

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΥΓΑ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Η μύγα της Μεσογείου *Ceratitis capitata* (Wiedemann) ανήκει στην τάξη Diptera (στην οποία ανήκουν μεταξύ άλλων μύγες και κουνούπια), υπόταξη Cyclorrhapha, οικογένεια Tephritidae, γένος *Ceratitis*. Η οικογένεια περιλαμβάνει περίπου 5000 είδη με εξάπλωση σε αρκετές περιοχές του κόσμου, ιδιαίτερα όμως σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές (Tsiropoulos 1992, Christenson & Foote 1960). Στην ίδια οικογένεια με αυτήν ανήκει και ο δάκος της ελιάς *Dacus oleae* (Gmelin), γνωστός για τη επιζήμια δράση του στις ελαιοκαλλιέργειες. Η καταγωγή της μύγας της Μεσογείου εντοπίζεται στις χώρες της Κεντροδυτικής Αφρικής, πολύ πιθανόν στην Νιγηρία. Στην περιοχή της Κεντρικής Αφρικής οι πληθυσμοί της μύγας ελέγχονται συνήθως από διάφορα είδη παρασίτων, και το στοιχείο αυτό ενισχύει την υπόθεση για την καταγωγή της από την περιοχή αυτή (Silvestri 1914, Malacrida et al. 1992, από μεταπτυχιακή διατριβή Ροδιτάκη 2000). Η περιοχή στην οποία το έντομο εξαπλώθηκε αρχικά ήταν η λεκάνη της Μεσογείου και με την πάροδο του χρόνου εισέβαλε και εγκαταστάθηκε στην Ευρώπη, στην Κεντρική και Νότια Αμερική, στο Ισραήλ, στην Αυστραλία και στην Χαβάη, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζεται σήμερα ως ένας σοβαρός εχθρός των γεωργικών καλλιεργειών (Christenson & Foote 1960, Liquido et al. 1977).

Τα τελευταία 200 χρόνια και με την εξάπλωση του εμπορίου το έντομο έγινε σχεδόν κοσμοπολίτικο σε αντίθεση με τα υπόλοιπα περίπου 65 είδη του ίδιου γένους που συνεχίζουν να περιορίζονται κυρίως στην Αφρική (Silvestri 1914, Malacrida et al. 1992, από μεταπτυχιακή διατριβή Ροδιτάκη, 2000). Αυτό συμβαίνει γιατί είναι είδος που μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα σε διάφορους τύπους οικοσυστημάτων. Σήμερα η μύγα της Μεσογείου αποτελεί πιθανόν την μεγαλύτερη απειλή παγκοσμίως για 353 είδη φρούτων και λαχανικών που ανήκουν σε περισσότερες από 14 οικογένειες στα οποία μπορεί να αναπτυχθεί η προνύμφη της (Liquido et al. 1977). Στην Ελλάδα η μύγα της Μεσογείου αναφέρθηκε για πρώτη φορά στις αρχές του αιώνα και περιγράφηκε ως φρουτόμυγα του μανταρινιού (Papageorgiou 1915, Μεταπτυχιακή Διατριβή Σερπετσιδάκη 1994). Την συναντούμε από την Κρήτη έως και την Βόρεια Ελλάδα (Papadopoulos et al. 1996) και προκαλεί συχνές και σοβαρές ζημιές κυρίως στα εσπεριδοειδή: πορτοκάλια (*Citrus sinensis*), νεράντζια (*Citrus aurantium*), μανταρίνια (*Citrus reticulata*), κίτρα (*Citrus medica*), αλλά και σε άλλα φρούτα όπως βερίκοκα (*Prunus armeniaca*), μούσμουλα (*Eriobotrya japonica*), αχλάδια (*Pyrus communis*), μήλα (*Malus domestica*), ροδάκινα (*Prunus persica*) και σύκα (*Ficus carica*) (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998).

Ο βιολογικός κύκλος και η φαινολογία της μύγας της Μεσογείου στην χώρα μας έχει ως εξής: Συμπληρώνει από 3 έως 7 γενιές τον χρόνο, ανάλογα με τις θερμοκρασίες και την περιοχή. Οι μέγιστοι πληθυσμοί του εντόμου παρατηρούνται τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο, ενώ οι ελάχιστοι από τον Δεκέμβριο έως το Μάρτιο. Τον χειμώνα επιβιώνει ως προνύμφη μέσα σε καρπούς που είναι πάνω στα δέντρα ή έχουν πέσει στο έδαφος, ή ως νύμφη μέσα στο έδαφος (Fimiani 1989). Αν ο χειμώνας είναι ήπιος, μπορεί να συναντήσουμε και ενήλικα (ακμαία) άτομα να διαχειμάζουν (Mavrikakis et al. 2000). Σε κάθε περίπτωση, συναντούμε πληθυσμούς ενηλίκων την άνοιξη (Mavrikakis et al. 2000). Αυτά αφού τραφούν για λίγες μέρες με διάφορες μελιτώδεις και αζωτούχες ουσίες (νέκταρ, απεκκρίματα κοκκοειδών ή αλευρώδη, περιττώματα πτηνών κ.ά.) (Procory & Roitberg 1984), και ωριμάσουν αναπαραγωγικά, ζευγαρώνουν. Μετά από λίγες μέρες το θηλυκό ανοίγει με τον ωοθέτη του οπές στους καρπούς και τοποθετεί 1-6 αυγά μέσα σε κάθε οπή. Άλλες φορές το θηλυκό γεννάει τα αυγά του σε τραύματα των καρπών (Paraj et al. 1989) ή σε οπές ωοτοκίας από άλλα θηλυκά του είδους του. Οι προνύμφες αναπτύσσονται τρώγοντας τον καρπό και διαβρώνοντας την σάρκα του. Η μεγάλη ζημιά όμως προκαλείται από τις δευτερογενείς μολύνσεις του καρπού από μύκητες ή άλλους μικροοργανισμούς. Έτσι ο καρπός σαπίζει και χάνει την αξία του. Επιπλέον σε καρπούς που έχουν προσβληθεί από την μύγα της μεσογείου γεννάνε και άλλα έντομα, όπως καρπόφυλλοι και δροσόφιλες (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998). Τέλος από τα βομβύκια που μένουν στο έδαφος θα βγουν καινούρια ακμαία που θα επαναλάβουν τον κύκλο. Το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για κάθε στάδιο εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία, όπως συμβαίνει σε όλα τα έντομα. Έτσι το καλοκαίρι η διάρκεια του βιολογικού κύκλου υπολογίζεται στον 1 περίπου μήνα, ενώ τον χειμώνα 2-3 μήνες ή και παραπάνω ( Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998). Στην Εικόνα 1 φαίνονται τα διάφορα στάδια της μύγας της Μεσογείου.

Η καταπολέμηση του εντόμου μπορεί να γίνει με συμβατικά μέσα (δολωματικοί ψεκασμοί ή ψεκασμοί κάλυψης) ή με την χρήση βιολογικών μεθόδων, ή τέλος με συνδυασμό μεθόδων σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης. Μια από αυτές είναι και η τεχνική απελευθέρωσης στειρών εντόμων (Sterile Insect Technique, SIT). Η φιλοσοφία της εστιάζεται στο γεγονός ότι με την απελευθέρωση στο πεδίο ενός πολλαπλάσιου σε σχέση με τα άγρια έντομα αριθμού στειρών αρσενικών (τα οποία συνήθως προέρχονται από ένα εργαστηριακό στέλεχος και έχουν επαρκή ζωτικότητα και σεξουαλική ανταγωνιστική ικανότητα σε σχέση με τον άγριο πληθυσμό) είναι δυνατός ο περιορισμός ή ακόμα και η εξαφάνιση του άγριου πληθυσμού μετά από μια περίοδο συνεχών εξαπολύσεων στειρών ατόμων (Robinson & Hooper 1989).

Συνήθως της απελευθέρωσης προηγείται μια συμβατική καταπολέμηση (π.χ. δολωματικός ψεκασμός) για να μειωθεί δραστικά ο άγριος πληθυσμός και να υπάρξει εξ'αρχής μεγάλη αναλογία στείρων προς άγρια αρσενικά. Η μέθοδος έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στις περιπτώσεις εκείνες που το έντομο στόχος είναι νεοεισαχθέν σε μια περιοχή, και κυρίως όταν η περιοχή είναι απομονωμένη από νέες εισροές πληθυσμών του εντόμου.

## **1.2. ΔΙΑΤΡΟΦΗ**

Η μύγα της Μεσογείου, σαν ολομετάβολο έντομο εμφανίζει έντονη διαφοροποίηση μεταξύ προνυμφικού και ώριμου σταδίου, όσον αφορά στο είδος της τροφής και στα στοματικά εξαρτήματα (Christenson & Foote 1960) . Ενώ οι προνύμφες διαθέτουν μασητικά στοματικά μόρια, τα ενήλικα άτομα διαθέτουν μυζητήρα και τρέφονται απομυζώντας υγρά ή ημίρρευστα είδη τροφής (Τζανακάκης 1995). Οι διατροφικές απαιτήσεις της οικογένειας των Δίπτερων έχουν μελετηθεί για παραπάνω από μισό αιώνα (Tsiropoulos 1992) . Οι μελέτες αυτές έδειξαν ότι ενώ το στάδιο της προνύμφης έχει αυξημένες ανάγκες τόσο σε πρωτεΐνες όσο και σε υδατάνθρακες και λίπη καθώς και σε ειδικές θρεπτικές ουσίες ή ουσίες που παρέχουν ενέργεια όπως η *niacin* ή το NAD και NADP (Jang 1986) , στα ενήλικα άτομα παρατηρείται μια μειωμένη απαίτηση σε λιπίδια, ενώ οι ανάγκες σε υδατάνθρακες (ως πηγή ενέργειας) και σε αμινοξέα (συστατικά για πρωτεϊνσύνθεση) εξακολουθούν να είναι μεγάλες, ειδικά στα πρώτα στάδια της ενήλικης ζωής. Η μειωμένη απαίτηση για έτοιμα λιπίδια οφείλεται στην ικανότητα των ενήλικων εντόμων για λιπογένεση, η οποία πάντως εξαρτάται από το φύλο καθώς και από το διαιτολόγιο που ακολουθείται (Warburg & Yuval 1996). Το τελευταίο στοιχείο έρχεται να ανατρέψει την άποψη που επικρατούσε για τις μειωμένες λιπογενετικές ικανότητες της ενήλικης *C. capitata* (Nestel et al. 1985).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί η σημασία της επιλογής σιτηρεσίου από τα έντομα, με τρόπο τέτοιο ώστε να μεγιστοποιείται η κάλυψη των θρεπτικών τους αναγκών σε κάθε στάδιο του βιολογικού τους κύκλου. Οι πηγές απαραίτητων μεταβολιτών του ενήλικου για τα Terphritidae κατατάσσονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: Α) Αυτές που λαμβάνονται από το περιβάλλον του εντόμου, είτε αυτό βρίσκεται στην φύση είτε σε συνθήκες τεχνητής εκτροφής Β) ουσίες μεταφερόμενες από το στάδιο της προνύμφης όπως λιπίδια, Γ) ουσίες που παρέχονται από συμβιωτικούς μικροοργανισμούς με σύνθεση νέων μορίων ή ενζύμων (Tsiropoulos 1992). Όσον αφορά στην διατροφή των ενήλικων από το περιβάλλον, αυτή περιλαμβάνει εκκρίσεις των φυτών, χυμούς φρούτων, περιττώματα από πτηνά, μελιτώδεις εκκρίσεις από κοκκοειδή ή από αλευρώδεις και αφίδες, καθώς και γύρη ή

νέκταρ (Hendrichs & Hendrichs 1990, Procopy & Roitberg 1984). Τα ενήλικα μπορούν να παραλαμβάνουν τις τροφές αυτές από το περιβάλλον όπου γίνεται η σύζευξη και η ωοτοκία ή από παραπλήσιες περιοχές όπου υπάρχει βλάστηση (Procopy & Roitberg 1984). Η ποικιλία τροφής φαίνεται να έχει μεγάλη σημασία για τα έντομα, και αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι η μελέτη της χημικής σύστασης μελιτωμάτων που θεωρούνταν καλές τροφές για έντομα, δεν έδωσε διαιτολόγια επαρκή για πλήρη θρέψη (Hendrichs et al. 1993). Σε ορισμένες περιπτώσεις πάντως, έχει φανεί ότι συγκεκριμένα μελιτώματα μπορούν να στηρίξουν επιβίωση και αναπαραγωγή, π.χ σε *Dacus oleae* που τράφηκε με μελιτώματα από *Saissetia oleae*, *Filippia oleae* και *Euphyllura olivine* (Tsiropoulos 1992). Σε έναν άλλο εκπρόσωπο των Tephritidae, την *Rhagoletis pomonella*, οι φυσικές πηγές που μελετήθηκαν αποτελούνταν από μελιτώματα αφίδων, εκχυμώσεις από την επιφάνεια των φύλλων, ή περιτώματα εντόμων. Πάντως μεμονωμένες έδειξαν μικρή διατροφική αξία σε παραμέτρους όπως η ωοπαραγωγή και η επιβίωση (Hendrichs et al. 1993).

Η επίδραση των μελιτωμάτων έχει μελετηθεί και σε άλλα έντομα όπως στις αφίδες, στις οποίες φαίνεται ότι κάθε είδος μελιτώματος συνεισφέρει και με διαφορετικό τρόπο στην επιβίωση και στην ωοπαραγωγή (Dorschner 1993). Σε άλλες περιπτώσεις έχει μελετηθεί η προσελκυστική ικανότητα ουσιών όπως αποχωρήματα πτηνών, και έχει βρεθεί ότι αυτά έλκουν άτομα της *C. capitata* λόγω αμμωνιακών εκλύσεων που εκλαμβάνονται από το έντομο ως πηγή τροφής (αμινοξέα) (Procopy et al. 1993). Φυσικά η μύγα της Μεσογείου δεν είναι το μόνο έντομο που έλκεται έμμεσα σε μια περιοχή 'αναμένοντας' να βρει τροφή, καθώς θηρευτές του ιδίου, όπως σφήκες (Hymenoptera) πλησιάζουν σε συναθροίσεις (leks) αρσενικών ατόμων ορμώμενες από την μυρωδιά της φερομόνης που εκλύουν τα άρρενα έντομα (Hendrichs et al. 1994).

