific experiment, two different commercial pheromone types were studied and placed in green funnel traps. Four traps were used with pheromone 1 (Novagrica) and 4 with pheromone 2 (Agrisense). In both cases it was observed that the maximum captures and therefore the maximum population of adult male pine caterpillars were recorded in the second week of September, and there were no significant differences between the two types of pheromones. The second experiment was focused on the utilization of a killing agent in the traps, using vapona tablets. In this experiment three different treatments took place: a) when the killing agent was absent, b) when 1/8 of the tablet was used and c) when the entire tablet was used. The peak of the population fluctuation was recorded again in the second week of September, with no statistically significant differences among treatments. Finally, in the third experimental section, two different types of funnel traps were compared, a green funnel trap and a yellow -white funnel trap. The results showed that the captures indicated a peak at the beginning of September and continued to be high until the second week of the same month. Between the two different traps, no statistically significant differences were found.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Φυσιολογία των πεύκων

Τα πεύκα, αποτελούν πρόδρομα είδη στα δασικά οικοσυστήματα και έχουν πάνω από 100 είδη ανά τον κόσμο. Ανήκουν στην οικογένεια Pinaceae, στο γένος Pinus και στην τάξη Pinales. Είναι γυμνόσπερμα, αειθαλή, ρητινοφόρα και κωνοφόρα δέντρα με χαρακτηριστικό γνώρισμα τον αριθμό των πευκοβελόνων που υπάρχουν ανά δεσμίδα. Ο φλοιός τους είναι παχύς και αυλακωτός, ενώ τα βελονοειδή φύλλα τους φύονται ανά δύο, τρία ή πέντε κατά σπονδύλους, παραμένοντας στο πεύκο από 2 μέχρι 17 χρόνια. Οι «καρποί» του πεύκου ή αλλιώς κουκουναρία, αποτελούν αρσενικούς και θηλυκούς κώνους που αναπτύσσονται στη βάση κάθε μονοετούς βλαστού. Η αναπαραγωγή των πεύκων πραγματοποιείται κατά την άνοιξη, μέσω των κώνων. Κατά τη διαδικασία της αναπαραγωγής οι γυρεόσακοι ανοίγουν και με τη βοήθεια του ανέμου σκορπούν τη γύρη, ενώ η γονιμοποίηση γίνεται την επόμενη Άνοιξη. Όλα τα βλαστικά μέρη του πεύκου αποτελούν «αγωγούς» ρητίνης και αιθέριων ελαίων (Αραμπατζής, 1998).

1.2 Η σημασία των πεύκων

Το πεύκο, αποτελεί σημαντικό παράγοντα λόγω της ξυλείας του στην οικοδομική, ναυπηγική, την επιπλοποιία κ.α., ενώ το δαδί του πεύκου χρησιμοποιείται ως προσάναμμα και εξάγεται από αυτό το δαδέλαιο και το ξύδι του ξύλου. Το ρετσίνι του, είναι χρήσιμο εργαλείο στην οινοποιία (ρετσίνα) και τη βιομηχανία. Το πεύκο παράγει περίπου 25.000 τόνους ρετσίνι, ύστερα από κατάλληλο χάραγμα του κορμού των δέντρων και συλλέγεται σε κατάλληλα δοχεία. Η χώρα μας κατέχει την τέταρτη θέση στη ρητινοπαραγωγή παγκοσμίως, ύστερα από τις Η.Π.Α., τη Γαλλία, και την Ισπανία. Η κουκουναριά μας δίνει τα κουκουναρία, που χρησιμοποιούνται ποικιλοτρόπως στη μαγειρική και στη ζαχαροπλαστική. Τέλος, το πεύκο, αποτελεί βασικό μελισσοκομικό φυτό της χώρας μας, καθώς προσφέρει το 10% της ετήσιας παραγωγής μελιού. Το υψηλής θρεπτικής αξίας μέλι του, είναι εύγευστο, χρώματος ανοιχτού καφέ με χαμηλή συγκέντρωση φρουκτόζης, πλούσιο σε μεταλλικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία, ενώ έχει υψηλή αντιοξειδωτική δράση (Alissandrakis *et al.*, 2007; Cuevas-Glory *et al.*, 2007).

1.3 Τα είδη των πεύκων στην Ελλάδα

Η χαλέπιος Πεύκη (*Pinus halepensis*) και η τραχεία Πεύκη (*Pinus brutia*), αποτελούν τα δύο σημαντικότερα είδη της Μεσογείου, με εξάπλωσή 3,5 εκατομμύρια εκτάρια. Τα είδη είναι ιδιαίτερα σημαντικά, για τη λεκάνη της Μεσογείου

με τις ξηροθερμικές συνθήκες που την χαρακτηρίζουν καθώς αγαπούν το φως, είναι ανθεκτικά στην ξηρασία και το θερμοκρασιακό εύρος, ενώ διαθέτουν σημαντικούς μηχανισμούς αναγέννησης μετά από πυρκαγιά (Dallimore *et al.*, 1966). Είναι αξιοσημείωτο μάλιστα, ότι η Ελλάδα είναι η μόνη χώρα στην οποία συναντώνται οι φυσικές κατανομές των δύο ειδών (Rizoroulou *et al.*, 2015). Τα δύο είδη παρουσιάζουν διαφορετική εξάπλωση, καθώς η *P. halepensis* εξαπλώνεται στην Πελοπόννησο, την Ήπειρο, τη Στερεά Ελλάδα, τα νησιά των Β. Σποράδων και τη Χαλκιδική, που αποτελεί και το βορειότερο σημείο εξάπλωσής της, ενώ η *P. brutia* φύεται στον Έβρο, τα νησιά του Βορείου και Ανατολικού Αιγαίου, την Κρήτη και τη Χαλκιδική (Dallimore *et al.*, 1966). Η *P. halepensis*, περιεγράφηκε για πρώτη φορά το 1768 από τον Philip Miller, είναι ένα αειθαλές κωνοφόρο δέντρο που αναπτύσσεται σε υψόμετρο 15 - 25m με ένα ενιαίο στρογγυλό κορμό διαμέτρου 1,5m και ακανόνιστα ανεστραμμένο κλαδιά σε μορφή στέμματος, συχνά διαμορφωμένα από τον άνεμο, ειδικά όταν βρίσκεται κοντά στη θάλασσα (Dallimore *et al.*, 1966). Γενικά, παρατηρείται σημαντική ποικιλότητα σε μορφολογικά χαρακτηριστικά αλλά και σε επίπεδο σπόρου όσο και ώριμου δέντρου (Vidakonιά, 1991). Προτιμά τις ξηρές και ζεστές περιοχές και τα ασβεστολιθικά εδάφη. Από το δέντρο αυτό συλλέγεται το ρετσίνι που προστίθεται στο κρασί για τη δημιουργία της ρετσίνας. Τέλος το ξύλο του είναι μέτριας ποιότητας και ο βλαστός του χρησιμοποιείται στη βυρσοδεψία (Αραμπατζής, 1998). Η *P. brutia*, είναι επίσης ένα είδος με εξαιρετικά μεγάλη ποικιλομορφία τόσο στα μορφολογικά όσο και στα ανατομικά χαρακτηριστικά. Μοιάζει με την *P. halepensis* αλλά έχει μεγαλύτερο όγκο και ύψος από αυτή, και σκληρές και χοντρές βελόνες. Μεγάλη ποικιλότητα μεταξύ προελεύσεων έχει παρατηρηθεί και στην Ελλάδα ως προς την αύξηση, τους μορφολογικούς και ανατομικούς χαρακτήρες, καθώς επίσης έχει εντοπιστεί και ποικιλότητα που οφείλεται στις υψομετρικές διαφορές. Το συγκεκριμένο είδος φτάνει σε ύψος τα 15 έως 20m, μερικές φορές ακόμη και τα 30m, και έχει εξαιρετικούς μηχανισμούς αναγέννησης μετά από πυρκαγιά, γεγονός που το χαρακτηρίζει ως αναντικατάστατο για το ευαίσθητο μεσογειακό οικοσύστημα (Panetsos *et al.*, 1998). Τέλος, το Μακεδονίτικο ή Βαλκανικό πεύκο (*Pinus peuce*), που είναι χαμηλό και θαμνώδες, απαντάται στην οροσειρά της Ροδόπης και στον Βόρα, το δασόπευκο ή λιάχα (*Pinus sylvestri*), που βρίσκεται σε μερικά όρη της βορείου Ελλάδας και όταν

είναι γέρικο γυμνώνεται αφήνοντας μία τούφα στη κορυφή του, το μαυρόπευκο, ή Μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*), ψηλό δέντρο που φτάνει σε ύψος και τα 45 μέτρα και βρίσκεται σε δάση στην οροσειρά της Πίνδου, στα βουνά της Μακεδονίας, ενώ λίγα υπάρχουν και στα βουνά της Κρήτης και της Λέσβου και το ρόμπλο ή λευκόδερμο (*Pinus leucodermis*) με σταχτίλευκο φλοιό και βρίσκεται σε πετρώδη και ορεινά εδάφη στη Βόρεια Ελλάδα (Rizoroulou *et al.*, 2015).

1.4 Ασθένειες και εχθροί των πεύκων

1.4.1 Ασθένειες των πεύκων

Το πεύκο αντιμετωπίζει σοβαρές ασθένειες που επιφέρουν ακόμη σοβαρότερες ζημιές (Καϊλίδης, 1996). Παρακάτω περιγράφονται οι σημαντικότερες ασθένειες των πεύκων στη χώρα μας:

Όγκοι ριζών: Το βακτήριο *Pseudomonas pini*, είναι υπεύθυνο για όγκους στους κορμούς, τα κλαδιά και στις χοντρές ρίζες της *P. halepensis*, κάνοντας τα δέντρα να υποφέρουν (Langridge *et al.*, 1982).

Τοπικός υπερπολλαπλασιασμός – σκούπα της μάγισσας: Παρατηρείται τοπικά υπερπολλαπλασιασμός φυτικών οργάνων, κλαδιών ή και κώνων. Οι αιτίες είναι άγνωστες (Marousis, 2012).

Νέκρωση κλαδιών: Υπεύθυνος είναι ο μύκητας *Diplodia pinea*. Η μόλυνση οφείλεται στα κονίδια του μύκητα που προκαλούν μαύρα στίγματα στα κλαδιά και στη συνέχεια νέκρωση αυτών (Luchi *et al.*, 2012).

S κύρτωση βλαστών: Οφείλεται στον μύκητα *Melampsora pinitorqua*. Η προσβολή παρατηρείται την Άνοιξη με υγρό και ξηρό καιρό. Η σκωρίαση αυτή προσβάλλει τους βλαστούς της Πεύκης, οι οποίοι μετά την προσβολή, παίρνουν σχήμα κεφαλαίου λατινικού S. Στο σημείο προσβολής, παρατηρείται ανοιχτοκίτρινη κηλίδα μήκους 1,3 εκ. (Barres *et al.*, 2006).

Βελονόπτωση: Οφείλεται στον μύκητα *Lophodermium pinastri*. Αρχικά, παρουσιάζονται στις βελόνες λεπτά στίγματα και στη συνέχεια επιμήκη στίγματα. Διακρίνονται εγκάρσιες διαχωριστικές γραμμές που διαχωρίζουν το προσβεβλημένο τμήμα από το υγιές, και τελικά έχουμε πτώση βελόνων (Phillips *et al.*, 1992). Επίσης, βελονόπτωση, επέρχεται από τον μύκητα *Lophodermella sulcigena* (Williamson *et al.*, 1976) αλλά και από τον *Elytroderma derfomans* (Δαβούτης, 2010).

Νέκρωση κλαδιών: Κατά τα μέσα Ιουνίου, με την έναρξη της ξηρασίας παρουσιάζεται πτώση των περυσινών και παλαιότερων βελόνων, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις προκαλείται και νέκρωση των κλαδιών (Marousis, 2012).

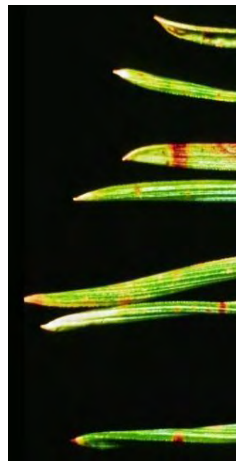
Φλυκταινώδεις σκωρίαση των βελονών: Ο μύκητας *Coleosporium tussilaginis*, προκαλεί λίγες ή πολλές άσπρες φουσκάλες στις βελόνες των κάτω κλαδιών (Marousis, 2012).



Εικόνα 1: *Melan* Εικόνα 2: *Coleosporium tussilaginis*
Parasites of(*Plant Parasites of Europe*, 2018).



Εικόνα 3: *D* Εικόνα 4: *Elythroderma derfomans*
Parasites of Europ(*Plant Parasites of Europe*, 2018)



Εικόνα 5: *L* Εικόνα 6: *Lophodermella sulcigena*
(Plant Parasites of(*Plant Parasites of Europe*, 2018)

1.4.2 Εχθροί των πεύκων

Thaumetopoea pityocampa (Lepidoptera: Thaumetopoeidae). Η κάμπια των πεύκων ή πιτυοκάμπη αποτελεί το σημαντικότερο έντομο των πεύκων. Στην επόμενη υποενότητα παρατίθεται αναλυτικά η μορφολογία του εντόμου, ο βιολογικός του κύκλος, οι ζημιές που προκαλεί καθώς και η καταπολέμησή του.

