

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 379
Ημερομηνία 16-3-2012



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ
ΣΤΗ ΣΕΞΟΥΑΛΙΚΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΤΗΣ ΜΥΓΑΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ
***Ceratitis capitata*, (Diptera - Tephritidae)**

ΤΣΙΟΥΦΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2010



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 10532/1
Ημερ. Εισ.: 23-05-2012
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ
2010
ΤΣΙ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. _____
Ημερομηνία _____

Βαλμοζουλη με 10
2/11/2011



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙΟΥ
ΣΤΗ ΣΕΞΟΥΑΛΙΚΗ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΤΗΣ ΜΥΓΑΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ
***Ceratitis capitata*, (Diptera - Tephritidae)**

ΤΣΙΟΥΦΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων

Νικόλαος
Παπαδόπουλος
Αναπλ. Καθηγητής

Μέλος

Νικόλαος
Τσιρόπουλος
Αναπλ. Καθηγητής

Μέλος

Αθανάσιος
Σφουγγάρης
Επικ. Καθηγητής

ΒΟΛΟΣ 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου	5
1.2 Γεωγραφική κατανομή	7
1.3 Ξενιστές	8
1.4 Βιολογία & ζημιές	9
1.5 Αντιμετώπιση	12
1.6 Σεξουαλική Συμπεριφορά της Μύγας της Μεσογείου	14
1.6.1 Διατροφή & αναπαραγωγική ωρίμανση	14
1.6.2 Σεξουαλική συμπεριφορά αρσενικών	14
1.6.3 Επιλογή από τα θηλυκά	19
1.7 Επίδραση φυτικών ουσιών στη σεξουαλική συμπεριφορά αρσενικών της μύγας της Μεσογείου	20
1.8 Συμπεριφορά αρσενικών της μύγας της Μεσογείου μετά από έκθεση σε αιθέρια έλαια πορτοκαλιού και ουσίες εσπεριδοειδών	21
1.9 Σκοπός της εργασίας	22
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	23
2.1 Συνθήκες εκτέλεσης των πειραμάτων	23
2.2 Έντομα που χρησιμοποιήθηκαν και μέθοδοι εκτροφής τους	23
2.3 Πειραματική διαδικασία	24
2.4 Ανάλυση των Δεδομένων	26
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	36
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	37
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	38

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μελετήθηκε σε συνθήκες εργαστηρίου (25 ± 1 °C, Σ.Υ $65 \pm 5\%$) η επίδραση 6 διαφορετικών συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου πορτοκαλιού στη σεξουαλική ανταγωνιστικότητα αρσενικών της μύγας της μεσογείου *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae).

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Μια πρώτη παράμετρος του πειράματος που εξετάσθηκε ήταν ο μέσος αριθμός συζεύξεων αρσενικών που τρεφόντουσαν με τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου (ενσωματωμένη στη τροφή τους) καθώς και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (μάρτυρας). Οι επόμενες παράμετροι που εξετάσθηκαν ήταν η μέση διάρκεια των συζεύξεων καθώς και ο μέσος χρόνος περιόδου έως την έναρξη της σύζευξης (latency time) σε λεπτά. Ενώ σε όλα τα τεστ τα αρσενικά που είχαν το έλαιο στη τροφή τους υπερίσχυαν στις συζεύξεις έναντι των αρσενικών του μάρτυρα, η ανάλυση δεν έδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Επίσης η διάρκεια σύζευξης δεν έδειξε να επηρεάζεται από τη ποσότητα του ελαίου (όχι σημαντικές διαφορές). Σημαντικές διαφορές έδειξε μόνο η συνολική διάρκεια latency (μεταχειρίσεων και μάρτυρα) που μειώθηκε με την αύξηση της ποσότητας του ελαίου.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

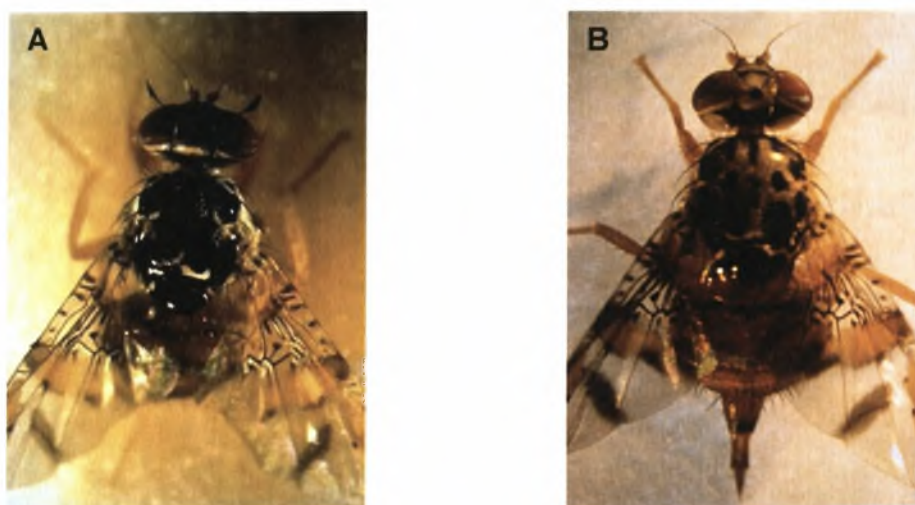
Η μύγα της Μεσογείου *Ceratitis capitata* (Wiedemann), αποτελεί έναν από τους κυριότερους εντομολογικούς εχθρούς των καρποφόρων δέντρων. Ανήκει στην Τάξη των Δίπτερων (Diptera) και είναι μέλος της Οικογένειας των Tephritidae. Αποτελεί πολυφάγο είδος, με ευρύτατη γεωγραφική εξάπλωση. Ως εκ τούτου έχει σημαντικό αντίκτυπο στο παγκόσμιο εμπόριο φρούτων, με εύρος ξενιστών που ξεπερνά τα 300 είδη φυτών και περιλαμβάνει κυρίως καρποφόρα δέντρα (Papadopoulos et al., 2002). Το έντομο προσβάλλει ημιώριμους και ώριμους καρπούς πολλών δέντρων, θάμνων, ποωδών φυτών. Αναπτύσσεται σε φυτά τροπικών, υποτροπικών και εύκρατων περιοχών. Στη χώρα μας απαντάται από τη Κρήτη μέχρι τη Βόρεια Ελλάδα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

1.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του εντόμου

Το αναπτυγμένο ενήλικο έχει μήκος 4-6 mm, πλάτος 1,2-2 mm. Ο θώρακας και οι πτέρυγες του εντόμου φέρουν μαύρες, καστανές και κίτρινες κηλίδες. Το χρώμα της κεφαλής είναι κιτρινωπό, με μαύρες τρίχες ανάμεσα στους σύνθετους οφθαλμούς. Οι κεραιές έχουν καστανέρυθρο χρωματισμό και οι πτέρυγες είναι γενικά διαφανείς, με εγκάρσιες κίτρινες, μαύρες, και καστανές κηλίδες και ζώνες. Το ενήλικο, όταν στέκεται ή βαδίζει, κρατάει τις πτέρυγές του μισάνοιχτες (έτσι ώστε οι πρόσθιες πλευρές τους να σχηματίζουν περίπου γωνία 90°) και με κάποια κλίση της οπίσθιας παραφυής τους προς το υπόστρωμα. Τα πόδια έχουν κιτρινέρυθρο χρωματισμό, με τις οπίσθιες κνήμες να έχουν σκληρές, κίτρινες τρίχες. Η περιοχή της κοιλιάς είναι πορτοκαλοκίτρινη με δυο καστανέρυθρες εγκάρσιες ζώνες και πολλά λεπτά

στίγματα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Το ενήλικο αρσενικό (Εικόνα 1A) φέρει στο μέτωπο δυο έμμισχα, ροπαλοειδή εξαρτήματα. Το ενήλικο θηλυκό διαθέτει χαρακτηριστικό προεξέχοντα ωσθέτη (Εικόνα 1B), που είναι κιτρινέρυθρος, και έχει μήκος 0,9-1,3 mm. Το μήκος της κοιλιάς του θηλυκού είναι λίγο μεγαλύτερο από το πλάτος του (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).



Εικόνα 1 : Ενήλικο αρσενικό (A) και θηλυκό (B) της μύγας της Μεσογείου (Φωτ. M. Muñiz Centro de Ciencias Medioambientales ES. Διαδίκτυο: ΟΕΡΡ/ΕΡΡΟ)

Τα αυγά είναι λευκά, λεία, στενόμακτρα (σε σχήμα μπανάνας), με μήκος που κυμαίνεται μεταξύ 0,9-1,1 mm και διάμετρο 0,2-0,3 mm.

Η προνύμφη (Εικόνα 2A) είναι ακέφαλη, άποδη, πιο στενή στο μπροστινό τμήμα και σχεδόν κυλινδρική στο οπίσθιο με λευκοκίτρινο χρωματισμό. Υπάρχουν τρεις προνυμφικές ηλικίες (στάδια ανάπτυξης) με το μήκος των προνυμφών να κυμαίνεται μεταξύ 0,17-10 mm - ανάλογα με τη προνυμφική ηλικία.

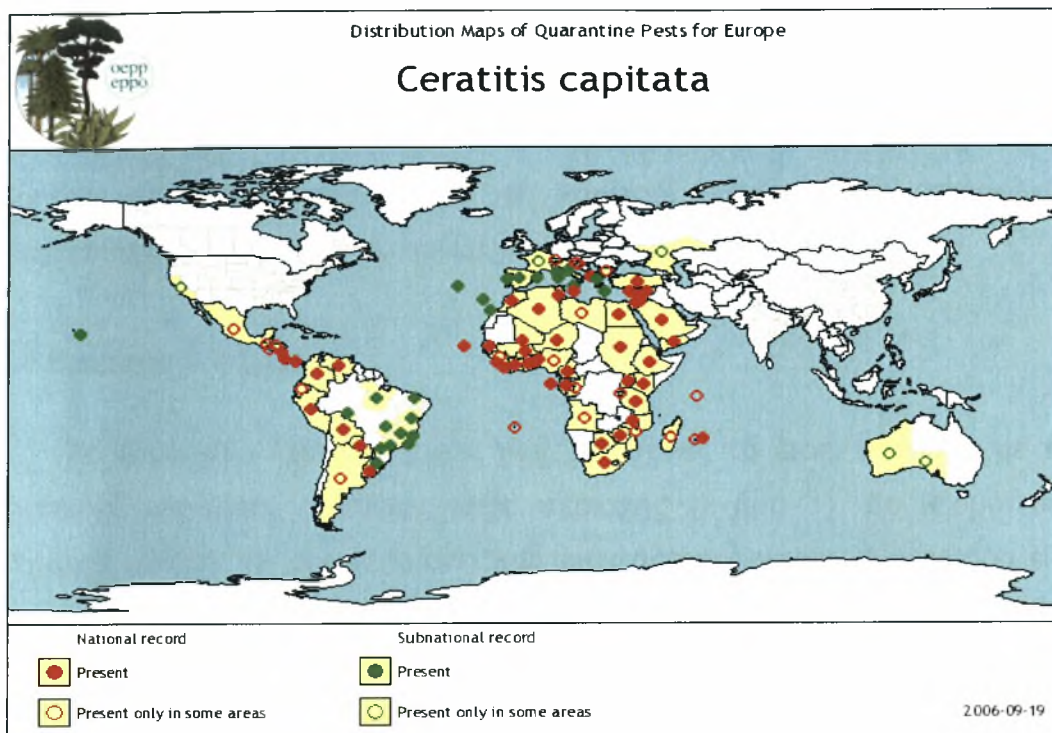
Η νύμφη (Εικόνα 2B) έχει ελλειψοειδές (βαρελοειδές) σχήμα και είναι καστανέρυθρη έως ανοιχτοκάστανη (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).



Εικόνα 2: Προνύμφη (A) (Division of Plant Industry Archive Florida Department of Agriculture and Consumer Services, United States) και δίπλα νύμφες (B) σε τριβλίο (Φωτ. M. Muñiz Centro de Ciencias Medioambientales ES. Διαδίκτυο: ΟΕΡΡ/ΕΡΡΟ).

1.2 Γεωγραφική κατανομή

Η μύγα της Μεσογείου είναι κοσμοπολίτικο έντομο, με ευρεία γεωγραφική κατανομή η οποία περιλαμβάνει τις: Ευρώπη, Ασία, Αφρική, Νότια - Κεντρική & Βόρεια Αμερική (Χαβάη, Βερμούδες, Μεξικό, Καλιφόρνια), Ωκεανία, Καραϊβική (Εικόνα 3). Η γεωγραφική εξάπλωση της μύγας της Μεσογείου διευρύνεται συνεχώς, καθώς διαθέτει εξαιρετική ικανότητα προσαρμογής (Katsoyannos et al. 1997). Έχει προσαρμοστεί σε περιοχές με διαφορετικούς κλιματικούς τύπους (εύκρατες, τροπικές περιοχές) (Papadopoulos et al., 2002).



Εικόνα 3 : Γεωγραφική κατανομή του *Ceratitis capitata*. Με κόκκινη στίξη εθνική καταγραφή, με πράσινη στίξη καταγραφή σε περιοχές (Χάρτης διαδικτύου ΟΕΡΡ/ΕΡΡΟ)

Στην Ελλάδα αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον Παπαγεωργίου το 1915, ως μύγα των μανταρινιών. Βρέθηκε να προκαλεί εκτεταμένες ζημιές σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών στην Αττική και στην Αίγινα (Fimiani, 1989). Στην Βόρεια Ελλάδα για πρώτη φορά αναφέρθηκε το 1959 (Paradopoulos et al. 2001b). Σήμερα το έντομο είναι διαδεδομένο σε όλη τη χώρα.

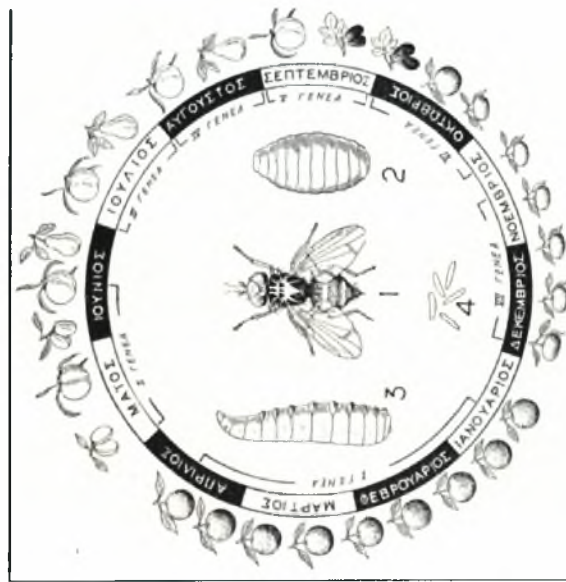
1.3 Ξενιστές

Το έντομο διαθέτει μεγάλο εύρος ξενιστών (>300), προκαλώντας συχνά σοβαρές ζημιές σε εσπεριδοειδή, γιγαρτόκαρπα, πυρηνόκαρπα και πολλά άλλα είδη φρούτων (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003). Στη Βόρεια Ελλάδα, το *C.capitata* προσβάλλει πιο συχνά τα γιγαρτόκαρπα, πυρηνόκαρπα, σύκα, ακόμα και τους λωτούς (*Diospyros kaki* L.)

(Papadopoulos et al. 2002). Πάντως προσβολές από τη μύγα της Μεσογείου αναφέρονται συχνότερα σε περιοχές της Νότιας και Κεντρικής Ελλάδας. Αξίζει να αναφερθεί ότι τον Ιούλιο του 2007 παρατηρήθηκαν στο Νομό Ηρακλείου Κρήτης εκτεταμένες προσβολές σε καρπούς επιτραπέζιων σταφυλιών Σουλτανίνας (Ροδιτάκης Ε. & συνεργάτες, 2008).

1.4 Βιολογία & ζημιές

Το *C.capitata* έχει στη χώρα μας 3-7 γενιές το έτος, ανάλογα με τις ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής (Σχήμα 1). Σε θερμότερες περιοχές μπορεί να συμπληρώσει και περισσότερες γενιές. Διαχειμάζει είτε ως νύμφη στο έδαφος (βάθος έως 8 cm), είτε ως προνύμφη σε προσβεβλημένους καρπούς που παραμένουν στα δένδρα ή έχουν πέσει στο έδαφος (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003, Papadopoulos et al. 1996). Επίσης μπορεί να διαχειμάζει κατά ένα μικρό ποσοστό και σαν ενήλικο σε περιοχές με ήπιο χειμώνα (όπως Κρήτη και νότια παράλια της Μεσογείου), αλλά τα ενήλικα δεν επιβιώνουν περισσότερο από 1-2 εβδομάδες σε παρατεταμένες θερμοκρασίες κάτω των 5°C (Πελεκάσης, 1991). Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης (βορειότερη ζώνη εξάπλωσης) όπου οι χειμερινές θερμοκρασίες είναι αρκετά χαμηλές, το είδος διαχείμασε επιτυχώς ως προνύμφη μέσα σε προσβεβλημένα μήλα (Papadopoulos et al. 1998b). Τα ενήλικα εμφανίζονται την άνοιξη, και η διατροφή τους στη φύση αποτελείται από σακχαρούχες και αζωτούχες ενώσεις που μπορεί να διαλυτοποιήσει το σάλιο τους όπως νέκταρ, γύρη, μελιτώδη αποχωρήματα εντόμων (κοκκοειδή), ή ακόμα και περιττώματα πουλιών. (Papadopoulos et al. 1998a). Τα ενήλικα μπορούν με τη βοήθεια του ανέμου πετώντας να καλύψουν αρκετά μεγάλες αποστάσεις προς αναζήτηση τροφής και περιοχών οωτοκίας. Ωστόσο, οι πληθυσμοί του εντόμου παραμένουν στην ίδια περιοχή σε περίπτωση ευνοϊκών συνθηκών, όπως επάρκεια τροφής (Papadopoulos et al. 2001b).



Σχήμα 1 : Βιολογικός κύκλος της μύγας της Μεσογείου: 1. Ενήλικο, 2. Νύμφη-Pupa, 3. Προνύμφη-Ιarνα, 4. Αυγά-eggs. (Σχήμα από Ν. Παπαδόπουλο).

Συνήθως το 50% των ενηλίκων πεθαίνει κατά τους πρώτους 2 μήνες. Σε περίπτωση ολοκληρωτικής έλλειψης τροφής τα ενήλικα επιβιώνουν μόνο 2-4 ημέρες. Αντίθετα, επιβιώνουν περισσότερο κάτω από ευνοϊκές συνθήκες διατροφής και όχι υψηλές θερμοκρασίες. Ο βιολογικός κύκλος συμπληρώνεται σε 25 περίπου ημέρες, σε θερμοκρασία 24-25° C και σχετική υγρασία 60-70% (Πελεκάσης, 1991).

Αφού τραφεί για λίγες ημέρες, ωριμάσει αναπαραγωγικά και συζευχθεί, το θηλυκό επιλέγει καρπούς φυτών ξενιστών και ανοίγει με τον ωσθέτη του σπή (νύγμα) στο επικάρπιο ή βαθύτερα στο μεσοκάρπιο (Εικόνα 4). Συνήθως τοποθετεί στο βάθος της σπής 1-6 αυγά (clutch). Η σπή ωοτοκίας είναι συνήθως ευδιάκριτη. Συχνά στην περιοχή του καρπού γύρω από το νύγμα ωοτοκίας εμφανίζεται σκούρος αποχρωματισμός σε ανοιχτόχρωμους καρπούς και το αντίθετο σε καρπούς σκούρου χρώματος. Επίσης, σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται ροή κόμμewς από την σπή ωοτοκίας (Τσιτσιπής, 1999). Σε αρκετές περιπτώσεις τα θηλυκά ωοτοκούν και σε διάφορες σχισμές



Εικόνα 4: Θηλυκό ωοθετεί σε ροδάκινο. (Φωτ. M. Muñiz Centro de Ciencias Medioambientales ES. Διαδίκτυο: ΟΕΡΡ/ΕΡΡΟ)

στην επιφάνεια των καρπών, ή τραύματα του φλοιού. Επίσης ιδανική επιλογή αποτελούν και οπές ωοτοκίας άλλων θηλυκών του είδους. Στη διάρκεια της ζωής του, κάθε θηλυκό ωοτοκεί υπό ευνοϊκές συνθήκες εκατοντάδες αυγά και πεθαίνει σύντομα μετά το πέρας της ωοτοκίας (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Η τροφική δραστηριότητα των προνυμφών επικεντρώνεται στα σαρκώδη τμήματα των καρπών φυτών - ξενιστών (Εικόνα 5). Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξής τους οι προνύμφες εγκαταλείπουν τους καρπούς, αφήνοντας ορατή οπή στην επιδερμίδα τους και νυμφώνονται σε σχετικά μικρό βάθος στο έδαφος.



Εικόνα 5: Προσβολή μήλων από προνύμφες της μύγας της Μεσογείου (Φωτ. Agroscope FAW ,Wädenswil (CH) Διαδίκτυο: OEPP/EPPO)

Γενικά η ζημιά που προκαλείται σε ημιώριμους και ώριμους καρπούς οφείλεται: (α) στο άνοιγμα της σπής ωτοκίας και της σπής εξόδου των προνυμφών, (β) στη διάβρωση της σάρκας των καρπών εξαιτίας της τροφικής δραστηριότητας των προνυμφών, (γ) στην αποσύνθεση και σήψη των προσβεβλημένων καρπών από δευτερογενείς προσβολές, λόγω εισόδου παθογόνων μικροοργανισμών (μύκητες, βακτήρια) από τα νύγματα ωτοκίας και (δ) στην απόθεση αυγών και ανάπτυξη των προνυμφών άλλων ειδών (όπως *Lamprolonchaea spp.*, *Drosophilla spp.*, *Carpophilus spp.*) σε ήδη προσβεβλημένους καρπούς από τη μύγα της Μεσογείου, που επιτείνουν τη ζημιά (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

1.5 Αντιμετώπιση

Η αντιμετώπιση της μύγας της Μεσογείου πραγματοποιείται συνήθως με χημικά μέσα. Συνήθως πραγματοποιούνται δολωματικοί ψεκασμοί, ενώ σε περιπτώσεις υψηλής πυκνότητας πληθυσμών πραγματοποιούνται και ψεκασμοί κάλυψης. Στους ψεκασμούς καλύψης χρησιμοποιούνται κυρίως οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα όπως τα malathion, dimethoate. Στους

δολωματικούς ψεκασμούς προσθέτουμε ως ελκυστικό υδρόλυμα πρωτεϊνών (π.χ Nulure, Alma Dacus, torula, buminal). Αυτό μπορεί να είναι φυσικό ή συνθετικό προϊόν αποσύνθεσης πρωτεϊνούχων ουσιών και η ελκυστικότητα του οφείλεται κυρίως στην έκλυση αμμωνίας. Στους δολωματικούς ψεκασμούς ψεκάζονται περιμετρικοί θάμνοι και φράχτες του οπωρώνα, καθώς και το εσωτερικό και πάνω μέρος της κόμης του δέντρου, κυρίως κλαδιά χωρίς καρπούς.

Η ανάγκη και ο χρόνος διενέργειας των χημικών επεμβάσεων προσδιορίζεται με παρακολούθηση της δυναμικής των πληθυσμών του εντόμου με διάφορους τύπους παγίδων. Από τα διάφορα είδη παγίδων που χρησιμοποιούνται περισσότερο διαδεδομένες είναι : (α) τροφικές παγίδες τύπου McPhail (Εικόνα 6Α) στις οποίες χρησιμοποιείται ως τροφικό ελκυστικό υδρολυμένη πρωτεΐνη και βόρακας και (β) φερομονικές παγίδες τύπου Jackson (Εικόνα 6Β) στις οποίες χρησιμοποιείται η παραφερομόνη trimedlure (1,1-dimethylethyl-4 (and 5)-chloro-2-methylcyclohexane-1-carboxylate) για προσέλκυση των αρσενικών.



Εικόνα 6: Πλαστική παγίδα (A) multilure - McPhail. Παγίδα Jackson (B) δολωμένη με trimedlure (Διαδίκτυο - Peggy Greb, USDA).

Σε περιπτώσεις μικρής πυκνότητας πληθυσμών ικανοποιητικά αποτελέσματα έχει δώσει κατά το παρελθόν και η μέθοδος μαζικής παγίδευσης, καθώς και ο συνδυασμός παγίδας McPhail και ουσιών οξεικό αμμώνιο, 1,4-διαμινοβουτάνιο (putrescine) και τριμεθυλαμίνης τοποθετημένων σε ειδικούς εξαμιστήρες μηνιαίας διάρκειας. Ο συγκεκριμένος συνδυασμός ήταν πολύ πιο αποτελεσματικός και εκλεκτικός για τα θηλυκά άτομα, απ' ότι υδρολύματα πρωτεϊνών όπως το Nulure (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

1.6 Σεξουαλική Συμπεριφορά της Μύγας της Μεσογείου

1.6.1 Διατροφή & αναπαραγωγική ωρίμανση

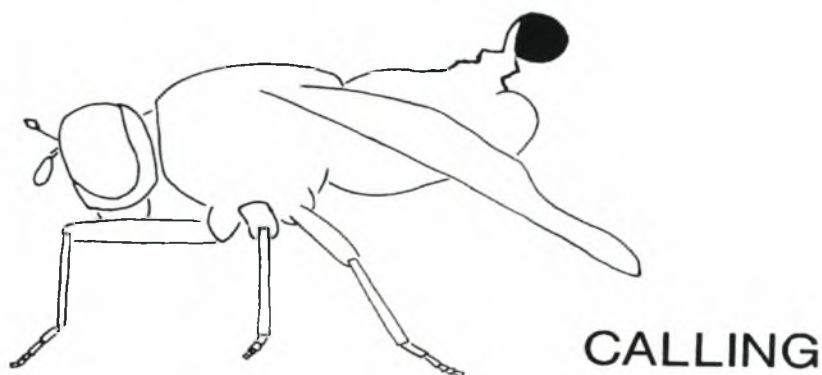
Απαραίτητη για την αναπαραγωγική ωρίμανση των ενήλικων του είδους είναι η διατροφή τους για λίγες ημέρες μετά την έξοδο από το νυμφικό περίβλημα, με πρωτεϊνούχα ή σακχαρούχα θρεπτικά υποστρώματα (Christenson & Foole, 1960). Για παράδειγμα είναι γνωστό ότι για να επιτύχουν σεξουαλική ωρίμανση και να εκτελέσουν το σεξουαλικό κάλεσμα τα αρσενικά του *C.capitata* (και άλλων ειδών της οικογένειας Terphritidae) πρέπει να διατραφούν με πρωτεϊνικής σύστασης ουσίες, πλούσιες σε υδατάνθρακες. Γενικά είναι αποδεκτό ότι η επαρκής ποσοτικά και ποιοτικά θρέψη των αρσενικών ατόμων του *C.capitata*, είναι καθοριστικής σημασίας στη ποσότητα ενέργειας που δαπανούν, στην παραγωγή φερομόνης και γενικότερα στη σύζευξή τους με τα θηλυκά (Papadopoulos et al.1998a).

1.6.2 Σεξουαλική συμπεριφορά αρσενικών

Η σεξουαλική συμπεριφορά των αρσενικών βασίζεται στις συναθροίσεις τους στην κάτω επιφάνεια φύλλων φυτών ξενιστών, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως "leks". Από τις θέσεις αυτές τα αρσενικά παράγουν σεξουαλική φερομόνη,

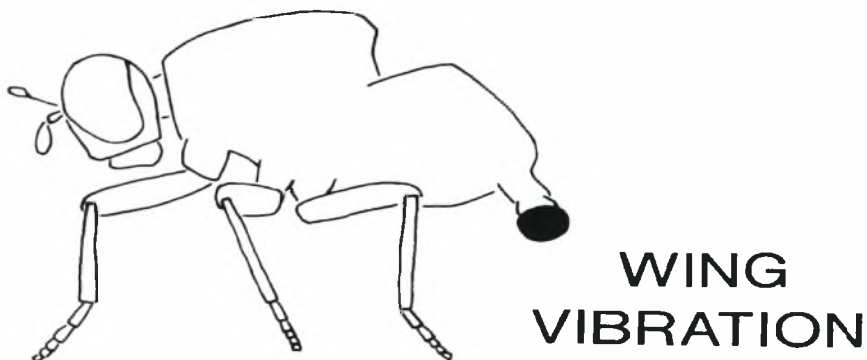
ελκυστική προς τα θηλυκά, συμπεριφορά που χαρακτηρίζεται ως σεξουαλικό κάλεσμα (Briceno et al. 1996). Μετά την προσέγγιση μιας πιθανής συντρόφου, λαμβάνει χώρα μια αλληλουχία συμπεριφορών γνωστή και ως ερωτοτροπία (courtship), που οδηγεί στη σύζευξη των 2 φύλων. Η ερωτοτροπία στη μύγα της Μεσογείου έχει περιγραφεί από τον Feron στις αρχές της δεκαετίας του 1960.

- Στο 1^ο στάδιο (sexual signaling - calling - Σχήμα 2), το αρσενικό δημιουργεί μια αμπούλα, που περιέχει τη σεξουαλική φερομόνη κάμπτοντας προς τα πάνω το εδραίο επιθήλιο. Τα κοιλιακά πλευρά είναι επίσης έντονα διογκωμένα (Quilici et al. 2002).



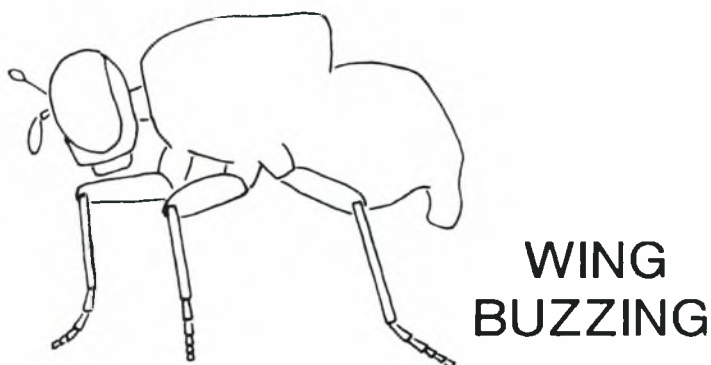
Σχήμα 2 : Εκδήλωση σεξουαλικού καλέσματος από το αρσενικό της μύγας της Μεσογείου (Briceno et. al 1996).

- Στο 2^ο στάδιο, το αρσενικό ξεκινά μια συνεχή δόνηση των πτερύγων (Σχήμα 3, fanning - wing vibration), ενώ κάμπτει τη κοιλιά του εσωτερικά. Τα κοιλιακά πλευρά είναι ακόμα έντονα διογκωμένα. Αυτό το στάδιο ξεκινά με την οπτική επαφή ενός θηλυκού στο άμεσο - κοντινό περιβάλλον του. (Quilici et al. 2002).



Σχήμα 3: Δόνηση πτερύγων από το αρσενικό της μύγας της Μεσογείου (Briceno et. al 1996).

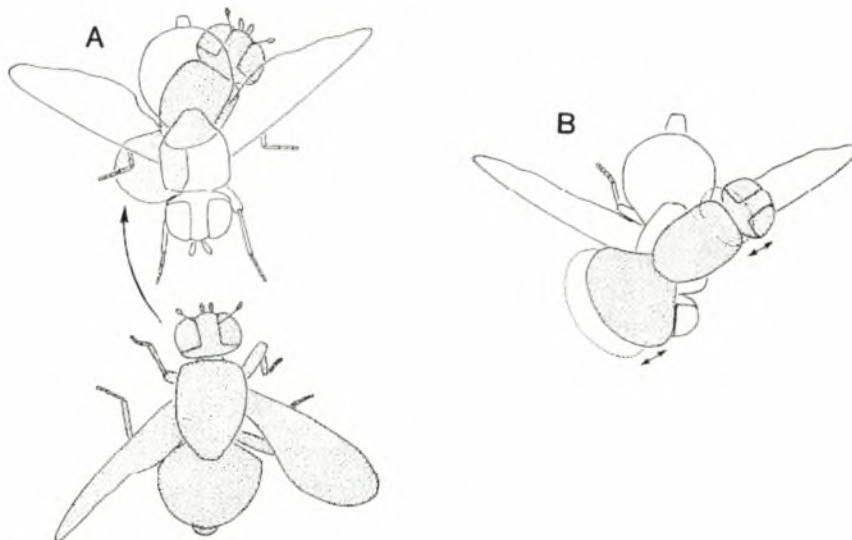
Έπειτα από ένα διάστημα μέσης διάρκειας περίπου 6 δευτερολέπτων συνεχούς δόνησης των πτερύγων, ακολουθεί το στάδιο του συνεχούς «χτυπήματος» των φτερών (wing buzzing - Σχήμα 4), κατά το οποίο οι πτέρυγες κινούνται ρυθμικά μπρος - πίσω, παράγοντας θορύβους μέσης στοιχειώδους συχνότητας 350 Hz (Briceno et al. 2002).



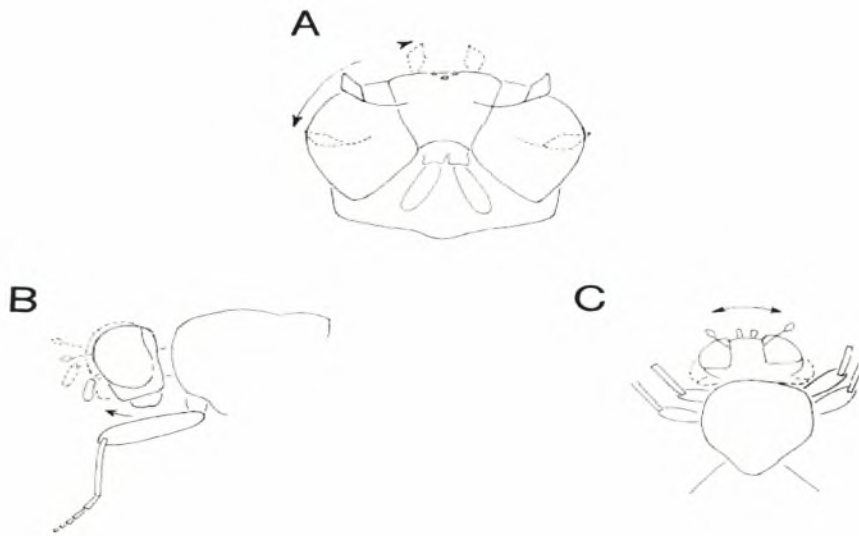
Σχήμα 4: Στο στάδιο του «χτυπήματος» των πτερύγων η σταγόνα της φερομόνης συνήθως αναρροφάται. Η χρονική διαφορά με το προηγούμενο στάδιο (σχήμα 3) έχει υπολογιστεί σε 0,4 sec (Briceno et. al 1996).

- Ακολουθεί το στάδιο της απόπειρας σύζευξης από το αρσενικό (mounting attempt - Σχήμα 5). Αυτό συμβαίνει όταν τα άτομα των 2 φύλων

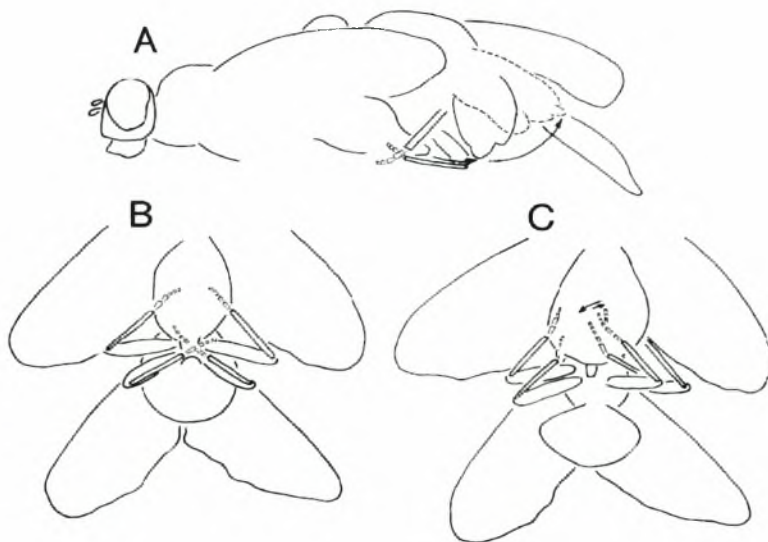
έχουν έρθει πολύ κοντά (λιγότερο από 0,75-1cm) και είναι προσανατολισμένα αντικρίζοντας το ένα το άλλο υπό γωνία. Λίγο πριν την απόπειρα σύζευξης έχει παρατηρηθεί (με ανάλυση video) ότι το αρσενικό τραντάζει - περιστρέφει το κεφάλι του (head rocking - Σχήμα 6). Αφού προσγειωθεί στη πλάτη του θηλυκού, το αρσενικό τραντάζει το σώμα του κοφτά κι έπειτα περιστρέφεται κατά 180°. Με τις άκρες των πίσω ποδιών του τρίβει και ακινητοποιεί την άκρη του γενετικού οπλισμού του θηλυκού, και ακολουθεί η σύζευξη (Σχήμα 7). (Briceno et. al 1996).



Σχήμα 5: Αφού προσγειωθεί (A) στο θηλυκό το αρσενικό (B-θέση με τη διάστικτη γραμμή), τραντάζει το σώμα του κοφτά μπρος-πίσω, (οι πτέρυγες έχουν παραληφθεί από το σχέδιο για περισσότερη ευκρίνεια) (Briceno et. al 1996).



Σχήμα 6 : Κινήσεις της κεφαλής του αρσενικού (head rocking). Οι εντονότερες κινήσεις είναι κυκλικές (A), ανοδικές (B) και πλευρικές (C) (Briceno et. al 1996).



Σχήμα 7: Συμπεριφορά του αρσενικού προσπαθώντας να επιτύχει σύζευξη. (A) Κινεί τη κοιλιά του προς τα κάτω πιέζοντας με το γενετικό οπλισμό του το θηλυκό, (B) το αρσενικό στη πλάτη του θηλυκού ανεβάζει την άκρη της κοιλιάς του θηλυκού με τα πίσω πόδια του, κάμπτοντας προς τα πάνω την κοιλιά του, (C) το αρσενικό με τα πίσω πόδια τρίβει το κάτω μέρος της κοιλιάς του θηλυκού (Briceno et. al 1996).

Επιπλέον, έχουν καταγραφεί και άλλες λεπτομέρειες της συμπεριφοράς ερωτοτροπίας, που καταδεικνύει ότι η αναπαραγωγική συμπεριφορά της μύγας της Μεσογείου είναι ένα είδος «διαλόγου» με εντονότατη ανταλλαγή σημάτων (οπτικών, οσφρητικών και μηχανικών ερεθισμάτων) μεταξύ των δυο φύλων (Lux et al. 2002).

1.6.3 Επιλογή από τα θηλυκά

Τα θηλυκά της μύγας της Μεσογείου παρουσιάζονται εξαιρετικά επιλεκτικά κατά την επιλογή συντρόφου και είναι σύνηθες το φαινόμενο της απόρριψης του αρσενικού. Υπάρχουν καταγεγραμμένες περιπτώσεις όπου το θηλυκό αποχώρησε από τη διαδικασία ερωτοτροπίας πάνω σε περισσότερες από το 90% των προσεγγίσεων από τα αρσενικά, και άλλες περιπτώσεις όπου απορρίπτει το αρσενικό ακόμα και μετά το άλμα και την προσγείωση του αρσενικού στην πλάτη του σε ποσοστό πάνω από 90% των προσπαθειών σύζευξης (Briceno et. al 1996).

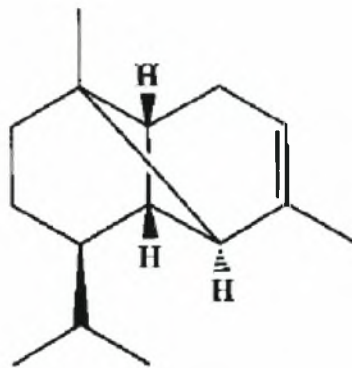
Οι κεραίες των αρσενικών αποτελούν ένα από τα κριτήρια επιλογής από τα θηλυκά καθώς η απουσία τους μειώνει τη σεξουαλική ανταγωνιστικότητά τους. Επίσης το μέγεθος των αρσενικών είναι άλλο ένα κριτήριο που χρησιμοποιούν τα θηλυκά κατά την επιλογή συντρόφου (Robinson et. al 2002). Πειράματα έχουν δείξει ότι άλλα μορφομετρικά γνωρίσματα, ειδικά το μήκος του θώρακα (thorax length) των αρσενικών, σχετίζεται άμεσα με την επιλογή τους από τα θηλυκά και τελικά τη σύζευξη (Rodriguero et. al 2002).

Τα θηλυκά επιδεικνύουν παράλληλα ένα αρκετά πλούσιο «ρεπερτόριο» συμπεριφορών ανταπόκρισης όταν προσεγγίζουν το αρσενικό. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται αγγίγματα του αρσενικού με το κεφάλι ή τα μπροστινά πόδια του, σύντομο άλμα μπροστά του, σύντομες δονήσεις των πτερυγών και έκτασή τους έπειτα από τις απόπειρες σύζευξης από τα αρσενικά. Οι περισσότερες από αυτές τις δραστηριότητες διαρκούν πάρα πολύ λίγο (1/30 - 1/10 του δευτερολέπτου) (Lux et al. 2002).

1.7 Επίδραση φυτικών ουσιών στη σεξουαλική συμπεριφορά αρσενικών της μύγας της Μεσογείου

Σύγχρονες έρευνες έχουν δείξει ότι η έκθεση αρσενικών ατόμων του *C.capitata* σε συγκεκριμένες ουσίες φυτικής προέλευσης, αυξάνει τη σεξουαλική τους ανταγωνιστικότητα. Στις ουσίες αυτές συμπεριλαμβάνονται: (α) καρποί και έλαια προερχόμενα από καρπούς πορτοκαλιάς (*Citrus sinensis* L), (β) ουσίες που προέρχονται από το φλοιό και τους καρπούς Γκουάβα (*Psidium guajava* L), (γ) αιθέριο έλαιο πιπερόριζας - Ginger root oil - (*Zingiber officinale* Roscoe) και (δ) έλαιο μανούκας από τη Ν. Ζηλανδία - manuka oil - (*Leptospermum scoparium* Forst. & Forst), (Shelly et. al 2008).

Παρά το γεγονός ότι δεν έχει εξακριβωθεί ποιες χημικές ενώσεις των παραπάνω ουσιών ευθύνονται για την αύξηση της σεξουαλικής ανταγωνιστικότητας των αρσενικών, οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα δείχνουν ότι ο υδρογονάνθρακας (τερπένιο) α -coraene (Σχήμα 8), προσελκύει ισχυρά τα θηλυκά. Από μόνη της η α -coraene βρέθηκε ότι αυξάνει την αναπαραγωγική επιτυχία των αρσενικών όταν αυτά εκτίθενται σε διάφορα μέρη φυτών (καρπούς) και αιθέρια έλαιά τους (που βρίσκεται ως συστατικό), που αναφέρθηκαν παραπάνω (Shelly et. al 2008).



α -Coraene

Σχήμα 8 : Στερεοχημικός τύπος του τερπενίου α -coraene (Christopher & Crock et. al 1998).

Η *a-coraene*, απαντάται σε πολλά φυτικά είδη, όπως καλαμπόκι, βελανιδιά, σιτάρι, πεύκο. Επίσης βρίσκεται σε παρά πολλά είδη φυτών που αποτελούν ξενιστές της μύγας της Μεσογείου, όπως τα εσπεριδοειδή (*Citrus spp*). Όμως η συγκέντρωσή της (καθώς και η μορφή των τερπενίων που σχετίζονται με αυτή, μονο- ή πολύ-κυκλικά) ποικίλει στα διάφορα φυτικά είδη (Shelly et. al 2008).

Παρόλο που ο ακριβής μηχανισμός δράσης παραμένει άγνωστος, έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε μεγάλο αριθμό αρσενικών ατόμων δείχνουν ότι η έκθεση σε αιθέρια έλαια πορτοκαλιού και πιπερόριζας δεν επηρεάζει την ελκυστικότητα της φερομόνης που παράγεται από αυτά. Προκαταρκτικά τεστ δείχνουν ότι το άρωμα του αιθέριου ελαίου της πιπερόριζας αλληλεπιδρά με τον εξωσκελετό του αρσενικού, με τρόπο τέτοιο ώστε να παράγεται μυρωδιά (άρωμα) που ελκύει τα θηλυκά. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων δείχνουν πως η προτίμηση των θηλυκών βασίζεται κυρίως σε οσφρητικά ερεθίσματα (Shelly et. al 2008).

1.8 Συμπεριφορά αρσενικών της μύγας της Μεσογείου μετά από έκθεση σε αιθέρια έλαια πορτοκαλιού και ουσίες εσπεριδοειδών

Αρκετές έρευνες έχουν διεξαχθεί στο τομέα της επίδρασης ουσιών από διάφορα εσπεριδοειδή, στη σεξουαλική συμπεριφορά και ανταγωνιστικότητα αρσενικών του *C.capitata*. Αυτές περιλαμβάνουν την εξέταση τμημάτων των καρπών (φλοιός), τα αιθέρια έλαια του φλοιού καρπών εσπεριδοειδών καθώς και των χυμών τους.

Πιο συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι και τα δυο φύλα αντιδρούν σε ουσίες που απελευθερώνονται από οπές στη φλούδα ώριμων πορτοκαλιών, σε φυσικό ή και εμπορικό χυμό πορτοκαλιών μανταρινιών και λεμονιών. Περισσότερο αντιδρούν τα αρσενικά που προσελκύονται και προσγειώνονται πάνω σε οπές των καρπών (στη περιοχή του *flavedo*). Ακόμη όσο αυξάνεται ο αριθμός των οπών (από 2 σε 8) τόσο πιο πολύ αντιδρούν τα αρσενικά κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επιπλέον παρατηρείται και επαφή των στοματικών

μορίων των αρσενικών στα τμήματα του φλοιού όπου είχαν γίνει οι σπές. Ισχυρή ανταπόκριση από τα αρσενικά υπάρχει και σε εμπορικό αιθέριο έλαιο πορτοκαλιού, που εφαρμόστηκε στην επιφάνεια κίτρινων σφαιρών, αλλά λιγότερη σε αιθέριο έλαιο μανταρινιών. (Katsoyannos et. al 1997)

Περαιτέρω μελέτες σε εργαστηριακές συνθήκες, δείχνουν ότι τα αρσενικά που προσελκύνονταν πάνω σε επιφανειακά τραυματισμένους φλοιούς πορτοκαλιών και τρέφονται εκεί, είναι πιο ανταγωνιστικά έναντι αυτών που δεν ήρθαν σε επαφή με τις τραυματισμένες επιφάνειες του φλοιού πορτοκαλιών. Έχει βρεθεί σε αυτές τις περιπτώσεις, ότι το προβάδισμα στη σεξουαλική ανταγωνιστικότητα διαρκεί τουλάχιστον 10 ημέρες (συνεχής έκθεση για 24 h, είναι αρκετή). Επίσης το αποτέλεσμα είναι ανεξάρτητο της ηλικίας των αρσενικών (το ηλικιακό εύρος των αρσενικών ήταν 1-10 ημέρες). (Papadopoulos et. al 2001a).

1.9 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας αυτής, ήταν η μελέτη της επίδρασης των αιθέριων ελαίων πορτοκαλιού (*Citrus sinensis* Osbeck.), στη σεξουαλική ανταγωνιστικότητα των αρσενικών της μύγας της Μεσογείου. Η σεξουαλική ανταγωνιστικότητα των αρσενικών της μύγας της Μεσογείου αποτελεί σημαντική παράμετρο της διάρκειας ζωής τους (Papadopoulos et al. 2004). Επιπλέον η επιτυχία της εφαρμογής της μεθόδου εξαπόλυσης στερημένων εντόμων (SIT - Sterile Insect Technique), εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα των εξαπολυόμενων αρσενικών να ανταγωνίζονται τα αρσενικά του άγριου πληθυσμού - στόχου, προκειμένου να επιτύχουν συζεύξεις με τα άγρια θηλυκά (Τζανακάκης Μ.Ε, 1995). Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας πιστεύουμε να μπορέσουν να συμβάλουν στην αντιμετώπιση αυτού του πολύ σημαντικού εχθρού. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα αιθέρια έλαια πορτοκαλιών σαν πρώτη ύλη, μπορούν να παραχθούν με μικρό σχετικά κόστος, γρήγορα, και σε ικανοποιητική ποσότητα, για τις ανάγκες των προγραμμάτων SIT.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Συνθήκες εκτέλεσης των πειραμάτων

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στους χώρους του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Εφαρμοσμένης Ζωολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Διάρκεσαν από το φθινόπωρο (Οκτώβριος) του έτους 2006 έως την άνοιξη (Μάρτιος) του 2007. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε ειδικά διαμορφωμένες, σταθερές περιβαλλοντικές συνθήκες. Η θερμοκρασία ήταν στους 25 ± 1 °C, η σχετική υγρασία (Σ.Υ) $65 \pm 5\%$, και η φωτοπερίοδος ρυθμισμένη στις 14 h φως, και 10 h σκότος (φωτόφαση από 07:00 έως και 21:00 h). Ο φωτισμός προερχόταν αποκλειστικά από λαμπτήρες φθορίου, λευκού φωτισμού. Η ένταση του φωτισμού στην αίθουσα του πειράματος κυμαινόταν από 800 - 1000 lux. Στην αίθουσα υπήρχε επαρκής αερισμός.

2.2 Έντομα που χρησιμοποιήθηκαν και μέθοδοι εκτροφής τους

Για τις ανάγκες των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν έντομα F1 γενιάς προερχόμενα από τη Χίο. Η συλλογή των εντόμων αυτών έγινε από προσβεβλημένους καρπούς εσπεριδοειδών του νησιού. Τα ενήλικα της άγριας γενεάς μετά από την έξοδό τους από τις νύμφες τοποθετούνταν σε ξύλινα κλουβιά διαστάσεων 30 x 30 x 30 cm, (οι τρεις πλευρές καλυμμένες με συρμάτινο πλέγμα, η μια γυαλί και οι υπόλοιπες ξύλο). Τοποθετούνταν σε κάθε κλουβί 100-200 ενήλικα και των δυο φύλων, σε πλαστικά φιαλίδια με φυτίλι η τροφοδοσία τους με νερό, και ως τροφή ενηλίκων μείγμα μαγιάς, ζάχαρης και νερού (αναλογία 1:4:5 αντίστοιχα).

Η ωοτοκία από τα θηλυκά γινόταν σε κοίλα πλαστικά ημισφαίρια (κόκκινα, διάμετρος 5 cm και πάχος 1.5 mm). Τα ημισφαίρια έφεραν 40-50 σπές (ομοιόμορφη κατανομή, διάμετρος 1 mm) όπου τα θηλυκά, τοποθετούσαν τον ωοθέτη τους και απέθεταν εντός του εσωτερικού

κοιλώματος τα αυγά τους. Τα ημισφαίρια ήταν προσαρμοσμένα σε κυκλικές οπές (διαμέτρου 5 cm) που είχε γίνει σε καλύμματα πλαστικών τριβλίων Petri (διαμέτρου 5.5 cm). Τα επίπεδα υγρασίας διατηρούνταν σε επίπεδα που να επιτρέπουν την ωτοκία (βάση τριβλίων με νερό) (Boller, 1985). Σε κάθε κλουβί εκτροφής ενηλίκων τοποθετούνταν ένα ημισφαίριο ωτοκίας.

Με τη βοήθεια μαλακού πινέλου τα αυγά μεταφέρονταν από τα τεχνητά υποστρώματα ωτοκίας σε θρεπτικό υπόστρωμα. Εκεί γινόταν η εκκόλαψη τους καθώς και η ανάπτυξη των προνυμφών. Ως υποστρώματα χρησιμοποιούνταν δίσκοι βάμβακος (διάμετρος 5 cm), οι οποίοι είχαν εμποτιστεί με 10 ml τεχνητής τροφής. Η τροφή αποτελούνταν από 100 gr ζάχαρης, 100 gr μαγιά μπύρας, 50 gr αλευριού σόγιας, 8 gr ασκορβικού οξέος, 8 gr κιτρικού οξέος, 2 gr μίγματος αλάτων και 1,5 gr προπιονικού νατρίου. Τα συστατικά αυτά διαλύονταν σε 500 ml νερού. Λεπτομέρειες προετοιμασίας της τροφής από Boller (1985). Σε κάθε δίσκο βάμβακος τεχνητής τροφής τοποθετούνταν 100-150 αυγά. Η ανάπτυξη των προνυμφών στο θρεπτικό υπόστρωμα ολοκληρώνονταν σε 7-8 ημέρες (25 °C) έπειτα από την εκκόλαψη των αυγών. Μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης των προνυμφών, τοποθετούνταν ως υπόστρωμα νύμφωσης στρώμα στεγνής άμμου πάχους 0.5-1 mm. Οι προνύμφες εξέρχονταν από τα θρεπτικά υποστρώματα και νυμφώνονταν στην άμμο. Δυο έως τρεις ημέρες μετά τη νύμφωση η άμμος απομακρύνονταν με κοσκίνισμα και οι νύμφες συλλέγονταν και τοποθετούνταν σε πλαστικά τριβλία Petri (διάμετρος 9 cm) έως την έξοδο των ενηλίκων.

2.3 Πειραματική διαδικασία

Αμέσως μετά την έξοδο των ενηλίκων της F1 γενεάς, αυτά διαχωρίζονταν σε αρσενικά και θηλυκά. Τα θηλυκά τοποθετούνταν ανά έξι σε διαφανή πλαστικά ποτήρια χωρητικότητας 400 ml μαζί με νερό και τροφή ενηλίκων αποτελούμενη από μείγμα υδρολυμένης πρωτεΐνης, ζάχαρης και νερού. Τα αρσενικά τοποθετούνταν σε κλουβιά από υλικό plexiglass,

διαστάσεων 20x20x20 cm μαζί με νερό και τροφή ενηλίκων που αποτελούνταν είτε από διάλυμα ζαχαρόνερου 10% (μάρτυρας - control), είτε από διάλυμα ζαχαρόνερου στο οποίο προσθέτονταν κάθε φορά αιθέριο έλαιο πορτοκαλιού σε έξι διαφορετικές συγκεντρώσεις : (α) 3% , (β) 2%, (γ) 1%, (δ) 0,5%, (ε) 0,1%, και (στ) 0,01%. Τα ενήλικα των 2 φύλων διατηρούνταν σε αυτές τις συνθήκες για διάστημα που κυμαίνονταν μεταξύ 12 και 16 ημερών. Τρεις ημέρες μετά την ενηλικίωση τους τα αρσενικά του μάρτυρα, καθώς κι εκείνα που προέρχονταν από κάθε μια από τις έξι διαφορετικές μεταχειρίσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, μαρκάρονταν στο θώρακα με δυο διαφορετικά χρώματα. Η σήμανση των αρσενικών πραγματοποιούνταν με τη βοήθεια μαλακού πινέλου και μη τοξικής νερομπογιάς.

Τοποθέτηση των θηλυκών μια ημέρα πριν τις δοκιμές σύζευξης (mating competitiveness tests) στα κλουβιά από υλικό plexiglass. Σε κάθε κλουβί τοποθετούνταν 10 παρθένα θηλυκά, μαζί με νερό και τροφή ενηλίκων αποτελούμενη από υδρολυμένη πρωτεΐνη ζάχαρη και νερό. Σε κάθε μια από τις δοκιμές σύζευξης που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήσαμε 10 επαναλήψεις.

Την ημέρα του test σύζευξης από τις 07:00 π.μ στα κλουβιά με τα θηλυκά τοποθετούνταν 10 αρσενικά από το μάρτυρα και 10 αρσενικά από μια από τις έξι μεταχειρίσεις. Τα κλουβιά ελέγχονταν για συζεύξεις κάθε 15 λεπτά μέχρι τις 16:00 μ.μ για σχηματισμό ζευγαριών σύζευξης. Για κάθε ένα από αυτά καταγράφονταν η κατηγορία στην οποία ανήκει το αρσενικό που επιλέχθηκε από το θηλυκό (μάρτυρας ή μεταχείριση).

Αμέσως μετά το σχηματισμό ενός ζευγαριού σύζευξης, εκείνο απομακρύνονταν με τη βοήθεια μικρού πλαστικού κυπέλλου και καταγράφονταν η διάρκεια της σύζευξης (copulation time). Επίσης γινόταν υποχρεωτικά και απομάκρυνση ενός αρσενικού της αντίθετης ομάδας, για εξισορρόπηση του ανταγωνισμού.

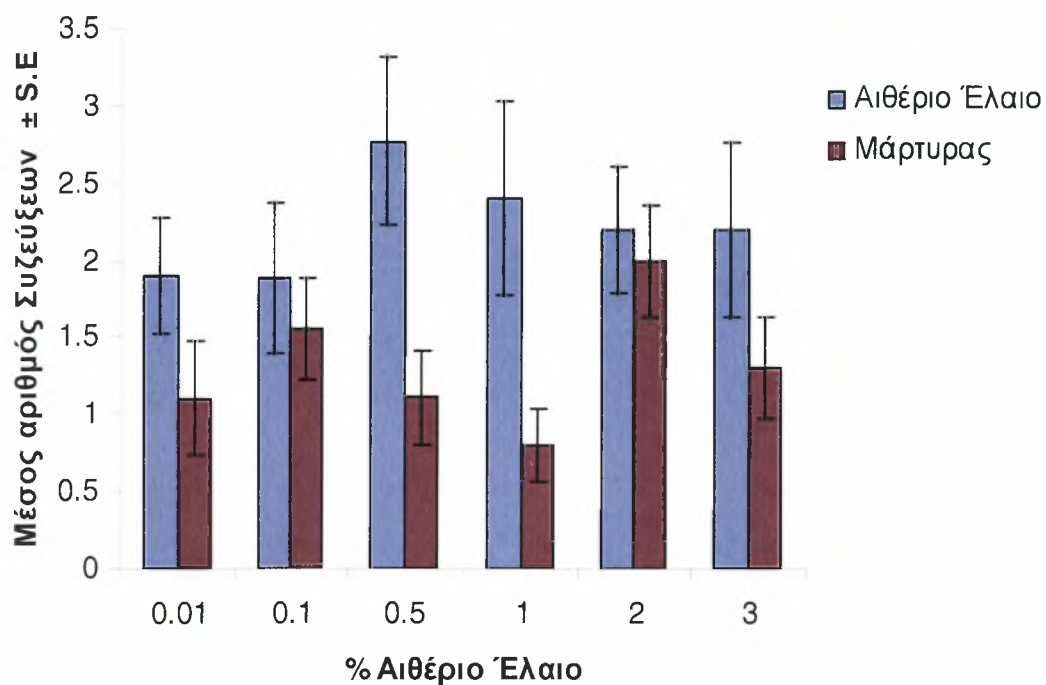
2.4 Ανάλυση των Δεδομένων

Τα στοιχεία που θα προκύψουν από τη διεξαγωγή των πειραμάτων θα αναλυθούν με παραμετρικές και μη παραμετρικές μεθόδους, καθώς επίσης και με δημογραφικές τεχνικές.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μέσος αριθμός συζεύξεων. Στο διάγραμμα 1 απεικονίζεται ο μέσος όρος των συζεύξεων αρσενικών που τρεφόντουσαν με τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου καθώς και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

Όπως προκύπτει, σε όλες τις περιπτώσεις τα αρσενικά που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο υπερίσχυσαν σε συζεύξεις από τα αρσενικά του μάρτυρα. Ειδικότερα οι μεγαλύτερες διαφορές παρατηρήθηκαν στα ποσοστά 0,5 και 1% αιθέριου ελαίου. Ωστόσο σε καμία από τις 6 μεταχειρίσεις με αιθέριο έλαιο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον αριθμό των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο κι εκείνων που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (paired t - test, $P>0,05$). (Πίνακας 1).

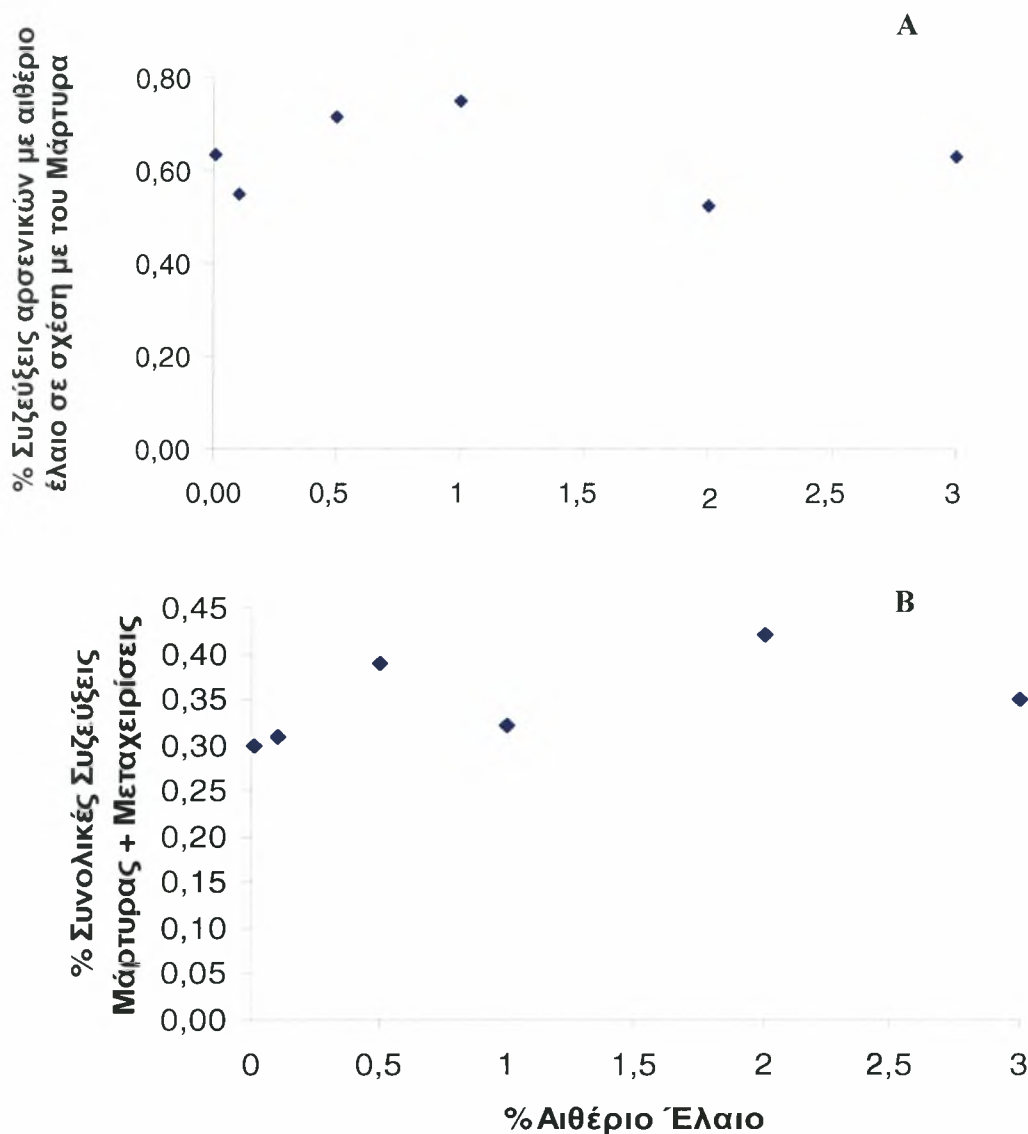


Διάγραμμα 1: Μέσοι όροι συζεύξεων αρσενικών που τρέφονταν με τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο σε ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

Πίνακας 1 : Στατιστική ανάλυση (paired t – test) του αριθμού των συζεύξεων με αρσενικά που τρεφόντουσαν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου (μεταχειρίσεις) και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

ΔΟΣΗ % ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΣΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΖΕΥΞΕΩΝ ±S.E		t	P (95%)
		ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ		
0,01	10	1,9±0,37	1,1±0,37	1,350	0,210
0,1	10	1,8±0,49	1,5±0,33	0,449	0,663
0,5	9	2,7±0,54	1,1±0,31	2,182	0,061
1	10	2,4±0,63	0,8±0,24	2,228	0,053
2	10	2,2±0,41	2,0±0,36	0,349	0,735
3	10	2,2±0,57	1,3±0,33	1,132	0,287

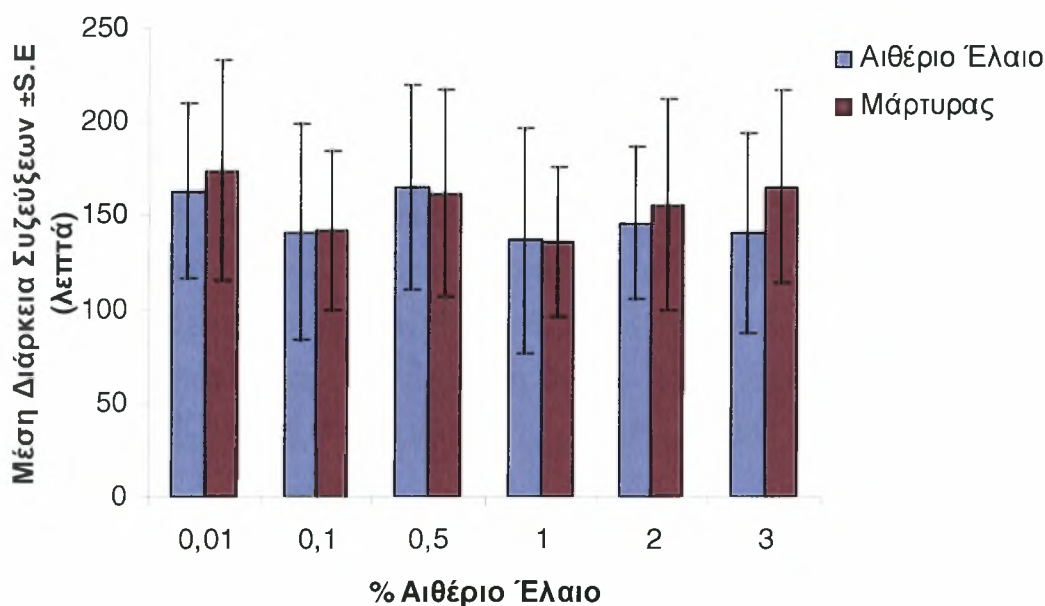
Η σχέση (A) του ποσοστού (%) των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν σε τροφή που περιείχε αιθέριο έλαιο και (B) του ποσοστού των συνολικών συζεύξεων (μεταχειρίσεις και μάρτυρας) με τις έξι διαφορετικές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκαν, δίνεται στο διάγραμμα 2. Και στις 2 περιπτώσεις η ανάλυση έδειξε ότι η σχέση αυτή δεν ήταν σημαντική. ($F_{(A)}=0,093$, $F_{(B)}=1,212$, $dF_{(A),(B)}=1$, $P_{(A)}=0,775$, $P_{(B)}=0,333$)



Διάγραμμα 2 : Ποσοστό συζεύξεων (A) αρσενικών που τρέφονταν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου σε σχέση με τα αρσενικά που τρεφόντουσαν μόνο σε ζαχαρόνερο (μάρτυρας) και (B) ποσοστό συνολικών συζεύξεων (μεταχειρίσεις και μάρτυρας).

Μέση διάρκεια συζεύξεων. Στο διάγραμμα 3 απεικονίζεται η μέση διάρκεια των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν με τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου καθώς και των αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

Αρχικά να σημειώσουμε ότι σε όλα τα test, και στα 6 ποσοστά αιθέριου ελαίου, η μέση διάρκεια συζεύξεων ήταν χωρίς μεγάλες διαφοροποιήσεις. Όπως φαίνεται, στις συγκεντρώσεις 0,5 και 1% τα αρσενικά με αιθέριο έλαιο στη διατροφή τους είχαν πιο μεγάλη διάρκεια συζεύξεων ενώ σε όλα τα υπόλοιπα ποσοστά (0,01%, 0,1%, 2% και 3%) τα αρσενικά του μάρτυρα είχαν τη μεγαλύτερη διάρκεια συζεύξεων. Όμως σε καμία από τις 6 μεταχειρίσεις με αιθέριο έλαιο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην διάρκεια των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο κι εκείνων που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (paired t - test, $P > 0,05$). (Πίνακας 2).

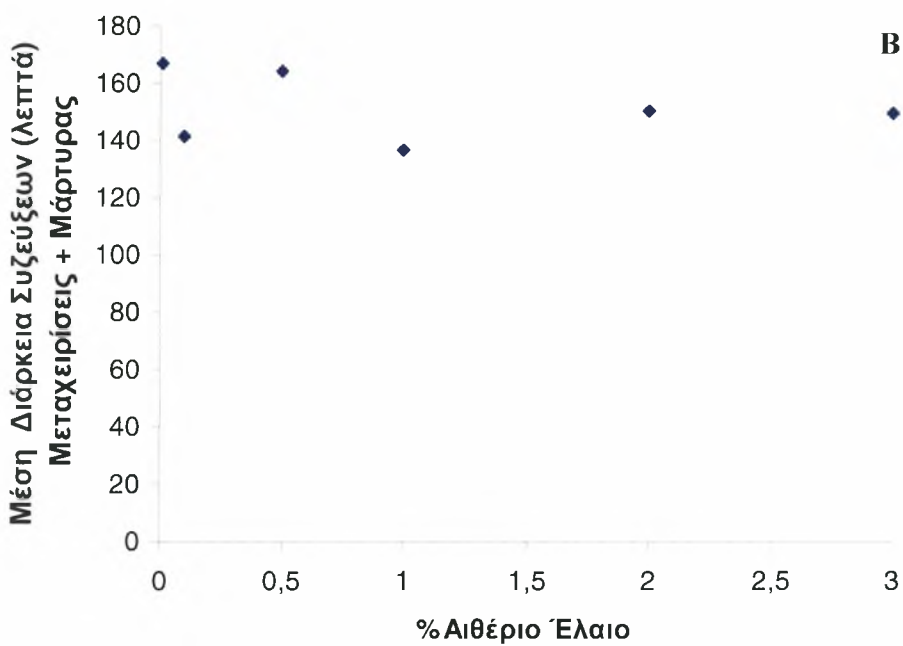
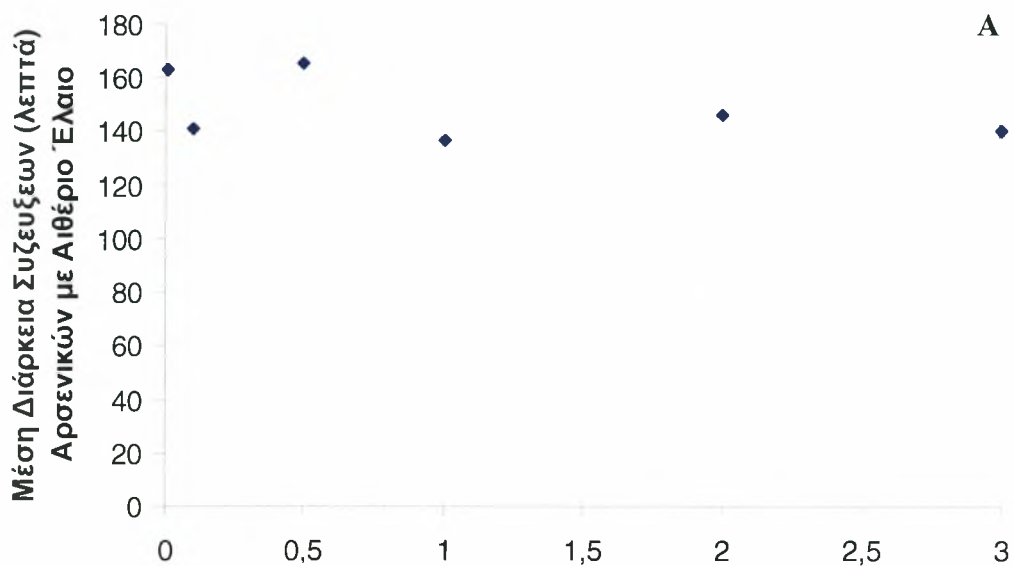


Διάγραμμα 3 : Μέση διάρκεια συζεύξεων αρσενικών που τρέφονταν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο σε ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

Πίνακας 2 : Στατιστική ανάλυση (paired t – test) της μέσης διάρκειας συζεύξεων αρσενικών (λεπτά) που τρεφόντουσαν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου (μεταχειρίσεις) και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

ΔΟΣΗ % ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΣΥΖΕΥΞΕΩΝ ±S.E		t	P (95%)
		ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ		
0,01	10	163,05±46,64	173,73±58,85	1,223	0,252
0,1	10	141,29±57,95	142,00±42,13	0,401	0,698
0,5	9	165,48±54,76	161,70±55,48	2,038	0,076
1	10	137,00±59,97	135,56±40,04	1,916	0,088
2	10	146,23±41,24	155,40±56,42	0,112	0,913
3	10	140,64±53,74	165,23±51,58	0,807	0,440

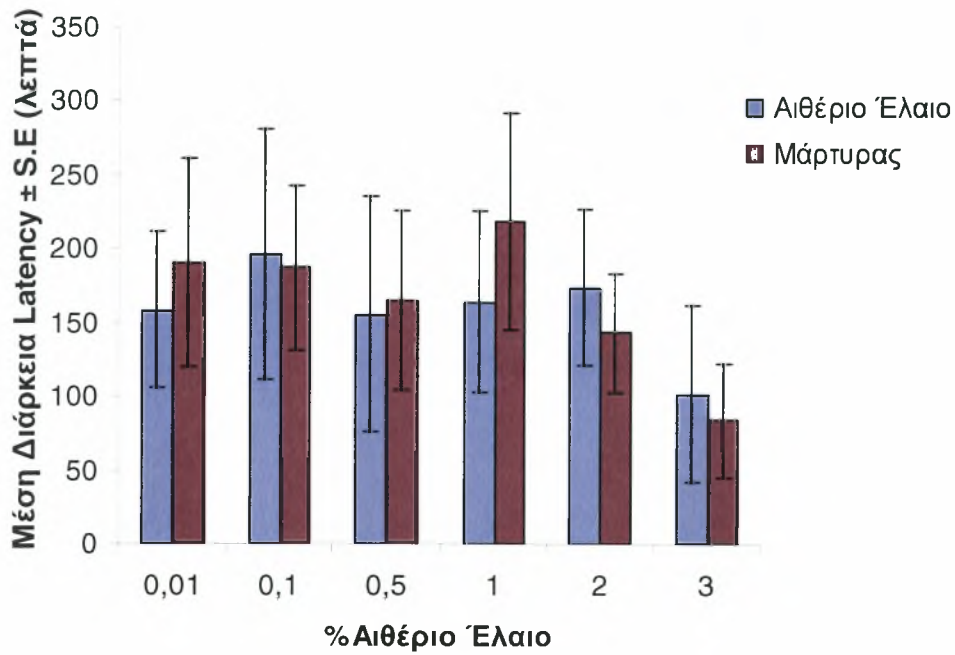
Στο διάγραμμα 4 δίνεται η σχέση (A) της μέσης διάρκειας των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν σε τροφή που περιείχε αιθέριο έλαιο και (B) της διάρκειας των συνολικών συζεύξεων (μεταχειρίσεις και μάρτυρας) με τις έξι διαφορετικές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκαν. Και στις 2 περιπτώσεις η ανάλυση έδειξε ότι η σχέση αυτή δεν ήταν σημαντική. ($F_{(A)}=1,193$, $F_{(B)}=0,251$, $dF_{(A),(B)}=1$, $P_{(A)}=0,336$, $P_{(B)}=0,643$)



Διάγραμμα 4 : Μέση διάρκεια συζεύξεων (λεπτά) (A) αρσενικών που τρέφονταν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου και μέση διάρκεια συζεύξεων (B) όλων των αρσενικών (μεταχειρίσεις και μάρτυρας).

Μέσος χρόνος περιόδου έως την έναρξη των συζεύξεων (latency time).
Στο διάγραμμα 5 απεικονίζεται ο μέσος χρόνος περιόδου (λεπτά) έως την έναρξη των συζεύξεων (latency time) των αρσενικών που τρεφόντουσαν με τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου καθώς και των αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 5 τα αρσενικά που είχαν στη διατροφή τους αιθέριο έλαιο είχαν πιο μεγάλη διάρκεια latency στα ποσοστά 0,1%, 2% και 3% αιθέριου ελαίου, ενώ στα υπόλοιπα 3 ποσοστά (0,01%, 0,5% και 1%) τη μεγαλύτερη διάρκεια latency είχαν τα αρσενικά του μάρτυρα. Η μικρότερη διάρκεια latency παρατηρήθηκε στο μεγαλύτερο ποσοστό (3%) αιθέριου ελαίου και στα αρσενικά που το είχαν στη διατροφή τους αλλά παράλληλα και σε αυτά του μάρτυρα. Όμως σε καμία από τις 6 μεταχειρίσεις με αιθέριο έλαιο δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην διάρκεια latency των αρσενικών που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο κι εκείνων που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (paired t - test, $P > 0,05$). (Πίνακας 3).



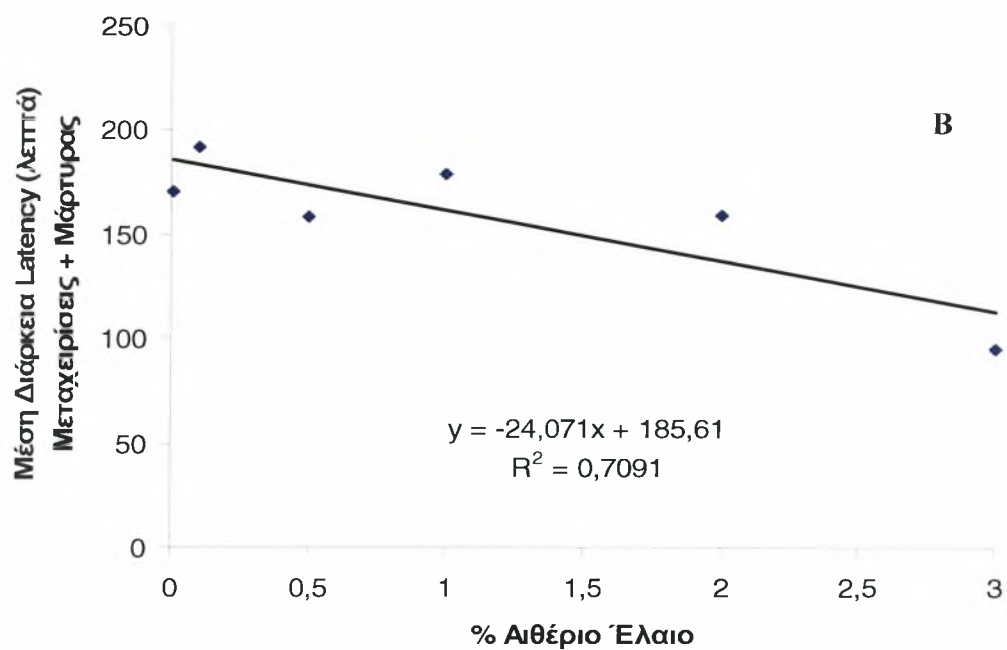
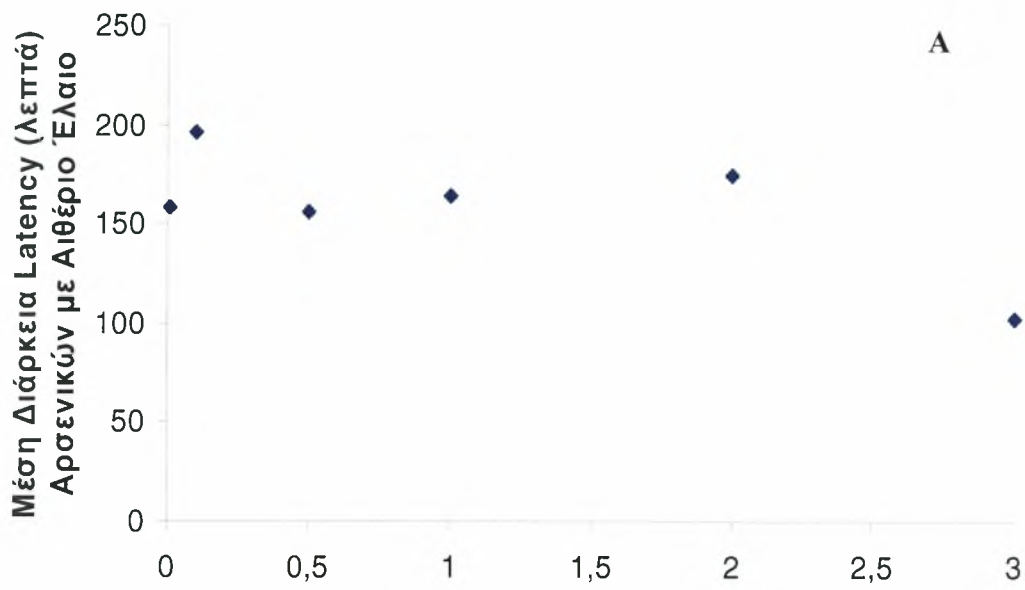
Διάγραμμα 5 : Μέσος χρόνος περιόδου έως την έναρξη της σύζευξης (latency time) σε λεπτά των αρσενικών που τρέφονταν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο σε ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

Πίνακας 3 : Στατιστική ανάλυση (paired t – test) του μέσου χρόνου περιόδου έως την έναρξη της σύζευξης (latency time) σε λεπτά αρσενικών που τρεφόντουσαν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου (μεταχειρίσεις) και αρσενικών που τρεφόντουσαν μόνο με ζαχαρόνερο (μάρτυρας).

ΔΟΣΗ % ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	ΜΕΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ LATENCY ± S.E		t	P (95%)
		ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ		
0,01	10	158,42±52,78	190,82±70,76	0,889	0,397
0,1	10	196,35±84,62	187,14±55,46	0,503	0,627
0,5	9	155,64±80,13	165,20±61,27	1,602	0,148
1	10	164,08±61,37	218,89±73,40	1,406	0,193
2	10	174,09±52,85	143,30±39,62	0,862	0,411
3	10	101,82±60,02	84,00±38,76	1,038	0,326

Στο διάγραμμα 6 δίνεται η σχέση (A) της μέσης διάρκειας latency (λεπτά) των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν σε τροφή που περιείχε αιθέριο έλαιο και (B) της διάρκειας των συνολικών συζεύξεων (μεταχειρίσεις και μάρτυρας) με τις έξι διαφορετικές συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκαν. Στη 1^η περίπτωση η ανάλυση έδειξε ότι η σχέση αυτή δεν ήταν σημαντική. ($F_{(A)}=3,897$, $dF_{(A)}=1$, $P_{(A)}=0,120$).

Στη 2^η περίπτωση όμως η σχέση παρουσίασε σημαντικότητα ($P<0,05$). ($F_{(B)}=9,751$, $dF_{(B)}=1$, $P_{(B)}=0,035$).



Διάγραμμα 6 : Μέσος χρόνος περιόδου έως την έναρξη της σύζευξης (latency time) σε λεπτά (A) αρσενικών που τρέφονταν σε τροφή που περιείχε έξι διαφορετικά ποσοστά αιθέριου ελαίου (B) όλων των αρσενικών (μεταχειρίσεις και μάρτυρας).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα των πειραματικών τεστ η προσθήκη αιθέριου ελαίου πορτοκαλιού στη διατροφή των αρσενικών της μύγας της μεσογείου τους προσφέρει σαφέστατη αριθμητική υπεροχή στις συζεύξεις και πιο μεγάλη προτίμηση από τα θηλυκά έναντι των αρσενικών που τρεφόντουσαν με διάλυμα ζάχαρης μόνο (μάρτυρας). Σε όλες τις δόσεις του ελαίου που δοκιμάστηκαν (0,01%, 0,1%, 1%, 2% και 3%) τα θηλυκά έδειξαν πιο μεγάλη προτίμηση στα αρσενικά με αιθέριο έλαιο στη διατροφή τους σε αντίθεση με τα αρσενικά του μάρτυρα. Ιδιαίτερα στις συγκεντρώσεις 0,5% και 1% είχαμε και τις πιο πολλές συζεύξεις στα αρσενικά που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο. Όμως η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τις παρατηρήσεις, δεν έδειξε κάποια στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του αριθμού των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο και των αρσενικών του μάρτυρα (paired t – test, $P > 0,05$).

Μια δεύτερη παράμετρος που εξετάστηκε ήταν η διάρκεια των συζεύξεων σε όλα τα ποσοστά του αιθέριου ελαίου. Εξετάστηκε η μέση διάρκεια των συζεύξεων και αθροιστικά (μεταχειρίσεις και μάρτυρας) χωρίς κάποια σημαντική σχέση. Δεν υπήρξε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ της διάρκειας των συζεύξεων των αρσενικών που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο και των αρσενικών του μάρτυρα.

Μια τελευταία παράμετρος που εξετάστηκε ήταν ο χρόνος περιόδου έως την έναρξη της σύζευξης (latency time). Δεν υπήρξε κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ της διάρκειας latency των αρσενικών που τρεφόντουσαν με αιθέριο έλαιο και των αρσενικών του μάρτυρα.

Σημαντική σχέση παρουσιάστηκε στη μέση διάρκεια latency των μεταχειρίσεων και του μάρτυρα (αθροιστικά) σε σχέση με το ποσοστό του ελαίου ($P < 0,05$). Υπήρξε σημαντική μείωση της διάρκειας latency (συνολικό μεταχειρίσεις και μάρτυρας) με παράλληλη αύξηση της ποσότητας του ελαίου. Συμπεραίνουμε έτσι ότι τα θηλυκά πιεζόντουσαν περισσότερο να αρχίσουν τις συζεύξεις μειώνοντας κατά πολύ το χρονικό διάστημα της έναρξης των συζεύξεων ακριβώς λόγω της παρουσίας του αιθέριου ελαίου.

Είναι ήδη γνωστό από άλλες έρευνες, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ότι αιθέρια έλαια από διάφορα φυτικά είδη έχουν επίδραση στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας των αρσενικών *Ceratitidis capitata*. Μπορούν λοιπόν να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά για διάφορα προγράμματα εξαπόλυσης στείρων εντόμων (SIT – Sterile Insect Technique) ενισχύοντας την αποτελεσματικότητά τους για την αντιμετώπιση αυτού του πολύ σημαντικού εχθρού. Να σημειωθεί επίσης ότι διαφορετικά διαλύματα τροφής όπως ζάχαρης και πρωτεΐνης (συνδυαστικά) ενδέχεται να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Νίκο Παπαδόπουλο αφενός μεν για την ανάθεση του θέματος, αφετέρου δε για τις συμβουλές, τις συζητήσεις και το ενδιαφέρον του σε όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης των εργαστηριακών πειραμάτων. Επίσης ευχαριστώ πολύ τον κ. Αλέκο Διαμαντίδη Γεωπόνο Διδάκτωρα, για τη βοήθειά του και την υπομονή του σε όλα τα επιμέρους στάδια της εργασίας, από το πειραματικό σκέλος μέχρι τη συγγραφή και τις διορθώσεις.

Βιβλιογραφία - References

- ✱**Boller, E. F. 1985.** *Rhagoletis cerasi* and *Ceratitis capitata*, pp. 135-144. In: E. G. King & N. C. Leppla (eds.), Handbook of Insect Rearing, Vol. II. Elsevier, New York
- ✱**Briceno R.D., Ramos D. & Eberhard W.G, 1996.** Courtship behaviour of male *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae) in captivity. Florida Entomologist 79(2): 130-142.
- ✱**Briceno R.D., Eberhard W.G, Vilardi J.C., Liedo P., Shelly T.E., 2002.** Variation in the intermittent buzzing songs of male medflies (Diptera:Tephritidae) associated with geography, mass rearing, and courtship success. Florida Entomologist 85(1): 32-40.
- ✱**Christenson, L.D & Foote, R.H (1960)** Biology og fruit flies. Annual Review of Entomology, 5, 171-192.
- ✱**Christopher L. Steele, John Crock, Jorg Bohlmann, and Rodney Croteau, 1998.** Sesquiterpene synthases from grand fir. American Society for biochemistry & molecular biology Vol.273, no.4: pp.2078-2089.
- ✱**Fimiani P. 1989.** Mediterranean region pp. 39-50. In A.S. Robinson and G.Hooper [eds.], Fruit flies: their biology, natural enemies & control. World crop pest, vol.3A. Elsevier Amsterdam.
- ✱**Katsoyannos B.I., Koulousis N.A., Papadopoulos N.T., 1997.** Response of *Ceratitis capitata* to citrus chemicals under semi-natural conditions. Entomologia Experimentalis et Applicata 82: 181-188.
- ✱**Lux S.A., Vilardi J.C., Liedo P., Gaggi K., Calcagno G.E., Munyiri F.N.,Vera M.T., Manso F., 2002.** Effects of irradiation on the courtship behaviour of medfly (Diptera:Tephritidae) mass reared for the Sterile Insect Technique. Florida Entomologist 85(1): 102-112.
- ✱**Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Kouloussis N.A., Economopoulos A.P., Carrey J.R., 1998a.** Effect of adult age, food, and time of day on sexual calling incidence of wild and mass-reared *Ceratitis capitata* males. Entomologia Experimentalis et Applicata 89: 175-182.
- ✱**Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Carrey J.R., 1998b.** Temporal changes in the composition of the overwintering larval population of the Mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae) in Northern Greece. Annals of the Entomological Society of America Vol.91,no.4: 430-434.
- ✱**Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Koulousis N.A., Hendrichs J. 2001a.** Effect of orange peel substances on mating competitiveness of male *Ceratitis capitata*. Entomologia Experimentalis et Applicata 99:253-261.

- ✱ **Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Carrey J.R., Kouloussis N.A., 2001b.** Seasonal and annual occurrence of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Northern Greece. *Annals of the Entomological Society of America* Vol.94,no.1 : 41-50.
- ✱ **Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Carrey J.R., 2002.** Demographic parameters of the Mediterranean fruit fly (Diptera:Tephritidae) reared in apples. *Annals of the Entomological Society of America* Vol.95,no.5 :564-569.
- ✱ **Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Carrey J.R., Kouloussis N.A., Hans - Georg Mülle, & Ying Zhang, 2004.** High sexual signaling rates of young individuals predict extended life span in male Mediterranean fruit flies. *Oecologia* Jan: 138(1):127-134.
- ✱ **Quilici S., Franck A., Peppuy A., Dos Reis Correia E., Mouniama C., Blard F., 2002.** Comparative studies of courtship behavior of *Ceratitis* spp. (Diptera:Tephritidae) in Reunion island. *Florida Entomologist* 85(1): 138-142.
- ✱ **Robinson S.A., Cayol J.P., and Hendrichs J., 2002.** Recent findings on medfly sexual behavior: Implications for SIT. *Florida Entomologist* 85(1): 171-181.
- ✱ **Rodriguero M.S., Vilardi J.C., Vera M.T., Cayol J.P., Rial E., 2002.** Morphometric traits and sexual selection in medfly (Diptera:Tephritidae) under field cage conditions. *Florida Entomologist* 85(1): 143-149.
- ✱ **Roditakis E., Tsagkarakou A., Roditakis N.E., 2008.** Extensive damage on white variety table grapes by the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) in Crete. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 38 (2) υπό δημοσίευση.* (Παρουσίαση άρθρου στο περιοδικό Γεωργία & Κτηνοτροφία, Ιούνιος 5/2008, σ.38-41, Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα).
- ✱ **Shelly T.E., Cowan A.N., Edu J., Pahio E., 2008.** Mating success of male Mediterranean fruit flies following exposure to two sources of a-copaene, manuka oil and mango. *Florida Entomologist* 91(1): 9-15.
- ✱ **Πελεκάσης Κ., 1991.** «Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας, ΄β τόμος Ειδική Εντομολογία». Α.Γ.Σ.Α. 554 σελ.
- ✱ **Τζανακάκη Μ.Ε. & Κατσόγιαννου Β.Ι., 2003.** «Έντομα Καρποφόρων δέντρων και Αμπέλου». Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα.
- ✱ **Τζανακάκη Μ.Ε , 1995.** «Εντομολογία». University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- ✱ **Τσιτσιπή Ι.Α., 1999.** «Σημειώσεις στο μάθημα Εφαρμοσμένη Εντομολογία». Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

Υλικό (φωτογραφίες) από Ιστοσελίδες:

- <http://www.eppo.org>
- <http://www.w3.org/1999/xhtml>
- <http://www.insectimages.org>

Καθώς και η μηχανή αναζήτησης επιστημονικών δημοσιεύσεων - άρθρων Scirus

- <http://www.scirus.com>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000110321