



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επίδραση της τροφής των αρσενικών στην επιλογή σύζευξης και
επιβίωση και ωοπαραγωγή θηλυκών της μύγας της Μεσογείου
(*Ceratitis capitata*) που τρέφονταν με ζάχαρη**

ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΒΟΛΟΣ 2021

«Επίδραση της τροφής των αρσενικών στην επιλογή σύζευξης και επιβίωση και ωοπαραγωγή θηλυκών της μύγας της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*) που τρέφονται με ζάχαρη»

«Effect of male adult food on the mate choice, longevity and fecundity of females that feed on a sugar only diet»

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ) ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ (ΜΕΛΟΣ) ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΖΑΡΠΑΣ ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (ΜΕΛΟΣ) ΕΔΙΠ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	2
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΥΓΑΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ	3
1.2. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑ	3
1.3. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	5
1.4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	5
1.5. ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΕΝΤΟΜΟΥ	9
1.6. ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ.....	11
1.6.1. ΖΗΜΙΕΣ	12
1.7. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ.....	14
1.7.1. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ.....	14
1.7.2. ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	15
1.8. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	17
1.8.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΟΔΩΝ ΕΚΚΡΙΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΣΠΕΡΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ	18
1.9. ΣΚΟΠΟΣ.....	19
2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ	20
2. 1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ	20
2. 2. ΕΝΤΟΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	21
2. 3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ- ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	21
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	28
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	36
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	38

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ- ΠΙΝΑΚΩΝ

Εικόνα 1.1: Παγκόσμιος χάρτης εξάπλωσης της μύγας της Μεσογείου (Ηλ. πηγή 2, τροποποιημένο)	4
Εικόνα 1.2: Πτέρυγες θηλυκού του <i>C. capitata</i> με τις εγκάρσιες καστανοκίτρινες ζώνες και κηλίδες.....	6
Εικόνα 1.3: Κάτοψη θηλυκού του <i>C. capitata</i> όπου διακρίνεται ο χρωματισμός της κοιλιακής επιφάνειας και ο εξέχων ωοθέτης.....	6
Εικόνα 1.4: Αρσενικό του είδους <i>C. capitata</i> όπου διακρίνονται στη κεφαλή τα δύο έμμιχα ροπαλοειδή εξαρτήματα και ο μύθος με τις ανοιχτόχρωμες κηλίδες	7
Εικόνα 1.5: Αυγά του <i>C. capitata</i> με το χαρακτηριστικό ελλειψοειδές σχήμα (Ηλ. πηγή 3).....	7
Εικόνα 1.6: Προνύμφες του <i>C. capitata</i> (Ηλ. πηγή 4)	8
Εικόνα 1.7: Νύμφες του <i>C. capitata</i>	8
Εικόνα 1.8: Βιολογικός κύκλος της μύγας της Μεσογείου και προτεινόμενες μέθοδοι καταπολέμησης ανά εποχή (Ηλ. πηγή 5, τροποποιημένο).....	10
Εικόνα 1.9: Ζημία του <i>C. capitata</i> σε μάνγκο (Ηλ. πηγή 6)	13
Εικόνα 1.10: Νύγματα ωοτοκίας σε λεμόνι από το <i>C. capitata</i> (Ηλ. πηγή 7)	13
Εικόνα 1.11: Παγίδα τύπου McPhail (Ηλ. πηγή 8)	15
Εικόνα 1.12: Παγίδα τύπου Jackson (Ηλ. πηγή 9)	16
Εικόνα 1.13: Θηλυκό και αρσενικό άτομο του <i>C. capitata</i> κατά τη σύζευξη (Ηλ. πηγή 10)	18
Εικόνα 2.1: Το εντομοδωμάτιο 4 στο οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα.....	20
Εικόνα 2.2: Τρυβλίο Petri με προνύμφες της μύγας της Μεσογείου σε βαμβάκι με τροφή	22
Εικόνα 2.3: Κιβώτιο με άμμο για τη νύμφωση των προνυμφών της μύγας της Μεσογείου	23
Εικόνα 2.4: Κλουβιά ενήλικων αρσενικών της μύγας της Μεσογείου	23
Εικόνα 2.5: Κλουβιά ενήλικων θηλυκών της μύγας της Μεσογείου	24
Εικόνα 2.6: Ατομικό κλουβί ενήλικου θηλυκού της μύγας της Μεσογείου που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα αυγών.....	24
Εικόνα 2.7: Τεχνητό υπόστρωμα ωοτοκίας (dome) στο οποίο διακρίνονται αυγά του θηλυκού του <i>C. capitata</i>	25
Εικόνα 2.8: Τρυβλίο Petri με μαύρο διηθητικό χαρτί όπου μεταφέρονταν τα αυγά και γίνονταν οι πειραματικές μετρήσεις.....	26
Εικόνα 2.9: Το στερεοσκόπιο που χρησιμοποιούνταν για τη καταμέτρηση και εκκολασιμότητα των αυγών που παράγονταν από τα θηλυκά άτομα του <i>C. capitata</i>	27
Διάγραμμα 3.1: Χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης θηλυκών της μύγας της Μεσογείου με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη.....	28
Διάγραμμα 3.2: Μέση διάρκεια σύζευξης θηλυκών της μύγας της Μεσογείου με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη	29
Διάγραμμα 3.3: Μέσος συνολικός αριθμός αυγών ανά θηλυκό της μύγας της Μεσογείου στη διάρκεια ζωής του, που συζεύχθηκε με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη.....	30
Διάγραμμα 3.4: Πραγματικές τιμές και κυλιόμενος μέσος όρος 5 ημερών, του μέσου αριθμού αυγών σε σχέση με την ηλικία των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη	31

Διάγραμμα 3.5: Πραγματικές τιμές του ποσοστού εκκολαψιμότητας αυγών σε σχέση με την ηλικία των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου, που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη	32
Διάγραμμα 3.6: Μέση εκκόλαψη αυγών που ωοτοκήθηκαν από θηλυκά της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη	33
Διάγραμμα 3.7: Μέση επιβίωση σε ημέρες θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη	34
Διάγραμμα 3.8: Καμπύλες επιβίωσης των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη	35
Πίνακας 3.1: Μέσος χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης, διάρκεια σύζευξης και τυπικά σφάλματα θηλυκών της μύγας Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη.....	29
Πίνακας 3.2: Μέση διάρκεια ζωής, μέσος αριθμός αυγών και τυπικά σφάλματα θηλυκών της μύγας Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη	31
Πίνακας 3.3: Σύγκριση των μέσων όρων του χρόνου έως την έναρξη σύζευξης, της διάρκειας σύζευξης, της μέσης ωοπαραγωγής και της μέσης επιβίωσης με το κριτήριο ανεξάρτητων δειγμάτων (independent samples t- test), μεταξύ θηλυκών που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και θηλυκών που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και πρωτεΐνη.....	35

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μύγα της Μεσογείου *C. capitata* (Wiedemann), ανήκει στην οικογένεια των Tephritidae, και αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς εχθρούς των φρούτων παγκοσμίως. Η μεγάλη εξάπλωσή της παγκοσμίως, καθώς και ο μεγάλος αριθμός ξενιστών ως πολυφάγο έντομο, καθιστά τις οικονομικές ζημιές τεράστιες. Ο συνδυασμός ευνοϊκών συνθηκών θερμοκρασίας με τον μεγάλο αριθμό γενεών ανά έτος δύναται να προκαλέσει μεγάλης έκτασης ζημιές. Αυτό επιβάλλει την εφαρμογή ενός σωστού και συστηματικού σχεδίου αντιμετώπισης, που περιλαμβάνει φυσικές, βιολογικές και χημικές μεθόδους.

Η διατροφή αρσενικών και θηλυκών της μύγας της Μεσογείου από μελέτες έχει παρατηρηθεί να επηρεάζει καθολικά τη συμπεριφορά τους. Στην παρούσα εργασία, τα θηλυκά της μύγας της Μεσογείου διατηρήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους σε φτωχό διατροφικό περιβάλλον (ζάχαρη). Τα αρσενικά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, όπου η πρώτη για 15 ημέρες τράφηκε με ζάχαρη και πρωτεΐνη, ενώ η δεύτερη αποκλειστικά με ζάχαρη. Την 15^η ημέρα διενεργήθηκε η σύζευξη όπου τοποθετήθηκαν από δύο αρσενικά σε κάθε κλουβί θηλυκού της μύγας της Μεσογείου. Με την ολοκλήρωση της σύζευξης, καταγράφηκαν μετρήσεις για τον χρόνο έως την έναρξη της σύζευξης, τη διάρκεια της σύζευξης, την ωοπαραγωγή και εκκόλαψη, καθώς και για τη διάρκεια ζωής των θηλυκών ατόμων.

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι θηλυκά που είχαν συζευχθεί με αρσενικά τρεφόμενα με ζάχαρη είχαν αυξημένη ωοπαραγωγή σε σχέση με εκείνα που είχαν συζευχθεί με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και πρωτεΐνη. Ο χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης και η διάρκεια της σύζευξης δεν είχαν σημαντικές διαφορές για τα θηλυκά που είχαν συζευχθεί και με τις δύο ομάδες αρσενικών. Επιπλέον, η εκκολαψιμότητα, καθώς η διάρκεια ζωής των ενήλικων δεν παρουσίασε αξιοσημείωτες διαφορές για τα θηλυκά που είχαν συζευχθεί με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη.

ABSTRACT

The Mediterranean fruit fly *C. capitata* (Wiedemann), belongs to the family of Tephritidae, and is one of the most important pests of fruit in the world. Its large worldwide spread, as well as the large number of hosts, makes the economic damage of the pest enormous. The combination of suitable temperatures with the large number of generations per year can cause extensive damage. This requires the implementation of a proper and systematic control plan, including natural, biological, and chemical methods.

The diet of both sexes of the Mediterranean fruit fly from studies has been observed to have a universal influence on their behavior of the species. In this thesis, Mediterranean fruit fly females were kept throughout their lives in a nutritionally poor environment with only sugar available. The males were divided into two groups where the first for 15 days was fed with sugar and protein, while the second was exclusively fed with sugar. On the 15th day the copulation took place, where two males were transferred to each female cage. After the copulation ended, the time until the start of the copulation, the duration of copulation, fecundity, hatchability, and the lifespan of females were recorded.

The results of the work showed that females who had been paired with sugar-fed males had increased egg production compared to those paired with males fed with sugar and protein. The time until the start of copulation and the duration of it had no significant differences for females who had been paired with both groups of males. In addition, hatchability and the lifespan of female adults did not show noticeable differences for females who had been paired with males fed either sugar or sugar and protein.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΜΥΓΑΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Η μύγα της Μεσογείου, *Ceratitis capitata* (Wiedemann), είναι ολομετάβολο, πολυκυκλικό έντομο και ανήκει στην οικογένεια Tephritidae. Από τα 65 είδη του γένους *Ceratitis*, το *C. capitata* είναι το πιο γνωστό και ευρέως διαδεδομένο σε σχέση με τα υπόλοιπα. Εντοπίζεται σε τροπικά και εύκρατα κλίματα, είναι εξαιρετικά πολυφάγο, και θεωρείται από τους πιο σημαντικούς εχθρούς της παγκόσμιας παραγωγής φρούτων. Παρακάτω ακολουθεί η συστηματική ταξινόμηση:

Συστηματική ταξινόμηση του *C. capitata*

Βασίλειο: Animalia

Φύλο: Arthropoda

Ομοταξία: Insecta

Τάξη: Diptera

Υποτάξη: Brachycera

Οικογένεια: Tephritidae

Γένος: *Ceratitis*

Είδος: *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)

(Ηλ. πηγή 1)