Marchalina hellenica ή Βαμβακιά της πεύκης: (Homoptera, Coccoidea). Στον κορμό και τα κλαδιά της πεύκης παρατηρούνται άσπρα σαν βαμβάκι εκκρίματα. Μετά την επιλογή της θέσης ωοτοκίας το ακμαίο θηλυκό έντομο εκκρίνει πυκνή «βαμβακάδα» που καλύπτει όλο το σώμα του. Η «βαμβακάδα» αυτή είναι ιδιαίτερη πυκνή στο πίσω μέρος του σώματός του δημιουργώντας εκεί ένα «σάκο». Μέσα σ' αυτόν τον «σάκο» το θηλυκό αποθέτει τα ωά του. Οι νύμφες 1ου σταδίου εμφανίζονται στα κλαδιά του δέντρου κατά το 1ο δεκαήμερο του Μαΐου και στη θέση προσήλωσης η νύμφη του *Marchalina hellenica* τρυπά με το ρύγχος της τον κορμό του δέντρου και αρχίζει να τρέφεται απομυζώντας τους χυμούς του. Όσο διάστημα η νύμφη είναι προσηλωμένη και τρέφεται παράγει μελιτώδεις εκκρίσεις, τις οποίες παίρνουν οι μέλισσες και κάνουν το μέλι τους (Εικ.7). Η *M. hellenica* είναι η κύρια πηγή τροφής για τις μέλισσες, καθώς το 55-60% της παραγωγής μελιού στην Ελλάδα, προέρχεται από τέτοια έντομα (Margaritopoulos *et al.*, 2003).



Εικόνα 7: *Marchalina hellenica* ή Βαμβακιά της πεύκης: (Homoptera, Coccoidea) (*Plant Parasites of Europe*, 2018).

Στην Ελλάδα, άλλα μελιτογόνα έντομα του πεύκου με μελισσοκομικό ενδιαφέρον, είναι οι αφίδες *Cinara palaestinensis*, *Cinara pectinatae* και *Cinara close pini* που ανήκουν στην υπεροικογένεια των Aphidoidea, αλλά και έντομα στα κλαδιά του πεύκου, της υπεροικογένειας των Coccoidea (Γούναρη, 2003).

Matsucoccus josephi (Homoptera, Matsucoccidae): Τα γονιμοποιημένα θηλυκά γεννούν τα αυγά τους στα κατώτερα κλαδιά, στη βάση των δεσμών των βελόνων και κάτω από τις εξωτερικές στρώσεις του φλοιού των πεύκων *Pinus brutia* και *Pinus halepensis*, τα οποία εκκολάπτονται τέλη του Φεβρουαρίου (Ben-Dov, 1981). Προκαλούν σημαντικές ζημιές στα πεύκα και η ύπαρξη μεγάλων πληθυσμών έχει ως αποτέλεσμα τη χλώρωση, τη βράχυνση του μήκους και την βελονόπτωση, την αδυναμία της κορυφής του δέντρου, ενώ σε πεύκα μικρής ηλικίας προκαλείται παραμόρφωση και τελικά θάνατος (Εικ. 8) (Mendel, 1998).



Εικόνα 8: Ωόσακκοι του *M. Josephi* (*Plant Parasites of Europe*, 2018)

Κοκκοειδή της οικογένειας Diaspididae: Στην εσωτερική πλευρά των βελόνων μπορεί να βρεθούν λίγα έως πολλά άσπρα επιμήκη κοκκοειδή (Εικ.9) και συγκεκριμένα τα *Leucaspis loewi*, *Leucaspis rini* και *Leucaspis rusilla*. Προκαλούν νέκρωση και πτώση των βελόνων (Kozár *et al.*, 1991).



Εικόνα 9: Κοκκοειδή της οικογένειας *Diaspididae* στις βελόνες πεύκου (*Plant Parasites of Europe*, 2018)

Rhyacionia buoliana: (*Lepidoptera*: *Tortricidae*). Την Άνοιξη, ως μικρή κόκκινη-καφέ κάμπια ορύσσει στοά στον κορυφαίο βλαστό των νεαρών πεύκων με αποτέλεσμα τη νέκρωση και κύρτωση του και την δημιουργία λατινικό S βλαστού (Εικ.10) (Marousis, 2012).



Εικόνα 10: S βλαστός από την παρουσία (*Plant Parasites of Europe*, 2018)

1.3 *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Thaumetopoeidae)

Η *T. pityocampa*, ανήκει στην οικογένεια Thaumetopoeidae και στην τάξη των Λεπιδόπτερων, σύμφωνα με την κατάταξη του Hübner το 1822 και θεωρείται ένα από τα σημαντικότερα δασικά παράσιτα στη λεκάνη της Μεσογείου, προκαλώντας στα πεύκα ζημιές κυρίως αισθητικής φύσεως, μειώνει την ετήσια ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας των πεύκων κατά 20-45% και σε συνδυασμό με άλλες ασθένειες και προσβολές από έντομα δύναται να ξεράνει μικρής ηλικίας πεύκα (Cadahía *et al.*, 1975). Εκτός από τις ζημιές στα πεύκα, προκαλεί αλλεργίες και δερματίτιδες στον άνθρωπο, μέσω τριχιδίων που εκτοξεύει όταν νιώσει ότι απειληθεί, τα οποία περιέχουν αλλεργιογόνες ουσίες (Aparicio *et al.*, 2006). Ορισμένες χώρες στις οποίες συναντάται είναι η Αλβανία, η Αλγερία, η Αυστρία, η Βουλγαρία, η Γαλλία, η Ελβετία, η Ελλάδα, η Ισπανία, το Ισραήλ, η Ιταλία, η Κροατία, η Κύπρος, το Λίβανο, η Λιβύη, το Μαρόκο, η Πορτογαλία, η Σερβία, η Συρία, η Τουρκία και η Τυνησία (Κωστακιώτης, 2017).

1.3.1 Βιολογικός κύκλος εντόμου

Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου είναι ετήσιος και αποτελείται από δύο φάσεις. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα και βόρεια γεωγραφικά πλάτη βέβαια μπορεί να διαρκέσει δύο ή και περισσότερα έτη. Η πρώτη φάση, η εναέρια, περιλαμβάνει τα στάδια ενήλικο, αυγό και προνύμφη, ενώ η δεύτερη η υπόγεια, το στάδιο της νύμφης (Κωστακιώτης, 2017). Οι προνύμφες (Εικ. 11), με μήκος περίπου 40 χιλιοστά, φέρουν τριχίδια μετά το 2^ο-3^ο προνυμφικό στάδιο και έχουν μαύρο χρωματισμό με οριζόντιες κίτρινες γραμμές, ενώ στις πλαϊνές πλευρές του σώματος φέρουν άσπρες τρίχες. Τα ακμαία έντομα (Εικ.12), έχουν μήκος περίπου 20 χιλιοστά, σταχτί χρωματισμό, χνουδωτό θώρακα και χαρακτηριστικές κτενοειδείς κεραίες.



Εικόνα 11: Προνύμφη *T. pityocampa*

(Venturini, 2018)



Εικόνα 12: Ακμαίο έντομο *T. Pityocampa*
(Venturini, 2018)

Η προσβολή των πεύκων ξεκινάει τον Αύγουστο. Τα ακμαία έντομα εναποθέτουν τα αυγά τους, σε ομάδες αυγών (~70 αυγά/σημείο), στη φυλλική επιφάνεια των πεύκων, με συνολικό αριθμό αυγών μεγαλύτερο των τριακοσίων ανά πεταλούδα. Ακολουθεί η εκκόλαψη των αυγών μετά από 30-45 ημέρες, από όπου βγαίνουν οι προνύμφες (Pimentel *et al.*, 2006). Οι προνύμφες τρέφονται με τις πευκοβελόνες καταναλώνοντας αρκετά μεγάλη ποσότητα. Ως προνύμφη η πιτυοκάμπη διέρχεται από πέντε στάδια. Αρχικά, οι προνύμφες, δημιουργούν φωλιές με αραιά νήματα, κοντά στο σημείο που γεννήθηκαν. Στα επόμενα στάδια οι φωλιές γίνονται όλο και μεγαλύτερες και μετατοπίζονται στην κορυφή των δέντρων, όσο φτάνουμε στον χειμώνα, για την άμεση εξασφάλιση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη βέλτιστη διατήρηση της θερμοκρασίας εντός φωλιάς. Στο πέμπτο στάδιο, κατά τις αρχές Μαρτίου έως και τα τέλη Ιουνίου, παρατηρείται η εμφάνιση τριχιδίων, από θύλακες της ράχης τους, με αλλεργιογόνες ουσίες που προκαλούν κνησμό (Santos *et al.*, 2011).

Όταν η θερμοκρασία του εδάφους ανέβει πάνω από τους 10°C, οι προνύμφες συγκεντρώνονται σε ένα σημείο του κορμού παραμένοντας σε επαφή μεταξύ τους με τη βοήθεια πλευρικών τριχιδίων, όπου μια θηλυκή προνύμφη τίθεται επικεφαλής και παρατηρείται μια λιτανεία στο έδαφος, με τη μία προνύμφη να ακολουθεί την άλλη, αναζητώντας κατάλληλο σημείο στο έδαφος, εντός του οποίου θα εισχωρήσουν κατά το στάδιο της νύμφωσης. Η νύμφωση ολοκληρώνεται κατά τον Αύγουστο, οπότε και εξέρχονται τα ακμαία έντομα (πεταλούδες) (Chenchouni *et al.*, 2010).



Εικόνα 13: Βιολογικός κύκλος *Thaumetopoea pityocampa* (Santos et al., 2011)

1.3.2 Προσβολές και συμπτώματα

Η *T. pityocampa* προκαλεί σημαντικές ζημιές σε νεοαναδασώμενες περιοχές, με τα νεαρά δενδρύλλια να ξεραίνονται από προσβολή της προνύμφης σε συνδυασμό με άλλα ξυλοφάγα έντομα. Σε υπάρχοντα δάση, αν και η ξήρανση δέντρων αποτελεί σπάνιο φαινόμενο, η προσβολή από το έντομο έχει σοβαρό αντίκτυπο στην ανάπτυξη του δέντρου (Κωστακιώτης, 2017).

Κυλινδρικές συστοιχίες αυγών στα χαμηλότερα κλαδιά των πεύκων, εμφανείς ζημιές στις πευκοβελόνες και η παρουσία των χαρακτηριστικών φωλιών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, μαρτυρούν την παρουσία του εντόμου (Robredo & Obama, 1991).



Εικόνα 14: Πρώιμη προσβολή της *T. pityocampa* (Robredo et al., 1991).

1.3.3 Αντιμετώπιση

Σημαντική είναι η συμβολή ενός σημαντικού αριθμού πουλιών του γένους *Cuculus*, *Corvus* και *Parus*, αλλά και εντόμων όπως μυρμήγκια, ψαλίδες και παρασιτοειδή που τρώνε τις προνύμφες ή και τα αυγά της πιτυοκάμπης (Marousis, 2012).

Όσων αφορά την βιολογική και χημική καταπολέμηση, οι Robredo and Obama (1991) αναφέρουν πως γίνεται με αεροψεκασμούς υπέρμικρου όγκου με ακροφύσια παροχής 5L/h, και συστήνουν τις δόσεις των πυρεθροειδών cypermethrin στα 1.7-2.6g/ha, deltamethrin 0.65-1.0g/ha και του *Bacillus thuringiensis* στη δοσολογία που προτείνει ο κάθε παρασκευαστής.

Τέλος, σε περιοχές με μικρούς πληθυσμούς συνίσταται η μηχανική καταπολέμηση με συλλογή, απομάκρυνση και καύση των κουκουλιών αλλά και η χρήση φερομονικών παγίδων φύλου (Κωστακιώτης, 2017).

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η κάμπια του πεύκου αποτελεί ένα σημαντικό εχθρό για τα πεύκα της χώρας μας. Οι ζημιές οι οποίες προκαλεί στα πεύκα αφορούν κυρίως τη μείωση της φυλλικής τους επιφάνειας έως και 45%, ενώ μπορεί να προκληθεί ξήρανση σε πεύκα μικρής ηλικίας εάν συνδυαστεί με άλλες ασθένειες και προσβολές από έντομα (Aragicio *et al.*, 2006). Εκτός από τις ζημιές στα πεύκα, η παρουσία τους είναι δυνατόν να προκαλέσει προβλήματα και στην υγεία του ανθρώπου καθώς μέσω τριχιδίων που εκτοξεύει όταν νιώσει ότι απειληθεί, η κάμπια του πεύκου, απελευθερώνει αλλεργιογόνες ουσίες (Hourí *et al.*, 2006; Vega *et al.*, 2011).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εντοπισθεί η παρουσία και να μελετηθεί η εποχική διακύμανση των ενηλίκων αρσενικών εντόμων του είδους *T. pityocampa* στα Νοτιοανατολικά της περιοχής του Βόλου και συγκεκριμένα στο λόφο της Γορίτσας, λόγω του ότι τα οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής είναι πολύ ευνοϊκά για την ανάπτυξη του πληθυσμού του εντόμου. Με βάση τις συλλήψεις των ενηλίκων αρσενικών ατόμων στις φερομονικές παγίδες, που εγκαταστάθηκαν στην περιοχή μελέτης ήταν δυνατόν να επισημανθεί η περίοδος των πρώτων πτήσεων καθώς και του μέγιστου πτήσεων ώστε τελικά να γνωρίζουμε την περίοδο την οποία θα συμβεί η ωτοκία. Με τη μέθοδο αυτή είναι εφικτή η καταμέτρηση των ημεροβαθμίδων και η πρόβλεψη του πότε θα εκκολαφθεί η πλειοψηφία των αυγών ώστε να γίνει μια πιθανή εφαρμογή των μεθόδων καταπολέμησης που αναφέρθηκαν παραπάνω. Είναι επόμενο λοιπόν ότι η όλη μελέτη παρουσιάζει

ιδιαίτερο ενδιαφέρον τόσο από επιστημονική άποψη, όσο και από πλευράς εφαρμογής.