Οι τροφικές απαιτήσεις των εντόμων εν πολλοίς αντιπροσωπεύονται από το ισοζύγιο πρωτεϊνών και υδατανθράκων που αυτά λαμβάνουν από την τροφή τους, και ο λόγος των δύο κύριων θρεπτικών πηγών είναι καθοριστικής σημασίας για αυτά. Έχει βρεθεί ότι θηλυκές μύγες του είδους *Phormia regina* παρουσιάζουν μειωμένη ωοπαραγωγή αν τραφούν μόνο με σακχαρούχο διάλυμα, και μειωμένη επιβίωση αν τραφούν αποκλειστικά με υδατικό διάλυμα ζύμης (πρωτεΐνη). Αντίθετα, η πρόσβαση και στα δύο είδη τροφής δείχνει ένα διακριτό και όχι τυχαίο πρότυπο θρέψης καθόλη την διάρκεια της λεκιθογένεσης. Επιπρόσθετα, διακυμάνσεις στην αναλογία πρωτεΐνης : σακχάρου παρατηρήθηκαν κατά τα διάφορα στάδια της ζωής του ενήλικου θηλυκού, από την έξοδο μέχρι και την ωαπόθεση (Waldbauer & Friedman 1991). Μεγάλο ρόλο φαίνεται να παίζουν επίσης γενετικοί παράγοντες όσον αφορά

την επιλογή του είδους της τροφής από έντομα του ίδιου είδους, αλλά διαφορετικών πληθυσμών. Έχει πράγματι παρατηρηθεί ότι άτομα του ίδιου είδους προερχόμενα από διαφορετικούς πληθυσμούς, δεν χρησιμοποιούν τις ίδιες ενεργειακές πηγές, ως αποτέλεσμα γενετικής παραλλαγής (συχνότητες αλληλομόρφων), η οποία αποκρίνεται ως προσαρμογή σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες (Waldbauer and Friedman 1991).

Άλλη παράμετρος που έχει μελετηθεί σχετικά με την θρέψη των Διπτέρων είναι η επίδραση της τεχνητής διατροφής στις ζωτικές λειτουργίες των εντόμων. Ήδη από το 1945 οι Hagen & Finney (1950) χρησιμοποίησαν υδρολυμένη ζύμη και υδατάνθρακες για την θρέψη της *C. capitata*. Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει ένας διαχωρισμός μεταξύ των διαιτολογίων που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς στην εργαστηριακή εκτροφή. Ολοειδική είναι η απολύτως καθορισμένη χημικά δίαιτα και έχει αναπτυχθεί και για άλλα είδη εκτός της *C. capitata*, όπως στα *D. dorsalis* και *D. cucurbitae*. Μεροειδική είναι η δίαιτα στην οποία τα περισσότερα χημικά στοιχεία είναι καθορισμένα, αλλά ένα τουλάχιστον δεν έχει προσδιοριστεί. Τέλος η ολιγοειδική δίαιτα αποτελείται κυρίως από συστατικά άγνωστης χημικής σύστασης (Vanderzant 1974). Τα περισσότερα διαιτολόγια που χρησιμοποιούνται σε προγράμματα μαζικής εκτροφής περιέχουν και άγνωστα στοιχεία και είναι ολιγο- ή μεροειδικές δίαιτες, ενώ οι χημικά καθορισμένες δίαιτες χρησιμοποιούνται περισσότερο για τον καθορισμό των τροφικών απαιτήσεων των εντόμων σε μικρής κλίμακας εκτροφές στο εργαστήριο (Vanderzant 1974). Η μελέτη της διατροφής ενηλίκων αποσκοπεί : Α) Στον καθορισμό διαιτολογίων που χρησιμοποιούνται σε μαζική εκτροφή για εφαρμογές SIT, Β) Στην έρευνα για νέα τροφικά προσελκυστικά που χρησιμοποιούνται για εντοπισμό, εκτίμηση πληθυσμών ή έλεγχο τους μέσω μαζικής παγίδευσης και Γ) Στην κατανόηση της οικολογίας της θρέψης των εντόμων για πιο αποτελεσματικές εφαρμογές σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης (Tsiropoulos 1992).

Η ωοπαραγωγή στην μύγα της Μεσογείου επηρεάζεται και από παράγοντες του περιβάλλοντος του εντόμου και έχει φανεί ότι σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει κατάλληλος ξενιστής για ωοπόθεση η αναπαραγωγική δραστηριότητα στα πρώτα στάδια της ζωής του ενηλίκου μειώνεται (Carey et al. 1986). Επίσης έχει φανεί ότι υπάρχουν διαφορές ανάμεσα σε εργαστηριακά και άγρια έντομα στην ηλικία έναρξης ωοπόθεσης αλλά και στην εκκολαπτικότητα των αυγών. Τα άγρια έντομα καθυστερούν στην έναρξη της παραγωγής αυγών αλλά η περίοδος κατά την οποία αποθέτουν αυγά είναι σαφώς πιο μακρά, και διατηρούν ωοπαραγωγή σε ηλικίες μεγαλύτερες των εργαστηριακών εντόμων (Rössler 1975). Σχετικά με την

αναπαραγωγή της *C. capitata* έχει βρεθεί επίσης ότι τόσο η διατροφή (ύπαρξη πρωτεΐνης ή όχι) όσο και το μέγεθος του αρσενικού ατόμου παίζει ρόλο στην επιτυχή σύζευξη, επηρεάζοντας την δεκτικότητα του θηλυκού η οποία τελικά σχετίζεται με την πιθανότητα επανασύζευξης (Blay & Yuval 1997), καθώς επίσης και ότι αρσενικά που είχαν πλήρες διαιτολόγιο (υδατάνθρακες + πρωτεΐνες) ήταν πιο αποτελεσματικά στην παραγωγή φερομόνης (Kaspi & Yuval 2000). Τέλος το έντομο αυτό έχει χρησιμοποιηθεί σε δημογραφικές μελέτες από τους Carey et al. (1986,1995,1998) και έχει βρεθεί ότι σε μεγάλες ηλικίες ο ρυθμός θνησιμότητας μειώνεται ή παραμένει σταθερός αντί να αυξάνει εν αντιθέσει με τα πρότυπα θνησιμότητας που είναι γνωστά από άλλους οργανισμούς (Carey 1992). Για την μελέτη προτύπων θνησιμότητας, γεννησιμότητας και γονιμότητας ο Carey (1993) εισάγει την χρήση των πινάκων επιβίωσης στην μελέτη πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου, χρησιμοποιώντας δημογραφικές μεθόδους που παρέχουν μοντέλα επιβίωσης και κατανομής της θνησιμότητας σε κάθε ηλικιακή κλάση.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση διαφορετικών τροφικών υποστρωμάτων των ενηλίκων στην επιβίωση, την παραγωγή αυγών των θηλυκών, καθώς και στην εκκολαπτικότητα των αυγών αυτών. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν εργαστηριακά και άγρια έντομα και διαφορετικά είδη τροφών φυσικής πρέλευσης. Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε η standard εργαστηριακή τροφή ενηλίκων που χρησιμοποιείται με επιτυχία στην τεχνητή εκτροφή σε συνθήκες εργαστηρίου. Τα αποτελέσματα αποσκοπούν στον προσδιορισμό εκείνων των τροφών οι οποίες έχουν υψηλή θρεπτική αξία για τα έντομα και που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από αυτά όταν βρεθούν στο ύπαιθρο. Ειδικά για τα εργαστηριακά στελέχη αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία σε προγράμματα καταπολέμησης με τεχνικές απελευθέρωσης τεχνητά εκτρεφόμενων στείρων αρσενικών, τα οποία θα πρέπει να καταφέρουν να επιδείξουν στην φύση όσο το δυνατόν περισσότερες ομοιότητες με τα άγρια έντομα, ώστε να συζευχθούν επιτυχώς με τα άγρια θηλυκά (Economopoulos, 1992), αλλά ταυτόχρονα θα πρέπει να διατηρούν τις αρχικές προδιαγραφές με τις οποίες είναι χαρακτηρισμένο κάθε στέλεχος. Για τον λόγο αυτό, τα στελέχη μαζικής εκτροφής υποβάλλονται διαρκώς σε ελέγχους ποιότητας (Hooper 1987). Συμπερασματικά, οι διαφορές μεταξύ εργαστηριακών και αγρίων πληθυσμών του εντόμου στην εκμετάλλευση φυσικών τροφικών υποστρωμάτων αντικατοπτρίζουν διαφορετικές προσαρμογές εκ μέρους των εργαστηριακών πληθυσμών, και πιθανόν να είναι καθοριστικής σημασίας σε προγράμματα εξαπόλυσης στείρων εντόμων. Ακόμη τέθηκε προς διερεύνηση το κατά πόσο ένα μόνον είδος φυσικής τροφής είναι επαρκές για την επιβίωση και την ωοπαραγωγή της μύγας της Μεσογείου,

λαμβανομένου υπόψη ότι στην φύση τα έντομα επιλέγουν διαιτολόγια ανάλογα με τις ανάγκες τους σε θρεπτικά συστατικά (Waldbauer & Friedman 1991).



Εικόνα 1.  
Στάδια  
του  
βιολογικού  
κύκλου  
της μύγας

της Μεσογείου *Ceratitis capitata*

## **2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **2.1. ENTOMA ΚΑΙ ΤΡΟΦΕΣ**

Κατά την διεξαγωγή των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν εργαστηριακές και άγριες μύγες της Μεσογείου. Οι εργαστηριακές μύγες ανήκουν στο σταθεροποιημένο στέλεχος γενετικού διαχωρισμού CE IB 7/99 που δημιουργήθηκε στο εργαστήριο της IAEA (International Atomic Energy Agency) στο Seibersdorf της Αυστρίας και διατηρείται στο Εργαστήριο Εντομολογίας του τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης για 27 γενιές έως σήμερα. Οι προνύμφες του στελέχους εκτρέφονται σε μείγμα που αποτελείται από πίτυρα 24.2%, ζάχαρη 16.2%, υδρολυμένη πρωτεΐνη (ICN Biochemicals) 8.1%, κιτρικό οξύ 0.6%, βενζοϊκό νάτριο 0.5% και νερό 50.5% (Hooper 1987).

Οι άγριες μύγες προήλθαν από συλλογή προνυμφών από προσβεβλημένα σύκα (οι περιοχές από όπου συλλέγονταν τα σύκα είναι η Φορτέτσα, οι Βούτες και η Παντάνασσα στον νομό Ηρακλείου). Η συλλογή των αγρίων εντόμων έγινε τοποθετώντας τα σύκα σε πλαστικά δοχεία με τρύπες, που βρίσκονταν μέσα σε δίσκους στρωμένους με πριονίδι. Μετά την έξοδο των προνυμφών τελευταίου σταδίου από τους καρπούς και την νύμφωση τους, το πριονίδι κοσκινιζόταν ώστε να ληφθούν οι νύμφες, οι οποίες κρατούνταν μέχρι την ημέρα εξόδου τους μέσα σε τρυβλία Petri στις συνθήκες του εργαστηρίου.

Όσον αφορά στα εργαστηριακά έντομα (λόγω μεγάλου αριθμού ατόμων από την παραγωγή της μονάδας), μια μέρα πριν από την έξοδο τους επιλέγονταν με κριτήριο το βάρος τους ώστε να χρησιμοποιηθούν άτομα παρομοίου μεγέθους. Η μέση τιμή καθώς και η τυπική απόκλιση βάρους επιλέχθηκε μετά από έλεγχο της μέσης τιμής για διάρκεια 11 εργαστηριακών γενεών (από στοιχεία του εργαστηρίου) (Μέση τιμή=  $8,674 \cdot 10^{-3}$  gr. και Τυπική απόκλιση=  $0,8037 \cdot 10^{-3}$  gr.). Έτσι το βάρος των ατόμων κυμαινόταν από  $8,2-9,2 \cdot 10^{-3}$  gr. για θηλυκά και αρσενικά άτομα (χρησιμοποιήθηκε

ζυγαριά ακριβείας  $10^{-5}$  gr. OHAUS). Τα άτομα αυτά ήταν πάντα 1<sup>ης</sup> ή 2<sup>ης</sup> συλλογής (αντίστοιχες μέρες εξόδου προνυμφών από το μείγμα εκτροφής).

Τα έντομα λαμβάνονταν την πρώτη ημέρα εξόδου τους από το νυμφικό περίβλημα (αρσενικά χωριστά από τα θηλυκά), και τρέφονταν αμέσως με την υπό μελέτη τροφή της κάθε ομάδας χωρίς να έρθουν σε επαφή με άλλο είδος τροφής. Την δεύτερη μέρα από την έξοδο τους τοποθετούνταν σε κλουβιά από πλαστικό κατάλληλο για τρόφιμα, τα οποία ήταν κυλινδρικού σχήματος (10 cm ύψος x 9 cm διάμετρος, 650 ml ~όγκος). Τα κλουβιά ήταν ανοικτά στο πάνω μέρος, το οποίο έκλεινε με συνθετικό ύφασμα με οπές μεγάλης διαμέτρου. Σε κάθε κλουβί τοποθετήθηκε από ένα ζεύγος μυγών, με συσκευές παροχής νερού (πλαστικό δοχείο με βαμβάκι στο στόμιο του) και την ανάλογη τροφή. Την τρίτη ημέρα εξόδου σε κάθε κλουβί (στο πάνω μέρος) τοποθετήθηκε από ένα ημισφαιριο πηκτώματος αγαρόζης (0.2 % Agar technical της DIFCO Laboratories με χρώση τροφίμων) όγκου 10 ml, το οποίο ήταν τυλιγμένο με υλικό Parafilm. Η κατασκευή αυτή χρησιμοποιήθηκε για την απόθεση των αυγών καθώς η υφή και το χρώμα του ημισφαιρίου προσομοίαζαν με φρούτο στις μύγες και αυτές απόθεταν τα αυγά τους τρυπώντας το υλικό Parafilm, μέσα στο πήκτωμα. Η αλλαγή των ημισφαιρίων καθώς και συμπλήρωση τροφής και νερού γινόταν κάθε Δευτέρα Τετάρτη και Παρασκευή σε σταθερή ώρα, όπως και η καταμέτρηση των νεκρών ατόμων μέχρι την ολοκλήρωση του πειράματος.

