

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

**Επίδραση της ηλικίας σύζευξης στα δημογραφικά
χαρακτηριστικά της μύγας της Μεσογείου που τρέφονται με
ζάχαρη**



Αικατερίνη Ντελιδάκη

Πτυχιακή Διατριβή

Βόλος 2012




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

Αριθ. Εισ.: 12222/1
Ημερ. Εισ.: 12/12/2013
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2013
NTE

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων

Νικόλαος Παπαδόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής (εφαρμοσμένη εντομολογία)

10


Μέλος

Αθανασίου Χρήστος, Επίκουρος Καθηγητής (εντομολογία)

Μέλος

Νάκας Χρήστος, Επίκουρος Καθηγητής (βιομετρία)

Παρουσίαση Ιούλιος 2013
Εβδομασίου Ανταρξίμ

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	5
Περίληψη.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά	8
3. Γεωγραφική εξάπλωση και ξενιστές	12
4. Βιολογία.....	13
5. Ζημιές	15
6. Αντιμετώπιση	17
7. Αναπαραγωγή της μύγας της Μεσογείου.....	20
8. Δημογραφικά χαρακτηριστικά της Μύγας της Μεσογείου	23
9. Επίδραση της τροφής στην αναπαραγωγή των θυληκών	25
10. Επίδραση της σύζευξης στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των θυληκών.....	26
ΣΚΟΠΟΣ.....	27
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	28
1. Συνθήκες εργαστηρίου και έντομα που χρησιμοποιήθηκαν.....	28
2. Ατομικά κλουβιά – διατήρηση εντόμων	29
3. Δημογραφικά χαρακτηριστικά.....	30
4. Δοκιμές σύζευξης	31
5. Στατιστική ανάλυση.....	32
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	33
1. Χαρακτηριστικά της σύζευξης	33
2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά	37

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
1. Χαρακτηριστικά σύζευξης	42
2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά	42
Βιβλιογραφία.....	43

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του κ. Ν. Θ. Παπαδόπουλου Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, αλλά και για την καθοδήγηση και υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές κ. Χ. Αθανασίου και κ. Χ. Νάκα για τη συμμετοχή τους στη τριμελή επιτροπή.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω την ομάδα του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Π. Θ. και ιδιαίτερα την υποψήφια διδάκτορα Σ. Παπαναστασίου για την πολύτιμη βοήθειά της κατά τη διάρκεια του πειράματος, για τις πολύτιμες συμβουλές της και τις χρήσιμες υποδείξεις που μου προσέφερε στη συγγραφή του κειμένου μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τον αδερφό μου, την ξαδέρφη μου και τους φίλους μου για την διαρκή στήριξή τους κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε, σε συνθήκες εργαστηρίου, η επίδραση της ηλικίας σύζευξης στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που τρέφονταν με ζάχαρη. Εξετάστηκε η υπόθεση ότι η ηλικία σύζευξης δε διαφοροποιεί τη διάρκεια ζωής ούτε την ωοπαραγωγή των θηλυκών και ακόμη ότι συζευγμένα και μη συζευγμένα θηλυκά εκδηλώνουν παραπλήσιες διάρκειες ζωής και ωοπαραγωγές. Χρησιμοποιήθηκαν θηλυκά F_1 και F_2 γενεάς τα οποία τοποθετήθηκαν σε ατομικά κλουβάκια και από την 1^η ημέρα μετά την έξοδο των θηλυκών από το νυμφικό τους περίβλημα καταγραφόταν η ωοτοκία και η επιβίωση των ενηλίκων. Οι παρατηρήσεις διήρκησαν έως και το θάνατο του τελευταίου ατόμου. Έγιναν 2 δοκιμές σύζευξης, την 15^η και την 40^η ημέρα της ζωής των θηλυκών. Καταγράφηκε ο αριθμός των συζεύξεων για κάθε μεταχείριση, ο χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης και η διάρκεια σύζευξης. Τα θηλυκά του μάρτυρα δε συζεύχθηκαν και παρέμειναν παρθένα σε όλη τη διάρκεια ζωής τους. Μετά τη δοκιμή σύζευξης, δημιουργήθηκαν 3 υποομάδες θηλυκών: συζευγμένα, μη συζευγμένα και μάρτυρα. Από τα αποτελέσματα του πειράματος διαπιστώθηκε ότι η ηλικία επέδρασε στα χαρακτηριστικά σύζευξης θηλυκών που τρέφονταν με ζάχαρη και η ηλικία σύζευξης διαφοροποιεί τη διάρκεια ζωής των θηλυκών αλλά δεν διαφοροποιεί σημαντικά την ωοπαραγωγή των θηλυκών.

Abstract

We studied, under constant laboratory conditions, the influence of the age of mating of sugar-fed female Mediterranean fruit flies (*Ceratitidis capitata*) their demographic characteristics. The assumptions taken are that the age of mating does not differentiate the lifespan or the female fecundity and that mated and unmated females have similar lifespan and fecundities. Females of F_1 and F_2 generation from Volos collected flies were used and placed in individual cages. The fecundity and the survival of the adults were recorded since the first day of the adult emergence. The observations lasted until the death of the last individual. Two mating tests were made, on the 15th and the 40th day of the females' life. We recorded the number of copulations, the latency time and the length of the copulation for each treatment. The females of the control were not mated and remained virgin throughout their lifespan. After the mating test, 3 subgroups were created: mated, unmated and control. The results of our study indicate that the age affected the mating characteristics of the female, which was fed with sugar. Additionally, they indicate that the age of mating differentiates the lifespan of the females but does not differentiate significantly the female fecundity.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Συστηματική κατάταξη της μύγας της Μεσογείου

Η μύγα της Μεσογείου (Μεσογειακή μύγα των φρούτων), *Ceratitis capitata* (Wiedemann), είναι ολομετάβολο, δίπτερο έντομο και ανήκει στην οικογένεια Tephritidae (Πίνακας 1), μια οικογένεια με πολλά μέλη οικονομικής σημασίας για τη γεωργία. Είναι πολυφάγο, με περισσότερα από 250 είδη καλλιεργούμενων φυτών-ξενιστών. Προσβάλλει ημιώριμους, σχεδόν ώριμους και ώριμους καρπούς πολλών δέντρων, θάμνων ή ποωδών φυτών. Στη Ελλάδα προκαλεί συχνές ζημιές σε εσπεριδοειδή, γιγαρτόκαρπα και πυρηνόκαρπα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003).

Πίνακας 1. Η Συστηματική κατάταξη της μύγας της Μεσογείου

Βασίλειο	Ζώα
Φύλο	Αρθρόποδα
Κλάση	Έντομα
Υποκλάση	Πτερυγωτά
Τάξη	Δίπτερα
Υποτάξη	Βραχύκερα
Οικογένεια	Tephritidae
Γένος	<i>Ceratitis</i>
Είδος	<i>capitata</i>

(Ηλ.πηγ.1)

2. Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Τα ενήλικα άτομα έχουν μήκος που ποικίλει από 3,5 έως 6 mm και πλάτος 1,2 έως 2 mm, δηλαδή περίπου τα 2/3 του μήκους της οικιακής μύγας. Έχει χαρακτηριστικό χρωματισμό με μαύρες, καστανές και κίτρινες κηλίδες στο θώρακα και στις πτέρυγες. Η κεφαλή είναι κίτρινη, πιο σκοτεινή ανάμεσα στις βάσεις των καστανέρυθρων κεραίων και με μαύρες τρίχες ανάμεσα στους λαμπερούς κοκκινωπούς σύνθετους οφθαλμούς. Το αρσενικό φέρει δύο έμμισχα ροπαλοειδή εξαρτήματα στο μέτωπο, χαρακτηριστικό που το ξεχωρίζει από το θηλυκό. Ο θώρακας είναι μπεζ προς κίτρινος με χαρακτηριστικές μαύρες ακανόνιστες κηλίδες. Οι ανοιχτόχρωμες περιοχές

έχουν πολύ μικρές λευκές τρίχες. Η κοιλία είναι πορτοκαλοκίτρινη με δύο καστανέρυθρες εγκάρσιες ζώνες και πολλά μικρά στίγματα. Το μήκος της κοιλίας του θηλυκού είναι λίγο μεγαλύτερο από το πλάτος της και ο εξέχων ωοθήτης κιτρινέρυθρος και προς την άκρη καστανός μήκους 0,9-1,3 mm. Όταν το ενήλικο στέκεται ή βαδίζει, κρατά τις πτέρυγές του μισάνοιχτες και με κάποια κλίση προς το υπόστρωμα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος 2003). Οι πτέρυγες έχουν η καθεμιά μήκος 4,5 mm και είναι γενικά γυαλιστερές, διαφανείς με εγκάρσιες μαύρες, καστανές και κίτρινες ζώνες και κηλίδες (Εικόνες 1 και 2).

Το αυγό είναι πολύ λεπτό μήκους 0,9-1,1 × 1,3 mm, λείο, λευκό στενόμακρο σε σχήμα μπανάνας. Εισάγεται μέσα στους ιστούς του ξενιστή (Εικόνα 3).

Η προνύμφη είναι λευκή με διαστάσεις 7-9 × 1,5-2 mm με το τυπικό σχήμα των περισσότερων προνυμφών της ίδιας οικογένειας, ακέφαλη, άποδη, πιο στενή στο πρόσθιο μέρος του σώματος και σχεδόν κυλινδρική στο οπίσθιο μέρος. Τα δύο οπίσθια αναπνευστικά στίγματα στην άκρη της κοιλίας, αποτελούνται από 3 στενόμακρα ανοίγματα σε σχήμα σχισμής το καθένα (Τζανακάκης-Κατσόγιαννος 2003)(Εικόνα 4).

Η νύμφη έχει διαστάσεις 4-4,5 × 2-2,5 mm και είναι ελλειψοειδής, ανοιχτοκάστανη ως σκοτεινοκάστανη (Τζανακάκης-Κατσόγιαννος 2003, ηλ. Πηγ. 2) (Εικόνα 5).



Εικόνα 1: Ενήλικο θηλυκό *Ceratitidis capitita*. Διακρίνεται ο θώρακας με τις χαρακτηριστικές μαύρες ακανόνιστες κηλίδες, η κοιλία με τις εγκάρσιες ζώνες, ο εξέχων ωσθέτης και οι μισάνοιχτες πτέρυγες με τις εγκάρσιες ζώνες και κηλίδες. (Ηλ.πηγ.2)



Εικόνα 2: Ενήλικο αρσενικό του *C. capitata*. Διακρίνονται τα δύο έμμισχα ροπαλοειδή εξαρτήματα στο μέτωπο (Ηλ.πηγ.4)



Εικόνα 3: Αυγά του *C. capitata*. (Ηλ.πηγ.5)



Εικόνα 4: Προνύμφη του *C. capitata*. (Ηλ.πηγ.6)



Εικόνα 5: Νύμφη του *C. capitata*. (Ηλ.πηγ.7)

3. Γεωγραφική εξάπλωση και ξενιστές

Σημείο προέλευσης της μύγας της Μεσογείου θεωρείται η περιοχή νοτιοανατολικά της ερήμου Σαχάρας και η γεωγραφική της κατανομή περιλαμβάνει σχεδόν όλες τις χώρες της Αφρικής, της Μέσης Ανατολής και της Μεσογείου. Ενδημεί σε νησιά της Καραϊβικής, του Ατλαντικού και του Ειρηνικού ωκεανού, σχεδόν σε όλες τις χώρες της κεντρικής και νότιας Αμερικής, στη Δυτική Αυστραλία και σε κάποια νησιά του Ειρηνικού ωκεανού (White & Elson-Harris, 1992). Είναι πολυφάγο είδος προσβάλοντας περίπου 350 φυτά-ξενιστές, που ανήκουν σε 67 οικογένειες φυτών (Παπαδόπουλος & συνεργάτες, 2012). Προκαλεί συχνά σοβαρές ζημιές σε εσπεριδοειδή, πυρηνόκαρπα, γιγαρτόκαρπα και πολλά είδη φρούτων σε υποτροπικές,

τροπικές και εύκρατες περιοχές (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Προσβολές από την μύγα της Μεσογείου αναφέρονται σε όλη την Ελλάδα κυρίως σε περιοχές της κεντρικής και νότιας Ελλάδας και πρόσφατα σε βόρειες και ηπειρωτικές περιοχές. Στη βόρεια Ελλάδα, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης από μελέτες που έγιναν διαπιστώθηκε ότι η μύγα της Μεσογείου είναι σημαντικός εχθρός καρποφόρων δέντρων των οποίων οι καρποί ωριμάζουν στο τέλος του καλοκαιριού και το φθινόπωρο (Παπαδόπουλος & συνεργάτες, 2012). Τον Ιούλιο του 2007 στο νομό Ηρακλείου της Κρήτης παρατηρήθηκαν εκτεταμένες προσβολές σε καρπούς επιτραπέζιων σταφυλιών Σουλτανίνας (Ροδιτάκης & συνεργάτες, 2008).

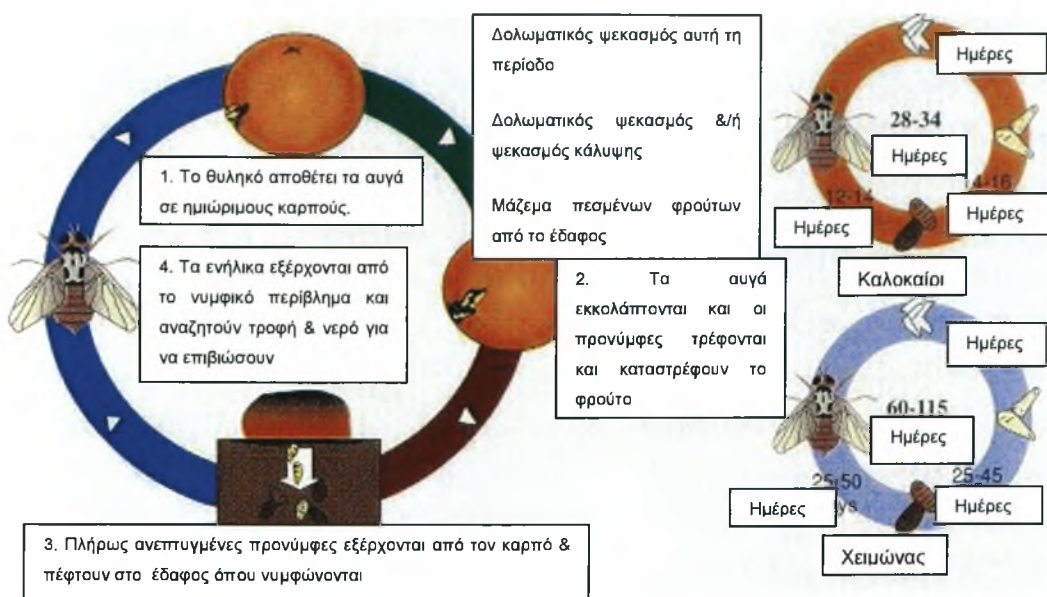
4. Βιολογία

Η μύγα της Μεσογείου είναι ένα έντομο πολυκυκλικό, πολυφάγο και ομοδυναμικό (Παπαδόπουλος & συνεργάτες, 2012). Ο βιολογικός της κύκλος περιλαμβάνει τέσσερα στάδια: το αυγό, την προνύμφη, τη νύμφη ή πούπα και το ενήλικο. Στην Ελλάδα έχει 3-7 γενεές το έτος ανάλογα με το έτος και την περιοχή. Στις νότιες περιοχές της Ελλάδας που ο χειμώνας είναι ήπιος όπως στην Κρήτη η μύγα της Μεσογείου αναπτύσσεται καθόλη τη διάρκεια του έτους και ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού είναι δυνατό να διαχειμάζει ως ενήλικο (Μαυρικάκης και συνεργάτες, 1997). Το ενήλικο όμως το οποίο δεν μπορεί να επιβιώσει σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C για περισσότερο από 1-2 εβδομάδες (Πελεκάσης, 1991). Στη βόρεια Ελλάδα (Θεσσαλονίκη), όπου οι χειμερινές θερμοκρασίες είναι χαμηλές, διαπιστώθηκε ότι το *C. capitata* διαχειμάζει ως προνύμφη μέσα σε προσβεβλημένους καρπούς (Paradopoulos et al. , 1996). Διαχειμάζει είτε ως νύμφη στο έδαφος, συνήθως σε βάθος έως 8cm, είτε ως προνύμφη σε προσβεβλημένους καρπούς που έχουν πέσει στο έδαφος ή έχουν παραμείνει στα δέντρα.

Την άνοιξη εμφανίζονται τα ενήλικα, τα οποία βγαίνουν από το νυμφικό περίβλημα και αρχίζουν να τρέφονται σε ζαχαρούχους και πρωτεϊνούχους χυμούς που μπορεί να διαλυτοποιήσει το σάλιο τους, όπως νέκταρ ή μελιτώδη απεκκρίματα κοκκοειδών κ.α. Αφού τραφούν για μερικές ημέρες, ωριμάζουν αναπαραγωγικά (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Περίπου 4-12 ημέρες μετά την έξοδό τους πραγματοποιείται η σύζευξη και στη συνέχεια

το θηλυκό αρχίζει την αναζήτηση του κατάλληλου ξενιστή για την ωτοκία, η επιλογή του οποίου γίνεται με συνδυασμό ερεθισμάτων αφής, όσφρησης και όρασης (Mitchell & Saul, 1990). Μόλις βρει τους καρπούς της προτίμησης του στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης, δηλαδή κατά την αλλαγή του χρωματισμού τους, αρχίζει να ωτοκεί εφόσον οι θερμοκρασίες είναι 16°C και πάνω (Πελεκάσης, 1991). Ωτοκεί σε καρπούς-ξενιστές ανοίγοντας με τον ωθέτη του οπή στο περικάρπιο ή στο μεσοκάρπιο και τοποθετεί συνήθως 1-6 αυγά στο βάθος της οπής. Πολλές φορές το θηλυκό ωτοκεί σε τραύματα ή σχισμές του φλοιού του καρπού ή σε οπές ωτοκίας άλλων θηλυκών του είδους. Μετά από δύο ή περισσότερες μέρες, ανάλογα με την εποχή, οι προνύμφες εκκολάπτονται και αναπτύσσονται η μια κοντά στην άλλη κατατρώγοντας τους ιστούς του καρπού και ορύσσοντας στοές στην σάρκα του.

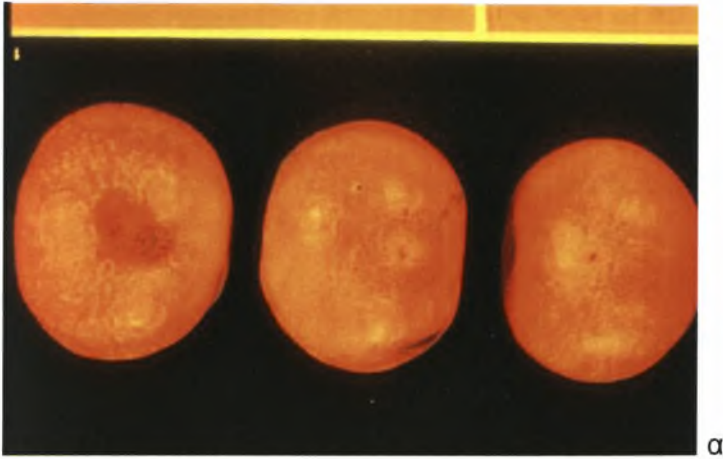
Η προνύμφη ζει και τρέφεται από τον καρπό μέχρι τη στιγμή που είναι έτοιμη να νυμφωθεί. Τότε ανέρχεται στην επιφάνεια του καρπού, πέφτει στο έδαφος, εισέρχεται στο χώμα και σε λίγες ώρες νυμφώνεται. Μετά από περίπου 7-11 ημέρες «εκκολάπτεται» από αυτή το ενήλικο άτομο. Τα ενήλικα άτομα είναι αναπαραγωγικά ώριμα μετά από 2-4 ημέρες και συνήθως ζουν έως 2 μήνες. Στο φυσικό περιβάλλον ο κύκλος ζωής της μύγας της Μεσογείου ποικίλει ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες και μπορεί να διαρκέσει έως και 3 μήνες (Οικονόμου, 2006) (Εικόνα 6).



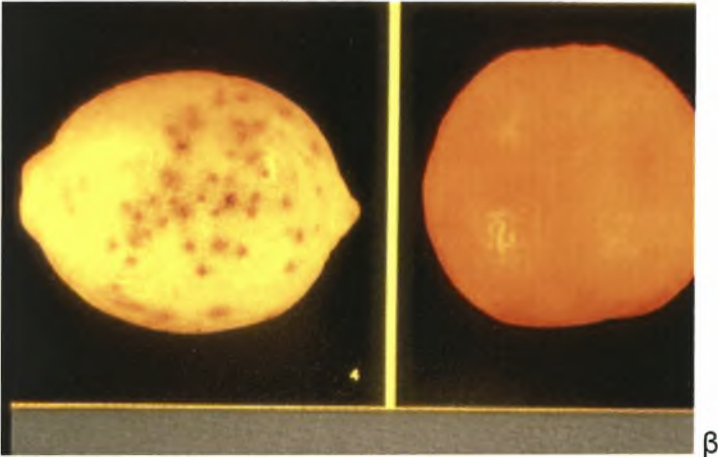
Εικόνα 6: Ο κύκλος ζωής του *C. Capitata* και προτεινόμενες τακτικές αντιμετώπισης. Η διάρκεια κάθε σταδίου το καλοκαίρι και το χειμώνα (από Ηλ.πηγ.8 τροποποιημένο).

5. Ζημιές

Στα εσπεριδοειδή η οπή ωτοκίας είναι ευδιάκριτη. Όταν οι καρποί είναι ακόμα πράσινοι, η οπή διακρίνεται ως ένα σκούρο στίγμα που περιβάλλεται από μια χλωρωτική κηλίδα. Οι προνύμφες αναπτύσσονται σε βάρος του ώριμου ή του σχεδόν ώριμου καρπού. Η ζημιά συνεχίζεται και μετά τη συγκομιδή. Οι καρποί γεμίζουν στοές, η σάρκα τους νεκρώνει και αναπτύσσονται στον καρπό δευτερογενώς μύκητες ή άλλοι μικροοργανισμοί που συντελούν στη σήψη του. Όταν ο καρπός αρχίζει να σαπίζει, ωτοκοούν εκεί και άλλα είδη εντόμων όπως *Drosophila* spp. των οποίων οι προνύμφες δημιουργούν δευτερογενείς προσβολές (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Από τα εσπεριδοειδή προτιμά πρώτα τα νεράντζια και μετά τα μανταρίνια και τα πορτοκάλια. Οι προσβεβλημένοι καρποί είναι ακατάλληλοι για κατανάλωση, συνεπώς η ζημιά είναι σοβαρή αν το έντομο δεν αντιμετωπισθεί έγκαιρα (Βασιλακάκης & Θεριός, 2006) (Εικόνα 7).



(Ηλ.πηγ.9)



(Ηλ.πηγ.10)



(Ηλ.πηγ.11)

Εικόνα 7: Προσβολή από το *C. capitata* σε μανταρίνια (α), λεμόνι (β), πορτοκάλι (β) και ροδάκινο (γ).

6. Αντιμετώπιση

Η μύγα της Μεσογείου προκαλεί κάθε χρόνο τεράστιες καταστροφές σε πολλές περιοχές παγκοσμίως, στοιχείο που την καθιστά έντομο μεγάλης οικονομικής σημασίας. Ο έλεγχος των φυσικών πληθυσμών στηρίζεται κυρίως στη χρήση εντομοκτόνων. Οι συνέπειες από την εκτεταμένη χρήση εντομοκτόνων έχουν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτό κάνει επιτακτική την ανάγκη αναζήτησης μεθόδων ελέγχου των εντόμων που να είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Για το λόγο αυτό σοβαρές προσπάθειες έχουν καταβληθεί και εξακολουθούν να καταβάλλονται σε όλες τις Μεσογειακές χώρες για την ανάπτυξη εναλλακτικών μεθόδων προστασίας, ώστε να εκλείψουν ή τουλάχιστον να περιορισθούν στο ελάχιστο οι ψεκασμοί με χημικές ουσίες. Μέθοδοι που εκπληρώνουν αυτές τις προϋποθέσεις στηρίζονται στη γενετική, βιολογία και οικολογία των εντόμων όπως για παράδειγμα η μέθοδος των στείρων εντόμων (Οικονόμου, 2006).

6.1 Χημική αντιμετώπιση

Η χημική αντιμετώπιση βασίζεται στην παρακολούθηση των πληθυσμών με παγίδες. Λίγες εβδομάδες πριν οι καρποί αρχίσουν να γίνονται κατάλληλοι για την ωοτοκία του εντόμου, τοποθετούνται στον οπωρώνα παγίδες McPhail ή αλλού τύπου (Εικόνα 8). Με τις παγίδες προσδιορίζεται η ανάγκη και ο χρόνος των ψεκασμών. Αν δε χρησιμοποιούνται παγίδες για την παρακολούθηση του πληθυσμού οι καρποί πρέπει να προστατεύονται με ψεκασμούς, την περίοδο που είναι ευπρόσβλητοι από το έντομο. Ο αριθμός των ψεκασμών εξαρτάται από την περιοχή, την εποχή και το είδος του δέντρου.

1) Ψεκασμοί κάλυψης. Ο πρώτος γίνεται όταν αρχίζει η ωρίμανση των καρπών και επαναλαμβάνονται κάθε 20 μέρες περίπου αν χρειάζεται και αν υπάρχει χρόνος μέχρι τη συγκομιδή. Ψεκάζεται ολόκληρη η κόμη του δέντρου με το εγκεκριμένο εντομοκτόνο. Οι ψεκασμοί κάλυψης είναι δυνατόν να ελατώσουν τους φυσικούς εχθρούς των κοκκοειδών, ιδίως του λεκανίου, με συνέπεια μελλοντικές προσβολές από λεκάνιο και ανάπτυξη καπνιάς. Καλό είναι λοιπόν να αποφεύγονται οι ψεκασμοί κάλυψης όπου αυτό είναι δυνατόν (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).

2) Δολωματικοί ψεκασμοί. Ο πρώτος γίνεται 15 μέρες πριν την ωρίμανση των καρπών και επαναλαμβάνονται κάθε 5-7 ημέρες. Το ψεκαστικό υγρό περιέχει 2% υδρολυόμενη πρωτεΐνη ως ελκυστικό και εγκεκριμένο εντομοκτόνο. Ψεκάζονται φράκτες και θάμνοι στην περίμετρο του οπωρώνα, το εσωτερικό και πάνω μέρος της κόμης των εσπεριδοειδών και κλαδιά που δεν έχουν καρπούς. Κατά τον ψεκασμό πρέπει να λαμβάνονται όλα τα προστατευτικά μέτρα όπως η χρήση κατάλληλης στολής, μάσκας κτλ., ώστε να αποφεύγονται πιθανά ατυχήματα (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).

Σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (Πηγή: ΥΠΑΑΤ) εγκεκριμένες δραστικές ουσίες για την καλλιέργεια πορτοκαλιών και γκρέιπ-φρουτ είναι οι εξής:

- cypermethrin. Η δραστική αυτή ουσία είναι σε ισχύ από 1/3/2006 με υπουργική απόφαση 116178 στις 21/2/2006 και ημερομηνία λήξης της καταχώρησης στις 28/2/2016.

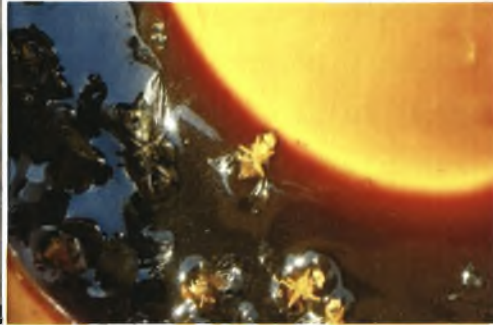
- deltamethrin. Η δραστική αυτή ουσία είναι σε ισχύ από 1/10/2003 με υπουργική απόφαση 101383 στις 27/5/2003 και ημερομηνία λήξης της καταχώρησης στις 31/10/2013.

- phosmet. Η δραστική αυτή ουσία είναι σε ισχύ από 1/10/2007 και ημερομηνία λήξης της καταχώρησης στις 30/9/2017.

Για καλλιέργεια μανταρινιών οι κατάλληλες δραστικές ουσίες είναι οι παραπάνω και ακόμη ο μύκητας *Beauveria bassiana*, ενώ για τα νεράντζια μόνο το Deltamethrin. Ακόμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα βιολογικά σκευάσματα NATURALIS SC & BOTANIGARD 10,7 SC (Πηγή: ΥΠΑΑΤ).



α



β



γ



δ

Εικόνα 8: Παγίδες παρακολούθησης πληθυσμών του *C. capitata* με τροφικά ελκυστικά ή με φερομόνες α. Παγίδα τύπου McPhail β. Τροφικό ελκυστικό σε παγίδα τύπου McPhail γ. Φερομονική παγίδα τύπου Steiner δ. Φερομονική παγίδα τύπου Jackson. (Ηλ. Πηγ. 12,13,14,15)

6.2 Βιολογικές μέθοδοι αντιμετώπισης

Σε διάφορες περιοχές έχουν εφαρμοστεί εναλλακτικοί τρόποι αντιμετώπισης της μύγας της Μεσογείου, όπως η *μέθοδος των στείρων εντόμων* και η *μέθοδος της μαζικής παγίδευσης*.

Η *μέθοδος των στείρων εντόμων* βρίσκεται σήμερα σε προτεραιότητα τόσο στον ευρωπαϊκό χώρο αλλά και σε διεθνές επίπεδο. Στηρίζεται στη μαζική αναπαραγωγή, στείρωση με τη χρήση ακτινοβολίας και απελευθέρωση στο περιβάλλον στείρων ατόμων. Τα άτομα που εξαπολύονται ζευγαρώνουν με τον ντόπιο πληθυσμό και οδηγούν σε μείωση της αναπαραγωγικής δυνατότητας του τοπικού πληθυσμού. Τα θηλυκά άτομα, αν και στείρα, προσβάλλουν τα φρούτα με αποτέλεσμα να δημιουργούν εστίες μικροβίων σε αυτά. Επίσης ανταγωνίζονται τα θηλυκά του πληθυσμού στόχου στο ζευγάρωμα με τα στείρα αρσενικά, μειώνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Η δημιουργία στελεχών γενετικού διαχωρισμού του φύλου και η απελευθέρωση μόνο στείρων αρσενικών πλεονεκτεί σημαντικά μειώνοντας της επιπτώσεις από την ταυτόχρονη απελευθέρωση και των δύο φύλων (Οικονόμου, 2006).

Άλλα καλλιεργητικά μέτρα αντιμετώπισης της μύγας της Μεσογείου είναι η συλλογή και καταστροφή των προσβεβλημένων καρπών πριν την συγκομιδή όπως επίσης και η καταστροφή των μη καλλιεργούμενων άγριων ξενιστών. Ακόμη η θέσπιση κανόνων «καραντίνας» έχουν σκοπό να αποφευχθεί η είσοδος και η εγκατάσταση του εντόμου σε φρουτοπαραγωγικές περιοχές στις οποίες δεν υπάρχει το έντομο. Υπάρχουν αγορές οι οποίες δέχονται καρπούς που μετασυλλεκτικά υπόκεινται μεταχειρίσεις οι οποίες εξασφαλίζουν 99.9968% θνησιμότητα του εντόμου (Παπαδόπουλος και συνεργάτες, 2012).

7. Αναπαραγωγή της μύγας της Μεσογείου

Η σεξουαλική δραστηριότητα στα άγρια έντομα αρχίζει περίπου την 7^η έως 9^η ημέρα της ζωής τους. Οι εργαστηριακές φυλές της μύγας της Μεσογείου ωριμάζουν πιο γρήγορα, σε 3-4 ημέρες μετά την έξοδο από το

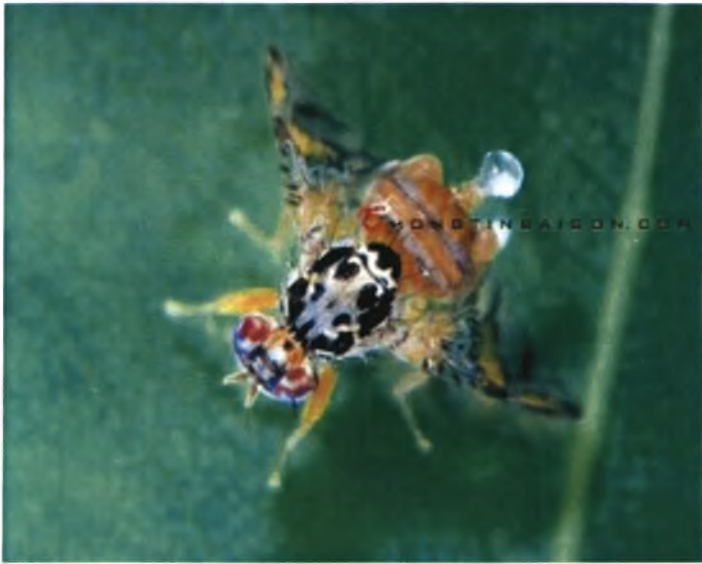
νυμφικό τους περίβλημα. Η ωρίμανση των θηλυκών προϋποθέτει διαίτα πλούσια σε αμινοξέα (Katsoyannos, 1996).

Ουσίες οι οποίες προέρχονται από φυτά ξενιστές φαίνεται πως διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη σεξουαλική συμπεριφορά των δίπτερων εντόμων της οικογένειας Terphritidae, ιδιαίτερα σε αρκετά είδη του γένους *Bactrocera* και *Ceratitis*, όπως για παράδειγμα η μύγα της Μεσογείου (Light & Jang 1996, Landlot & Philips 1997). Η παρουσία φυτικών πτητικών ουσιών προκαλεί σε ορισμένες περιπτώσεις την έναρξη εκπομπής φερομονών και σεξουαλικών σημάτων. Άλλες φορές φυτικές ενώσεις εμπλέκονται έμμεσα ως χημικά που τροποποιούν τη σεξουαλική συμπεριφορά των εντόμων καθώς χρησιμοποιούνται ως πρόδρομοι των φερομονών (Papadopoulos et al., 2006). Πειράματα έχουν δείξει ότι τα αρσενικά της μύγας της Μεσογείου που έχουν εκτεθεί σε ορισμένα αιθέρια έλαια, όπως του προτοκαλιού και σε έλαιο προερχόμενο από ρίζα του φυτού τζίντζερ (*Zingiber officinale* Roscoe), αυξάνει την διάρκεια του σεξουαλικού καλέσματος των αρσενικών της μύγας της Μεσογείου, αποσκοπώντας πιθανότατα στην προσέλκυση περισσότερων θηλυκών δεκτικών για σύζευξη (Papadopoulos et al, 2006). Παρόμοιες έρευνες έδειξαν ότι η έκθεση σε αιθέρια έλαια από πληγωμένους καρπούς εσπεριδοειδών (νεράντζι, μανταρίνι, γκρέιπφρουτ, λεμονι, πορτοκάλι) δίνει στα αρσενικά συγκριτικό πλεονέκτημα αυξημένης διάθεσης για σύζευξη (Papadopoulos et. al. 2001, Kouloussis et al. 2010).

Η σεξουαλική συμπεριφορά του αρσενικού της μύγας της Μεσογείου περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια. Αρχικά τα αρσενικά σχηματίζουν συναθροίσεις τύπου "lek" στην κάτω επιφάνεια φύλλων, φυτών ξενιστών, όπου επιδίδονται στο σεξουαλικό κάλεσμα (sexual calling). Τα leks γίνονται αργά το πρωί ή νωρίς το απόγευμα και αποτελούνται από 2-10 άτομα. Τα αρσενικά εκλύουν σεξουαλική φερομόνη από τους εδρικούς επιθηλιακούς αδένες, η οποία προσελκύει τα αναπαραγωγικά ώριμα θηλυκά. Αυτά με τη σειρά τους επισκέπτονται τα leks ώστε να συζευχθούν (Prokopy & Hendrick, 1979, Arita & Kaneshiro 1985). Τα αρσενικά κατά τη διάρκεια της ερωτοτροπίας συστρέφουν την κοιλιά τους προς τα πάνω (Arita & Kaneshiro 1986) (Εικόνα 9). Όταν ένα θηλυκό πλησιάσει ένα αρσενικό αυτό αντιδρά προσανατολίζοντας το σώμα του προς το θηλυκό και αρχίζει μια σειρά από

κινήσεις, την ερωτοτροπία. Αρχικά πάλει τις πτέρυγες. Έχει παρατηρηθεί ότι οι πτέρυγες του θηλυκού ανασηκώνονται ελαφρώς χάρη στα ρεύματα που δημιουργούνται από αυτές τις κινήσεις των πτερύγων (Feron, 1962, Briceno et al. 1996). Η ερωτοτροπία συνεχίζεται με κίνηση του κεφαλιού και προς τις δύο κατευθύνσεις με ανώτατο όριο 30° μοίρες και ταυτόχρονη κίνηση των πτερύγων. Η συμπεριφορά αυτή των αρσενικών κατά τη διάρκεια της ερωτοτροπίας χρησιμεύει έτσι ώστε να αποφασίσουν τα θηλυκά αν θα αποδεχτούν το αρσενικό ή αν θα το αποφύγουν (Arita & Kaneshiro 1989). Όταν το θηλυκό αποδεχτεί το αρσενικό τότε το αρσενικό θα πηδήξει στην πλάτη του θηλυκού και αν το θηλυκό δεν το απορρίψει τότε θα ξεκινήσει τη διαδικασία σύζευξης, στην οποία μερικές φορές οι πτέρυγές τους συνεχίζουν να πάλονται ώστε να αυξηθεί ο χρόνος ζευγαρώματος είτε να αποφευχθεί η έλλειψη ισορροπίας του αρσενικού. Επίσης, καθόλη τη διάρκεια της σύζευξης το αρσενικό κρατά το θηλυκό από την άκρη της κοιλίας (Eberhard & Pereira 1993, Briceno et al. 1996). Το αρσενικό χρησιμοποιεί το χρόνο σύζευξης για τη μεταφορά σπέρματος αλλά και για την παρεμπόδιση των θηλυκών να συζευχθούν με άλλα αρσενικά. Η μεγάλη διάρκεια σύζευξης συνεπάγεται πιθανή αύξηση επιτυχημένης επιλογής σπέρματος αυτού του αρσενικού (Thornhill & Alcock 1983) (Εικόνα 10).

Έχει διαπιστωθεί ότι τα αρσενικά της μύγας της Μεσογείου είναι πολυγαμικά ενώ τα θηλυκά ολιγογαμικά δηλαδή συζευγνύονται 1-2 φορές κατά τη διάρκεια της ζωής τους (Bonizzoni et al., 2002). Σε κάποιες περιπτώσεις το θηλυκό είναι αρκετά εκλεκτικό και απορρίπτει αρκετά αρσενικά μέχρι να αποδεχτεί ένα αρσενικό (Whittier et al., 1994). Ακόμη τα περισσότερα αρσενικά εξασφαλίζουν αρκετές συζεύξεις ενώ άλλα λιγότερες ή καθόλου. Κάποια αρσενικά συνηθίζουν να επιλέγουν και να «περιφρουρούν» ένα φρούτο ώστε να συζευχθούν με τα θηλυκά που θα επισκεφθούν το συγκεκριμένο φρούτο, ώστε να εξασφαλίσουν συζεύξεις (Procory & Hendrichs, 1979).



Εικόνα 9. Έκδήλωση σεξουαλικού καλέσματος με έκλυση φερομόνης αρσενικού του *C. capitata*. (Ηλ.πηγ.16)



Εικόνα 10. Σύζευξη του *C. capitata*. (Ηλ.πηγ. 17)

8. Δημογραφικά χαρακτηριστικά της Μύγας της Μεσογείου

Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά της μύγας της Μεσογείου έχουν αποτελέσει θέμα εκτεταμένης έρευνας στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, σε μια προσπάθεια κατανόησης της βιολογίας του εντόμου.

Σε εργαστηριακά πειράματα βρέθηκε ότι σχετικά βραχύβιες μύγες της Μεσογείου έχουν εξαιρετικά μεταβλητά ποσοστά ωοπααραγωγής (180-770

αυγά / θηλυκό) και γενικά υψηλούς ρυθμούς αύξησης του πληθυσμού τους. Μόνο σε μία μελέτη που διεξήχθη από τον (Vargas et al., 1997) με ένα εργαστηριακό στέλεχος από τη Χαβάη που εκτρέφονταν σε πέντε σταθερές θερμοκρασίες, τα αρσενικά παρουσίασαν παρατεταμένη μακροζωία (103 ημέρες) στους 24 °C, ενώ τα θηλυκά στην ίδια θερμοκρασία ήταν βραχύβια (35 ημέρες). Στην ίδια μελέτη, η θερμοκρασία επηρέασε τη μακροζωία τόσο στα θηλυκά όσο και στα αρσενικά. Η θερμοκρασία επίσης επηρεάζει έντονα πολλές παραμέτρους της αναπαραγωγής της Μεσογειακής μύγας, με την ωοπαραγωγή να κυμαίνεται από 14 (32 °C) σε 767 (24 °C) αυγά ανά θηλυκό. Τεχνητή επιλογή κάτω από ευνοϊκές συνθήκες εργαστηρίου, όπως με απεριόριστους τροφικούς πόρους χαμηλής εξωγενούς θνησιμότητας, αλλάζει το γενετικό προφίλ ενός πληθυσμού και επηρεάζει σημαντικούς παράγοντες της 'ιστορίας ζωής' του εντόμου, όπως τη διάρκεια ζωής και τη γονιμότητα του.

Σύμφωνα με τις μελέτες που επικεντρώνονται στον κύκλο ζωής και τα χαρακτηριστικά των άγριων πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου, παρουσιάζονται τα παρακάτω αποτελέσματα. Πειραματικοί πληθυσμοί σε αυτές τις μελέτες προέρχονταν από Χαβάη, την Ελλάδα και από άλλες χώρες. Θηλυκές μύγες από διαφορετικές περιοχές της Χαβάης παρουσίασαν μέση διάρκεια ζωής περίπου 54 ημερών ενώ οι αρσενικές ζούσαν περισσότερο, με μέση διάρκεια ζωής που κυμαίνονταν από 67-95 ημέρες.

Στις παραπάνω μελέτες, τα ποσοστά αναπαραγωγής στα θηλυκά της Χαβάης ποίκιλλαν επίσης σε πολύ μεγάλο βαθμό, με καθαρή γονιμότητα που κυμαίνονταν από 92 έως 929 αυγά ανά θηλυκό. Τα υπάρχοντα στοιχεία για την ιστορία της ζωής και της αναπαραγωγικής περιόδου των άγριων ελληνικών πληθυσμών δείχνουν ότι τα θηλυκά είναι μακροβιότερα, σε σύγκριση με εκείνα της Χαβάης, με μια μέση διάρκεια ζωής που κυμαίνεται από 65 έως 75 ημέρες. Οι ίδιες μελέτες ωστόσο, επισημαίνουν ότι τα αρσενικά της Ελλάδας παρουσιάζουν παρόμοια μακροζωία (67-86 ημέρες) με εκείνα από τη Χαβάη (Diamantidis et al., 2008).

Μεταβλητότητα στα αναπαραγωγικά ποσοστά έχει επίσης παρατηρηθεί σε θηλυκά ελληνικών πληθυσμών (ωοπαραγωγή από 272 έως 1073 αυγά

ανά θηλυκό). Μία από τις πρώτες μελέτες του Rivnay (1950) ασχολείται με ένα άγριο πληθυσμό από το Ισραήλ και αναφέρει ένα μέσο όρο διάρκειας ζωής των θηλυκών περίπου στις 30 ημέρες (24 έως 30,5 ° C) και μέση ωοπαραγωγή 135 αβγών ανά θηλυκό. Τέλος, τα θηλυκά της μύγας της Μεσογείου από το Ισραήλ που εκτρέφονται για 12 γενιές στο εργαστήριο έζησαν περίπου 18 ημέρες και το μέσο θηλυκό κατέθεσε 339 αυγά κατά τη διάρκεια της ζωής της.

Πρόσφατες μελέτες στις οποίες γεωγραφικά απομονωμένοι πληθυσμοί της μύγας της Μεσογείου μελετήθηκαν κάτω από τις ίδιες σταθερές συνθήκες έδειξαν, σημαντικές αποκλίσεις σε χαρακτηριστικά όπως η διάρκεια ζωής και η γονιμότητα (Diamantidis et al., 2008).

9. Επίδραση της τροφής στην αναπαραγωγή των θηλυκών

Η αναπαραγωγή στα περισσότερα έντομα εξαρτάται από τα θρεπτικά συστατικά που έχουν συσσωρευτεί όταν το έντομο βρίσκεται στο στάδιο της προνύμφης. Σε πολλά είδη λεπιδοπτέρων η αναπαραγωγή εξαρτάται επίσης από τα θρεπτικά συστατικά που λαμβάνονται στο στάδιο του ενήλικου. Η διατροφή στο ενήλικο στάδιο επιτρέπει την πρόσληψη υδατανθράκων και αμινοξέων, οι οποίες ενδέχεται να έχουν επιπτώσεις στην αναπαραγωγή των ειδών και την αύξηση του πληθυσμού τους. Είναι ωστόσο αναγκαία για να ολοκληρωθεί η ανάπτυξη του αναπαραγωγικού συστήματος. Το νέκταρ λουλουδιών είναι η κύρια πηγή υδατανθράκων, αν και μπορεί να υπάρχουν και άλλες πηγές (Romeis & Wäcker 2002).

Το αναπαραγωγικό δυναμικό των λεπιδοπτέρων για παράδειγμα επηρεάζεται από τον κύκλο ζωής του εντόμου, τη διατροφική κατάσταση και την ανάπτυξη των αναπαραγωγικών οργάνων ενώ όλα αυτά επηρεάζονται από διάφορα γεγονότα που ρυθμίζονται από ορμονικά επίπεδα (Parra et al, 1999, Cole et al., 2002). Οι ορμόνες παίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της πρωτεϊνοσύνθεσης στους αναπαραγωγικούς ιστούς των εντόμων, ενώ έχουν δυνατότητα να αλλάξουν την αναπαραγωγική ικανότητα των ενηλίκων (Smagghe & Degheele 1994, Jordao et al. , 2010) .

Για παράδειγμα, στα αρσενικά της μύγας της Μεσογείου υπάρχει ένα αξιόλογο μεταβολικό κόστος για τη βιοσύνθεση και την έκλυση φερομόνης, και έχει σημειωθεί πως το σεξουαλικό κάλεσμα ποικίλει πολύ μεταξύ όσων τυχαίνουν σε καλύτερες δυνατές συνθήκες διατροφής αλλά και σε διαφορετικές ηλικίες (Warburg & Yuval 1997).

10. Επίδραση της σύζευξης στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των θηλυκών

Το κόστος αναπαραγωγής αφορά στη μείωση της μακροβιότητας και της μελλοντικής αναπαραγωγής ως αποτέλεσμα δραστηριοτήτων και συμπεριφορών που σχετίζονται με την τωρινή αναπαραγωγή. Ένα μεγάλο μέρος των σχετικών ερευνών αφορά στις μύγες των φρούτων (Carey, 2001).

Μια σημαντική έρευνα που έχει διεξαχθεί σχετικά με την επίδραση της σύζευξης σε θηλυκά του είδους *Drosophilla melanogaster*, δείχνει πως η μεταφορά των συνοδών υγρών του σπέρματος κατά το ζευγάρωμα είναι αυτή που προκαλεί το μεγαλύτερο κόστος (Chapman et al. 1995). Μια πιο πρόσφατη έρευνα για το *C. capitata* αποκάλυψε ότι τα θηλυκά μπορούν να εμφανίσουν δύο φυσιολογικές λειτουργίες της γήρανσης του πληθυσμού τους με δύο διαφορετικά δημογραφικά προγράμματα, της γονιμότητας και της επιβίωσης. Η μετάβαση από τη στάση αναμονής στην αναπαραγωγική λειτουργία και τη παραγωγή αβγών μειώνει το επίπεδο της θνησιμότητας, αλλά φαίνεται να αυξάνει το ρυθμό της γήρανσης του πληθυσμού τους (Carey, 2001).

Η ηλικία σχετίζεται με την αναπαραγωγική ωρίμανση των ενήλικων θηλυκών. Τα ενήλικα δεν είναι έτοιμα να αναπαραχθούν αμέσως μετά την έξοδό τους από το νυμφικό τους περίβλημα, και χρειάζεται να περάσει κάποιο διάστημα στο οποίο πρέπει να τρέφονται με κάποιες αζωτούχες – ζαχαρούχες ουσίες και για να ωριμάσουν αναπαραγωγικά. Η ωρίμανση έρχεται όταν έχουν ωριμάσει τα αυγά στις ωοθήκες. Οπότε στα θηλυκά πρέπει να ωριμάσουν οι ωοθήκες και να είναι δεκτικά σύζευξης.

Αντίστοιχα στα αρσενικά η αναπαραγωγική ωρίμανση σχετίζεται με την εκδήλωση της σεξουαλικής συμπεριφοράς και την έκλυση της σεξουαλικής φερομόνης.

Σε είδη, όπου η αναπαραγωγή συνεχίζεται για πολλές εβδομάδες μπορεί να έχουμε περισσότερες από μία συζεύξεις οι οποίες επηρεάζουν τόσο τη γονιμότητα όσο και την ωοπαραγωγή. Συνεπώς η ηλικία των θηλυκών αποτελεί σημαντικό παράγοντα τόσο για την ωοτοκία όσο και για τις συζεύξεις.

Η μύγα της Μεσογείου εμπίπτει στην παραπάνω κατηγορία των ειδών με μακρά διάρκεια ζωής. Παρά του ότι έχει μελετηθεί η σεξουαλική της συμπεριφορά, εντούτοις δεν έχουν μελετηθεί σε λεπτομέρεια για τα θηλυκά η επίδραση της ηλικίας σύζευξης, η αλληλεπίδραση της ηλικίας στη σύζευξη και η επίδραση της τροφής σε σχέση με την ηλικία στη σύζευξη και την αναπαραγωγή.

ΣΚΟΠΟΣ

Η αναπαραγωγική συμπεριφορά και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά της μύγας της Μεσογείου, έχουν μελετηθεί εκτενώς. Αρκετές από τις σχετικές μελέτες αφορούν στην επίδραση της τροφής (Yunval et al. 2002) και της ηλικίας σύζευξης στην σεξουαλική συμπεριφορά των αρσενικών και στη σεξουαλική τους ανταγωνιστικότητα (Papanastasiou et al. 2011). Ωστόσο, λιγότερες είναι οι μελέτες που αφορούν στην επίδραση της τροφής και της ηλικίας σύζευξης στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου (Anjos-Duarte et al. 2011) ενώ μέχρι στιγμής δεν είναι γνωστό πώς η σύζευξη σε νεαρή ή σε προχωρημένη ηλικία θηλυκών που τρέφονται με τροφή φτωχή σε πρωτεΐνη επηρεάζει την αρμοστικότητά τους.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της ηλικίας σύζευξης στα δημογραφικά χαρακτηριστικά των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που τρέφονταν με ζάχαρη. Ελέγχθηκε η υπόθεση ότι η ηλικία σύζευξης δεν διαφοροποιεί τη διάρκεια ζωής ούτε την ωοπαραγωγή των θηλυκών. Επίσης, ελέγχθηκε η υπόθεση ότι συζευγμένα και μη συζευγμένα θηλυκά εμφανίζουν παραπλήσιες διάρκειες ζωής και ωοπαραγωγές.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. Συνθήκες εργαστηρίου και έντομα που χρησιμοποιήθηκαν

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από τον Ιανουάριο έως τον Απρίλιο του 2011 στους χώρους του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θασσαλίας. Οι συνθήκες που επικρατούσαν στο χώρο κατά τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν σταθερές. Πιο συγκεκριμένα η θερμοκρασία ήταν $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, η σχετική υγρασία ήταν $65 \pm 5 \%$ και η φωτοπερίοδος 14 ώρες φως και 10 ώρες σκοτάδι. Ο φωτισμός προερχόταν από λαμπτήρες φθορίου και από φυσικό φως από ένα βορεινό παράθυρο.

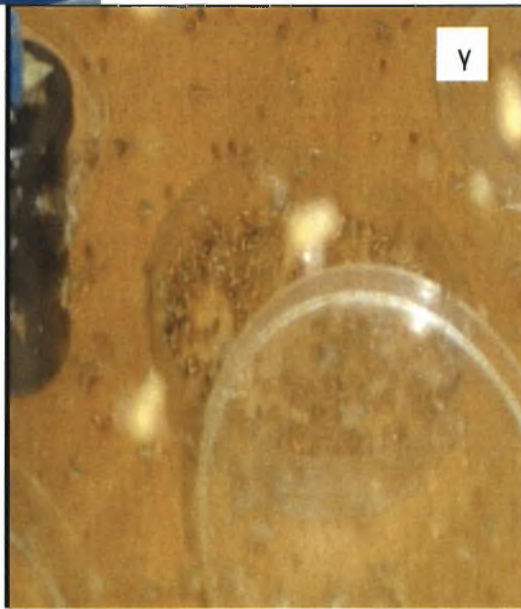
Τα έντομα που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των πειραμάτων ήταν F_1 και F_2 γενιάς και προήλθαν από προσβεβλημένους καρπούς νεραντζιάς που συλλέχθηκαν στον νομό Μαγνησίας. Οι προσβεβλημένοι καρποί μεταφέρθηκαν σε σταθερές συνθήκες στο εργαστήριο και τοποθετήθηκαν σε πλαστικές λεκάνες πάνω σε στρώμα αποστειρωμένης άμμου που αποτελούσε το υπόστρωμα νύμφωσης. Μετά την ολοκλήρωση της διατροφικής τους δραστηριότητας οι προνύμφες εγκατέλειψαν τους καρπούς με την χαρακτηριστική εκτίναξη και νυμφώθηκαν στην άμμο. Οι νύμφες αφού συλλέχθηκαν κοσκινίζοντας την άμμο, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά τρυβλία διαμέτρου 9 cm. Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε ξύλινα κλουβιά μέχρι την ημέρα της εξόδου των ενηλίκων. Τα έντομα της επόμενης και μεθεπόμενης γενεάς (F_1 , F_2) που προήλθαν από τα άγρια έντομα της εκτροφής χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς του πειράματος (Εικόνα 11).



α



β



γ

Εικόνα 11. Προσβεβλημένοι καρποί πάνω σε αποστειρωμένη άμμο μέσα σε λεκάνη (α). Ξύλινα κλουβιά με νύμφες μέσα σε τριβλία (β) και ενήλικα άτομα που μόλις έχουν εξέλθει από το νυμφικό περίβλημα (γ).

2. Ατομικά κλουβιά – διατήρηση εντόμων

Αμέσως μετά την έξοδό τους από το νυμφικό περίβλημα τα έντομα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη χωρίστηκαν με βάση το φύλο. Τα αρσενικά τοποθετήθηκαν ανά 20 – 30 σε κλουβιά Plexiglass 20x20x20 cm ενώ τα θηλυκά τοποθετήθηκαν σε ατομικά κλουβιά με υπόστρωμα ωτοκόκκας. Τα ατομικά κλουβιά στα οποία τοποθετήθηκαν τα θηλυκά ήταν κατασκευασμένα από πλαστικά ποτήρια των 400 ml, διαμέτρου 7,5 cm και ύψους 12 cm. Για τον αερισμό στα κλουβιά είχε ανοιχτεί παράθυρο καλυμένο με τούλι στο πλευρικό τοίχωμα. Η βάση του κλουβιού ήταν το πάνω μέρος του ποτηριού στο οποίο ήταν προσαρμοσμένο (με χαρτοταινία) στο

κάλυμμα του πλαστικού τρυβλίου. Σε αυτό είχε ανοιχτεί τρύπα με διάμετρο μικρότερη των 5mm στην οποία τοποθετούνταν φυτίλι το οποίο ερχόταν σε επαφή με τη βάση του τρυβλίου. Στη βάση του τρυβλίου τοποθετούνταν νερό που με τη βοήθεια του φυτιλιού έφτανε στο εσωτερικό του κλουβιού. Επίσης, στο καπάκι του τρυβλίου είχε τοποθετηθεί ένα κοίλο κόκκινο ημισφαίριο διαμέτρου 5cm και πάχους 1-2mm, για υπόστρωμα ωτοκίας. Κάτω από το υπόστρωμα τοποθετούνταν ένα φιαλίδιο που περιείχε φυσικό χυμό πορτοκαλιού αραιωμένο σε νερό και ανανεωνόταν ανά δύο ημέρες. Το νερό στη βάση του τρυβλίου ανανεώνονταν κάθε 3 ημέρες. Και το νερό και ο χυμός ανανεώνονταν καθόλη τη διάρκεια του πειράματος. Η τροφή που χορηγήθηκε στα έντομα ήταν ζαχαρόνερο με αναλογία 1 (ζάχαρη):3 (νερό), χωρίς πρωτεΐνη. Η τροφή και το νερό καθόλη τη διάρκεια του πειράματος ήταν απεριόριστη. Τα ατομικά κλουβάκια τοποθετούνταν ανά 11 σε πλαστικούς δίσκους (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Ατομικό κλουβάκι.

3. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Από την 1^η ημέρα μετά την έξοδο των θηλυκών από το νυμφικό τους περίβλημα καταγραφόταν η ωτοκία και η επιβίωση των ενηλίκων. Τα αβγά συλλέγονταν με τη βοήθεια πινέλου από το εσωτερικό του υποστρώματος

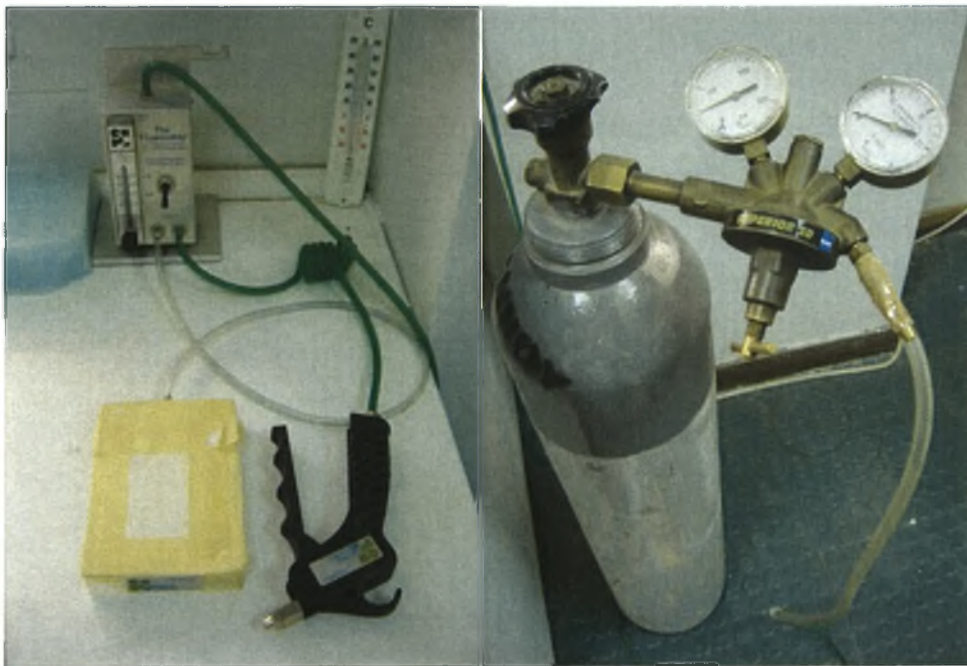
ωοτοκίας του κάθε κλουβιού και καταμετρούνταν πάνω σε ένα δίσκο στον οποίο υπήρχε κολλημένο μαύρο, υγρό ύφασμα. Οι παρατηρήσεις διήρκησαν έως και το θάνατο του τελευταίου ατόμου.

4. Δοκιμές σύζευξης

Ένα σύνολο 30 θηλυκών τρεφόμενων με ζάχαρη στα οποία δεν επιτράπηκε η σύζευξη καθόλη τη διάρκεια ζωής τους (θηλυκά μάρτυρες) και 80 θηλυκών τρεφόμενων με ζάχαρη στα οποία επιτράπηκε η σύζευξη, επιλέχθηκαν τυχαία. Η σεξουαλική δεκτικότητα των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου, ελέγχθηκε σε δύο διαφορετικές ηλικίες: 15 ημερών-νεαρά θηλυκά και 40 ημερών ηλικιωμένα θηλυκά. Την 14^η μέρα μετά την έξοδο από το νυμφικό τους περίβλημα, δηλαδή την παραμονή της δοκιμής σύζευξης, επιλέχθηκαν 90 επιπλέον θηλυκά και ανά 3 τοποθετούνταν σε μία συσκευή από την οποία απελευθερώνονταν CO₂. Εκεί λόγω της απουσίας οξυγόνου οι μύγες έχαναν προσωρινά τις αισθήσεις τους και ακινητοποιούνταν προκειμένου να χρωματιστούν στο θώρακα με κόκκινη νερομπογιά. Η διαδικασία αυτή έγινε ώστε τα «σημειωμένα» αυτά θηλυκά που θα τοποθετούνταν ανά 3 στα ατομικά κλουβάκια των 30 μαρτύρων, να ξεχωρίζουν από τα θηλυκά μάρτυρες. Στο τέλος των δοκιμών σύζευξης τα σημειωμένα θηλυκά αφαιρούνταν από τα κλουβάκια των μαρτύρων. Στις 6:30 π.μ., την ημέρα των δοκιμών, 3 μη συζευγμένα σεξουαλικά ώριμα αρσενικά (12-14 ημερών) προστέθηκαν σε κάθε ατομικό κλουβί θηλυκών που δέχτηκαν τις μεταχειρήσεις. Μετά την έναρξη της σύζευξης τα δύο πλεονάζοντα αρσενικά αφαιρέθηκαν από το κλουβί και έτσι στο νεοσύστατο ζευγάρι επιτράπηκε η ολοκλήρωση της σύζευξης. Παρατηρήσεις καταγράφονταν κάθε 15 λεπτά από τις 7:00 π.μ. έως τις 4:00μ.μ.. Καταγράφηκε ο αριθμός των συζεύξεων για κάθε μεταχείριση, ο χρόνος έως την σύζευξη και η διάρκεια σύζευξης. Η επίδραση των συνθηκών συνωστισμού προσομοιώθηκε για τα θηλυκά μάρτυρες με την προσθήκη 3 σημειωμένων θηλυκών σε κάθε κλουβί καθόλη τη διάρκεια των δοκιμών σύζευξης. Μετά τη δοκιμή σύζευξης, δημιουργήθηκαν 3 υποομάδες θηλυκών: συζευγμένα, μη συζευγμένα και μάρτυρες.

Πίνακας 2: Αριθμός ατόμων της κάθε μεταχείρισης.

	Αριθμός ατόμων N
Μάρτυρας 15	29
Μάρτυρας 40	23
15 ημέρες	33
40 ημέρες	69



Εικόνα 13. Σύστημα ακινητοποίησης εντόμων με παροχή CO₂.

5. Στατιστική ανάλυση

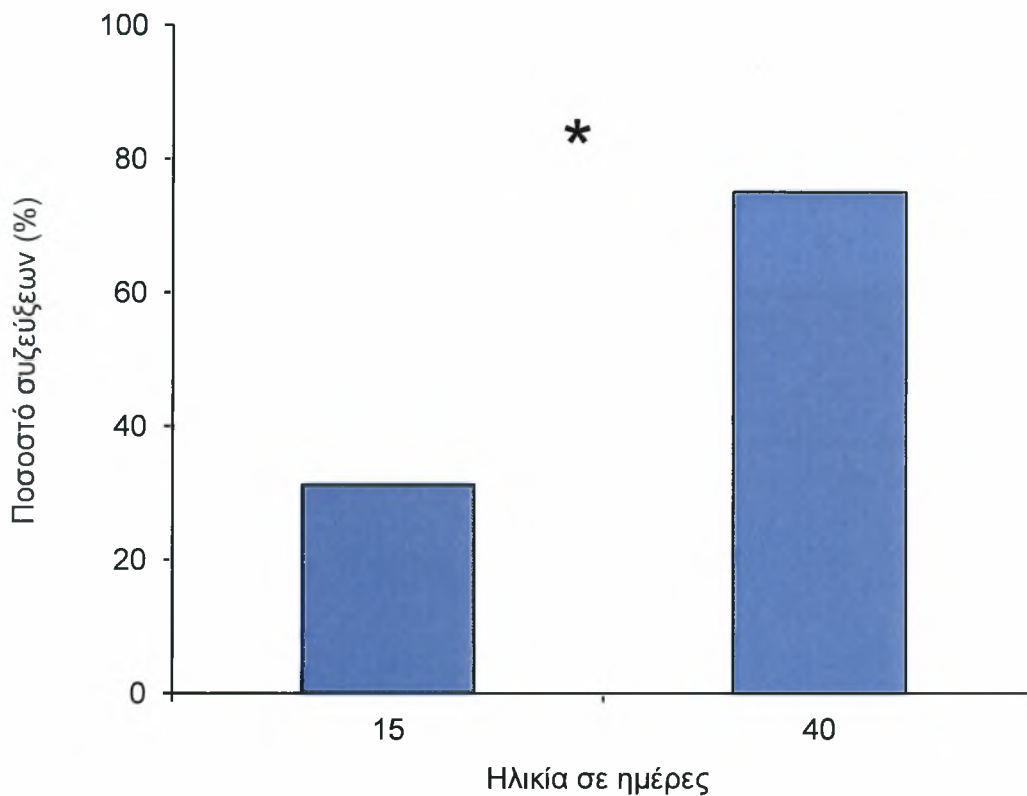
Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS 18.0 (SPSSInc., Chicago, IL, U.S.A.). Η επίδραση της ηλικίας στο ποσοστό

των συζεύξεων ελέγχθηκε με τη βοήθεια της λογιστικής παλινδρόμησης και η επίδραση της ηλικίας σύζευξης στη διάρκεια σύζευξης και το χρόνο έως την έναρξη της σύζευξης μελετήθηκε με απλή συμμεταβολή. Τέλος, η επίδραση της ηλικίας σύζευξης στην επιβίωση των θηλυκών ελέγχθηκε με το Cox regression hazard model, ενώ η επίδραση της ηλικίας σύζευξης ωοπαραγωγής μελετήθηκε με μη παραμετρικές μεθόδους.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

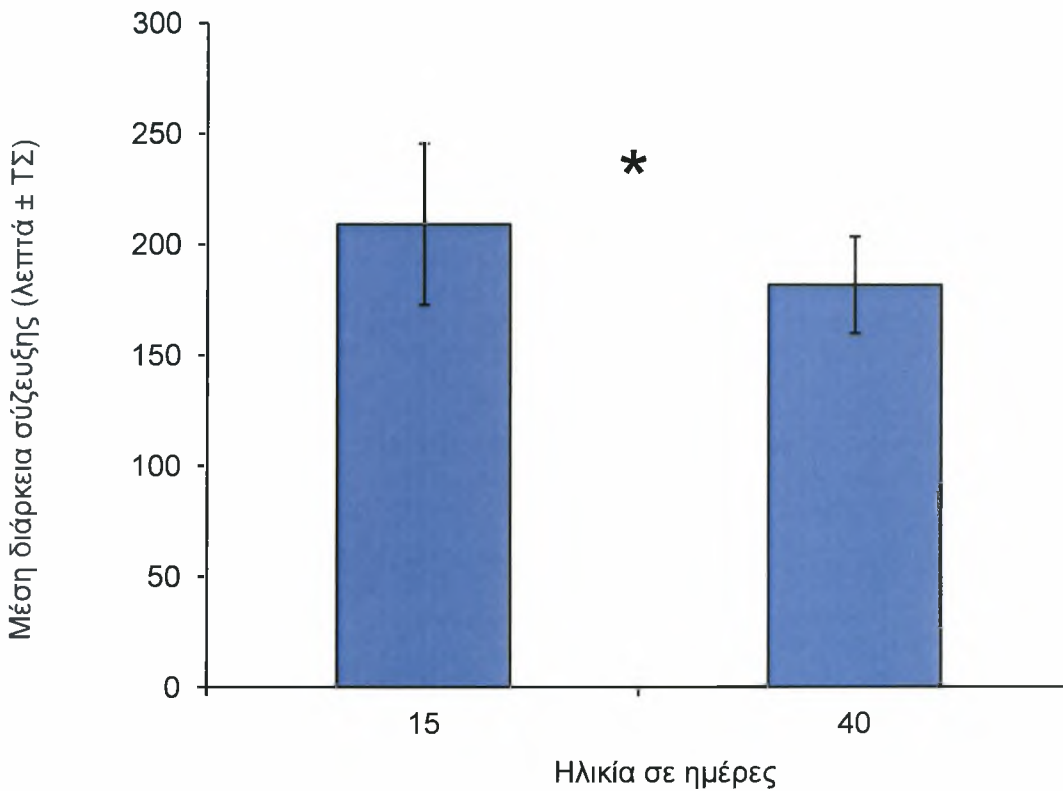
1. Χαρακτηριστικά της σύζευξης

Στο Διάγραμμα 1 δίνεται το ποσοστό των συζεύξεων των ενήλικων θηλυκών του *C. capitata* σε δύο διαφορετικές ηλικίες: 15 ημερών και 40 ημερών. Το ποσοστό συζεύξεων ήταν 31,17% και 75% αντίστοιχα. Όπως προκύπτει από το διάγραμμα τα θηλυκά ηλικίας 40 ημερών (ηλικιωμένα θηλυκά), συζεύχθηκαν σε ποσοστό σημαντικά υψηλότερο ($P < 0.001$) από ότι τα νεαρά θηλυκά. Συνεπώς φαίνεται ότι τα μεγαλύτερα σε ηλικία θηλυκά ήταν περισσότερο δεκτικά για σύζευξη σε σχέση με τα νεαρά θηλυκά.



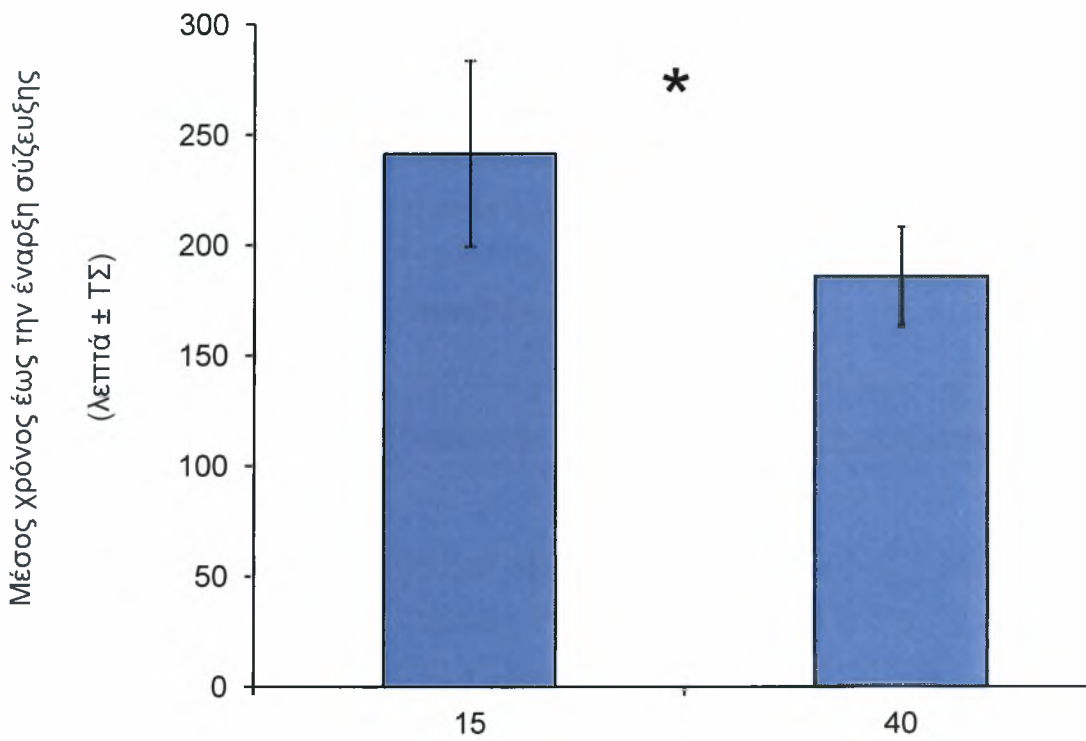
Διάγραμμα 1: Ποσοστό συζεύξεων για θηλυκά 15 και 40 ημερών ($P < 0,05$).

Στο Διάγραμμα 2 δίνεται η μέση διάρκεια σύζευξης νεαρών και μεγαλύτερης ηλικίας θηλυκών. Η διάρκεια σύζευξης των νεαρών θηλυκών (ηλικίας 15 ημερών) ήταν σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με τα μεγαλύτερης ηλικίας θηλυκά ($t = -1.672$, $df = 101$, $P < 0.05$). Συγκεκριμένα η μέση διάρκεια σύζευξης των νεαρών θηλυκών ήταν 209,24 λεπτά (3 ώρες και 29 λεπτά), ενώ των θηλυκών ηλικίας 40 ημερών ήταν 181,74 λεπτά (3 ώρες).



Διάγραμμα 2: Μέση διάρκεια συζεύξεων των θηλυκών ηλικίας 15 και 40 ημερών. Σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$).

Ο χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης για τα θηλυκά που συζεύχθηκαν σε νεαρή (15 ημερών) και σε προχωρημένη (40 ημερών) ηλικία δίνεται στο Διάγραμμα 3. Τα νεαρά θηλυκά καθυστέρησαν σημαντικά περισσότερο μέχρι να αποδεχτούν κάποιο αρσενικό και να ξεκινήσουν τη σύζευξη σε σχέση με τα μεγαλύτερης ηλικίας θηλυκά ($t = -2.007$, $df = 101$, $P < 0.05$). Συγκεκριμένα, η διάρκεια έως την έναρξη της σύζευξης στα θηλυκά ηλικίας 15 ημερών ήταν 241,51 λεπτά (4 ώρες και 1 λεπτό), ενώ στα θηλυκά ηλικίας 40 ημερών ήταν 186,09 λεπτά (3 ώρες και 6 λεπτά).



Διάγραμμα 3: Μέσος χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης για θηλυκά ηλικίας 15 και 40 ημερών. Σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$)

2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Στον Πίνακα 3 δίνεται ο αριθμός των ατόμων των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν την 15^η και την 40^η ημέρα καθώς και του μάρτυρα. Ο αριθμός των θηλυκών του μάρτυρα και της μεταχείρισης, των οποίων οι δοκιμές σύζευξης έγιναν, την 15^η ημέρα της ζωής τους ήταν 29 άτομα και 33 άτομα αντίστοιχα. Επιπλέον, ο αριθμός των θηλυκών του μάρτυρα και της μεταχείρισης, των οποίων οι δοκιμές σύζευξης έγιναν, την 40^η ημέρα της ζωής τους ήταν 23 και 69 αντίστοιχα.

Επίσης στον Πίνακα 3 δίνεται η ωοπαραγωγή των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν την 15^η και την 40^η ημέρα καθώς και του μάρτυρα.

Η μέση ωοπαραγωγή των θηλυκών του μάρτυρα και της μεταχείρισης, των οποίων οι δοκιμές σύζευξης έγιναν την 15^η ημέρα της ζωής τους ήταν 11,9 αυγά/θηλυκό και 12,3 αυγά/θηλυκό αντίστοιχα και δεν διέφεραν σημαντικά ($P>0.05$). Επιπλέον η μέση ωοπαραγωγή ανά θηλυκό για τον μάρτυρα και την μεταχείριση των οποίων οι δοκιμές σύζευξης έγιναν την 40^η ημέρα της ζωής τους δεν διέφεραν σημαντικά και ήταν 17,1 και 20,5 αντίστοιχα. Παρά το γεγονός ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στην ωοπαραγωγή μεταξύ συζευγμένων και παρθένων θηλυκών που τρέφονταν μόνο με ζάχαρη, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ωοπαραγωγή στα συζευγμένα θηλυκά.

Ακόμη στον Πίνακα 3 δίνεται η ωοπαραγωγή, πριν και μετά τη σύζευξη, των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν την 15^η και την 40^η ημέρα καθώς και του μάρτυρα. Η μέση ωοπαραγωγή του μάρτυρα και των θηλυκών της μεταχείρισης των οποίων οι δοκιμές σύζευξης έγιναν την 15^η ημέρα της ζωής τους, πριν τη σύζευξη, ήταν 2,7 αυγά και 1,87 αυγά αντίστοιχα και μετά τη σύζευξη ήταν 9,1 αυγά και 10,4 αυγά αντίστοιχα. Επίσης, η μέση ωοπαραγωγή των θηλυκών του μάρτυρα και της μεταχείρισης, των οποίων οι δοκιμές σύζευξης έγιναν την 40^η ημέρα της ζωής τους, πριν τη σύζευξη, ήταν 15,5 αυγά και 16,16 αυγά αντίστοιχα και μετά τη σύζευξη ήταν 1,6 αυγά και 4,3 αυγά αντίστοιχα. Οι ωοπαραγωγές των συζευγμένων και μη συζευγμένων θηλυκών σε κάθε ηλικία, δεν διέφεραν

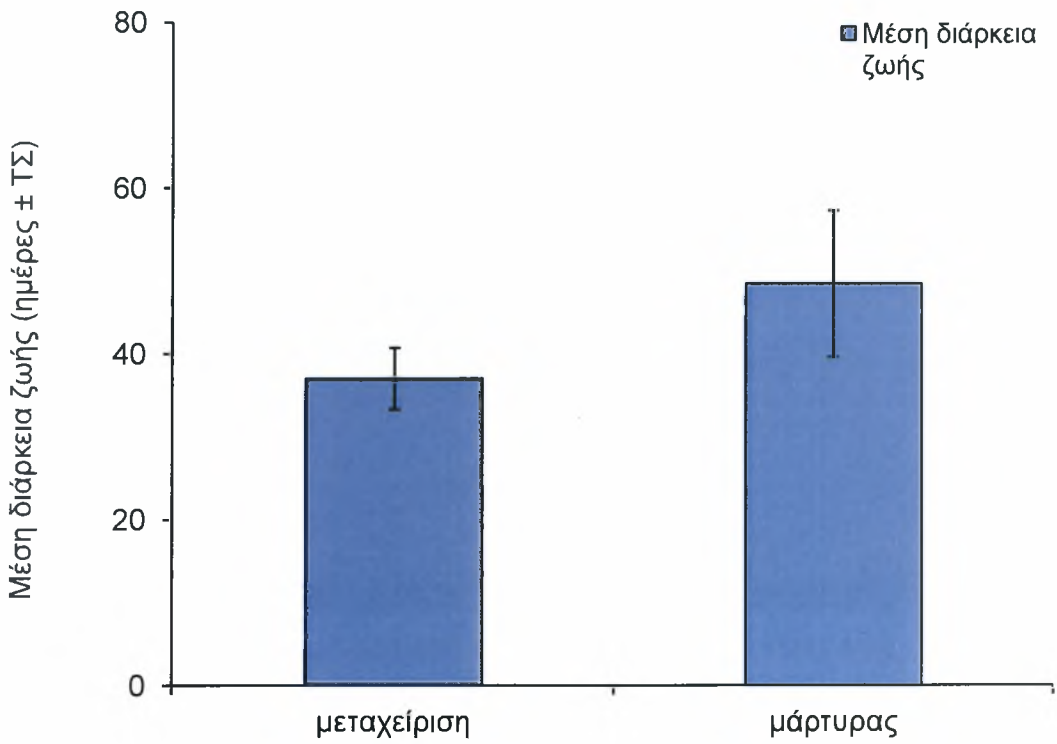
σημαντικά. Παρόλα αυτά παρατηρήθηκε αύξηση της ωοπαραγωγής των θηλυκών που συζεύχθηκαν σε προχωρημένη ηλικία (40 ημερών).

Στο Διάγραμμα 4 δίνεται η μέση διάρκεια ζωής των θηλυκών που συζεύχθηκαν στην ηλικία των 15 ημερών και των θηλυκών του μάρτυρα. Παρά το γεγονός ότι η μέση διάρκεια ζωής των θηλυκών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη (48,4 ημέρες) από αυτή των θηλυκών της μεταχείρισης (37 ημέρες) η επιβίωση μεταξύ συζευγμένων τη 15^η ημέρα και παρθένων θηλυκών δεν διέφερε σημαντικά ($P > 0.05$).

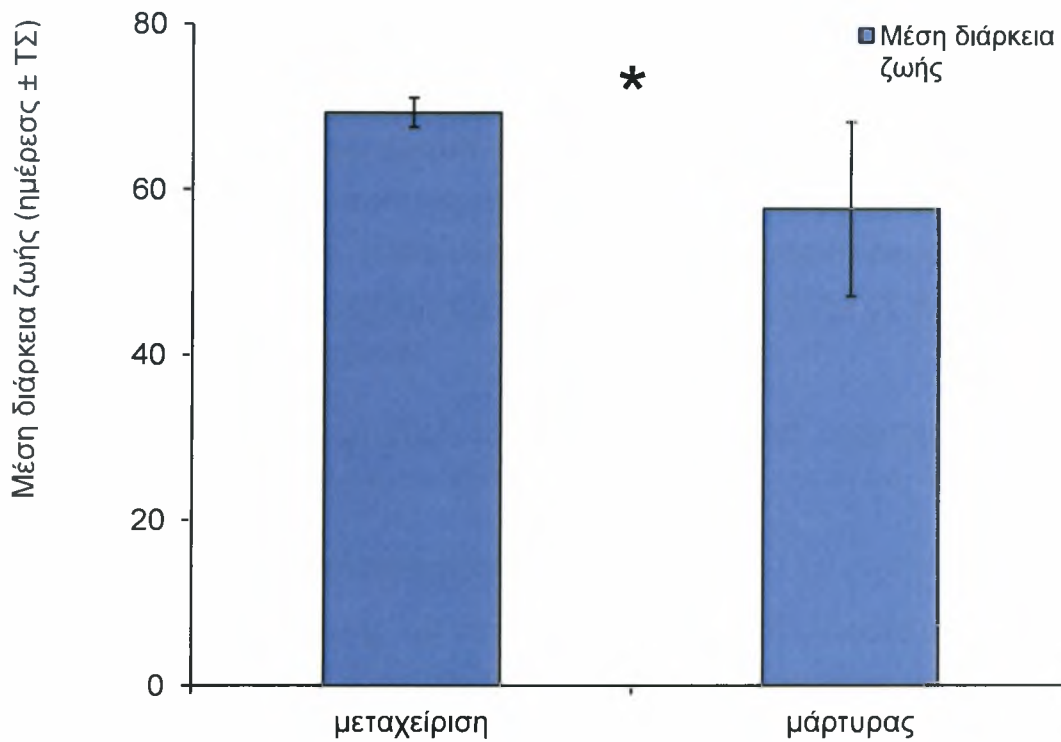
Στο Διάγραμμα 5 δίνεται η μέση διάρκεια ζωής των θηλυκών που συζεύχθηκαν την 40^η ημέρα και των θηλυκών του μάρτυρα. Τα θηλυκά που τρέφονταν μόνο με ζάχαρη και συζεύχθηκαν σε προχωρημένη ηλικία (40 ημερών) έζησαν σημαντικά περισσότερο (69,3 ημέρες) σε σχέση με τα παρθένα θηλυκά (57,6 ημέρες) ($t\text{-test} = 3.607, df = 1, P = 0.05$).

Πίνακας 3: Αριθμός ατόμων N, μέσος όρος αυγών/θηλυκό, αυγά πριν τη σύζευξη και αυγά μετά τη σύζευξη των μεταχειρήσεων και του μάρτυρα .

	Αριθμός ατόμων N	Μέσος όρος αυγών /θηλυκό	Αυγά πριν τη σύζευξη	Αυγά μετά τη σύζευξη
Μάρτυρας 15	29	11,9±2,16	2,7±0,49	9,1±1,66
Μάρτυρας 40	23	17,1±3,12	15,5±2,83	1,6±0,28
15 ημέρες	33	12,3±2,71	1,87±0,84	10,4±2,29
40 ημέρες	69	20,5±2,17	16,16±1,9	4,3±0,52



Διάγραμμα 4: Μέση διάρκεια ζωής των θηλικών του μάρτυρα και της μεταχείρισης της οποίας οι δοκιμές σύζευξης έγιναν την 15^η ημέρα της ζωής τους. Σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$).



Διάγραμμα 5: Μέση διάρκεια ζωής των θηλυκών του μάρτυρα και της μεταχείρισης της οποίας οι δοκιμές σύζευξης έγιναν την 40^η ημέρα της ζωής τους. Σημαντικές διαφορές ($P < 0,05$).

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Χαρακτηριστικά σύζευξης

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι: α) τα μεγαλύτερα σε ηλικία θηλυκά είναι περισσότερο δεκτικά για σύζευξη σε σχέση με τα νεαρά θηλυκά, β) τα νεαρά θηλυκά έχουν μεγαλύτερη διάρκεια σύζευξης σε σχέση με τα μεγαλύτερης ηλικίας θηλυκά, γ) τα νεαρά θηλυκά καθυστέρησαν περισσότερο μέχρι να αποδεχτούν κάποιο αρσενικό και να ξεκινήσουν τη σύζευξη σε σχέση με τα μεγαλύτερης ηλικίας θηλυκά.

Επομένως, η ηλικία επέδρασε στα χαρακτηριστικά σύζευξης θηλυκών που τρέφονταν με ζάχαρη.

2. Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Η μέση διάρκεια ζωής των παρθένων θηλυκών ήταν ελάχιστα μεγαλύτερη από τη μέση διάρκεια ζωής των θηλυκών που συζεύχθηκαν σε νεαρή ηλικία (15^η ημέρα). Τα θηλυκά που τρέφονταν σε ζάχαρη και που συζεύχθηκαν σε μεγαλύτερη ηλικία (40^η ημέρα) έζησαν περισσότερο σε σχέση με τα θηλυκά του μάρτυρα. Υπήρξε ελαφρώς μεγαλύτερη ωοπαραγωγή στα συζευγμένα θηλυκά σε σχέση με την ωοπαραγωγή του μάρτυρα. Παρόλο που δεν διέφεραν σημαντικά οι ωοτοκίες συζευγμένων και μη συζευγμένων θηλυκών σε κάθε ηλικία, η σύζευξη σε προχωρημένη ηλικία αύξησε σε μικρό ποσοστό την ωοπαραγωγή.

Επομένως, η ηλικία σύζευξης διαφοροποιεί τη διάρκεια ζωής των θηλυκών αλλά δεν διαφοροποιεί σημαντικά την ωοπαραγωγή των θηλυκών.

Βιβλιογραφία

- Anjos-Duarte, C. S., A. M. Costa, and I. S. Joachim-Bravo. 2011.** Influence of Female Age on Variation of Mate Choice Behavior in Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Behavior* 24: 11-21.
- Arita, L. H., and K. Y. Kaneshiro. 1985.** The dynamics of the lek system and mating success in males of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann), *Proceedings, Hawallan Entomological Society*. 25: 39-48.
- Arita, L. H., and K. Y. Kaneshiro. 1986.** Structure and function of the rectal epithelium and anl glands during mating behavior in the Mediterranean fruit fly male, *Hawallan Entomological Society*. 26: 27-30.
- Bonizzoni M., B.I. Katsoyannos, R. Marguerie, C. R. Guglielmino, G. Gasperi, A. Malacrida, and T. Chapman. 2002.** Microsatellite analysis reveals remating by wild Mediterranean fruit fly females, *Ceratitidis capitata*. *Mol. Ecol.* 11: 1915-1921.
- Briceno, R. D., D. Ramos and W. G. Eberhard. 1996.** Courtship behavior of male *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in captivity. *Florida Entomologist* 79: 130-143.
- Carey, J.R. 2001.** *Insect Biodemography*, *Ann. Rev. Entomol.* 46: 97-98
- Chapman, T., L. F. Liddle, J. M. Kalb, M. F. Wolfner, and L. Partridge. 1995.** Cost of Mating in *Drosophila-Melanogaster* Females Is Mediated by Male Accessory-Gland Products. *Nature* 373: 241-244.
- Cole T. J., S. B. Ramaswamy, A. Srinivasan, and S. Dorn 2002.** Juvenile hormone catabolism and oviposition in the codling moth, *Cydia pomonella*, as functions of age, mating status, and hormone treatment. *Arch. Insect. Biochem. Physiol.* 49: 10-21.
- Diamantidis, A. D., J.R. Carey, and N. T. Papadopoulos. 2008.** Life-history evolution of an invasive tephritid, *J. Appl. Entomol.* 132: 698-699.

- Eberhard W. G., and F. Pereira. 1993.** Functions of the male genitalic surstyli in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera:Tephritidae). J. Kansas. Entomo. Soc. 66: 427-433.
- Feron, M. 1962.** L'instinct de reproduction chez la mouche Mediterranean des fruits *Ceratitidis capitata* Weid. (Dipt. Trypetidae). Comportment sexuelle. Comportment de ponte. Rev. Path. Veg. Entomol. Agri. Fr. 41: 1-129.
- Jordão, A.L., O. Nakano, and V. Janeiro. 2010.** Adult carbohydrate feeding affects reproduction of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), In Ecology, behavior and bionomics, *Edited by Kleber Del Claro – UFU* (page : 315-318).
- Katsoyannos, P. 1996.** Integrated Pest Management for Citrus in Northern Mediterranean Countries. Benaki Phytopathological Institute. Athens, Greece.
- Kouloussis, N. A., B. I. Katsoyannos, N. T. Papadopoulos, C. S. Ioannou and I. V. Iliadis. 2013.** Enhanced mating competitiveness of *Ceratitidis capitata* males following exposure to citrus compounds. Journal of Applied Entomology (in press).
- Landlot, P. J., and T. W. Phillips, 1997.** Host plant influences on sex pheromone behavior of phytophagous insects. Annual Review of Entomology 42: 371-391.
- Light, D. M. and E. B. Jang. 1996.** Plant volatiles evoke and modulate Tephritid behavior pp.123-133. In: B. A. McPherson & G. J. Steck (eds, Fruit Fly Pests: A World Assessment of their biology and Managemant. St. Lucie Press, USA.
- Mithcell, A. C., and S. H. Saul. 1990.** Current control methods for the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* , and their application in the USA . REn. Agric. Entomol. 78: 923-940.
- Papadopoulos, N. T., J. R. Carey, B. I. Katsoyannos, and N. A. Kouloussis. 1996.** Overwintering of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in northern Greece. Ann. Entomol. Soc. Amer. 89: 526-534.

- Papadopoulos, N. T., B. I. Katsoyannos, N. A. Kouloussis, J. R. Carey H.-G. Müller and Y. Zhang. 2003.** High sexual signalling rates of young individuals predict extended lifespan in male Mediterranean fruit flies, *Oecologia* 138: 131,132
- Papadopoulos, N. T., N. A. Kouloussis, and B. I. Katsoyannos. 2006.** Effect of plant chemicals on the behavior of the Mediterranean fruit fly. Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance , Salvador, Brazil.
- Papadopoulos, N. T., T. E. Shelly, N. Niyazi, and E. Jang. 2006.** Olfactory and behavioral mechanisms underlying enhanced mating competitiveness following exposure to ginger root oil and orange oil in males of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). In *Journal of Insect Behavior*. 19: 403-418
- Papanastasiou, S. A., A. D. Diamantidis, C. T. Nakas, J. R. Carey, and N. T. Papadopoulos. 2011.** Dual reproductive cost of aging in male medflies: Dramatic decrease in mating competitiveness and gradual reduction in mating performance. *Journal of Insect Physiology* 57: 1368-1374.
- Parra, J. R. P., P. Milano, F. L. Cõnsoli, N. G. Zerio, and M. L. Haddad 1999.** Efeito da nutrição de adultos e da umidadena fecundada de de *Diatrae asaccharalis* (Fabr.) (Lepidoptera: Crambidae). *An Soc. Entomol. Brasil* 28: 49-57.
- Prokopy, R., J. Hendrichs. 1979.** Mating behavior of *Ceratitidis capitata* in a field-caged host tree. *Annals of the Entomological Society of America* 72: 642-648.
- Romeis J, and F. L. Wacker 2002.** Nutritional suitability of individual carbohydrates and amino acids for adult *Pieris brassicae*. *Physiol. Entomol.* 27: 1341-1348.

- Smagge G, and D.Degheele 1994.** Action of the nonsteroidal ecdysteroid mimic RH 5849 on larval development and adult reproduction of insects of different orders. *Invertebr. Reprod Dev.* 25: 227-236.
- Thornhill, R., and J. Alcock. 1983.** The evolution of insect mating systems. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Vargas, R. I., R. J. Prokopy, J. J. Duan, C. Albrecht, and Q. X. Li. 1997.** Captures of wild Mediterranean and oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Jackson and McPhail traps baited with coffee juice. *Journal of Economic Entomology* 90: 165-169.
- Warburg M. S., B. Yuval. 1997.** Effects of energetic reserves on behavioral patterns of Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Oecologia* 112: 314–319.
- White, I. M., and M. Elson-Harris. 1992.** Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Whittier, T. S., F.Y. Nam, T. E. Shelly, and K.Y. Kaneshiro. 1994.** Male courtship success and female discrimination in the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Insect Behavior* 7: 159-170.
- Yuval, B., R. Kaspi, S. A. Field, S. Blay, and P. Taylor. 2002.** Effects of post-teneral nutrition on reproductive success of male Mediterranean fruit flies (Diptera :Tephritidae). *Florida Entomologist* 85: 165-170.
- Βασιλακάκης, Μ., και Ι. Θεριός, 2006.** Μαθήματα Ειδικής Δενδροκομίας-Εσπεριδοειδή. Γαρταγάνης, Θεσσαλονίκη.
- Οικονόμου, Α. 2006.** Ανάλυση φυσικών πληθυσμών της μεσογειακής μύγας *Ceratitis capitata* – διερεύνηση της σχέσης γενοτύπου και των ξενιστών της με τη χρήση μικροδορυφορικών δεικτών. Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Πάτρας, Πάτρα 1-93.
- Πελεκάσης Κ., 1991.** Μαθήματα Γεωργικής Εντομολογίας, 1^{ος} τόμος Ειδική Εντομολογία . Α.Γ.Σ.Α.
- Τζανακάκης, Μ. Ε., και Β. Ι. Κατσόγιαννος. 2003.** Έντομα Καρποφόρων δέντρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ:213-219.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.**
http://www.minaagric.gr/syspest/syspest_bycat_byactive.aspx.

Φωτογραφία εξωφύλλου:

<http://kids.britannica.com/comptons/art-150978/Mediterranean-fruit-fly?&articleTvpeld=31>

Ηλεκτρονική πηγή 1:

http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=143196

Ηλεκτρονική πηγή 2:

http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/mediterranean_fruit_fly.htm

Ηλεκτρονική πηγή 3:

http://www.treknature.com/gallery/South_America/Brazil/photo185532.htm

Ηλεκτρονική πηγή 4:

<http://flickrhivemind.net/Tags/capitata.ceratitis/Timeline>

Ηλεκτρονική πηγή 5:

<http://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=5193030>

Ηλεκτρονική πηγή 6:

<http://flickrhivemind.net/Tags/capitata.ceratitis/Timeline>

Ηλεκτρονική πηγή 7:

<http://www.amentsoc.org/insects/glossary/terms/puparium>

Ηλεκτρονική πηγή 8:

<http://www.organicgardeninfo.com/mediterranean-fruit-fly.html>

Ηλεκτρονική πηγή 9:

<http://www.inra.fr/hvppz/IMAGES/7031147.jpg>

Ηλεκτρονική πηγή 10:

<http://www.inra.fr/hvppz/IMAGES/7031149.jpg>

Ηλεκτρονική πηγή 11:

<http://www.inra.fr/hvppz/IMAGES/7031143.jpg>

Ηλεκτρονική πηγή 12:

<http://www.invasive.org/images/384x256/1316099.jpg>

Ηλεκτρονική πηγή 13: http://3.bp.blogspot.com/-PJT5llq-ub8/TfthFIGoV-I/AAAAAAAAAx0/3iFY7_qcfA0/s320/SL553459.JPG

Ηλεκτρονική πηγή 14: <http://www.africamuseum.be/fruitfly/images/TRAP1.jpg>

Ηλεκτρονική πηγή 15:

http://www.google.gr/search?q=papadopoulos+et+al.+1996&bav=on.2.or.r_qf.&bvm=bv.47244034.d.Yms&biw=1366&bih=667&um=1&ie=UTF-8&hl=en&tbm=isch&source=og&sa=N&tab=wi&ei=-mSnUbrNO8n14QSznYHQDg#um=1&hl=en&tbm=isch&sa=1&q=med+fly+trap+ceratitis+capitata&oq=med+fly+trap+ceratitis+capitata&qs_l=img.3...24733.40202.6.40562.21.17.0.0.0.1.176.2205.1i16.17.0...0.0.0..1c.1.15.img.r867A_tlYKs&bav=on.2.or.r_qf.&bvm=bv.47244034.d.bGE&fb=82d81a61cc1bf101&biw=1366&bih=667&facrc= &imqrc=bz-a0WQ6hIEUVM%3A%3BP1o56aoBOuOXUM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.acgov.org%252Fcda%252Fawm%252Faqprograms%252Fimages%252Facksontrap.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.acgov.org%252Fcda%252Fawm%252Faqprograms%252Fpestdetection%252Fmedfruitfly.htm%3B239%3B158

Ηλεκτρονική πηγή 16:

<http://www.pestcontrolvietnam.net/news/35-an-organic-approach-to-pest-control-releasing-super-sexed-but-sterile-male-insects.html>

Ηλεκτρονική πηγή 17:

http://calphotos.berkeley.edu/cgi/img_query?enlarge=0000+0000+0311+1799



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000114996