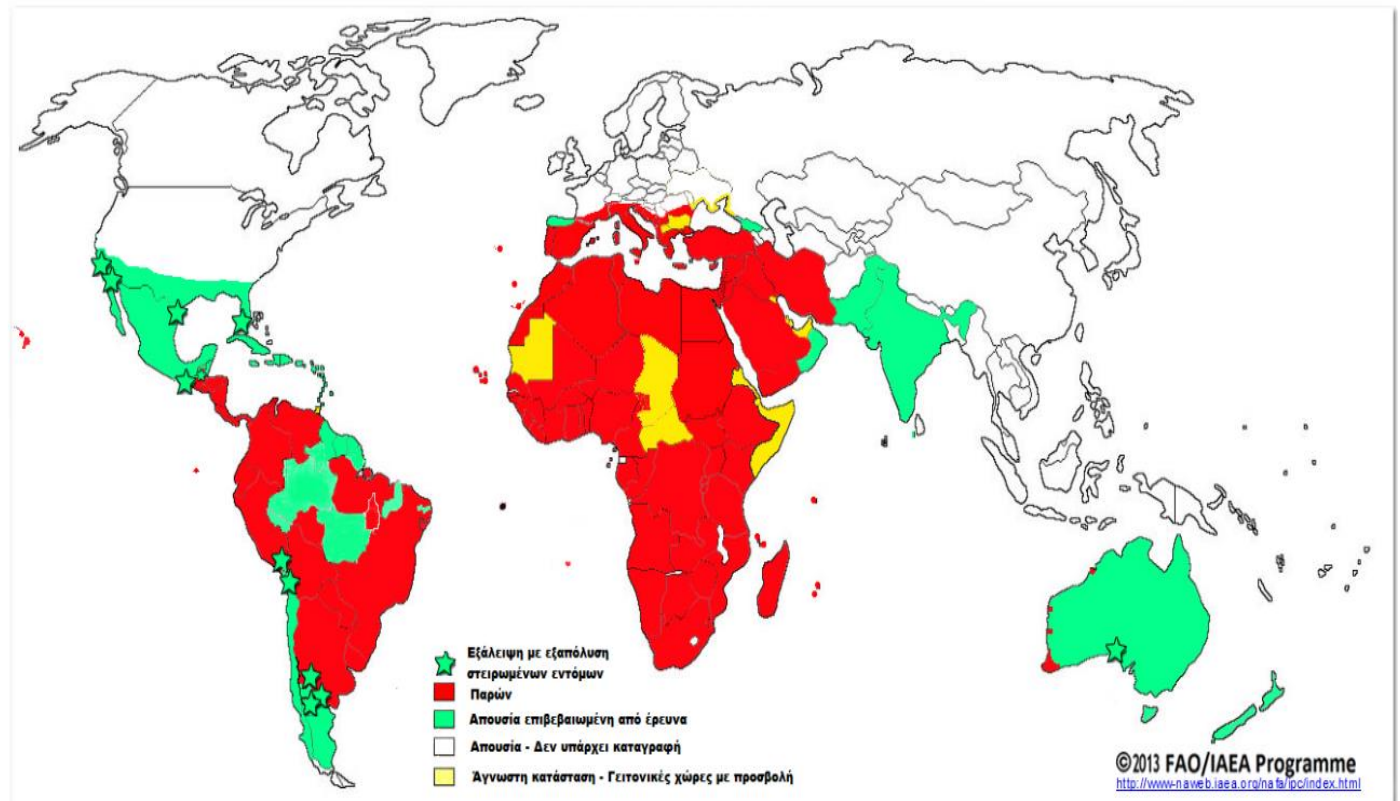
1.2. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑ

Τόπος προέλευσης της μύγας της Μεσογείου είναι η υποσαχάρια Αφρική. Το είδος εξαπλώθηκε παγκοσμίως μέσω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Πρόσφατα στοιχεία από έρευνες υποδεικνύουν πως το είδος προέρχεται από την ανατολική Αφρική, και από εκεί ξεκίνησε την εξάπλωση του (De Meyer *et al.*, 2002). Μοριακά στοιχεία που έχουν προκύψει, θέλουν την δυτική Αφρική σαν περιοχή καταγωγής, καθώς υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλία μιτοχονδριακού DNA (De Meyer *et al.*, 2002). Πιστεύεται πως το *C. capitata* εισέβαλλε στη λεκάνη της Μεσογείου από τη κοιλάδα του Νείλου, και ακολούθησε τα παράκτια της μέσης Ανατολής. Η άλλη υπόθεση είναι ότι έφτασε στην Ισπανία από τα παράλια της βορειοδυτικής Αφρικής και του Γιβραλτάρ, όπου

εντοπίστηκε για πρώτη φορά το 1850 και από εκεί έφτασε στην λατινική Αμερική (Paradopoulos, 2008).

Περιοχές του πλανήτη που βρίσκονται μεταξύ 45° βόρειου και 45° νότιου γεωγραφικού πλάτους, είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη του εντόμου. Το είδος *C. capitata* ενδημεί στο βόρειο ημισφαίριο σε γεωγραφικό πλάτος 41° μοιρών και κάτω (Paradopoulos, 2008). Εξαιτίας της ικανότητας του να αναπτύσσεται σε μεγάλο εύρος συνθηκών, το είδος έχει εξαπλωθεί παγκοσμίως και εντοπίζεται σε χώρες της Ευρώπης, της Αφρικής, της κεντρικής και νοτίου Αμερικής, της μέσης Ανατολής, της Ασίας, σε νησιά του Ατλαντικού και Ειρηνικού ωκεανού, καθώς και σε περιοχές της Αυστραλίας (εικόνα 1.1). Επίσης, έχει εισβάλλει στη βόρεια Αμερική όπου και έχουν εφαρμοστεί προγράμματα για την εξάλειψη του στο παρελθόν. Στη χώρα μας απαντάται από την Κρήτη έως και τη βόρεια Ελλάδα (Τζανακάκης και Κατσόγιαννος, 2003).

Παγκόσμια εξάπλωση της μύγας της Μεσογείου - *Ceratitis capitata* (Wiedemann)



Εικόνα 1.1: Παγκόσμιος χάρτης εξάπλωσης της μύγας της Μεσογείου (Ηλ. πηγή 2, τροποποιημένο)

1.3. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του *C. capitata* ποικίλουν ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος που αναπτύσσεται ο πληθυσμός τους, και την τροφή που είναι διαθέσιμη. Σε εργαστηριακές μελέτες των Papadopoulos *et al.*, (2002), μελετήθηκε άγριος πληθυσμός μύγας της Μεσογείου που συλλέχτηκε από μήλα στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η ανάπτυξη των ανώριμων σταδίων σε μήλα ‘Golden Delicious’ διήρκησε σχεδόν 1 μήνα. Περίπου το 33% των αυγών έφτασε το στάδιο ανάπτυξης του ενηλικού. Περισσότερο από 80% των θηλυκών ήταν αναπαραγωγικά ώριμα την 10^η μέρα ηλικίας του, και πάνω από 80% αυτών συζεύχθηκαν την 15^η μέρα. Το προσδόκιμο ζωής των αρσενικών από τη στιγμή της εξόδου από το νυμφικό περίβλημα ήταν 10 μέρες μεγαλύτερο από ότι των θηλυκών. Τα θηλυκά εναπόθεταν καθημερινά περίπου 11 αυγά και η μέση ωοπαραγωγή ήταν 562 αυγά. Καθημερινά, ο ρυθμός ανάπτυξης του πληθυσμού ήταν 8% και η μέση διάρκεια κάθε γενιάς 53 ημέρες (Papadopoulos *et al.*, 2002).

1.4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα ενήλικα άτομα έχουν μήκος 4-6 mm, πλάτος 1,2-2 mm και χαρακτηριστικό χρωματισμό με μαύρες, καστανές και κίτρινες κηλίδες στο θώρακα και στις πτέρυγες. Η κεφαλή είναι κίτρινη, πιο σκούρα ανάμεσα στις βάσεις των κεραιών, οι οποίες είναι καστανέρυθρες και με μαύρες τρίχες ανάμεσα στους σύνθετους λαμπερούς οφθαλμούς. Ο θώρακας είναι στα νώτα μαύρος με ανοιχτόχρωμες κηλίδες και στη κοιλιακή του επιφάνεια κίτρινος. Οι πτέρυγες έχουν μήκος 4,5 mm, είναι γενικά διαφανείς και έχουν εγκάρσιες μαύρες, καστανές και κίτρινες ζώνες και κηλίδες (Εικόνα 1.2). Όταν βαδίζει ή στέκεται, το ενήλικο κρατά τις πτέρυγες μισάνοιχτες και με κλίση προς το υπόστρωμα. Τα πόδια είναι κιτρινέρυθρα, και οι οπίσθιες κνήμες έχουν κίτρινες και σκληρές τρίχες. Η κοιλιά έχει πορτοκαλοκίτρινη απόχρωση με δύο καστανέρυθρες εγκάρσιες ζώνες και πολλά λεπτά στίγματα. Το μήκος της κοιλιάς του θηλυκού είναι λίγο μεγαλύτερο από το πλάτος της. Ο εξέχων ωοθέτης έχει μήκος 0,9-1,3 mm, είναι κιτρινέρυθρος και προς την άκρη καστανός (Εικόνα 1.3). Το αρσενικό έχει στο μέτωπο δύο έμμισχα ροπαλοειδή εξαρτήματα που βοηθάνε στο διαχωρισμό από το άλλο φύλο (Εικόνα 1.4) (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Τα αυγά είναι λευκά και λεία, έχουν ελλειψοειδές σχήμα, με μήκος 0,9-1,1 mm και πλάτος 0,2 mm (Εικόνα 1.5). Οι προνύμφες του είδους είναι ακέφαλες και άποδες, πιο στενές στο πρόσθιο τμήμα και σχεδόν κυλινδρικές στο οπίσθιο και διαθέτουν κεφαλοφαρρυγγικό άγκιστρο ως στοματικά μόρια. Το χρώμα τους είναι λευκό με κίτρινο, με μήκος 7-9 mm και πλάτος 1,5-2 mm

(Εικόνα 1.6). Οι νύμφες έχουν ελλειψοειδές σχήμα και το χρώμα τους είναι από ανοιχτό έως σκοτεινό καστανό. Έχουν μήκος 4-4,5 mm και πλάτος 2-2,5 mm (Εικόνα 1.7).



Εικόνα 1.2: Πτέρυγες θηλυκού του *C. capitata* με τις εγκάρσιες καστανοκίτρινες ζώνες και κηλίδες



Εικόνα 1.3: Κάτοψη θηλυκού του *C. capitata* όπου διακρίνεται ο χρωματισμός της κοιλιακής επιφάνειας και ο εξέχων ωοθέτης



Εικόνα 1.4: Αρσενικό του είδους *C. capitata* όπου διακρίνονται στη κεφαλή τα δύο έμμισχα ροπαλοειδή εξαρτήματα και ο μαύρος θώρακας με τις ανοιχτόχρωμες κηλίδες



Εικόνα 1.5: Αυγά του *C. capitata* με το χαρακτηριστικό ελλειψοειδές σχήμα (Ηλ. πηγή 3)



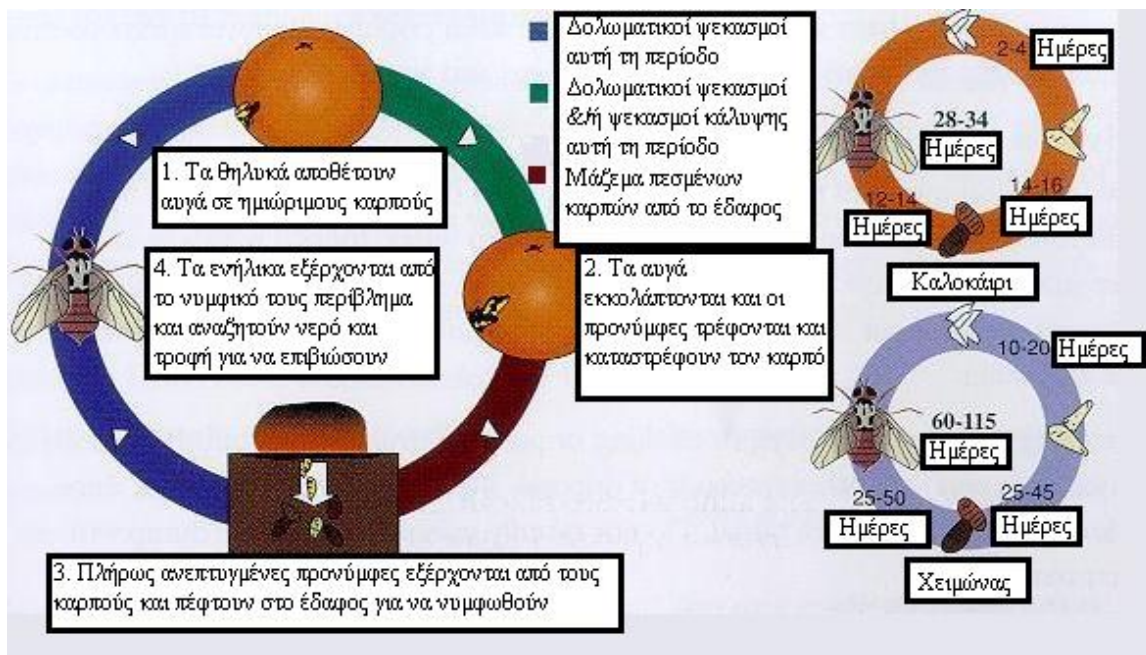
Εικόνα 1.6: Προνύμφες του *C. capitata* (Ηλ. πηγή 4)



Εικόνα 1.7: Νύμφες του *C. capitata*

1.5. ΒΙΟΛΟΓΙΑ ENTOMOY

Στην Ελλάδα η μύγα της Μεσογείου έχει 3 με 7 γενεές ανά έτος, αριθμός που εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες και τη περιοχή (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου τους καλοκαιρινούς μήνες κυμαίνεται μεταξύ 21 και 30 ημερών (εικόνα 1.8). Με την αύξηση της θερμοκρασίας την άνοιξη, εξέρχονται τα ενήλικα από το έδαφος. Η ενήλικη μορφή ξεκινάει να δραστηριοποιείται όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 12 °C. Το έντομο διαχειμάζει ως νύμφη μέσα στο έδαφος, ή ως προνύμφη προστατευμένη μέσα στους καρπούς που έχουν μείνει πάνω στο δένδρο, ή έχουν πέσει στο έδαφος. Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης που βρίσκεται η βορειότερη ζώνη εξάπλωσης του είδους στη χώρα μας, και οι χειμερινές θερμοκρασίες είναι χαμηλές, το *C. capitata* διαχειμάζει ως προνύμφη μέσα σε προσβεβλημένα μήλα (Papadopoulos *et al.*, 1996). Στην Κρήτη και σε παρόμοιες περιοχές όπου ο χειμώνας είναι ήπιος, η μύγα της Μεσογείου μπορεί να διαχειμάσει σε μικρούς πληθυσμούς ως ενήλικο (Μαυρικάκης και συνεργάτες 1997). Τα ενήλικα χρειάζεται να τραφούν με αζωτούχες και ζαχαρούχες ενώσεις υγρής μορφής όπως νέκταρ, και μελιτώδεις απεκκρίσεις κοκκοειδών για να αναπτυχθούν και να φτάσουν στο στάδιο της αναπαραγωγικής ωριμότητας. Αφού συζευχθούν, τα θηλυκά ανοίγουν μία οπή στο εξωκάρπιο του καρπού και τοποθετούν από 1-6 αυγά (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Κατά τη διάρκεια της ημέρας δύνανται να ωοτοκήσουν μέχρι και 22 αυγά και έως 800 καθ' όλη τη ζωή τους. Ο αριθμός των αυγών στα αναπαραγωγικά όργανα των θηλυκών δεν είναι ενδεικτικό για το πόσα μπορούν να ωοτοκήσουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους καθώς παράγουν συνεχώς καινούργια αυγά. Συνήθως, όταν σταματά η ωοτοκία των θηλυκών, αυτά πεθαίνουν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Σε θερμοκρασίες <16 °C σταματάνε να ωοτοκούν, εκτός αν εκτεθούν στο φως του ήλιου για αρκετές ώρες. Η ανάπτυξη των ανήλικων σταδίων της μύγας της Μεσογείου σταματάει όταν η θερμοκρασία είναι <10 °C. Όταν ο καιρός είναι ζεστός τα αυγά επωάζονται και οι προνύμφες εκκολάπτονται σε 1,5-3 ημέρες, ενώ όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές παρατείνουν σημαντικά τη διάρκεια αυτής της φάσης (Thomas *et al.*, 2007).



Εικόνα 1.8: Βιολογικός κύκλος της μύγας της Μεσογείου και προτεινόμενες μέθοδοι καταπολέμησης ανά εποχή (Ηλ. πηγή 5, τροποποιημένο)

Οι προνύμφες της μύγας της Μεσογείου χαρακτηρίζονται από 3 προνυμφικά στάδια. Σε μέση τιμή θερμοκρασίας 25-26 °C η ανάπτυξη της προνύμφης μπορεί να διαρκεί από 6 έως 10 μέρες, ενώ το είδος του ξενιστή και η κατάσταση του, δηλαδή η ωριμότητα του καρπού μπορεί να επηρεάσει τη διάρκεια του σταδίου ανάπτυξης (Thomas *et al.*, 2007). Κύριο κριτήριο για την επιλογή τροφής από τη προνύμφη είναι η θρεπτική αξία, ενώ η γεύση έχει σημασία μόνο εάν η διατροφή που επιλεγεί είναι πιο θρεπτική από τη προηγούμενη (Zucoloto, 1991). Σε εσπεριδοειδή όπως λεμόνια ή λάιμ, η προνύμφη χρειάζεται 14-26 μέρες για να νυμφωθεί, ενώ σε ροδάκινο η προνύμφη χρειάζεται 10-15 ημέρες (Thomas *et al.*, 2007). Στη συνέχεια, αφού τραφεί η προνύμφη αφήνει τον καρπό και πέφτει στο έδαφος για να νυμφωθεί σε μικρό βάθος (μέχρι 5 cm).

Το νυμφικό στάδιο διαρκεί 6-13 ημέρες όταν η μέση θερμοκρασία είναι 24,4-26,1 °C. Αν η μέση θερμοκρασία μειωθεί στους 20,6-21,7 °C, τότε μπορεί να αυξηθεί το νυμφικό στάδιο στις 19 ημέρες (Thomas *et al.*, 2007).

Τα ενήλικα έντομα εξέρχονται από το έδαφος σε μεγάλους αριθμούς όταν ο καιρός που επικρατεί είναι ζεστός. Όταν εξέρχονται από το νυμφικό τους περιβλήμα δεν είναι σεξουαλικά ώριμα. Τα

αρσενικά άτομα εκδηλώνουν σεξουαλική δραστηριότητα 4 ημέρες μετά την ενηλικίωση. Έχει παρατηρηθεί σύζευξη στις 5 ημέρες από την έξοδό τους. Όταν η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι 24,4-25,6 °C, ο μεγαλύτερος αριθμός των θηλυκών είναι έτοιμος να συζευχθεί στις 6-8 ημέρες από την ενηλικίωση τους. Σε υψηλές θερμοκρασίες η ωοτοκία των θηλυκών ξεκινάει την 4-5 ημέρα της ενήλικης ζωής. Αν η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι 20-22,2 °C χρειάζονται τουλάχιστον 10 ημέρες για την έναρξη της ωοτοκίας (Thomas *et al.*, 2007).

Από εργαστηριακά πειράματα βρέθηκε πως για την επιλογή της θέσης ωοτοκίας από τα θηλυκά παίζει ρόλο το χρώμα και η ένταση του φωτός που αντανακλούνταν (Katsoyannos *et al.*, 1986). Προτιμώμενο χρώμα από τα θηλυκά ήταν το μαύρο, το μπλε, και το κόκκινο, ενώ αντίθετα τα υποστρώματα ωοτοκίας με λευκό, και κίτρινο χρώμα δέχτηκαν το μικρότερο αριθμό επισκέψεων από τα θηλυκά.

1.6. ΞΕΝΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

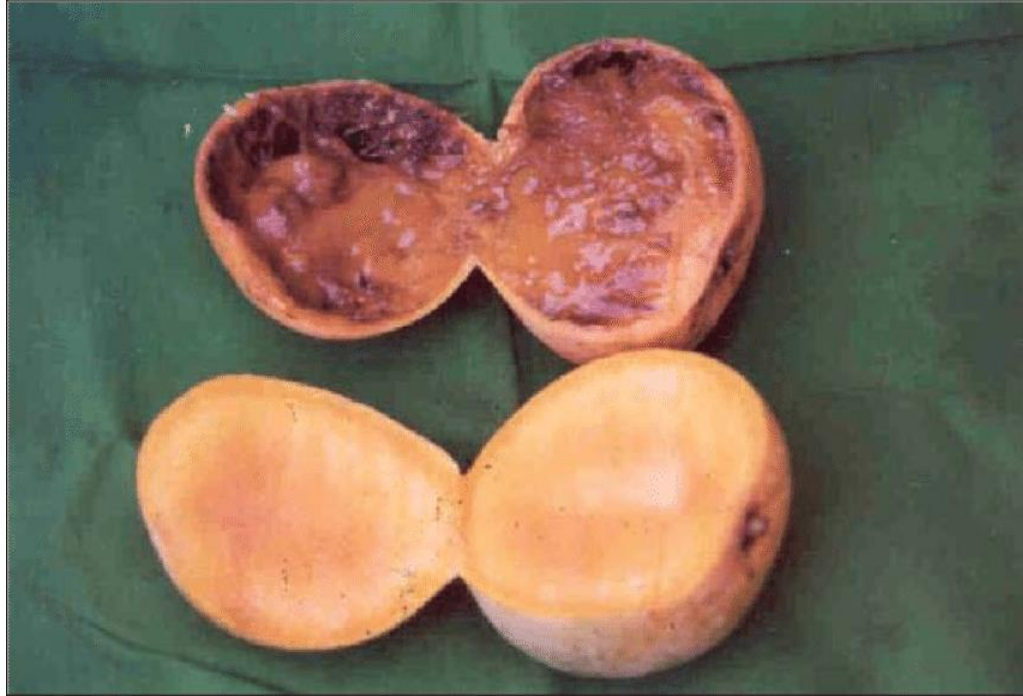
Παγκοσμίως, σαν ξενιστές του *C. capitata* έχουν αναφερθεί 353 είδη φυτών, τα οποία ανήκουν σε 65 οικογένειες. Ωστόσο, το 40% αυτών των ειδών ανήκουν σε 5 μόνο οικογένειες: Myrtaceae (6%), Rosaceae (10%), Rutaceae (9%), Sapotaceae (9%), και Solanaceae (6%) (Liquidó *et al.*, 1990). Σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές, είναι σημαντικός εχθρός καλλιεργειών καφέ (*Coffea arabica*), μάνγκο (*Manifera indica*), παπάγιας (*Carica papaya*), αβοκάντο (*Persea americana*), γκουάβα (*Psidium guajava*), καραμπόλας (*Averrhoa carambola*), πορτοκαλιού (*Citrus sinensis*), νερατζιού (*Citrus aurantium*), σύκου (*Ficus carica*), γκρέιφρουτ (*Citrus x paradisi*), μουσμουλιάς (*Eriobotrya japonica*), και λωτού (*Diospyros kaki*) (Papadopoulos, 2008). Στην χώρα μας, όπως και σε άλλες εύκρατες περιοχές, προσβάλλει και προκαλεί σοβαρές ζημιές σε εσπεριδοειδή, πυρηνόκαρπα και γιγαρτόκαρπα όπως αχλάδια (*Pyrus communis*), μήλα (*Malus domestica*), ροδάκινα (*Prunus persicae*), βερίκοκα (*Prunus armeniaca*) και άλλα φρούτα (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού ξενιστών, και την ικανότητα να προσβάλλει καλλιέργειες κάποιων ειδών έως και 100%, έχει καταταχθεί ως έντομο καραντίνας σε χώρες όπως οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία με αποτέλεσμα την απαγόρευση εισαγωγής προσβεβλημένων καρπών.

Για τη σωστή αντιμετώπιση της μύγας της Μεσογείου πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς ο πληθυσμός με παγίδες, και να γίνεται χρήση χημικών και βιολογικών σκευασμάτων. Όλα αυτά ανεβάζουν το κόστος παραγωγής για τον παραγωγό. Σε περιοχές του Ισραήλ, της Παλαιστίνης και της Ιορδανίας οι ζημιές που προκαλούνται από το *C. capitata* ανέρχονται στα 365 εκατομμύρια

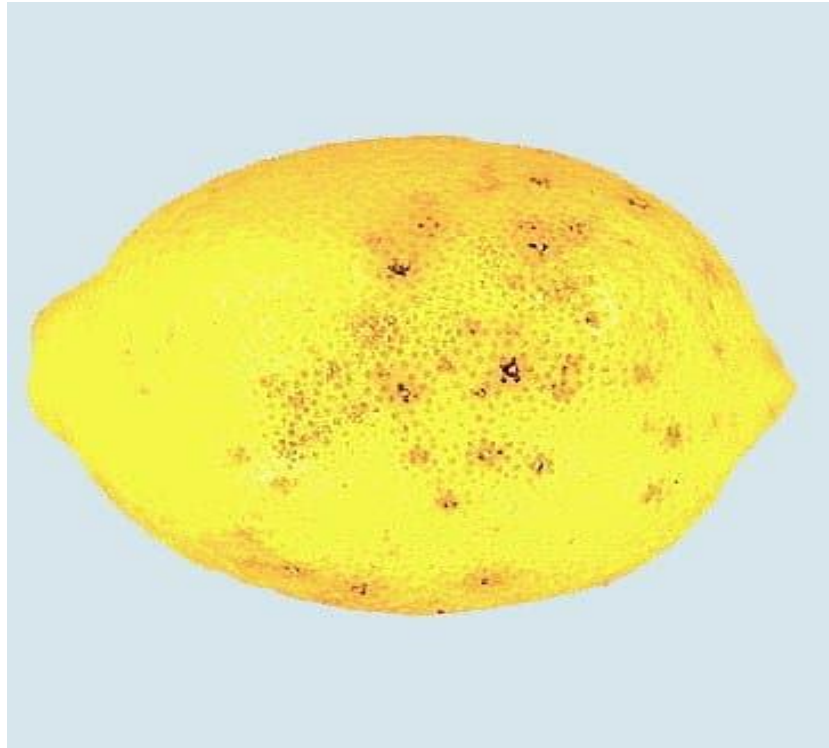
δολάρια. Με την εφαρμογή προγραμμάτων αντιμετώπισης αυτό το ποσό μειώνεται στα 192 εκατομμύρια δολάρια (Enkerlin & Mumford, 1997).

1.6.1. ΖΗΜΙΕΣ

Η αιτία των ζημιών που προκαλούνται από τη μύγα της Μεσογείου είναι η διατροφή της προνύμφης στη σάρκα των καρπών. Τα θηλυκά αφού τραφούν, αναπτυχθούν αναπαραγωγικά και συζευχθούν, ανοίγουν οπή με τον ωοθέτη τους στο επικάρπιο ή πιο βαθιά στο μεσοκάρπιο, η οποία ονομάζεται “νύγμα”, και τοποθετούν 1-6 αυγά (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Τα αυγά επωάζονται και οι προνύμφες εκκολάπτονται και αναπτύσσονται τρεφόμενες με το μαλακό ιστό του καρπού δημιουργώντας στοές στο εσωτερικό του (εικόνα 1.9). Η ζημιά του εντόμου συνεχίζεται και μετά τη συγκομιδή των καρπών. Πιο συγκεκριμένα, δευτερογενώς λόγω της προσβολής αναπτύσσονται στον καρπό μύκητες και άλλοι μικροοργανισμοί που επιταχύνουν τη σήψη του. Λόγω της σήψης έλκονται στον καρπό και άλλοι οργανισμοί που ωτοκοούν όπως τα έντομα *Lamprolonchaea* sp., *Drosophila* sp., και *Carpophilus* sp. (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003). Στην συνέχεια, αφού αναπτυχθούν πλήρως οι προνύμφες, αφήνουν τον καρπό και νυμφώνονται μέσα στο έδαφος. Σε εσπεριδοειδή που δεν έχουν ωριμάσει ακόμη, το “νύγμα” είναι εμφανές διαμέτρου 1 mm με μαύρη απόχρωση (εικόνα 1.10). Γύρω από αυτό δημιουργείται χλωρωτική κηλίδα με διάμετρο 10-20 mm, η οποία, όταν οι καρποί ωριμάσουν και αποκτήσουν κίτρινο ή πορτοκαλί χρώμα, δεν είναι εμφανής. Το *C. capitata* για ωτοκία προτιμά πρώτα τα νεράντζια και στη συνέχεια τα πορτοκάλια. Καρποί που έχουν προσβληθεί, και έχουν εκκολαφθεί οι προνύμφες, δεν είναι εμπορεύσιμοι, με αποτέλεσμα να πλήττεται σοβαρά το εισόδημα των παραγωγών που δεν έχουν πάρει μέτρα αντιμετώπισης εγκαίρως. (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος, 2003).



Εικόνα 1.9: Ζημία του *C. carpitata* σε μάνγκο (Ηλ. πηγή 6)



Εικόνα 1.10: Νύγματα φωτοκίας σε λεμόνι από το *C. carpitata* (Ηλ. πηγή 7)

1.7. ANTIMΕΤΩΠΙΣΗ

Η μύγα της Μεσογείου αποτελεί έναν από τους πιο επικίνδυνους εχθρούς της γεωργίας ενώ η οικονομική ζημία που μπορεί να προκαλέσει το είδος είναι τεράστια. Σε περιπτώσεις που η προσβολή είναι ανεξέλεγκτη η απώλεια στη παραγωγή μπορεί να είναι καθολική. Κύριες μέθοδοι αντιμετώπισης του είδους είναι η βιολογική, η χημική και άλλες καλλιεργητικές μέθοδοι όπως η απομάκρυνση των προσβεβλημένων καρπών από το δένδρο ή από το έδαφος και η καταστροφή τους, το φρεζάρισμα του εδάφους για την καταστροφή των νυμφών του εντόμου και η απομάκρυνση άλλων άγριων φυτών-ξενιστών της μύγας της Μεσογείου από τον χώρο της καλλιέργειας. Εδώ και χρόνια γίνονται προσπάθειες σε όλο τον κόσμο για την εύρεση βιολογικών μέσων αντιμετώπισης, με σκοπό τη μείωση της χρήσης χημικών σκευασμάτων καθώς είναι επιβλαβή για το οικοσύστημα και τον άνθρωπο.

1.7.1. ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ANTIMΕΤΩΠΙΣΗ

Όσον αφορά την βιολογική αντιμετώπιση, έχουν γίνει μελέτες για την καταπολέμηση της μύγας της Μεσογείου με φυσικούς εχθρούς του εντόμου όπως παρασιτικά έντομα, νηματώδεις, και παθογόνους μικροοργανισμούς. Στο νησί της Χίου, έχουν εντοπιστεί προνύμφες *C. capitata* σε σύκα τις οποίες είχε παρασιτήσει το έντομο *Aganaspis daci* (Hymenoptera: Eucolidae) (Papadopoulos & Katsoyannos, 2003). Ομοίως έχει παρατηρηθεί και σε οπωρώνες εσπεριδοειδών το *Pseudophonus rufipes* (Coleoptera: Carabidae), που τρέφεται με προνύμφες και νύμφες του εντόμου (Monzó *et al.*, 2010). Επίσης, στα πλαίσια της βιολογικής καταπολέμησης, έχουν απελευθερωθεί σε καλλιεργούμενες περιοχές οργανισμοί εχθροί της μύγας της Μεσογείου, όπως στην Αργεντινή το *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) (Suárez *et al.*, 2014). Οι παραπάνω μέθοδοι, αν και επιφέρουν αποτελέσματα δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν μεγάλες προσβολές. Πιο αποδοτική τεχνική σε αυτό τον τομέα είναι η απελευθέρωση στερωμένων εντόμων σε περιοχές που ενδημεί το είδος. Αρχικά παράγεται μεγάλος πληθυσμός του εντόμου, και με ακτινοβολία στερώνονται στο στάδιο της νύμφης. Μετά την έξοδο από το νυμφικό τους περίβλημα, τα ενήλικα της μύγας της Μεσογείου απελευθερώνονται στην περιοχή στόχο με σκοπό να ανταγωνισθούν τον ενδημικό πληθυσμό στην αναπαραγωγή. Τέλος, το spinosad που παράγεται από βακτήρια του είδους *Saccharopolyspora spinosa* έχει αποδειχθεί αποτελεσματικό ως εντομοκτόνο σκεύασμα (McQuate *et al.*, 2005).

1.7.2. ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Κύριο μέτρο χημικής καταπολέμησης είναι οι ψεκασμοί κάλυψης και οι δολωματικοί ψεκασμοί. Χρησιμοποιούνται οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα σε συνδυασμό με προσελκυστική ουσία, η οποία μπορεί να είναι υδρολυμένη πρωτεΐνη, ή άλλο φυσικό ή χημικό προϊόν αποσύνθεσης πρωτεϊνούχων ουσιών. Η έλκυση του εντόμου οφείλεται στην έκλυση αμμωνίας του προσελκυστικού. Ο χρόνος επέμβασης και η διάρκεια της καθορίζεται από τη παρακολούθηση των διακυμάνσεων του πληθυσμού με μυγοπαγίδες τύπου McPhail, και Jackson. Στις παγίδες τύπου McPhail, ως ελκυστικό χρησιμοποιείται υδρολυμένη πρωτεΐνη σε συνδυασμό με βόρακα (ως συντηρητικό) (εικόνα 1.11), και στις Jackson η ουσία trimedlure που ελκύει τα αρσενικά (εικόνα 1.12). Αυτές οι παγίδες τοποθετούνται στον οπωρώνα μερικές βδομάδες πριν η παραγωγή μπει στο στάδιο που προσβάλλεται από το έντομο. Στην περίπτωση που ο πληθυσμός δεν παρακολουθείται με παγίδες, η παραγωγή θα πρέπει να προστατεύεται με ψεκασμούς κάλυψης φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου που είναι αυξημένος ο κίνδυνος προσβολής από τη μύγα της Μεσογείου (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).



Εικόνα 1.11: Παγίδα τύπου McPhail (Ηλ. πηγή 8)



Εικόνα 1.12: Παγίδα τύπου Jackson (Ηλ. πηγή 9)

1. 7. 2. 1. ΔΟΛΩΜΑΤΙΚΟΙ ΨΕΚΑΣΜΟΙ

Στους δολωματικούς ψεκασμούς ο πρώτος ψεκασμός γίνεται 15 μέρες πριν το χρόνο ωρίμανσης των καρπών και γίνεται επανάληψη κάθε 5 με 7 μέρες. Το ψεκαστικό υγρό που χρησιμοποιείται περιέχει 2% υδρολυμένη πρωτεΐνη ως ελκυστικό μέσο και σαν εντομοκτόνο κάποιο από τα εγκεκριμένα της αγοράς. Ο ψεκασμός γίνεται στην περίμετρο του οπωρώνα, πάνω στη κόμη των δένδρων και στο εσωτερικό, αλλά κυρίως σε κλάδους που δεν φέρουν πάνω τους καρπούς (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).

1. 7. 2. 2. ΨΕΚΑΣΜΟΙ ΚΑΛΥΨΕΩΣ

Στους ψεκασμούς καλύψεως ψεκάζεται ολόκληρη η κόμη. Ο πρώτος πραγματοποιείται 20 μέρες πριν από την έναρξη της ωρίμανσης των καρπών και οι υπόλοιποι ακολουθούν κάθε 20 μέρες και εφόσον υπάρχει χρονικό περιθώριο πριν από τη συγκομιδή ώστε να μην υπάρχουν υπολείμματα εντομοκτόνων στο προϊόν. Στην Χίο το 1960, τέτοιου είδους ψεκασμοί είχαν ως αποτέλεσμα την μείωση των φυσικών εχθρών κοκκοειδών και κυρίως του λεκανίου, και λόγω αυτού του γεγονότος είχαν μεγάλες προσβολές από λεκάνιο και ανάπτυξη μυκήτων της καπνιάς (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 2003).

1.8. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν από τους Papadopoulos *et al.*, (2003) σε άγριες και μαζικά εκτρεφόμενες φυλές του *C. capitata* παρατηρήθηκε ότι άγρια αρσενικά που τρέφονταν με υδρολυμένη πρωτεΐνη και ζάχαρη ωριμάζουν σεξουαλικά νωρίτερα σε σχέση με αρσενικά που τρέφονταν αποκλειστικά με ζάχαρη. Αντίστοιχα, η διάρκεια της σεξουαλικής δραστηριότητας των άγριων αρσενικών τρεφόμενων με διάλυμα ζάχαρης και πρωτεΐνης, κατά τη διάρκεια της ημέρας ήταν μεγαλύτερη σε αντίθεσή με τα άτομα τρεφόμενα μόνο με ζάχαρη. Στην εργαστηριακή φυλή που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα, η διατροφική παράμετρος δεν επηρέασε το χρόνο της σεξουαλικής ωριμότητας. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι τα αρσενικά της άγριας φυλής του *C. capitata* έφθασαν σε σεξουαλική ωριμότητα τη 10^η ημέρα της ενήλικης ζωής τους, ενώ τα εκτρεφόμενα αρσενικά του εργαστηρίου τη 3^η-4^η ημέρα της ενήλικης ζωής τους.

Εργαστηριακές μελέτες έχουν δείξει ότι αρσενικά τα οποία έχουν έρθει σε επαφή με καρπούς πορτοκαλιάς με τραύματα στον φλοιό, με φύλλα του δένδρου, ή έχουν εκτεθεί σε αιθέρια έλαια, έχουν αναπαραγωγικό πλεονέκτημα σε σχέση με αρσενικά μάρτυρες. Αυτό οφείλεται στην ουσία α-copaene που περιέχεται στους καρπούς και στα φύλλα του *Citrus sinensis* (Papadopoulos *et al.*, 2003, Shelly *et al.*, 2004).

Στην φύση, όταν τα αρσενικά ωριμάσουν σεξουαλικά, σχηματίζουν συναθροίσεις στο κάτω μέρος των φύλλων των φυτών-ξενιστών που ονομάζονται "lek". Κύριος χώρος σύζευξης των δύο φύλων, αργά το πρωί και νωρίς το απόγευμα είναι η κάτω επιφάνεια των φύλλων του ξενιστή. Εξίσου σημαντική θέση αναπαραγωγής, κυρίως για θηλυκά που ήταν ήδη συζευγμένα, στα μέσα του πρωινού και αργά το απόγευμα είναι οι καρποί. Τα αρσενικά έλκονται εκεί από την φερομόνη ωοτοκίας που εκλύουν τα θηλυκά (Prokopy & Hendrichs, 1979). Από παρατηρήσεις ερευνητών στα νησιά της Χαβάης βρέθηκε πως στην επιλογή της περιοχής από τα αρσενικά παίζει ρόλο η απευθείας έκθεση στο φως, ώστε να φαίνεται η σκιά τους μέσα από το φύλλο, και η κατεύθυνση του ανέμου με σκοπό να διασπείρεται η φερομόνη που εκλύουν σε όλη τη κόμη του δένδρου. Αφού τα αρσενικά διαλέξουν την περιοχή τους, ξεκινούν το ερωτικό κάλεσμα το οποίο περιλαμβάνει την ανύψωση της κοιλιάς τους προς τα επάνω και παράλληλα την έκθεση του επιθηλιακού αδένου της έδρας. Από αυτό τον αδένου εκλύεται η φερομόνη έλκωσης των θηλυκών. Σε περίπτωση που δει κάποιο ερέθισμα μέσα από το φύλλο σταματάει το ερωτικό κάλεσμα, κρύβει τη κοιλία κάτω από το σώμα του, ξεκινάει να κουνάει τις πτέρυγες του, και προσανατολίζεται

προς το ερέθισμα. Αν το άτομο που ήρθε είναι αρσενικό του επιτίθεται προσπαθώντας να το απωθήσει, ή πηγαίνει προς τον εισβολέα ακουμπάνε τις κεφαλές τους έως ότου κάποιο από τα δύο να υποχωρήσει. Όταν πλησιάσει κάποιο θηλυκό το αρσενικό προσανατολίζεται προς αυτό, φουσκώνει τους κοιλιακούς θύλακες και πάλλει τις πτέρυγες του στέλνοντας φερομόνη προς το θηλυκό. Στην συνέχεια, όταν έρθουν σε απόσταση 3-5 mm μεταξύ τους το αρσενικό ξεκινά ρυθμικές κινήσεις των πτερύγων του και της κεφαλής του, ταλαντώνοντας τη 30° μοίρες δεξιά και αριστερά. Ύστερα, πλησιάζει περισσότερο το θηλυκό και πηδάει στη πλάτη του πιάνοντας με το πίσω ζεύγος ποδιών τη βάση των πτερύγων του θηλυκού και συνεχίζοντας να δονεί τις πτέρυγες του. Μετέπειτα, προσανατολίζεται ώστε να κοιτάει στην ίδια κατεύθυνση με το θηλυκό και ξεκινάει η σύζευξη (εικόνα 1.13). Σε οποιαδήποτε φάση της σύζευξης το θηλυκό μπορεί να απορρίψει την ερωτοτροπία του αρσενικού και να αποχωρήσει από τη περιοχή του (Arita & Kaneshiro, 1989).



Εικόνα 1.13: Θηλυκό και αρσενικό άτομο του *C. capitata* κατά τη σύζευξη (Ηλ. πηγή 10)

1.8.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΝΟΔΩΝ ΕΚΚΡΙΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΣΠΕΡΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ

Η συμπεριφορά και η φυσιολογία του *C. capitata* αλλάζει σημαντικά μετά τη σύζευξη. Από ερευνητική μελέτη του Jang (1995) έχει αποδειχθεί ότι τα συνοδά εκκρίματα του σπέρματος των αρσενικών επηρεάζουν την συμπεριφορά των θηλυκών. Εργαστηριακά εκτρεφόμενα και ασύζευκτα θηλυκά έλκονταν από τη παραγόμενη φερομόνη των αρσενικών. Η συμπεριφορά των

θηλυκών ατόμων άλλαξε μετά τη σύζευξη και έλκονταν από την οσμή των φυτών-ξενιστών. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στη ωοπαραγωγή τους. Ασύζευκτα θηλυκά στα οποία είχαν εγχυθεί συνοδά εκκρίματα έλκονταν από την οσμή των φυτών-ξενιστών και εναπόθεταν αυγά ακόμη και αν ήταν αγονιμοποίητα (Jang, 1995).

Σε μεταγενέστερη ερεύνα, ασύζευκτα εργαστηριακά εκτρεφόμενα, στερωμένα και άγρια θηλυκά άτομα παρουσίαζαν έλξη στη φερομόνη αρσενικών (Jang *et al.*, 1998). Εργαστηριακά εκτρεφόμενα και άγρια θηλυκά ύστερα από σύζευξη με εργαστηριακά εκτρεφόμενα, στερωμένα και άγρια αρσενικά παρουσίασαν ισχυρή προτίμηση στην οσμή των φρούτων-ξενιστών. Στερωμένα θηλυκά δεν παρουσίασαν σημαντική αλλαγή στη συμπεριφορά τους εκτός από τη περίπτωση που συζεύχθηκαν με στερωμένα αρσενικά. Από τα παραπάνω παρατηρείται ότι η στείρωση αρσενικών με ακτινοβολία δεν προκαλεί αλλαγές στη δράση των συνοδών εκκριμάτων του σπέρματος τους (Jang *et al.*, 1998).

1.9. ΣΚΟΠΟΣ

Καθώς δεν είναι γνωστό το πώς επηρεάζει ο παράγοντας της διατροφής δημογραφικά χαρακτηριστικά όπως η ωοπαραγωγή και η διάρκεια ζωής, πραγματοποιήθηκε η παρούσα εργαστηριακή μελέτη με σκοπό να παρέχει σημαντικά δεδομένα σε αυτό τον άγνωστο τομέα. Η παράμετρος που μελετήθηκε στο πείραμα ήταν η διατροφή των αρσενικών, συγκεκριμένα τα μισά αρσενικά άτομα τρέφονταν με διάλυμα υδρολυμένης μαγιάς-ζάχαρης-νερού (YS) και τα άλλα μισά με διάλυμα ζάχαρης-νερού (S). Τα θηλυκά τρέφονταν αποκλειστικά με διάλυμα ζάχαρης-νερού (S).

2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

2. 1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε από τον Οκτώβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2018 στους χώρους του Εργαστηρίου Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Οι συνθήκες που επικρατούσαν στο χώρο του εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκε το πείραμα ήταν 25 ± 1 °C, 65 ± 5 Σ.Υ., και φωτοπερίοδος 14 ώρες φως και 10 ώρες σκοτάδι. Ο χώρος φωτιζόταν με λάμπες φθορισμού και με φυσικό φωτισμό που προερχόταν από τα πλαϊνά παράθυρα της οροφής (εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1: Το εντομοδομάτιο 4 στο οποίο πραγματοποιήθηκε το πείραμα

2. 2. ENTOMA ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε εργαστηριακή φυλή η οποία προήλθε από ανάπτυξη άγριων εντόμων του *C. capitata* που συλλέχθηκαν από μήλα στη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Για το πρώτο σκέλος του πειράματος επιλέχθηκε η F9 γενεά της εργαστηριακής φυλής του εντόμου, ενώ για τη δεύτερη επανάληψη η F12.

2. 3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ- ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Αρχικά τα αυγά τοποθετήθηκαν σε τρυβλία Petri με βαμβάκι και τροφή για τις προνύμφες που θα εξέρχονταν (εικόνα 2.2). Τα τρυβλία Petri ήταν τοποθετημένα σε πλαστικά κουτιά με άμμο, η οποία λειτουργούσε ως υπόστρωμα νύμφωσης των προνυμφών της μύγας της Μεσογείου (εικόνα 2.3). Στη συνέχεια, η άμμος κοσκινιζόταν και οι νύμφες τοποθετούνταν εκ νέου σε τρυβλία Petri, μέσα σε κουτιά Plexiglass 20x20x20 cm. Μετά από περίπου 4 ημέρες εξήρθαν τα ενήλικα έντομα από το νυμφικό του περίβλημα, και την αμέσως επόμενη ημέρα μεταφέρθηκαν σε ατομικά κλουβάκια (εικόνες 2.4, 2.5). Τα αρσενικά τοποθετούνταν ανά 2 σε κάθε κλουβάκι και τα θηλυκά ανά 1. Τα ατομικά κλουβιά αποτελούνταν από τροποποιημένα πλαστικά ποτήρια. Στη πάνω πλευρά υπήρχε οπή για την είσοδο του ενήλικου εντόμου, και στο πλάι σίτα για αερισμό. Στη βάση του κλουβιού υπήρχε οπή στην οποία είχε τοποθετηθεί ένα κομμάτι σπογγοπετσέτα για τη παροχή νερού στα ενήλικα έντομα από ένα τρυβλίο Petri με το οποίο ερχόταν σε επαφή. Ο μισός πληθυσμός των αρσενικών τρέφονταν με διάλυμα υδρολυμένης μαγιάς-ζάχαρης-νερού σε αναλογία 1:4:5 το οποίο βρισκόταν τοποθετημένο πάνω στη σίτα. Ο άλλος μισός πληθυσμός των αρσενικών καθώς και τα θηλυκά τρέφονταν με διάλυμα ζάχαρης-νερού σε αναλογία 1:3. Σαν υπόστρωμα ωοτοκίας για τα θηλυκά, είχε τοποθετηθεί στο κάτω μέρος του κλουβιού ένα κοίλο ημικύκλιο κόκκινου χρώματος με τρύπες διαμέτρου 1 mm (dome) (εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.2: Τρυβλίο Petri με προνόμφες της μύγας της Μεσογείου σε βαμβάκι με τροφή



Εικόνα 2.3: Κιβώτιο με άμμο για τη νόμφωση των προνυμφών της μύγας της Μεσογείου



Εικόνα 2.4: Κλουβιά ενήλικων αρσενικών της μύγας της Μεσογείου

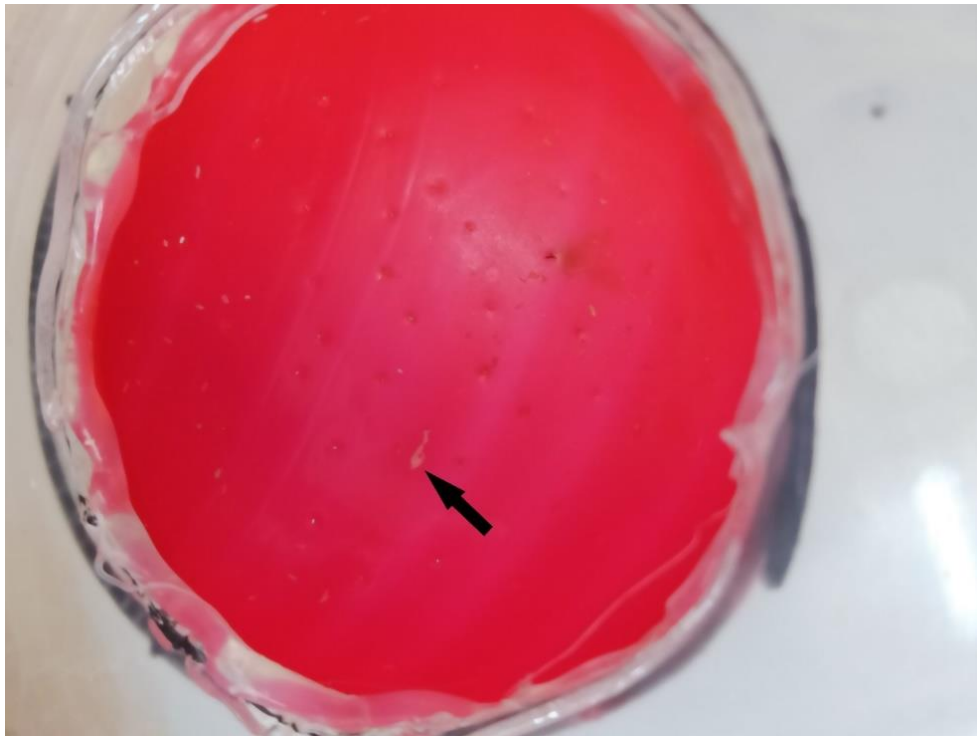


Εικόνα 2.5: Κλουβιά ενήλικων θηλυκών της μύγας της Μεσογείου



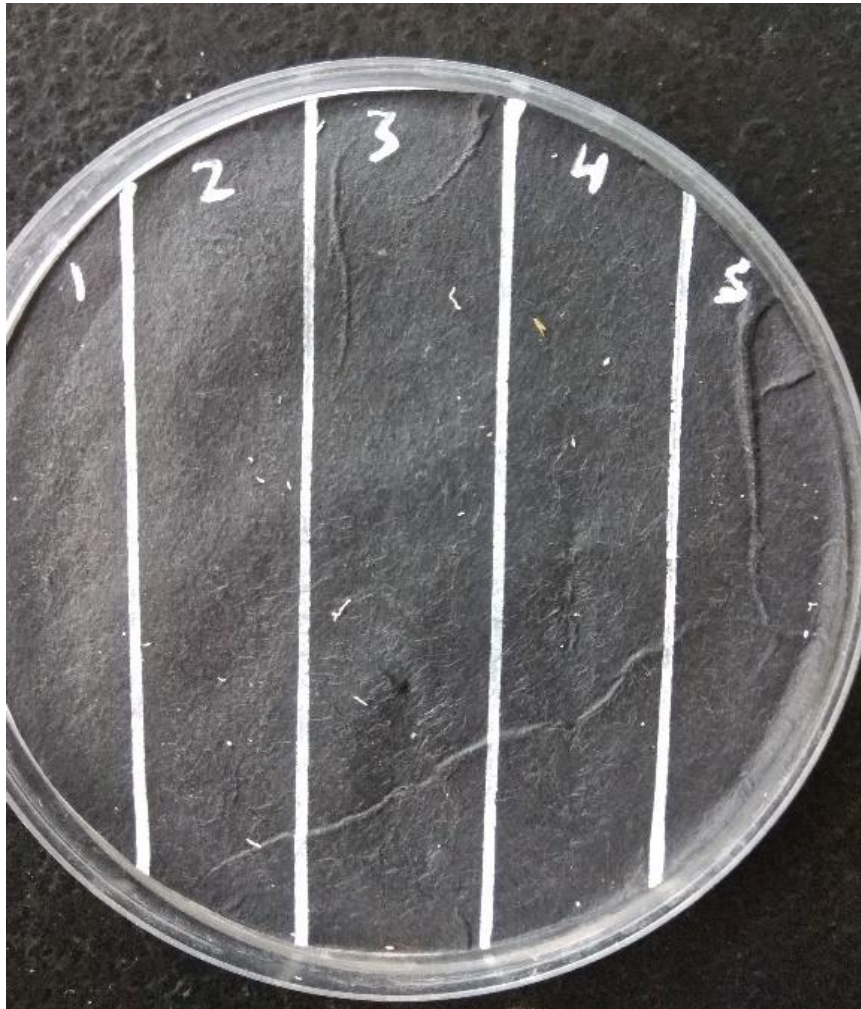
Εικόνα 2.6: Ατομικό κλουβί ενήλικου θηλυκού της μύγας της Μεσογείου που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα αυγών

Μετά τη πάροδο 15 ημερών κατά των οποίων τα θηλυκά ωρίμασαν αναπαραγωγικά, και τα αρσενικά της μύγας της Μεσογείου τράφηκαν στα ατομικά κλουβιά τους [50 κλουβιά με 2 αρσενικά το κάθε ένα και τροφή ζάχαρη, και αντίστοιχα 50 κλουβιά με τροφή ζάχαρη και πρωτεΐνη (Yeast Hydrolyzate Enzymatic, MP France)], πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα σύζευξης. Δύο αρσενικά από κάθε κλουβί μεταφέρθηκαν σε κάθε ένα κλουβί θηλυκού, και παρέμειναν εκεί έως ότου πραγματοποιηθεί σύζευξη με ένα από τα 2 αρσενικά άτομα. Με το πέρας της σύζευξης, τα αρσενικά άτομα απομακρύνθηκαν από τα κλουβιά των θηλυκών και στη συνέχεια απορρίφθηκαν. Ταυτόχρονα, διατηρούνταν και ένας αριθμός ασύζευχτων θηλυκών σε ατομικά κλουβιά ως μάρτυρες. Από τη επόμενη μέρα ξεκίνησε η καταμέτρηση των αυγών που παρήγαγαν τα θηλυκά. Η φωτοκία των θηλυκών ατόμων γινόταν σε ένα τεχνητό κοίλο ημικυκλικό υπόστρωμα, κόκκινου χρώματος με τρύπες διαμέτρου 1 mm (dome) (εικόνα 2.7). Για τη προσέλκυση και φωτοκία των θηλυκών στο τεχνητό υπόστρωμα, τοποθετούνταν στα τρυβλία Petri των κλουβιών χυμός πορτοκαλιού. Όποτε θεωρούνταν απαραίτητο ο χυμός πορτοκαλιού αντικαθιστούνταν.



Εικόνα 2.7: Τεχνητό υπόστρωμα φωτοκίας (dome) στο οποίο διακρίνονται αυγά του θηλυκού του *C. capitata*

Καθημερινά γινόταν καταμέτρηση της θνησιμότητας και της ωτοκίας των θηλυκών ατόμων. Στοιχεία όπως η ημερομηνία θανάτου των θηλυκών, ο αριθμός των αυγών που ωτοκούσαν και η εκκόλαψη καταγράφονταν σε ειδικά πρωτόκολλα. Τα αυγά που αποθέτανε τα θηλυκά στο τεχνητό υπόστρωμα απομακρύνονταν με πινέλο και τοποθετούνταν σε τρυβλίο με μαύρο διηθητικό χαρτί για να είναι πιο εύκολα ορατά (εικόνα 2.8). Τα αυγά διατηρούνταν για 48 ώρες στο εργαστήριο και στη συνέχεια με χρήση στερεοσκοπίου γινόταν η καταμέτρηση αυτών και υπολογισμός της εκκόλαψης (εικόνα 2.9). Το πείραμα διήρκησε μέχρι το θάνατο του τελευταίου θηλυκού ατόμου της μύγας της Μεσογείου.



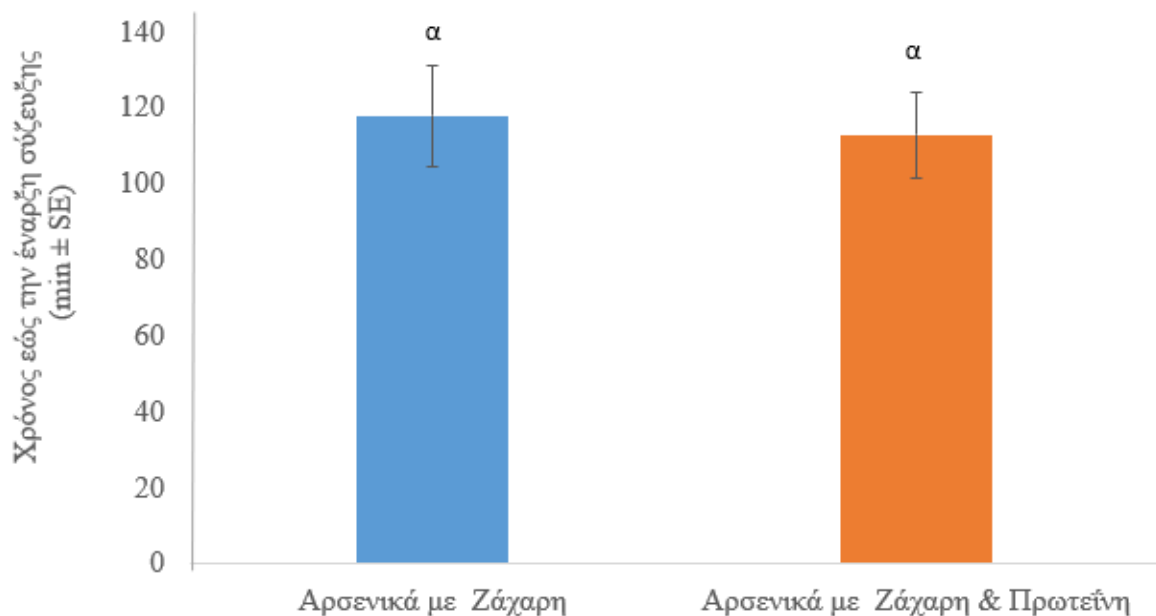
Εικόνα 2.8: Τρυβλίο Petri με μαύρο διηθητικό χαρτί όπου μεταφέρονταν τα αυγά και γίνονταν οι πειραματικές μετρήσεις



Εικόνα 2.9: Το στερεοσκόπιο που χρησιμοποιούνταν για τη καταμέτρηση και εκκολασιμότητα των αυγών που παράγονταν από τα θηλυκά άτομα του *C. capitata*

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3.1 ο χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης θηλυκών της μύγας της Μεσογείου με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη δε διαφέρει στατιστικώς σημαντικά ($P>0.05$). Και στις δύο περιπτώσεις ο χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης ήταν παραπλήσιος, με τα θηλυκά που είχαν συζευχθεί με αρσενικά τρεφόμενα με ζάχαρη να είναι κατά μέσο όρο 118 λεπτά, ενώ για εκείνα που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και πρωτεΐνη 113 λεπτά (Πίνακας 3.1).



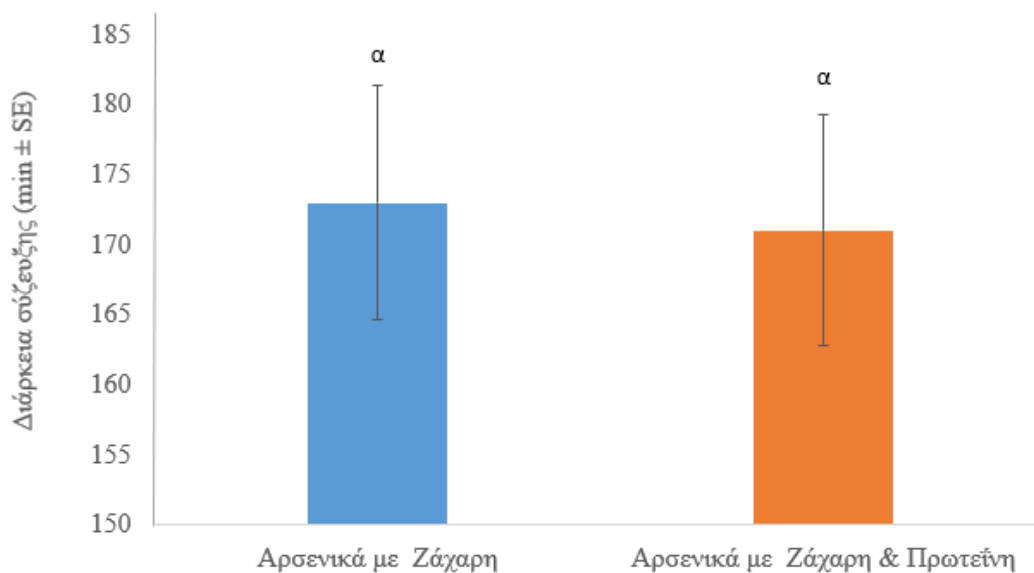
Διάγραμμα 3.1: Χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης θηλυκών της μύγας της Μεσογείου με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη
Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα σε κάθε στήλη δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

Πίνακας 3.1: Μέσος χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης, διάρκεια σύζευξης και τυπικά σφάλματα θηλυκών της μύγας Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη

Διατροφή αρσενικών	Χρόνος έως την έναρξη σύζευξης (min ± SE)	Διάρκεια σύζευξης (min ± SE)
Αρσενικά σε ζάχαρη (n=45)	118 ± 13,22 α	173 ± 8,35 α
Αρσενικά σε ζάχαρη και πρωτεΐνη (n=46)	113 ± 11,25 α	171 ± 8,32 α

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

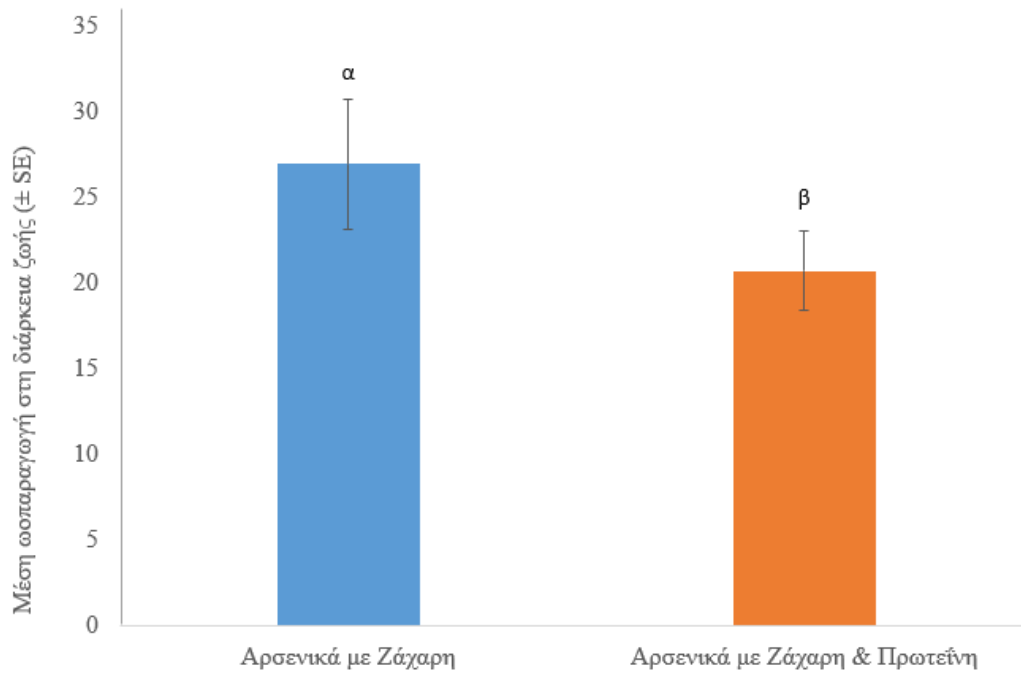
Η μέση διάρκεια της σύζευξης, σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.2 δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά για τις δύο μεταχειρίσεις. Σύμφωνα πάλι με τα στοιχεία του Πίνακα 3.1, η διάρκεια της σύζευξης για τα θηλυκά της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη ήταν 173 λεπτά, ενώ για τα θηλυκά που είχαν συζευχθεί με αρσενικά τρεφόμενα με ζάχαρη και πρωτεΐνη ήταν 171 λεπτά, δηλαδή παραπλήσιος χρόνος.



Διάγραμμα 3.2: Μέση διάρκεια σύζευξης θηλυκών της μύγας της Μεσογείου με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη

Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα σε κάθε στήλη δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.3, η μέση ωοπαραγωγή στη διάρκεια της ζωής των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου διέφερε στατιστικώς σημαντικά για τις δύο παραμέτρους ($P > 0,05$). Όπως φαίνεται και από τα δεδομένα του Πίνακα 3.2 η μέση ωοπαραγωγή στη διάρκεια της ζωής για τα θηλυκά που συζεύχθηκαν με αρσενικά τρεφόμενα αποκλειστικά με ζάχαρη ήταν 27 αυγά, ενώ με εκείνα που τράφηκαν με ζάχαρη και πρωτεΐνη 21 αυγά.



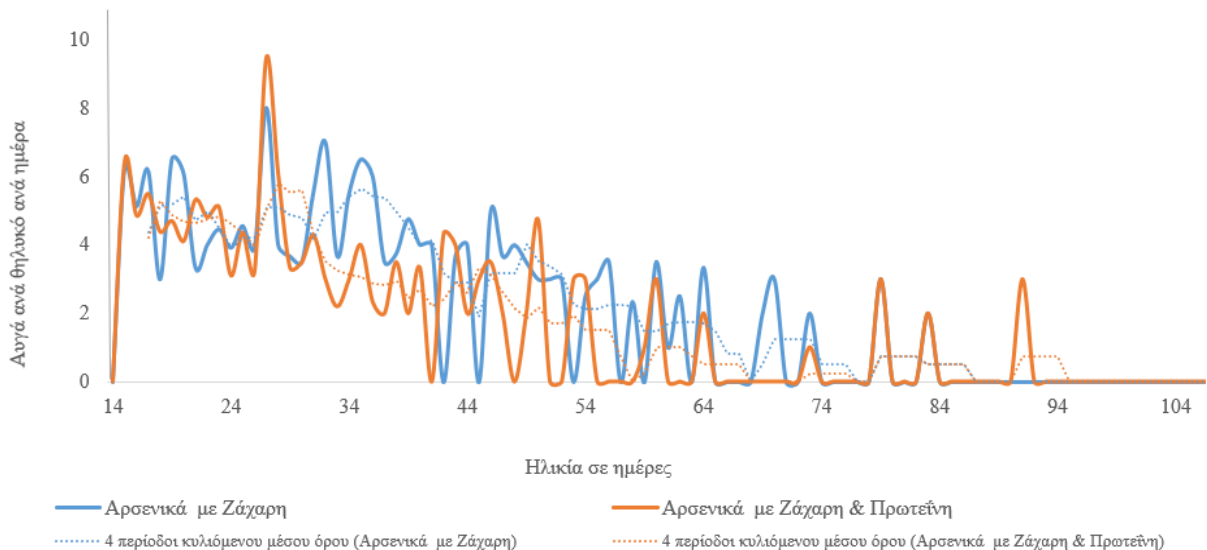
Διάγραμμα 3.3: Μέσος συνολικός αριθμός αυγών ανά θηλυκό της μύγας της Μεσογείου στη διάρκεια ζωής του, που συζεύχθηκε με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη
Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα σε κάθε στήλη δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

Πίνακας 3.1: Μέση διάρκεια ζωής, μέσος αριθμός αυγών και τυπικά σφάλματα θηλυκών της μύγας Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη

Διατροφή αρσενικών	Μέση διάρκεια ζωής (ημέρες \pm SE)	Αυγά ανά θηλυκό \pm SE
Αρσενικά σε ζάχαρη (n=45)	52,56 \pm 4,67 α	27 \pm 3,78 α
Αρσενικά σε ζάχαρη και πρωτεΐνη (n=46)	56,93 \pm 4,63 α	21 \pm 2,31 β

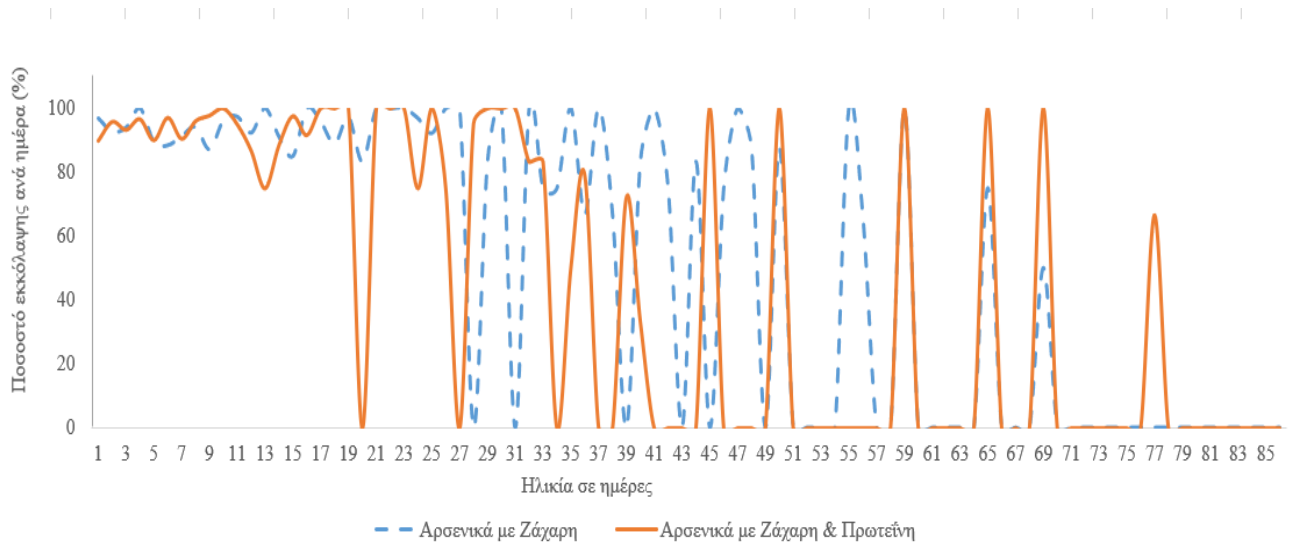
Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

Όπως παρατηρείται στο Διάγραμμα 3.4, η πορεία της ωοπαραγωγής σε σχέση με την ηλικία των θηλυκών ήταν παραπλήσια για τα άτομα που είχαν συζευχθεί με αρσενικά τρεφόμενα είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη. Μέχρι την 40^η ημέρα και για τις δύο μεταχειρίσεις, ο μέσος αριθμός αυγών ανά ημέρα ανά θηλυκό ήταν πάνω 2. Από την 40^η ημέρα μέχρι την 93^η ημέρα που σταματάει η ωοπαραγωγή των θηλυκών, ο αριθμός των αυγών ανά άτομο κατά μέσο όρο είναι από 2 και κάτω.



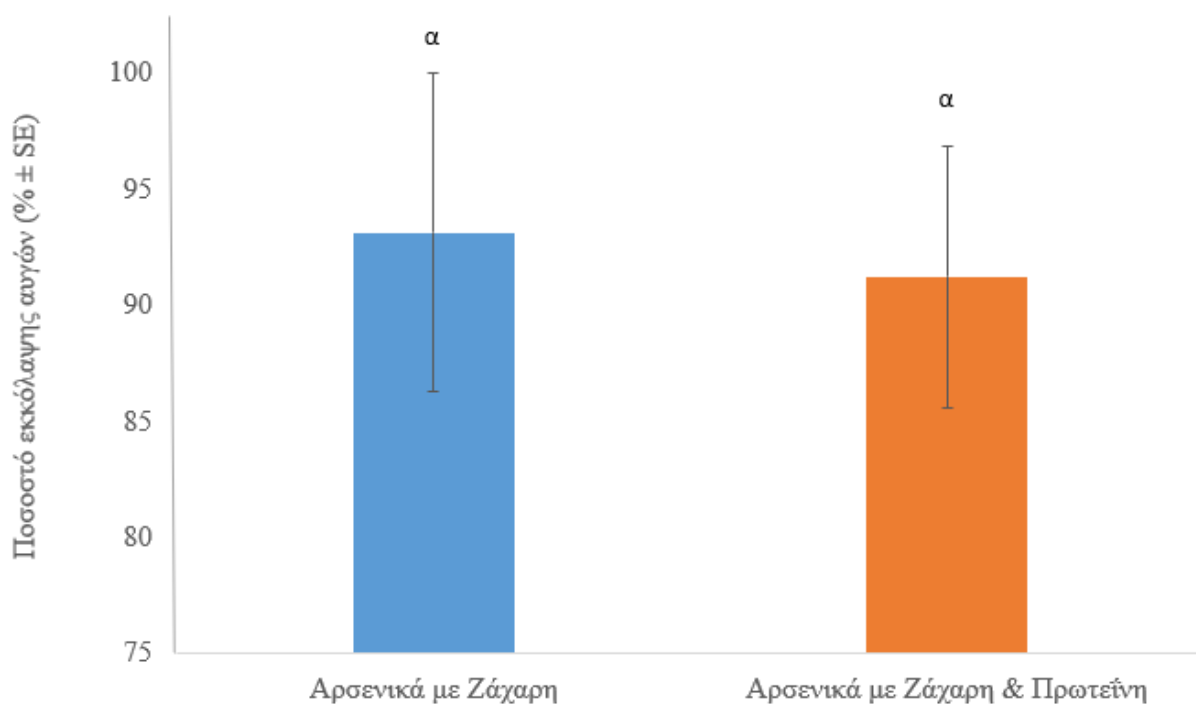
Διάγραμμα 3.4: Πραγματικές τιμές και κυλιόμενος μέσος όρος 5 ημερών, του μέσου αριθμού αυγών σε σχέση με την ηλικία των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη

Η πορεία της εκκολαπιμότητας σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.5 σε σχέση με την ηλικία των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου δεν παρουσίασε αξιοσημείωτες διαφορές για τα άτομα που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη. Μέχρι την 19^η ημέρα το ποσοστό της εκκολαπιμότητας για τις δύο μεταχειρίσεις ήταν υψηλότερο του 90%. Από την 19^η ημέρα και ύστερα το ποσοστό της εκκολαπιμότητας παρουσιάζει διακυμάνσεις μέχρι και την 79^η ημέρα που αγγίζει το 0%.



Διάγραμμα 3.5: Πραγματικές τιμές του ποσοστού εκκολαπιμότητας αυγών σε σχέση με την ηλικία των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου, που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη

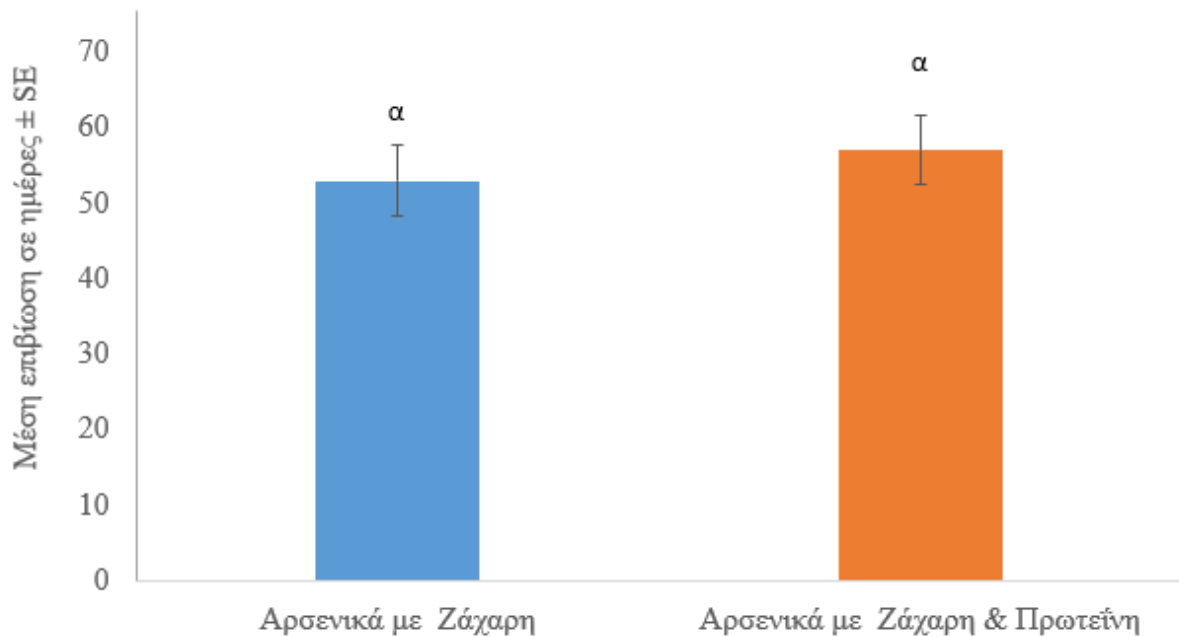
Με βάση το Διάγραμμα 3.6 το ποσοστό εκκόλαψης των αυγών που ωοτοκήθηκαν από θηλυκά της μύγας της Μεσογείου που είχαν συζευχθεί με αρσενικά τρεφόμενα είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά για τις δύο περιπτώσεις. Και για τις δύο παραμέτρους του πειράματος το ποσοστό εκκόλαψης κυμάνθηκε στο 90-95%.



Διάγραμμα 3.6: Μέση εκκόλαψη προνυμφών από αυγά που φωτοκλήθηκαν από θηλυκά της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη

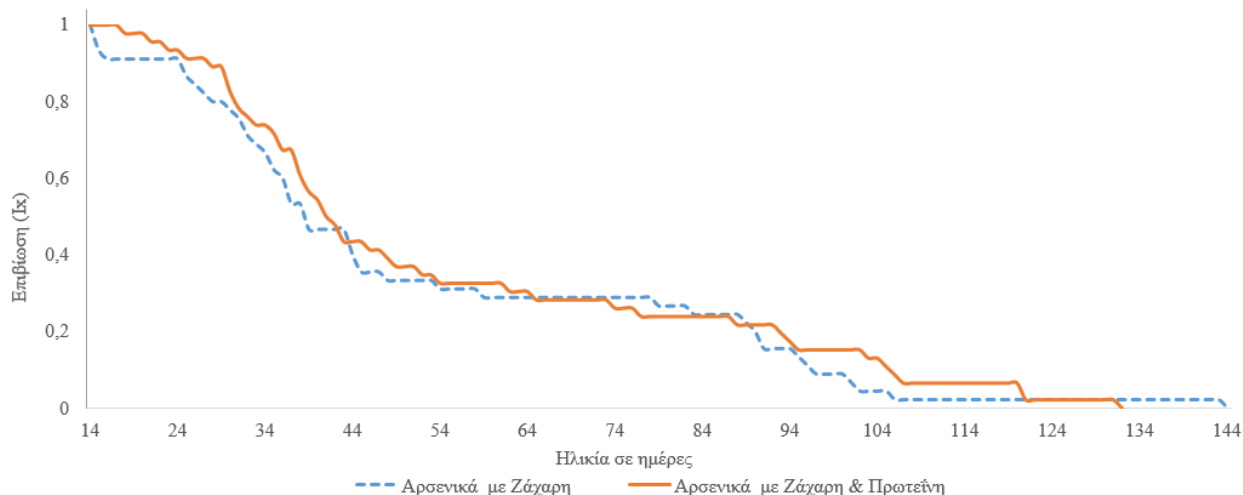
Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα σε κάθε στήλη δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα από το Διάγραμμα 3.7 η μέση επιβίωση σε ημέρες των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά και των δύο τροφικών κριτηρίων δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές. Με βάση τον Πίνακα 3.2 η τιμή της μέσης επιβίωσης για τα θηλυκά που είχαν συζευχθεί με αρσενικά τρεφόμενα με ζάχαρη ήταν κατά προσέγγιση 53 ημέρες, ενώ για εκείνα που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και πρωτεΐνη ήταν 57 ημέρες.



Διάγραμμα 3.7: Μέση επιβίωση σε ημέρες θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη. Μέσοι όροι που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα σε κάθε στήλη δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Η πορεία της επιβίωσης όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3.8 των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη, ήταν παραπλήσια. Την 30^η ημέρα του πειράματος ήταν εν ζωή το 70% του πληθυσμού των θηλυκών. Αντίστοιχα, την 45^η ημέρα το 30% των θηλυκών ατόμων της μύγας της Μεσογείου ήταν ζωντανά. Μέχρι την 95^η ημέρα το 20% του συνολικού αριθμού των θηλυκών ήταν εν ζωή. Έως την 145^η ημέρα απεβίωσαν τα τελευταία θηλυκά άτομα που είχαν συζευχθεί με αρσενικά τρεφόμενα αποκλειστικά με ζάχαρη, με διαφορά σχεδόν 10 ημερών μεγαλύτερης μακροβιότητας σε σχέση με εκείνα που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και πρωτεΐνη.



Διάγραμμα 3.8: Καμπύλες επιβίωσης των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη

Πίνακας 3.2: Σύγκριση των μέσων όρων του χρόνου έως την έναρξη σύζευξης, της διάρκειας σύζευξης, της μέσης ωοπαραγωγής και της μέσης επιβίωσης με το κριτήριο ανεξάρτητων δειγμάτων (independent samples t- test), μεταξύ θηλυκών που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και θηλυκών που συζεύχθηκαν με αρσενικά που είχαν τραφεί με ζάχαρη και πρωτεΐνη

Δοκιμές σύζευξης	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P</i>
Χρόνος έως την έναρξη σύζευξης	0,870	89	0,901
Διάρκεια σύζευξης	0,181	89	0,892
Μέση <u>ωοπαραγωγή</u>	0,432	89	0,020
Μέση επιβίωση	-0,666	89	0,970

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3, η μέση ωοπαραγωγή διέφερε στατιστικά σημαντικά για τις 2 μεταχειρίσεις ($P < 0,05$). Οι υπόλοιπες παράμετροι που μελετήθηκαν στο πείραμα δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P > 0,05$)

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε η επίδραση της τροφής των αρσενικών στην επιλογή σύζευξης και ωοπαραγωγής των θηλυκών του *C. capitata*. Τα θηλυκά της μύγας της Μεσογείου διατηρούνταν σε φτωχό διατροφικό περιβάλλον, όπου τρέφονταν αποκλειστικά με διάλυμα ζάχαρης και νερού με σκοπό να αναδειχθεί η επιρροή της πλούσιας διατροφής των αρσενικών (πρωτεΐνη) στη βιολογία των θηλυκών. Στη φύση η διατροφή και για τα δύο φύλα του *C. capitata* παίζει σημαντικό ρόλο για την αναπαραγωγή και επιβίωση. Αρσενικά που τρέφονται με πρωτεΐνη συμμετέχουν περισσότερο σε συναθροίσεις τύπου “lek”, συζευγνύονται με μεγαλύτερο αριθμό θηλυκών και καταστέλλουν την επιθυμία τους για επανασύζευξη (Blay & Yuval, 1997; Yuval *et al.*, 1998). Ο χρόνος της σύζευξης είναι άλλος ένας τομέας που επηρεάζεται από τη διατροφή της μύγας της Μεσογείου. Άτομα και των δύο φύλων τείνουν να συζευγνύονται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα όταν αναπτύσσονται σε φτωχό διατροφικό περιβάλλον (Field & Yuval, 1998). Για τα αρσενικά αυτό εξηγείται διότι καταφέρνουν να συζευχθούν με μικρότερο αριθμό θηλυκών ατόμων (Field & Yuval, 1998).

Στη παρούσα μελέτη ο χρόνος έως την έναρξη της σύζευξης και η διάρκεια αυτής δεν φάνηκε να έχει σημαντικές διαφορές για τα θηλυκά που είχαν συζευχθεί με αρσενικά που είχαν τραφεί είτε με ζάχαρη είτε με ζάχαρη και πρωτεΐνη. Θεωρητικά, ο αναμενόμενος αριθμός αυγών που ωοτοκήθηκαν από θηλυκά συζευγμένα με αρσενικά τρεφόμενα με ζάχαρη και πρωτεΐνη θα έπρεπε να διαφέρει στατιστικά σημαντικά σε σχέση με εκείνα που συζεύχθηκαν με τα αρσενικά που τρέφονταν αποκλειστικά με ζάχαρη, εξαιτίας του πλούσιου σπέρματος των αρσενικών με διατροφή ζάχαρης και πρωτεΐνης. Ωστόσο, με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων, παρατηρήθηκε το αντίθετο, δηλαδή αυξημένη ωοπαραγωγή στα θηλυκά που συζεύχθηκαν με αρσενικά τρεφόμενα μόνο με ζάχαρη. Ένας πιθανός λόγος για τη διαφορά αυτή θα μπορούσε να είναι το στρεσάρισμα των ενηλίκων εντόμων στο εργαστήριο. Σε παρόμοια πείραμα (Παύλου, 2018) καταγράφηκε αυξημένη ωοτοκία και εκκολαψιμότητα σε θηλυκά τρεφόμενα με ζάχαρη, τα οποία είχαν έρθει σε επαφή με αρσενικά που βρίσκονταν σε πλούσιο διατροφικό περιβάλλον (πρωτεΐνη). Τέλος, τα αποτελέσματα που προέκυψαν για το ποσοστό της εκκολαψιμότητας των αυγών που παρήγαγαν τα θηλυκά, καθώς και για τη μέση επιβίωση τους δεν φάνηκαν να διαφέρουν σημαντικά.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δεν φάνηκε να προκύπτει ασφαλές συμπέρασμα για τη συσχέτιση της διατροφής των αρσενικών με τη ωοπαραγωγή και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου. Για την αποσαφήνιση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν, καθώς και για την εξαγωγή ενός ασφαλούς συμπεράσματος, είναι αναγκαία η επανάληψη του πειράματος με τις ίδιες παραμέτρους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Τζανακάκης Μ.Ε. & Κατσόγιαννος Β.Ι., 2003. Έντομα Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
- Παύλου Α., 2018. Επίδραση της τροφής των αρσενικών στη δημογραφία και στη συμπεριφορά των θηλυκών της μύγας της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*) όταν τρέφονται μόνο με ζάχαρη. Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Arita L.H., 1982. Reproductive and Sexual Maturity of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Hawaiian Entomological Society, 24:25-29.
- Arita L.H., Kaneshiro K.Y., 1989. Sexual selection and lek behavior in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Pacific Science, 43:135-143.
- Blay S., Yuval B., Nutritional correlates of reproductive success of male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). Animal Behavior, 52(1):59-66.
- De Meyer M., Copeland R.S., Wharton R.A., McPheron B.A., 2002. On the geographic origin of the Medfly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). Proceeding of 6th International Fruit Fly Symposium 6-10 May 2002, Stellenbosch, South Africa, 45-53.
- Enkerlin W., Mumford J., 1997. Economic Evaluation of Three Alternative Methods for Control of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in Israel, Palestinian Territories, and Jordan. Journal of Economic Entomology, 90:1066-1072.
- Field S.A., Yuval B., 1998. Nutritional status affects copula duration in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Insecta Tephritidae). Ethology Ecology & Evolution 11: 61-70.
- Jang E.B., 1995. Effects of mating and accessory gland injections on olfactory-mediated behavior in the female mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*. Journal of Insect Physiology, 41:705-710.
- Jang E.B., McInnis D.O., Lance D.R., Carvalho L.A., 1998. Mating-Induced Changes in Olfactory-Mediated Behavior of Laboratory-Reared Normal, Sterile, and Wild Female Mediterranean Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) Mated to Conspecific Males. Annals of the Entomological Society of America, 91:139-144.

- Katsoyannos B.I., Panagiotidou K., Kechagia I., 1986. Effect of color properties on the selection of oviposition site by *Ceratitidis capitata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 42:187-193.
- Liquido N.J., Cunningham R.T., Nakagawa S., 1990. Host Plants of Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) on the Island of Hawaii (1949-1985 Survey). *Journal of Economic Entomology*, 83:1863-1878.
- McQuate G.T., Sylva C.D., Jang E.B., 2005. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) suppression in persimmon through bait sprays in adjacent coffee plantings. *Journal of Applied Entomology*, 192: 110-117.
- Monzó C., Sabater-Muñoz B., Urbaneja A., Castañera P., 2010. The ground beetle *Pseudophonus rufipes* revealed as predator of *Ceratitidis capitata* in citrus orchards. *Biological Control*, 56:17-21.
- Suárez L., Murúa Bruna A. F., Lara N., Escobar J., Tareti G., Rubio J.L., Van Nieuwenhove G.A., Bezdjian L.P., Schliserman P., Ovruski Alderete S.M., 2014. Biological Control of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in Argentina: Releases of *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) in Fruit-Producing Semi-Arid Areas of San Juan. *Natural Science*, 6:664-675.
- Papadopoulos N.T., 2008. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae). *Encyclopedia of Entomology*, 2318-2322.
- Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., 2003. Field parasitism of *Ceratitidis capitata* larvae by *Aganaspis daci* in Chios, Greece. *Biocontrol*, 48:191-195.
- Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Carey J.R., 2002. Demographic Parameters of the Mediterranean Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Reared in Apples. *Annals of the Entomological Society of America*, 95:564-569.
- Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Kouloussis N.A., Economopoulos A.P, Carrey J.R., 2003. Effect of adult age, food, and time of day on sexual calling incidence of wild and mass reared *Ceratitidis capitata* males. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89:175-182.
- Papadopoulos N.T., Katsoyannos B.I., Kouloussis N.A., Hendrichs J., 2003. Effect of orange peel substances on mating competitiveness of male *Ceratitidis capitata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99:253-261.

- Prokopy R.J., Hendrichs J, 1979. Mating Behavior of *Ceratitidis capitata* on a Field-Caged Host Tree. *Annals of the Entomological Society of America*, 72:642-648.
- Shelly T., Dang C., Kennelly S., 2004. Exposure to Orange (*Citrus sinensis L.*) Trees, Fruit, and Oil Enhances Mating Success of Male Mediterranean Fruit Flies (*Ceratitidis capitata* [Wiedemann]). *Journal of Insect Behavior*, 17:303-315.
- Thomas M.C, Heppner J.B., Woodruff R.E., Weems H.V., Steck G.J., Fasulo T.R., 2007. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Insecta: Diptera: Tephritidae)
- Yuval B., Kaspi R., Shloush S., Warburg M.S., 1998. Nutritional reserves regulate male participation in Mediterranean fruit fly leks. *Ecological Entomology*, 23:211-215.
- Zucoloto F.S., 1991. Effects of Flavour and Nutritional Value on Diet Selection by *Ceratitidis capitata* Larvae (Diptera, Tephritidae). *Insect Physiology*, 37:21-25.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- Ηλεκτρονική πηγή 1:
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=143196#null
- Ηλεκτρονική πηγή 2:
<https://nucleus.iaea.org/sites/naipc/twd/Picture%20Gallery/Forms/DispForm.aspx?ID=131>
- Ηλεκτρονική πηγή 3:
<https://images.app.goo.gl/yTc78S3pPChHDkRPA>
- Ηλεκτρονική πηγή 4:
<https://images.app.goo.gl/TBKw4Ng49B1ddDGF8>
- Ηλεκτρονική πηγή 5:
<https://images.app.goo.gl/QSyuw5GhW2wHhc6K8>
- Ηλεκτρονική πηγή 6:
<https://www.agric.wa.gov.au/fruit-fly-trial-western-australia>
- Ηλεκτρονική πηγή 7:
<https://images.app.goo.gl/LzWjvcoUbiEDvH4A6>

- Ηλεκτρονική πηγή 8:
<https://images.app.goo.gl/FNMnztGvVgCR8aEcA>
- Ηλεκτρονική πηγή 9:
<https://images.app.goo.gl/96y5rTyCFdeYFv7c9>
- Ηλεκτρονική πηγή 10:
<https://images.app.goo.gl/rMGr4wwYBXYwj9ck6>