Παρακάτω περιγράφονται τα είδη τροφών που χρησιμοποιήθηκαν :

Η εργαστηριακή τροφή αποτελείται από ένα μέρος υδρολυμένης μαγιάς (ICN Biochemicals) και τρία μέρη σακχάρους και παρασκευάζεται με ανάμειξη των δύο συστατικών σε θερμοκρασία δωματίου. Στην έναρξη κάθε πειράματος παρασκευάζονταν μια ποσότητα εργαστηριακής τροφής, η οποία μοιραζόταν σε μικρά τρυβλία Petri (περίπου 2 gr για κάθε κλουβί). Στα προκαταρκτικά πειράματα όπου χρησιμοποιήθηκαν φρούτα (πορτοκάλι και μήλο) αυτά διατηρούνταν στο ψυγείο και δίνονταν με την μορφή μικρών φετών ώστε να υπάρχει πρόσβαση στους χυμούς τους. Οι φέτες των φρούτων ανανεώνονταν συχνά ώστε να αποφευχθεί η ξήρανση τους.

Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκαν μελιτώματα ως τροφές, η προσφορά τους στα έντομα γίνονταν πάνω στα φύλλα του δέντρου στα οποία είχαν αποτεθεί. Ειδικά για την μελέτη των μελιτωμάτων η διαδικασία είχε ως εξής: η συλλογή φύλλων με τα μελιτώματα γινόταν από προσβεβλημένα δέντρα σε οπωρώνες της περιοχής Φόδελε ή σε ελαιώνες της περιοχής Βουτών, και τα μελιτώματα φυλάσσονταν στο ψυγείο μέχρι και μια εβδομάδα πάνω στα φύλλα που τα έφεραν, μέχρι να δοθούν στα έντομα (Αλεξανδράκης, προσωπική επικοινωνία). Τα μελιτώματα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονταν από τα παρακάτω 3 είδη εντόμων:



1. *Euphyllura phillyreae* Foerster (Τάξη Homoptera, Οικογένεια Aphalaridae). Η κοινή ονομασία του εντόμου είναι ψύλλα ή βαμβακάδα της ελιάς και μοιάζει με μικρό τζιτζίκι. Έχει μια γενεά το έτος και την άνοιξη τα θηλυκά ωοτοκούν στις ανθοταξίες και τους νεαρούς βλαστούς της ελιάς, όπου και αναπτύσσονται τα ανήλικα στάδια. Αυτά παράγουν κηρώδεις και μελιτώδεις εκκρίσεις που καλύπτουν τις ανθοταξίες.

2. *Aleyrothrixus floccosus* Maskell ( Τάξη Homoptera, Οικογένεια Aleyrodidae). Κοινή ονομασία εριώδης αλευρώδης. Πολυφάγο είδος με 4-5 γενεές ανά έτος, προσβάλλει κυρίως εσπεριδοειδή, των οποίων θεωρείται σοβαρός εχθρός. Το θηλυκό ωοτοκεί στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, και οι προνύμφες που αναπτύσσονται εκκρίνουν άφθονα μελιτώδη αποχωρήματα, τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων (καπνιά).

3. *Aphis spiraecola* Patch (Τάξη Homoptera, Οικογένεια Aphididae). Κοινή ονομασία πράσινη αφίδα των εσπεριδοειδών. Έχει πολλές γενεές το έτος και οι προνύμφες της ζουν στην κάτω επιφάνεια νεαρών φύλλων και στους τρυφερούς βλαστούς (Τζανακάκης & Κατσόγιαννος 1998).

Εξετάστηκε επίσης η θρεπτική αξία περιττωμάτων της ίδιας της μύγας της Μεσογείου. Η διαδικασία είχε ως εξής: Μεγάλος αριθμός ενηλίκων της μύγας (περίπου 1000 άτομα) διατηρούνταν σε 2 κλουβιά από Plexiglas, στα οποία υπήρχε παροχή νερού και τροφής. Οι τροφές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πλήρης εργαστηριακή τροφή στο ένα κλουβί και σκέτη ζάχαρη εμπορίου στο άλλο. Τα έντομα τρέφονταν για περίπου 2 εβδομάδες και τα αποχωρήματα τους συλλέγονταν εμποτισμένα σε λευκό διηθητικό χαρτί που υπήρχε στο πάτωμα κάθε κλουβιού. Τα φύλλα του χαρτιού προσφερόταν στην συνέχεια στα υπό εξέταση άτομα που προέρχονταν από την επόμενη γενεά.

Για κάθε τροφική μεταχείριση υπήρχαν 30 επαναλήψεις. Σε όλα τα πειράματα ως μάρτυρας υπήρχε η εργαστηριακή τροφή ενηλίκων. Οι συνθήκες υπό τις οποίες έγιναν τα πειράματα ήταν ελεγχόμενες με τιμές θερμοκρασίας  $25 \pm 5$  °C, υγρασίας  $65 \pm 5\%$  και φωτοπεριόδου L14:D10 (φως 8:00–20:00, σκοτάδι 20:00–8:00) με ένταση φωτός περίπου 2500 Lux. Οι συνθήκες αυτές διατηρούνταν με την βοήθεια κλιματιστικού μηχανήματος και 2 υγραντών και για την καταγραφή θερμοκρασίας- υγρασίας χρησιμοποιήθηκε θερμοϋδρογράφος CASELLA.

## **2.2. ΜΕΛΕΤΗ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ - ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΩΑΡΙΩΝ**

Η μελέτη της παραγωγής των αυγών έγινε με την μέτρηση των παραγόμενων αυγών ανά μύγα μέσα στο διήμερο. Τα αυγά καταμετρούνταν με την έξοδο τους από το πήκτωμα αγαρόζης με την βοήθεια μικρού πινέλου. Τα αποτελέσματα

εκφράστηκαν με τον όρο αυγά /θηλυκό/ ημέρα ζωής. Ανά μια εβδομάδα επίσης γινόταν η μελέτη της εκκολαπτικότητας ως εξής: Τα καταμετρημένα αυγά από τα ημισφαίρια της αγαρόζης (μετρήσεις Παρασκευής) μεταφέρονταν με την βοήθεια πινέλου σε μαύρο διηθητικό χαρτί (filter paper Ø 9 cm) μέσα σε τρυβλία Petri και έπειτα ραντίζονταν με νερό. Στην συνέχεια τα τρυβλία διατηρούνταν σε υψηλή υγρασία (65-80 %) και σε θερμοκρασία  $25 \pm 5$  °C για 6 ημέρες με προσοχή ώστε να μην στεγνώσουν, και στην συνέχεια εξετάζονταν σε στερεοσκόπιο OLYMPUS ώστε να διαπιστωθεί ποια από αυτά δεν εκκολάφθηκαν. Τα απόλυτα ποσοστά έχουν αναχθεί σε % τιμές εκκολαπτικότητας, για τα αυγά κάθε μύγας και για το σύνολο σε κάθε τροφική μεταχείριση.

### **2.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ - ΠΙΝΑΚΕΣ**

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και η κατασκευή των πινάκων έγινε με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Systat for Windows και του λογιστικού προγράμματος Microsoft Excel αντίστοιχα. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) καθώς και το Tukey test (HSD) για παραπάνω από δυο μέσους όρους, ή το t-test όταν συγκρίνονταν δυο μέσοι όροι (Zar 1999). Οι αρχικές τιμές δεδομένων μετατράπηκαν (για λόγους μείωσης της ετεροσκεδαστικότητας) με την ln μετατροπή ( $x' = \ln x$ ) για τα δεδομένα που αφορούν στην επιβίωση, την τετραγωνική ρίζα ( $x' = \sqrt{x}$ ) για αυτά της ωοπαραγωγής και την arcsine μετατροπή ( $x' = \arcsine \sqrt{x}$ ) για τα ποσοστά εκκολαπτικότητας (Δαλιάνης 1992, Zar 1999).

### **2.4. ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ**

Η χρήση των πινάκων επιβίωσης (Carey 1993) δίνει πολλά πλεονεκτήματα στην μελέτη της επιβίωσης, της γονιμότητας και της προσδοκίας ζωής ενός υπό μελέτη πληθυσμού. Ως βασική έννοια για την κατασκευή τους ορίζεται το cohort, άτομα δηλαδή τα οποία έχουν γεννηθεί την ίδια μέρα και συνιστούν τον υπό μελέτη πληθυσμό. Τα άτομα αυτά παρατηρούνται μέχρι το τέλος της ζωής και του τελευταίου και με βάση τα στοιχεία επιβίωσης για κάθε άτομο κατασκευάζεται ο πίνακας επιβίωσης. Οι πληροφορίες που αρχικά διαθέτουμε συνιστούν μια χρονοσειρά η οποία αναλύεται με σκοπό την εξαγωγή όσο το δυνατόν περισσότερων συμπερασμάτων.

Οι κυριότερες παράμετροι ενός πίνακα επιβίωσης είναι οι εξής:

$X$  = Ηλικιακή κλάση (σε ημέρες)

$l_x$  = Ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που είναι ζωντανό στην ηλικία  $x$

$p_x$  = Ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που επιβιώνει στο διάστημα  $x$  έως  $x+1$

$q_x$  = Ποσοστό του αρχικού πληθυσμού που πεθαίνει στο διάστημα  $x$  έως  $x+1$

$dx$  = Διαφορά στην επιβίωση στο διάστημα  $x$  έως  $x+1$

$L_x$  = Ημέρες που το μέσο άτομο έζησε στο διάστημα  $x$  έως  $x+1$

$T_x$  = Εναπομένουσα προσδοκία ζωής για το σύνολο των ατόμων από το διάστημα  $x$  και μετά

$e_x$  = Εναπομένουσα προσδοκία ζωής κατ' άτομο στο διάστημα  $x$  και μετά

Για την κατασκευή ενός πίνακα επιβίωσης, εξετάζεται ο αριθμός των ατόμων που πεθαίνει στο διάστημα μεταξύ δυο μετρήσεων και υπολογίζεται ότι το κάθε άτομο που έζησε από την χρονική στιγμή  $x$  έως την  $x+1$  έχει αποβιώσει στο μεσοδιάστημα αυτό.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η μελέτη ενός cohort με την κατασκευή πίνακα επιβίωσης μπορεί να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα, και το κυριότερο, τα συμπεράσματα αυτά μπορούν να εκφραστούν με κατανοητούς όρους, όπως η προσδοκία ζωής για το μέσο άτομο σε κάποια χρονική στιγμή.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εξετάστηκαν εργαστηριακά ενήλικα έντομα με τις ακόλουθες τροφές: Standard εργαστηριακή τροφή (30 ζεύγη εντόμων + 10 ζεύγη στο προκαταρκτικό πείραμα), πορτοκάλι (10 ζεύγη), μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη (*Aleyrothrixus floccosus*) (30 ζεύγη), μελιτώματα από βαμβακάδα της ελιάς (*Euphyllura phillyreae*) (30 ζεύγη), μελιτώματα από πράσινες αφίδες της πορτοκαλιάς (*Aphis spiraecola*) (30 ζεύγη), περιττώματα εντόμων (της προηγούμενης γενιάς) που είχαν τραφεί με εργαστηριακή τροφή (30 ζεύγη), περιττώματα εντόμων (της προηγούμενης γενιάς) που είχαν τραφεί με ζάχαρη (30 ζεύγη), και τέλος εξετάστηκε η επιβίωση εντόμων με μόνη την παροχή νερού (30 ζεύγη).

Όσον αφορά στα άγρια έντομα, αυτά τράφηκαν με τις ακόλουθες τροφές: Standard εργαστηριακή τροφή (30 ζεύγη εντόμων), πορτοκάλι (10 ζεύγη), μήλο (10 ζεύγη), μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη (*Aleyrothrixus floccosus*) (30 ζεύγη). Στα πειράματα έγιναν χρονικές επαναλήψεις εκτός των πειραμάτων με πορτοκάλι και μήλο για εργαστηριακά και άγρια έντομα (Προκαταρκτικά πειράματα).

Σε όλα τα πειράματα εξετάστηκε η επιβίωση, η ωοπαραγωγή και η εκκολαπτικότητα των παραγόμενων αυγών.

Σχηματικά τα πειράματα που έγιναν είναι τα εξής:

<b>Πείραμα 1</b>		
	Άγρια έντομα	Εργαστ. έντομα
Είδος τροφής		
Standard εργαστηριακή	♂×♀(10)	♂×♀(10)
Πορτοκάλι	♂×♀(10)	♂×♀(10)
Μήλο	♂×♀(10)	

<b>Πείραμα 2</b>	
	Εργαστ. έντομα
Είδος τροφής	
Standard εργαστηριακή	♂×♀(30)
Μελιτώματα <i>Euphyllura phillyreae</i>	♂×♀(30)
Μελιτώματα <i>Aleyrothrixus floccosus</i>	♂×♀(15)
Νερό	♂×♀(30)

<b>Πείραμα 3</b>	
Είδος τροφής	Εργαστ. έντομα
Standard εργαστηριακή	♂×♀(30)
Μελιτώματα από <i>Aphis spiraecola</i>	♂×♀(30)
Περιττώματα εντόμων από εργ.τροφή	♂×♀(30)
Περιττώματα ατόμων από ζάχαρη	♂×♀(30)

<b>Πείραμα 4</b>	
Είδος τροφής	Άγρια έντομα
Εργαστηριακή	♂×♀(30)
Μελιτώματα <i>Aleurothrixus floccosus</i>	♂×♀(30)

Το πείραμα 1 χρησιμοποιήθηκε ως προκαταρκτικός έλεγχος των διαφορών μεταξύ αγρίων και εργαστηριακών πληθυσμών του εντόμου και τα αποτελέσματα του αξιοποιήθηκαν ως οδηγός για την σχεδίαση και την διεξαγωγή των επομένων πειραμάτων. Για αυτό τον λόγο κρίθηκε σκόπιμο να γίνει διαχωρισμός στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων του πειράματος 1 σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα χωριστά για κάθε στέλεχος και συγκριτικά για τα δυο στελέχη.

