



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

**ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΗΛΥΚΩΝ ΤΗΣ ΡΑΓΟΛΕΤΙΔΑΣ
ΤΗΣ ΚΕΡΑΣΙΑΣ *RHAGOLETIS CERASI* (DIPTERA: TEPHRITIDAE)
ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΝΥΜΦΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΑΝ ΕΤΗΣΙΑ
ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗ ΔΙΑΠΑΥΣΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΚΟΡΦΙΑΤΗ ΠΑΝΩΡΑΙΑ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΒΟΛΟΣ, 2018

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΗΛΥΚΩΝ ΤΗΣ ΡΑΓΟΛΕΤΙΔΑΣ ΤΗΣ
ΚΕΡΑΣΙΑΣ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΝΥΜΦΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΑΝ
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗ ΔΙΑΠΑΥΣΗ.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΚΟΡΦΙΑΤΗ ΠΑΝΩΡΑΙΑ

Η διατριβή εκπονήθηκε στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας, του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Νικόλαος Παπαδόπουλος (Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εντομολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Μέλος: Δρ. Χρήστος Αθανασίου (Καθηγητής Εντομολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Μέλος: Δρ. Κων/νος Ζάρπας (ΕΔΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

Περιεχόμενα

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
1 Εισαγωγή.....	6
1.1 Η ραγολέτιδα της κερασιάς	6
1.1.1 Δίπτερα.....	6
1.1.2 Συστηματική κατάταξη	6
1.1.3 Περιγραφή.....	7
1.1.4 Βιολογία	11
1.1.5 Ξενιστές	12
1.1.6 Οικονομική σημασία.....	12
1.1.7 Καταπολέμηση.....	12
1.2 Διάπαυση	14
1.2.1 Γενικά για την διάπαυση.....	14
1.2.2 Η διάπαυση του <i>Rhagoletis cerasi</i>	17
1.2.3 Παρατεταμένη διάπαυση	17
1.3 Σκοπός	18
2 Υλικά και Μέθοδοι	19
2.1 Προετοιμασία	20
2.2 Υλικά	23
2.3 Όργανα.....	23
2.4 Πειραματική διαδικασία.....	24
2.5 Σωματομετρία.....	26
2.6 Στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	31
3 Αποτελέσματα.....	31
4 Συζήτηση.....	48
5 Βιβλιογραφία	50
6 Παράρτημα.....	52

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε κάποιους ανθρώπους, χωρίς την συμβολή των οποίων, δεν θα ήταν δυνατή η διεκπόνηση της παρούσας πτυχιακής διατριβής

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον επιβλέποντα Καθηγητή της πτυχιακής μου διατριβής κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο για την ανάθεση του παρόντος θέματος, την σχεδίαση του πειράματος, τη πολύτιμη καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια εκτέλεσης του πειραματικού μέρους καθώς και τις πολύτιμες υποδείξεις, συμβουλές και διορθώσεις κατά την διάρκεια της συγγραφής της διατριβής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Διδάκτορα κ. Κώστα Ζάρπα για την πολύτιμη και συνεχή καθοδήγηση και βοήθεια καθ' όλη την διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος, καθώς και για τις πολύτιμες και συνεχείς συμβουλές και διορθώσεις κατά την διάρκεια συγγραφής της διατριβής μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Χρήστο Αθανασίου για την συμβολή του στην πτυχιακή μου καθώς και την συμμετοχή του στην τριμελή εξεταστική επιτροπή.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καλτσίδου Ζωή-Πολυξένη για την άριστη συνεργασία καθ' όλη την διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος, αλλά και συγγραφής των πτυχιακών μας διατριβών. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω επίσης, στους φίλους μου και κυρίως στην οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη τους καθ' όλη την διάρκεια φοίτησης μου στο Πανεπιστήμιο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ραγολέτιδα της κερασιάς (*Rhagoletis cerasi*) είναι ένα ολιγοφάγο έντομο που ανήκει στην οικογένεια Tephritidae της τάξης των Διπτέρων. Αποτελεί ένα σημαντικό εχθρό των κερασιών, μεγάλης οικονομικής σημασίας ειδικά για την χώρα μας. Η ραγολέτιδα της κερασιάς συμπληρώνει μια γενιά το έτος. Τα ενήλικα εξέρχονται την άνοιξη από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια διάπαυση και ωστοκούν σε ώριμους ή ημιώριμους καρπούς. Οι προνύμφες καταστρέφουν τους καρπούς και αφού ολοκληρώσουν την ανάπτυξη τους εξέρχονται από τους καρπούς, πέφτουν στο έδαφος, νυμφώνονται και εισέρχονται σε διάπαυση. Ένα μέρος του πληθυσμού μπορεί να ακολουθήσει παρατεταμένη διάπαυση που διαρκεί συνήθως δύο έτη. Το μέγεθος των ατόμων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση δεν έχει μελετηθεί λεπτομερώς μέχρι σήμερα. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να συγκρίνει το μέγεθος των ενηλίκων θηλυκών που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ενήλικα θηλυκά που προέρχονταν από τους δύο τύπους διάπαυσης διαμελίσθηκαν και τα παρακάτω χαρακτηριστικά μετρήθηκαν κάτω από στερεομικροσκόπιο: μήκος και πλάτος θώρακα, πλάτος κεφαλής, μήκος μηρού και κνήμης ποδιών, καθώς και μήκος, πλάτος και εμβαδόν πτερύγων.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι υπάρχουν διαφορές στο μέγεθος μεταξύ των ατόμων που ολοκλήρωσαν την διάπαυση σε ένα έτος και στα άτομα που παρέτειναν την διάπαυση τους για ένα επιπλέον έτος. Τα άτομα που προέρχονταν από νύμφες που ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση ήταν μεγαλύτερα σε μέγεθος σε σχέση με εκείνα που προήλθαν από ετήσια διάπαυση.

ABSTRACT

The European cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi*) (Diptera: Tephritidae) is a stenophagous species of great economic importance due to the fact that it is a major pest of cherries, especially in Greece. *Rhagoletis cerasi* completes one generation per year. Adults emerge in spring from pupae that follow annual diapause and lay their eggs on ripe or semi-ripe cherries. The larva destroy the cherries and after completing their growth, they leave cherries, fall in the ground, pupate and overwinter in diapause. A small percentage of the population may follow extended diapause that usually lasts two years. The size of the adults that obtained from pupae that experienced annual or extended diapause, has not been studied in detail until today. The aim of this study was to compare the size of the adults that obtained from pupae that followed annual or prolonged diapause.

The experiment took place in the laboratory of Laboratory of Entomology and Agricultural Zoology at the University of Thessaly with female adult that obtained from pupae that experienced these two types of diapause, were cut up and the following characteristics were measured: head width, thorax width and length, femur and tibia length, and wing length, width and area.

The results of the experiment revealed significant differences in the size of adults obtained from annual and prolonged diapause selects. Adults obtained from pupae experienced prolonged diapause were larger compare to those obtained from pupae followed annual diapause.

1 Εισαγωγή

1.1 Η ραγολέτιδα της κερασιάς

1.1.1 Δίπτερα

Η τάξη των διπτέρων αποτελείται από έντομα μεγάλης γεωργικής, υγειονομικής καθώς και κτηνιατρικής σημασίας. Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ενός ζεύγους μεμβρανοειδών πτερύγων και ενός ατροφικού πίσω ζεύγους που έχει μετατραπεί σε αλτήρες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως γυροσκόπιο κατά την πτήση. Τα στοματικά μόρια αυτών των εντόμων είναι μυζητικά, νύσσοντα ή σπογγίζοντα. Τα Δίπτερα διακρίνονται σε 2 υποτάξεις: τα Νηματόκερα και τα Βραχύκερα. Τα Βραχύκερα κατατάσσονται σε Ορθόρραφα και Κυκλόρραφα. Από την τάξη των Διπτέρων η οικογένεια με την μεγαλύτερη σημασία είναι η Tephritidae. Αυτή η οικογένεια αποτελείται από έντομα με χαρακτηριστικές πτέρυγες που έχουν διάφανο ιριδίζον χρώμα με μαύρες ραβδώσεις, οι οποίες σχηματίζονται στις νευρώσεις των πτερύγων. Έχει παρατηρηθεί ότι λόγω γενετικών παραγόντων αλλά και περιβαντολλογικών συνθηκών υπάρχουν διαφορές στο μέγεθος των μελών μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους (Siomava, 2017). Ένα από τα σημαντικά γένη της οικογένειας Tephritidae είναι αυτό του *Rhagoletis*, το οποίο αποτελείται από 65 είδη, με πιο σημαντικό το *Rhagoletis cerasi*.

1.1.2 Συστηματική κατάταξη

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η συστηματική κατάταξη της ραγολέτιδας της κερασιάς η οποία ανήκει στην οικογένεια Tephritidae των Διπτέρων. Η οικογένεια Tephritidae περιλαμβάνει έντομα μεγάλης οικονομικής σημασίας. Τα περισσότερα είδη αυτής της οικογένειας όπως των γένων *Ceratitis*, *Bactocera*, *Anasterpha* είναι ως επί των πλείστον πολυφάγα. Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν τα είδη του γένους *Rhagoletis*, που σε αντίθεση με τα περισσότερα είδη αυτής της οικογένειας, αποτελούν εξάρεση καθώς είναι στενοφάγα-ολιγοφάγα (Ραπτόπουλος, 1995).

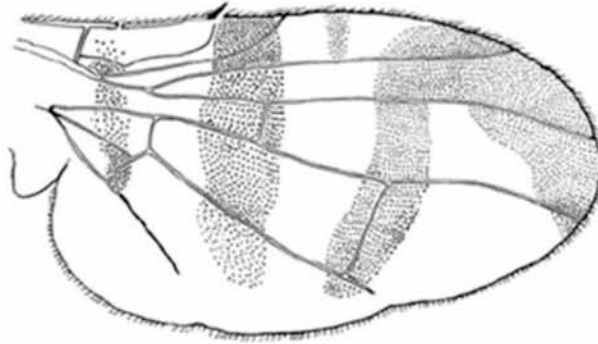
Πίνακας 1:Συστηματική Κατάταξη του *Rhagoletis cerasi*

Kingdom:	Animalia
Phylum:	Arthropoda
Class:	Insecta
Order:	Diptera
Family:	Tephritidae
Genus:	<i>Rhagoletis</i>
Species:	<i>R. cerasi</i>

(<http://eol.org>)

1.1.3 Περιγραφή

Η ραγολέτιδα της κερασιάς αποτελεί ένα ολομετάβολο ενδοπαρασιτικό και στενοφάγο-ολιγοφάγο έντομο που προκαλεί σημαντική ζημιές, έως και 100%, στις καλλιέργειες των κερασιών και λιγότερο των βύσσινων (Αθανασίου, 2014). Τα ενήλικα θηλυκά τοποθετούν μέσω του ωοθέτη ένα λευκό κυρτοειδές αυγό στον καρπό από το οποίο εκκολάπτεται η προνύμφη. Η προνύμφη της πρώτης ηλικίας έχει μήκος 0,6 mm ενώ εκείνη της τρίτης ηλικίας έχει μήκος 6 mm (Εικόνα 3) και έχει λευκό ή λευκοκίτρινο χρώμα (Ευσταθίου, 2007). Η νύμφη αναπτύσσεται εντός νυμφικού περιβλήματος (puparium) διαστάσεων 4×2 mm το οποίο έχει κίτρινο χρώμα (Εικόνα 4). Από την άλλη, τα ενήλικα έχουν μήκος σώματος 4-5mm και μαύρο γυαλιστερό χρώμα (Εικόνα 5). Οι πτέρυγες είναι διαφανείς, ιριδίζουσες με τέσσερις ζώνες, όπου οι τρεις είναι εγκάρσιες και η τέταρτη, εκτείνεται κατά μήκος του κορυφαίου τμήματος της πρόσθιας παρυφής και καλύπτει και την κορυφή. Η τρίτη και η τέταρτη ζώνη ενώνονται και σχηματίζουν ορθή γωνία. Επιπρόσθετα, μεταξύ της δεύτερης και τρίτης εγκάρσιας ζώνης, στην πρόσθια παρυφή υπάρχει μια μαύρη κηλίδα (Ευσταθίου, 2007) (Εικόνα 1).

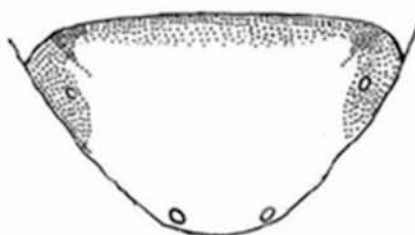


Εικόνα 1: Η πτέρυγα της ραγολέτιδας της κερασιάς.

Διακρίνονται οι χαρακτηριστικές ραβδώσεις.

(<https://www.researchgate.net>)

Στα θηλυκά έντομα είναι ευδιάκριτος ο ωοθέτης. Ο προθώρακας και ο μεσοθώρακας του εντόμου είναι καφέ και μαύρου χρώματος και ο μεταθώρακας (scutellum) έχει κίτρινο χρώμα (Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Μεταθώρακας (scutellum) της ραγολέτιδας της κερασιάς
(<https://www.researchgate.net>)

Στην κάτω πλευρά του θώρακα βρίσκονται 3 ζεύγη ποδιών διαφορετικού μεγέθους όπου το δεύτερο κατά σειρά ζεύγος έχει μεγαλύτερο μήκος και το πρώτο το μικρότερο μήκος. Ο μηρός του κάθε ποδιού είναι καφέ χρώματος, ενώ η κνήμη και ο ταρσός υποκίτρινου χρώματος. Τέλος, η κοιλιά των εντόμων έχει μαύρο χρώμα και σφαιρικό σχήμα, και καταλήγει σε έναν ωοθήτη μαύρου χρώματος στα θηλυκά. Τα αρσενικά ενήλικα έχουν κατά μέσο όρο μήκος σώματος 3.5 mm, ενώ τα θηλυκά 4.5 mm.



Εικόνα 3: Προνύμφη της ραγολέτιδας της κερασιάς εντός προσβεβλημένου καρπού

(<https://gd.eppo.int>)



Εικόνα 4: Νύμφη της ραγολέτιδας της κερασιάς σε προσβεβλημένο καρπό

(<https://gd.eppo.int>)



Εικόνα 5: Ενήλικο ραγολέτιδας της κερασιάς
(<http://insecta.pro>)

1.1.4 Βιολογία

Το αυγό τοποθετείται από τα θηλυκά μέσω του ωοθέτη στο μεσοκάρπιο των ημιώριμων καρπών που βρίσκονται επάνω στο δέντρο. Οι καρποί που προσβάλλονται βρίσκονται στο στάδιο της αλλαγής χρώματος λίγο πριν την ωρίμανση. Κάθε ενήλικο θηλυκό εκτιμάται ότι ωοτοκεί 100 έως 200 αυγά καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του. Σε κάθε καρπό τοποθετείται μόνο ένα αυγό καθώς μετά την ωοτοκία το θηλυκό «σημαδεύει» τον ωοτοκημένο καρπό με φερομονικές ουσίες αποτροπής ωοτοκίας. Οι προνύμφες τρέφονται σε στοά που ορύσσουν στο μεσοκάρπιο. Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης η προνύμφη εξέρχεται από τον καρπό πέφτει στο έδαφος, σε μικρό βάθος (2-10cm) όπου νυμφώνεται και εισέρχεται σε διάπαυση. Το *R. cerasi* ολοκληρώνει μία γενεά ανά έτος. Μικρό μέρος του πληθυσμού μπορεί να ολοκληρώνει το βιολογικό του κύκλο σε δύο έτη, ακολουθώντας παρατεταμένη διάπαυση στο στάδιο της νύμφης. Όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν είναι κατάλληλες για την περάτωση της διάπαυσης, παρατηρείται το φαινόμενο της παρατεταμένης διάπαυσης.

1.1.5 Ξενιστές

Όπως προαναφέρθηκε η ραγολέτιδα της κερασιάς είναι ένα ολιγοφάγο-στενοφάγο έντομο. Κύριοι ξενιστές της είναι η κερασιά (*Prunus avium* L.) και η βυσσιλιά (*P. cerasus* L.). Επίσης η ραγολέτιδα της κερασιάς προσβάλλει τους καρπούς των ειδών του γένους *Lonicera* (Carpofoliaceae) και ιδίως των *L. xylosteum* L. και *L. tartarica* L. (Αγιοκλίματος) που όμως σπανίζουν στην Ελλάδα. Το θηλυκό ωοτοκεί σε ημιώριμους καρπούς και η προνύμφη αναπτύσσεται σε καρπούς που πλησιάζουν στην ωρίμανση ή είναι πλέον ώριμοι (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

1.1.6 Οικονομική σημασία

Η ζημιά που προκαλείται από την ραγολέτιδα είναι εξαιρετικής οικονομικής σημασίας, καθώς μπορεί να ξεπεράσει το 50% και πολλές φορές να φτάσει στο 100% καταλήγοντας στην πλήρη καταστροφή της παραγωγής. Η εκτίμηση της ζημιάς δεν είναι εμφανής και απαιτείται άνοιγμα των καρπών για να την επιβεβαιώσουμε. Για επιτραπέζια κεράσια καθώς και για αυτά που προορίζονται για μεταποίηση, το όριο ανεκτής προσβολής ορίζεται στο 2-4%. Έχει παρατηρηθεί ότι οι πρώιμες ποικιλίες είναι ανθεκτικότερες στην προσβολή, σε συνδυασμό με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπου διαδραματίζουν καταλυτικό ρόλο στην έκταση της ζημιάς. Δευτερεύουσας οικονομικής σημασίας αποτελούν, οι έμμεσες ζημιές, που προκύπτουν από την εγκατάσταση παθογόνων μικροοργανισμών (στα νύγματα ωοτοκίας) (Αθανασίου, 2014).

1.1.7 Καταπολέμηση

Για την καταπολέμηση της ραγολέτιδας της κερασιάς είναι απαραίτητο να ληφθούν κάποια μέτρα προστασίας που αφορούν την καλλιέργεια. Συγκεκριμένα, πρωταρχικό ρόλο αποτελεί η επιλογή πρώιμων ποικιλιών οι οποίες είναι πιο ανθεκτικές, σε συνδυασμό με το συχνό κλάδεμα των δένδρων (Daniel and Grunder, 2012). Επίσης το συχνό κλάδεμα βοηθά στην προστασία της καλλιέργειας καθώς και στην εξασφάλιση μιας καλύτερης συγκομιδής. Παράλληλα, το ύψος των δέντρων δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 10m (Daniel and Grunder, 2012). Η συγκομιδή των κερασιών θα πρέπει να γίνει όσον το δυνατόν γρηγορότερα, στην περίπτωση όπου υπάρχει η δυνατότητα να γίνει μηχανική συγκομιδή, αυτή είναι προτιμητέα (με προϋπόθεση ύπαρξης κατάλληλης διαμόρφωσης κόμης). Πρέπει να τονιστεί όμως ότι

θα πρέπει να αποφεύγεται η ρίψη των προσβεβλημένων καρπών στο έδαφος. Μέχρι και λίγο πριν την συγκομιδή συνιστάται να μην γίνεται κοπή του χορταριού κάτω από την κόμη του δέντρου. Με αυτόν τον τρόπο η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει χαμηλή, με αποτέλεσμα να καθυστερεί η εμφάνιση των ενηλίκων κατά 10 ημέρες (Daniel and Grunder, 2012).

Εξίσου όμως απαραίτητη, είναι η παρακολούθηση του πληθυσμού των ενηλίκων για να είναι πιο εύκολη η εκτίμηση της ζημιάς, παράλληλα και πιο εύκολος ο προγραμματισμός για την επέμβαση. Η παρακολούθηση του πληθυσμού επιτυγχάνεται με χρήση κίτρινων κολλητικών παγίδων τύπου Rebell (Εικόνες 6, 7), οι οποίες τοποθετούνται περίπου στα 2 μέτρα από το έδαφος, για να είναι εύκολα προσβάσιμες. Οι παγίδες τοποθετούνται στην νοτιοανατολική πλευρά της κόμης (Daniel and Grunder, 2012).



**Εικόνα 6: παγίδευση ενηλίκων ραγολέτιδας σε
Κολλητική παγίδα Rebell amarillo**
(<https://www.andermttbiocontrol.com>)



**Εικόνα 7: Ενήλικο παγιδευμένο σε παγίδα
τύπου Rebell amarillo**
(<https://www.andermttbiocontrol.com>)

Η καταπολέμηση της ραγολέτιδας της κερασιάς γίνεται με 2 τρόπους: είτε με την χρήση παγίδων, είτε με χημική αντιμετώπιση. Η χρήση παγίδων είναι πιο φιλική στον χρήστη και την καλλιέργεια καθώς αποτελούν ένα μέσο πρόληψης χωρίς την επιβάρυνση με αγροχημικά. Πολλές φορές αποτελεί αποτελεσματικό μέσο για την αντιμετώπιση της προσβολής η μαζική παγίδευση του ενήλικου πληθυσμού. Συνήθως οι παγίδες που χρησιμοποιούνται είναι κίτρινες κολλητικού τύπου στις οποίες περιέχεται σακίδιο με δισανθρακικό αμμώνιο. Ο δεύτερος και κύριος τρόπος αντιμετώπισης, είναι η εφαρμογή ψεκασμών καλύψεως ή δολωματικών ψεκασμών με διάλυμα 0,3% fethion και 4% υδρόλυμα πρωτεΐνης (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Αν και οι δολωματικοί ψεκασμοί γίνονται συνήθως ημερολογιακά μετά την πρώτη εμφάνιση ενηλίκων την άνοιξη, ο δεύτερος 10 μέρες μετά και ο τελευταίος ψεκασμός πρέπει να γίνει 3 εβδομάδες πριν την συγκομιδή ώστε να μην υπάρχει πιθανότητα υπολειμμάτων. Συνήθως χρησιμοποιείται 0,1-0,3 lit. ψεκαστικού υγρού ανά δέντρο (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

1.2 Διάπαυση

1.2.1 Γενικά για την διάπαυση

1.2.1.1 Ορισμός

Διάπαυση (diapause): μια ειδική κατάσταση εποχικής αδράνειας (ληθάργου) των ζωντανών οργανισμών, που τους κάνει να μην αναπτύσσονται ακόμα και όταν ορισμένοι περιβαλλοντικοί παράγοντες και κυρίως η θερμοκρασία βρίσκονται μέσα σε όρια ευνοϊκά για ανάπτυξη.

Οι Tauber et al. (1986) δίνουν τον παρακάτω ορισμό: «Διάπαυση είναι μια νευροορμονικώς ελεγχόμενη δυναμική κατάσταση χαμηλής μεταβολικής δραστηριότητας. Σχετίζεται με μειωμένη μορφογένεση, αυξημένη αντοχή σε ακραίες τιμές δυσμενών περιβαλλοντικών παραγόντων, και με αλλαγή ή μείωση της δραστηριότητας που αφορά την συμπεριφορά. Η διάπαυση συμβαίνει κατά την διάρκεια ορισμένου σταδίου ή σταδίων του βιολογικού κύκλου και εκφράζεται (εκδηλώνεται) με τρόπο ιδιαίτερο για κάθε είδος ζώου, συνήθως ως αποτέλεσμα αριθμού περιβαλλοντικών ερεθισμάτων που προηγούνται των δυσμενών συνθηκών. Με την έναρξη της διάπαυσης, η μεταβολική δραστηριότητα αναστέλλεται, ακόμα και αν επικρατούν συνθήκες ευνοϊκές για ανάπτυξη».

1.2.1.2 Κατηγορίες και στάδια διάπαυσης

Η διάπαυση διακρίνεται σε δύο τύπους, την υποχρεωτική και την προαιρετική. Όταν όλα τα άτομα κάθε γενεάς ενός εντόμου άσχετα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν διαπαύουν, τότε η διάπαυση αναφέρεται ως υποχρεωτική (obligate). Αντίθετα η προαιρετική (facultative) διάπαυση συμβαίνει μόνο όταν το έντομο σε κατάλληλα στάδια της ζωής του, υποστεί την επίδραση ορισμένων παραγόντων του περιβάλλοντος και συμβαίνει σε άτομα ορισμένης μόνο γενεάς η γενεών (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Η διάπαυση διακρίνεται σε φθινοπωρινοχειμερινή, θερινοφθινοπωρινοχειμερινή και θερινή ανάλογα με την εποχή έναρξης και περάτωσης της, η οποία εξαρτάται από το έντομο και την περιοχή στην οποία βρίσκεται. Όταν το έντομο εισέρχεται σε φθινοπωρινοχειμερινή διάπαυση τέλη του καλοκαιριού και αρχές φθινόπωρου, περατώνει την διάπαυση του στα μέσα του χειμώνα ή της άνοιξης όταν έχει εκτεθεί σε χαμηλή θερμοκρασία που προσεγγίζει τους 0°C (Tauber and Tauber, 1976). Το ίδιο συμβαίνει και με την θερινοφθινοπωρινοχειμερινή διάπαυση. Τέλος η θερινή διάπαυση ξεκινά τέλη άνοιξης και κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και περατώνεται τέλη φθινοπώρου ή τέλη καλοκαιριού. Η τελευταία συχνά παρατηρείται σε έντομα που εισέρχονται σε διάπαυση 2 φορές το έτος (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Η διάπαυση διακρίνεται σε 3 στάδια: το πρώτο στάδιο είναι αυτό της προ-διάπαυσης, το δεύτερο της διάπαυσης και το τελευταίο στάδιο είναι το στάδιο της μετά-διάπαυσης (Köstal, 2006).

Κατά τη διάρκεια της προ-διάπαυσης συνεχίζουν να αναπτύσσονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου και με την επίδραση συγκεκριμένων περιβαντολλογικών ερεθισμάτων γίνεται η προετοιμασία για την μετέπειτα είσοδο του εντόμου σε διάπαυση.

Κατά την διάρκεια της διάπαυσης η άμεση ανάπτυξη αναστέλλεται και πραγματοποιούνται φυσιολογικές διεργασίες που επηρεάζονται σημαντικά από τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η έναρξη πραγματοποιείται όταν η άμεση ανάπτυξη διακόπτεται. Σε κάποιες περιπτώσεις αυτό το στάδιο διακρίνεται εύκολα, όταν υπάρχει χαρακτηριστικός χρωματισμός του εντόμου ή άλλες μορφολογικές μεταβολές. Ωστόσο, το χαρακτηριστικό που διακρίνει την έναρξη της

διάπαυσης από άλλα στάδια είναι εκείνο της ρυθμιζόμενης μείωσης του μεταβολικού ρυθμού. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί, ότι οι υψηλές θερμοκρασίες σε αυτό το στάδιο έχουν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερης διάρκειας διάπαυση, καθώς και υψηλότερα ποσοστά επιβίωσης μετά την περάτωση της. Παράλληλα, η συσσώρευση ενέργειας, η επιλογή μικρό-περιβάλλοντος, η μετανάστευση κατά την διάρκεια της προετοιμασίας συνδέονται με την διάπαυση σε εμβρυικό ή νυμφικό στάδιο. Η έναρξη της διάπαυσης μπορεί να υπολογισθεί συγκριτικά με την διάρκεια της διακοπής της ανάπτυξης σε συγκεκριμένο χρόνο και κάτω από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Ο χρόνος που απαιτείται για την επανέναρξη της ανάπτυξης διαφοροποιείται μεταξύ των πληθυσμών και μπορεί να αποδοθεί σε διαφορά στο γενετικό υπόβαθρο και στις συνθήκες που υπήρχαν κατά το επαγωγικό στάδιο και το στάδιο προετοιμασίας. Το επόμενο στάδιο είναι αυτό της διατήρησης, στο οποίο αν και οι περιβαλλοντικές συνθήκες, μετά το στάδιο της έναρξης, επιτρέπουν την ανάπτυξη, τα διαπαύοντα άτομα διατηρούν την αναστολή της άμεσης ανάπτυξής τους. Ο μεταβολικός ρυθμός διατηρείται σταθερός και σχετικά χαμηλός ώστε τα άτομα να παραμείνουν σε διάπαυση για μεγάλο χρονικό διάστημα, κάτι που μπορεί να κρατήσει αρκετούς μήνες, μέχρις ότου η διάπαυση τερματιστεί από τον συνδυασμό άγνωστων ενδογενών διαδικασιών και συγκεκριμένων περιβαλλοντικών μεταβολών. Στο εργαστήριο, η περάτωση της διάπαυσης, μπορεί να διακριθεί εύκολα από την διατήρηση αυτής με ειδικές ρυθμίσεις των συνθηκών που επικρατούν. Έτσι, κάθε άτομο παραμένει σε διαπαυσή για διαφορετική χρονική περίοδο ανάλογα με τα περιβαλλοντικά ερεθίσματα που αποτρέπουν την περάτωσή της. Η διάπαυση μειώνεται τότε στο ελάχιστο επίπεδο και ενεργοποιείται η άμεση ανάπτυξη. Η έκθεση σε συνθήκες ψύχους αποτελεί την συχνότερη συνθήκη που προκαλεί περάτωση της διάπαυσης.

Μετά το πέρας της διάπαυσης ακολουθεί η περίοδος της μεταδιαπαυτικής εξέλιξης, η οποία συνδέεται άμεσα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και ιδιαίτερα τη θερμοκρασία. Για παράδειγμα, έχει παρατηρηθεί ότι η ύπαρξη χαμηλών ή υψηλών θερμοκρασιών, έχουν σαν αποτέλεσμα την διακοπή της διάπαυσης, ενώ παράλληλα, επηρεάζουν την μετέπειτα ανάπτυξη του εντόμου της ραγολέτιδας της κερασιάς (Papanastasiou et al., 2010)

Μετά την περάτωση της διάπαυσης εξωγενείς παράγοντες επιβάλλουν στα άτομα την παράταση της αναστολής της ανάπτυξης και της λειτουργίας του μεταβολισμού τους. Οι παράγοντες που επιτρέπουν την περάτωση της διάπαυσης δεν επιτρέπουν

απαραίτητα και την συνέχιση την ανάπτυξης, με αποτέλεσμα τα άτομα να παραμένουν σε ενός είδους μετά-διαπαυτικής αδράνειας. Όταν αυτή η αδράνεια φτάσει στο τέλος της οι παράγοντες που εμπόδιζαν την ανάπτυξη περιορίζονται και ξεκινά η άμεση ανάπτυξη του ατόμου (Köstal, 2006).

1.2.2 Η διάπαυση του *Rhagoletis cerasi*

Η ραγολέτιδας της κερασιάς έχει μια γενιά το έτος και διαχειμάζει ως νύμφη στο έδαφος. Οι προνύμφες αμέσως μετά την έξοδο τους από τους καρπούς τους οποίους προβάλλουν νυμφώνονται στο έδαφος σε προφυλαγμένες θέσεις, κάτω από την κόμη του δέντρου και εισέρχονται σε διάπαυση, η οποία διαρκεί έως τα μέσα του χειμώνα. Μετά την περάτωση της διάπαυσης παραμένουν σε κατάσταση εποχικής αδράνειας ‘quiescence’ και αναπτύσσονται προοδευτικά όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν. Η ολοκλήρωση του νυμφικού σταδίου και η έξοδος των ενηλίκων την Άνοιξη συμπίπτει με την καρποφορία της κερασιάς (Papanastasiou et al., 2010).

1.2.3 Παρατεταμένη διάπαυση

Η διάπαυση ολοκληρώνεται μετά από ένα έτος για το σύνολο σχεδόν του πληθυσμού. Όμως, ένα μέρος του πληθυσμού, μπορεί να συνεχίσει τη διάπαυση για ένα επιπλέον έτος. Αυτό συμβαίνει γιατί οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που ευνοούν την περάτωση της διάπαυσης είναι διαφορετικοί από αυτούς που ευνοούν την ανάπτυξης των ατόμων (Köstal, 2006). Έτσι μερικά άτομα αντί να περατώσουν την διάπαυση και να συνεχίσουν την ανάπτυξή τους, παρατείνουν την διάρκεια της διάπαυσης τους. Η διάπαυση που διαρκεί για περισσότερο από ένα έτος αναφέρεται ως παρατεταμένη διάπαυση. Τα άτομα του πληθυσμού που ακολουθούν παρατεταμένη διάπαυση δεν έχουν τον ίδιο ρυθμό ανάπτυξης με τα άτομα που ακολουθούν ετήσια διάπαυση. Για αυτό το λόγο ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο σε περισσότερα έτη. Η παραμονή των ατόμων σε διαπαυτική αδράνεια εξαρτάται από γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες όπου εμπεριέχουν κινδύνους και αυτό γιατί υπάρχει μεγάλη πιθανότητα τα έντομα που ακολουθούν παρατεταμένη διάπαυση να μην μπορέσουν να επιβιώσουν. Κατά την περάτωση της διάπαυσης οι συνθήκες που επικρατούν επηρεάζουν τα έντομα σε μεγάλο βαθμό. Όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές ο πληθυσμός των εντόμων αδυνατεί να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί. Η θερμοκρασία, η υγρασία και η

φωτοπερίοδος επηρεάζουν σημαντικά την διάπαυση. Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τα έντομα είναι η ανθοφορία. Όταν δεν υπάρχει αρκετή ανθοφορία δεν υπάρχει αρκετή καρποφορία με αποτέλεσμα να μην υπάρχει αρκετή τροφή για να καλύψει τις ανάγκες του πληθυσμού. Τα έντομα που βρίσκονται σε περιβάλλον με τους παραπάνω παράγοντες εκδηλώνουν παρατεταμένη διάπαυση για να μπορέσουν να επιβιώσουν (Saulich, 2010).

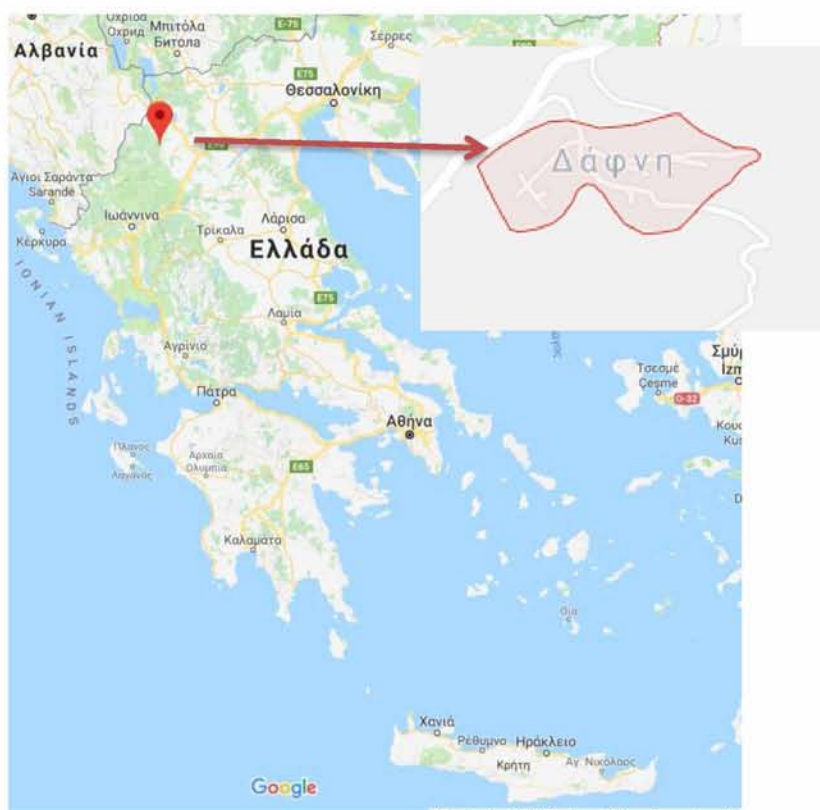
Ακόμη, πολλές φορές, παρόλο που οι συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές κατά την διάπαυση, οι συνθήκες κατά την αναπαραγωγική δραστηριότητα δεν είναι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην αναπτύσσεται ικανοποιητικά ο πληθυσμός των εντόμων. Έτσι, κάποια άτομα του πληθυσμού να παραμένουν σε διάπαυση ώστε να προστατευθεί ο πληθυσμός από τις πιθανότητες να εξαφανιστεί. Η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται bet-hedging (Philippi και Seger, 1989) και βοηθά την προσαρμογή του πληθυσμού σε περιοχές χωρίς σταθερό μικροκλίμα, παρατείνοντας την ενηλικίωση των εντόμων. Η διάρκεια παραμονής σε παρατεταμένη διάπαυση εξαρτάται από την θερμοκρασία, την υγρασία αλλά και από την αποθήκευση ενέργειας (Μωραΐτη, 2013)

1.3 Σκοπός

Το *R. cerasi* είναι ένα έντομο μεγάλης οικονομικής σημασίας καθώς υπάρχουν πληθυσμοί του στην Ελλάδα που προκαλούν σημαντικές ζημιές στην καλλιέργεια της κερασιάς. Παλαιότερες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του ΠΘ έδειξαν ότι ενήλικα που προέρχονταν από νύμφες που ακολουθούσαν ετήσια διάπαυση ήταν μικρότερα σε μέγεθος από εκείνα που ακολουθούσαν παρατεταμένη διάπαυση. Τα παραπάνω στοιχεία βασίστηκαν σε τρεις μορφολογικούς χαρακτήρες (μήκος και πλάτος θώρακα και πλάτος κεφαλής). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περαιτέρω διερεύνηση των μορφολογικών διαφορών μεταξύ των προηγούμενων δυο κατηγοριών εντόμων αναλύοντας αρχικά το πλάτος κεφαλής, μήκος και πλάτος θώρακα, στην συνέχεια το μήκος, πλάτος και εμβαδόν πτερύγων (και της δεξιάς και της αριστερής πλευράς) και τέλος το μήκος μηρών και μήκος κνήμης ποδιών (και της δεξιάς και της αριστερής πλευράς).

2 Υλικά και Μέθοδοι

Το πείραμα ξεκίνησε στις 4/4/2016 και ολοκληρώθηκε στις 26/6/17 στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 200 έντομα από τα οποία επιλέχθηκαν τα σωματικά αρτιότερα. Τα έντομα συλλέχθηκαν από προσβεβλημένα κεράσια από την περιοχή της Δάφνης στην Κοζάνη. Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 57 ενήλικα άτομα της ραγολέτιδας της κερασιάς. Η επιλογή της περιοχής μελέτης έγινε στα πλαίσια παράλληλων πειραμάτων που εκτελούνται στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας εδώ και αρκετά χρόνια σχετικών με τη μελέτη της διάπαυσης ορεινών πληθυσμών της ραγολέτιδας.



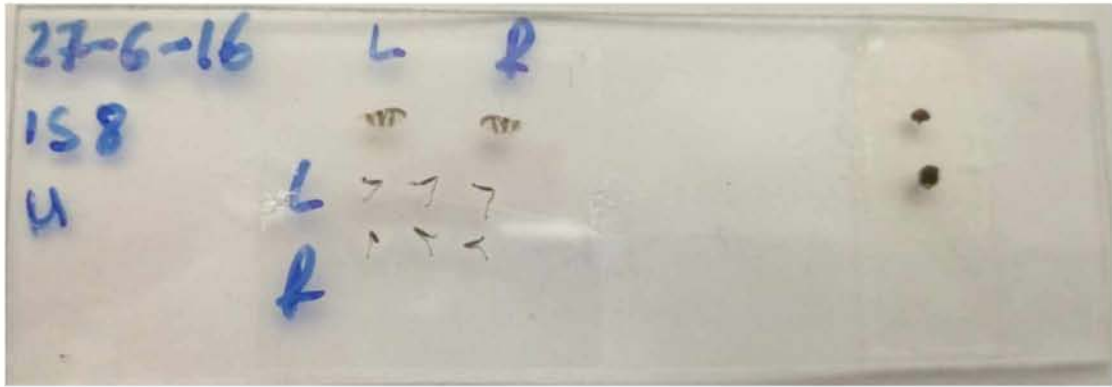
Εικόνα 8: Χάρτης απεικόνισης περιοχής δειγματοληψίας (Δάφνη Κοζάνης)

Η συλλογή των πληθυσμών έγινε τα έτη 2014 και 2015. Οι νύμφες που συλλέχθηκαν, μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου εκεί τοποθετήθηκαν σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας $25 \pm 1^\circ\text{C}$ και σχετικής υγρασίας $60 \pm 5\% \text{ R.H.}$. Συγκεκριμένα από τα 57 έντομα που χρησιμοποιήθηκαν τα 37 προέρχονταν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια διάπαυση, και τα υπόλοιπα 20 έντομα προέρχονταν από νύμφες που ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση. Τα έντομα βρίσκονταν στο

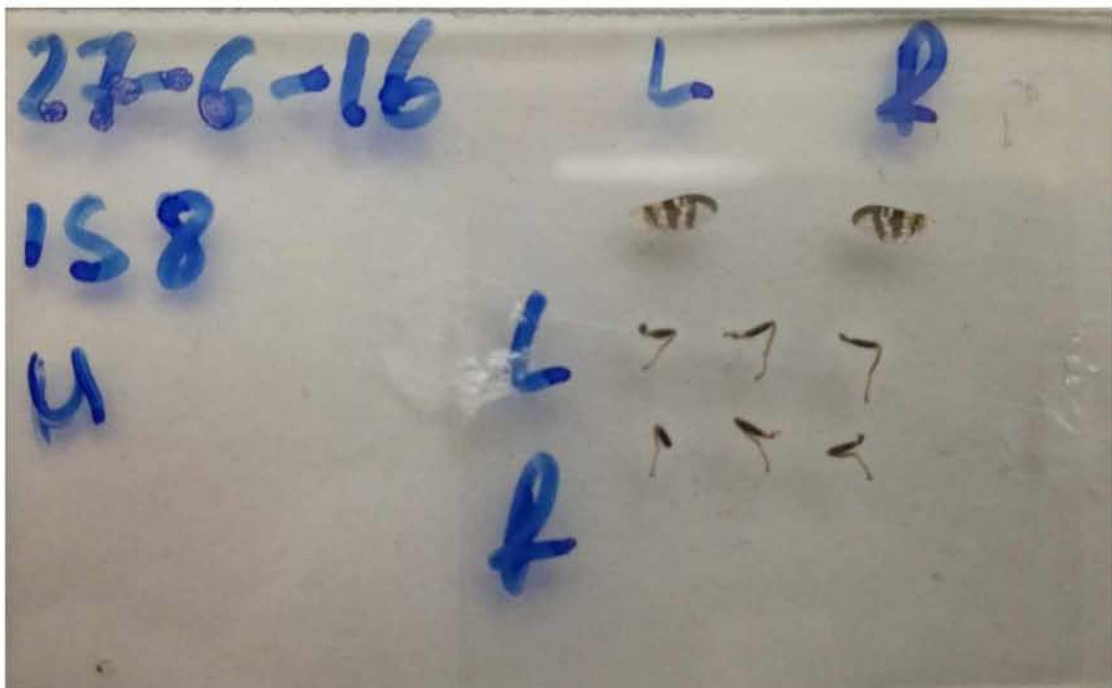
εργαστήριο 1-3 μήνες στους 25°C έπειτα 5-7 μήνες στους 4°C για να περατώσουν την διάπαυση τους. Τέλος οι νύμφες επανέρχονταν στους 25°C όπου και διατηρούνταν έως ότου εξέλθουν όλα τα ενήλικα. Για τα έντομα παρατεταμένης διάπαυσης μεσολάβησε δεύτερο διάστημα ψύξης στους 4°C διάρκειας 6 μηνών πριν την έξοδο τους στους 25°C.

2.1 Προετοιμασία

Η προετοιμασία του πειράματος ξεκινούσε με επιλογή ενός αριθμού νυμφών οι οποίες τοποθετούνταν σε ειδικές συνθήκες για την έξοδο του ενηλικού ατόμου σε ειδικά κλουβιά εκτροφής. Τα ενήλικα τοποθετούνταν σε κλουβιά plexi glass (20 x 20 x 20 cm) με τροφή (μίγμα ζάχαρης και υδρολυμένη μαγιάς) και νερό. Μία μέρα μετά την ενηλικίωση συλλέγονταν 10 έντομα με την χρήση αναρροφητήρα (aspirator), τα οποία τοποθετούνταν σε πλαστικούς κυλινδρικούς σωλήνες falcon για να θανατωθούν. Η θανάτωση των εντόμων γινόταν αρχικά με 2 τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση τα επιλεγμένα άτομα ψύχονταν σε απλή κατάψυξη για 10 λεπτά. Στην δεύτερη περίπτωση τα επιλεγμένα έντομα τοποθετούνταν σε ένα πλαστικό κυλινδρικό δοχείο στο οποίο είχε ανοιχτεί μια οπή στο καπάκι από την οποία χορηγήθηκε με ειδικό πιστολάκι CO₂ για περίπου 1 λεπτό. Παράλληλα και στις 2 περιπτώσεις η διαδικασία γινόταν με μεγάλη προσοχή, προκειμένου να μην υπάρχουν τραυματισμοί των εντόμων. Για τη προστασία της ακεραιότητας του σώματος, επιλέχθηκε τελικά η χρήση ψύξης για την θανάτωση. Χρησιμοποιήθηκαν γυάλινες αντικειμενοφόροι πλάκες στο 1/3 των οποίων τοποθετήθηκε κολλητική ταινία διπλής όψεως. Πάνω στις πλάκες σημειώθηκε με μαρκαδόρο η διάταξη των μελών του εντόμου από τα αριστερά προς τα δεξιά, το φύλο καθώς και η ημερομηνία παρασκευής και ο κωδικός του δείγματος (Εικόνες 9, 10). Σε ένα στερεομικροσκόπιο τοποθετούνταν μια γυάλινη αντικειμενοφόρος πλάκα με λευκή πλαστελίνη στην οποία επικάθονταν αργότερα τα έντομα. Ακολουθήθηκε ένα πρωτόκολλο για την διαδικασία στο οποίο καταγράφονταν αναλυτικά οι κωδικοί που δόθηκαν στα δείγματα, η περιοχή και το έτος συλλογής των νυμφών, η ημερομηνία εξόδου και το φύλο των ενηλικών, η ημερομηνία παρασκευής και φωτογράφισης του δείγματος καθώς και παρατηρήσεις καθ'όλη την διαδικασία του πειράματος (Εικόνα 11).



Εικόνα 9: Φωτογραφία δείγματος σε αντικειμενοφόρο πλάκα



Εικόνα 10: Φωτογραφία δείγματος με τις επιμέρους επισημάνει

Παρασκευάσματα *Rhagoletis cerasi* για σωματομετρία

Φοιτήτρια: Υορρήσαι Πανελραου

ΕΙΓΜΑΤΑ No	ΚΩΔΙΚΟΣ	χρονος συλλογης νυμφων	Περιοχη	χρονος εξόδου ενηλικου	ΗΜΕΡΟΜ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ ΜΑΤΟΣ	ημερομ. Φωτογράφισης	ΦΥΛΟ (M/F)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
1	R51	2014	ΔΑΦΛΗ	20/4-21/5/16	13-5-16	13-5-16		W: L-L x L: L-L x T: H x	19 αριθμοι πτερυγο τραυ/νη 17,8 10 ποδι μίσο, 1α κωπος τραυ- κασιμηνος
2	R52	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-		W: L-L x 18,2 L: L-L x 16,2 T: H x 19	0250 πτερυγο τραυ/νη 1α ποδι μίσο
3	R53	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-		W: L-L x 19,8 L: L-L x 14,8 T: H x 18,2	Πτερυγο τραυ/νη
4	R54	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-		W: L-L x 16,4 L: L-L x 15 T: H x 19,4	2ο α ποδι μίσο Ευκατος τραυ/νος, εφθαλμοσ, εφθισσ-μ.
5	R55	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-		W: L-L x 15,2 L: L-L x 16,4 T: H x 16,4	2ο α ποδι τραυ/νος τραυ/νος εφθαλμοσ + διωροσ
6	R56	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-		W: L-L x 19,2 L: L-L x 13,4 T: H x 21,5	αριθμοι πτερυγο τραυ/νη 2ο α ποδι μίσο
7	R57	2015	ΔΑΦΛΗ	20/4/16	16-5-16	16-5-16	F	W: L-L x 14 L: L-L x 12,3 T: H x 18,2	Πτερυγο τραυ/νη 1α, 2ο ποδι τραυ/νο
8	R58	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	F	W: L-L x 17,4 L: L-L x 15 T: H x 17,2	1η α πτερυγο τραυ/νη
9	R59	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	M	W: L-L x 17 L: L-L x 15 T: H x 23	Δηα πτερυγο τραυ/νη 2ο α ποδι τραυ/νο, κωπος τραυ/νο 1η α τραυ/νο
10	R60	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	F	W: L-L x 16 L: L-L x 14 T: H x 22,5	Αριθμοι πτερυγο τραυ/νη 02α ποδι κωπος τραυ/νο 1α α ποδι, 2ο α μίσο
11	R61	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	F	W: L-L x 16 L: L-L x 17 T: H x 19,8	Πτερυγο μίσο 3ο α ποδι κωπος τραυ/νο, 2ο κωπος τραυ/νο
12	R62	-11-	-11-	-11-	-11-	-11-	F	W: L-L x 15,6 L: L-L x 13,8 T: H x 18,2	Αριθμοι τραυ/νη

Εικόνα 11: Πρωτόκολλο καταγραφής χαρακτηριστικών των εντόμων



Εικόνα 12: Κασετίνα αποθήκευσης των δειγμάτων

2.2 Υλικά

Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά:

- Πλαστικός κυλινδρικός σωλήνας
- Τριβλίο (9cm)
- Λαβίδα
- Βελόνα
- Αντικειμενοφόροι πλάκες
- Καλυπτρίδες
- Πλαστελίνη
- Κολλητική ταινία
- Μαρκαστάθμια
- Κασετίνες αποθήκευσης

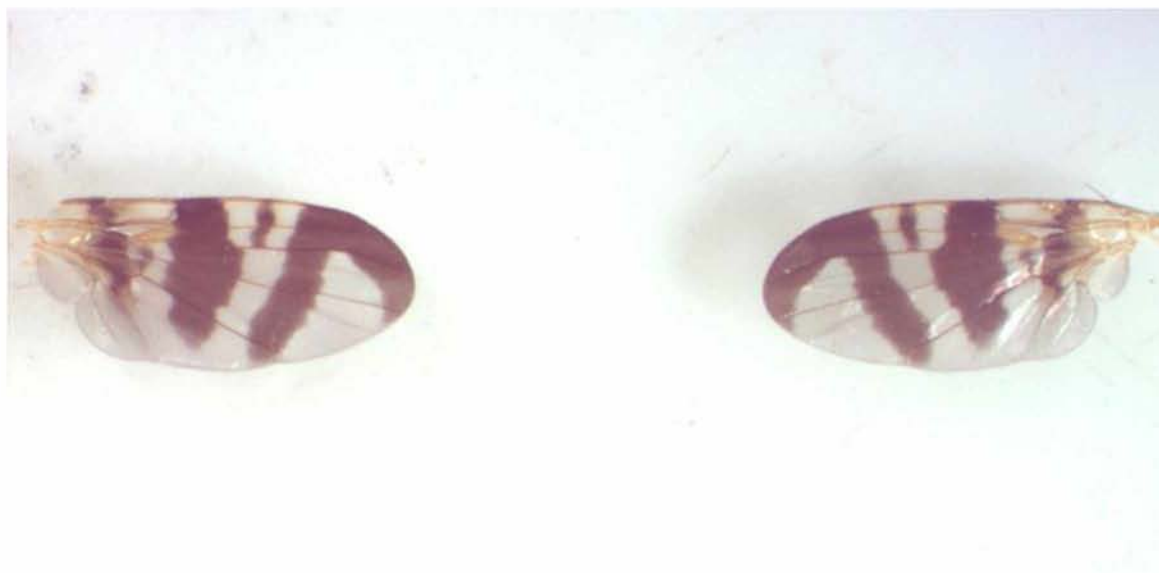
2.3 Όργανα

Χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα:

- Αναρροφητήρας (aspirator)
- Καταψύκτης
- Πιστόλι διανομής CO₂
- Φιάλη παροχής CO₂
- Στερεοσκόπιο Leica
- Στερεοσκόπιο Leica MZ12 με φωτογραφική κάμερα AxioCam για την φωτογράφιση.

2.4 Πειραματική διαδικασία

Η διαδικασία του πειράματος ξεκινούσε με την τοποθέτηση ενός ενήλικου με ειδική λαβίδα πάνω στην πλαστελίνη με την κεφαλή να βρίσκεται προς τα κάτω. Με την χρήση μια ειδικής βελόνας συγκρατούνταν το έντομο, κατά την διάρκεια της αφαίρεσης των μελών του. Με μια ειδική λαβίδα αφαιρούνταν η κοιλιά, η οποία τοποθετούνταν σε ένα απορροφητικό χαρτί, καθώς είναι το μόνο μέρος του εντόμου που δεν χρησιμοποιούνταν. Έπειτα αφαιρούνταν η δεξιά και ύστερα η αριστερή πτέρυγα και στην συνέχεια πραγματοποιούνταν η αφαίρεση των πρώτων, δεύτερων και τρίτων δεξιών και αριστερών ποδιών αντίστοιχα. Στην συνέχεια με την χρήση κόλλας και μιας καλυπτρίδας καλύπτονταν τα πόδια και οι πτέρυγες. Η δεξιά πτέρυγα και τα δεξιά πόδια τοποθετούνταν με τρόπο τέτοιο, ώστε η βάση τους να είναι στα δεξιά της καλυπτρίδας. Αντίθετα η αριστερή πτέρυγα και τα αριστερά πόδια τοποθετούνταν με τρόπο τέτοιο ώστε η βάση τους να είναι στα αριστερά της καλυπτρίδας (Εικόνες 13, 14).



Εικόνα 13: Φωτογραφία της δεξιάς και της αριστερής πτέρυγας



Εικόνα 14: Φωτογραφία δεξιών (a) και αριστερών ποδιών (b)

Τέλος αποκολλούνταν η κεφαλή από τον θώρακα και τοποθετούνταν διαδοχικά στην κόλλα με τέτοιο τρόπο ώστε το κεφάλι να βρίσκεται στο πάνω μέρος της πλάκας με τους οφθαλμούς προς τα κάτω και ο θώρακας στο κάτω μέρος της πλάκας με τον θυρέο (scutellum) προς τα κάτω (Εικόνα 15).



Εικόνα 15: Φωτογραφία της κεφαλής και του θώρακα

Το πείραμα ολοκληρώνονταν με την μεταφορά των δειγμάτων για την φωτογράφιση τους στο στερεοσκόπιο με ειδική φωτογραφική μηχανή και συστήματα εστίασης για την καλύτερη αποτύπωση των επιμέρους χαρακτηριστικών. Η φωτογράφιση ξεκινούσε με την κεφαλή και τον θώρακα, συνεχίζονταν με τις πτέρυγες και ολοκληρώνονταν με τα πόδια. Τέλος τα δείγματα τοποθετούνταν σε ειδικές κασετίνες προσαρμοσμένες για την καλύτερη και ασφαλέστερη αποθήκευση των δειγμάτων του πειράματος.

2.5 Σωματομετρία

Η σωματομετρία των ενηλίκων πραγματοποιήθηκε με την χρήση του προγράμματος ImageJ 1,49v (λογισμικό μέτρησης αποστάσεων σωματικών μερών σε φωτογραφικό υλικό γνωστών διαστάσεων). Οι μετρήσεις ξεκινούσαν από τον θώρακα όπου μετρούνταν το πλάτος στο ύψος του μεσοθώρακα από τα δεξιά προς τα αριστερά και το μήκος του από τον προνωτό έως το τέλος του scutellum (θυρεός) (Εικόνες 16, 17), την κεφαλή όπου μετρούνταν το πλάτος στο μέσο των οφθαλμών από την αρχή του δεξιού οφθαλμού έως το τέλος του αριστερού οφθαλμού (Εικόνα 18).



Εικόνα 16: Φωτογραφία μέτρησης πλάτους Θώρακα με την χρήση ImageJ



Εικόνα 17: Φωτογραφία μέτρησης μήκους Θώρακα με την χρήση ImageJ



Εικόνα 18: Φωτογραφία μέτρησης πλάτους Κεφαλής με την χρήση ImageJ

Στην συνέχεια μετρούνταν τα χαρακτηριστικών των πτερύγων ξεκινώντας με την μέτρηση του μήκους της δεξιάς πτέρυγας από το κελί της βάσης έως το υψηλότερο σημείο της πτέρυγας (apex) (Εικόνα 19) καθώς και το πλάτος της από την αρχή της 3ης ζώνης (subcostal) στην πρόσθια περιοχή έως το τέλος της νεύρωσης στην οπίσθια περιοχή (anal) (Εικόνα 20). Η μέτρηση των πτερύγων ολοκληρώνονταν με την μέτρηση της περιφέρειας της πτέρυγας ξεκινώντας από την αρχή της πρώτης ζώνης στο πρόσθιο μέρος της πτέρυγας (costa), οριοθετώντας μια γραμμή μέχρι το δεύτερο κελί και ακολουθώντας της πορεία αυτού και κατ' επέκταση όλης της πτέρυγας (Εικόνα 21). Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την μέτρηση των χαρακτηριστικών της αριστερής πτέρυγας.



Εικόνα 19: Φωτογραφία μέτρησης μήκους Πτέρυγας με την χρήση ImageJ



Εικόνα 20: Φωτογραφία μέτρησης πλάτους Πτέρυγας με την χρήση ImageJ



Εικόνα 21: Φωτογραφία μέτρησης εμβαδού Πτέρυγας με την χρήση ImageJ

Τέλος μετρήθηκαν τα χαρακτηριστικά των ποδιών, ξεκινώντας από τα δεξιά πόδια. Αρχικά μετρήθηκε το μήκος του μηρού (femur), από την αρχή του στην βάση καθώς και το μήκος της κνήμης (tibia), από το σημείο ένωσης με την άρθρωση μέχρι το τέλος της κνήμης, για το πρώτο πόδι (Εικόνες 22, 23). Ακολούθηθηκε την ίδια διαδικασία για το δεύτερο (Εικόνες 24, 25) και το τρίτο πόδι (Εικόνες 26, 27) καθώς και για την αριστερή πλευρά.



Εικόνα 22: Φωτογραφία μέτρησης μηρού 1ου Ποδιού με χρήση ImageJ



Εικόνα 23: Φωτογραφία μέτρησης κνήμης 1ου Ποδιού με χρήση ImageJ



Εικόνα 24: Φωτογραφία μέτρησης μηρού 2ου Ποδιού με χρήση ImageJ



Εικόνα 25: Φωτογραφία μέτρησης κνήμης 2ου Ποδιού με χρήση ImageJ



Εικόνα 26: Φωτογραφία μέτρησης μηρού 3ου Ποδιού με χρήση ImageJ



Εικόνα 27: Φωτογραφία μέτρησης κνήμης 3ου Ποδιού με χρήση ImageJ

2.6 Στατιστική ανάλυση δεδομένων

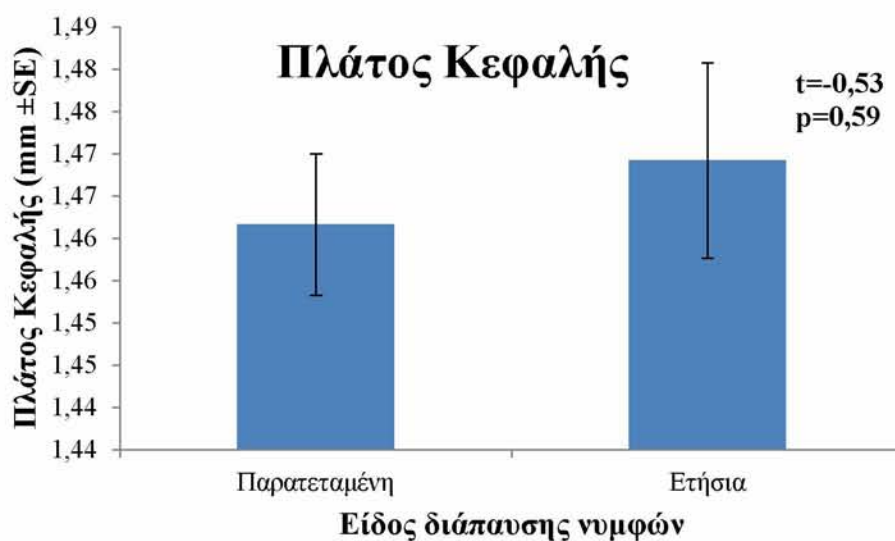
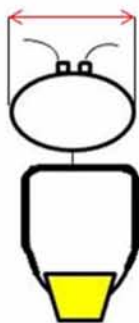
Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν με το πρόγραμμα Microsoft Excel v.14.0.4734.1000 (Microsoft Office 2010). Υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και τα τυπικά σφάλματα καθώς και έγινε σύγκριση μέσων όρων με το κριτήριο T (t-test) με το στατιστικό πακέτο IBM-SPSS Statistics v.24, 2016 για επίπεδο σημαντικότητας $p=0.05$ (ανεξάρτητα δείγματα, 2-tailed)

3 Αποτελέσματα

Για όλα τα αποτελέσματα που παρατίθενται παρακάτω οι βαθμοί ελευθερίας του t-test ήταν ίσοι με 55 ($df=55$). Συνοπτικός πίνακας των αποτελεσμάτων της σωματομετρίας, καθώς και της στατιστικής επεξεργασίας για κάθε χαρακτηριστικό δίνεται στο παράρτημα σελ 31.

Στο Διάγραμμα 1 δίνεται ο μέσος όρος του πλάτους της κεφαλής. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ενηλίκων 1^{ου} και 2^{ου} έτους.

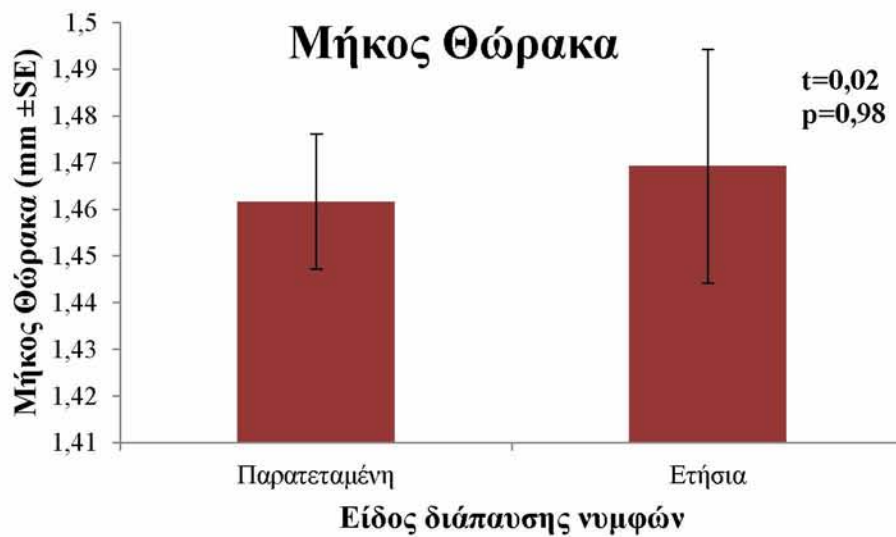
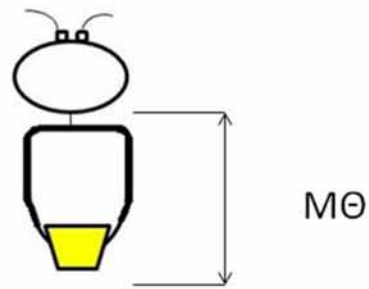
ΠΚ



Διάγραμμα 1: Μέσο πλάτος κεφαλής, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση

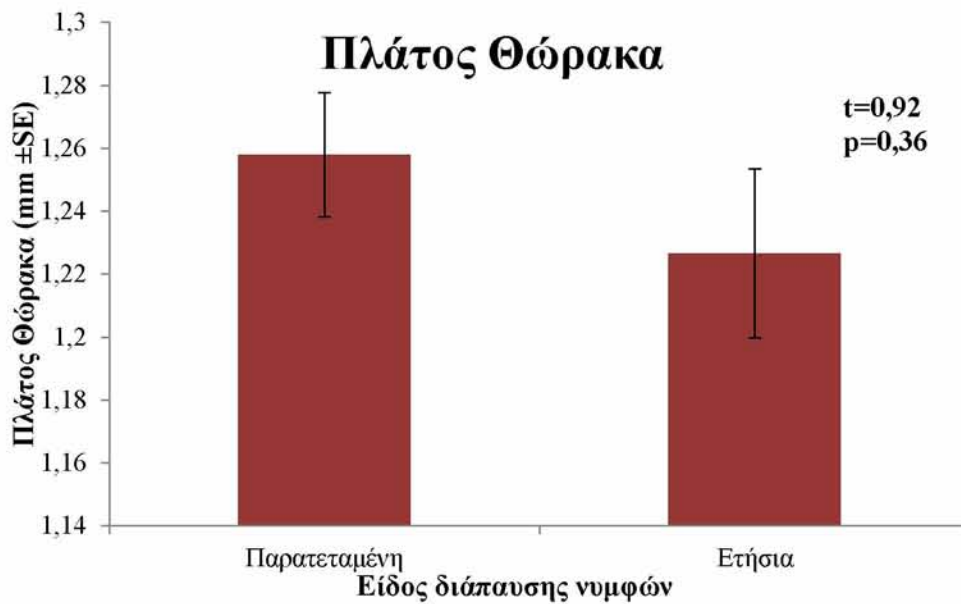
Στο Διάγραμμα 1 παρατηρείται ότι τα έντομα που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε διάρκεια ενός έτους έχουν ελαφρώς μεγαλύτερο πλάτος κεφαλής.

Στο Διάγραμμα 2 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του θώρακα ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές



Διάγραμμα 2: Μέσο μήκος θώρακα, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση

Στο Διάγραμμα 3 δίνεται ο μέσος όρος του πλάτους του θώρακα ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.

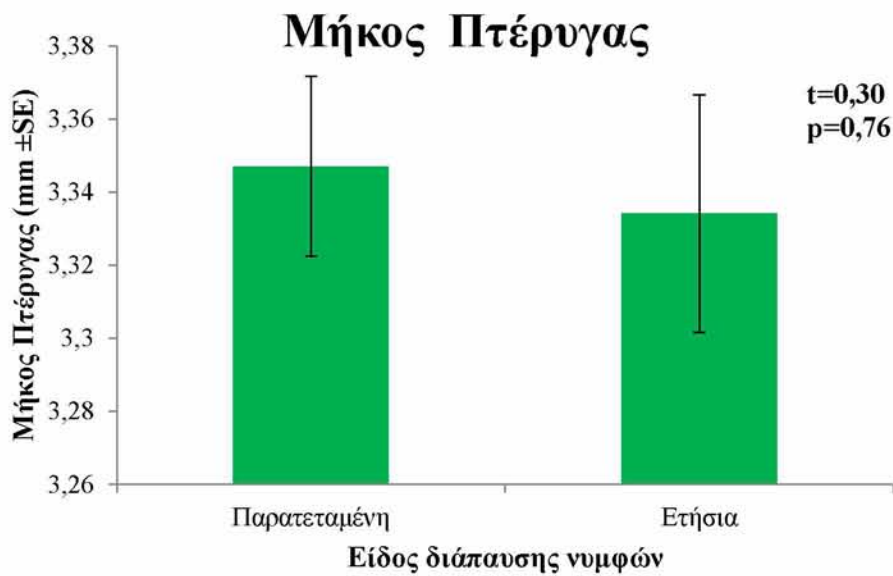
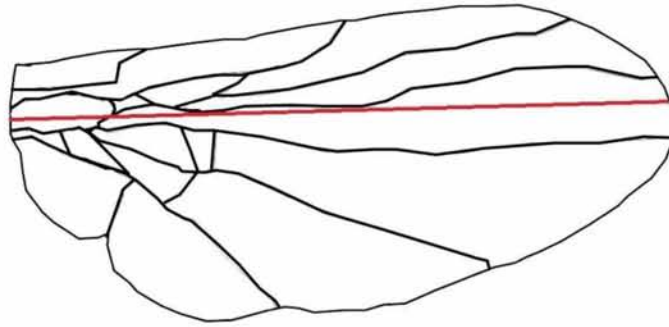


Διάγραμμα 3: Μέσο πλάτος θώρακα, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση

Αντίθετα, στο Διάγραμμα 3, παρατηρείται ότι τα έντομα με ετήσια διάπαυση είχαν ελαφρώς μικρότερο πλάτος θώρακα σε σχέση με τα έντομα που συνέχιζαν την διάπαυση τους για ένα επιπλέον έτος.

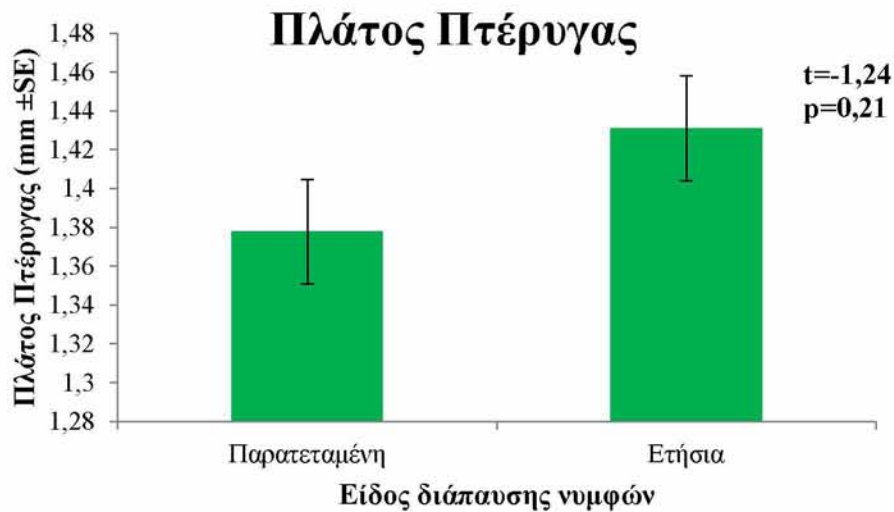
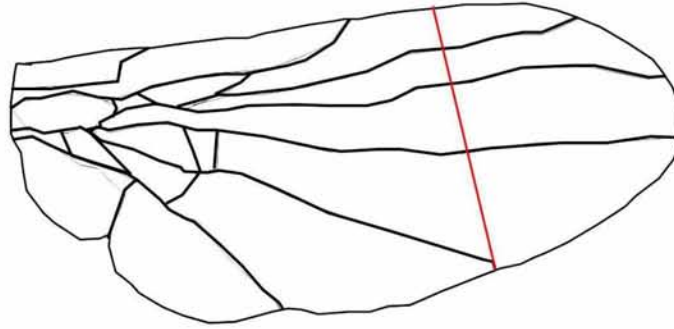
Δεξιά πλευρά

Στο Διάγραμμα 4 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους της δεξιάς πτέρυγας ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



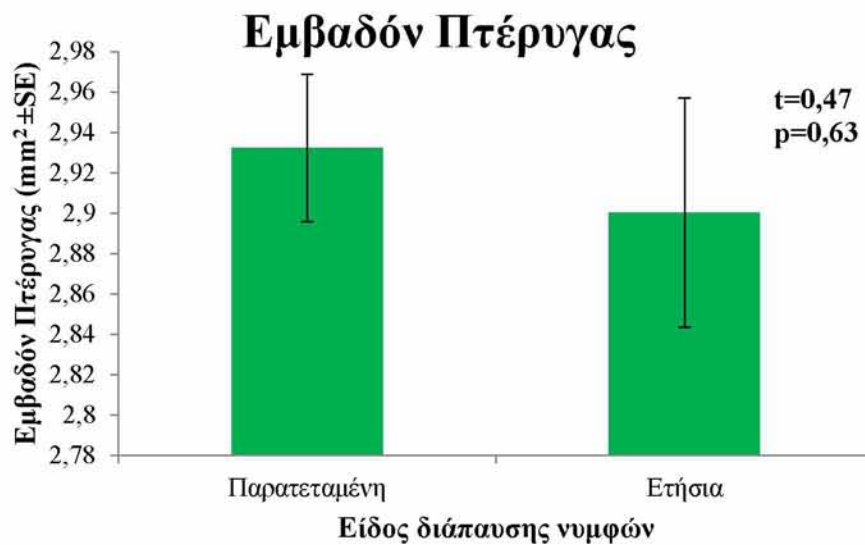
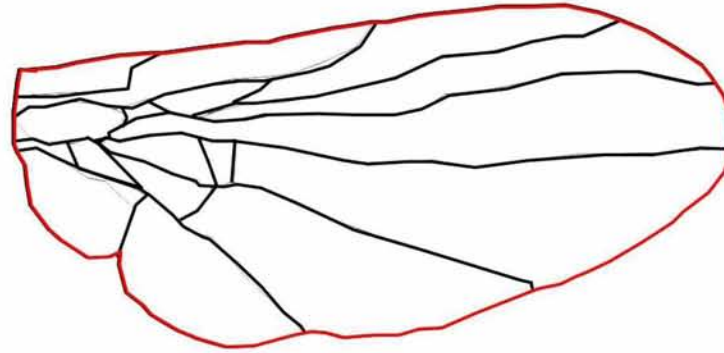
Διάγραμμα 4: Μέσο μήκος δεξιάς πτέρυγας, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 5 δίνεται ο μέσος όρος του πλάτους της δεξιάς πτέρυγας ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 5: Μέσο πλάτος δεξιάς πτέρυγας, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 6 δίνεται ο μέσος όρος του εμβαδού της δεξιάς πτέρυγας ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.

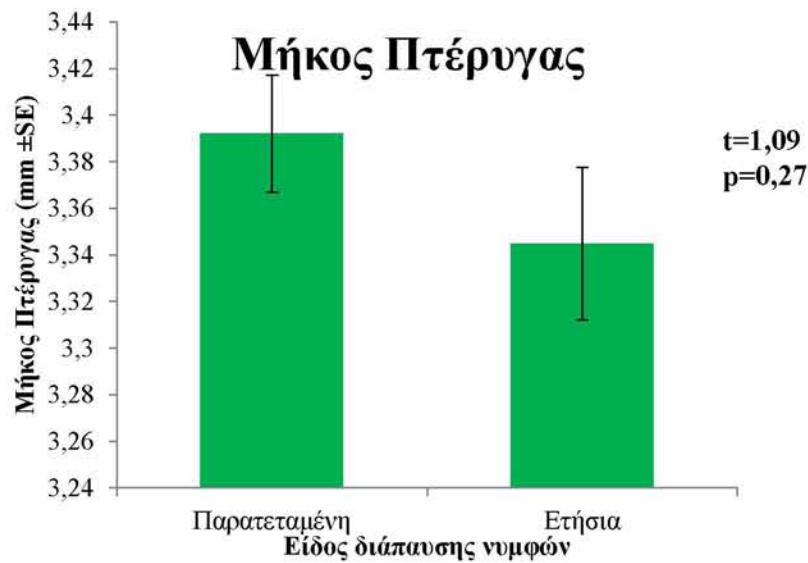


Διάγραμμα 6: Μέσο εμβαδόν δεξιάς πτέρυγας, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση

Στο Διάγραμμα 4, παρατηρείται επίσης, ότι τα έντομα που παρέτειναν την διάπαυση τους, είχαν μια αύξηση στο μήκος σε σχέση με τα έντομα ετήσιας διάπαυσης. Στο Διάγραμμα 5 παρατηρείται αύξηση του πλάτους της πτέρυγας για τα άτομα που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε ένα έτος. Αντίθετα, το εμβαδόν των δεξιών πτερύγων ήταν μικρότερο στα άτομα ετήσιας διάπαυσης (Διάγραμμα 6).

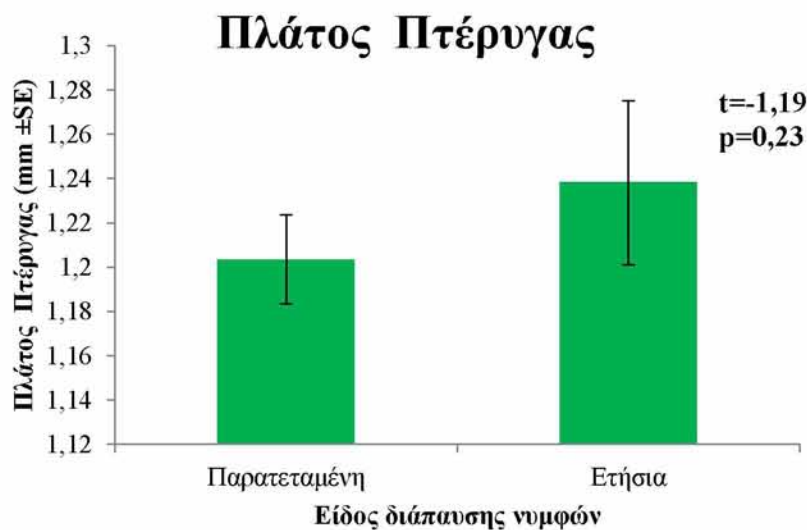
Αριστερή πλευρά

Στο Διάγραμμα 7 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους της αριστερής πτέρυγας ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



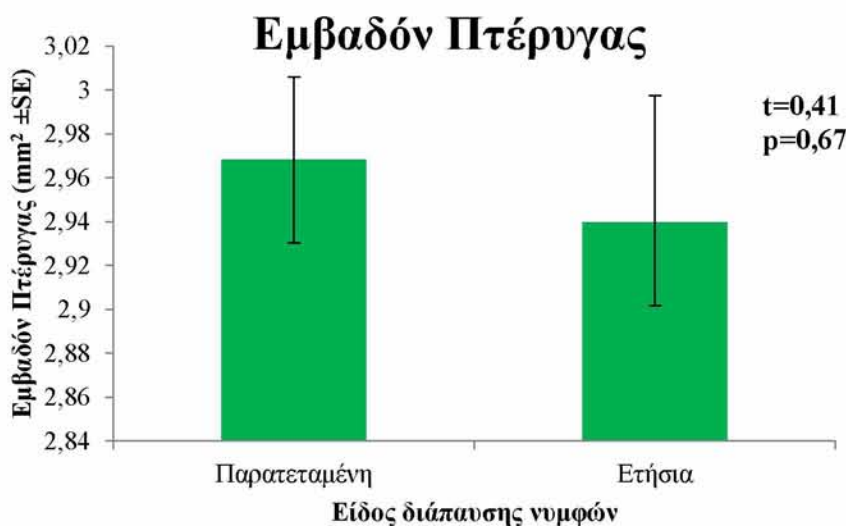
Διάγραμμα 7: Μέσο μήκος αριστερής πτέρυγας, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση

Στο Διάγραμμα 8 δίνεται ο μέσος όρος του πλάτους της αριστερής πτέρυγας ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 8: Μέσο πλάτος αριστερής πτέρυγας, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση

Στο Διάγραμμα 9 δίνεται ο μέσος όρος του εμβαδού της αριστερής πτέρυγας ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



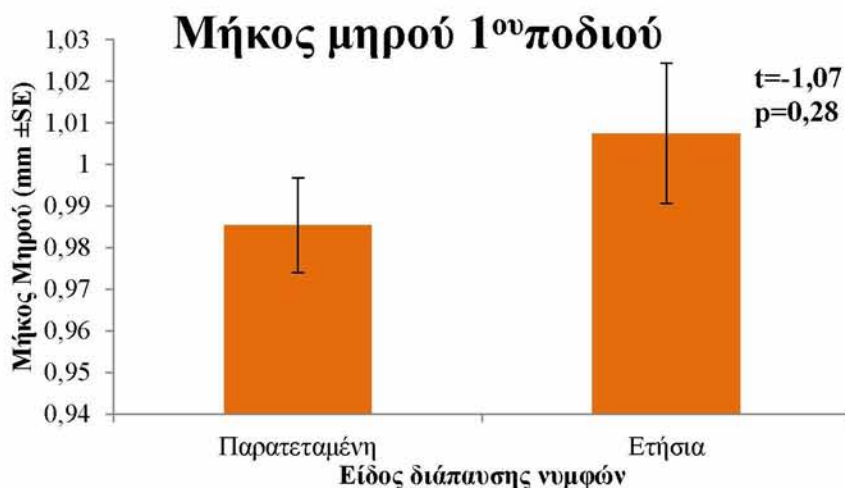
Διάγραμμα 9: Μέσο εμβαδόν αριστερής πτέρυγας, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Παρατηρείται ότι και στις αριστερές πτέρυγες, όπως και στις δεξιές, το μήκος των πτερύγων είναι μικρότερο στα άτομα ετήσιας διάπαυσης (Διάγραμμα 4). Αντίστοιχα, το πλάτος των αριστερών πτερύγων αυξήθηκε στα άτομα με ετήσια διάπαυση, όπως συνέβη και με το πλάτος των δεξιών πτερύγων (Διάγραμμα 5). Τέλος το ίδιο συμβαίνει και στο εμβαδόν της αριστερής πτέρυγας όπου έχει τα ίδια αποτελέσματα με της δεξιάς (Διάγραμμα 6)

Δεξιά πλευρά

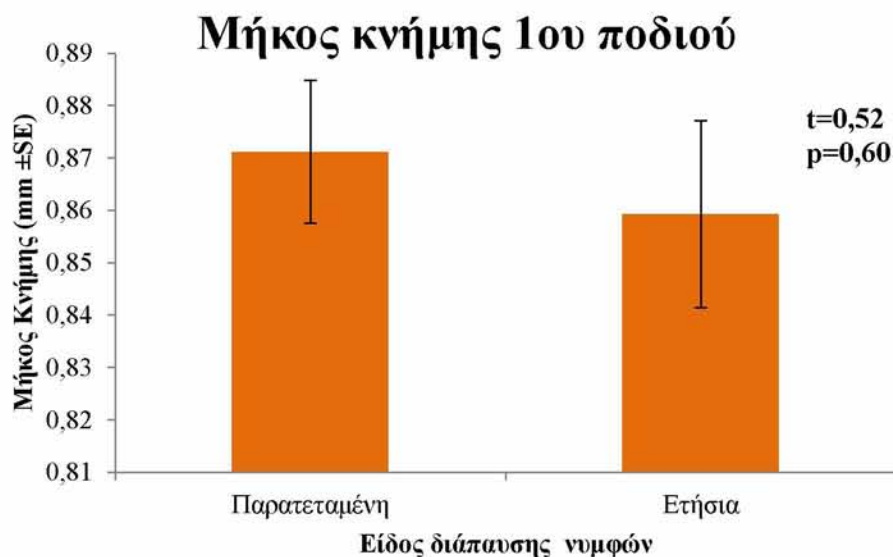
1^ο πόδι

Στο Διάγραμμα 10 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του μηρού του πρώτου δεξιού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 10: Μέσο μήκος μηρού 1^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 11 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους της κνήμης του πρώτου δεξιού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.

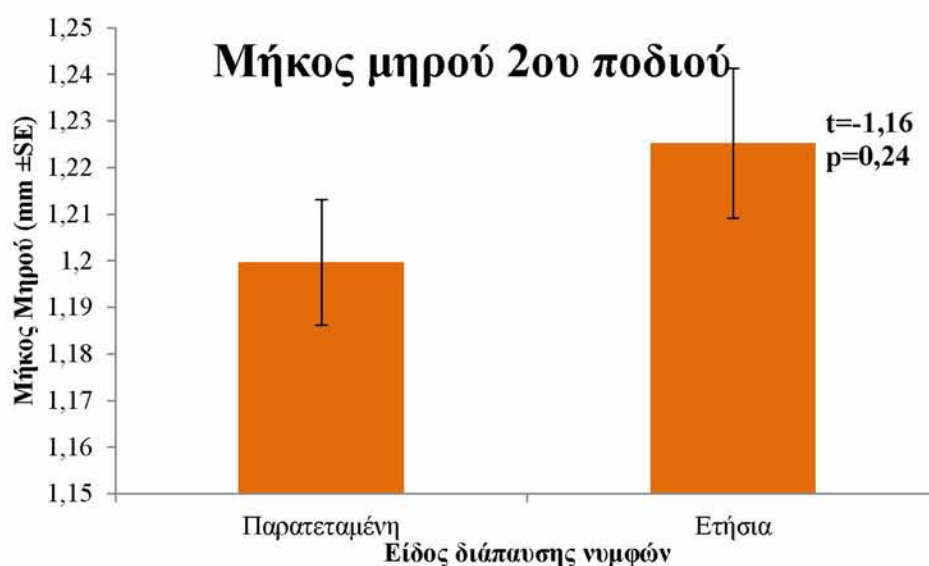


Διάγραμμα 11: Μέσο μήκος κνήμης 1^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 10 φαίνεται ότι τα άτομα που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε ένα έτος αύξησαν το μήκος του μηρού του πρώτου δεξιού ποδιού σε σχέση με αυτά που παρέτειναν την διάπαυση τους. Αντίθετα στην κνήμη του 1^{ου} δεξιού ποδιού υπήρχε μια μείωση στα έντομα ετήσιας διάπαυσης (Διάγραμμα 11).

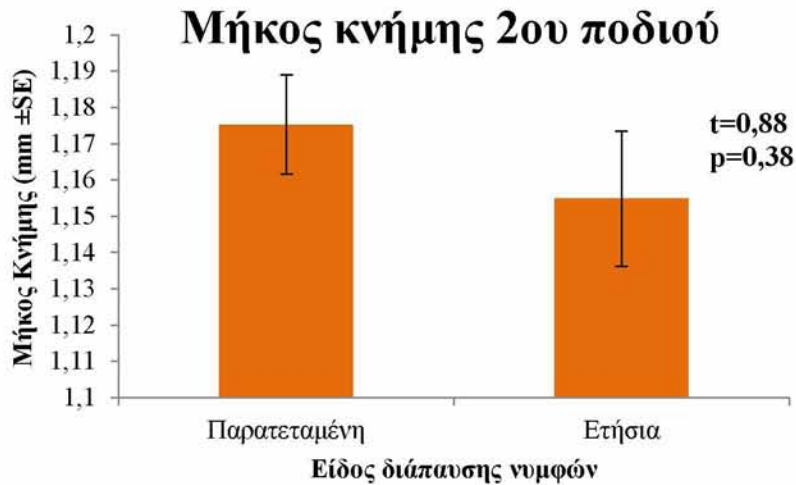
2^ο πόδι

Στο Διάγραμμα 12 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του μηρού του δεύτερου δεξιού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 12: Μέσο μήκος μηρού 2^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 13 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του μηρού του δεύτερου δεξιού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές

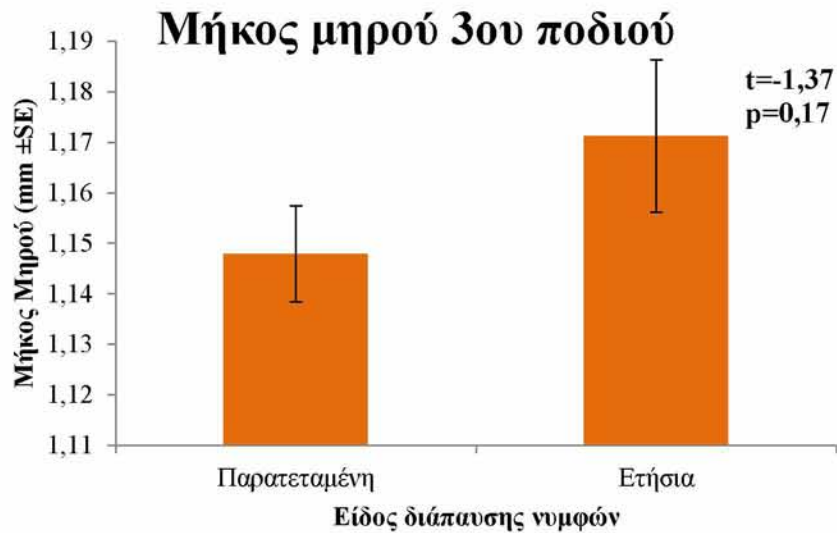


Διάγραμμα 13: Μέσο μήκος κνήμης 2^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 12 παρατηρείται ότι όπως και στο πρώτο πόδι τα έντομα ετήσιας διάπαυσης παρουσίασαν μια αύξηση στο μέγεθος του μηρού σε σχέση με τα άτομα που παρέτειναν την διάπαυση τους (Διάγραμμα 10). Όπως και στο Διάγραμμα 11 η κνήμη του 2^{ου} ποδιού στα έντομα που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε ένα έτος ήταν μικρότερη σε σχέση με τα άτομα που παρέτειναν την διάπαυση τους

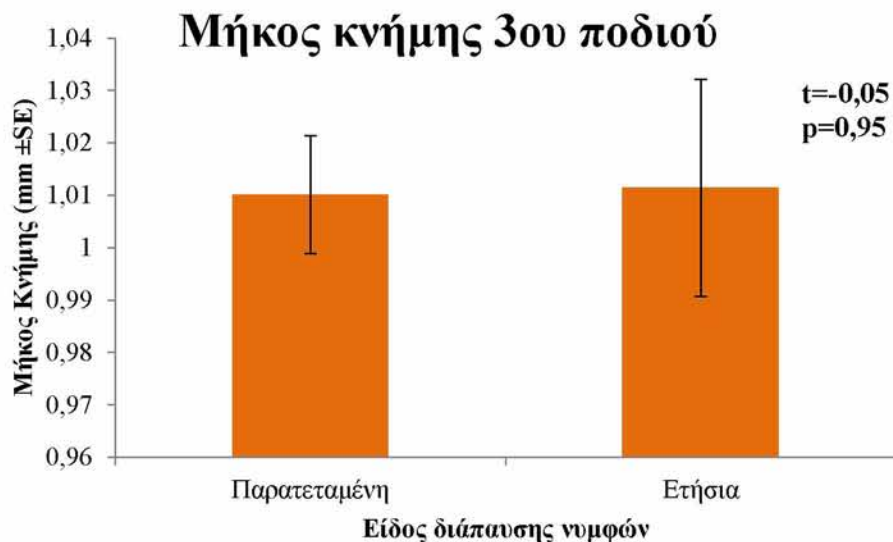
3^ο πόδι

Στο Διάγραμμα 14 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του μηρού του τρίτου δεξιού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές



Διάγραμμα 14: Μέσο μήκος μηρού 3^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 15 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους της κνήμης του τρίτου δεξιού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές



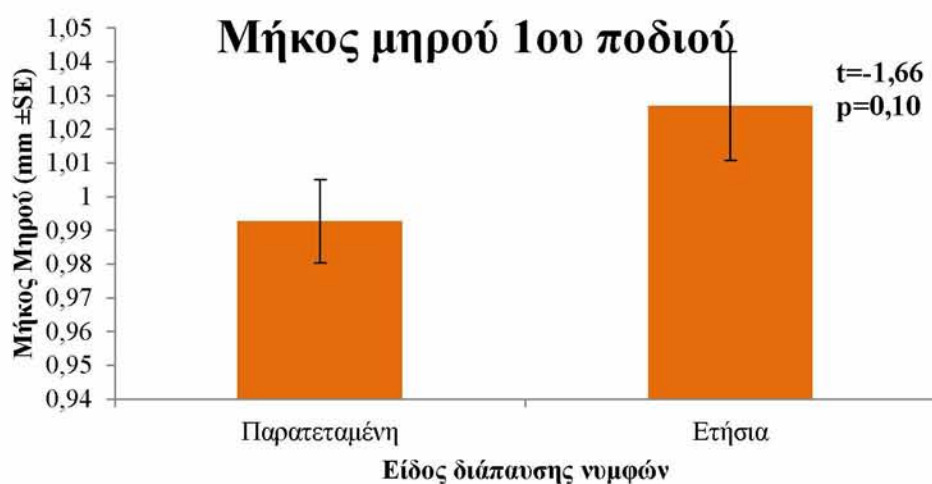
Διάγραμμα 15: Μέσο μήκος κνήμης 3^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Παρατηρείται ότι και στο 3^ο πόδι της δεξιάς πλευράς υπάρχουν τα ίδια αποτελέσματα για τον μηρό όπου στα έντομα με ετήσια διάπαυση παρουσιάζεται αύξηση στο μήκος (Διαγράμματα 10, 12). Αντίθετα με τα Γραφήματα 11 και 13 η κνήμη του 3^{ου} ποδιού της δεξιάς πλευράς παρουσιάζει μια ελάχιστη αύξηση στα έντομα με ετήσια διάπαυση (Διάγραμμα 15).

Αριστερά πόδια

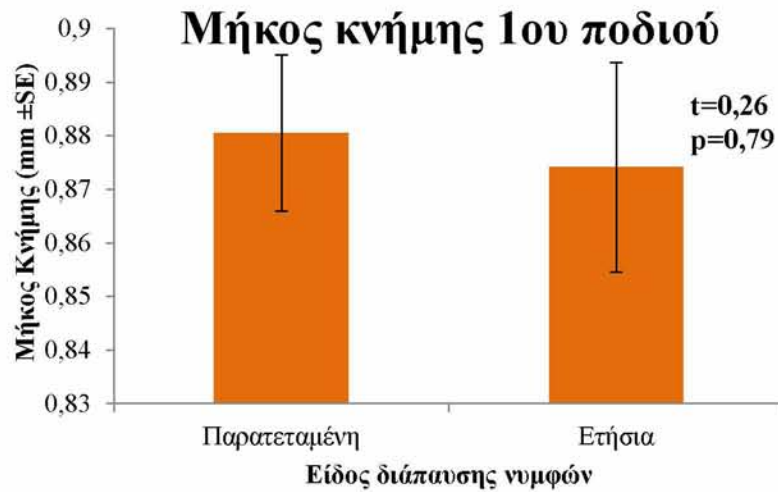
1^ο πόδι

Στο Διάγραμμα 16 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του μηρού του πρώτου αριστερού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 16: Μέσο μήκος μηρού 1^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 17 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους της κνήμης του πρώτου αριστερού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές.

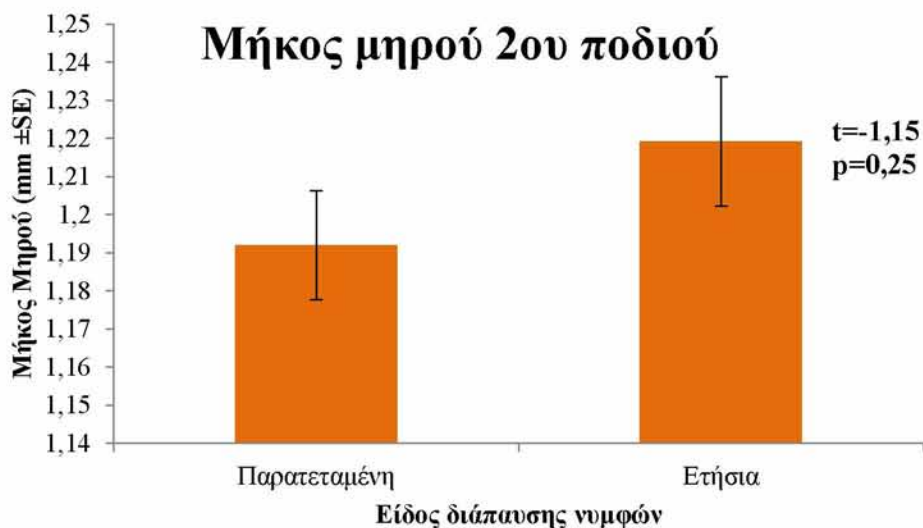


Διάγραμμα 17: Μέσο μήκος κνήμης 1^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 16 παρατηρείται ότι στην αριστερή πλευρά του εντόμου στο 1^ο πόδι υπάρχει μια αύξηση στο μήκος του μηρού για τα άτομα που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε ένα έτος. Το ίδιο συμβαίνει και στην δεξιά πλευρά για το 1^ο πόδι (Διάγραμμα 10). Όπως παρατηρείται και στο Διάγραμμα 17 και η αριστερή κνήμη του 1^{ου} ποδιού είναι μικρότερη στα άτομα ετήσιας διάπαυσης (Διάγραμμα 11)

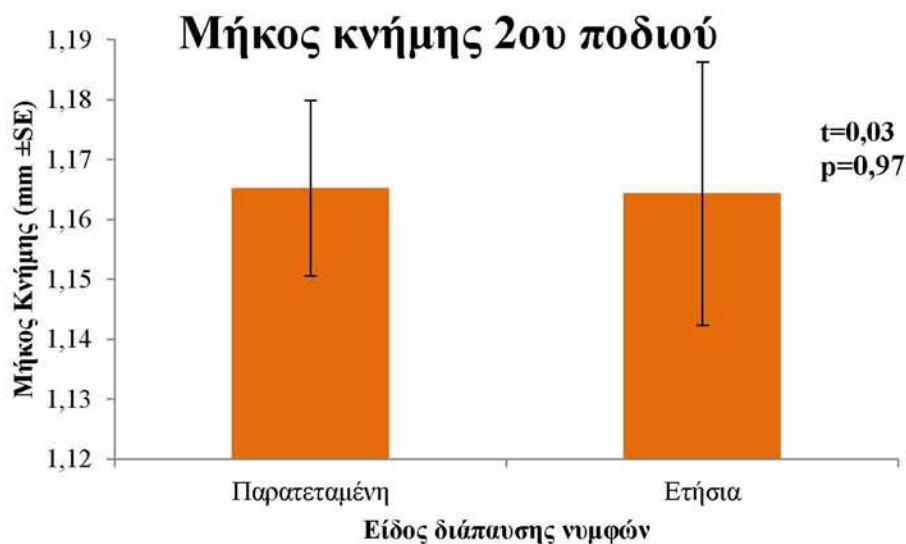
2^ο Πόδι

Στο Διάγραμμα 18 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του μηρού του δεύτερου αριστερού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές



Διάγραμμα 18: Μέσο μήκος μηρού 2^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 19 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους της κνήμης του δεύτερου αριστερού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές

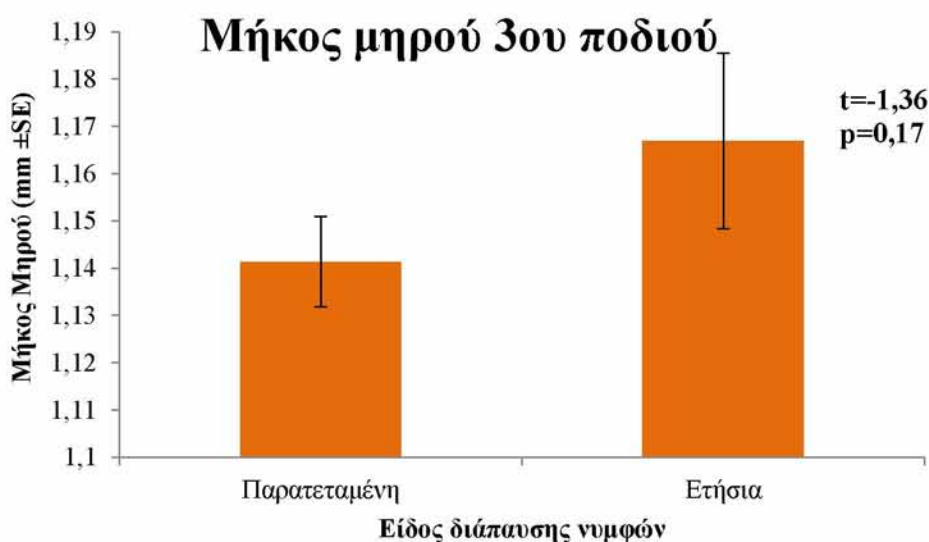


Διάγραμμα 19: Μέσο μήκος κνήμης 2^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Όπως και στο Διάγραμμα 12 παρατηρείται ότι τα άτομα που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε ένα έτος παρουσίασαν μια αύξηση στο μήκος του μηρού το 2^ο αριστερού ποδιού. Στο Διάγραμμα 19 παρατηρείται ότι η μείωση του μήκους της κνήμης του 2^ο αριστερού ποδιού είναι σχεδόν ανεπαίσθητη στα έντομα ετήσιας διάπαυσης.

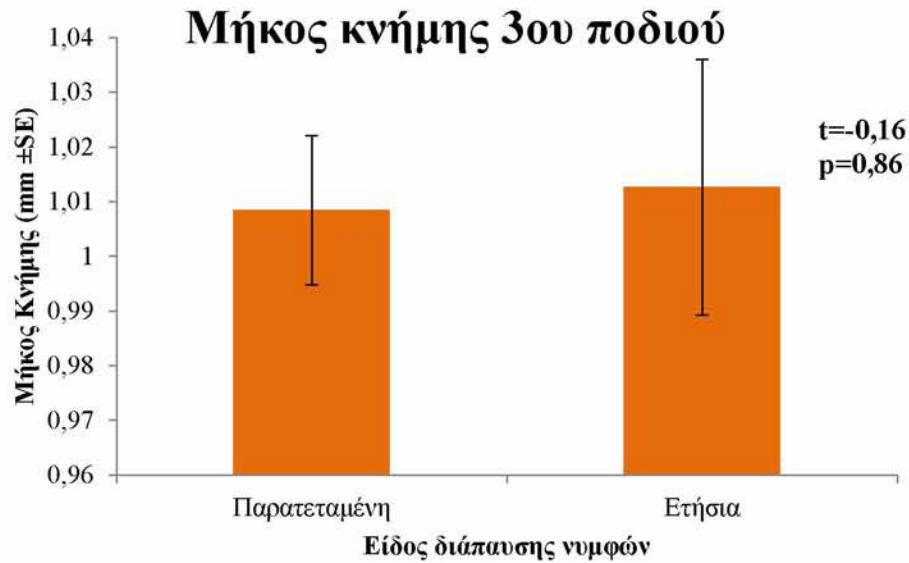
3^ο Πόδι

Στο Διάγραμμα 20 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους του μηρού του τρίτου αριστερού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές



Διάγραμμα 20: Μέσο μήκος μηρού 3^{ου} ποδιού, ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Στο Διάγραμμα 19 δίνεται ο μέσος όρος του μήκους της κνήμης του τρίτου αριστερού ποδιού ενηλίκων που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές



Διάγραμμα 21: Μέσο μήκος κνήμης 3^{ου} ποδιού, Ε ενηλίκων που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση.

Τέλος και στο 3^{ου} αριστερό πόδι παρατηρείται μια αύξηση στο μήκος του μηρού. Το ίδιο συμβαίνει και στον μηρό το 3^{ου} δεξιού ποδιού (Διάγραμμα 14). Όπως και στο Διάγραμμα 15 έτσι και στο Διάγραμμα 21 παρατηρείται μια ελάχιστη, σχεδόν ανεπαίσθητη αύξηση του μήκους της κνήμης στα άτομα που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε ένα έτος.

4 Συζήτηση

Η πτυχιακή αυτή διατριβή επικεντρώθηκε στην μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών των θηλυκών ενηλίκων της ραγολέτιδας της κερασιάς για νύμφες που ολοκλήρωσαν την διάπαυση τους σε ένα έτος, καθώς και για νύμφες που ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση. Αντικείμενο μελέτης αποτέλεσαν όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ενηλίκων κάτι που δεν είχε διερευνηθεί στο παρελθόν. Όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα τα θηλυκά ενήλικα ετήσιας διάπαυσης παρουσίασαν διαφορά στο μέγεθος σε σχέση με τα θηλυκά ενήλικα που ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση καθώς τα δεύτερα ήταν μεγαλύτερα. Όλα τα χαρακτηριστικά των εντόμων πέραν του πλάτους της κεφαλής, του μήκους του θώρακα, μήκους του μηρού των ποδιών, του μήκους της κνήμης του τρίτου αριστερού και δεξιού ποδιού και του πλάτους των πτερύγων παρουσίασαν αύξηση του μεγέθους των επιμέρους μελών. Ωστόσο δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σε αντίστοιχη πτυχιακή μελέτη που έγινε σε αρσενικά ενήλικα ραγολέτιδας από την Καλτσίδου (2018) παρατηρήθηκε μεγαλύτερο μέγεθος στα αρσενικά ενήλικα όπου ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση με την διαφορά ότι σε αυτήν την έρευνα υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μήκος μηρού και την κνήμη των αριστερών ποδιών, το μήκος της κνήμης των δεξιών ποδιών, το μήκος της αριστερής πτέρυγας καθώς και στο πλάτος του θώρακα.

(Καλτσίδου,2018)

Η Μωραϊτή (2012) μελέτησε το πλάτος του θώρακα, το πλάτος της κεφαλής και το μήκος του θώρακα σε θηλυκά και αρσενικά ενήλικα άτομα ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από νύμφες που ακολούθησαν παρατεταμένη και ετήσια διάπαυση. Σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα παρατηρήθηκε ότι η διάρκεια της διάπαυσης έπαιξε καθοριστικό ρόλο στο μέγεθος των ενηλίκων και των δύο φύλων αυξάνοντας το μέγεθος αυτών που ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση χωρίς όμως να επηρεαστεί η γονιμότητα και η μακροζωία των ενηλίκων. Σημαντικό ρόλο στην αύξηση του μεγέθους παίζει επίσης και η είσοδος των εντόμων σε παρατεταμένη διάπαυση (Wei et al., 2010). Οι νύμφες που ήταν εξαρχής μεγαλύτερες θα προχωρήσουν σε παρατεταμένη διάπαυση και θα επιβιώσουν. Ενώ τα άτομα μικρότερου μεγέθους δεν θα μπορούσαν να επιβιώσουν την παρατεταμένη διάπαυση, έτσι ακολουθούν ετήσια διάπαυση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στα μικρά αποθέματα ενέργειας όπου καταναλώνονται κατά την διάπαυση. Ωστόσο χρειάζεται παραπάνω έρευνα για να υπάρχουν ξεκάθαρα αποτελέσματα για την σύνδεση μεγέθους, είδους διάπαυσης και μακροζωίας. Επίσης παρατηρείται αύξηση του μεγέθους των πτερύγων που έχουν ως πιθανό αποτέλεσμα μεγαλύτερη ικανότητα πτήσης άρα και περισσότερες επιλογές ως προς την διασπορά (Stevens et al., 2010). Συμπερασματικά η παρατεταμένη διάπαυση αποτελεί ένα μέσο προστασίας του πληθυσμού και προσαρμογής στις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο θα εξαπλωθεί ο πληθυσμός.

(Moraiti,2012)

Επίσης στην εργασία της Μωραϊτή το 2012 βρέθηκε ότι η διάρκεια της διάπαυσης επηρεάζει την γονιμότητα των θηλυκών καθώς και την ωοτοκία καθώς τα αυγά είναι λιγότερα και έχουν μικρότερο μέγεθος.

Τα παραπάνω συμπεράσματα της συγκεκριμένης εργασίας θα μπορούσαν να αποτελέσουν υλικό για περαιτέρω έρευνα πάνω στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των εντόμων της ραγολέτιδας, καθώς και τις συνέπειες της διάρκειας διάπαυσης στην μετέπειτα ζωή των εντόμων.

5 Βιβλιογραφία

Ελληνική

Αθανασίου Χ., 2014. Σημειώσεις μαθήματος Εφαρμοσμένη Εντομολογία

Ευσταθίου Β., 2007. Επίδραση τροφής και άλλων παραγόντων στις βιολογικές παραμέτρους των ενηλίκων της μύγας των κερασιών *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae). Γεωπονική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης

Καλτσίδου Ζ.Π., 2018. Μορφολογικά χαρακτηριστικά αρσενικών της Ραγολέτιδας της κερασιάς *Rhagoletis Cerasi* (Diptera: Tephritidae) που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια και παρατεταμένη διάπαυση. Πτυχιακή διατριβή, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος.

Μωραΐτη Α.Κ., 2013. Μελέτη της βιο-οικολογίας και της συμπεριφοράς διαφορετικών πληθυσμών της μύγας της κερασιάς, *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae). Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ραπτόπουλος Δ., 1995. Φερομόνες του φύλου του εντόμου *Rhagoletis cerasi*, Linneus. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών

Τζανακάκης, Μ. Ε. και Β. Ι. Κατσόγιαννος. 2003. Έντομα Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου. Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα

Ξενόγλωσση

Daniel G., Grunder J., 2012. Integrated management of European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* (L.): Situation in Switzerland and Europe. *Insects* 3:356-988

Encyclopedia of life Species 2000 και ITIS Catalogue of Life 2013 (http://eol.org/pages/725375/hierarchy_entries/52014864/overview)

Köstal, V., 2005. Eco-physiological phases of insect diapause. *Journal of Insect Physiology* 52:113-127

Moraiti C.A., 2012. Prolonged pupal dormancy is associated with significant fitness cost for adults of *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Physiology* 58:5-6

Papanastasiou A.S., Papadopoulos N.T., Nakas C.T., Diamantidis A.D., Nestel D. 2010. Physiological and biological patterns of a highland and a coastal population of the European cherry fruit fly during diapause. *Journal of Insect Physiology* 57:83-93

Philippi T., Seger J., 1989. Hedging One's Evolutionary Bets, Revisited. *Trends in Ecology και Evolution* 4:41-44.

Saulich A. Kh., 2010. Long life cycles in insects. *Entomological Review* 90:1127-1152

Stevens, V.M., Turlure, C., Baguette, M., 2010. A meta-analysis of dispersal in butterflies. *Biological Reviews* 85: 625–642

Tauber, M.J., Tauber, C.A., 1976. Insect seasonality: diapause maintenance, termination, and postdiapause development. *Annual Reviews of Entomology* 21: 81–107

Wei, X.-T., Zhou, Y.-C., Xiao, H.-J., Wang, X.-P., Bao, Z.-M., Xue, F.-S., 2010. Relationship between the natural duration of diapause and post-diapause reproduction in the cabbage beetle, *Colaphellus bowringi* (Coleoptera: Chrysomelidae). *European Journal of Entomology* 107: 337–340

Διαδικτυακές πηγές

<https://www.biorxiv.org/>

Siomava N., Wimmer E.A., Posnien N., 2017. Extensive sexual wing shape dimorphism in *Drosophila melanogaster*, *Ceratitis capitata*, and *Musca domestica*. Institute of Zoology and Anthropology, University Goettingen

6 Παράρτημα

Πίνακας 2: Πίνακας Δεδομένων Σωματομετρίας και Στατιστικών Αναλύσεων

Συλλογή Νυμφών		Πλάτος Κεφαλής	Μήκος Θώρακα	Πλάτος Θώρακα	Μήκος Δεξιάς Πτέρυγας	Μήκος Αριστερής Πτέρυγας	Πλάτος Δεξιάς Πτέρυγας	Πλάτος Αριστερής Πτέρυγας	Εμβαδόν Δεξιάς Πτέρυγας	Εμβαδόν Αριστερής Πτέρυγας	Δεξιός Μηρός 1ου Ποδιού	Αριστερός Μηρός 1ου Ποδιού	Δεξιός Μηρός 2ου Ποδιού	Αριστερός Μηρός 2ου Ποδιού	Δεξιός Μηρός 3ου Ποδιού	Αριστερός Μηρός 3ου Ποδιού	Δεξιά Κνήμη 1ου Ποδιού	Αριστερή Κνήμη 1ου Ποδιού	Δεξιά Κνήμη 2ου Ποδιού	Αριστερή Κνήμη 2ου Ποδιού	Δεξιά Κνήμη 3ου Ποδιού	Αριστερή Κνήμη 3ου Ποδιού
2014	M.O	1,46	1,71	1,26	3,35	3,39	1,38	1,38	2,93	2,97	0,99	0,99	1,20	1,19	1,15	1,14	0,87	0,88	1,18	1,17	1,01	1,01
	n	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00
	se	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	CV %	3,50	5,16	9,54	4,47	4,49	11,88	11,87	7,55	7,75	7,06	7,54	6,82	7,30	5,05	5,08	9,49	10,06	7,08	7,64	6,77	8,23
2015	M.O	1,47	1,71	1,23	3,33	3,34	1,43	1,43	2,90	2,94	1,01	1,03	1,23	1,22	1,17	1,17	0,86	0,87	1,15	1,16	1,01	1,01
	n	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
	se	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	CV %	3,53	6,53	9,79	4,36	4,36	8,43	8,43	8,75	8,82	7,48	7,02	5,86	6,20	5,77	7,11	9,28	10,01	7,22	8,44	9,17	10,33
T-test	t	-0,53	0,02	0,92	0,30	1,09	-1,25	-1,20	0,48	0,42	-1,07	-1,67	-1,17	-1,16	-1,37	-1,36	0,53	0,26	0,88	0,03	-0,06	-0,17
	p	0,60	0,98	0,36	0,76	0,28	0,22	0,24	0,63	0,68	0,29	0,10	0,25	0,25	0,18	0,18	0,60	0,79	0,38	0,97	0,95	0,87
	df	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55