Ειδικότεροι στόχοι της εργασίας είναι:

1η Πειραματική ενότητα: Η αξιολόγηση της επίδρασης του είδους της φερομόνης στις συλλήψεις ακμαίων ατόμων του είδους *T. pityocampa*. Στη συγκεκριμένη πειραματική ενότητα μελετήθηκαν δύο διαφορετικοί εμπορικοί τύποι φερομόνης οι οποίες τοποθετήθηκαν σε πράσινες παγίδες τύπου funnel.

2η Πειραματική ενότητα: Η επίδραση του παράγοντα θανάτωσης στις συλλήψεις των παγίδων. Στη συγκεκριμένη πειραματική ενότητα μελετήθηκαν τρεις παράγοντες θανάτωσης (πλήρης ταμπλέτα ναρονα, 1/8 της ταμπλέτας ναρονα και απουσία παράγοντα θανάτωσης)

3η Πειραματική ενότητα: Η σύγκριση τριών διαφορετικών τύπων παγίδων. Οι τύποι παγίδων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η πράσινη παγίδα funnel, η παγίδα funnel με λευκό πάτο και η δελτοειδής κολλητική παγίδα.

Έως τώρα είναι γνωστό ότι δεν έχουν επιχειρηθεί αρκετές ερευνητικές προσπάθειες για το συγκεκριμένο είδος ειδικότερα στη Θεσσαλία και για αυτό το λόγο, η παρούσα εργασία θα μπορούσε να σηματοδοτήσει την έναρξη συνεχής έρευνας στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Περιοχή μελέτης

Το πείραμα, διεξήχθη στα Νοτιοανατολικά της πόλης του Βόλου στο λόφο της Γορίτσας (Μαγνησία, Θεσσαλία, Κεντρική Ελλάδα), σε ένα φυσικό μικρό ύψωμα περίπου 180m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η συγκεκριμένη περιοχή καλύπτεται από περίπου 120 στρέμματα πεύκων, τα οποία είναι κυρίως *Pinus brutia*. Οι συντεταγμένες του σημείου είναι 39°21'16"N 22°58'32"E. Στα ανατολικά του απλώνεται η πεδιάδα της Αγριάς και Λεχωνίων (Athanassiou *et al.*, 2007).



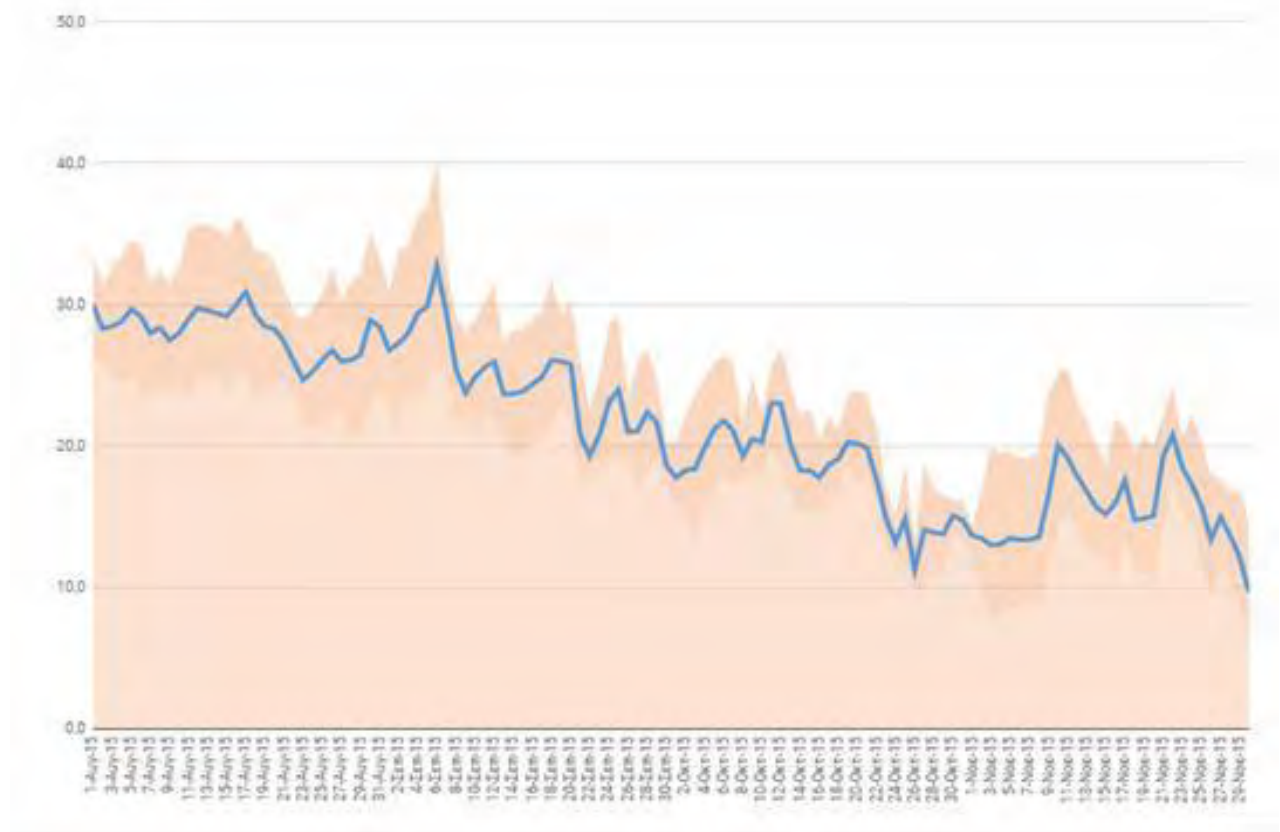
Εικόνα 15: Περιοχή διεξαγωγής πειράματος - Λόφος Γορίτσας (Μαγνησία, Θεσσαλία, Κεντρική Ελλάδα) (google maps, 2017)

3.2 Το κλίμα της περιοχής μελέτης

Το κλίμα της ευρύτερης περιοχής είναι μεσογειακό με εναλλαγή υγρής και ξηρής περιόδου. Η υγρή περίοδος αρχίζει από τα μέσα του φθινοπώρου και τελειώνει στα μέσα της Άνοιξης. Ο χειμώνας είναι ήπιος με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες ιδιαίτερα τις βραδινές ώρες. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού το κλίμα είναι ξερό με υψηλές θερμοκρασίες. Τους ανοιξιάτικους, καλοκαιρινούς μήνες και φθινοπωρινούς μήνες, δηλαδή από τον Μάιο έως και το Σεπτέμβριο, οι βροχοπτώσεις είναι αρκετά περιορισμένες.

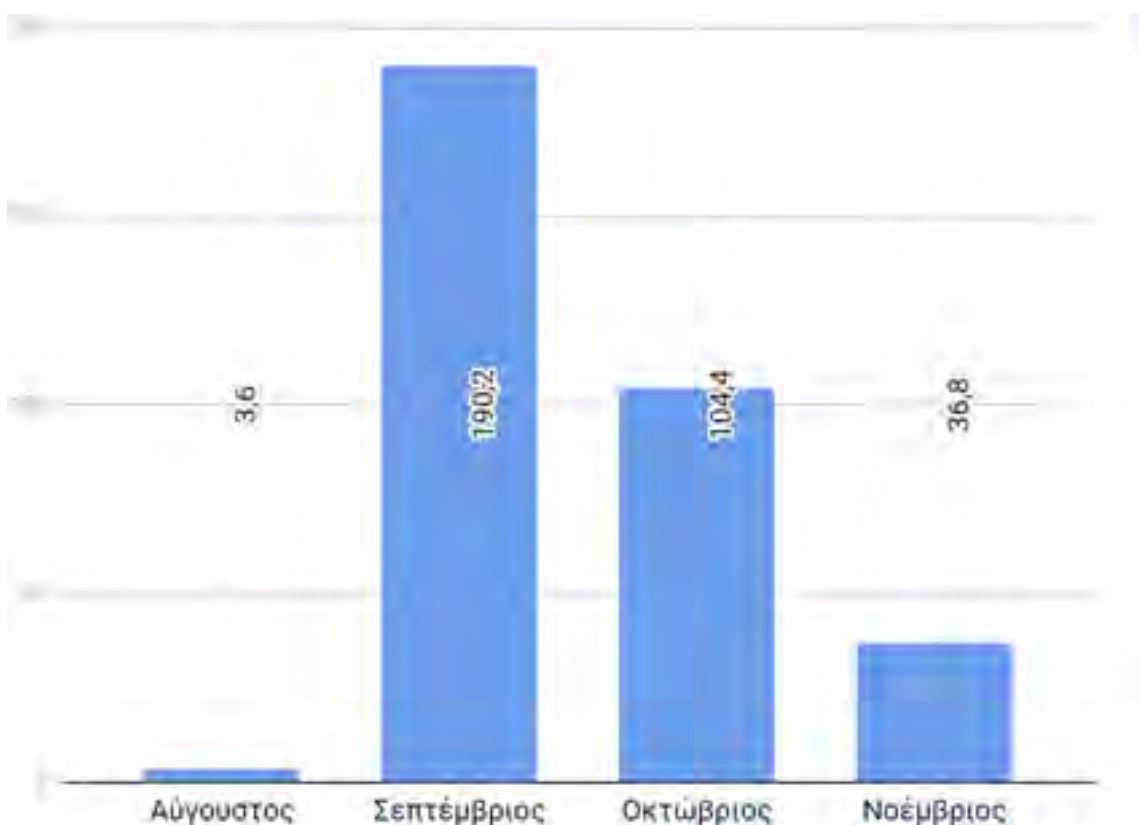
Το πείραμα έλαβε χώρα από τον Αύγουστο μέχρι το τέλος Νοεμβρίου του 2015. Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας στην πόλη του Βόλου κατά την διάρκεια της μελέτης, από το οποίο συμπεραίνεται ότι

η μέση ημερήσια θερμοκρασία δεν ξεπέρασε τους 21,6 °C με την μέση ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία να είναι στους 26 °C και τη μέση ελάχιστη στους 17,8 °C.



Διάγραμμα 1: Μέση ημερήσια θερμοκρασία στην περιοχή του Βόλου από τον Αύγουστο έως και τα τέλη Νοεμβρίου του 2015 σε βαθμούς Κελσίου.

Το διάγραμμα 2 παρουσιάζει η βροχοπτώση στην περιοχή κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της μελέτης. Την περίοδο του Αυγούστου οι βροχοπτώσεις που καταγράφηκαν ήταν ελάχιστες και σποραδικές με τη συνολική μηνιαία βροχοπτώση να ανέρχεται σε 3,6 χιλιοστά. Αντίθετα, τον Σεπτέμβριο σημειώθηκαν σημαντικές βροχοπτώσεις, με τη συνολική μηνιαία βροχοπτώση να ανέρχεται σε 190,2 χιλιοστά και για τον μήνα Οκτώβριο στα 104,4. Όσον αφορά τον μήνα Νοέμβριο, παρουσιάστηκε μείωση των βροχοπτώσεων με την τιμή να φτάνει στα 36,8 χιλιοστά.



Διάγραμμα 2: Ημερήσια βροχοπτώση σε χιλιοστά στην περιοχή κατά την διάρκεια της μελέτης (Αύγουστος έως τέλη Νοεμβρίου 2015)

Τύποι παγίδων: Παγίδες τύπου funnel ή χοάνης

Η παγίδα αποτελείται από 3 πλαστικά μέρη τα οποία τοποθετούνται εύκολα μεταξύ τους. Το κρέμασμα της παγίδας γίνεται με ένα καλώδιο στο σημείο που θέλουμε να το τοποθετήσουμε. Η φερομόνη η οποία προσελκύει τα έντομα τοποθετείται σε ένα πλαστικό άσπρο κλουβάκι στο πάνω μέρος της παγίδας. Οι παγίδες χρησιμοποιούνται για μαζική παγίδευση και έλεγχο πληθυσμού. Οι παγίδες

που χρησιμοποιήσαμε είχαν χρώμα πράσινο και κίτρινο με άσπρο. Οι διαστάσεις είναι: Μήκος 215mm, πλάτος 160mm και βάρος 250gr.