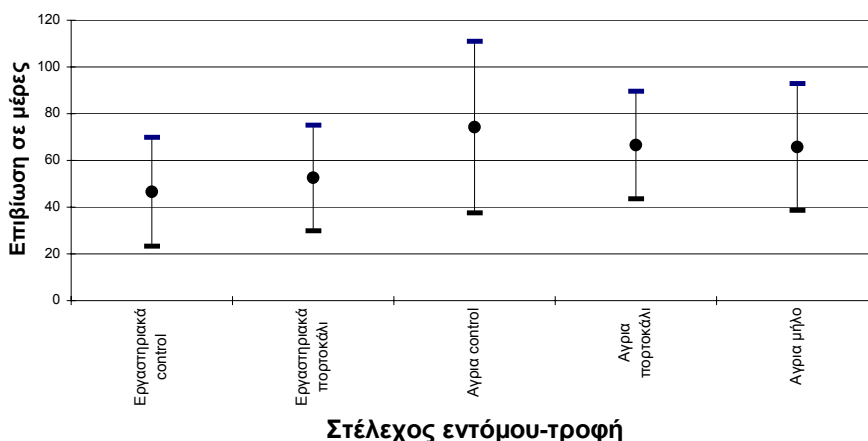
### 3.1. ΕΠΙΒΙΩΣΗ

#### ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Στο πείραμα αυτό οι παρατηρήσεις διήρκεσαν για 130 ημέρες, έως και τον θάνατο του τελευταίου εντόμου. Η επιβίωση τόσο για εργαστηριακά όσο και για άγρια έντομα δεν έδειξε διαφορές από τον μάρτυρα, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, και όλοι οι υπό εξέταση πληθυσμοί είχαν αρκετά καλή πορεία στον χρόνο, με ομαλή θνησιμότητα. Στον Πίνακα 1 και στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση ημερών ζωής των ατόμων σε κάθε τροφή. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι τα άγρια έντομα προσαρμόστηκαν στις εργαστηριακές συνθήκες και επιβίωσαν για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, με όλες τις τροφές που τους δόθηκαν, ενώ σε σχέση με τα εργαστηριακά έδειξαν μεγαλύτερη επιβίωση. Μετά από t-test βρέθηκε ότι οι διαφορές στην επιβίωση θηλυκών -αρσενικών δεν ήταν σημαντικές σε επίπεδο 5%, και έτσι τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν για τα δύο φύλα.

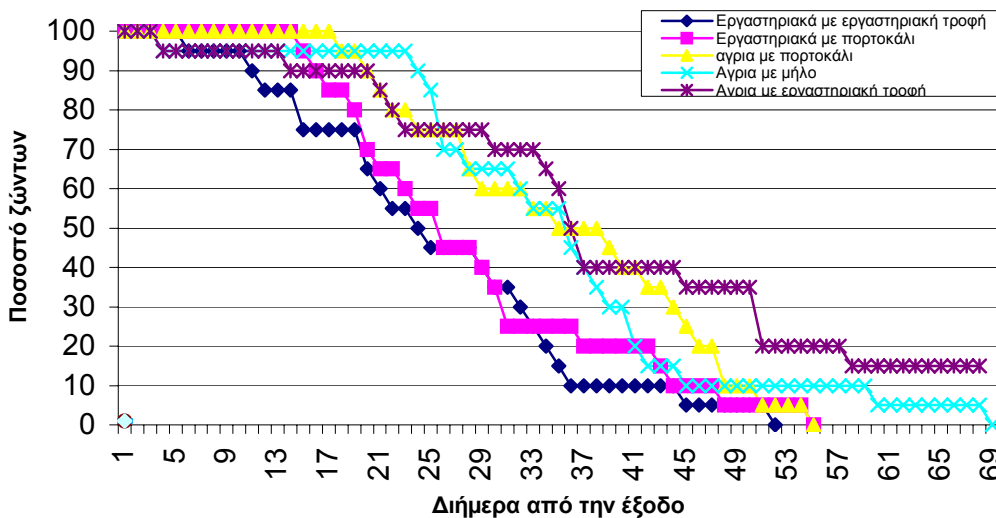
**Πίνακας 1.** Επιβίωση εργαστηριακών και αγρίων ενηλίκων εντόμων σε διάφορα τροφικά υποστρώματα. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος ημερών ζωής για το διάστημα που διήρκεσαν οι παρατηρήσεις (130 ημέρες) σε ημέρες καθώς και η τυπική απόκλιση (σε παρένθεση) για κάθε μεταχείριση. Με διαφορετικά γράμματα σημειώνονται οι μεταχειρίσεις που διαφέρουν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Tukey test).

Στέλεχος	Εργαστηριακή τροφή	Πορτοκάλι	Μήλο
Εργαστηριακό	46,65±(23,33) α	52,5±(22,68) α	
Άγριο	74,2 ±(36,67) β	66,6±(22,99) β	65,8±(27,20) β



**Σχήμα 1.** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση επιβίωσης για εργαστηριακά και άγρια έντομα με τροφή εργαστηριακή, πορτοκάλι και μήλο.

Στο Σχήμα 2 εικονίζεται η πορεία της θνησιμότητας των 5 πληθυσμών. Φαίνεται ότι τα εργαστηριακά έντομα που τρέφονταν με εργαστηριακή τροφή είχαν την πιο σύντομη ζωή, και ακόμη ότι όσο η ηλικία των εντόμων μεγαλώνει, ο ρυθμός θνησιμότητας μειώνεται για τα εναπομείναντα άτομα, κάτι που συμφωνεί με τα ευρήματα του Carey (1992).



**Σχήμα 2.** Επιβίωση εργαστηριακών και αγρίων εντόμων με τροφή πορτοκάλι, εργαστηριακή και μήλο για τα άγρια άτομα. Η παρακολούθηση της επιβίωσης διήρκεσε 130 ημέρες και τα ποσοστά που παρουσιάζονται αφορούν θηλυκά και αρσενικά άτομα (10 ζεύγη σε κάθε μεταχείριση). Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά από το control (Εργαστηριακή τροφή- Εργαστηριακά έντομα ) σε επίπεδο 5% (Tukey test).

#### ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για κάθε είδος τροφής που χρησιμοποιήθηκε.

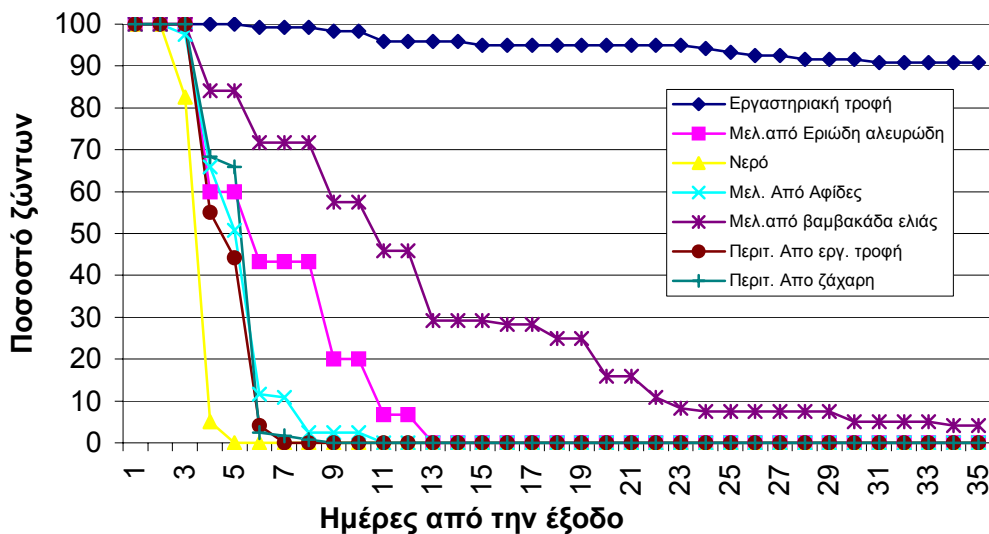
**Πίνακας 2.** Επιβίωση εργαστηριακών εντόμων σε διάφορες τροφικές μεταχειρίσεις. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος ημερών ζωής για το διάστημα που διήρκεσαν οι παρατηρήσεις (34 ημέρες) καθώς και η τυπική απόκλιση (σε παρένθεση) για κάθε μεταχείριση και για τις δύο επαναλήψεις. Στις στήλες, με διαφορετικά γράμματα κατά στήλη σημειώνονται οι μεταχειρίσεις που διαφέρουν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Tukey test).

Είδος τροφής	Επιβίωση (ημέρες)		Συνολική επιβίωση
	Θηλυκά	Αρσενικά	
Εργαστηριακή	31,73±(7,22) α	33,11±(3,53) α	32,42±(5,70) α
Μελιτώματα από	11.75±(8.8) β	10.35±(7.51) β	11.05±(8.18) β

<i>Euphyllura phyllurae</i>			
Μελιτώματα από <i>Aleyrothrixus floccosus</i>	5,6±(3,15) β	4,33±(2,71) β	4,96±(2,96) β
Μελιτώματα από <i>Aphis spiraecola</i>	3,3±(1,68) β	3,58±(1,34) β	3,44±(1,52) β
Περιττώματα εντόμων από εργαστηριακή τροφή	3.11±(1.20) β	2.68±(0.59) β	2.9±(0.97) β
Περιττώματα εντόμων από ζάχαρη	3.61±(1.32) β	3.45±(0.94) β	3.53±(1.15) β
Νερό	1,81±(0,46) β	1.93±(0,44) β	1,87±(0,45) β

Η μέση επιβίωση του στελέχους όταν αυτό τρεφόταν με την standard εργαστηριακή τροφή κυμάνθηκε από 31 έως 33 ημέρες τόσο για αρσενικά όσο και για θηλυκά άτομα με μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού να επιβιώνει μετά και το πέρας των 34 ημερών που διήρκεσαν οι παρατηρήσεις. Σε όλες τις περιπτώσεις που τα έντομα τράφηκαν με φυσικές τροφές παρατηρήθηκε αρκετά μειωμένη επιβίωση σε σχέση με τον μάρτυρα και μόνο στην περίπτωση που τα έντομα τράφηκαν με μελιτώματα από βαμβακάδα της ελιάς επιβίωσαν για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 15 ημερών με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις άλλες τροφές ενώ έδωσαν και περιορισμένο αριθμό αυγών. Στις περιπτώσεις που τα έντομα τράφηκαν με μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη επιβίωσαν για 4,96±2,96 ημέρες και παρουσίασαν πολύ μικρή παραγωγή αυγών, ενώ τα αποτελέσματα με τα μελιτώματα από την πράσινη αφίδα των εσπεριδοειδών (3,53 μέρες) ήταν ανάλογα όσον αφορά στην επιβίωση, αλλά χωρίς παραγωγή αυγών. Επίσης, όταν τα έντομα τράφηκαν με περιττώματα από έντομα του ίδιου είδους που είχαν τραφεί με εργαστηριακή τροφή ή με ζάχαρη, η μέση επιβίωση δεν ξεπέρασε τις 3,23 και τις 3,63 μέρες αντίστοιχα. Η έλλειψη τροφής με μόνη την παροχή νερού έδωσε πολύ μικρή επιβίωση με 1,87 μέρες ζωής κατά μέσο όρο. Διαφορές μεταξύ θηλυκών και αρσενικών ατόμων στην επιβίωση δεν παρατηρήθηκαν σε καμία τροφική μεταχείριση. Η χρονική εξέλιξη των υπό μελέτη πληθυσμών εικονίζεται στο Σχήμα 3.





**Σχήμα 3.** Επιβίωση εργαστηριακών εντόμων σε διάφορες τροφές. Οι τιμές προέρχονται από τον μέσο όρο των δύο χρονικών επαναλήψεων για κάθε μεταχείριση και για θηλυκά και αρσενικά άτομα μαζί (30 ζεύγη σε κάθε μεταχείριση). Οι χρονικές επαναλήψεις δεν διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5%( t- test). Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά από το control (Εργαστηριακή τροφή) σε επίπεδο 5% ( Tukey test).

#### ΑΓΡΙΟΣ ΠΛΥΘΗΣΜΟΣ

Τα άγρια έντομα (συλλογή από σύκα στις αρχές και τα μέσα του Οκτώβρη) ανταποκρίθηκαν θετικά τόσο στην εργαστηριακή τροφή όσο και στα μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη, με τις μέσες τιμές επιβίωσης των πληθυσμών τους να βρίσκονται αρκετά υψηλά (32,03 και 31,33 μέρες αντίστοιχα) και παρουσίασαν μικρή ωοπαραγωγή. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στην επιβίωση των αγρίων εντόμων.

**Πίνακας 3.** Επιβίωση αγρίων εντόμων με τροφές: Εργαστηριακή και μελιτώματα από *Aleurothrixus floccosus*. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος ημερών ζωής για το διάστημα που διήρκεσαν οι παρατηρήσεις (34 ημέρες) σε ημέρες για θηλυκά, αρσενικά και για το σύνολο, καθώς και η τυπική απόκλιση (σε παρένθεση) και για τις δυο χρονικές επαναλήψεις. Στις στήλες, με διαφορετικά γράμματα σημειώνονται οι μεταχειρίσεις που διαφέρουν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Tukey test).

Είδος τροφής	Επιβίωση (ημέρες)		Συνολική επιβίωση
	Θηλυκά	Αρσενικά	
Εργαστηριακή τροφή	32,51±(4,56) α	31,55±(5,4) α	32,03±(5) α
Μελιτώματα από <i>Aleurothrixus floccosus</i>	30,98±(5,48) α	31,68±(5,33) α	31,33± (5,39) α

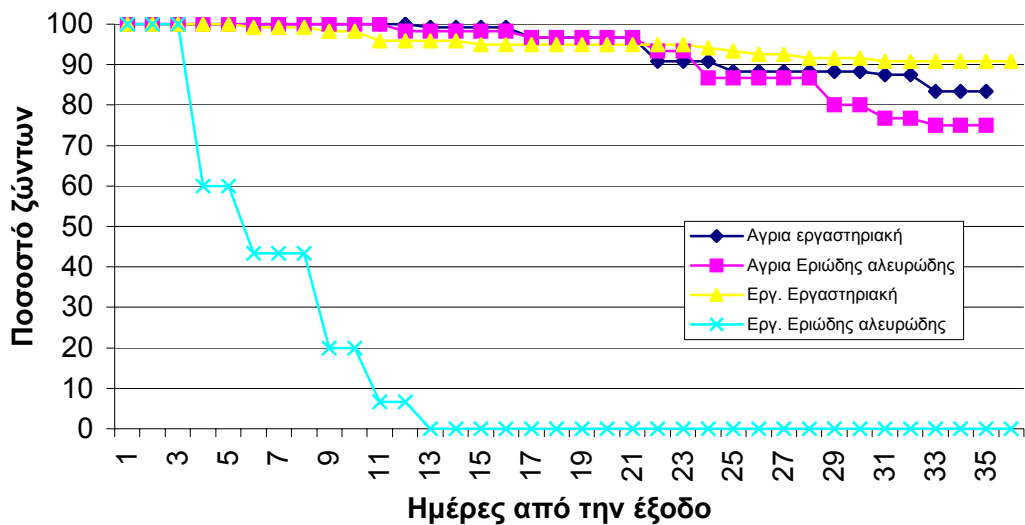
Σε σύγκριση εργαστηριακών και αγρίων εντόμων με τα δύο είδη τροφής που υπήρξαν κοινά, διαπιστώνονται σημαντικές διαφορές στην επιβίωση όταν τα έντομα τράφηκαν με μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα

αποτελέσματα της σύγκρισης μεταξύ των δύο τροφών και για τους δύο τύπους εντόμων.

**Πίνακας 4.** Συγκριτική επιβίωση εργαστηριακών και αγρίων εντόμων με τροφές: Εργαστηριακή και μελιτώματα από *Aleurothrixus floccosus*. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος ημερών ζωής για το διάστημα που διήρκεσαν οι παρατηρήσεις (34 ημέρες) σε ημέρες για θηλυκά, αρσενικά και για το σύνολο, καθώς και η τυπική απόκλιση (σε παρένθεση). Στις στήλες, με διαφορετικά γράμματα σημειώνονται οι μεταχειρίσεις που διαφέρουν σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Tukey test).

Είδος μεταχείρισης	Επιβίωση (ημέρες)		Συνολική επιβίωση
	Θηλυκά	Αρσενικά	
Εργαστηριακά με εργαστηριακή τροφή	31,73±(7,22) α	33,11±(3,53)α	32,42±(5,70) α
Εργαστηριακά με μελιτώματα από <i>Aleurothrixus floccosus</i>	5,6±(3,15) β	4,33±(2,71) β	4,96±(2,96) β
Άγρια με εργαστηριακή τροφή	32,51±(4,56) α	31,55±(5,4) α	32,03±(5) α
Άγρια με μελιτώματα από <i>Aleurothrixus floccosus</i>	30,98±(5,48) α	31,68±(5,33)α	31,33± (5,39) α

Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 4) παρουσιάζεται η χρονική εξέλιξη του πληθυσμού (επιβίωση) των εργαστηριακών και αγρίων εντόμων ανάλογα με την τροφή που έλαβαν.

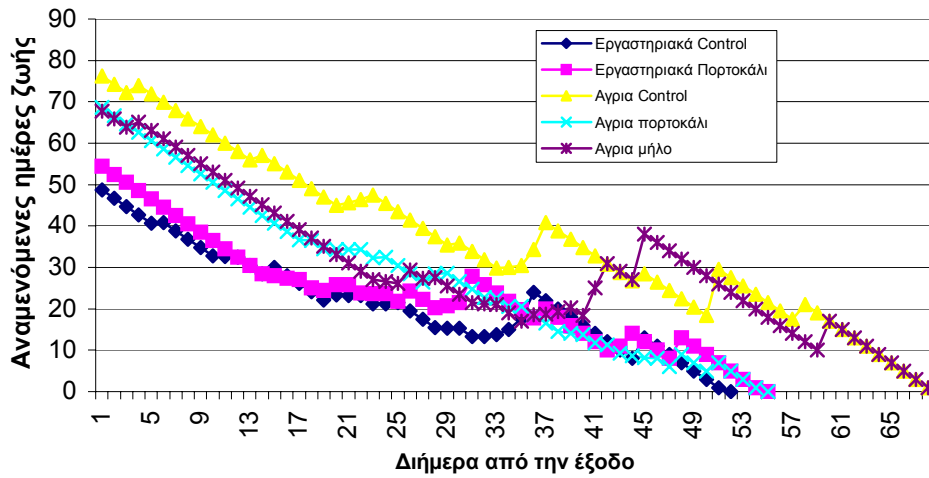


**Σχήμα 4.** Επιβίωση εργαστηριακών και αγρίων εντόμων με τροφή μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη και εργαστηριακή. Οι τιμές προέρχονται από τον μέσο όρο των δύο χρονικών επαναλήψεων για κάθε μεταχείριση και για θηλυκά και αρσενικά άτομα μαζί (30 ζεύγη σε κάθε μεταχείριση). Οι χρονικές επαναλήψεις δεν διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (t-test). Η μεταχείριση με εργαστηριακά έντομα και τροφή μελιτώματα διαφέρει σημαντικά από το control (Εργαστηριακή τροφή) σε επίπεδο 5% (Tukey test).

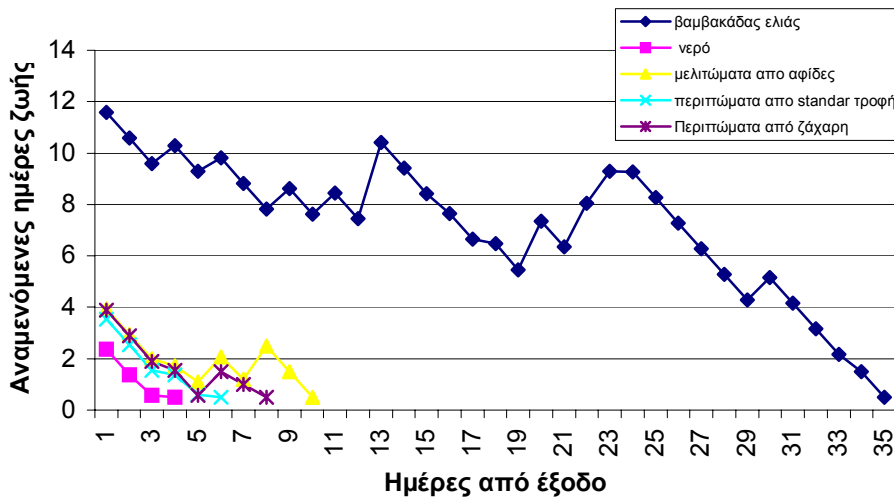
### 3.2. ΠΡΟΣΔΟΚΙΑ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ

Με την χρήση των πινάκων επιβίωσης (Carey 1984, 1993), είναι δυνατός ο υπολογισμός των ημερών που αναμένεται ακόμα να επιβιώσει ένα άτομο σε ορισμένη ηλικία. Η κατασκευή τους προϋποθέτει την μελέτη του πληθυσμού μέχρι και τον θάνατο του τελευταίου ατόμου, και έτσι ήταν δυνατή μόνο για τις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες δεν υπήρχαν ζωντανά άτομα μετά το πέρας του πειραματικού διαστήματος. Στο προκαταρκτικό πείραμα το πρόβλημα αυτό δεν υπήρχε, καθότι ο σχεδιασμός του πειράματος περιελάμβανε μετρήσεις επιβίωσης μέχρι και τον θάνατο του τελευταίου ατόμου. Στα υπόλοιπα πειράματα, επειδή οι μετρήσεις διαρκούσαν 34 ημέρες συμπεριλαμβάνονται στα αποτελέσματα τις προσδοκίας επιβίωσης οι

πληθυσμοί εκείνοι στους οποίους δεν υπήρχαν ζωντανά άτομα μετά το πέρας των 34 ημερών. Στα παρακάτω σχήματα (Σχ. 5 και Σχ. 6) εικονίζεται η υπολογισμένη προσδοκία επιβίωσης για κάθε πειραματικό χειρισμό.



**Σχήμα 5.** Προσδοκία επιβίωσης εργαστηριακών και αγρίων εντόμων με διάφορες τροφές. Οι τιμές προέρχονται από τον μέσο όρο των δύο χρονικών επαναλήψεων για κάθε μεταχείριση και για θηλυκά και αρσενικά άτομα μαζί (10 ζεύγη σε κάθε μεταχείριση). Για κάθε χρονική τιμή του άξονα  $x$  (σε διήμερα) η τιμή του άξονα  $y$  εκφράζει τις ημέρες που αναμένεται να ζήσει ακόμη το μέσο άτομο κάθε πληθυσμού.



**Σχήμα 6.** Προσδοκία επιβίωσης εργαστηριακών εντόμων με διάφορες τροφές. Οι τιμές προέρχονται από τον μέσο όρο των δύο χρονικών επαναλήψεων για κάθε μεταχείριση και για θηλυκά και αρσενικά άτομα μαζί (30 ζεύγη σε κάθε μεταχείριση). Για κάθε χρονική τιμή του άξονα  $x$  η τιμή του άξονα  $y$  εκφράζει τις ημέρες που αναμένεται να ζήσει ακόμη το μέσο άτομο κάθε πληθυσμού.

### 3.3. ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ

Η παραγωγή αυγών των εντόμων που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή ήταν αρκετά υψηλή, ενώ στην περίπτωση που αυτά τράφηκαν με πορτοκάλι υπήρχε μια μείωση, και τέλος τα άγρια έντομα που τρέφονταν με μήλο είχαν μικρή ωοπαραγωγή. Στον Πίνακα 5 φαίνονται οι μέσοι όροι αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα και οι τυπικές αποκλίσεις. Το πιο σημαντικό στοιχείο που παρατηρήθηκε ήταν μια επιμήκυνση της περιόδου ωοτοκίας στα εργαστηριακά θηλυκά που τρέφονταν με πορτοκάλι, όπως φαίνεται στα Σχήματα 7 και 8. Για τα άγρια έντομα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι την μεγαλύτερη χρονικά περίοδο ωοπαραγωγής την είχαν αυτά τα έντομα που τρέφονταν με εργαστηριακή τροφή (Σχήματα 9 και 10).

**Πίνακας 5.** Μέσος όρος εναποτεθέντων αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα σε εργαστηριακά και άγρια θηλυκά μύγας της Μεσογείου. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος, τυπική απόκλιση και ομαδοποίηση κατά Tukey.

Στέλεχος	Εργαστηριακή τροφή	Πορτοκάλι	Μήλο
Εργαστηριακό	10,25±17,14 α	8,9±7,05 α	
Άγριο	6,44±5,63* α	1,53±2,29* β	0,57±1,17* β

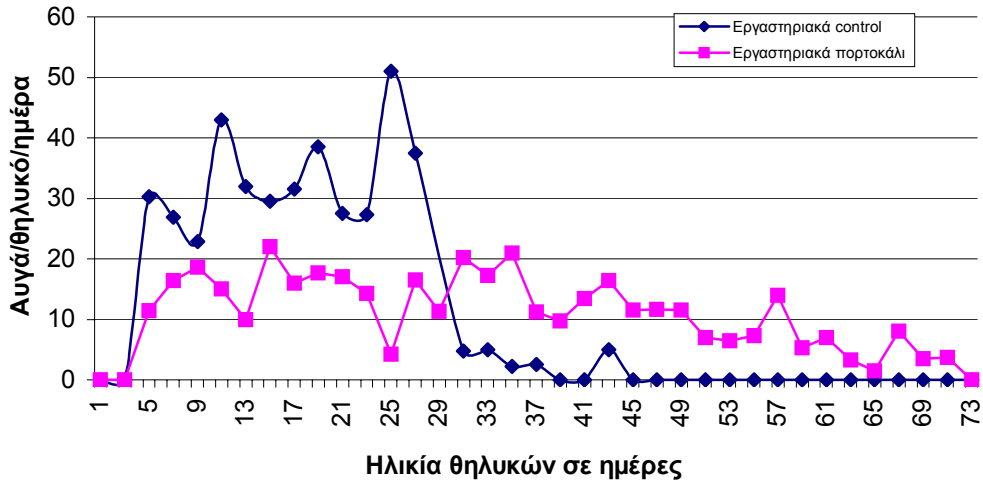
\* Τα άγρια έντομα δεν προσαρμόζονται εύκολα στις συνθήκες του εργαστηρίου όπως τα έντομα μαζικής εκτροφής. Σημαντική διαφορά τους είναι η μειωμένη ικανότητα να γενούν αυγά σε τεχνητά υποστρώματα, επομένως η χαμηλή ωοπαραγωγή που παρατηρήθηκε ίσως δεν αντικατοπτρίζει το δυναμικό των άγριων εντόμων.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την συγκριτική μελέτη της γονιμότητας σε άγρια και εργαστηριακά έντομα που τράφηκαν με μελιτώματα. Η χρονική εξέλιξη της ωοπαραγωγής των ατόμων αυτών εικονίζεται στα Σχήματα 11-16.

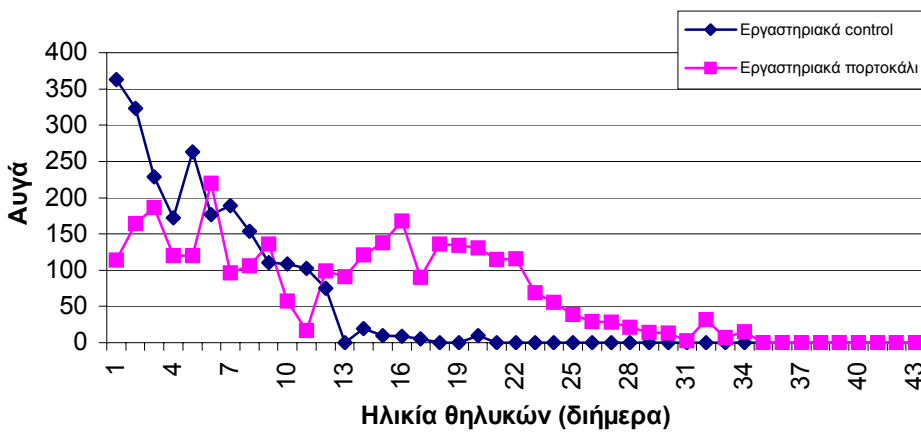
**Πίνακας 6.** Μέσος όρος εναποτεθέντων αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα σε εργαστηριακά και άγρια θηλυκά μύγας της Μεσογείου. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος, τυπική απόκλιση και ομαδοποίηση κατά Tukey.

Στέλεχος	Εργαστηριακή τροφή	Μελιτώματα από <i>Eyphyllura phyllirae</i>	Μελιτώματα από <i>Aleyrothrixus floccosus</i>
Εργαστηριακό	20±10,56 α	3,025±2,35 β	0
Εργαστηριακό	8,66± 7,88 β		0,619 ±0,30 β
Άγριο	0,476±0,57*β		0,236±0,266*β

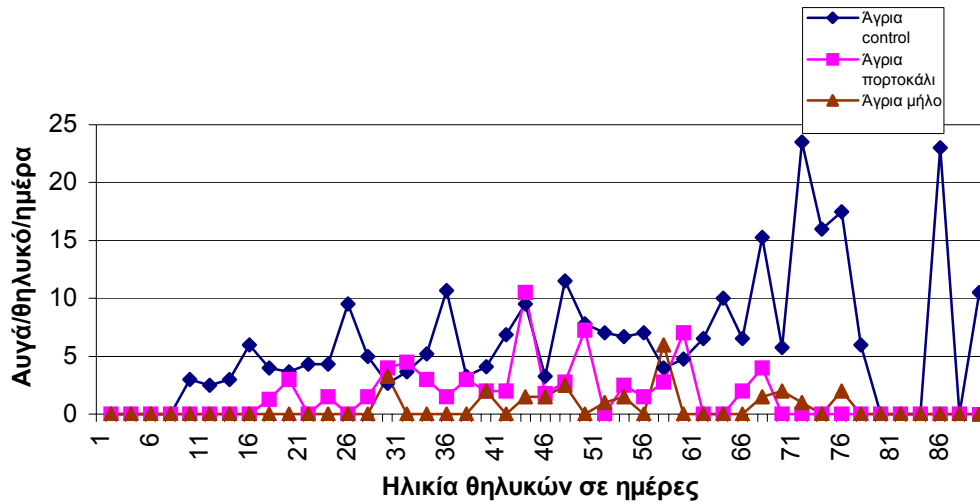
\* Τα άγρια έντομα δεν προσαρμόζονται στις συνθήκες του εργαστηρίου εύκολα όπως τα έντομα μαζικής εκτροφής. Σημαντική διαφορά τους είναι η μειωμένη ικανότητα να γενούν αυγά σε τεχνητά υποστρώματα, επομένως η χαμηλή ωοπαραγωγή που παρατηρήθηκε ίσως δεν αντικατοπτρίζει το δυναμικό των άγριων εντόμων.



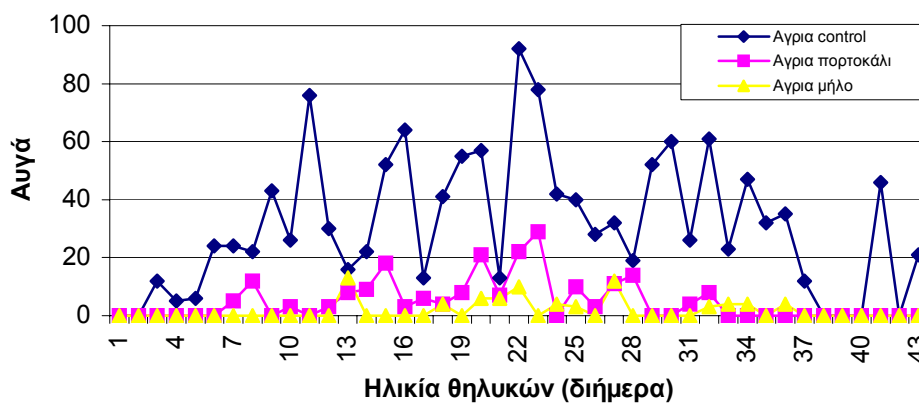
**Σχήμα 7.** Ρυθμός παραγωγής αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα σε εργαστηριακά θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και πορτοκάλι. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (t- test)(Βλέπε Πίν. 8)



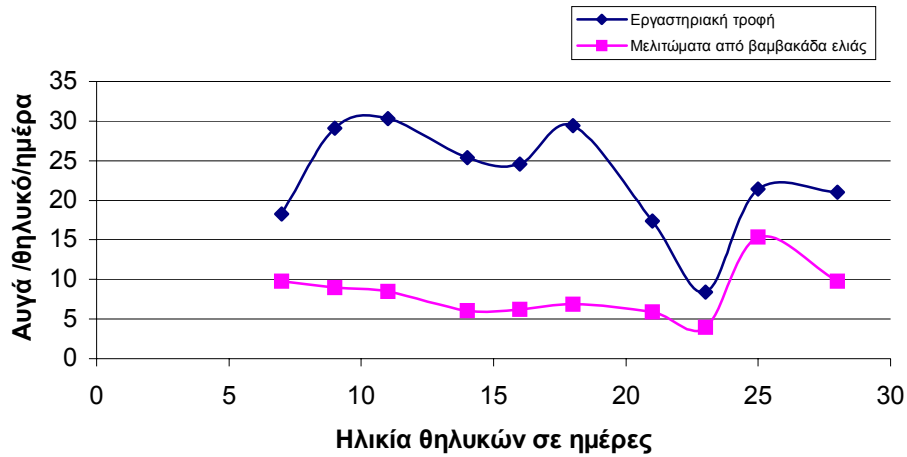
**Σχήμα 8.** Συνολικός ρυθμός παραγωγής αυγών σε εργαστηριακά θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και με πορτοκάλι. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (t- test).



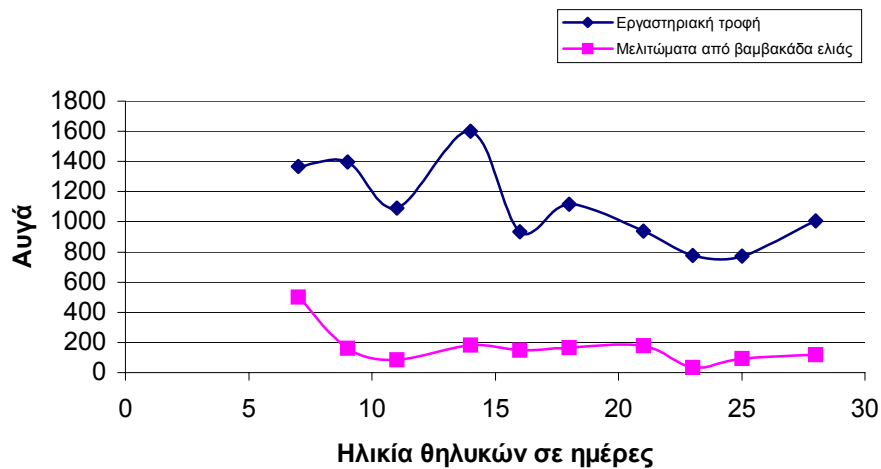
**Σχήμα 9.** Ρυθμός παραγωγής αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα σε άγρια θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή, με πορτοκάλι και με μήλο. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (t- test).



**Σχήμα 10.** Συνολικός ρυθμός παραγωγής αυγών σε άγρια θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή, με πορτοκάλι και με μήλο. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (t- test).

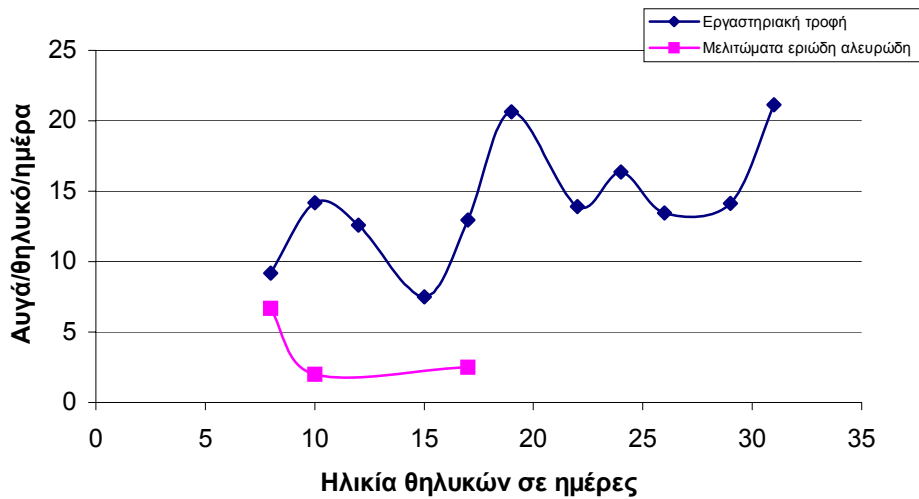


**Σχήμα 11.** Ρυθμός παραγωγής αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα σε εργαστηριακά θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και με μελιτώματα βαμβακάδας της ελιάς. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (*t- test*).

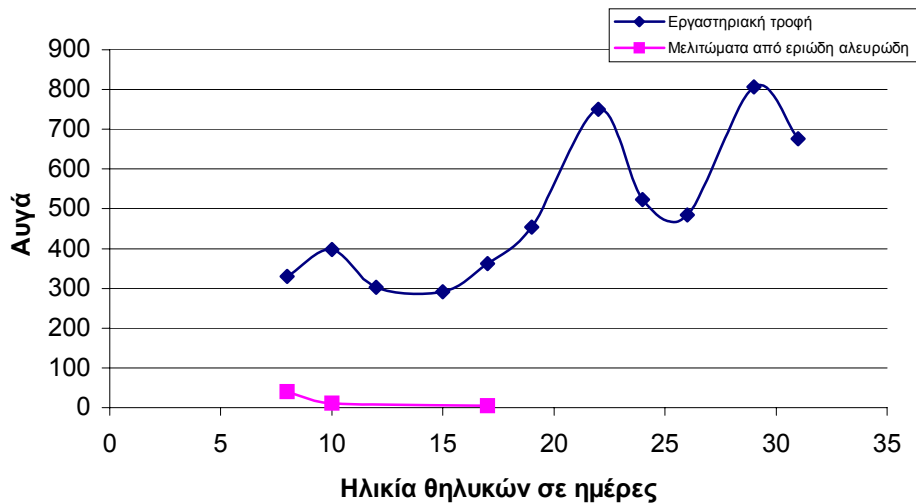


**Σχήμα 12.** Συνολικός ρυθμός παραγωγής αυγών σε εργαστηριακά θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και με μελιτώματα βαμβακάδας της ελιάς. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (*t- test*).

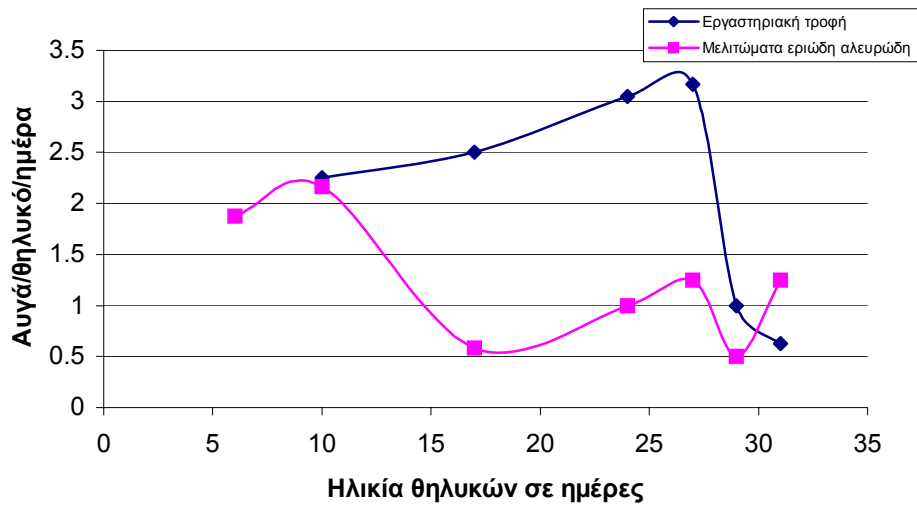




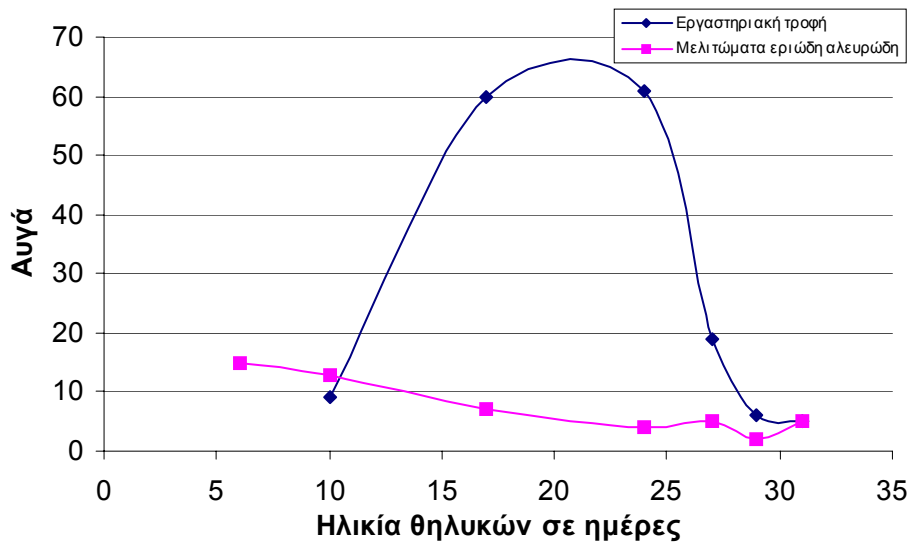
**Σχήμα 13.** Ρυθμός παραγωγής αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα σε εργαστηριακά θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και με μελιτώματα εριώδη αλευρώδη. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (*t*-test).



**Σχήμα 14.** Συνολικός ρυθμός παραγωγής αυγών σε εργαστηριακά θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και με μελιτώματα εριώδη αλευρώδη. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (*t*-test).



**Σχήμα 15.** Ρυθμός παραγωγής αυγών ανά θηλυκό ανά ημέρα σε άγρια θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και με μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (*t*-test).



**Σχήμα 16.** Συνολικός ρυθμός παραγωγής αυγών σε άγρια θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και με μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη. Οι μεταχειρίσεις διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο 5% (*t*-test).

### 3.4.ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΩΑΡΙΩΝ

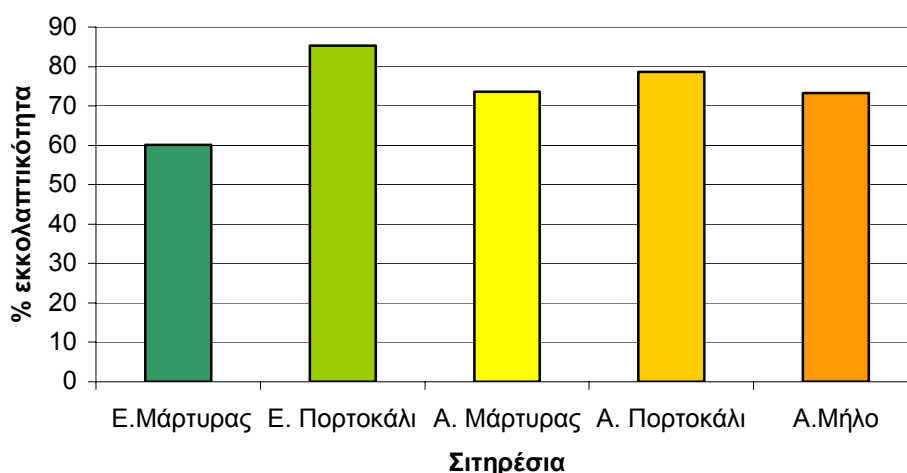
Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις που αφορούν στην εκκολαπτικότητα αυγών του προκαταρκτικού πειράματος. Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στην εκκολαπτικότητα δεν ήταν σημαντικές παρά τις διαφορές που υπήρχαν στον αριθμό των παραγόμενων αυγών από τα άγρια έντομα (βλ. Πίνακα 5).

Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στους ελέγχους που γινόταν κάθε εβδομάδα, για τον ίδιο χειρισμό, έτσι τα αποτελέσματα ομαδοποιούνται.

**Πίνακας 7.** Εκκολαπτικότητα αυγών εργαστηριακών και άγριων θηλυκών μύγας της Μεσογείου. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος, τυπική απόκλιση και ομαδοποίηση κατά Tukey σε επίπεδο 5%. Στις σειρές, μέσοι όροι που ακολουθούνται από ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά.

Στέλεχος	Εργαστηριακή τροφή	Πορτοκάλι	Μήλο
Εργαστηριακό	60,18±13,91 α	85,3±8,84 α	
Άγριο	73,63±29,31 α	78,68±14,28 α	73,33±25,27 α

Στο σχήμα 17 εικονίζεται η σύγκριση των μέσων όρων για τους 5 χειρισμούς.



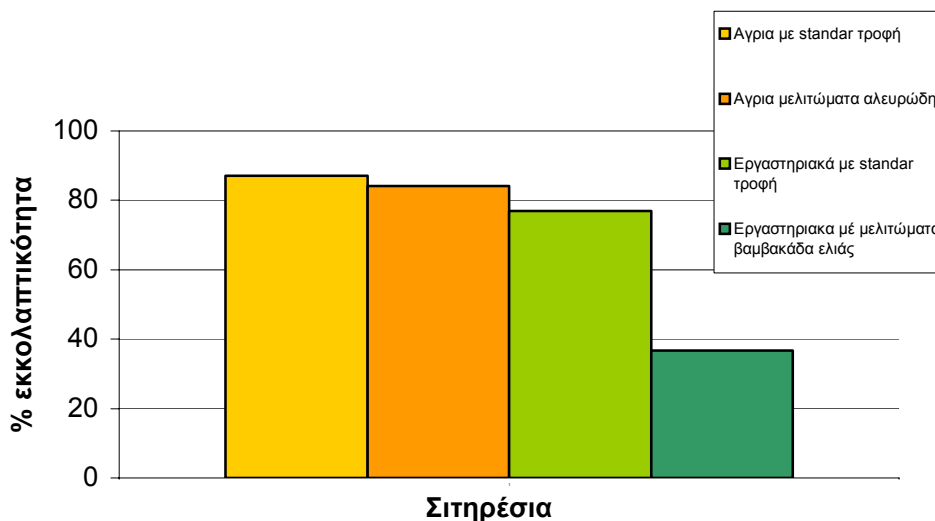
**Σχήμα 17.** Εκκολαπτικότητα αυγών σε άγρια (A) και εργαστηριακά (E) θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή (μάρτυρας), με πορτοκάλι, και μήλο για τα άγρια έντομα.

Την υψηλότερη εκκολαπτικότητα εμφάνισαν τα άγρια έντομα (Πίνακας 8) ανεξάρτητα από το είδος τροφής τους. Η εκκολαπτικότητα στα εργαστηριακά έντομα που τράφηκαν με μελίτωμα βαμβακαδάς ελιάς ήταν σημαντικά μικρότερη από τις άλλες περιπτώσεις.

**Πίνακας 8.** Εκκολαπτικότητα αυγών εργαστηριακών και άγριων θηλυκών μύγας της Μεσογείου. Παρουσιάζονται ο μέσος όρος, τυπική απόκλιση και ομαδοποίηση κατά Tukey σε επίπεδο 5%.

Στέλεχος	Εργαστηριακή τροφή	Μελιτώματα από <i>Eyphyllura phyllirae</i>	Μελιτώματα από <i>Aleyrothrixus floccosus</i>
Εργαστηριακό	76,85±27,3α	36,65±25,2 β	66,7*
Άγριο	87,09±7,6 α		84,21±10,8 α

\* Λόγω μικρού αριθμού αυγών (από 1 θηλυκό) τα αποτελέσματα δεν συγκρίθηκαν στατιστικά.



**Σχήμα 18.** Εκκολαπτικότητα αυγών σε άγρια και εργαστηριακά θηλυκά που τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή, με μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη, και με μελιτώματα από βαμβακάδα ελιάς. Η τελευταία μεταχείριση διαφέρει σημαντικά από τις άλλες σε επίπεδο 5% (Tukey).

## **4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

### **4.1.ΕΠΙΒΙΩΣΗ**

Μελετήθηκε ο μέσος χρόνος επιβίωσης αρσενικών και θηλυκών εντόμων τα οποία είχαν τραφεί με διαφορετικές τροφές ενηλίκων. Από την μελέτη των αποτελεσμάτων του προκαταρκτικού πειράματος μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα άγρια έντομα όχι μόνο δεν υστερούν στην αξιοποίηση των τροφών που τους δόθηκαν σε σχέση με τα εργαστηριακά, αλλά επιβίωσαν στις συνθήκες του εργαστηρίου για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από αυτά. Ο μέσος όρος ημερών επιβίωσης έφτασε τις 75 ημέρες όταν τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή ενηλίκων, με μικρή απόκλιση όταν αυτά τράφηκαν με πορτοκάλι ή μήλο ( 66,6 και 65,8 μέρες αντίστοιχα). Τα εργαστηριακά έντομα αξιοποίησαν αποδοτικά την φυσική τροφή (πορτοκάλι) έχοντας μέση διάρκεια ζωής 52,5 μέρες.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι ότι δεν έχουν όλα τα μελιτώματα την ίδια ικανότητα να στηρίζουν επιβίωση. Τα μελιτώματα από βαμβακάδα της ελιάς έδωσαν μέσο όρο ζωής 11 ημέρες στα εργαστηριακά έντομα, σημαντικά ανώτερο από τις 5 ημέρες που έζησαν κατά μέσο όρο τα έντομα που τράφηκαν με μελιτώματα εριώδη αλευρώδη, ή τις 3,5 ημέρες για τα μελιτώματα από αφίδες, αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτό συμπορεύεται με τα ευρήματα των Hendrics et al. (1993) σχετικά με την διατροφική αξία μελιτωμάτων για έναν άλλο αντιπρόσωπο των Tephritidae, την *Rhagoletis pomonella*, όπου φάνηκε ότι διαφορετικά είδη μελιτωμάτων δεν έχουν την ίδια διατροφική αξία. Στην περίπτωση των αγρίων εντόμων τα μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη φάνηκαν να αξιοποιούνται καλύτερα από αυτά επιτρέποντας τους σημαντικά μεγαλύτερη επιβίωση (31,5 ημέρες). Η σημαντική διαφορά στην επιβίωση των αγρίων εντόμων σε σχέση με τα εργαστηριακά για την ίδια τροφή πιθανόν αντικατοπτρίζει αλλαγές λόγω προσαρμογής στον εργαστηριακό πληθυσμό, οι οποίες εκδηλώνονται με μειωμένη ικανότητα θρέψης από φυσικές πηγές. Οι Rössler (1975) και Economidou (1992) αναφέρουν διαφορές μεταξύ αγρίων πληθυσμών και στελεχών μαζικής εκτροφής σε παράγοντες όπως η έναρξη της ωαπόθεσης και η συνολική ωοπαραγωγή, επομένως είναι πιθανό αυτές οι διαφορές να προεκτείνονται και σε επίπεδο θρέψης για τα έντομα. Επίσης, η μειωμένη επιβίωση των εργαστηριακών εντόμων μπορεί να οφείλεται στην επί σειρά γενεών επιλογή ατόμων που σε σύντομη διάρκεια ζωής δίνουν μεγάλη παραγωγή αυγών (τα ενήλικα στην αποικία διατηρούνται το πολύ για 14 ημέρες μετά την έξοδο από το νυμφικό τους περίβλημα).

Η μικρότερη μέση επιβίωση ( $1,87 \pm 0,47$  ημέρες) καταμετρήθηκε στα έντομα εκείνα που δεν είχαν καμία πηγή τροφής αλλά μόνο νερό, και ασφαλώς συμφωνεί με τα μέχρι τώρα γνωστά για άμεση ανάγκη σε υδατάνθρακες αμέσως μετά την έξοδο (Nestel et al. 1985, Tsiropoulos 1992, Keiser & Shneider 1969).

#### **4.2. ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ**

Στην περίπτωση που τα εργαστηριακά έντομα τράφηκαν με πορτοκάλι, φάνηκε να επιμηκύνεται ο χρόνος της παραγωγής αυγών (Σχήματα 5 & 6), μοιάζοντας με το πρότυπο που ακολουθούν στην ωοπαραγωγή τους τα άγρια άτομα όπως το παρουσιάζει ο Rössler (1975). Η υπόθεση ότι μια φυσική τροφή που είναι ταυτόχρονα και πλήρης θρεπτικά ωθεί τα έντομα μαζικής εκτροφής προς ένα διαφορετικό πρότυπο ωοπαραγωγής ή επιβίωσης δεν έχει ελεγχθεί διεξοδικά, παρά ταύτα τα συγκεκριμένα αποτελέσματα δίνουν σαφείς ενδείξεις για κάτι τέτοιο. Τα άγρια έντομα πάντως ακολουθούν αυτό το πρότυπο (Σχήματα 9 & 10), και τρεφόμενα με πλήρη εργαστηριακή τροφή, διατηρούν σταθερή και σχετικά υψηλή ωοπαραγωγή ακόμα και μετά από 2 μήνες. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι υπήρχε η δυνατότητα επανασύζευξης για τα θηλυκά, αφού η παρουσία του αρσενικού ήταν διαρκής σε όλη την διάρκεια των πειραμάτων. Αυτό πιθανόν να εξηγεί και την αρκετά μακρά περίοδο παραγωγής γόνιμων αυγών όπως φάνηκε από την μελέτη της εκκολαπτικότητας. Η διατροφική αξία του πορτοκαλιού και του μήλου για τα άγρια έντομα είναι μικρότερη από αυτήν της εργαστηριακής τροφής, αλλά όχι αμελητέα, στηρίζοντας ωοπαραγωγή για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με τα ευρήματα των Cangussu & Zucoloto (1992) που έδειξαν ότι για την ωοπαραγωγή δεν είναι απαραίτητη πηγή πρωτεΐνης ούτε λιπιδίων, αλλά κυρίως υδατανθράκων. Το γεγονός ότι τα άγρια έντομα δεν παρουσίασαν την υψηλή γονιμότητα που είχαν τα εργαστηριακά εξηγείται αν λάβουμε υπόψη το πρωτόγνωρο για αυτά υπόστρωμα ωαπόθεσης στις συνθήκες εργαστηρίου.

#### **4.3. ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΩΑΡΙΩΝ**

Η μελέτη της εκκολαπτικότητας στο προκαταρκτικό πείραμα έδειξε ότι παρά τις σημαντικές διαφορές που εμφανίστηκαν στην ωοπαραγωγή μεταξύ των διαφόρων χειρισμών (άγρια- εργαστηριακά έντομα και πορτοκάλι- standard τροφή), η εκκολαπτικότητα δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Για οποιονδήποτε χειρισμό δεν έπεσε

ποτέ κάτω από το 60%, ενώ ελαφρά υψηλότερη ήταν σε εργαστηριακά και άγρια έντομα που τράφηκαν με πορτοκάλι. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει αφενός επαρκή θρεπτική αξία στο πορτοκάλι, αφετέρου δείχνει ότι τα θηλυκά γενούν γόνιμα αυγά ανεξαρτήτως του αριθμού των.

Στην περίπτωση που εργαστηριακά και άγρια έντομα τράφηκαν με εργαστηριακή τροφή και μελιτώματα, οι διαφορές των δύο πληθυσμών στην εκκολαπτικότητα ήταν σημαντικές, όπως φαίνεται στο Σχήμα 18. Δυστυχώς την εποχή που υπήρχαν διαθέσιμα τα μελιτώματα από την βαμβακάδα της ελιάς (Μάιο) δεν ήταν δυνατή η συλλογή αγρίων νυμφών και έτσι αυτή η τροφή δεν εξετάστηκε με άγρια έντομα. Πάντως είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι με την ίδια φυσική τροφή (μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη), τα άγρια έντομα είχαν ικανοποιητική ωοπαραγωγή και εκκολαπτικότητα, ενώ από τα εργαστηριακά μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό (2 άτομα) γέννησε αυγά.

Στο σημείο αυτό θα ήταν σκόπιμο να γίνει μια αναφορά στα αποθέματα μεταβολιτών που τα έντομα παίρνουν από το προνυμφικό στάδιο. Έχει βρεθεί ότι σε συνδυασμό με την διαίτα ενηλίκων, η σημασία τους είναι καθοριστική τόσο για τον αριθμό των παραγόμενων αυγών όσο και για την εκκολαπτικότητά τους. Επειδή ένα βασικό συστατικό των διαιτολογίων μαζικής εκτροφής είναι η μαγιά ζυθοποιίας (της οποίας η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ποικίλει) οι σημαντικές διαφορές που αφορούσαν στην ωοπαραγωγή, εξηγούνταν από αυτή την ποικιλία (Cangussu & Zucoloto 1992). Προεκτείνοντας αυτό το εύρημα, θα ήταν χρήσιμο να γνωρίζουμε τα αποθέματα που κάθε τύπος εντόμου είχε προσλάβει από το προνυμφικό του στάδιο (είτε επρόκειτο για εργαστηριακό είτε για άγριο στέλεχος), κάτι που δεν ήταν δυνατό στα πλαίσια της παρούσας μελέτης.

#### 4.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Άγρια και εργαστηριακά άτομα της μύγας της μεσογείου *C. capitata* μελετήθηκαν σε εργαστηριακές συνθήκες, με διάφορα διαιτολόγια ενηλίκου. Οι φυσικές τροφές αποτελούνταν είτε από σάρκα φρούτων, είτε από μελιτώματα εντόμων που βρίσκονται στο φυσικό περιβάλλον. Τέλος εξετάστηκε η πιθανότητα ενήλικα να μπορούν να τραφούν χρησιμοποιώντας περιττώματα από το ίδιο είδος, καθώς και η αντοχή των εντόμων σε πλήρη στέρηση τροφής. Οι μετρήσιμες παράμετροι ήταν η επιβίωση, ωοπαραγωγή και εκκολαπτικότητα για κάθε πληθυσμό. Συνοψίζοντας μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής:

Οι διάφορες φυσικές τροφές δεν συνεισφέρουν με τον ίδιο τρόπο στην επιβίωση. Όταν τα έντομα τράφηκαν με φρούτα (πορτοκάλι, μήλο) έζησαν για μεγάλο χρονικό διάστημα, και με ικανοποιητική παραγωγή αυγών, ενώ έντονες διακυμάνσεις υπήρξαν στην επιβίωση τους με διαιτολόγια αποτελούμενα από μελιτώματα εντόμων, με πιο αποδοτική τροφή τα μελιτώματα από βαμβακάδα της ελιάς για τα εργαστηριακά έντομα, και τα μελιτώματα από εριώδη αλευρώδη για τα άγρια. Το γεγονός ότι μια φυσική τροφή που στήριζε ωοπαραγωγή και επιβίωση σε άγρια έντομα (μελιτώματα εριώδη αλευρώδη), δεν βοήθησε στην επιβίωση εργαστηριακών εντόμων αποτελεί σημαντική παρατήρηση.

Οι διαφορές μεταξύ αγρίων και εργαστηριακών εντόμων στην γονιμότητα (ωοπαραγωγή) κάτω από οποιοδήποτε σιτηρέσιο, ήταν έντονες και συμφωνούν με τα βιβλιογραφικά δεδομένα.

Τα άγρια έντομα είχαν πολύ μικρότερη ωοπαραγωγή, τόσο σε συνολικό αριθμό αυγών όσο και σε αυγά/θηλυκό/ημέρα, και αρκετά πιο μακρά περίοδο ωαπόθεσης από τα εργαστηριακά. Πιθανόν αυτό είναι το αποτέλεσμα επιλογής για άτομα υψηλής ωοπαραγωγής σε σύντομη διάρκεια ζωής που εφαρμόζεται στην μαζική εκτροφή του εντόμου. Επίσης βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο πληθυσμών στην εκκολαπτικότητα όταν αυτοί τραφούν με φυσικά σιτηρέσια.

Τέλος από τα αποτελέσματα των σχετικών πειραμάτων φάνηκε ότι υπάρχει άμεση ανάγκη για πηγή υδατανθράκων από τα έντομα κατά την έξοδο τους (μόνο με νερό τα έντομα έζησαν κατά μέσο όρο 2 ημέρες), και επίσης ότι ελάχιστη θρεπτική αξία έχουν τα μεμονωμένα περιττώματα εντόμων στην θρέψη τους.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η μελέτη των στελεχών μαζικής εκτροφής θα πρέπει να διεξάγεται σε σύγκριση με άγριους πληθυσμούς της *C. capitata*, καθώς σε παραμέτρους όπως η αξιοποίηση φυσικών τροφικών υποστρωμάτων αυτά δείχνουν να έχουν διαφορετική απόκριση. Πιθανόν αυτό να οφείλεται σε γενετικούς λόγους οι οποίοι οδηγούν σε διαφορετικά πρότυπα συμπεριφοράς εκ μέρους των, αν και το παραπάνω είναι σχετικά δύσκολο να μελετηθεί σε μοριακό επίπεδο.



## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η μύγα της Μεσογείου *Ceratitis capitata* (Wiedemann), αποτελεί έναν σημαντικό εχθρό των εσπεριδοειδών και πολλών άλλων φρούτων, και η εξάπλωση της είναι ιδιαίτερα ευρεία. Για την καταπολέμηση της χρησιμοποιούνται συμβατικές μέθοδοι, αλλά και βιολογικές όπως η τεχνική του στείρου εντόμου (SIT). Ζητούμενο σε προγράμματα εξαπόλυσης στείρων αρσενικών είναι να μην εμφανίζεται μειωμένη ποιότητα των μαζικά εκτρεφόμενων εντόμων σε σχέση με τον άγριο πληθυσμό, και να μπορούν τα εξαπολυόμενα στείρα αρσενικά να τραφούν και να ζήσουν για αρκετό διάστημα στον αγρό. Οι μελέτες σχετικά με την διατροφή αντιπροσώπων της οικογένειας Tephritidae, περιλαμβάνουν την επίδραση της αναλογίας πρωτεϊνών : υδατάνθρακες, τις φυσικές θρεπτικές πηγές καθώς και την σχέση τους με παραμέτρους όπως η επιβίωση, η γονιμότητα των θηλυκών και η γονιμοποίηση των ωαρίων.

Η επίδραση της διατροφής ενηλίκων από άγρια και εργαστηριακά στελέχη στην επιβίωση, ωοπαραγωγή και εκκολαπτικότητα των αυγών, μελετήθηκε στην παρούσα εργασία. Τα αποτελέσματα ενισχύουν την άποψη περί της επιλογής βέλτιστου διαιτολογίου από τα έντομα στην φύση, καθώς και της μειωμένης απόδοσης τους σε παραγωγή αυγών και επιβίωση όταν αυτά τρέφονται μόνο με πηγές υδατανθράκων.

Οι φυσικές τροφές που αποτελούνταν από φρούτα έδειξαν να είναι επαρκείς για την επιβίωση και την παραγωγή αυγών τόσο σε άγρια όσο και σε εργαστηριακά έντομα, με σημαντικά όμως μικρότερες τιμές από την δίαιτα μαζικής εκτροφής στον συνολικό αριθμό παραγόμενων αυγών, και με πιο μακρά περίοδο ωαπόθεσης.

Οι μελιτώδεις ουσίες έδειξαν διαφορές μεταξύ τους στην θρεπτική αξία, αλλά διαφορές παρατηρήθηκαν και στην αξιοποίηση τους από τα άγρια και εργαστηριακά έντομα. Οι διαφορές αυτές αφορούν στην επιβίωση των εντόμων, όπου η εργαστηριακή τροφή είχε τα καλύτερα αποτελέσματα, αλλά και στην παραγωγή αυγών, ενώ οι διαφορές στην εκκολαπτικότητα μεταξύ αγρίων και εργαστηριακών εντόμων ήταν σημαντικές.

Τα εργαστηριακά έντομα δεν μπορούν να επιβιώσουν για πάνω από 4 μέρες χωρίς πηγή υδατάνθρακα, και δεν μπορούν να τραφούν ικανοποιητικά με περιττώματα εντόμων του ίδιου είδους, ανεξαρτήτως της σύνθεσης των περιττωμάτων αυτών.

## ***SUMMARY***

The Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) is one of the world's most important agricultural insect pests. It has many fruit and vegetable hosts and a worldwide distribution. For successful control, chemical as well as biological methods (usually the Sterile Insect Technique) are used against it. The quality of sterile males is of decisive significance for the success of the SIT. Studies on the nutrition of Tephritids in connection with SIT include the role of protein: carbohydrate ratio, natural food sources and the end effect on longevity, fecundity and fertility.

The effect of adult nutrition on adult longevity, fecundity and fertility was examined during this study. The results were in accordance with the theory of food selection by insects in nature, as an optimizing factor of nutritional exploitation of natural resources. Furthermore, it was shown that natural food which consists only of carbohydrates cannot support prolonged longevity neither fecundity.

Fruit juice (sliced fruit interior offered) was found to be adequate for survival and egg production of laboratory and wild medflies, but with differences on the rate and duration of egg laying period when compared with artificial diet.

The 3 different kinds of honeydews studied showed differences in their nutritional value. Significant differences were also found between wild and laboratory insects on the ability to survive and reproduce on different honeydews. The differences concerned longevity, fecundity and fertility of medfly adults. In all cases the laboratory adult diet proved to be better than honeydews.

Finally, it was found that laboratory insects couldn't live for more than 4 days without a source of carbohydrate, and that insect's excreta had little nutritional value.

## ***ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ***

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Εντομολογίας του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Κρήτης και στα πλαίσια του προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ (Διαχείριση Χερσαίων και Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων).

Από αυτή την θέση θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Α.Π.Οικονομόπουλο για την αμέριστη συμπαράσταση και την βοήθεια του σε όλη την διάρκεια της διεξαγωγής της μελέτης.

Ευχαριστώ επίσης τον λέκτορα Σ.Πυρίντσο για την αξιολόγηση της διατριβής ως δεύτερο μέλος της εξεταστικής επιτροπής.

Επίσης αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τα μέλη του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Εντομολογίας Μαρίνα Κονσολάκη, Παύλο Μαυρικάκη, και ιδιαίτερα την Μαρία Ροδιτάκη για τις πολύτιμες συμβουλές και την απλόχερη βοήθεια που μου παρείχαν. Ευχαριστώ τέλος την οικογένεια μου για την υλική και ηθική της συμπαράσταση σε όλη την πορεία μου μέχρι τώρα.

Κατά την διάρκεια της παρούσης μεταπτυχιακής έρευνας τόσο η υποτροφία μου όσο και τα έξοδα της έρευνας (αναλώσιμα) καλύφθηκαν από το ερευνητικό πρόγραμμα EU-FAIR/98-4441: “New Female-Selective Attractants for Medfly” (Participant 4, Prof. A.P. Economopoulos).

## ***ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ***

- Blay, S. and B. Yuval. 1997. Nutritional correlates of reproductive success of male Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Anim. Behav.* 54: 59-66.
- Cangussu, J.A. and F.S. Zucoloto. 1992. Nutritional value and selection of different diets by adult *Ceratitis capitata* flies (Diptera: Tephritidae). *J. Insect Physiol.* 38 (7): 485-491.
- Carey, J. R. 1993. Applied demography for Biologists with special emphasis on insects. Oxford Press.
- Carey, J.R. 1984. Host-specific demographic studies on the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Ecological Entomology* 9: 261-270.
- Carey, J.R. 1992. Slowing of mortality rates at older ages in large medfly cohorts. *Science* 258: 457-461.
- Carey, J.R. and P. Liedo. 1995. Sex-specific life table aging rates in large medfly cohorts. *Exp. Gerontol.* 30 (3-4): 315-325.
- Carey, J.R., D. A. Krainacker and R.I. Vargas. 1986. Life history response of female Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata*, to period of host deprivation. *Entomol. Exp. Appl.* 42: 159-167.
- Carey, J.R., P. Liedo, D. