



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ**

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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΚΑΛΤΣΙΔΟΥ ΖΩΗ-ΠΟΛΥΞΕΝΗ**



**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ, 2018**

ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΤΗΣ ΡΑΓΟΛΕΤΙΔΑΣ ΤΗΣ  
ΚΕΡΑΣΙΑΣ *RHAGOLETIS CERASI* (DIPTERA: TERHRITIDAE) ΠΟΥ  
ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΝΥΜΦΕΣ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΑΝ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΙ  
ΠΑΡΑΤΕΤΑΜΕΝΗ ΔΙΑΠΑΥΣΗ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΚΑΛΤΣΙΔΟΥ ΖΩΗ-ΠΟΛΥΞΕΝΗ

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

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

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

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

Μέλος: Δρ. Ζάρπας Κωνσταντίνος (Μέλος ΕΔΙΠ, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας)

## Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT .....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1. Η ραγολέτιδα της κερασιάς, <i>Rhagoletis cerasi</i> .....	12
1.2. Συστηματική κατάταξη της ραγολέτιδας της κερασιάς .....	13
1.3. Οι μύγες των φρούτων (οικογένεια Tephritidae) .....	13
1.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά της ραγολέτιδας της κερασιάς .....	14
1.5 Βιολογία και συμπεριφορά του εντόμου.....	16
1.6 Τα φυτά-ξενιστές.....	17
1.7 Η οικονομική σημασία της ραγολέτιδας της κερασιάς.....	18
1.8 Καταπολέμηση της ραγολέτιδας της κερασιάς .....	21
1.9 Η διάπαυση.....	23
1.9.1 Κατηγορίες διάπαυσης .....	25
1.9.2 Οι επιμέρους φάσεις της διάπαυσης.....	25
1.9.3 Πριν τη διάπαυση (Pre-diapause) .....	25
1.9.4 Η διάπαυση (Diapause) .....	26
1.9.5 Μεταδιάπαυση (Post-diapause) .....	27
1.9.6 Η παρατεταμένη διάπαυση (prolonged diapause) .....	27
1.10 Η διάπαυση της ραγολέτιδας της κερασιάς.....	28
1.11 Σκοπός της εργασίας .....	29
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	30
2.1 Περιοχή μελέτης.....	30
2.2 Συνθήκες εργαστηρίου .....	30
2.3 Παραμονή των εντόμων σε κλουβιά – έξοδος εντόμων .....	31
2.4 Θανάτωση των εντόμων.....	31
2.5 Διαμελισμός των εντόμων.....	32
2.6 Όργανα και υλικά.....	37

2.7 Επεξεργασία φωτογραφιών-σωματομετρία .....	38
2.8 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	43
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	44
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	61
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	63
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή της πτυχιακής μου διατριβής κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο για την ανάθεση του παρόντος θέματος, τη σχεδίαση του πειράματος και τη καθοδήγηση κατά τη διάρκεια αυτού. Ιδιαίτερα πολύτιμες ήταν και οι συμβουλές, οι υποδείξεις και οι διορθώσεις του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της παρούσας διατριβής.

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον Διδάκτορα κ. Κώστα Ζάρπα για τη συνεχή καθοδήγηση, τη βοήθεια, τις συμβουλές και διορθώσεις καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος και της συγγραφής της διατριβής μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Χρήστο Αθανασίου για τη συμμετοχή στην τριμελή εξεταστική επιτροπή και τη συμβολή του στη διατριβή μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Ρέα Κορφιάτη για την άριστη συνεργασία που είχαμε όλο αυτό το διάστημα εκπονώντας τις πτυχιακές μας διατριβές, καθώς και τις φίλες μου για τη στήριξη και υπομονή που μου έδειξαν. Θερμότερες ευχαριστίες οφείλω και στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση, στήριξη και βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη φοίτηση μου στο Πανεπιστήμιο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ραγολέτιδα της κερασιάς, *Rhagoletis cerasi*, (Diptera: Tephritidae) θεωρείται ως ο σημαντικότερος εχθρός της κερασιάς. Για το λόγο αυτό η επιστημονική κοινότητα μελετά συστηματικά τη συμπεριφορά και τη βιολογία της ραγολέτιδας της κερασιάς με σκοπό την ανάπτυξη μεθόδων και στρατηγικών αντιμετώπισης της.

Βασικό στοιχείο της βιολογίας της ραγολέτιδας της κερασιάς είναι η διάπαυση και συχνά η παρατεταμένη διάπαυση στο στάδιο της νύμφης. Η παρούσα πτυχιακή διατριβή είχε ως αντικείμενο μελέτης τη σύγκριση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών αρσενικών εντόμων του είδους που προήλθαν από νύμφες που ολοκλήρων είτε ετήσια είτε παρατεταμένη διάπαυση. Οι πληθυσμοί που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα μελέτη προέρχονται από τη Δάφνη Κοζάνης. Το πείραμα διεξήχθη στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Οι νύμφες της ραγολέτιδας της κερασιάς υποβλήθηκαν σε συνθήκες περάτωσης της ετήσιας και παρατεταμένης διάπαυσης αντίστοιχα. Μετά την έξοδό τους από το νυμφικό περίβλημα, τα ενήλικα αρσενικά θανατώνονταν και στη συνέχεια τα σωματικά τους τμήματα “διαμελίζονταν” και τοποθετούνταν επάνω σε αντικειμενοφόρους πλάκες. Συγκεκριμένα στην αντικειμενοφόρο πλάκα τοποθετούνταν οι δύο πτέρυγες, τα έξι πόδια, η κεφαλή και ο θώρακας του εκάστοτε εντόμου. Τα δείγματα φωτογραφίζονταν κάτω από στερεομικροσκόπιο και στη συνέχεια υποβάλλονταν σε σωματομετρία με τη χρήση του προγράμματος Image J, v.1.49 (λογισμικό μέτρησης αποστάσεων σωματικών μερών σε φωτογραφικό υλικό γνωστών διαστάσεων). Η σύγκριση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών μεταξύ των αρσενικών που προέρχονταν από ετήσιο και παρατεταμένο κύκλο διάπαυσης έγινε με το κριτήριο t για ανεξάρτητα δείγματα. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το μέγεθος των ενηλίκων αρσενικών που προέρχονται από τον ετήσιο κύκλο διάπαυσης ήταν μικρότερο σε σχέση με εκείνο των ενηλίκων που προέρχονταν από τον παρατεταμένο κύκλο διάπαυσης.

## ABSTRACT

The European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae) is one of the most important pests of sweet and sour cherries in Europe. It causes several damage to cherry production in Greece as well. Because of its importance the biology and ecology of the European cherry fruit fly has been studied to great extend and several methods to control its populations have been developed over the last few decades. *Rhagoletis cerasi* is a stenophagous, univoltines species that infests cherries when they become ripe. It overwinters as pupae in obligate annual diapause. Adults emerge at fruiting season. A small proportion of the population follows extended dormancy (prolonged dormancy) that spans two years. Hence, a small number of adults may emerge two years after pupation.

Earlier studies exploring the biology of adults emerging from pupae following one and two years dormancy cycles revealed differences in size considering head width, thorax length and thorax width. The current study aims to compare the morphometric features of male insects of *R. cerasi* adult males obtained from pupae which undergone either annual or prolonged diapause. Pupae used in the current study were collected from infested sweet cherry from the area of Dafni, Kozani. Pupae were transferred to laboratory of Entomology and Agricultural Zoology (Department of Agriculture, Crop production and Rural Environment, University of Thessaly) where all experiments took place.

To terminate diapause and stimulate adult emergence pupae were subjected to appropriate warm-chill-warm cycles. Adults obtained from the two types of pupae diapause 2-3 days after emergence were killed and their body parts were placed on microscope glass slides. Specifically on the microscope glass slide we placed the two wings, six legs, head and the thorax of each male insect. A photograph of each sample was taken by a stereomicroscope and measurements of the morphometric features of each male insect were conducted using the computer program Image J, v.1.49 (software for measuring distances of body parts in photographic material of known dimensions). Statistical analysis revealed that males obtained from pupae following annual dormancy were smaller compared to those obtained from pupae following prolonged dormancy.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

**Εικόνα 1.** Παγκόσμια γεωγραφική διασπορά των πληθυσμών της ραγολέτιδας της κερασιάς. Με πορτοκαλί χρώμα έχουν σημειωθεί οι χώρες στις οποίες καταγράφεται το έντομο. (EPPO, 2017)

**Εικόνα 2.** Ο κύκλος ζωής της ραγολέτιδας της κερασιάς. Ενήλικο (1), αυγό (2), προνύμφη (3), νύμφη (4)

**Εικόνα 3.** Έξοδος ανεπτυγμένης προνύμφης από τον καρπό

**Εικόνα 4.** Ορισμένα από τα φυτά ξενιστές της ραγολέτιδας της κερασιάς: a) *Berberis vulgaris*, b) *Prunus mahaleb*, c) *P. avium*, d) *Lonicera xylosteum*, e) *Vaccinium myrtillus*

**Εικόνα 5.** Η παγίδα Rebell amarillo®

**Εικόνα 6.** Το χωριό Δάφνη Κοζάνης στο χάρτη

**Εικόνα 7.** Αντικειμενοφόρος πλάκα με τα σωματικά τμήματα του ενηλίκου

**Εικόνα 8.** Ο πάγκος εργασίας με τα υλικά στο εργαστήριο

**Εικόνα 9.** Η διαδικασία φωτογράφισης των διαμελισμένων μελών του εντόμου

**Εικόνα 10.** Αναλυτικό αρχείο καταγραφής των εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν για τις μορφομετρικές μετρήσεις

**Εικόνα 11.** Θήκης αποθήκευσης των αντικειμενοφόρων πλακών

**Εικόνα 12(α).** Φωτογραφία των πτερύγων από το στερεοσκόπιο (πριν την επεξεργασία)

**Εικόνα 12(β).** Η ίδια φωτογραφία μετά την επεξεργασία

**Εικόνα 13.** Μέτρηση μήκους πτέρυγας στο Image J

**Εικόνα 14.** Μέτρηση πλάτους πτέρυγας στο Image J

**Εικόνα 15.** Μέτρηση εμβαδού πτέρυγας στο Image J

**Εικόνα 16.** Μέτρηση μήκους μηρού στο Image J

**Εικόνα 17.** Μέτρηση μήκους κνήμης στο Image J

**Εικόνα 18.** Μέτρηση πλάτους θώρακα στο Image J

**Εικόνα 19.** Μέτρηση μήκους θώρακα στο Image J



**Εικόνα 20.** Μέτρηση πλάτους κεφαλής στο Image J

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

**Πίνακας 1.** Συστηματική κατάταξη του *Rhagoletis cerasi* (Moraiti, 2013; ITIS, 2017)

**Πίνακας 2.** Εγκεκριμένα εντομοκτόνα με τις δραστικές τους ουσίες για την καλλιέργεια της κερασιάς στην Ελλάδα (Ανώνυμος, 2017)

**Πίνακας 3.** Συνοπτικός στατιστικός πίνακας

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

**Διάγραμμα 1.** Ποσοστό παραγωγής κερασιών ανά Ήπειρο (FAO, 2017)

**Διάγραμμα 2.** Διακύμανση παραγωγής κερασιών σε τόνους στην Ελλάδα από το 1994 έως το 2014 (FAO, 2017)

**Διάγραμμα 3.** Πλάτος κεφαλής ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 4.** Μήκος θώρακα ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 5.** Πλάτος θώρακα ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 6.** Μήκος δεξιάς πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 7.** Πλάτος δεξιάς πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 8.** Εμβαδό δεξιάς πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 9.** Μήκος αριστερής πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 10.** Πλάτος αριστερής πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 11.** Εμβαδό αριστερής πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 12.** Μήκος δεξιού εμπρόσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 13.** Μήκος δεξιάς εμπρόσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 14.** Μήκος δεξιού μεσαίου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 15.** Μήκος δεξιάς μεσαίας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 16.** Μήκος δεξιού οπίσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 17.** Μήκος δεξιάς οπίσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 18.** Μήκος αριστερού εμπρόσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 19.** Μήκος αριστερής εμπρόσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 20.** Μήκος αριστερού μεσαίου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 21.** Μήκος αριστερής μεσαίας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

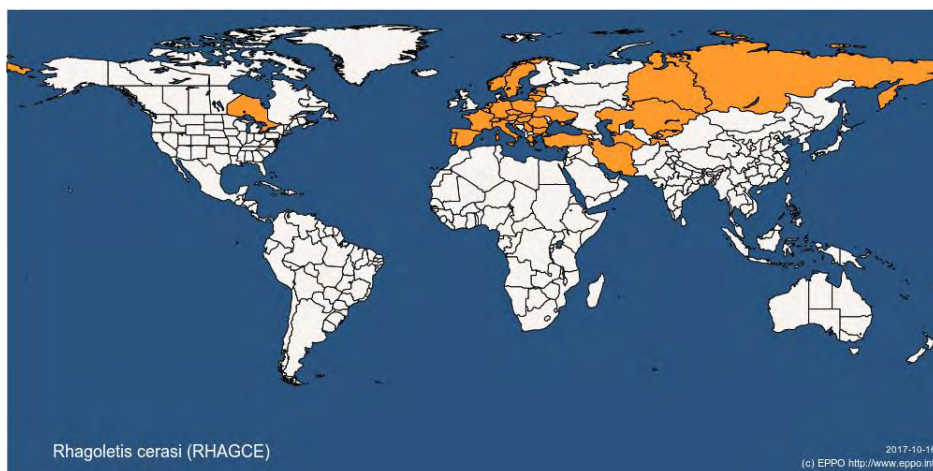
**Διάγραμμα 22.** Μήκος αριστερού οπίσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

**Διάγραμμα 23.** Μήκος αριστερής οπίσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Η ραγολέτιδα της κερασιάς, *Rhagoletis cerasi*

Η ραγολέτιδα της κερασιάς, γνωστή και ως η μύγα της κερασιάς, *Rhagoletis cerasi* (Linnaeus, 1758) κατατάσσεται στην οικογένεια Tephritidae (Πίνακας 1). Τα είδη της οικογένειας Tephritidae είναι γνωστά ως μύγες των φρούτων. Το γένος *Rhagoletis* αποτελείται από 65 γνωστά είδη που καταγράφονται στην βόρεια, κεντρική και νότια Αμερική (Λιόλιου, 2011), σε όλες τις χώρες της Ευρώπης, στη Ρωσία και τη δυτική Σιβηρία, καθώς και στις εύκρατες περιοχές της δυτικής Ασίας (Fimiani, 1989; White & Elson-Harris, 1992; Mohamadzade Namin & Rasouljan, 2009) (Εικόνα 1). Το είδος *R. cerasi* κατέχει εξέχουσα θέση ανάμεσα στους σημαντικότερους εχθρούς της κερασιάς και διακρίνεται σε δυο φυλές, στη βόρεια και στη νότια. Η πρώτη απαντάται στη Βουλγαρία, Τσεχία, Λετονία, Λιθουανία, Ελλάδα, Γερμανία (βόρεια), Γαλλία (βόρεια και νοτιοανατολικά) Σουηδία, Νορβηγία, Κάτω Χώρες, Ρουμανία, Σλοβακία, Πολωνία, Ουγγαρία, Ρωσία, Γεωργία, Ουκρανία, Τουρκία (βόρεια και βορειοδυτικά), καθώς και στο Ιράν, Καζακστάν, Κιργιστάν, Τατζικιστάν, Τουρκμενιστάν. Η νότια φυλή απαντάται στην Ιταλία, Ελλάδα, Ισπανία, Γαλλία (νοτιοδυτικά), Γερμανία (νότια), Ελβετία, Πορτογαλία και στην Αυστρία.



**Εικόνα 1.** Παγκόσμια γεωγραφική διασπορά των πληθυσμών της ραγολέτιδας της κερασιάς. Με πορτοκαλί χρώμα έχουν σημειωθεί οι χώρες στις οποίες καταγράφεται το έντομο.

(EPPO, 2017)

## 1.2. Συστηματική κατάταξη της ραγολέτιδας της κερασιάς

**Πίνακας 1.** Συστηματική κατάταξη του *Rhagoletis cerasi* (Moraiti, 2013; ITIS, 2017)

Kingdom	Animalia
Subkingdom	Eumetazoa
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Hexapoda
Class	Insecta
Subclass	Pterygota
Infraclass	Neoptera
Superorder	Holometabola
Order	Diptera
Suborder	Brachycera
Infraorder	Muscomorpha
Superfamily	Tephritoidea
Family	Tephritidae
Subfamily	Trypetinae
Tribe	Carpomyini
Subtribe	Carpomyina
Genus	<i>Rhagoletis</i>
species	<i>cerasi</i>

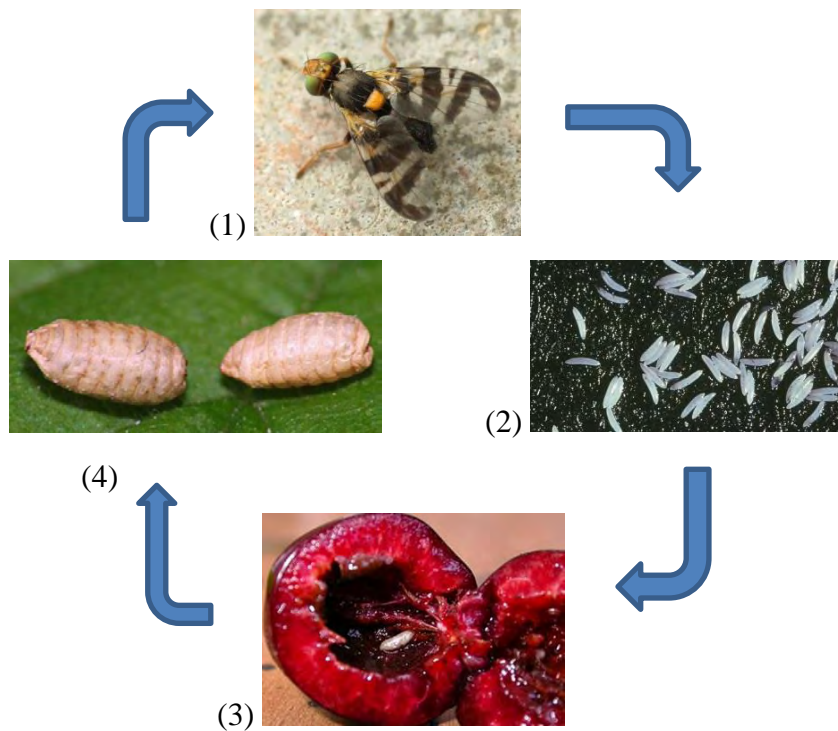
## 1.3. Οι μύγες των φρούτων (οικογένεια Tephritidae)

Η οικογένεια Tephritidae αποτελείται από περίπου 5000 αναγνωρισμένα είδη που κατηγοριοποιούνται σε 500 γένη και συνεπώς απαρτίζουν μια από τις μεγαλύτερες οικογένειες της τάξης των Διπτέρων. Η οικογένεια Tephritidae είναι πολύ σημαντική, διότι πολλά από τα είδη της προκαλούν μεγάλες ζημιές σε καλλιέργειες, ενώ άλλα χρησιμοποιούνται ως παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης βλαβερών εντόμων. Οι λόγοι που συντελούν στο χαρακτηρισμό της οικογένειας ως μιας από τις βλαβερότερες των καλλιεργειών είναι ότι προκαλούν ζημιές σε νωπά φρούτα και λαχανικά και η παρουσία ειδών σε κάποιες περιοχές οδηγεί στην εφαρμογή μέτρων καραντίνας που αφορά στη διακίνηση και εμπορία φρέσκων φρούτων και λαχανικών. Τα μέτρα καραντίνας έχουν ως στόχο τον περιορισμό της εξάπλωσης του εντόμου σε άλλες χώρες ακόμη και σε κάποιες που δεν έχει ξαναεμφανιστεί (White and Elson-Harris, 1992). Οι προνύμφες των Tephritidae αναπτύσσονται σε καρποφόρα όργανα των φυτών ξενιστών και το 35% αυτών επιλέγει τα φρούτα με μαλακή σάρκα (Μπατζηλιώτη, 2009). Ένα άλλο 40% των προνυμφών αναπτύσσεται σε φυτά της οικογένειας Asteraceae (=Compositae). Πολύ μικρό ποσοστό των ειδών είναι μη φυτοφάγα (White and Elson-Harris, 1992).

#### 1.4. Μορφολογικά χαρακτηριστικά της ραγολέτιδας της κερασιάς

- ➡ Το αυγό έχει λευκό χρώμα που ελαφρώς κιτρινίζει, είναι επίμηκες, ελλειψοειδές και ελαφρά κυρτό.
- ➡ Η εκκολαπτόμενη προνύμφη έχει μήκος 0,6mm και η πλήρως ανεπτυγμένη 6mm. Το χρώμα της είναι λευκό ή λευκοκίτρινο, είναι ακέφαλη, άποδη, όπως σ'όλα τα Tephritidae, με την κεφαλική άκρη του σώματος στενότερη από την εδραία.
- ➡ Η νύμφη είναι συνεσφιγμένη και αναπτύσσεται εντός νυμφικού περιβλήματος (puparium), το οποίο είναι ελλειψοειδές, διαστάσεων 4 x 2 mm, χρώματος κίτρινο άχυρου ή ανοιχτοκάστανο θαμπό με τις διατμηματικές (μεσοδακτύλιες) γραμμές σαφείς.
- ➡ Το ενήλικο έχει μήκος 4-5 mm και χρώμα σώματος μαύρο λαμπερό, με το πρόσθιο μέρος της κεφαλής και τις κεραίες κίτρινα ή κιτρινωπά και το θυρεό (scutellum) έντονα κίτρινο. Οι οφθαλμοί είναι πράσινοι ιριδίζοντες. Οι μηροί είναι μαύροι και οι κνήμες κίτρινες. Οι πτέρυγες

ιριδίζουν, είναι διάφανες και έχουν 4 μαύρες ζώνες σε χαρακτηριστική διάταξη. Οι τρεις από τις ζώνες αυτές είναι εγκάρσιες. Η 4<sup>η</sup> εκτείνεται κατά μήκος του κορυφαίου τμήματος της πρόσθιας παρυφής της πτέρυγας και καλύπτει και την κορυφή (apex). Η τρίτη εγκάρσια ζώνη και η κατά μήκος (4<sup>η</sup>) ενώνονται και σχηματίζουν περίπου ορθή γωνία. Στην πρόσθια παρυφή της πτέρυγας, μεταξύ 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μαύρης εγκάρσιας ζώνης, υπάρχει συνήθως μια μικρή μαύρη κηλίδα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003; Grichanov & Onsyannikova, 2009).



**Εικόνα 2.** Ο βιολογικός κύκλος της ραγολέτιδας της κερασιάς. Ενήλικο (1), αυγό (2), προνύμφη (3), νύμφη (4)



## 1.5 Βιολογία και συμπεριφορά του εντόμου

Το σύνολο των πληθυσμών της ραγολέτιδας της κερασιάς έχει μια γενεά το έτος, όμως ένα πολύ μικρό ποσοστό υπάρχει περίπτωση να συνεχίσει τη διάπαυσή του περισσότερο από ένα έτος και συνεπώς να έχει μια γενεά ανά δύο έτη (Κιαΐτση, 2011). Η ραγολέτιδα της κερασιάς διαχειμάζει στο έδαφος στο στάδιο της νύμφης. Το Μάιο (συνήθως) τα ενήλικα εξέρχονται από το έδαφος και κατευθύνονται προς τις κερασιές που την εποχή εκείνη έχουν ώριμους ή ημιώριμους καρπούς. Την εποχή αυτή οι καρποί βρίσκονται στη φάση πριν γίνουν επιδεκτικοί ωοτοκίας, δηλαδή, φαινολογικά, στο στάδιο έναρξης της αλλαγής του χρώματος από κίτρινο σε ρόδινο (Katsoyannos, 1975). Συνήθως, η έξοδος των θηλυκών προηγείται αυτής των αρσενικών (πρωτογυνία) και ο συγχρονισμός της εξόδου των δύο φύλων παρατηρείται την περίοδο του μεγίστου της εξόδου (Boller & Prokopy, 1976). Αφού για λίγες μέρες τραφούν, ωριμάσουν αναπαραγωγικά και συζευχθούν, τα θηλυκά ωοτοκούν στα κεράσια και άλλους καρπούς-ξενιστές που αρχίζουν να ωριμάζουν. Κατάλληλες θερμοκρασίες για την ωοτοκία των θηλυκών θεωρούνται εκείνες άνω των 16°C (Boller, 1966). Η επιλογή των κατάλληλων για ωοτοκία καρπών γίνεται με βάση οπτικά ερεθίσματα, όπως είναι το σχήμα (σφαιρικό ή ημισφαιρικό), το μέγεθος (διάμετρος 2,5- 10,3 mm) και η αντίθεση του υποστρώματος ωοτοκίας σκούρου χρώματος σε φωτεινότερο φόντο (Prokopy, 1969). Το θηλυκό φέρει έναν μακρύ συσταλτό ωοθέτη διαστάσεων 0,77x19 mm με κωνοειδή πρόσθια περιοχή, με τον οποίο ανοίγει μια οπή στον καρπό και εισάγει ένα αυγό στο μεσοκάρπιο. Περισσότερα από ένα αυγά μπορούν να αποτεθούν σε έναν καρπό όταν ο πληθυσμός του εντόμου είναι ιδιαίτερα αυξημένος. Αμέσως μετά την ωοτοκία, το θηλυκό με τον ωοθέτη του αποθέτει στην επιφάνεια του καρπού φερομόνη αποτροπής ωοτοκίας, η οποία αποτρέπει νέες ωοτοκίες στους ήδη ωοτοκημένους καρπούς (Katsoyannos, 1975). Στη φύση θεωρείται ότι το θηλυκό ωοτοκεί κατά μέσον όρο 100-200 αυγά. Η προνύμφη τρέφεται ορύσσοντας στοά στο μεσοκάρπιο (σάρκα) (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Το προνυμφικό στάδιο διαρκεί 17-30 ημέρες και επηρεάζεται άμεσα από την θερμοκρασία καθώς και το στάδιο ωρίμανσης και της συγκέντρωσης θρεπτικών συστατικών του καρπού (Daniel and Grunder, 2012). Η ώριμη προνύμφη εγκαταλείπει τον καρπό από οπή εξόδου που βρίσκεται κοντά στον ποδίσκο του καρπού, πέφτει στο έδαφος (σε μικρό βάθος 2-10 cm) και νυμφώνεται εντός 3 ωρών

(Boller & Prokory, 1976). Η νύμφη παραμένει στο έδαφος σε διάπαυση ως την επόμενη, ή για ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού, τη μεθεπόμενη άνοιξη (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι οπές (Εικόνα 3) που δημιουργούν στην επιφάνεια του καρπού τα έντομα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες λόγω μεγέθους διαμέτρου, στη μικρότερης διαμέτρου ωτοκίας και στη μεγαλύτερης εξόδου της ώριμης προνύμφης για νύμφωση.



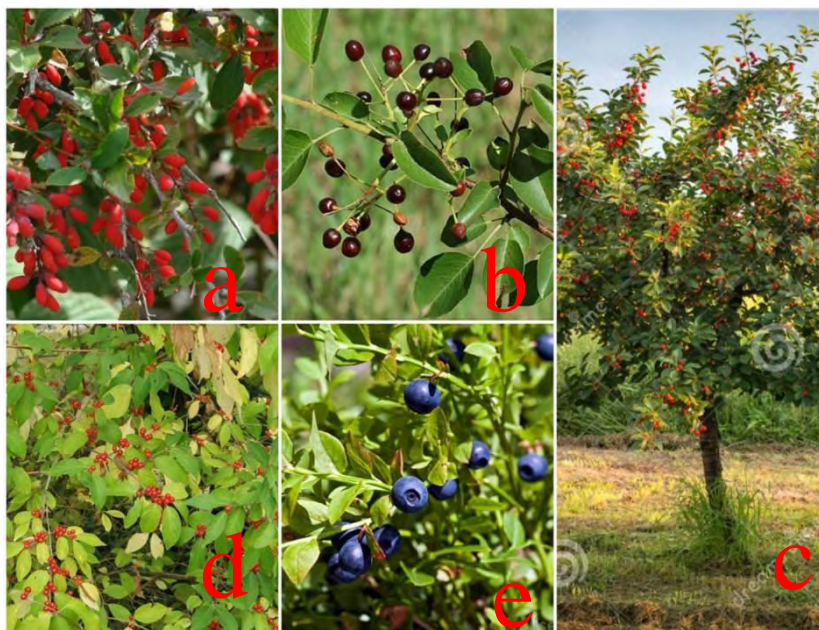
**Εικόνα 3.** Έξοδος ανεπτυγμένης προνύμφης από τον καρπό

([www.inspection.gc.ca](http://www.inspection.gc.ca))

## 1.6 Τα φυτά-ξενιστές

Η ραγολέτιδα της κερασιάς ανήκει στα ολιγοφάγα (ή στενοφάγα) είδη της οικογένειας Tephritidae. Το κύριο φυτό-ξενιστής της είναι η κερασιά (*Prunus avium* L.), ενώ δευτερεύοντα είναι η βυσσιλιά (*P. cerasus* L.), *P. serotina*, *P. mahaleb*, είδη του γένους *Lonicera* (Caprifoliaceae) κυρίως τα είδη *L. xylosteum* L. και *L. tartarica* L., τα οποία σπάνια συναντώνται στην Ελλάδα (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Η ραγολέτιδα της κερασιάς όμως, προσβάλλει και το *Berberis vulgaris* της οικογένειας Berberidaceae (Boller, 1973) και τα *Vaccinium myrtillus* (Ericaceae), *Lycium barbarum* (Solanaceae) (Εικόνα 4). Συχνά πληθυσμοί του εντόμου προσβάλλουν διάφορα είδη άγριας κερασιάς (*Prunus* spp.) (Thiem, 1934). Τα κριτήρια με βάση τα οποία τα διάφορα προαναφερόμενα φυτά γίνονται ελκυστικά και τελικά επιλέγονται από τα έντομα είναι το μέγεθος και το σχήμα του δένδρου, το χρώμα και το σχήμα του φυλλώματος, το χρώμα, το σχήμα και η οσμή του καρπού

και η αντίθεση του χρώματος του καρπού προς το περιβάλλον (Levinson & Hainsch, 1984).



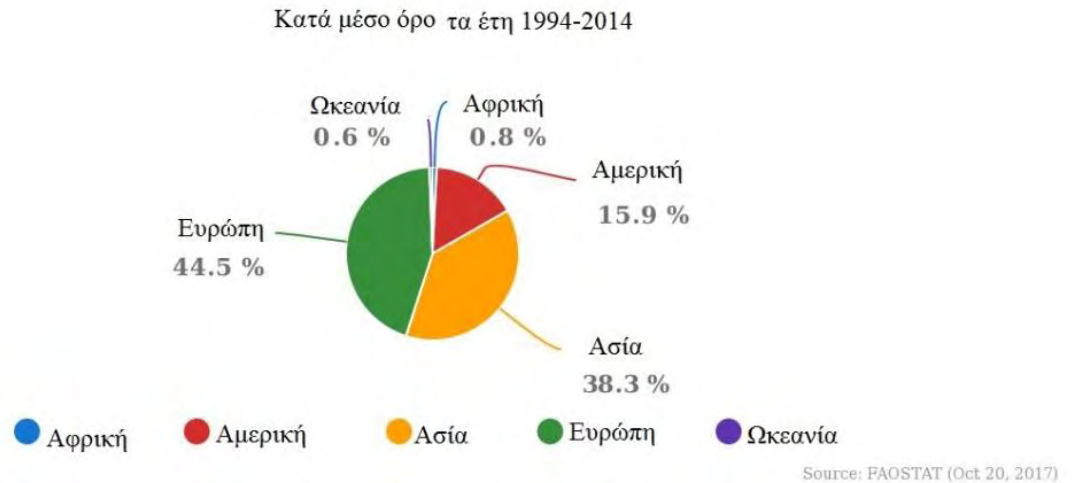
**Εικόνα 4.** Ορισμένα από τα φυτά ξενιστές: a) *Berberis vulgaris* (www.herbarium-online.ch), b) *Prunus mahaleb* (canope.ac-besancon.fr), c) *P. Avium* (gr.dreamstime.com), d) *Lonicera xylosteum* (plantsam.com), e) *Vaccinium myrtillus* (www.mtpr.org)

### 1.7 Η οικονομική σημασία της ραγολέτιδας της κερασιάς

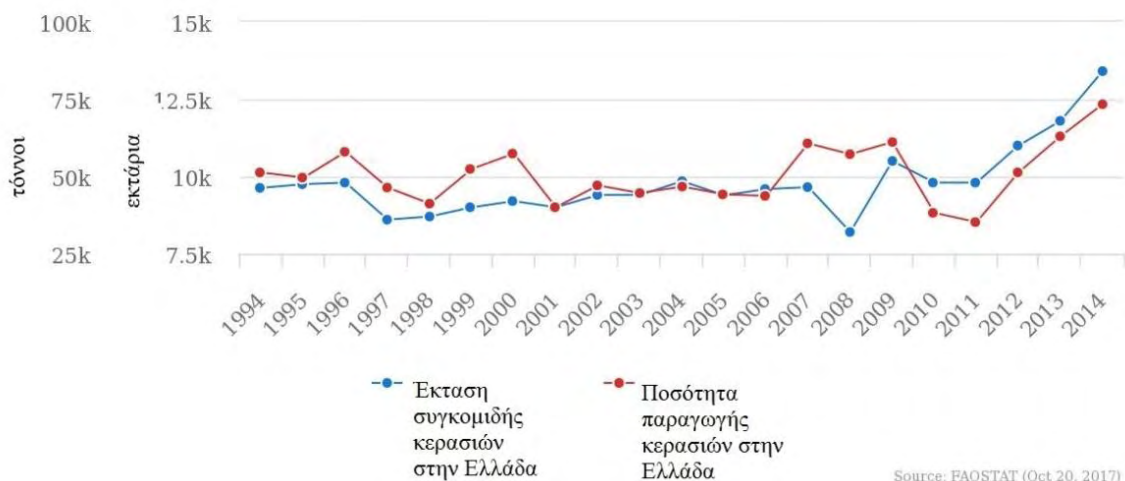
Η ραγολέτιδα της κερασιάς, όπως προαναφέρθηκε, προσβάλλει τους καρπούς της κερασιάς, η καλλιέργεια της οποίας έχει ανοδική πορεία και δημοφιλία πλέον όχι μόνο όσον αφορά τα παγκόσμια δεδομένα (όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1), αλλά και τα ελληνικά. Σήμερα η κερασιά καλλιεργείται σε όλη την έκταση της ηπειρωτικής Ελλάδας, όπως και σε αρκετά νησιά. Η συνολική έκταση της καλλιέργειας πανελλαδικά υπολογίζεται περίπου στα 100.000 στρέμματα (βάσει στοιχείων της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής) και η παραγωγή εκτιμάται από 42 έως 62 χιλιάδες τόνους ετησίως (όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2), ποσότητα που επηρεάζεται άμεσα από τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν, σε κάθε τόπο, την εποχή της ανθοφορίας και της ωρίμανσης των καρπών. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εκτάσεων (≈80% ) βρίσκεται στη Μακεδονία και συγκεκριμένα στους Νομούς Πέλλας και

Ημαθίας που κατέχουν το 65-70% των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Η μέση στρεμματική απόδοση της κερασιάς κυμαίνεται από 400 έως 650 κιλά περίπου και η μέση ετήσια σταθμισμένη τιμή παραγωγών από την πώληση του κερασιού είναι σχεδόν 1,50 € ανά κιλό, ποσό πολύ μεγαλύτερο από όλα σχεδόν τα νωπά προϊόντα οπωροφόρων δένδρων (ΕΘΙΑΓΕ, 2011). Το βασικό, όμως, πρόβλημα της επικερδούς αυτής καλλιέργειας είναι η ραγολέτιδα της κερασιάς διότι μπορεί να προκαλέσει τη γενικευμένη καταστροφή ενός οπωρώνα σε έτη με έντονη προσβολή και τις μη απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες. Το ποσοστό προσβολής διαμορφώνεται από τις εκάστοτε επικρατούσες συνθήκες σε έναν οπωρώνα (π.χ. θερμοκρασίες >16°C ηλιόλουστες ημέρες, απουσία βροχόπτωσης για μεγάλο χρονικό διάστημα κατά την περίοδο της ωοτοκίας και των πρώτων σταδίων ωρίμανσης του καρπού, ευνοούν τη σύζευξη των πληθυσμών και την προσβολή (Boller and Prokopy, 1976). Αντίθετα, εάν η ποικιλία (όπως η Schattenmorelle) των δένδρων έχει ως χαρακτηριστικό το σχετικά σκληρό περίβλημα του καρπού που έχει ως συνέπεια την παρεμπόδιση της ωοτοκίας, η προσβολή από το έντομο μειώνεται σημαντικά (Daniel & Grunder, 2012). Σε όψιμες και μέτρια όψιμες ποικιλίες της κερασιάς (Stamenkovic et al., 1996b) αυξάνεται το ποσοστό προσβολής του οπωρώνα, καθώς τα ενήλικα είναι αναπαραγωγικά ώριμα και οι καρποί ιδανικοί για ωοτοκία. Αντίθετα, σε ποικιλίες πρώιμων γλυκών κερασιών, ξινών κερασιών και βύσσινων το ποσοστό προσβολής μειώνεται καθώς τα ενήλικα δεν έχουν προλάβει να ωριμάσουν αναπαραγωγικά (Katsoyannos et al., 1991). Το ποσοστό της ανεκτής προσβολής από το έντομο είτε για εξαγωγή είτε για τα δεδομένα του εθνικού εμπορίου στα κεράσια για νωπή κατανάλωση ή κονσερβοποίηση είναι πολύ χαμηλό, περίπου 2% (Moraiti, 2013), γεγονός που αποδεικνύει το λόγο που η ραγολέτιδα της κερασιάς είναι ο σημαντικότερος εχθρός της καλλιέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι προσβεβλημένοι καρποί συχνά προσβάλλονται από δευτερογενείς παθολογικές μολύνσεις μέσω της οπής εξόδου που έχει δημιουργήσει η ώριμη προνύμφη, με συνέπεια τη μεγαλύτερη υποβάθμιση του καρπού (Boller and Prokopy, 1976). Εν κατακλείδι, η ζημιά που μπορεί να προκαλέσει το έντομο είναι ικανή να επιφέρει μεγάλες οικονομικές απώλειες στους παραγωγούς της κερασιάς, τόσο καταστροφικές που να τους οδηγήσει ακόμα και στην εγκατάλειψη της καλλιέργειας. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 2009 καταγράφηκε σε καλλιέργειες κερασιάς της Μεσογείου (Ιταλία, Ισπανία) και στη συνέχεια και σε άλλες χώρες της Ευρώπης το είδος *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) που προσβάλλει καρπούς της κερασιάς στο στάδιο της ωρίμανσης

όπως και η ρακολέτιδα της κερασιάς (Grassi, Palmieri & Giongo, 2012, Calabria et al., 2012). Το γεγονός αυτό καθιστά το συγκεκριμένο έντομο το δεύτερο σημαντικότερο εχθρό της κερασιάς μετά το είδος *R. cerasi* (Cini, Ioriatti & Anforo, 2012).



**Διάγραμμα 1.** Ποσοστό παραγωγής κερασιών ανά Ήπειρο (FAO, 2017)



**Διάγραμμα 2.** Διακύμανση παραγωγής κερασιών σε τόνους στην Ελλάδα από το 1994 έως το 2014 (FAO, 2017)

## 1.8 Καταπολέμηση της ραγολέτιδας της κερασιάς

Η καταπολέμηση του *R. cerasi*, με βάση τα προαναφερθέντα στοιχεία, καθίσταται πλήρως απαραίτητη και χρειάζεται να είναι τόσο αποτελεσματική όσο και επίκαιρη. Στην Ελλάδα το πρόγραμμα καταπολέμησης του εντόμου βασίζεται σε ψεκασμούς κάλυψης της κόμης των δένδρων με συνθετικά πυρεθροειδή, νεονικοτινοειδή εντομοκτόνα σε επίπεδο παραγωγού ή σε δολωματικούς ψεκασμούς (συνήθως από το έδαφος) που είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται στην ευρύτερη περιοχή για τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι ψεκασμοί αυτοί είναι προληπτικοί διότι η κερασιά είναι δένδρο ταχείας ωρίμανσης και το περιθώριο μεταξύ των καλλιεργητικών επεμβάσεων και του χρόνου συγκομιδής είναι πολύ περιορισμένο, γεγονός που εγκυμονεί κινδύνους εύρεσης τοξικών υπολειμμάτων στους καρπούς μετά τη συγκομιδή εάν δεν προγραμματιστούν σωστά οι εφαρμογές του εντομοκτόνου (Haniotakis et. al., 1991). Για τους ψεκασμούς κάλυψης χρησιμοποιούνται συνήθως τα εγκεκριμένα από το Υπουργείο εντομοκτόνα με τις εξής δραστικές ουσίες: deltamethrin, thiamethoxam, thiacloprid, pyriproxifen, acetamiprid (Πίνακας 2). Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν ευρέως εντομοκτόνα με τη δραστική ουσία dimethoate, όμως λόγω προβλημάτων οικοτοξικότητας και τοξικών υπολειμμάτων στα κεράσια απαγορεύτηκε η χρήση του στην καλλιέργεια της κερασιάς στην Ευρώπη.

**Πίνακας 2.** Εγκεκριμένα εντομοκτόνα με τις δραστικές τους ουσίες για την καλλιέργεια της κερασιάς στην Ελλάδα (Ανώνυμος, 2017)

Δραστική ουσία	Εμπορικό όνομα σκευάσματος
<b>deltamethrin</b>	Decis 2,5 EC, Colossos 2,5 EC, Ikarus 2,5 EC
<b>thiamethoxam</b>	Actara 240 SC
<b>thiacloprid</b>	Calypso 480 SC
<b>pyriproxifen</b>	Admiral 10 EC, Pyrifen 10 EC, Proxyfen 10 EC

Στην Κρήτη έχουν εφαρμοσθεί με επιτυχία 2 ή 3 δολωματικοί ψεκασμοί με ψεκαστικό υγρό το οποίο περιέχει 0.3% fenthion και 4% υδρόλυμα πρωτεΐνης (Entomozyl). Ο πρώτος ψεκασμός γίνεται μόλις εμφανιστούν ενήλικα, ενώ δεύτερος 10 ημέρες αργότερα με 0,1 - 0,3 lit. ψεκαστικού υγρού ανά δέντρο (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).

Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας καταπολέμησης της ραγολέτιδας της κερασιάς, καθώς και για την εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων από τους προληπτικούς ψεκασμούς, έγινε φανερό ότι χρειάζεται να γίνεται ακριβής προσδιορισμός της έναρξης πτήσης των ενηλίκων στον οπωρώνα, ώστε να υπολογίζεται ο πληθυσμός του εντόμου κάθε έτος και να προγραμματίζονται οι απαραίτητες ενέργειες για την αντιμετώπιση του. Το παραπάνω επιτυγχάνεται μέσω των ειδικών κίτρινων κολλητικών παγίδων Rebell amarillo® (Εικόνα 5) που πρωτοαναπτύχθηκαν στην Ελβετία από τους Remund & Boller (1978) και είναι κατάλληλες για την παρακολούθηση της πορείας του πληθυσμού αλλά και για τη μαζική παγίδευση και άμεση καταπολέμηση του εντόμου. Στη δημιουργία των συγκεκριμένων παγίδων οδήγησε η διαπίστωση από τους Prokopy & Boller (1971) ότι το έντομο προσελκύεται έντονα από το κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα.



**Εικόνα 5.** Η παγίδα Rebell amarillo®

(<http://www.andermttbiocontrol.com>)

Ο συνδυασμός της παρακολούθησης ενός πληθυσμού ραγολέτιδας της κερασιάς με τη χρήση παγίδων Rebell amarillo® και της εφαρμογής δολωματικών ψεκασμών σε έναν οπωρώνα δοκιμάστηκε στην περιοχή της Δάφνης Κοζάνης σε δυο κερασεώνες τα έτη 1996 και 1997 και έδειξε ότι μπορεί να καταπολεμήσει σε μεγάλο βαθμό τον πληθυσμό του εντόμου. Τον πρώτο χρόνο τοποθετήθηκαν οι παγίδες και έγινε δειγματοληψία καρπών για την προσέγγιση του μεγέθους του πληθυσμού των εντόμων. Το δεύτερο έτος εφαρμόστηκαν δυο δολωματικοί ψεκασμοί στον έναν από τους δυο οπωρώνες, καθώς ο άλλος θα αποτελούσε τον μάρτυρα. Ο πρώτος ψεκασμός εφαρμόστηκε την 1<sup>η</sup> Ιουνίου και ο δεύτερος την 10<sup>η</sup> Ιουνίου με υδατικό διάλυμα της πρωτεΐνης Dacus bait και του εντομοκτόνου fenthion σε αναλογία 4 και 0,3% αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα του πειράματος ήταν ελπιδοφόρα, διότι το δεύτερο έτος ο πληθυσμός μειώθηκε κατά 15 φορές και η προσβολή κατά 10 φορές σε σχέση με το προηγούμενο έτος (Παπαδόπουλος και Κατσόγιαννος, 1999). Έχει παρατηρηθεί, επιπρόσθετα, ότι εάν στις παγίδες Rebell amarillo® προστεθεί η ουσία οξικό αμμώνιο αυξάνονται οι συλλήψεις ενηλίκων (Katsoyannos et al., 2000). Για την καταπολέμηση της ραγολέτιδας της κερασιάς χρησιμοποιήθηκε επίσης η εφαρμογή ψεκασμών με φυσική ή συνθετική φερομόνη αποτροπής ωτοκίας, η μέθοδος προσέλκυσης και θανάτωσης (attract- and- kill) και η τεχνική εξαπόλυσης στειρωμένων εντόμων που ακόμη και σήμερα είναι οικονομικά ασύμφωρες και στην περίπτωση του στείρου εντόμου χρειάζεται συν τοις άλλοις και εκτροφή μεγάλου πληθυσμού του εντόμου, κάτι δηλαδή που είναι πρακτικά αδύνατο τη δεδομένη χρονική στιγμή (Moraiti, 2013).

## **1.9 Η διάπαυση**

Η διάπαυση είναι μια προγραμματισμένη, νευροορμονικά ελεγχόμενη αναστολή της ανάπτυξης ή αναπαραγωγής, η έναρξη της οποίας προηγείται της εμφάνισης των δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών και συμβαίνει κατά τη διάρκεια ορισμένου σταδίου ή σταδίων του βιολογικού κύκλου (Tauber et al., 1986; Κοστάλ, 2006). Οι ορμόνες που ρυθμίζουν τη διάπαυση προέρχονται από τον εγκέφαλο, το υποοισοφαγικό γάγγλιο και τους προθωρακικούς αδένες. Τα



ερεθίσματα, όμως, που προκαλούν την παραγωγή των ορμονών αυτών σχετίζονται κυρίως με το φως, τη θερμοκρασία, την επάρκεια τροφής, την υγρασία, του εκάστοτε ενδιαιτήματος ενός πληθυσμού εντόμων. Αυτό συνεπάγεται εμμέσως ότι η διάπαυση είναι ένας μηχανισμός που δίνει τη δυνατότητα στα έντομα να προσαρμόζονται και να αξιοποιούν όσο το δυνατόν καλύτερα τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Βεβαίως, η διάπαυση δεν θα πρέπει να συγχέεται με την κατάσταση όπου το έντομο παρουσιάζει ακινησία και μείωση των μεταβολικών του διεργασιών γνωστή ως 'quiescence', διότι αυτή η κατάσταση προκαλείται από την ξαφνική εμφάνιση δυσμενών συνθηκών και επειδή είναι αντιστρεπτή, ολοκληρώνεται με το πέρας των συνθηκών αυτών. Η διάπαυση, αντιθέτως, ενεργοποιείται από παράγοντες που προμηνύουν την επικράτηση δυσμενών για τα έντομα συνθηκών που όμως οι ίδιοι δεν είναι δυσμενείς και για το λόγο αυτό ονομάζονται ερεθίσματα- σήματα (token stimuli) (Saunders, 1982). Έτσι, προκύπτει ότι η διάπαυση εξασφαλίζει στο έντομο τόσο την συγχρονισμένη εμφάνιση του με το κατάλληλο φαινολογικό στάδιο του καρπού- ξενιστή για προσβολή, όσο και το συγχρονισμό της ενηλικίωσης όλων των ατόμων ενός πληθυσμού ώστε να επιτυγχάνεται η συνύπαρξη των δυο φύλων και η έγκαιρη σύζευξη τους (Τζανακάκης, 1995).

Ανάλογα με το στάδιο ζωής του εντόμου η διάπαυση εκδηλώνεται με διαφορετικό τρόπο, δηλαδή στο στάδιο του ανήλικου (αυγό, προνύμφη, νύμφη) αναστέλλεται η αύξηση του σώματος, ενώ στο στάδιο του ενήλικου η ανάπτυξη των γονάδων και η εκδήλωση της συμπεριφοράς αναπαραγωγής ( Τζανακάκης, 1995).

Ενδιαφέρουσες παρατηρήσεις έχουν γίνει και όσον αφορά το μέγεθος, το βάρος, τις διαστάσεις και το χρώμα των διαπαύοντων εντόμων συγκριτικά με τα μη διαπαύοντα ίδιας γενεάς ή και διαφορετικής (μη διαπαύουσας). Τα έντομα που βρίσκονται σε διάπαυση λόγω των μειωμένων μεταβολικών δραστηριοτήτων, των αυξημένων αποταμιευτικών ουσιών (κυρίως λιπόσωμα) και των κηρωδών ουσιών του δερματίου έχουν μεγαλύτερο βάρος, μέγεθος, διαστάσεις διαφόρων μερών του σώματος και χρωμάτων (συνήθως πιο σκοτεινό) σε αντίθεση με τα μη διαπαύοντα. Τα πλεονεκτήματα αυτά καταστούν τα διαπαύοντα έντομα ικανά να επιβιώσουν σε δυσμενείς συνθήκες (ψύχος, ξηρασία, υψηλή θερμοκρασία) και σε κάποιες τοξικές ουσίες όπως τα εντομοκτόνα (συνήθως τα ασφυκτικά), καθώς και να αντλούν την απαραίτητη ενέργεια για να επιζήσουν κατά τη διάρκεια της διάπαυσης (Τζανακάκης, 1995).

### **1.9.1 Κατηγορίες διάπαυσης**

Η διάπαυση μπορεί να διακριθεί σε επιμέρους κατηγορίες. Με κριτήριο την εποχή έναρξης και περάτωσης της διακρίνεται σε φθινοπωρινοχειμερινή, θερινοφθινοπωρινοχειμερινή και θερινή, ενώ ανάλογα αν αφορά τα άτομα της κάθε γενιάς ή επιλεγμένων γενεών αναφέρεται ως υποχρεωτική (obligate) και προαιρετική (facultative) αντίστοιχα. Η δεύτερη διάκριση βασίζεται στη συμπεριφορά των εντόμων, εάν όλα τα άτομα των γενεών ενός εντόμου εμφανίζουν το στάδιο της διάπαυσης ανεξαρτήτως περιβαλλοντικών συνθηκών τότε αυτή ονομάζεται υποχρεωτική. Εάν, όμως, σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες εμφανίσουν μερικά έντομα μιας γενεάς ή και περισσότερων διάπαυση, αυτή χαρακτηρίζεται ως προαιρετική.

### **1.9.2 Οι επιμέρους φάσεις της διάπαυσης**

Η διάπαυση χωρίζεται σε τρεις φάσεις, σύμφωνα με τον Košťál (2006): την φάση πριν τη διάπαυση («προδιαπαυτική περίοδο», pre-diapause), τη διάπαυση (diapause) και τη φάση της μεταδιάπαυσης («μεταδιαπαυτική περίοδος», post-diapause). Οι τρεις αυτές φάσεις εμπεριέχουν επιμέρους.

### **1.9.3 Πριν τη διάπαυση (Pre-diapause)**

Η διαδικασία ξεκινά από την πρόκληση της διάπαυσης (induction phase) στα έντομα μέσω ερεθισμάτων (token stimuli), όπως είναι για παράδειγμα οι μεταβολές της φωτοπεριόδου, αλλαγές στη διατροφή τους, ακόμη και οι μεταβολές στη θερμοκρασία και την υγρασία όταν σε μια περιοχή η διακύμανση της φωτοπεριόδου δεν είναι αισθητή. Το στάδιο αυτό αποτελεί μέρος της προαιρετικής διάπαυσης, καθώς τα έντομα (μονοκυκλικά είδη) που έχουν ως κληρονομικό χαρακτηριστικό την υποχρεωτική διάπαυση δεν χρειάζονται ερεθίσματα για την πρόκληση αυτής (Košťál, 2006). Το επόμενο στάδιο, της προετοιμασίας (preparation phase) για την είσοδο στη

διάπαυση, λαμβάνει χώρα όταν μεσολαβεί μεγάλο χρονικό διάστημα από το στάδιο της πρόκλησης έως το στάδιο εισόδου σε αυτήν. Εδώ παρατηρούνται αλλαγές στη συμπεριφορά και στην φυσιολογία των εντόμων (Košťál, 2006). Σύμφωνα με τους Mousseau & Dingle (1991) η μητρική γενεά παίζει σημαντικό ρόλο για τα δυο αυτά στάδια. Πλέον είναι γνωστό ότι για την πρόκληση της διάπαυσης είναι απαραίτητο να ισχύουν ταυτοχρόνως δυο προϋποθέσεις. Η πρώτη προϋπόθεση είναι είτε το ίδιο το έντομο είτε η μητέρα του να υποβληθεί στην επίδραση του σωστού συνδυασμού φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας για συγκεκριμένο αριθμό ημερών σε προηγούμενο στάδιο (sensitive stage) του διαπαύοντος. Η δεύτερη προϋπόθεση είναι ότι οι τιμές της φωτοπεριόδου και της θερμοκρασίας στο στάδιο μεταξύ του ευαίσθητου και του διαπαύοντος να κυμαίνονται σε τέτοια επίπεδα που δεν θα προκαλέσουν “ανάκληση” της διάπαυσης (Τζανακάκης, 1995).

#### **1.9.4 Η διάπαυση (Diapause)**

Η φάση της κυρίως διάπαυσης χωρίζεται σε τρία επιμέρους στάδια. Το βασικό χαρακτηριστικό για τη διάκριση του πρώτου σταδίου που είναι η είσοδος (initiation) στη διάπαυση είναι η σχετικά μειωμένη μεταβολική δραστηριότητα των εντόμων ( Tauber et al., 1986, Varjas & Saringer, 1998). Συχνά στο στάδιο αυτό, τα έντομα συνεχίζουν να τρέφονται, μετατρέποντας την τροφή σε ενέργεια για αποθήκευση και να αναζητούν το κατάλληλο μέρος για παραμονή σε αυτό κατά τη διάρκεια της διάπαυσης τους. Έχει παρατηρηθεί, επιπλέον, ότι σχετικά υψηλότερες θερμοκρασίες από το κανονικό σε αυτό το στάδιο, αυξάνουν την ένταση και τη διάρκεια της διάπαυσης, καθώς και την πιθανότητα επιβίωσης μετά από αυτήν (Tauber 1986, Danks, 1987). Στο δεύτερο στάδιο που είναι η διατήρηση (maintenance) της διάπαυσης, τα έντομα παρουσιάζουν πολύ χαμηλή μεταβολική δραστηριότητα. Η διατήρηση της επιτυγχάνεται μέσω διαφόρων ερεθισμάτων (token stimuli) και ενδογενών παραγόντων μέχρις ότου περάσουν τα έντομα στο τελικό στάδιο της φάσης αυτής, της περάτωσης (termination) της διάπαυσης (Košťál, 2006). Για την περάτωση της διάπαυσης είναι αναγκαίο τα έντομα να ολοκληρώσουν το σύνολο των φυσιολογικών λειτουργιών που ονομάζεται διαπαυτική εξέλιξη (diapause development), ώστε να είναι σε θέση να δραστηριοποιηθούν και να περάσουν στη επόμενη φάση της μεταδιάπαυσης ( Τζανακάκης, 1995).

### **1.9.5 Μεταδιάπαυση (Post-diapause)**

Η περάτωση της διάπαυσης δεν προμηνύει απαραίτητα και την ικανότητα του εντόμου για άμεση συνέχιση της ανάπτυξής του. Υπάρχει, δηλαδή, η πιθανότητα να επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες για την λήξη της διάπαυσης, όμως όχι για την απευθείας επαναδραστηριοποίηση των εντόμων. Για το λόγο αυτό, τα παραπάνω είδη περνούν, μετά τη διάπαυση, στη φάση της μεταδιαπαυτικής αδράνειας (post-diapause quiescence). Επιπρόσθετα, πολλά είδη εντόμων έχουν την ανάγκη για ενυδάτωση (επαφή με το νερό) ή υψηλή σχετική υγρασία, για να αποκτήσουν την ικανότητα για περαιτέρω εξέλιξη και ανάπτυξη μεταδιαπαυτικά (Τζανακάκης, 1995).

### **1.9.6 Η παρατεταμένη διάπαυση (prolonged diapause)**

Τα έντομα μεταξύ τους παρουσιάζουν έντονη παραλλακτικότητα όσον αφορά τη διάρκεια της διάπαυσης, ακόμη και μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους σε έναν πληθυσμό. Συναντά, επομένως, κανείς στη φύση έντομα που περατώνουν τη διάπαυση τους μέσα στο διάστημα ενός έτους, όμως και άλλα που την περατώνουν σε πολλά παραπάνω έτη.

Σύμφωνα με τον Saulich (2010) τα έντομα που παρατείνουν τον κύκλο ζωής τους μέσω της παρατεταμένης διάπαυσης είναι αυτά που συναντώνται σε περιοχές με υψηλό γεωγραφικό πλάτος και ορεινές, όπου η διάρκεια της βλάστησης είναι περιορισμένη και ασταθής, σε ερημικές ή ξηρές περιοχές όπου η βροχόπτωση είναι ασταθής και ανεπαρκής για τα φυτά-ξενιστές, σε υποτροπικές περιοχές με επίσης ανεπαρκείς κατακρημνίσεις και σε άλλες με δυνατότητα εύρεσης μόνο κρύου νερού ή περιορισμένο χρόνο και χώρο αποθήκευσης κατάλληλου νερού για επιβίωση.

Γενικά, τα ενδαιτήματα που χαρακτηρίζονται από απρόβλεπτες μεταβολές των περιβαλλοντικών τους συνθηκών και της χαμηλής ποιότητας τροφής (χαμηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά, δυσκολία στη χώνεψη), δημιουργούν την ανάγκη στα έντομα να παρατείνουν τη διάπαυση τους. Οι κίνδυνοι που εγκυμονεί, όμως, η παρατεταμένη διάπαυση στα έντομα είναι ο θάνατος τους κατά τη διάρκεια αυτής και

η ισοδύναμη πιθανότητα με τα λοιπά έντομα (που δεν έχουν εισέλθει σε παρατεταμένη διάπαυση) να έρθουν αντιμέτωπα με δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες για επιβίωση και αναπαραγωγή κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας των ενηλίκων. Η παρατεταμένη διάπαυση μπορεί, όμως, να συνδεθεί και με παράγοντες όπως την έκθεση των εντόμων σε άρπαγες και την εξάντληση των μεταβολικών-θρεπτικών αποθεμάτων (Moraiti, 2013).

### **1.10 Η διάπαυση της ραγολέτιδας της κερασιάς**

Η ραγολέτιδα της κερασιάς αποτελεί μονοκυκλικό είδος και εισέρχεται σε υποχρεωτική (θερινοφθινοπωρινοχειμερινή) διάπαυση στο στάδιο της νύμφης (Boller & Prokory, 1976).

Σύμφωνα με τη Daniel (2014) για την περάτωση της διάπαυσης της η ραγολέτιδα της κερασιάς χρειάζεται κατά προσέγγιση 180 ημέρες και όσον αφορά την απαραίτητη θερμοκρασία έχει παρατηρηθεί ότι οι νύμφες είτε από ψυχρές περιοχές (Δάφνη Κοζάνης, Dossenheim) είτε από πιο θερμές περιοχές (Καλά Νερά και Αγιά Θεσσαλίας) περατώνουν τη διάπαυση σε θερμοκρασίες μέχρι 8-10°C (Moraiti et al., 2014). Γενικά, ο χρόνος περάτωσης της διάπαυσης διαφοροποιείται μεταξύ των διαφόρων πληθυσμών της ραγολέτιδας και τοποθετείται μεταξύ του τέλους του χειμώνα έως νωρίς την άνοιξη (Papanastasiou et al., 2011).

Η διάρκεια της διάπαυσης φαίνεται να εξαρτάται από την ικανότητα των εντόμων να προσαρμόζονται στις περιβαλλοντικές συνθήκες του ενδιαιτήματος που επιλέγουν. Οι νύμφες της ραγολέτιδας της κερασιάς όταν δεν συμπληρώνουν την έκθεση στις χαμηλές θερμοκρασίες που έχουν ανάγκη για περάτωση της διάπαυσης, εισέρχονται σε παρατεταμένη διάπαυση, ενώ όταν εκτίθενται για μεγαλύτερο διάστημα στη θερμοκρασία αυτή 'επιστρέφουν' σε εποχική αδράνεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διάπαυση και οι διακυμάνσεις που αυτή υφίσταται μέσω των αντιδράσεων των εντόμων στα διάφορα ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον στο οποίο ζουν, αποτελούν χαρακτηριστικά της ραγολέτιδας που της παρέχουν την ευκολία προσαρμογής και εξασφαλίζουν την επιβίωση των πληθυσμών της σε έτη που τυχαίνει τα φυτά-ξενιστές της να μην καρποφορήσουν (Daniel, 2014).

## 1.11 Σκοπός της εργασίας

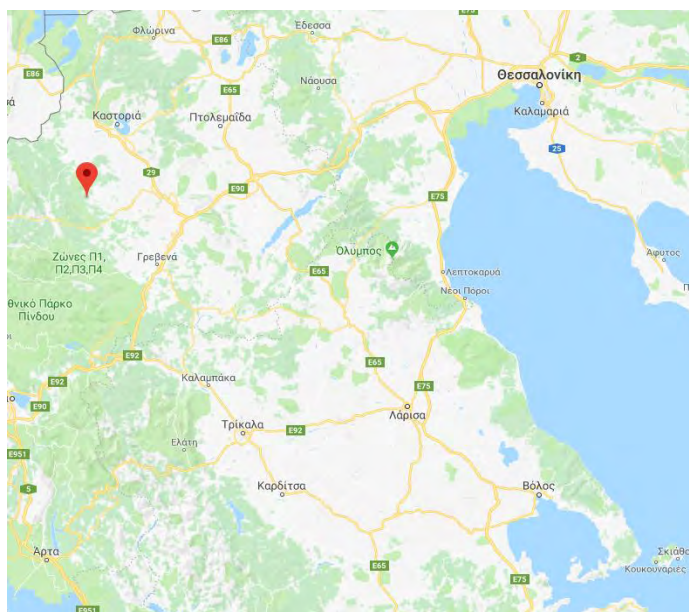
Τα είδη της οικογένειας Tephritidae (Diptera) αποτελούν αντικείμενο μελέτης παγκοσμίως, καθώς η οικονομική τους σημασία είναι ιδιαίτερα υψηλή και αποτελούν σημαντικούς εχθρούς διαφόρων δυναμικών καλλιεργειών στον κόσμο. Το είδος *R. cerasi*, γνωστό και ως η ραγολέτιδα της κερασιάς, έχει απασχολήσει σε μεγάλο βαθμό την επιστημονική κοινότητα, λόγω της επιζήμιας συμπεριφοράς της απέναντι στην κερασιά (*Prunus avium* L.), που είναι τόσο εκτεταμένη, καθιστώντας την βασικό εχθρό λόγω των ζημιών που προκαλεί στην καλλιέργειά της.

Προηγούμενες μελέτες του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας έδειξαν ότι τα ενήλικα της ραγολέτιδας της κερασιάς που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση φάνηκαν να είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος από εκείνα που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν ετήσιο κύκλο διάπαυσης. Οι μετρήσεις αυτές αφορούν μόνο τα εξής χαρακτηριστικά: πλάτος και μήκος θώρακα και πλάτος κεφαλής. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να μελετηθούν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των εντόμων που προέρχονται από νύμφες που ακολουθούν παρατεταμένη και ετήσια διάπαυση για ένα πλήθος χαρακτήρων όπως είναι το πλάτος της κεφαλής, το πλάτος και το μήκος του θώρακα, το πλάτος, το μήκος και το εμβαδό των δύο πτερύγων και τα μήκη του μηρού και της κνήμης και των έξι ποδιών, ώστε να σχηματιστεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με το μέγεθος των ενηλίκων που προέρχονται από τις παραπάνω δύο φυσιολογικές καταστάσεις αδράνειας.

## 2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Περιοχή μελέτης

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκαν πληθυσμοί της ραγολέτιδας της κερασιάς που συλλέχθηκαν από προσβεβλημένα κεράσια από το χωριό Δάφνη, Κοζάνης (Εικόνα 6). Η συλλογή των νυμφών πραγματοποιήθηκε αρχικά στις 06/07/14, 09/07/15 και 19/07/15. 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 6.** Το χωριό Δάφνη Κοζάνης στο χάρτη

### 2.2 Συνθήκες εργαστηρίου

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βόλο από το Μάρτιο του 2016 έως τον Ιούνιο του 2017. Οι συνθήκες που επικρατούσαν στο εργαστήριο ήταν σταθερές και οι εξής: θερμοκρασία  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , σχετική υγρασία  $60 \pm 5\%$  R.H και φωτοπερίοδος L14:D10, με ώρα έναρξης στις 7:00 π.μ. Ο φωτισμός προερχόταν από μίξη λαμπτήρων φθορισμού με φυσικό φως.

### **2.3 Παραμονή των εντόμων σε κλουβιά – έξοδος εντόμων**

Τα έντομα μετά τη συλλογή τους από τον αγρό, δέχθηκαν διαφορετικές μεταχειρίσεις εναλλαγών ψυχρών-θερμών περιόδων ώστε να περατωθεί η διάπαυση και να εξέλθουν τα ενήλικα. Τα ενήλικα αμέσως μετά την έξοδο από το νυμφικό περίβλημα τοποθετούνταν κλουβιά από plexiglass (20 x 20 x 20 cm). Ο διαχωρισμός των εντόμων στα κλουβιά έγινε με βάση την ημερομηνία συλλογής τους και την παραμονή τους σε παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση. Μετά τη συλλογή τους οι νύμφες εκτέθηκαν στους  $25^{\circ}\text{C}$  για διάστημα από 1 έως 3 μήνες και για την περάτωση της διάπαυσης εκτέθηκαν στους  $4^{\circ}\text{C}$  για διάστημα από 5 έως 8 μήνες. Με το πέρας της έκθεσης τους στις συνθήκες αυτές οι νύμφες τοποθετήθηκαν στους  $25^{\circ}\text{C}$  για να ολοκληρώσουν την ανάπτυξη τους.

### **2.4 Θανάτωση των εντόμων**

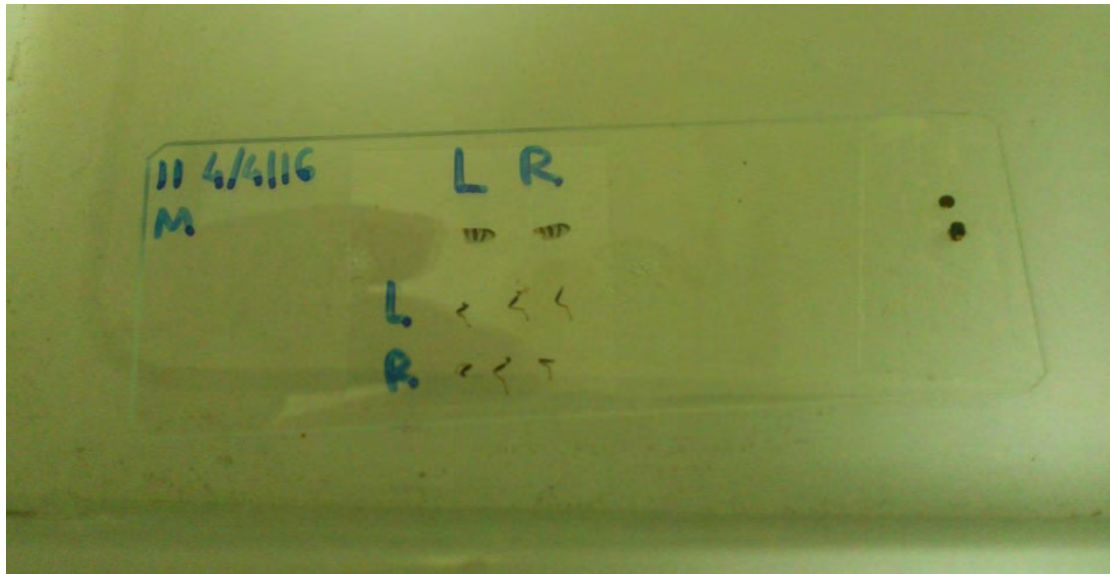
Σε ηλικία από τριών έως πέντε ημερών τα ενήλικα θανατώνονταν λίγα λεπτά πριν την έναρξη της διαδικασίας του διαμελισμού τους για την αποφυγή της αφυδάτωσης και αλλοίωσης της σωματικής ακεραιότητας, ιδιαίτερα τμημάτων όχι καλά σκληρωτισμένων όπως οι οφθαλμοί και οι πλευρές του θώρακα. Στο συγκεκριμένο πείραμα αρχικά χρησιμοποιήθηκαν δύο μέθοδοι για την θανάτωση των εντόμων. Η μια ήταν η ψύξη μέσα σε σωλήνες τύπου Falcon. Η ψύξη γινόταν σε θερμοκρασία  $-20^{\circ}\text{C}$  για περίπου 5-10 λεπτά. Η δεύτερη μέθοδος ήταν πρόκληση ασφυξίας στα έντομα μέσω της χορήγησης διοξειδίου του άνθρακα για περίπου 10-15



δευτερόλεπτα. Τελικά, όμως, επιλέχθηκε η πρώτη μέθοδος, καθώς ένα ποσοστό των εντόμων επιβίωσε μετά την έκθεση σε διοξείδιο του άνθρακα. Η μέθοδος της ψύξης εξασφαλίζει, έτσι, τόσο την άμεση θανάτωση των εντόμων όσο και την προστασία της σωματικής ακεραιότητας αυτών.

## **2.5 Διαμελισμός των εντόμων**

Η διαδικασία του διαμελισμού των εντόμων απαιτούσε τη χρήση στερεοσκοπίου, διαφόρων ειδών πάχους και μήκους βελόνων ανατομίας με πλαστική λαβή Herenz, εντομολογικών λαβίδων, αντικειμενοφόρων πλακών, καλυπτρίδων, πλαστελίνης και ταινίας διπλής όψεως. Αρχικά, γινόταν έλεγχος του εντόμου στο στερεοσκόπιο ως προς τη σωματική του ακεραιότητα και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν προχωρούσε η διαδικασία του διαμελισμού σε έντομα που είχαν υποστεί οποιαδήποτε ζημιά σε κάποιο μέλος του σώματός τους. Για παράδειγμα, σε έντομα που συλλέχθηκαν το έτος 2015, παρατηρήθηκαν ποικίλες αλλοιώσεις στις πτέρυγες τους (σπασίματα, ακόμη και έλλειψη αυτών). Στη συνέχεια, προετοιμαζόταν μια αντικειμενοφόρος πλάκα (Εικόνα 7) όπου στα αριστερά αυτής αναγραφόταν ο αριθμός του εντόμου, η ημερομηνία παρασκευής του δείγματος και το φύλο του εντόμου. Έπειτα τοποθετούνταν στο επάνω μέρος της αντικειμενοφόρου πλάκας οι πτέρυγες και κάτω από αυτές τα πόδια. Στο δεξί άκρο της πλάκας γινόταν προσθήκη ενός μικρού κομματιού ταινίας διπλής όψεως, ώστε να κολλήσουν σταθερά η κεφαλή και ο θώρακας του εντόμου.



**Εικόνα 7.** Αντικειμενοφόρος πλάκα με τα σωματικά τμήματα του ενήλικου

Το επόμενο βήμα (Εικόνα 8) ήταν η τοποθέτηση του εντόμου σε επίπεδη πλαστελίνη που προηγουμένως είχε προστεθεί στο κέντρο μίας αντικειμενοφόρου πλάκας. Με τη βοήθεια του στερεοσκοπίου, πάντοτε, ξεκινούσε ο διαμελισμός του κάθε εντόμου.



**Εικόνα 8.** Ο πάγκος εργασίας με τα υλικά στο εργαστήριο

Στο πλείστο των περιπτώσεων αρχικά αφαιρούνταν οι πτέρυγες, ασκώντας πίεση στην κοιλία με μία βελόνα και ταυτόχρονα τραβώντας την πτέρυγα με εντομολογική λαβίδα από σημείο αυτής όσο πιο κοντά γινόταν στο θώρακα, με προσοχή για να

προστατευθεί ο θώρακας από τυχόν πληγές καθώς και αυτός αποτελούσε σημαντικό μέρος του πειράματος. Στη συνέχεια αφαιρούνταν τα πόδια με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιούνταν και στις πτέρυγες, δηλαδή ασκώντας πίεση στην κοιλία και τραβώντας το κάθε πόδι ξεχωριστά από όσο πιο κοντά στο ισχίο ήταν δυνατόν. Αξίζει να σημειωθεί ότι επάνω στην αντικειμενοφόρο πλάκα γινόταν προσπάθεια να τοποθετηθεί το κάθε πόδι έτσι ώστε να διαθέτει το επιθυμητό άνοιγμα μεταξύ των διαφόρων μερών του για την όσο το δυνατόν ακριβέστερη μετέπειτα μέτρηση του μήκους αυτών. Με το πέρας αυτής της εργασίας, τοποθετούνταν επάνω σε όλα αυτά τα μέλη με τη χρήση κοινής κόλας σε δυο σημεία, καλυπτρίδα για την προστασία τους στα επόμενα βήματα του πειράματος. Τέλος, ο διαμελισμός ολοκληρωνόταν με την αφαίρεση της κεφαλής αποκόπτοντας την από το θώρακα με τη χρήση λεπτής βελόνας και στη συνέχεια τοποθέτηση και των δυο αυτών μελών στην ταινία διπλής όψεως σε κάθετη θέση. Τόσο η κεφαλή (ιδιαίτερα) όσο και ο θώρακας απαιτούσαν ιδιαίτερη μεταχείριση για την αποφυγή δημιουργίας διαφόρων αλλοιώσεων που θα προκαλούσαν μετέπειτα προβλήματα στη μέτρηση του ακριβούς μήκους τους και αυτός είναι και ο λόγος που δεν τοποθετήθηκε σε αυτά καλυπτρίδα. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβανόταν για κάθε έντομο, όμως ανά δέκα περίπου έντομα λάμβανε χώρα το επόμενο βήμα του πειράματος που ήταν η φωτογράφιση των δειγμάτων με ειδικό στερεοσκόπιο (Εικόνα 9) που είχε ενσωματωμένη φωτογραφική μηχανή που συνδεόταν με οθόνη ώστε να ελέγχεται και να ρυθμίζεται η εικόνα που επρόκειτο να φωτογραφηθεί. Στις ρυθμίσεις περιλαμβανόταν η εστίαση και η φωτεινότητα της φωτογραφίας. Σε κάθε αντικειμενοφόρο πλάκα αντιστοιχούσαν τρεις φωτογραφίες, μια των πτερύγων, μια των ποδιών και τελευταία μια της κεφαλής και του θώρακα.



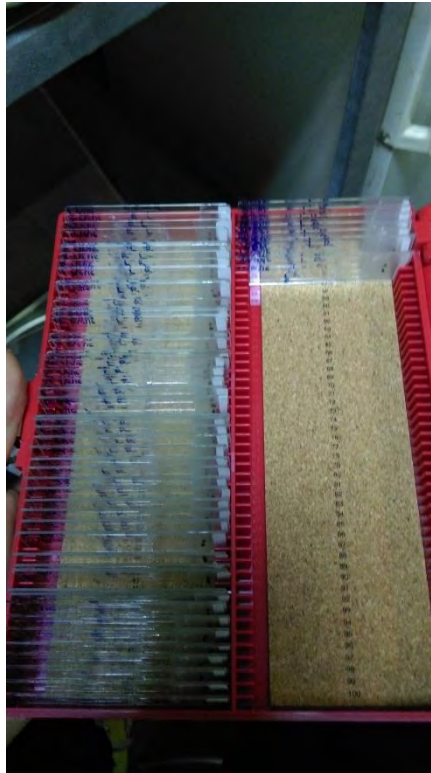
**Εικόνα 9.** Η διαδικασία φωτογράφισης των διαμελισμένων μελών των εντόμων

Οι φωτογραφίες από το στερεοσκόπιο αποθηκεύονταν σε κάρτα μνήμης SD. Η διαδικασία αυτή απαιτούσε ιδιαίτερη οργάνωση ώστε να υπάρχει πλήρης αντιστοιχία φωτογραφιών και εντόμου, καθώς και τυχόν προβλήματα που μπορεί να εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια του διαμελισμού. Για το λόγο αυτό κρατούνταν αναλυτικό αρχείο (Εικόνα 10) με τα στοιχεία κάθε εντόμου που διαμελίζονταν. Τα αναγραφόμενα στοιχεία ήταν τα εξής: αριθμός δείγματος (1,2,3,...), κωδικός (z1,z2,...), χρόνος συλλογής νυμφών (π.χ. 9/7/15), περιοχή συλλογής (Δάφνη Κοζάνης), χρόνος εξόδου ενήλικου ( π.χ. 1-4/4/16), ημερομηνία παρασκευάσματος (π.χ. 4/4/16), ημερομηνία φωτογράφισης (π.χ. 4/4/16), φύλο( M-F) και στο τέλος οι παρατηρήσεις. Στις παρατηρήσεις καταγράφονταν η φορά που ήταν τοποθετημένα τα διάφορα μέλη και στη συνέχεια συμπληρωνόταν δίπλα σε αυτά το ζουμ που χρειάστηκε για τη φωτογράφιση κάθε μέλους.

ΔΕΙΓΜΑΤΑ No	ΚΩΔΙΚΟΣ	χρόνος συλλογής νυμφών	Περιοχή	χρόνος εξέδου εμναλκίας	ΗΜΕΡΟΜ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ ΜΑΤΟΣ	ημερομ. Φωτογράφισης	ΦΥΛΟ (M/F)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
1	Z1	9/7/15	ΔΑΦΝΗ ΚΟΖΑΛΗΣ	1-9/4/16	4/4/16	4/4/16	F	W→R-L x19.8 L→L-R x17.8 H-T x18	
2	Z2		>>		>>	>>	F	W→R-L x17.6 L→L-R x14.6 H-T x22	
3	Z3		>>		>>	>>	F	W→R-L x15.6 L→L-R x17.4 H-T x19	
4	Z4		>>		>>	>>	M	W→R-L x13.6 L→L-R x14 H-T x20	
5	Z5		>>		>>	>>	F	W→L-R x14.2 L→L-R x15.2 H-T x17.8	
6	Z6		>>		>>	>>		W→L-R x15 L→L-R x12.6 H-T x18	
7	Z7		>>		>>	>>		W→R-L x18 L→L-R x13 H-T x16.8	
8	Z8		>>		>>	>>	F	W→L-R x16.8 L→L-R x16.8 H-T x16.8	
9	Z9		>>		>>	>>	M	W→L-R x16.8 L→L-R x16 H-T x17.6	
10	Z10		>>		>>	>>	M	W→L-R x17.6 L→L-R x14 H-T x19	L→c μέρους χίτου
11	Z11		>>		>>	>>	M	W→L-R x19 L→L-R x14.4 H-T x18.8	

**Εικόνα 10.** Αναλυτικό αρχείο καταγραφής των εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν για τις μορφομετρικές μετρήσεις

Τα παρασκευάσματα με το πέρας της φωτογράφισης αποθηκεύονταν σε ειδικές θήκες (Εικόνα 11). Η διαδικασία του διαμελισμού ολοκληρώθηκε όταν δημιουργήθηκαν και φωτογραφήθηκαν 219 έντομα. Από αυτά επιλέχθηκαν τα δείγματα που στο σύνολο των μελών τους ήταν ακέραια, ώστε οι μετρήσεις να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβείς και ολοκληρωμένες. Έτσι, χρησιμοποιήθηκαν 63 δείγματα αρσενικών εντόμων, από τα οποία τα 43 προέκυψαν από νύμφες που ακολούθησαν παρατεταμένη διάπαυση και τα 20 προέκυψαν από νύμφες που ακολούθησαν ετήσια διάπαυση.



**Εικόνα 11.** Θήκη αποθήκευσης των αντικειμενοφόρων πλακών

## 2.6 Όργανα και υλικά

Τα όργανα και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες του πειράματος ήταν:

- ✓ Στερεοσκόπιο Nikon για τον τεμαχισμό
- ✓ Στερεοσκόπιο Leica MZ12 με ψηφιακή κάμερα AxioCam για την φωτογράφιση
- ✓ Σωληνάρια τύπου Falcon
- ✓ Πιστόλι παροχής CO<sub>2</sub>
- ✓ Βελόνες ανατομίας με πλαστική λαβή Herenz
- ✓ Εντομολογικές λαβίδες
- ✓ Αντικειμενοφόροι πλάκες
- ✓ Καλυπτρίδες
- ✓ Λευκή πλαστελίνη
- ✓ Ταινία διπλής όψης

- ✓ Κόλλα κοινή
- ✓ Θήκη αποθήκευσης αντικειμενοφόρων πλακών

## 2.7 Επεξεργασία φωτογραφιών-σωματομετρία

Οι φωτογραφίες που συλλέχθηκαν οργανώθηκαν ανά ημερομηνία παρασκευής των δειγμάτων και στη συνέχεια υπέστησαν επεξεργασία, κυρίως όσον αφορά την φωτεινότητα και την αντίθεση [Εικόνες 12(α), 12(β)], ώστε να διευκολυνθεί και να είναι πιο ακριβής η μέτρηση που θα ακολουθούσε, ωστόσο χωρίς να αλλάζουν τα φυσικά στοιχεία μεγέθους της φωτογραφίας.



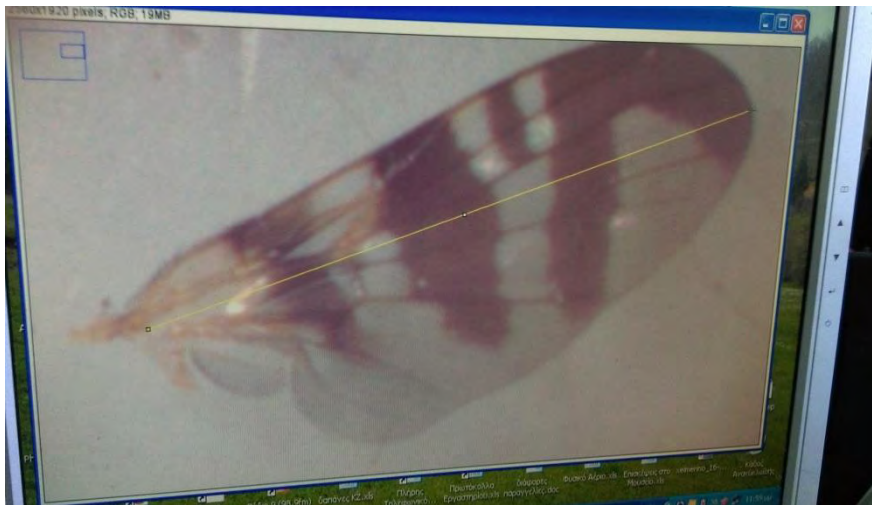
**Εικόνα 12(α).** Φωτογραφία των πτερύγων από το στερεοσκόπιο (πριν την επεξεργασία)



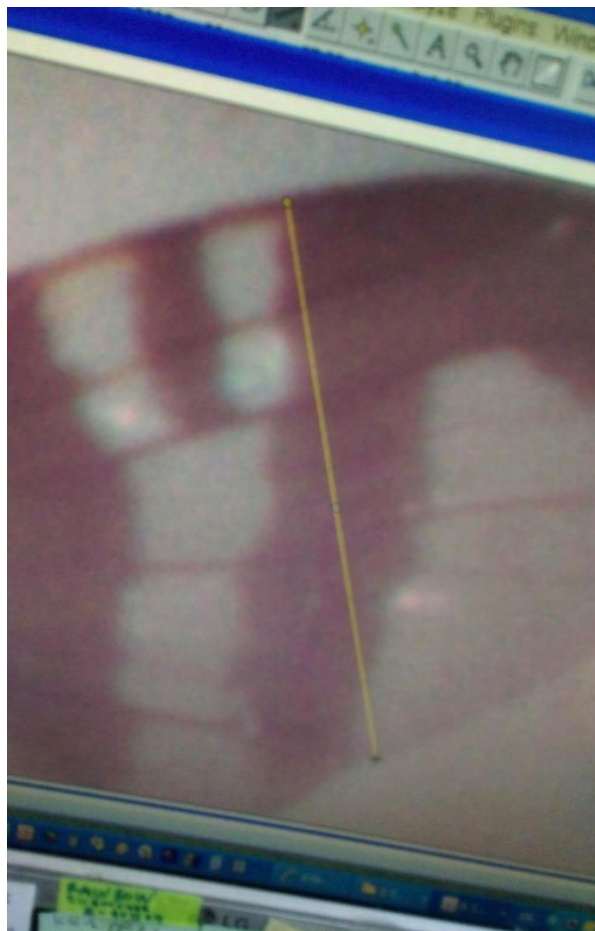
**Εικόνα 12(β).** Η ίδια φωτογραφία μετά την επεξεργασία

Το επόμενο κομβικό σημείο του πειράματος, μετά το διαμελισμό των εντόμων, ήταν η σωματομετρία αυτών. Η μέτρηση δηλαδή διαφόρων αποστάσεων των μελών του σώματος των εντόμων, όπως και του εμβადού στην περίπτωση των πτερύγων. Για να πραγματοποιηθεί το στάδιο αυτό ήταν απαραίτητη η χρήση του προγράμματος Image J, v.1.49 (λογισμικό μέτρησης αποστάσεων σωματικών μερών σε φωτογραφικό υλικό γνωστών διαστάσεων) σε συνδυασμό με το Microsoft Excel. Οι αποστάσεις που έπρεπε να μετρηθούν στο Image J ήταν συγκεκριμένες, οπότε για την ομοιομορφία των μετρήσεων ελήφθησαν φωτογραφίες από τις επιθυμητές μετρήσεις που αποτέλεσαν πρότυπο για τις επόμενες (Εικόνες 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20). Στην περίπτωση των πτερύγων μετρήθηκε το μήκος, δηλαδή από τη βάση έως την κορυφή (apex) της πτέρυγας, το πλάτος, από την πρόσθια πλευρά (costa) στο ύψος της τελευταίας μαύρης ζώνης μέχρι την εσοχή που σχηματίζεται στην οπίσθια πλευρά (anal) στο τέλος αυτής και το εμβαδό της πτέρυγας που περιλάμβανε το σύνολο της, εκτός από τη βάση και την πρώτη μικρή εσοχή στην οπίσθια πλευρά. Στα πόδια γινόταν μέτρηση του μήκους του μηρού (femur) από το κέντρο της άρθρωσης έως το σημείο που ξεκινά ο τροχαντήρας (trochanter) και της κνήμης (tibia) από το κέντρο της μιας άρθρωσης έως την αρχή της επόμενης. Όσον αφορά το θώρακα μετρήθηκε το μήκος του από το πρόνωτο έως το τέλος του θυρεού (scutellum) και το πλάτος του στο επίπεδο του μεσοθώρακα περίπου. Τέλος στην κεφαλή μετρήθηκε μόνο το πλάτος της, από τη μέση περίπου του ενός οφθαλμού έως τη μέση του άλλου.





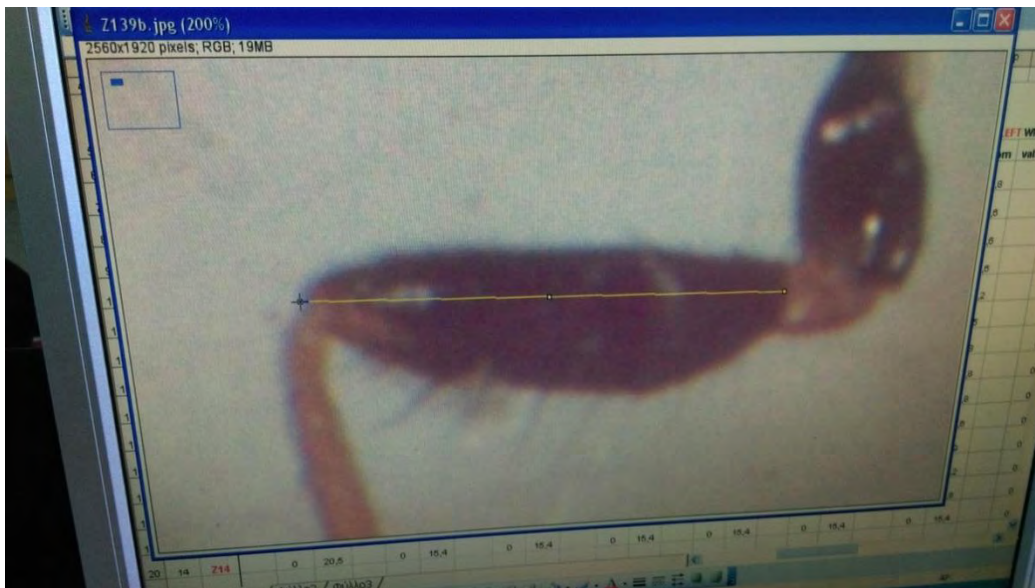
**Εικόνα 13.** Μέτρηση μήκους πτέρυγας στο Image J



**Εικόνα 14.** Μέτρηση πλάτους πτέρυγας στο Image J



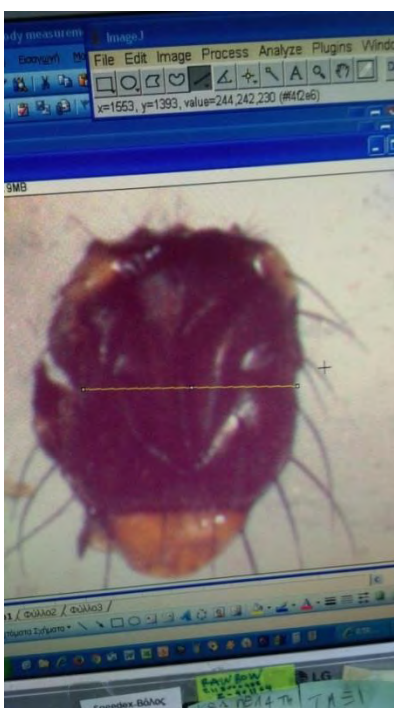
**Εικόνα 15.** Μέτρηση εμβαδού πτέρυγας στο Image J



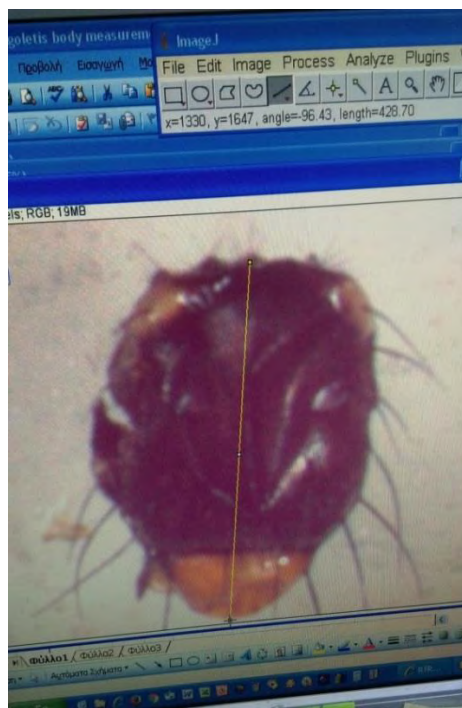
**Εικόνα 16.** Μέτρηση μηρού στο Image J



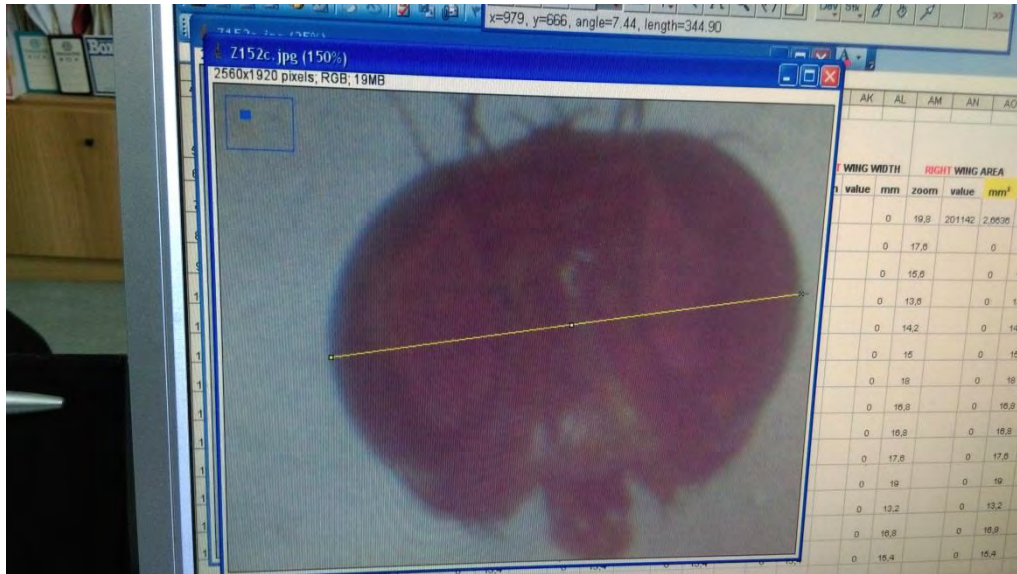
**Εικόνα 17.** Μέτρηση κνήμης στο Image J



**Εικόνα 18.** Μέτρηση πλάτους θώρακα  
στο Image J



**Εικόνα 19.** Μέτρηση μήκους θώρακα  
στο Image J



**Εικόνα 20.** Μέτρηση πλάτους κεφαλής στο Image J

Η χρήση του Microsoft Excel ήταν απαραίτητη για να οργανωθούν οι μετρήσεις που έδινε το Image J. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε μια ιδιαίτερα αναλυτική φόρμα, η οποία περιέχει εκτός από τις πληροφορίες που καταγράφονταν στο αρχείο που συμπληρωνόταν κατά τη φωτογράφιση, τις θερμοκρασίες στις οποίες υποβλήθηκαν τα έντομα από τη συλλογή τους μέχρι και το χρόνο που θανατώθηκαν προς διαμελισμό, στοιχεία για το στερεοσκόπιο και 21 στήλες με τα επιμέρους χαρακτηριστικά προς μέτρηση των μελών του εντόμου. Σε κάθε στήλη γινόταν προσθήκη της τιμής του ζουμ (μεγέθυνσης πεδίου) που χρησιμοποιήθηκε για τη φωτογράφιση, καθώς και η τιμή που έδινε το Image J για το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό και στη συνέχεια η φόρμα υπολόγιζε με βάση τις δυο αυτές τιμές, τα mm που αντιστοιχούσαν στα μήκη ή τα mm<sup>2</sup> στο εμβαδόν.

## 2.8 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

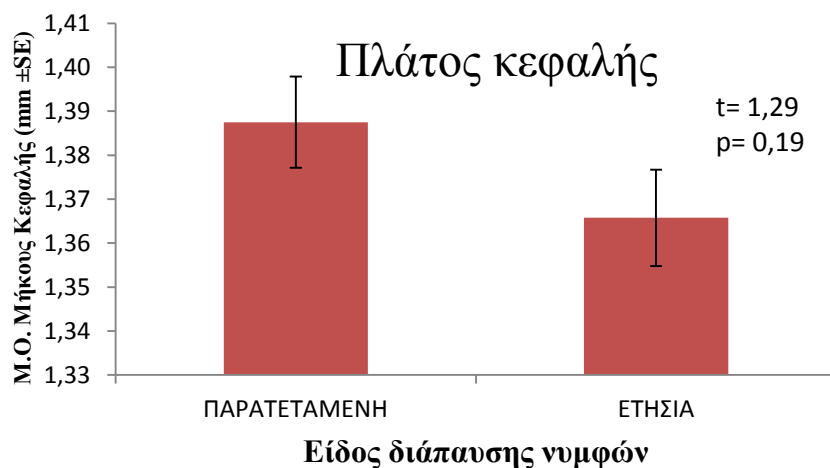
Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε στο στατιστικό πακέτο SPSS με το κριτήριο T (t-test) (IBM-SPSS Statistics v.24, 2016) για επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$  (ανεξάρτητα δείγματα, 2-tailed). Κατόπιν, με βάση τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης, δημιουργήθηκαν διαγράμματα και για τα 21 επιμέρους χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν. Τα διαγράμματα έγιναν στο Microsoft Excel v.14.0.7153.5000 (Microsoft Office 2010).

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

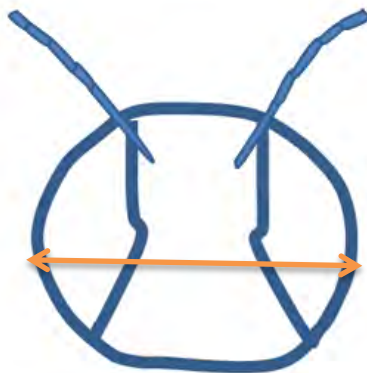
Τα διαγράμματα παρατίθενται παρακάτω, όπου στα χαρακτηριστικά που βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σημειώθηκε με κόκκινο αστερίσκο. Οι βαθμοί ελευθερίας (df) είχαν την ίδια τιμή για κάθε επιμέρους χαρακτηριστικό. Συνοπτικός στατιστικός πίνακας δίνεται στο παράρτημα (σ. 63).

- **Κεφαλή**

Το πλάτος της κεφαλής των εντόμων που προήλθαν από παρατεταμένη διάπαυση ήταν ελαφρώς μεγαλύτερο από αυτό των εντόμων της ετήσιας διάπαυσης όπως φαίνεται και παρακάτω στο σχετικό διάγραμμα 3. Στο σχήμα μετά από το διάγραμμα αναπαρίσταται η κεφαλή και με το πορτοκαλί βέλος σημειώνεται η απόσταση που μετρήθηκε.

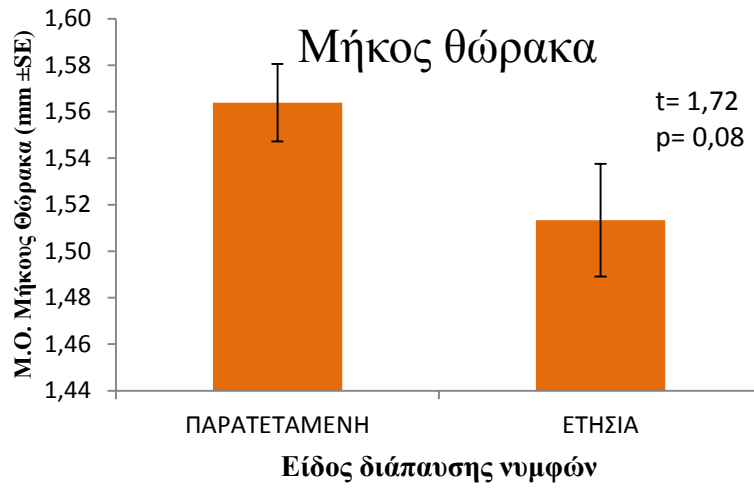


**Διάγραμμα 3.** Πλάτος κεφαλής ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

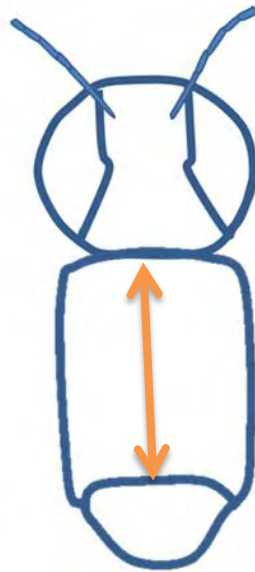


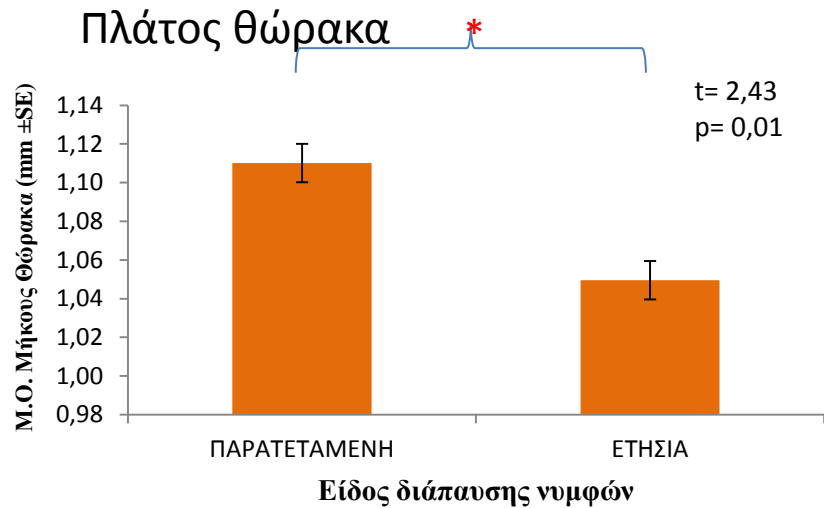
- **Θώρακας**

Το μήκος του θώρακα ήταν ελαφρώς μεγαλύτερο κατά μέσο όρο στα έντομα που προήλθαν από παρατεταμένη διάπαυση σε αντίθεση με αυτά της ετήσιας, όπως και το πλάτος του θώρακα. Στην περίπτωση του πλάτους υπήρξε και στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ). Στα σχήματα μετά από τα διαγράμματα 4 και 5 αναπαρίσταται η κεφαλή με τον θώρακα και με το πορτοκαλί βέλος σημειώνεται η μέτρηση που έγινε σε κάθε περίπτωση.

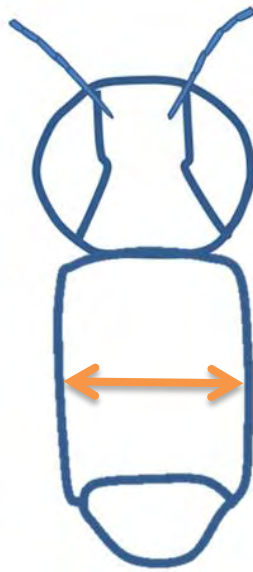


**Διάγραμμα 4.** Μήκος θώρακα ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση





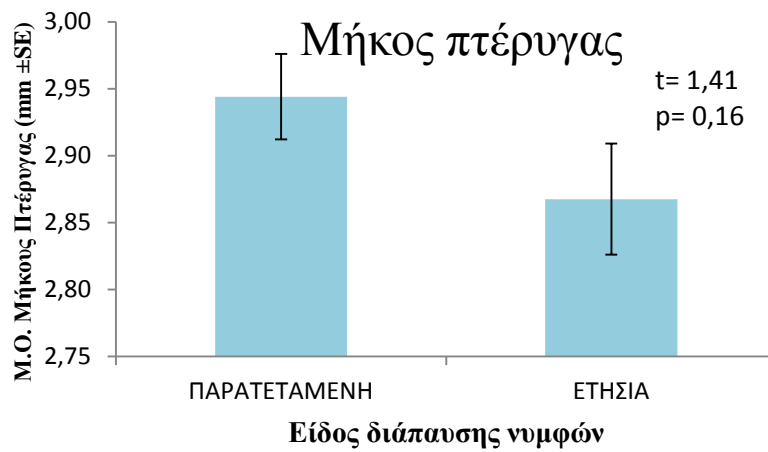
**Διάγραμμα 5.** Πλάτος θώρακα ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



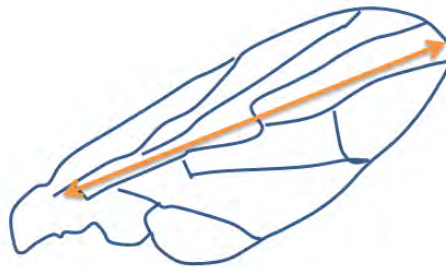
- **Δεξιά Πτέρυγα**

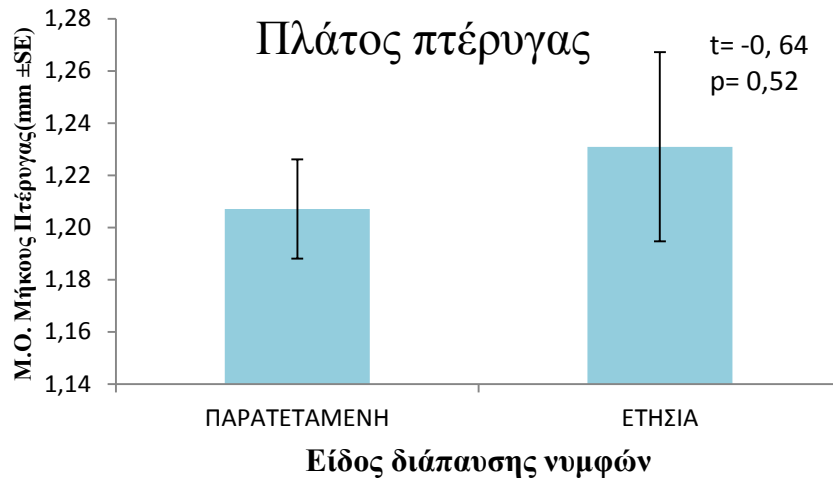
Η δεξιά πτέρυγα των εντόμων της παρατεταμένης διάπαυσης είχε κατά μέσο όρο μεγαλύτερο μήκος και εμβαδό από αυτά της ετήσιας, ενώ το πλάτος της ήταν μικρότερο από τα έντομα της ετήσιας, όπως αναδεικνύεται και στα διαγράμματα 6,7. Στα σχήματα μετά από τα διαγράμματα 6,7 και 8 φαίνεται κάθε φορά η μέτρηση που αφορά το καθένα από αυτά.



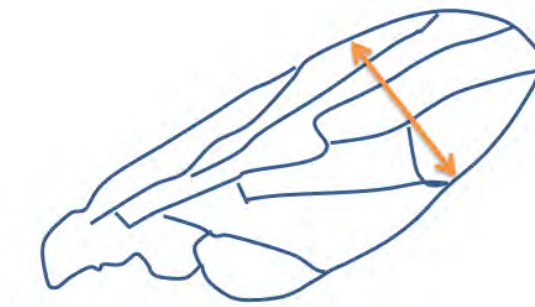


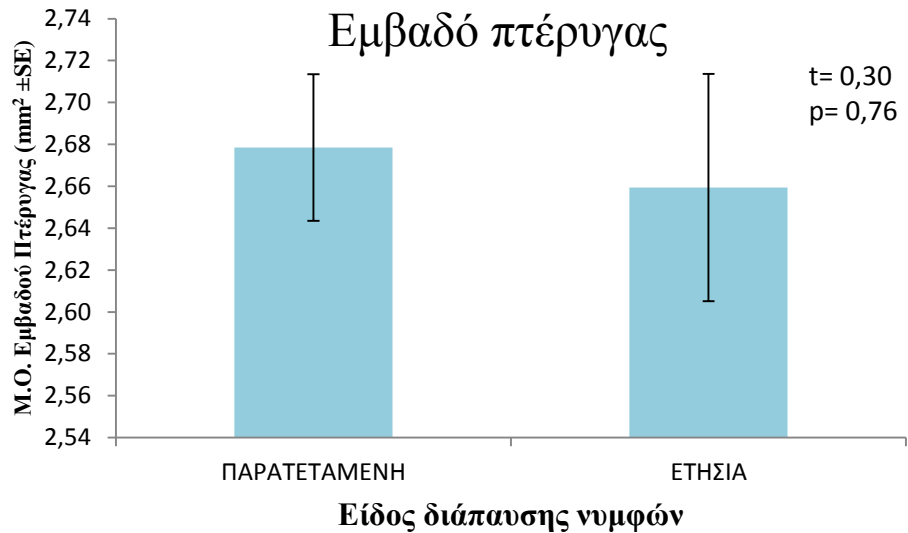
**Διάγραμμα 6.** Μήκος δεξιάς πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



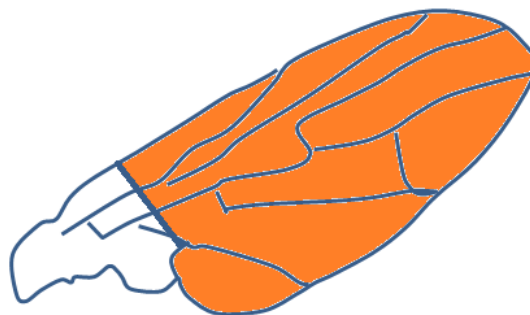


**Διάγραμμα 7.** Πλάτος δεξιάς πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



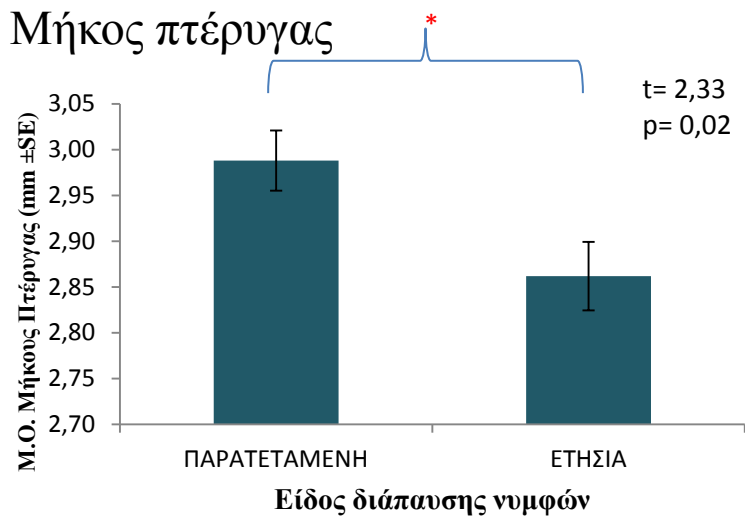


**Διάγραμμα 8.** Εμβαδό δεξιάς πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

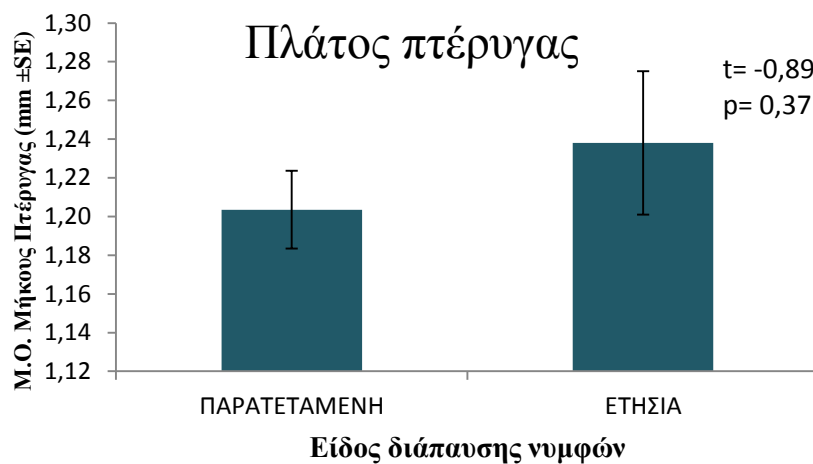


- **Αριστερή πτέρυγα**

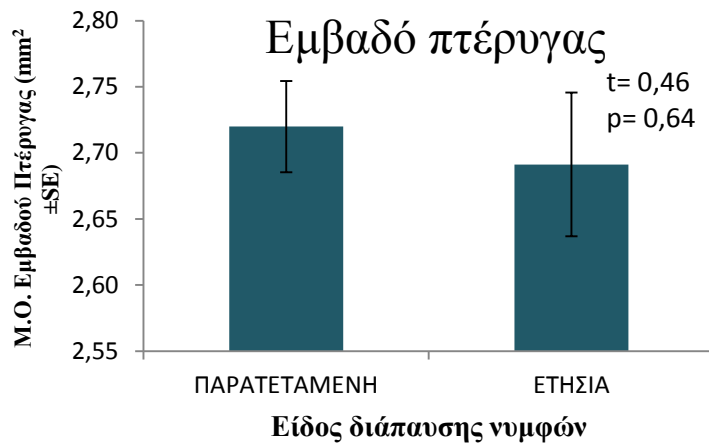
Στην περίπτωση της αριστερής πτέρυγας ισχύουν τα ίδια αποτελέσματα με αυτά της δεξιάς, όπως αναδεικνύεται και στα παρακάτω διαγράμματα 9,10 και 11. Αποτελεί, όμως, εξαίρεση το γεγονός ότι σε αυτή υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) στο μήκος της, όπου τα έντομα της παρατεταμένης διάπαυσης είχαν κατά μέσο όρο μεγαλύτερο μήκος στην αριστερή τους πτέρυγα από αυτά της ετήσιας.



**Διάγραμμα 9.** Μήκος αριστερής πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



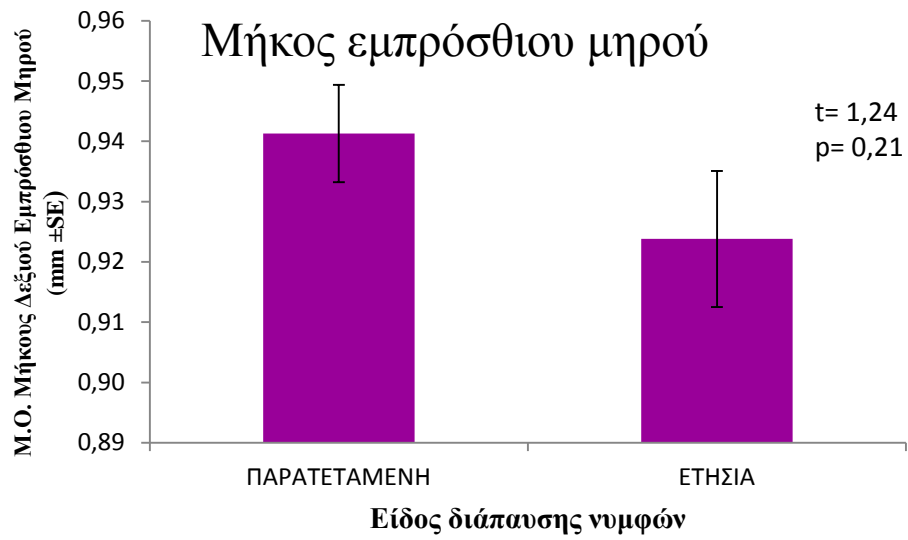
**Διάγραμμα 10.** Πλάτος αριστερής πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



**Διάγραμμα 11.** Εμβαδό αριστερής πτέρυγας ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

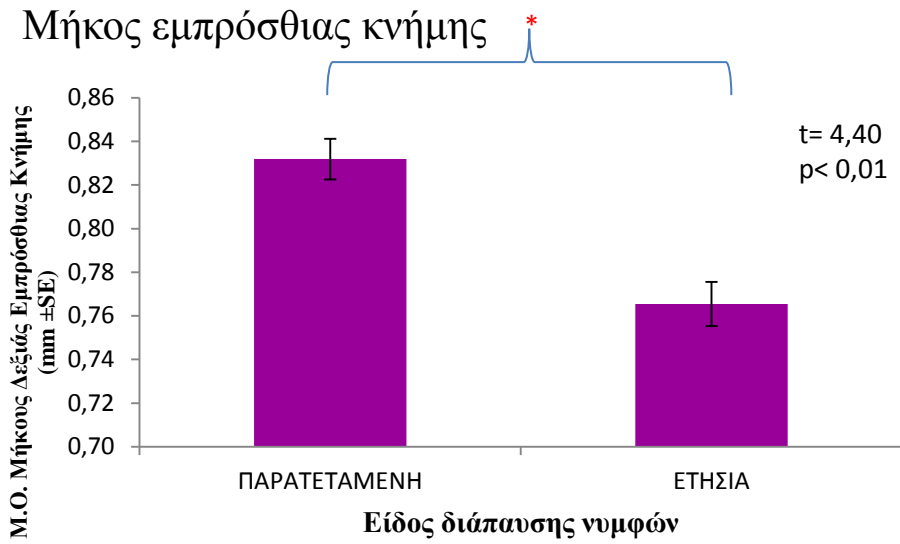
- **Πόδια δεξιάς πλευράς**

Τα τρία πόδια της δεξιάς πλευράς είχαν και στην περίπτωση του μηρού και της κνήμης μεγαλύτερο μήκος στα έντομα από την παρατεταμένη διάπαυση σε αντίθεση με αυτά της ετήσιας όπως φαίνεται και στα διαγράμματα 12,13,14,15,16 και 17. Επιπρόσθετα, στο μήκος της κνήμης και των τριών επιμέρους ποδιών υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ). Στα σχήματα μετά από κάθε διάγραμμα φαίνεται το πόδι και με το πορτοκαλί βέλος σημειώνεται η μέτρηση της αντίστοιχης περίπτωσης κάθε φορά.

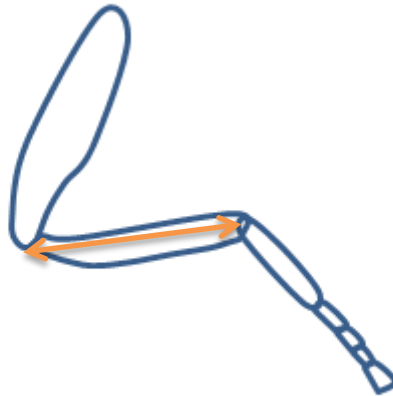


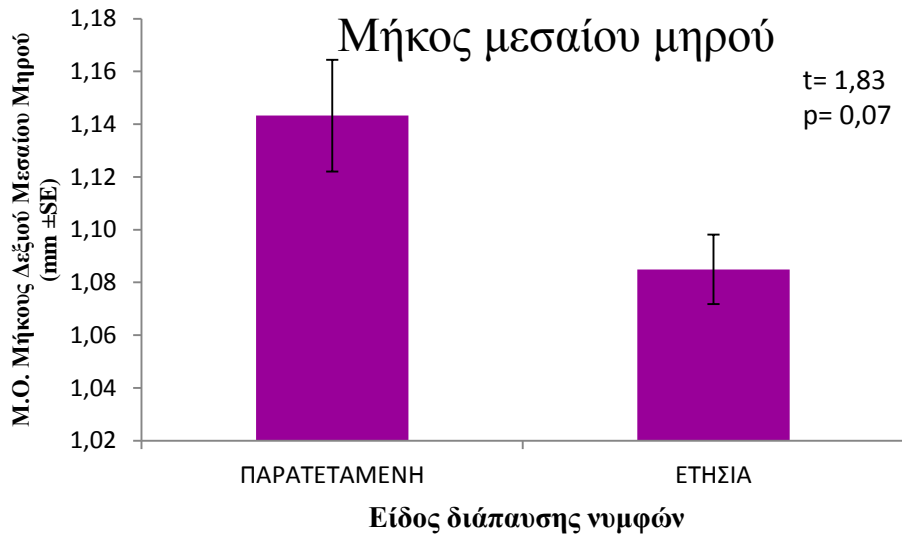
**Διάγραμμα 12.** Μήκος δεξιού εμπρόσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ρακολέτιδας της κερασίας που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



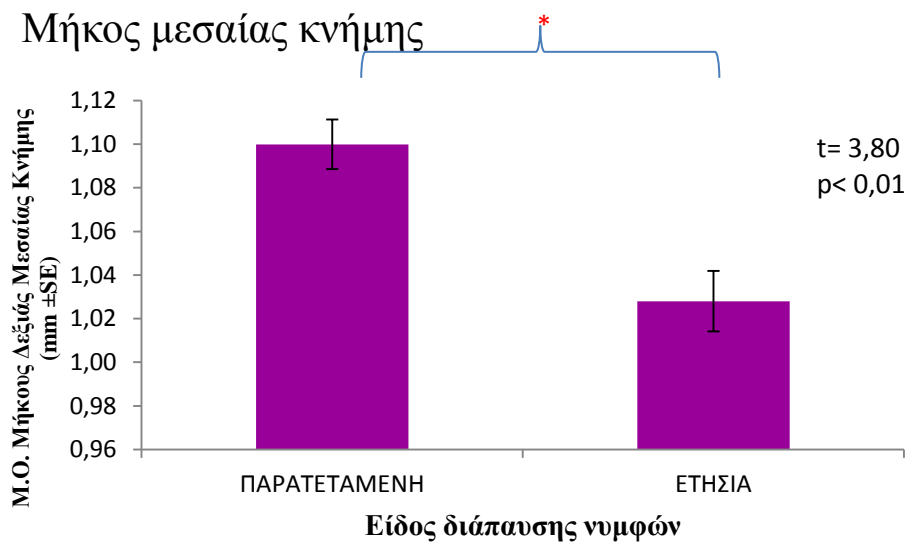


**Διάγραμμα 13.** Μήκος δεξιάς εμπρόσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασίας που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



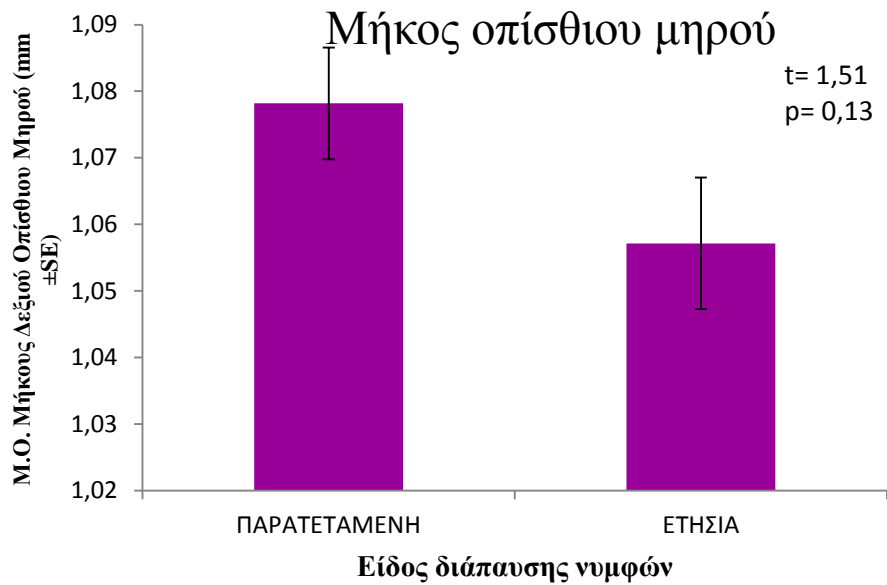


**Διάγραμμα 14.** Μήκος δεξιού μεσαίου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

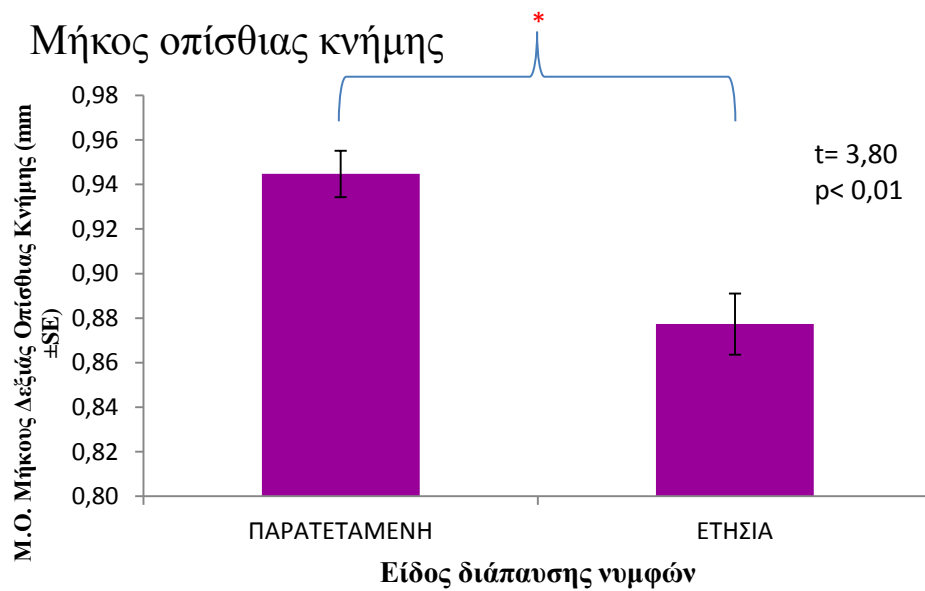


**Διάγραμμα 15.** Μήκος δεξιάς μεσαίας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση





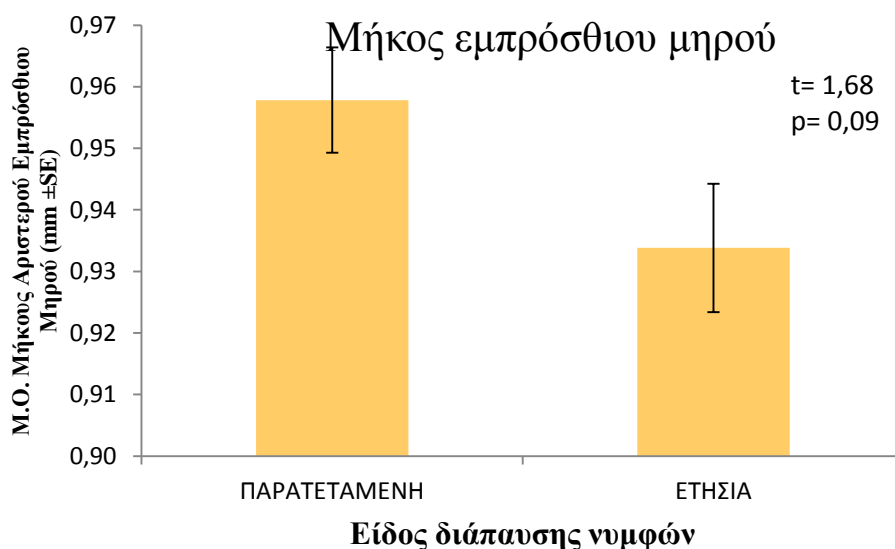
**Διάγραμμα 16.** Μήκος δεξιού οπίσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ρακολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



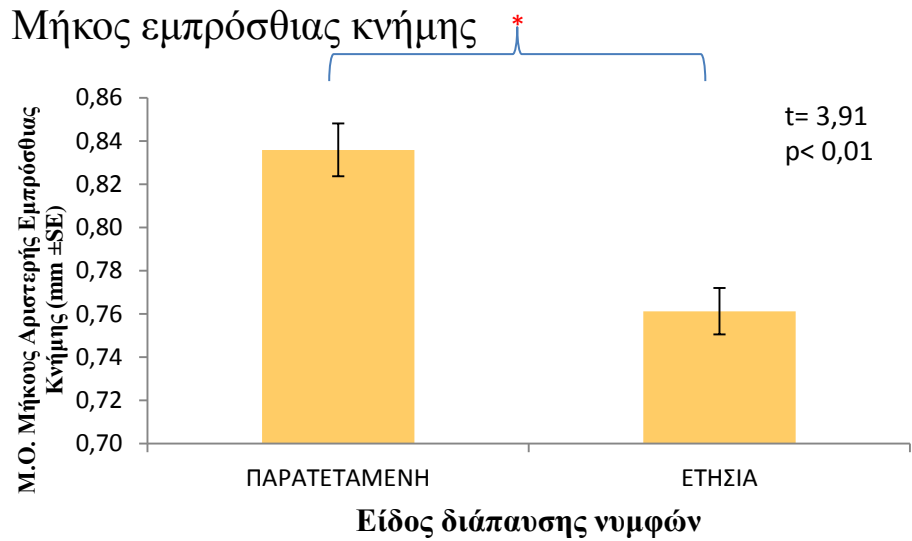
**Διάγραμμα 17.** Μήκος δεξιάς οπίσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ρακολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

- **Πόδια αριστερής πλευράς**

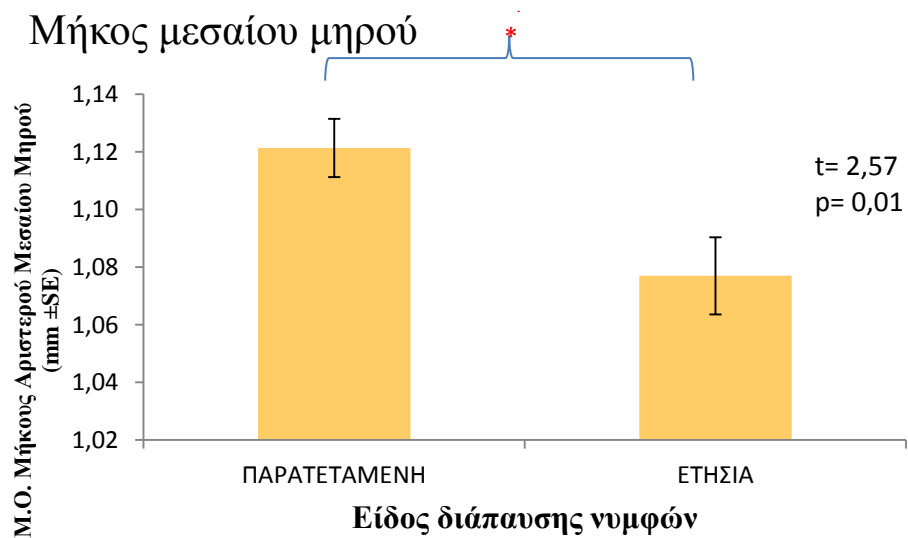
Στην περίπτωση των τριών ποδιών της αριστερής πλευράς παρατηρήθηκε ότι τόσο το μήκος του μηρού όσο και το μήκος της κνήμης ήταν μεγαλύτερο κατά μέσο όρο στα έντομα που προήλθαν από την παρατεταμένη διάπαυση σε αντίθεση με αυτά της ετήσιας όπως φαίνεται και στα διαγράμματα 18,19,20,21,22 και 23. Το διαφορετικό, όμως, σε σχέση με τα πόδια της δεξιάς πλευράς ότι εδώ υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ) σε όλα τα επιμέρους μήκη εκτός από το μήκος του εμπρόσθιου μηρού, γεγονός που αναδεικνύεται στα παρακάτω διαγράμματα.



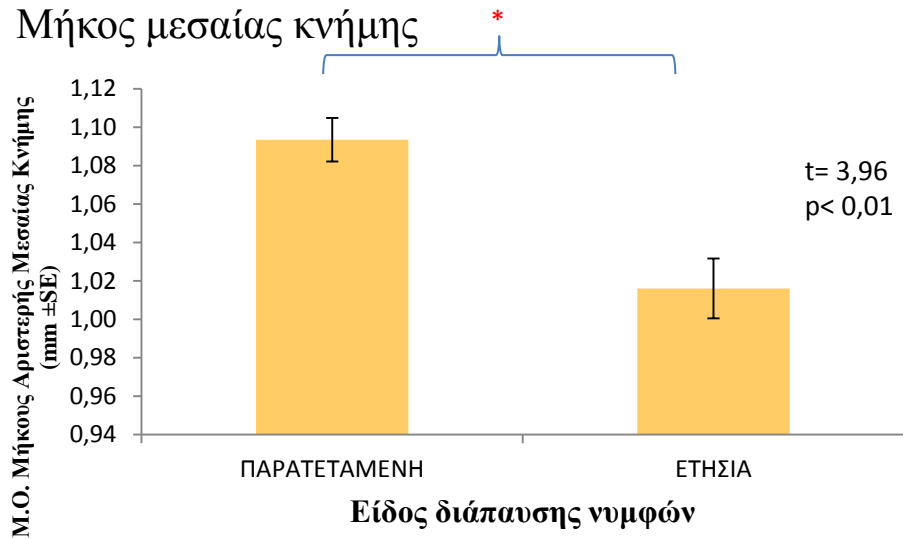
**Διάγραμμα 18.** Μήκος αριστερού εμπρόσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



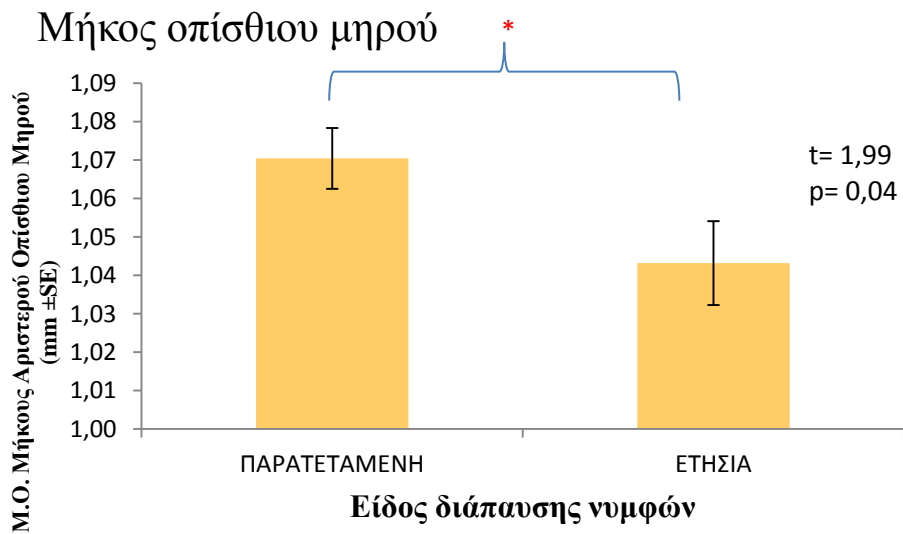
**Διάγραμμα 19.** Μήκος αριστερής εμπρόσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



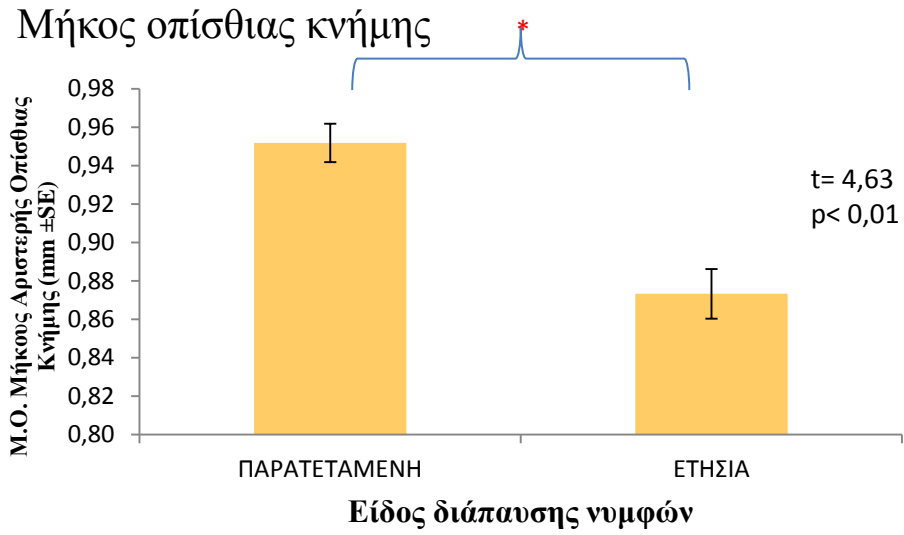
**Διάγραμμα 20.** Μήκος αριστερού μεσαίου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



**Διάγραμμα 21.** Μήκος αριστερής μεσαίας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



**Διάγραμμα 22.** Μήκος αριστερού οπίσθιου μηρού ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση



**Διάγραμμα 23.** Μήκος αριστερής οπίσθιας κνήμης ενήλικων αρσενικών της ραγολέτιδας της κερασιάς που προήλθαν από παρατεταμένη ή ετήσια διάπαυση

#### 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής σχετικά με τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των αρσενικών ενήλικων της ραγολέτιδας της κερασιάς που μετρήθηκαν έδειξαν ότι το μέγεθος των ατόμων που ακολούθησαν παρατεταμένο κύκλο διάπαυσης ήταν μεγαλύτερα από εκείνα που ακολούθησαν τον ετήσιο κύκλο διάπαυσης. Αυτό μάλιστα επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι σε πολλά από τα επιμέρους μορφομετρικά χαρακτηριστικά υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων και έτσι δεν αποτελεί το συμπέρασμα τυχαίο γεγονός ή απόρροια δειγματοληπτικού σφάλματος.

Συγκεκριμένα, στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στο πλάτος του θώρακα, στο μήκος της αριστερής πτέρυγας, στα μήκη και των τριών κνημών της δεξιάς πλευράς και σε όλα τα μήκη μηρών και κνημών της αριστερής πλευράς, εξαιρουμένου του μήκους του εμπρόσθιου μηρού. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι ειδικά για το πλάτος και των δύο περύγων τα άτομα της ετήσιας διάπαυσης είχαν μεγαλύτερο μέγεθος από αυτά της παρατεταμένης.

Οι διαφορές στο μέγεθος των ενήλικων που παρατηρήθηκαν πιθανόν να σχετίζονται με τη διάρκεια της διάπαυσης όπου η μεταβολική δραστηριότητα είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό περιορισμένη, γεγονός που συνεπάγεται τη μακροπρόθεσμη διατήρηση αποταμιευτικών ουσιών, χρήσιμων για την επιβίωση και την καλύτερη ανάπτυξη των εντόμων. Οι ουσίες αυτές περιλαμβάνουν συνήθως το λιπόσωμα και κηρώδεις ουσίες. Η μακρά περίοδος παραμονής σε διάπαυση συνδέεται με υψηλούς ρυθμούς κατανάλωσης των ενεργειακών αποθηκών. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει αυξημένη θνησιμότητα στα άτομα μικρότερου μεγέθους, με αποτέλεσμα την επιβίωση και την ενηλικίωση των μεγαλύτερων ατόμων. Έτσι, γίνεται φανερό ότι κυρίως μεγάλου μεγέθους άτομα μπορούν να ακολουθήσουν παρατεταμένη διάπαυση.

Η παραπάνω μελέτη όταν εφαρμόστηκε, με την ίδια ακριβώς μεθοδολογία, στα θηλυκά άτομα των ίδιων πληθυσμών της ραγολέτιδας της κερασιάς προέκυψε ότι το μέγεθος των ατόμων της παρατεταμένης διάπαυσης ήταν μεγαλύτερο, στο πλείστο των περιπτώσεων, από αυτό των ατόμων που ολοκλήρωσαν ετήσια διάπαυση (Κορφιάτη, 2018). Σε αυτήν την περίπτωση, όμως, οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές σε κανένα από τα επιμέρους μορφομετρικά χαρακτηριστικά. Στο σημείο

αυτό γίνεται φανερό ότι θα μπορούσαν οι δύο αυτές μελέτες να αποτελέσουν έναυσμα για περαιτέρω επιστημονική έρευνα στο κομμάτι των παραγόντων που επηρεάζουν άμεσα το μέγεθος του σώματος των ατόμων της ραγολέτιδας της κερασιάς που τερματίζουν τη διάπαυση είτε αυτή είναι παρατεταμένη είτε ετήσια.

Η σωματομετρία της ραγολέτιδας της κερασιάς με τη μεθοδολογία που αναλύθηκε στην παρούσα διατριβή, δηλαδή, συνοπτικά, ο διαμελισμός των εντόμων (προερχόμενα από παρατεταμένη και ετήσια διάπαυση) επιλέγοντας για μέτρηση τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά όπως είναι η κεφαλή, ο θώρακας, οι δύο πτέρυγες και τα έξι πόδια, εφαρμόστηκε για πρώτη φορά. Στις μέχρι τώρα μελέτες (για τα ελληνικά δεδομένα στο πλείστο των περιπτώσεων) γινόταν μέτρηση και σύγκριση ατόμων της ραγολέτιδας της κερασιάς που ολοκλήρωναν παρατεταμένη και ετήσια διάπαυση μόνο στα μεγέθη της κεφαλής και του θώρακα. Τα αποτελέσματα των μελετών για τα δύο αυτά μέλη του σώματος του εντόμου ήταν κοινά με της παρούσας μελέτης, καθώς στην περίπτωση των ατόμων που ολοκλήρωναν παρατεταμένη διάπαυση το μέγεθος κεφαλής και θώρακα ήταν μεγαλύτερο από τα αντίστοιχα μεγέθη στα έντομα ετήσιας διάπαυσης τόσο στα αρσενικά όσο και στα θηλυκά (Moraiti et al., 2012).

Η παρούσα μελέτη θα μπορούσε, επομένως, να αποτελέσει βάση για την περαιτέρω έρευνα της επίδρασης της παρατεταμένης διάπαυσης στο μέγεθος της μύγας της κερασιάς, *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae) και στους ακριβείς παράγοντες που επηρεάζουν τις διακυμάνσεις των επιμέρους μορφομετρικών χαρακτηριστικών είτε των αρσενικών είτε των θηλυκών εντόμων.

## 5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Πίνακας 3.** Συνοπτικός στατιστικός πίνακας

Συλλογή νυφών	Πλάτος κεφαλής	Μήκος θώρακα	Πλάτος θώρακα	Μήκος δεξιός πτέρυγας	Μήκος αριστερή πτέρυγας	Πλάτος δεξιός πτέρυγας	Πλάτος αριστερή πτέρυγας	Εμβρόδο δεξιός πτέρυγας	Εμβρόδο αριστερή πτέρυγας	Μήκος δεξιού εμπρόσθιου μυρού	Μήκος αριστερού εμπρόσθιου μυρού	Μήκος δεξιού οπίσθιου μυρού	Μήκος αριστερού οπίσθιου μυρού	Μήκος δεξιός εμπρόσθιου κνήμης	Μήκος αριστερή εμπρόσθιου κνήμης	Μήκος δεξιός μεσαίος κνήμης	Μήκος αριστερή μεσαίος κνήμης	Μήκος δεξιός οπίσθιου κνήμης	Μήκος αριστερή οπίσθιου κνήμης
mean	1,38	1,56	1,11	2,94	2,98	1,2	1,2	2,67	2,71	0,94	0,95	1,14	1,12	0,83	0,83	1,09	1,09	0,83	0,83
2014 n	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
se	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0	0	0,02	0,01	0	0	0,01	0,01	0	0,01
CV%	4,78	6,82	8,43	6,92	7,05	10,07	10,69	8,37	8,12	5,49	5,71	11,87	5,77	7,14	9,37	6,59	6,63	7,05	6,74
mean	1,36	1,51	1,04	2,86	2,86	1,23	1,23	2,65	2,69	0,92	0,93	1,08	1,07	0,76	0,76	1,02	1,01	0,87	0,87
2015 n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
se	0,01	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
CV%	3,59	7,16	8,17	6,47	5,83	13,16	13,39	9,11	9,02	5,46	4,99	5,44	5,54	5,9	6,27	6,05	6,83	7,02	6,59
t-test	1,29	1,72	2,43	1,41	2,33	-0,64	-0,89	0,3	0,46	1,24	1,68	1,83	2,57	4,4	3,91	3,8	3,96	3,8	4,63
p	0,19	0,08	0,01	0,16	0,02	0,52	0,37	0,76	0,64	0,21	0,09	0,07	0,01	0	0	0	0	0	0
df	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59



## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ❖ Ελληνική βιβλιογραφία

**Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικών Ερευνών (ΕΘΙΑΓΕ). 2011.** Εγχειρίδιο καλλιέργειας κερασιάς. Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δέντρων Νάουσας. [www.pomologyinstitute.gr](http://www.pomologyinstitute.gr), [www.nagref.gr](http://www.nagref.gr)

**Ζάρπας Κ, Παπαναστασίου Σ, Μωραΐτη Κ, Παπαδόπουλος Ν. 2017.** Πρόκληση παρατεταμένης διάπαυσης με έκθεση νυμφών της ραγολέτιδας της κερασιάς, *Rhagoletis cerasi* (L.) (Diptera: Tephritidae), σε διαφορετικούς συνδυασμούς περιόδων υψηλών και χαμηλών θερμοκρασιών. Πρακτικά 17<sup>ου</sup> Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 19-22 Σεπτεμβρίου, (σ. 72), Αθήνα.

**Κατσόγιαννος ΒΙ, Κουλούσης Ν, Παπαδοπούλου Σ, Τάσκος Δ, Καραβαΐζιδης Α, Μανωλάκης Μ. 1991.** Παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου *Rhagoletis cerasi* σε κερασιές και βυσσινιές στην περιοχή Μίκρας Θεσσαλονίκης και ύψος της προσβολής ορισμένων ποικιλιών. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 14-17 Οκτωβρίου, (σ. 91), Βόλος.

**Κιαΐτση Ε. 2011.** Δημογραφικές παράμετροι ενηλίκων ενός ελληνικού πληθυσμού της μύγας της κερασιάς *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae). Πτυχιακή διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

**Κορφιάτη Π. 2018.** Μορφομετρικά χαρακτηριστικά θηλυκών της ραγολέτιδας της κερασιάς *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae) που προέρχονται από νύμφες που ακολούθησαν παρατεταμένη και ετήσια διάπαυση. Πτυχιακή διατριβή προς παρουσίαση. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

**Λιόλιου Ε. 2011.** Επίδραση της ηλικίας στη δημογραφία και κατανάλωση τροφής της μύγας της κερασιάς. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (σ. 8-25).

**Μπατζηλιώτη Α. 2009.** Δημογραφικές παράμετροι ενηλίκων ενός γερμανικού πληθυσμού της μύγας της κερασιάς. Πτυχιακή διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (σ. 11-19).

**Μωραΐτη Κ. 2013.** Μελέτη της βιο-οικολογίας και της συμπεριφοράς διαφορετικών πληθυσμών της μύγας της κερασιάς, *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae). Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (σ. 29-47).

**Παπαδόπουλος ΝΘ, Κατσόγιαννος ΒΙ. 1999.** Παρακολούθηση του πληθυσμού και καταπολέμηση με δολωματικούς ψεκασμούς του *Rhagoletis cerasi* (Diptera:

Tephritidae) στην περιοχή Κοζάνης. Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Εντομολογικού Συνεδρίου, 2-5 Νοεμβρίου 1999, (σ. 42-48), Χαλκίδα.

**Τζανακάκης ΜΕ. 1995.** *Εντομολογία*. University StudioPress. Θεσσαλονίκη.

**Τζανακάκης ΜΕ, Κατσόγιαννος ΒΙ. 2003.** *Έντομα καρποφόρων δέντρων και αμπέλου*. Αγρότυπος. Αθήνα.

#### ❖ Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

**Boller E. 1966.** Beitrag zur Kenntnis der Eiablage und Fertilität der Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 1966.

**Boller EF and Bush GL. 1973.** The population biology of the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. I. Evidence for genetic variation based on physiological parameters and hybridization experiments (pp. 279-293).

**Boller EF, Prokopy RJ. 1976.** Bionomics and management of *Rhagoletis*. *Annual Review of Entomology* 21: 223-146.

**Calabria G, Maca J, Bachli G, Serra L, Pascual M. 2012.** First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology* 136: 139-147.

**Cini A, Ioriatti C, Anfora G. 2012.** A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of insectology* 65: 149-160.

**Daniel C. 2014.** Experiences of integrated management of European cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi*) and how to utilize this knowledge for Sea Buckthorn Fly (*Rhagoletis batava*). Proceedings to the 3<sup>rd</sup> European Workshop on Sea Buckthorn, EuroWorks 2014, Naantall, Finland, 14-16 October 2014 (pp. 21-30).

**Daniel C, Grunder J. 2012.** Integrated management of European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* (L.): Situation in Switzerland and Europe. *Insects* 3: 956-988.

**Danks HV. 1987.** *Insect Dormancy: an Ecological Perspective Biological survey on Canada (Terrestrial Arthropods)*. Ottawa: Biological Survey of Canada.

**Fimiani P.1989.** Pest status-Mediterranean region. In: Robinson AS, Hooper G, eds. *Fruit flies: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: Elsevier, 39-50.

**Grassi A, Palmieri L, Giongo L. 2012.** *Drosophila* (Sophomora) *suzukii* (Matsumura), new pest of soft fruits in Trentino (North- Italy) and in Europe. *IOBC/wprs Bulletin* 70: 121-128.

**Grihanov I. Ya, Ovsyannikova E.I.** Insect pests (82 species) In: « Agricultural atlas of Russia and adjacent countries: plants, weeds, pests and diseases of cultivated plants ». Saint- Petersburg, 2003-2009. Accessed: [www.agroatlas.ru/en/](http://www.agroatlas.ru/en/).

**Haniotakis G, Maliaros M, Kozyrakis M, Bonatsos K.1991.** Experiments on the control of the cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. in Crete. Results of the first year. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> Panhellenic Entomological Congress, 6-8 November 1985, (pp. 197-204), Athens, Greece. Greek Entomological Society, Athens, Greece (in Greek).

**Hopper KR. 1999.** Risk-spreading and bet-hedging in insect population biology. *Annual Review of Entomology* 44: 535-560.

**Katsoyannos BI. 1975.** Oviposition-detering, male-arresting, fruit-marking pheromone in *Rhagoletis cerasi*. *Environmental Entomology* 4: 801-807.

**Katsoyannos BI, Papadopoulos NT, Stavridis D. 2000.** Evaluation of trap types and food attractants for *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology* 93: 1005-1010.

**Košťál V. 2006.** Eco-physiological phases of insect diapause. *Journal of Insect Physiology* 52: 113-127.

**Levinson HZ, Haisch A. 1984.** Optical and chemosensory stimuli involved in host recognition and Oviposition of the cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. *Z. Angew. Entomol.* 1984.

**Linnaeus C. 1758.** Systema naturae per regna trianaturae, secundum classes, ordines, genera, species, cumcharacteribus, differentiis, synonymis, locis. Ed 10, Tomus I. Sweden: L. Salvii, Stockholm.

**Mohamadzade Namin S, Rasoulian GR. 2009.** A review of fruit flies of the genus *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) of Iran and bordering countries, with the key to species. *Vestnik zoology* 43(1): e-25-e30.

**Moraiti CA, Nakas CT, Papadopoulos NT. 2012.** Prolonged pupal dormancy is associated with significant fitness cost for adults of *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae). *Journal of Evolutionary Physiology* 58: 1128-1135.

**Moraiti CA, Nakas CT, Papadopoulos NT. 2013.** Diapause termination of *Rhagoletis cerasi* pupae is regulated by local adaption and phenotypic plasticity:

escape in time through bet-hedging strategies. *Journal of Evolutionary Biology* 27: 43-54.

**Mousseau TA, Dingle H. 1991.** Maternal effects in insect life histories. *Annual Review of Entomology* 36: 511-534.

**Papanastasiou AS, Nestel D, Diamantidis AD, Nakas CT, Papadopoulos NT. 2011.** 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.

**Papanastasiou AS, Papadopoulos NT. 2014.** Description of *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae). Pupal Developmental Stages: Indications of Prolonged Diapause. *Journal of Insect Science* (14) 156.

**Philippi T, Seger J. 1989.** Hedging ones evolutionary bets, revisited. *Trends in Ecology & Evolution* 4: 41-44.

**Prokopy RJ. 1969.** Visual responses of European cherry fruit flies- *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Trypetidae). *Polskie Pismo Entomologiczne* 39: 539-566.

**Prokopy RJ, Boller EF. 1971.** Response of European cherry fruit flies to colored rectangles. *Journal of Economic Entomology* 64: 1444-1447.

**Remund U, Boller EF. 1978.** Entwicklung und Anwendungsmöglichkeiten einer neuen visuellen Falle für die Kirschenfliege, *Rhagoletis cerasi* L. *Z. Angewandte Entomologie* 77: 348-353.

**Saulich AKh. 2010.** Longlife cycles insects. *Entomological Review* 90:1127-1152.

**Saunders DS. 1982.** *Insect clocks*. Second edition. Pergamon Press, Oxford.

**Stamenkovic S, Garic R, Stamenkovic T, Milenkovic S, Nolic M. 1996b.** Susceptibility of some sweet cherry cultivars to *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae). Proceedings of the international cherry symposium, Budapest, Hungary, 14-18 June 1993. *Acta Horticulturae* 410: 555-560.

**Tauber MJ, Tauber CA, Masaki S. 1986.** *Seasonal adaptations of insects*. Oxford: University Press.

**Thiem von H. 1934.** Beiträge zur Epidemiologie und Bekämpfung der Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). *Arbeiten über Physiologische und Angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem* 1: 7-79.

**Varjas L, Saringer G. 1998.** Oxygen consumption as an indicator of diapause intensity in pupae of *Lacanobia oleracea* and *Mamestra brassicae* reared at different inductive photoperiods. *Acta Phytopathologica at Entomologica Hungarica* 33: 147-151.

**White IM, Elson-Harris MM. 1992.** *Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics. United Kingdom (Oxon):* Common wealth Agriculturae Bureau International.

❖ Διαδικτυακές πηγές

**Dreamstime.** [www.dreamstime.com](http://www.dreamstime.com)

**Canopé.** [www.cndp.fr](http://www.cndp.fr)

**EPPO. 2017.** PQR database. European and Mediterranean Plant Protection Organization: [www.eppo.int](http://www.eppo.int)

**FAO. 2017.** Faostat. Available online: [www.fao.org/faostat/en](http://www.fao.org/faostat/en)

**Herbarium online.** [www.herbarium-online.ch](http://www.herbarium-online.ch)

**ITIS. 2017.** Integrated Taxonomic Information System. [www.itis.gov](http://www.itis.gov)

**Montana natural history center.** [www.montanaturalist.org](http://www.montanaturalist.org)

**Plant & Animal Identification.** [www.plantsam.com](http://www.plantsam.com)

**Plant Protection.** Υπηρεσία Φυτοπροστασίας. [www.plantpro.gr](http://www.plantpro.gr)