Εικόνα 17: Στα αριστερά διακρίνουμε την πράσινη παγίδα τύπου funnel. Η φερομόνη η οποία προσελκύει τα έντομα τοποθετείται σε ένα πλαστικό άσπρο κλουβάκι στο πάνω μέρος της παγίδας. Διαστάσεις μήκος 215mm ,πλάτος 160mm και βάρος 250gr. Στα δεξιά διακρίνουμε την παγίδα τύπου funnel με λευκό πάτο (Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο, 2019)

4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ & ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Πειραματικός σχεδιασμός

Το συγκεκριμένο πείραμα περιλαμβάνει 3 πειραματικές ενότητες. Η πρώτη αφορά την επισήμανση της επίδρασης του είδους της φερομόνης στις συλλήψεις των παγίδων για τα ενήλικα αρσενικά έντομα του είδους *T. pityocampa* η δεύτερη την επίδραση του παράγοντα θανάτωσης στις συλλήψεις των παγίδων για την *T. pityocampa* και τέλος η τρίτη, αξιολογεί τους διαφορετικούς τύπους παγίδας για την παρακολούθηση του είδους. Οι έλεγχοι, και για τις τρεις πειραματικές ενότητες πραγματοποιήθηκαν στις 13/08, 20/08, 04/09, 10/09, 27/09, 04/1, 11/10 και ολοκληρώθηκαν στις 18/10.

Πειραματική ενότητα 1η: Σύγκριση Φερομονών

Το πείραμα περιλαμβάνει 2 διαφορετικές εμπορικές φερομόνες, που περιείχαν 1mg από τη φερομόνη φύλου του είδους [(Z)-13-hexadecen-11-ynyl]. Οι φερομονικές κάψουλες τοποθετήθηκαν σε παγίδες τύπου funnel, χρώματος πράσινου, μήκους 215mm, πλάτους 160mm και βάρους 250gr. Πραγματοποιήθηκαν 4 επαναλήψεις με παγίδες που περιείχαν την φερομόνη 1 και 4 επαναλήψεις με παγίδες που περιείχαν τη φερομόνη 2. Η περιοχή διαιρέθηκε σε πειραματικά τεμάχια ίσου μεγέθους. Η απόσταση μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων αλλά και των παγίδων στο ίδιο πειραματικό τεμάχιο ήταν περίπου 70μ. Όλες οι παγίδες τοποθετήθηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου πτήσης του υπό μελέτη είδους. Στη συνέχεια, οι παγίδες περιστρέφονταν δεξιόστροφα εντός του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Τις ημερομηνίες που γίνονταν οι έλεγχοι στις παγίδες, καταγράφηκαν τα αρσενικά άτομα και απομακρύνθηκαν από τις παγίδες. Σε κάθε παγίδα, η αντικατάσταση της αντίστοιχης φερομόνης πραγματοποιούνταν κάθε 4 εβδομάδες

Πειραματική ενότητα 2η: Επίδραση του παράγοντα θανάτωσης

Η συγκεκριμένη πειραματική ενότητα απαρτίζεται από 3 διαφορετικές μεταχειρίσεις. Αναλυτικότερα έλαβαν χώρα 4 επαναλήψεις με παγίδες που περιείχαν πλήρη ταμπλέτα (varona), 4 επαναλήψεις με παγίδες που περιείχαν το 1/8 της ταμπλέτας και 4 επαναλήψεις με παγίδες στις οποίες απουσίαζε πλήρως ο παράγοντας θανάτωσης. Στόχος του πειράματος ήταν η σύλληψη των ενήλικων αρσενικών ατόμων της κάμπιας του πεύκου και η αξιολόγηση της επίδρασης του παράγοντα θανάτωσης. Η περιοχή διαιρέθηκε σε πειραματικά τεμάχια ίσου μεγέθους. Η απόσταση μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων αλλά και των παγίδων στο ίδιο πειραματικό τεμάχιο ήταν περίπου 70μ. Όλες οι παγίδες τοποθετήθηκαν

κατά τη διάρκεια της περιόδου πτήσης του υπό μελέτη είδους. Τις ημερομηνίες που γίνονταν οι έλεγχοι στις παγίδες, καταγράφηκαν τα αρσενικά άτομα και απομακρύνθηκαν από τις παγίδες. Στη συνέχεια, οι παγίδες περιστράφηκαν δεξιόστροφα εντός του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Σε κάθε παγίδα, η αντικατάσταση της αντίστοιχης φερομόνης πραγματοποιούνταν κάθε 4 εβδομάδες.

Πειραματική ενότητα 3η: Σύγκριση παγίδων

Στην τελευταία πειραματική ενότητα, τοποθετήθηκαν δύο τύποι φερομονικών παγίδων: πράσινες παγίδες τύπου funnel και παγίδες τύπου funnel με λευκό πάτο (μήκος 215mm, πλάτος 160mm και βάρος 250gr). Για κάθε είδος παγίδας έλαβαν χώρα 4 επαναλήψεις. Η περιοχή διαιρέθηκε σε πειραματικά τεμάχια ίσου μεγέθους και η απόσταση, η αντικατάσταση των φερομονών κτλ. ήταν όπως και παραπάνω.

Σε όλες τις περιπτώσεις, τα αποτελέσματα υπεβλήθησαν σε Ανάλυση της Διασποράς (ANOVA) ανά ημερομηνία, με σκοπό την επισήμανση πιθανών σημαντικών διαφορών, ανά πειραματική ενότητα και ημερομηνία.

4.1.1 Σύγκριση φερομονών

Τα αποτελέσματα των συλλήψεων των ενήλικων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου *T. pityocampa* ανά παγίδα για δύο τύπους φερομόνης, ανά ημερομηνία ελέγχου και ανά μήνα φαίνονται στον Πίνακα 1 και στο Διάγραμμα 1. Μεταξύ των μεταχειρίσεων (φερομόνη 1 και φερομόνη 2), δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Πίνακας 1).

Οι πρώτες συλλήψεις για τη φερομόνη 1 πραγματοποιήθηκαν στα μέσα Αυγούστου (13/8) ενώ ελάχιστα ενήλικα καταγράφηκαν στις παγίδες έως τα μέσα Οκτωβρίου (18/10). Ο πληθυσμός του εντόμου παρουσίασε μικρή αύξηση στις αρχές Σεπτεμβρίου (4/9) και μέγιστο λίγες ημέρες αργότερα, στις 10 Σεπτεμβρίου (Πίνακας 1, Διάγραμμα 1). Παρόμοια πορεία είχαν και οι συλλήψεις για τη φερομόνη 2 (Πίνακας 1, Διάγραμμα 1). Πιο συγκεκριμένα οι πρώτες μετρήσεις των συλλήψεων για την φερομόνη 1, οι οποίες έλαβαν χώρα στις 13-Αυγούστου, ήταν σχετικά χαμηλές (2,3 ενήλικα/παγίδα). Οι ίδιες συλλήψεις σημειώθηκαν και στις 20-Αυγούστου. Στις 4-Σεπτεμβρίου οι συλλήψεις αυξήθηκαν στα 3,3 ενήλικα/παγίδα ενώ οι περισσότερες συλλήψεις των ενήλικων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου καταγράφηκαν στις 10 Σεπτεμβρίου (6,5 ενήλικα/παγίδα). Από τις επόμενες μετρήσεις και έπειτα συλλήψεις μειώθηκαν ραγδαία. Πιο συγκεκριμένα στις 27 Σεπτεμβρίου και στις 4 Οκτωβρίου οι συλλήψεις έφτασαν μόλις τα 0,3 ενήλικα/παγίδα, στις 11 Οκτωβρίου ήταν 0 ενήλικα/παγίδα και τέλος στις 18

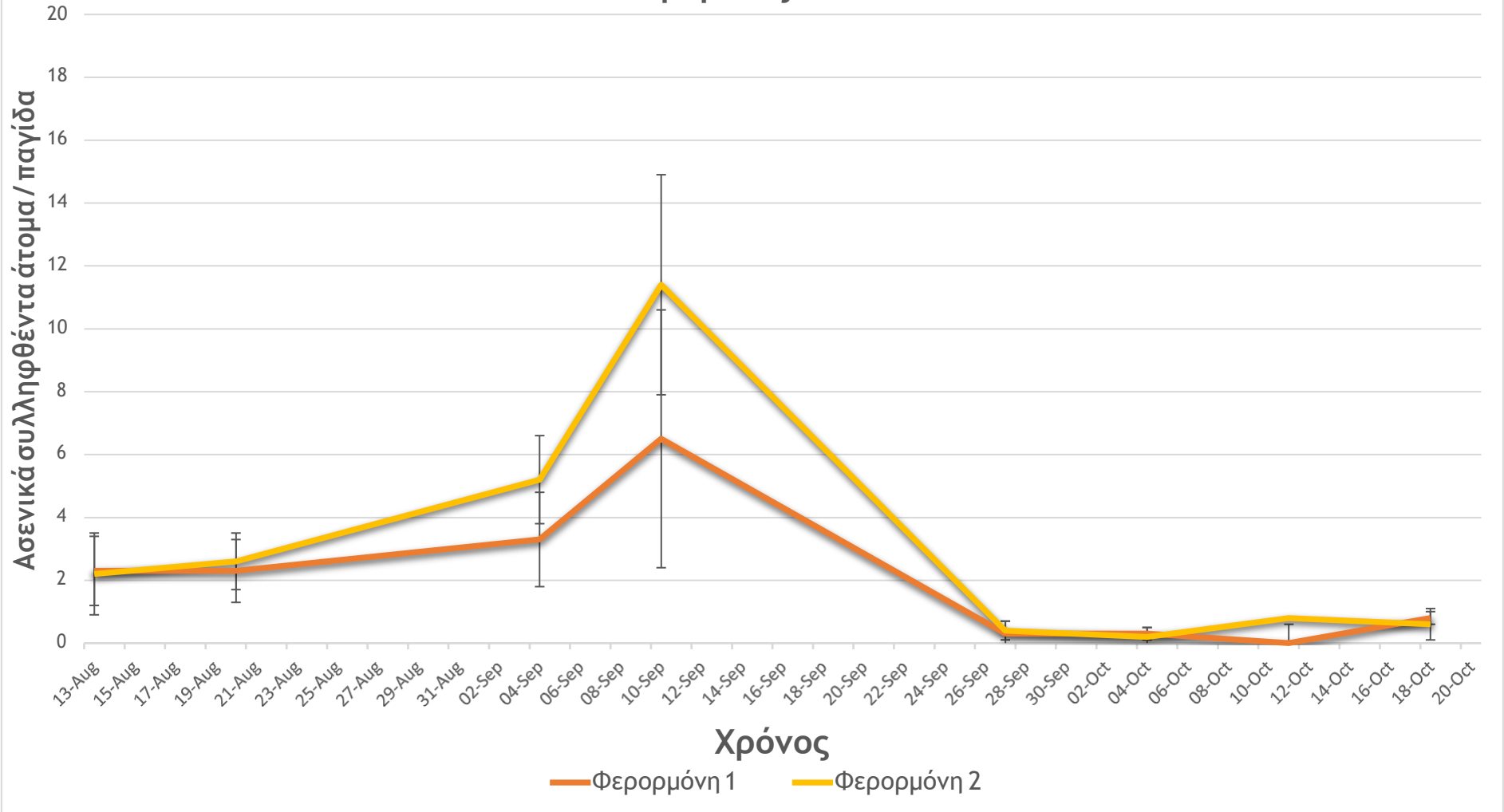
Οκτωβρίου καταγράφηκε μια ελάχιστη αύξηση με 0,8 ενήλικα/παγίδα (Πίνακας 1 και Διάγραμμα 1). Για τη φερομόνη 2 στις 13 Αυγούστου οι συλλήψεις ήταν σχετικά χαμηλές (2,2 ενήλικα/παγίδα) ενώ περίπου στα ίδια επίπεδα παρέμεινε έως τις 20 Αυγούστου (2,6 ενήλικα/παγίδες). Στις 4 Σεπτεμβρίου σημειώθηκε μια αύξηση (5,2 ενήλικα/παγίδα). Οι περισσότερες συλλήψεις των ενήλικων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου καταγράφηκαν και πάλι στις 10 Σεπτεμβρίου (11,4 ενήλικα/παγίδα). Από τις 27 Σεπτεμβρίου και έπειτα οι συλλήψεις μειώθηκαν ραγδαία (0,4 ενήλικα/παγίδα). Στις 4 Οκτωβρίου οι συλλήψεις ήταν 0,2 ενήλικα/παγίδα, στις 11 Οκτωβρίου αυξήθηκαν στα 0,8 ενήλικα/παγίδα ενώ τέλος στις 18 Οκτωβρίου οι συλλήψεις μειώθηκαν στα 0,6 ενήλικα/παγίδα (Πίνακας 1 και Διάγραμμα 1).

Και στις δύο περιπτώσεις ωστόσο παρατηρούμε ότι τα μέγιστα των συλλήψεων και επομένως και του πληθυσμού των ενήλικων αρσενικών ατόμων της κάμπιας του πεύκου παρατηρούνται στις αρχές Σεπτεμβρίου, με τη φερομόνη 1 να φέρει τα μεγαλύτερα ποσοστά συλλήψεων.

Πίνακας 1. Μέσος αριθμός συλλήψεων ενήλικων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου (*Thaumetopoea pityocampa*, Lepidoptera: Thaumetopoeidae) ανά παγίδα για δύο τύπους φερομόνης.

Μεταχείριση	Ημερομηνίες συλλήψεων ενήλικων αρσενικών ατόμων							
	13.8.2015	20.8.2015	4.9.2015	10.9.2015	27.9.2015	4.10.2015	11.10.2015	18.10.2015
Φερομόνη 1	2,3 ± 1,3	2,3 ± 0,9	3,3 ± 1,4	6,5 ± 3,5	0,3 ± 0,3	0,3 ± 0,3	0,0 ± 0,0	0,8 ± 0,5
Φερομόνη 2	2,2 ± 1,1	2,6 ± 1,0	5,2 ± 1,5	11,4 ± 4,1	0,4 ± 0,4	0,2 ± 0,2	0,8 ± 0,6	0,6 ± 0,2
F	<0,1	<0,1	0,8	0,8	<0,1	<0,1	1,5	<0,1
P	0,977	0,808	0,393	0,410	0,775	0,877	0,266	0,775

Φερομόνες 1 και 2



Διάγραμμα 1: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου (*Thaumetoroea pityocampa*, Lepidoptera: Thaumetoroeidae) ανά παγίδα για δύο τύπους φερομόνης.

4.1.2 Επίδραση του παράγοντα θανάτωσης

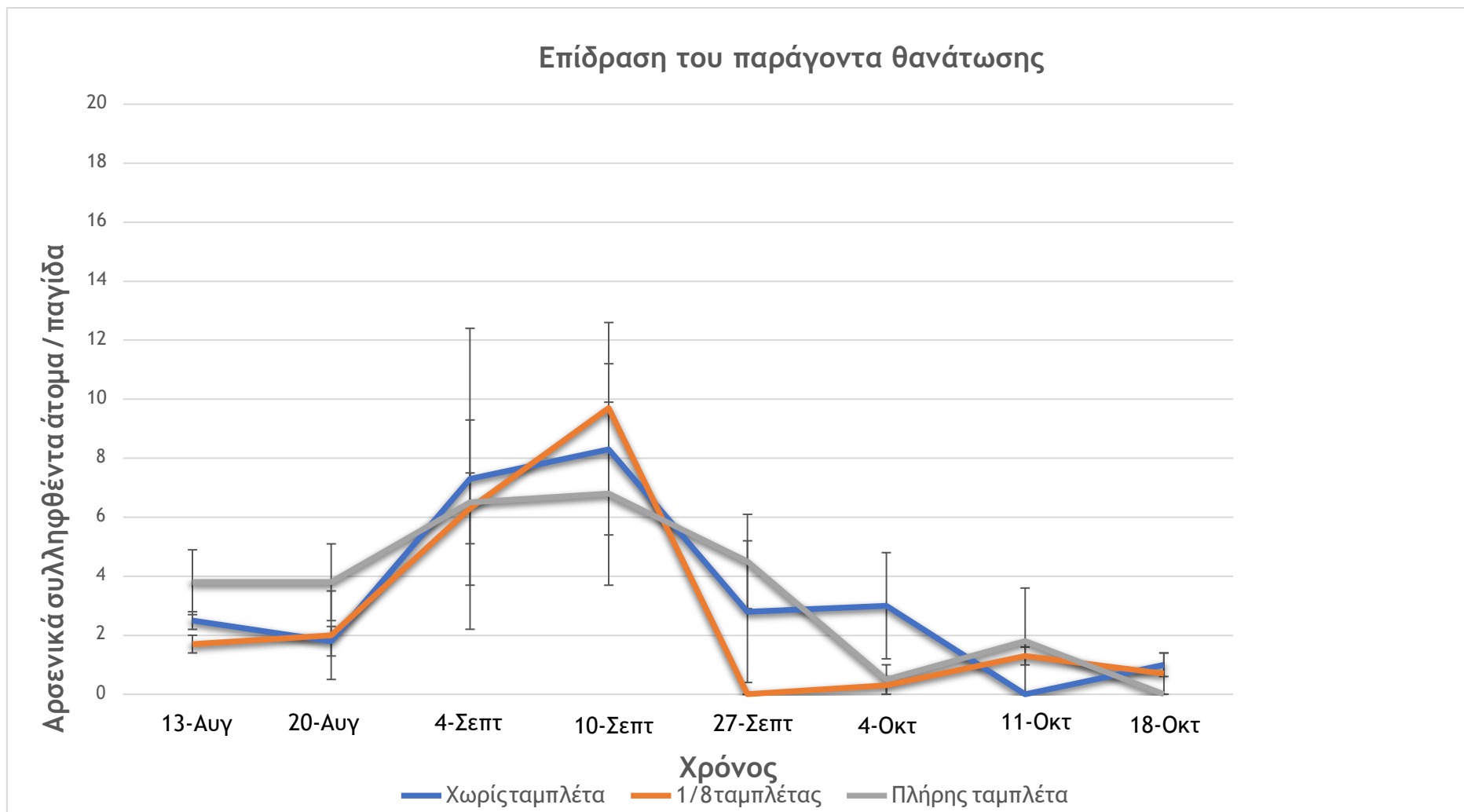
Τα αποτελέσματα των συλλήψεων των ενηλικών αρσενικών της κάμπιας του πεύκου *T. pityocampa* ανά παγίδα για τις τρεις επεμβάσεις, ανά ημερομηνία ελέγχου και ανά μήνα φαίνονται στον Πίνακα 2 και στο Διάγραμμα 2. Μεταξύ των μεταχειρίσεων (απουσία ταμπλέτας, πλήρης ταμπλέτα, 1/8 ταμπλέτας), δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Πίνακας 2).

Οι πρώτες συλλήψεις στις παγίδες πραγματοποιήθηκαν στα μέσα Αυγούστου (13/8) ενώ ελάχιστα ενήλικα καταγράφηκαν έως τα μέσα Οκτωβρίου (18/10) (Πίνακας 2, Διάγραμμα 2). Πιο συγκεκριμένα στις παγίδες όπου απουσίαζε η ταμπλέτα οι πρώτες συλλήψεις κυμάνθηκαν από 2,5 ενήλικα/παγίδα στα μέσα Αυγούστου έως 1,8 ενήλικα/παγίδα στα τέλη του ίδιου μήνα. Οι περισσότερες συλλήψεις σημειώθηκαν στις αρχές και στα μέσα Σεπτεμβρίου (7,2 ενήλικα/παγίδα και 8,3 ενήλικα/παγίδα αντίστοιχα), ενώ τα ποσοστά στα τέλη Σεπτεμβρίου παρουσίασαν μια εμφανή μείωση (2,8 ενήλικα/παγίδα). Οι μετρήσεις στα μέσα και στα τέλη του μήνα Οκτωβρίου ήταν σχετικά χαμηλές. Οι συλλήψεις που πραγματοποιήθηκαν στις παγίδες οι οποίες περιείχαν το 1/8 της ταμπλέτας αλλά και στις παγίδες στις οποίες τοποθετήθηκε ολόκληρη η ταμπλέτα, ακολούθησαν μια παρόμοια πορεία. Για τις παγίδες που περιείχαν το 1/8 της ταμπλέτας στις 13-Αυγούστου οι συλλήψεις ήταν 1,7 ενήλικα/παγίδα ενώ στις 20-Αυγούστου αυξήθηκαν ελάχιστα στα 2,0 ενήλικα/παγίδα. Ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων παρατηρήθηκε στις αρχές (4/9) και στα μέσα Σεπτεμβρίου (10/9) και ήταν 6,3% και 9,7% αντίστοιχα. Από την επόμενη κιόλας καταμέτρηση (27/9) σημειώθηκε μια ραγδαία μείωση στις συλλήψεις (0 ενήλικα/παγίδα). Οι συλλήψεις αυξήθηκαν ελάχιστα τον μήνα Οκτώβριο αλλά δεν ξεπέρασαν τα 1,3 ενήλικα/παγίδα. Για τις παγίδες οι οποίες περιείχαν ολόκληρη την ταμπλέτα οι συλλήψεις των ενηλικών αρσενικών ατόμων στις 13 Αυγούστου και 20 Αυγούστου ήταν ήδη σχετικά υψηλές σε σχέση με τις δύο προηγούμενες μεταχειρίσεις (3,8 ενήλικα/παγίδα). Ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων παρατηρήθηκε στις αρχές (4/9) καθώς και στα μέσα Σεπτεμβρίου (10/9) οι συλλήψεις των οποίων κυμάνθηκαν από 6,5 ενήλικα/παγίδα έως 6,8 ενήλικα/παγίδα αντίστοιχα. Στα τέλη του ίδιου μήνα καταγράφηκε μια μικρή μείωση (4,5

ενήλικα/παγίδα). Οι συλλήψεις μειώθηκαν αρκετά τον μήνα Οκτώβριο και δεν
ξεπέρασαν τα 1,8 ενήλικα/παγίδα.

Πίνακας 2. Μέσος αριθμός συλλήψεων ενήλικων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου (*Thaumetopoea pityocampa*, Lepidoptera: Thaumetopoeidae) ανά παγίδα για τρεις παράγοντες θανάτωσης (χωρίς ταμπλέτα, 1/8 ταμπλέτας και πλήρης ταμπλέτα Varona).

Μεταχείριση	Ημερομηνίες συλλήψεων ενήλικων αρσενικών ατόμων							
	13.8.2015	20.8.2015	4.9.2015	10.9.2015	27.9.2015	4.10.2015	11.10.2015	18.10.2015
Χωρίς ταμπλέτα	2,5 ± 0,3	1,8 ± 0,5	7,3 ± 5,1	8,3 ± 2,9	2,8 ± 2,4	3,0 ± 1,8	0,0 ± 0,0	1,0 ± 0,4
1/8 Ταμπλέτας	1,7 ± 0,3	2,0 ± 1,5	6,3 ± 1,2	9,7 ± 2,9	0,0 ± 0,0	0,3 ± 0,3	1,3 ± 0,3	0,7 ± 0,7
Πλήρης Ταμπλέτα	3,8 ± 1,1	3,8 ± 1,3	6,5 ± 2,8	6,8 ± 3,1	4,5 ± 1,6	0,5 ± 0,5	1,8 ± 0,8	0,0 ± 0,0
F	1,9	1,0	<0,1	0,2	1,4	1,6	3,6	1,8
P	0,212	0,397	0,983	0,810	0,302	0,257	0,079	0,232



Διάγραμμα 2: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου (*Thaumetopoea pityocampa*, Lepidoptera: Thaumetopoeidae) ανά παγίδα για τρεις παράγοντες θανάτωσης (χωρίς ταμπλέτα, 1/8 ταμπλέτας και πλήρης ταμπλέτα *Varona*).

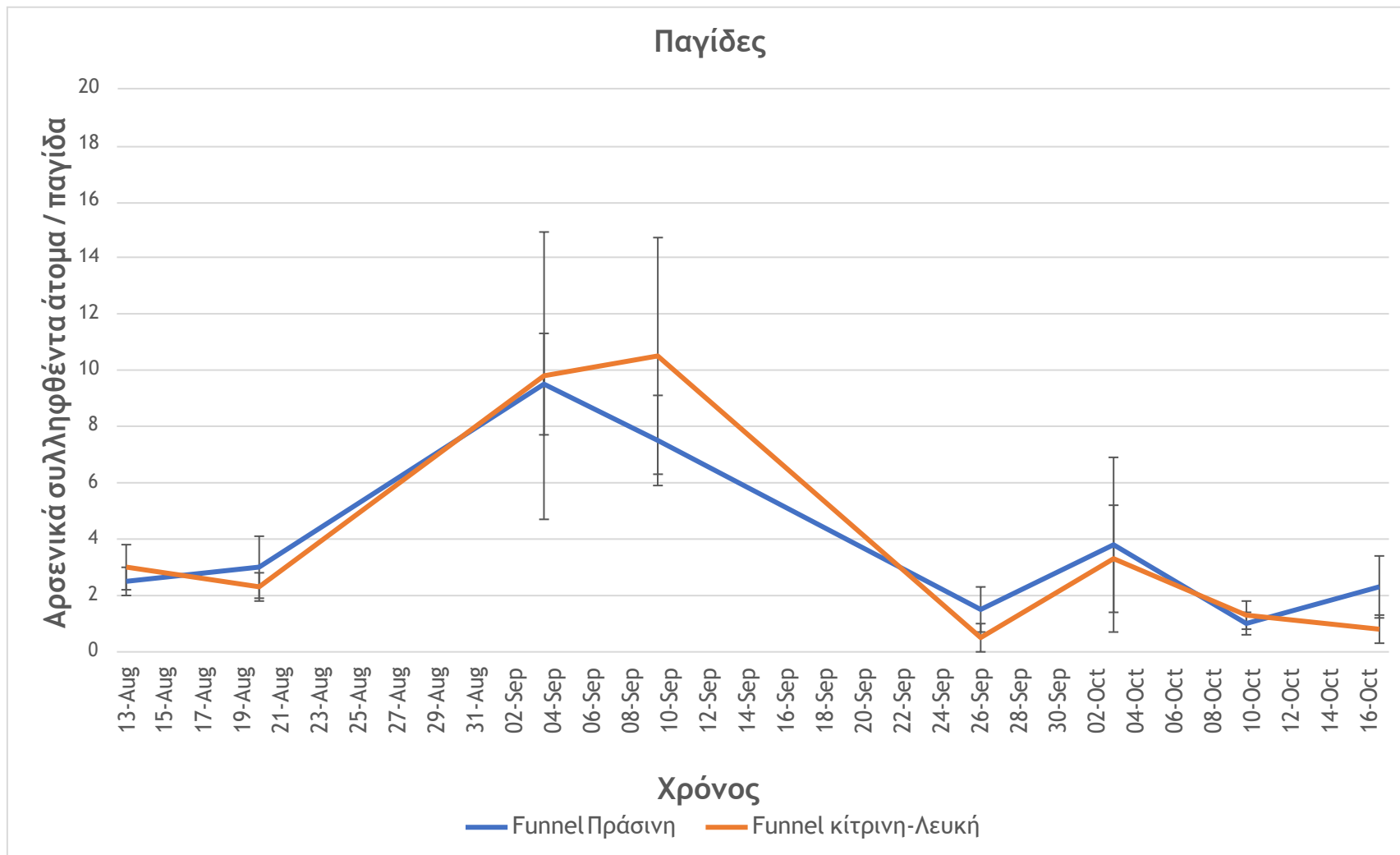
4.1.3 Σύγκριση παγίδων

Τα αποτελέσματα των συλλήψεων των ενήλικων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου *T. pityocampa* για τους δύο τύπους παγίδων, ανά ημερομηνία ελέγχου και ανά μήνα φαίνονται στον Πίνακα 3 και στο Διάγραμμα 3. Μεταξύ των μεταχειρίσεων (πράσινη παγίδα funnel και παγίδα funnel με άσπρο πάτο) δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Πίνακας 3).

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 και στο Διάγραμμα 3 κατά την έναρξη των συλλήψεων στις 13-Αυγούστου στις παγίδες τύπου πράσινες funnel οι συλλήψεις των ενήλικων ατόμων τους είδους *T. pityocampa* μετρήθηκαν να είναι 2,5 ενήλικα/παγίδα. Στα τέλη του ίδιου μήνα οι συλλήψεις αυξήθηκαν στα 3 ενήλικα/παγίδα ενώ οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στις 4-Σεπτεμβρίου (9,5 ενήλικα/παγίδα). Από τα μέσα Σεπτεμβρίου και ύστερα οι συλλήψεις ξεκίνησαν να μειώνονται (7,5 ενήλικα/παγίδα). Στα τέλη Σεπτεμβρίου οι συλλήψεις ήταν εξαιρετικά χαμηλές (1,5 ενήλικα/παγίδα), ενώ αυξήθηκαν ελάχιστα στις αρχές του Οκτώβρη (3,8 ενήλικα/παγίδα). Οι τελευταίες μετρήσεις πάρθηκαν στις 18 Οκτωβρίου και φάνηκε πλησιάζουν τις αρχικές μετρήσεις φτάνοντας μόλις τα 2,3 ενήλικα/παγίδα. Όσον αφορά τις παγίδες τύπου funnel με λευκό πάτο, οι μετρήσεις των συλλήψεων το μήνα Αύγουστο ήταν χαμηλές. Στις αρχές του μήνα Σεπτεμβρίου αυξήθηκαν στα 9,8 ενήλικα/παγίδα ενώ στις 10-Σεπτεμβρίου παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές (10,5 ενήλικα/παγίδα). Από τα τέλη του ίδιου μήνα κιόλας οι συλλήψεις μειώθηκαν ραγδαία (0,5 ενήλικα/παγίδα). Μια σημαντική άνοδος στα συλληφθέντα ενήλικα παρατηρήθηκε στις 4 Οκτωβρίου (3,3 ενήλικα/παγίδα) ενώ στις τελευταίες μετρήσεις (18/10) οι συλλήψεις δεν ξεπέρασαν τα 0,8 ενήλικα/παγίδα.

Διάγραμμα 3: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενήλικων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου (*Thaumetoroea pityocampa*, Lepidoptera: Thaumetoroeidae) ανά παγίδα για τρεις τύπους παγίδων (Funnel πράσινη και Funnel κίτρινη-λευκή).

Μεταχείριση	Ημερομηνίες συλλήψεων ενήλικων αρσενικών ατόμων							
	13.8.2015	20.8.2015	4.9.2015	10.9.2015	27.9.2015	4.10.2015	11.10.2015	18.10.2015
Funnel Πράσινη	2,5 ± 0,5	3,0 ± 1,1	9,5 ± 1,8	7,5 ± 1,6	1,5 ± 0,8	3,8 ± 3,1	1,0 ± 0,4	2,3 ± 1,1
Funnel Κίτρινη-Λευκή	3,0 ± 0,8	2,3 ± 0,5	9,8 ± 5,1	10,5 ± 4,2	0,5 ± 0,5	3,3 ± 1,9	1,3 ± 0,5	0,8 ± 0,5
F	1,0	0,4	1,7	3,9	0,7	0,2	<0,1	1,1
P	0,411	0,666	0,250	0,059	0,540	0,806	0,969	0,387



Διάγραμμα 3: Μέσος αριθμός συλλήψεων ενηλίκων αρσενικών της κάμπιας του πεύκου (*Thaumetopora pityocampa*, Lepidoptera: Thaumetopoeidae) ανά παγίδα για τρεις τύπους παγίδων (*Funnel* πράσινη και *Funnel* κίτρινη-λευκή).

5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η *T. pityocampa* αποτελεί το σημαντικότερο εντομολογικό εχθρό των πεύκων, καθώς προκαλεί μείωση της ετήσιας ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας. Κάτι τέτοιο έχει ως αποτέλεσμα την ευαισθησία των δέντρων σε άλλους εντομολογικούς εχθρούς ενώ ταυτόχρονα τα φυτά καταπονούνται ευκολότερα όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες ή λειψυδρία (Arnaldo *et al.*, 2005; Auger-Rozenberg *et al.*, 2015; Lombardero *et al.*, 2016). Τα αποφυλλωμένα δέντρα μικρής ηλικίας αναπτύσσονται κατά μέσο όρο κατά το ήμισυ σε σχέση τα μη αποφυλλωμένα φυτά. Τα ενήλικα δένδρα με μειωμένη φυλλική επιφάνεια παράγουν 50% λιγότερους σπόρους και έχουν σπόρους σχεδόν 40% ελαφρύτερους απ' ό,τι τα δένδρα με κανονική φυλλική επιφάνεια. Είναι γνωστό ότι η υψηλή παραγωγή σπόρων είναι ζωτικής σημασίας για την αναγέννηση των δασών. Με βάση τα παραπάνω καταλαβαίνει κανείς ότι η παραγωγή σπόρων είναι χαμηλή ενώ η ζημία αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον (Hódar *et al.*, 2003; Reich *et al.*, 1994). Ακόμη τα τριχίδια στην ράχη τους αποτελούνται από αλλεργιογόνες ουσίες για τον άνθρωπο προκαλώντας εξανθήματα και κνησμό (Moneo *et al.*, 2015). Το προνυμφικό στάδιο του εντόμου είναι το πιο επιβλαβές τόσο για τα πεύκα όσο και για τον άνθρωπο (La Fuente, 1999). Η προσβολή των πεύκων ξεκινάει τον Αύγουστο, όπου τα ακμαία έντομα εναποθέτουν τα αυγά τους στη φυλλική επιφάνεια των πεύκων. Ακολουθεί η εκκόλαψη των αυγών μετά από περίπου 45 ημέρες, με την έξοδο των προνυμφών. Ως προνύμφη η πιτυοκάμπη διέρχεται από πέντε στάδια. Στο τελευταίο στάδιο παρατηρούνται οι «ουρές» που σχηματίζονται στο έδαφος αναζητώντας κατάλληλο σημείο εντός του οποίου θα εισχωρήσουν κατά το στάδιο της νύμφωσης. Με την ολοκλήρωση της νύμφωσης εξέρχονται τα ακμαία έντομα (Santos *et al.*, 2011). Λόγω της ύπαρξης μιας γενιάς ανά έτος, η αντιμετώπιση είναι πολύ εύκολη και δε χρειάζεται να προηγηθεί η διάγνωση της προσβολής. Παρ' όλα αυτά η βιολογική καταπολέμηση του εντόμου επιβάλλεται καθώς τα πεύκα τα οποία είναι αναγκαίο να προστατευτούν, εστιάζονται κυρίως σε κατοικημένες περιοχές, οπότε κρίνεται απαγορευτική η χρήση χημικών φυτοφαρμάκων. Βέβαια υπάρχουν και χημικά σκευάσματα φιλικά προς τον άνθρωπο, κυρίως πυρεθροειδή, ενώ ανάμεσα στα

βιολογικά σκευάσματα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τα πιο οικονομικά και με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, είναι αυτά του *Bacillus thuringiensis* (Diaz, 2005). Έτσι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή ασχολείται με την εύρεση αξιόπιστων τρόπων ελέγχου του είδους *T. pityocampa*, επιδιώκοντας να συμβάλλει ενεργά στον περιορισμό του πληθυσμού του εντομολογικού αυτού εχθρού.

Τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες επιδιώκουν να κατανοήσουν επαρκώς το βιολογικό κύκλο της κάμπιας του πεύκου αλλά και τις αιτίες εξάπλωσής του εντόμου στις διάφορες περιοχές της Ευρώπης. Επί παραδείγματι οι Colacci *et al.* (2017) σε πείραμα που διεξήγαγαν σε πειραματικές περιοχές της Ιταλίας μελέτησαν τη μαζική παγίδευση των ενηλίκων εντόμων της κάμπιας του πεύκου με τη βοήθεια φερομονικών παγίδων τύπου funnel. Για το έτος 2015 η παγίδευση των πρώτων ενηλίκων εντόμων πραγματοποιήθηκε την πρώτη εβδομάδα Ιουλίου ενώ η περίοδος πτήσεων διήρκησε έως τις αρχές του μήνα Σεπτέμβρη. Οι υψηλότεροι πληθυσμοί καταγράφηκαν στις Αρχές Αυγούστου. Το 2016 το πείραμα συνεχίστηκε και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι πτήσεις των πρώτων ενηλίκων έλαβαν χώρα από τα μέσα Ιουλίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου. Στο δικό μας πείραμα, χρησιμοποιήθηκαν φερομονικές παγίδες τύπου funnel πράσινες και funnel κίτρινες με άσπρο το κατώτερο τους μέρος, τα αποτελέσματα παρουσίασαν ορισμένες διαφορές. Η πρώτη παγίδευση πραγματοποιήθηκε τη 2^η εβδομάδα του Ιουλίου ενώ το τέλος των συλλήψεων σημειώθηκε τη 2^η εβδομάδα Οκτωβρίου. Στις πράσινες παγίδες τύπου funnel μάλιστα παρατηρήθηκαν υψηλότεροι πληθυσμοί (2,3 ενήλικα/παγίδα) σε σύγκριση με τις κίτρινες παγίδες funnel με λευκό πάτο (0,8 ενήλικα/παγίδα). Το μέγιστο των πληθυσμών καταγράφηκε στις αρχές Σεπτεμβρίου. Μελέτες υποστηρίζουν ότι η κλιματική αλλαγή είναι αυτή που έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την εξάπλωση του συγκεκριμένου εντόμου σε διάφορες μεσογειακές περιοχές όπως η βόρεια Ιταλία, η κεντρική και ανατολική Γαλλία, η νότια Ισπανία αλλά και σε περιοχές της Βόρειας Αφρικής (Battisti *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2015; Robinet *et al.*, 2010). Κάτι τέτοιο συμβαίνει καθώς η άνοδος των θερμοκρασιών δίνει τη δυνατότητα στο συγκεκριμένο είδος να τραφεί ακόμη και τους χειμερινούς μήνες (ήπιοι χειμώνες) και συνεπώς να αναπτυχθεί σε περιοχές όπου δεν είχε τη δυνατότητα να επιβιώσει πρωτότερα. Άλλωστε η κάμπια του πεύκου είναι γνωστό ότι ανήκει στους

οργανισμούς των οποίων οι γεωγραφικές περιοχές επιβίωσης καθορίζονται από τη θερμοκρασία (Battisti *et al.*, 2005; Buffo *et al.*, 2007).

Εστιάζοντας συγκεκριμένα στην παρεμπόδιση του ζευγαρώματος με τη χρήση φερομονικών παγίδων, απώτερος σκοπός είναι η εύρεση του αποτελεσματικότερου τρόπου καταπολέμησης του αλλά και η δυνατότητα έγκαιρης εφαρμογής μέτρων πρόληψης. Τα τελευταία 20 χρόνια έχει διεξαχθεί πλήθος μελετών, οι οποίες αφορούν στην προσέλκυση των ενηλίκων εντόμων της τάξης των Λεπιδοπτέρων (Andreadis *et al.*, 2014). Για παράδειγμα, οι Kim *et al.* (2016) χρησιμοποίησαν φερομονικές παγίδες (με δυαδικό μίγμα φερομονών 1:9 Z9-14OH και Z9,E12-14OH) ενάντια στα είδη *Euzophera batangensis* (Lepidoptera: Pyralidae) και *Athetis dissimilis* (Lepidoptera: Noctuidae) καταφέροντας να καταγράψουν τις περιόδους πτήσης των συγκεκριμένων εντόμων. Οι (Athanasίου *et al.*, 2016) με τη σειρά τους εφάρμοσαν την παρεμπόδιση της σύζευξης στο είδος *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) για ένα αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα (2010 – 2015). Οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι οι πληθυσμοί των ενήλικων αρσενικών εντόμων μειώθηκαν σε μεγάλο βαθμό στις περιοχές όπου τοποθετήθηκαν οι φερομονικές παγίδες. Παρ' όλα αυτά μεγάλη σημασία είχε το γεγονός ότι μια χρονιά πριν το πέρας του πειράματος (2014), πληθυσμοί του εντόμου *E. kuehniella* βρέθηκαν να αναπτύσσονται σε γειτονικές περιοχές όπου δεν προϋπήρχαν άτομα του συγκεκριμένου είδους ή οι πληθυσμοί τους ήταν εξαιρετικά χαμηλοί. Καταλαβαίνει λοιπόν κανείς ότι παρά το γεγονός ότι η επαναλαμβανόμενη χρήση φερομονικών παγίδων σε μια περιοχή αποτελεί ένα αξιόπιστο μέτρο περιορισμού των ανεπιθύμητων εντομολογικών προσβολών, οι πληθυσμοί είναι δυνατόν να μεταναστεύσουν σε γειτονικές περιοχές. Στο πείραμα της δικής μας μεταπτυχιακής διατριβής, το οποίο διήρκησε για έναν βιολογικό κύκλο του εντόμου *T. pityocampa*, χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές φερομόνες (από τις εταιρίες Novagric και Agrisense, αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το είδος της φερομόνης δεν επηρέασε ιδιαίτερα τις συλλήψεις, ενώ οι συλλήψεις των ενηλίκων ατόμων σε κάθε παγίδα ήταν ικανοποιητικές και για τους δύο τύπους φερομόνης. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο, καθ' όσον και οι δύο εμπορικοί τύποι φερομόνης έχουν την ίδια ποσότητα φερομόνης. Παρόλα αυτά, υπάρχουν περιπτώσεις όπου παρόμοια ποσά

φερομόνης του είδους αυτού δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα (Colacci et al., 2017), γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στο μικροκλίμα και στον τρόπο τοποθέτησης της παγίδας.

Επιπλέον ένα από τα πειράματα της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής ασχολήθηκε με την καταπολέμηση – θανάτωση των ενήλικων ατόμων του είδους *T. pityocampa*. Συγκεκριμένα για τη διεκπεραίωση του πειράματος ως παράγοντας θανάτωσης χρησιμοποιήθηκαν οι εμπορικές ταμπλέτες varona οι οποίες περιέχουν την εντομοκτόνο ουσία dichlorvos (Bayer healthcare LLC et al., 2019). Το dichlorvos ανήκει στην ευρύτερη ομάδα των οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων και χρησιμοποιείται ως γεωργικό εντομοκτόνο σε καλλιέργειες, αποθηκευμένα προϊόντα και ζώα. Ενώ εφαρμόζεται επίσης σε κατοικίες ως εντομοκτόνο για βραδείας απελευθέρωσης για τον έλεγχο παρασίτων (EPA, 2000). Τα αποτελέσματα του πειράματος μας έδειξαν ότι στις παγίδες όπου τοποθετήθηκαν οι ταμπλέτες τα επίπεδα συλλήψεων και ταυτόχρονα θανάτωσης των ενήλικων ατόμων του είδους *T. pityocampa* ήταν ικανοποιητικά υψηλά από τις αρχές έως τα μέσα Σεπτεμβρίου. Αντίστοιχα οι Green et al. (1968) χρησιμοποίησαν το dichlorvos για την καταπολέμηση του είδους *Ephestia elutella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), ενώ οι Kane et al. (1977) και οι Sømme (1968) χρησιμοποίησαν την ίδια ουσία για τον έλεγχο των πληθυσμών του είδους *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Phycitidae). Τέλος οι Conway (1966) αναφέρεται ότι εφάρμοσαν το dichlorvos κατά των εντόμων του είδους *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera, Phycitidae). Συνεπώς η συγκεκριμένη εντομοκτόνου ουσία φαίνεται να είναι αποτελεσματική έναντι των εντόμων της τάξης των Λεπιδοπτερών. Γενικά, ο παράγοντας θανάτωσης δεν φαίνεται να έχει κάποια αρνητική επίδραση στην δυνατότητα των παγίδων να συλλαμβάνουν τα ενήλικα αρσενικά του *T. pityocampa*, δηλ. δεν βρέθηκε κάποια απωθητική δράση. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται εμμέσως και από το γεγονός ότι σε αυτή την πειραματική ενότητα, οι συλλήψεις ήταν αντίστοιχες με αυτές των άλλων πειραματικών ενοτήτων, σε όλη τη διάρκεια της περιόδου.

Διάφορα πειράματα έχουν εμβαθύνει σε επιπλέον παράγοντες που είναι δυνατόν να επηρεάσουν τον αριθμό των συλληφθέντων εντόμων σε κάθε παγίδα. Πιο συγκεκριμένα οι Jactel et al. (2006) βρήκαν ότι τα έντομα με μεγάλο άνοιγμα

πτερύγων παγιδεύονται σε μεγαλύτερα ποσοστά σε παγίδες οι οποίες φέρουν μεγαλύτερα ανοίγματα. Το είδος *T. pityocampa* για παράδειγμα έχει άνοιγμα φτερών περίπου 3cm. Οι Houseweart *et al.* (1981) ασχολήθηκαν με την χρήση φερομονικών παγίδων έναντι των αρσενικών εντόμων του είδους *Choristoneura fumiferana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae) και διαπίστωσαν ότι με το πέρασ των ημερών ο αριθμός των σκώρων που παγιδεύονταν στις παγίδες μειώνονταν. Επί παραδείγματι σε παγίδες 2, 10 και 16 ημερών ο αριθμός των συλληφθέντων σκώρων μειώθηκε κατά μέσο όρο 5,4%, 28% και 27% αντίστοιχα. Ομοίως οι Jactel *et al.* (2006) υποστηρίζουν ότι ένας τρόπος ώστε οι παγίδες να είναι αποτελεσματικότερες είναι ο τακτικός καθαρισμός τους από τα παγιδευμένα έντομα. Με την αφαίρεση των εντόμων από το εσωτερικό των παγίδων απελευθερώνεται χώρος ενώ ταυτόχρονα αποτρέπει το γεγονός της δημιουργίας οσμών οι οποίες θα απωθήσουν άλλα έντομα να προσγειωθούν στις παγίδες. Τέλος ακόμη και η περιοχή τοποθέτησης των παγίδων παίζει σημαντικό ρόλο. Παλαιότερα πειράματα είχαν δείξει ότι τα ενήλικα αρσενικά έντομα της κάμπιας του πεύκου προτιμούν να πετούν πάνω από τις κορυφές των δέντρων και συνεπώς η εφαρμογή των φερομονών θα πρέπει να γίνεται στο ψηλότερο σημείο των δέντρων (Breuer *et al.*, 2003; Démolin, 1969). Κάτι τέτοιο όμως είναι δύσκολο να εφαρμοσθεί σε δέντρα μεγάλου ύψους. Οι (Jactel *et al.*, 2006) μέσω των πειραμάτων τους βρήκαν ότι παγίδες οι οποίες παρεμποδίζουν τη σύζευξη του είδους *T. pityocampa* είναι δυνατόν να καταστούν αποτελεσματικές ακόμη και αν τοποθετηθούν σε ύψος 1,5 m από το έδαφος.

Τα δεδομένα μας δείχνουν ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους τύπους παγίδων που εξετάστηκαν, καθώς και ότι οι συλλήψεις ήταν αντίστοιχες και στους δύο τύπους funnel. Αυτό πιθανόν να οφείλεται και στο γεγονός ότι οι συλλήψεις ήταν γενικά χαμηλές κατά τη διάρκεια της δειγματοληπτικής περιόδου. Αντιθέτως, σε μεγαλύτερα ποσοστά των συλλήψεων, οι Athanassiou *et al.* (2007) ανέφεραν ότι υπήρξαν κάποιες διαφορές σε κάποιες παγίδες funnel με συγκεκριμένα χρώματα, σε σχέση με άλλες. Η πιθανή διαφορετική ανταπόκριση των ενηλίκων ενός νυκτόβιου είδους σε παγίδες με διαφορετικό χρωματισμό θα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω.

Συνοψίζοντας όσον αφορά τα πειράματα τα οποία έλαβαν χώρα στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή, οι μετρήσεις έδειξαν ότι το μέγιστο των πτήσεων στην περιοχή του Λόφου της Γορίτσας συμβαίνει τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου, ενώ οι πτήσης των ενήλικων εντόμων του είδους *T. pityocampa* πραγματοποιούνται από τη 2^η εβδομάδα του Αυγούστου έως την 3^η εβδομάδα του Οκτωβρίου. Πιο συγκεκριμένα στο πείραμα όπου χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά είδη φερομονών (των εταιριών Novagrica και Agrisense) την περίοδο των μέγιστων συλλήψεων καταγράφηκαν $6,5 \pm 3,5$ ενήλικα/παγίδα για την φερομόνη 1 (Novagrica) και $11,4 \pm 4,1$ ενήλικα/παγίδα για τη φερομόνη 2 (Agrisense), ενώ δεν καταγράφηκαν σημαντικώς στατιστικές διαφορές μεταξύ των δύο τύπων φερομονών. Όσον αφορά το πείραμα το οποίο περιλάμβανε δύο διαφορετικούς παράγοντες θανάτωσης αλλά και παγίδες με απουσία παράγοντα θανάτωσης, την περίοδο των μέγιστων συλλήψεων καταγράφηκαν $6,8 \pm 3,1$ ενήλικα/παγίδα στις παγίδες οι οποίες περιείχαν ως παράγοντα θανάτωσης ολόκληρη την ταμπλέτα ναρονα, $9,7 \pm 2,9$ ενήλικα/παγίδα στις παγίδες οι οποίες περιείχαν ως παράγοντα θανάτωσης 1/8 της ταμπλέτας ναρονα ενώ τέλος στις παγίδες όπου απουσίαζε ο παράγοντας θανάτωσης καταγράφηκαν $8,3 \pm 2,9$ ενήλικα/παγίδα. Μεταξύ των παραγόντων θανάτωσης δεν καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Στο τρίτο πείραμα το οποίο ασχολήθηκε με τη σύγκριση δύο διαφορετικών παγίδων τύπου funnel βρέθηκε ότι τόσο την 1^η όσο και τη δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου καταγράφηκαν υψηλές συλλήψεις ενήλικων εντόμων ανά παγίδα. Συγκεκριμένα την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου στις πράσινες παγίδες τύπου funnel καταγράφηκαν $9,5 \pm 1,8$ ενήλικα/παγίδα και στις κίτρινες παγίδες τύπου funnel με λευκό πάτο $9,8 \pm 5,1$. Τη δεύτερη εβδομάδα του ίδιου μήνα στις πράσινες παγίδες τύπου funnel καταγράφηκαν $7,5 \pm 1,6$ και στις κίτρινες παγίδες τύπου funnel με λευκό πάτο $10,5 \pm 4,2$. Μεταξύ των δύο ειδών παγίδων είναι εμφανές ότι δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματά της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής μας δίνουν σημαντικά στοιχεία για τις δυνατότητες που έχουν οι διάφοροι τύποι παγίδων και τα είδη των φερομονών που εισάγονται στο εσωτερικό αυτών στις συλλήψεις των ενηλίκων αρσενικών ατόμων της κάμπιας του πεύκου. Ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιείται μια αξιολόγηση του παράγοντα θανάτωσης των εμπορικών ταμπλετών ναρονα οι οποίες περιέχουν το εντομοκτόνο dichlorvos και η οποία αποσκοπεί στη διαχείριση του πληθυσμού του είδους *T. pityocampa*, μετά από εφαρμογή σε προαστιακές περιοχές. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μέτρα **πρόληψης** μέσω της **έγκαιρης** εφαρμογής τους, αλλά και ως μέτρα **αντιμετώπισης** του εντομολογικού εχθρού.

Μελλοντικά ως συνέχεια των πειραμάτων της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής, θα μπορούσε να εφαρμοσθεί η παρακολούθηση των αριθμών των κουκουλιών που δημιουργούνται τους μήνες μετά τις συλλήψεις των ενηλίκων αρσενικών εντόμων στις παγίδες αλλά και η εκ νέου παρακολούθηση των ενηλίκων. Ουσιαστικά αυτό που προτείνουμε είναι η μεγαλύτερη διάρκεια του πειράματος (δύο ή και περισσότεροι βιολογικοί κύκλοι του εντόμου) ώστε τα αποτελέσματα να φέρουν ακόμη μεγαλύτερη αξιοπιστία. Η εργασία αυτή συμβάλλει προς την κατεύθυνση της διαχείρισης των συστημάτων παγίδευσης για την αντιμετώπιση της κάμπιας του πεύκου, στο αστικό και το περιαστικό περιβάλλον.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1 Ξενόγλωσσες βιβλιογραφικές πηγές

- Alissandrakis, E., Tarantilis, P. A., Harizanis, P. C., & Polissiou, M. (2007). Comparison of the volatile composition in thyme honeys from several origins in Greece. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(20), 8152-8157.
- Andreadis, S. S., Milonas, P. G., & Michaelakis, A. (2014). Applications of sex pheromones for pest control: the use of mating disruption technique in Greece from 1986 to 2011. *IOBC-WPRS Bulletin*, 99, 69-73.
- Aparicio, V. F., Remón, L. Z., Lebreros, E. A., Juan, M., & Zavala, B. B. (2006). Allergy to pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*) in children. *Allergologia et Immunopathologia*, 34(2), 59-63.
- Arnaldo, P. S., & Torres, L. M. (2005). Spatial distribution and sampling of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & schiff.)(Lep. thaumetopoeidea) populations on *Pinus pinaster* ait. in montesinho, N. Portugal. *Forest ecology and management*, 210(1-3), 1-7.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Gakis, S. F., Kyrtsa, L. A., Mazomenos, B. E., & 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(2), 117-123.
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Sciarretta, A., & Trematerra, P. (2016). Mating disruption of *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) in a storage facility: Spatio-temporal distribution changed after long-term application. *Journal of Stored Products Research*, 67, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jspr.2016.01.001>
- Auger-Rozenberg, M.-A., Barbaro, L., Battisti, A., Blache, S., Charbonnier, Y., Denux, O., . . . Kerdelhué, C. (2015). Ecological responses of parasitoids, predators and associated insect communities to the climate-driven expansion of the pine processionary moth *Processionary moths and climate change: an update* (pp. 311-357): Springer.
- Barres, B., Dutech, C., Andrieux, A., Caron, H., Pinon, J., & Frey, P. (2006). Isolation and characterization of 15 microsatellite loci in the poplar rust fungus, *Melampsora larici-populina*, and cross-amplification in related species. *Molecular Ecology Notes*, 6(1), 60-64.
- Battisti, A., Stastny, M., Netherer, S., Robinet, C., Schopf, A., Roques, A., & Larsson, S. (2005). Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. *Ecological applications*, 15(6), 2084-2096.
- Bayer healthcare LLC, & Division, A. H. (2019). Vapona Concentrate Insecticide. Retrieved from <https://www.drugs.com/vet/vapona-concentrate-insecticide.html>
- Breuer, M., Kontzog, H.-G., Guerrero, A., Camps, F., & De Loof, A. (2003). Field trials with the synthetic sex pheromone of the oak processionary moth *Thaumetopoea processionea*. *Journal of Chemical Ecology*, 29(11), 2461-2468.

- Buffo, E., Battisti, A., Stastny, M., & Larsson, S. (2007). Temperature as a predictor of survival of the pine processionary moth in the Italian Alps. *Agricultural and Forest Entomology*, 9(1), 65-72.
- Cadahía, D., Enriquez, L., & Sanchez, A. (1975). Attraction sexuelle chez *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. *Boletín del Servicio de Defensa contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 1, 1-11.
- Chenchouni, H., Zanati, K., Rezougui, A., Briki, A., & Arar, A. (2010). Population monitoring of pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*) by pheromone trapping at the southern limit of distribution of *Pinus halepensis* in Eastern Algeria. *Forest Science and Technology*, 6(2), 67-79.
- Colacci, M., Kavallieratos, N. G., Athanassiou, C. G., Boukouvala, M. C., Rumbos, C. I., Kontodimas, D. C., . . . Gálvez-Settier, S. (2017). Management of the pine processionary moth, *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera: Thaumetopoeidae), in urban and suburban areas: trials with trunk barrier and adhesive barrier trap devices. *Journal of Economic Entomology*, 111(1), 227-238.
- Conway, J. (1966). The control of *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera, Phycitidae) in bulk meal bins using dichlorvos slow release PVC strips. *Journal of Stored Products Research*, 1(4), 381-383.
doi:[https://doi.org/10.1016/0022-474X\(66\)90033-6](https://doi.org/10.1016/0022-474X(66)90033-6)
- Cuevas-Glory, L. F., Pino, J. A., Santiago, L. S., & Sauri-Duch, E. (2007). A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 103(3), 1032-1043.
- Dallimore, W., Jackson, A. B., & Harrison, S. G. (1966). A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae. *A handbook of Coniferae and Ginkgoaceae*.(4th ed.(rev.)).
- Démolin, G. (1969). *Comportement des adultes de Thaumetopoea pityocampa Schiff. Dispersion spatiale, importance écologique*. Paper presented at the Annales des Sciences Forestières.
- Diaz, J. H. (2005). The evolving global epidemiology, syndromic classification, management, and prevention of caterpillar envenoming. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 72(3), 347-357.
- EPA, U. S. E. P. A. (2000). *Dichlorvos*.
- google maps (Cartographer). (2017). Δορυφορική απεικόνιση της περιοχής μελέτης - Λόφος Γορίτσας (Μαγνησία, Θεσσαλία, Κεντρική Ελλάδα)
- Green, A. A., Kane, J., Heuser, S. G., & Scudamore, K. A. (1968). Control of *Ephestia elutella* (Hb.) (Lepidoptera, Phycitidae) using dichlorvos in oil. *Journal of Stored Products Research*, 4(1), 69-76.
doi:[https://doi.org/10.1016/0022-474X\(68\)90030-1](https://doi.org/10.1016/0022-474X(68)90030-1)
- Hódar, J. A., Castro, J., & Zamora, R. (2003). Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming. *Biological Conservation*, 110(1), 123-129. doi:[https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00183-0](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00183-0)
- Houri, A., & Doughan, D. (2006). Behaviour patterns of the pine processionary moth (*Thaumetopoea wilkinsoni* Tams; Lepidoptera: Thaumetopoeidae).

- Houseweart, M. W., Jennings, D. T., & Sanders, C. (1981). Variables associated with pheromone traps for monitoring spruce budworm populations (Lepidoptera: Tortricidae). *The Canadian Entomologist*, 113(6), 527-537.
- Jactel, H., Menassieu, P., Vétillard, F., Barthélémy, B., Piou, D., Frérot, B., . . . Battisti, A. (2006). Population monitoring of the pine processionary moth (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) with pheromone-baited traps. *Forest ecology and management*, 235(1-3), 96-106.
- Kane, J., Fishwick, F. B., Green, A. A., & Warre, P. R. (1977). Automatic dispensing of dichlorvos to control *Epehestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera: Phycitidae) in flour mills. *Journal of Stored Products Research*, 13(2), 59-64. doi:[https://doi.org/10.1016/0022-474X\(77\)90059-5](https://doi.org/10.1016/0022-474X(77)90059-5)
- Kim, J., Byun, B.-K., Oh, H.-W., Jang, S. A., & Park, C. G. (2016). *Athetis dissimilis* (Lepidoptera: Noctuidae) is attracted to the sex pheromone of *Euzophera batangensis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 19(3), 841-845. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aspen.2016.07.016>
- Kozár, F., Paloukis, S., & Papadopoulos, N. (1991). New scale insects (Homoptera: Coccoidea) in the Greek entomofauna. *Entomologia Hellenica*, 9, 63-68.
- La Fuente, D. (1999). Allergy to the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*). *Clinical & Experimental Allergy*, 29(10), 1418-1423.
- Langridge, Y., & Dye, D. (1982). A bacterial disease of *Pinus radiata* seedlings caused by *Pseudomonas syringae*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 25(2), 273-276.
- Li, S., Daudin, J.-J., Piou, D., Robinet, C., & Jactel, H. (2015). Periodicity and synchrony of pine processionary moth outbreaks in France. *Forest ecology and management*, 354, 309-317.
- Lombardero, M. J., Ayres, M. P., Bonello, P., Cipollini, D., & Herms, D. A. (2016). Effects of defoliation and site quality on growth and defenses of *Pinus pinaster* and *P. radiata*. *Forest ecology and management*, 382, 39-50.
- Luchi, N., Mancini, V., Feducci, M., Santini, A., & Capretti, P. (2012). *Leptoglossus occidentalis* and *Diplodia pinea*: a new insect-fungus association in Mediterranean forests. *Forest Pathology*, 42(3), 246-251.
- Margaritopoulos, J., Bacandritsos, N., Pekas, A., Stamatis, C., Mamuris, Z., & Tsitsipis, J. (2003). Genetic variation of *Marchalina hellenica* (Hemiptera: Margarodidae) sampled from different hosts and localities in Greece. *Bulletin of entomological research*, 93(5), 447-453.
- Marousis, G. (2012). Μελέτη της βιοοικολογίας του εντόμου *Matsucoccus Josephi* στην Κρήτη.
- Mendel, Z. (1998). Biogeography of *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Matsucoccidae) as related to host resistance in *Pinus brutia* and *Pinus halepensis*. *Canadian Journal of Forest Research*, 28(3), 323-330.
- Moneo, I., Battisti, A., Dufour, B., García-Ortiz, J. C., González-Muñoz, M., Moutou, F., . . . Rodríguez-Mahillo, A.-I. (2015). Medical and veterinary impact of the urticating processionary larvae *Processionary moths and climate change: an update* (pp. 359-410): Springer.

- Panetsos, K., Aravanopoulos, F., & Scaltsoyiannes, A. (1998). Genetic variation of *Pinus brutia* from islands of the northeastern Aegean sea. *Silvae Genetica*, 47(2), 115-119.
- Phillips, D. H., & Burdekin, D. A. (1992). *Diseases of forest and ornamental trees*: Springer.
- Pimentel, C., Calvao, T., Santos, M., Ferreira, C., Neves, M., & Nilsson, J.-Å. (2006). Establishment and expansion of a *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.)(Lep. Notodontidae) population with a shifted life cycle in a production pine forest, Central-Coastal Portugal. *Forest ecology and management*, 233(1), 108-115.
- Plant Parasites of Europe. (2018). Plant Parasites of Europe leafminers, galls and fungi.
- Reich, P., Oleksyn, J., & Tjoelker, M. (1994). Seed mass effects on germination and growth of diverse European Scots pine populations. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(2), 306-320.
- Rizopoulou, S., Georgiou, K., Thanos, K., Meletiou Christou, M. S., Ριζοπούλου, Σ., Γεωργίου, Κ., . . . Μελετίου-Χρήστου, Μ.-Σ. (2015). ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΠΕΥΚΩΝ.
- Robinet, C., Rousselet, J., Goussard, F., Garcia, J., & Roques, A. (2010). Modelling the range expansion with global warming of an urticating moth: a case study from France. *Atlas of biodiversity risk*, 86-87.
- Robredo, F., & Obama, E. (1991). Efficacy trials with cypermethrin and deltamethrin against *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.). *Informe para el Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario*.
- Santos, H., Burban, C., Rousselet, J., Rossi, J. P., Branco, M., & Kerdelhué, C. (2011). Incipient allochronic speciation in the pine processionary moth (*Thaumetopoea pityocampa*, Lepidoptera, Notodontidae). *Journal of Evolutionary Biology*, 24(1), 146-158.
- Sømme, L. (1968). A field trial with dichlorvos vapour for the control of *Epehestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera, Phycitidae) in flour mills. *Journal of Stored Products Research*, 4(3), 275-278. doi:[https://doi.org/10.1016/0022-474X\(68\)90021-0](https://doi.org/10.1016/0022-474X(68)90021-0)
- Vega, J., Vega, J., & Moneo, I. (2011). Skin reactions on exposure to the pine processionary caterpillar (*Thaumetopoea pityocampa*). *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*, 102(9), 658-667.
- Venturini, G. (2018). MONACO NATURE ENCYCLOPEDIA
- Vidaković, M. (1991). *Conifers: morphology and variation*: Grafičko Zavod Hrvatske.
- Williamson, B., Mitchell, C., & Millar, C. (1976). Histochemistry of Corsican Pine Needles Infected by *Lophodermella sulcigena* (Rostr.) v. Höhn. *Annals of Botany*, 40(2), 281-288.

7.2 Ελληνικές βιβλιογραφικές πηγές

- Αραμπατζής, Θ. (1998). Θάμνοι και δέντρα στην Ελλάδα. *Οικολογική Κίνηση Δράμας, ΤΕΙ Καβάλας, Δράμα. Τόμος, 2, 435.*
- Γούναρη, Σ. (2003). ΜΕΛΙΤΟΓΟΝΑ ΕΝΤΟΜΑ ΤΗΣ ΠΕΥΚΗΣ.
- Δαβούτης, Ε. Δ. (2010). Έμπειρο διαγνωστικό σύστημα αναγνώρισης ασθενειών δασικών δένδρων.
- Καϊλίδης, Δ. (1996). Εχθροί των καλλωπιστικών δέντρων και θάμνων. *Εκδόσεις Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη. Σελ, 332.*
- Κωστακιώτης, Β. (2017). Επίδραση εντομοπαθογόνων μυκήτων σε έντομα εχθρούς του αστικού πρασίνου.
- Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο. (2019). Κατευθυντήριες οδηγίες μακροσκοπικών ελέγχων για τη διαπίστωση ή μη του επιβλαβούς οργανισμού *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae).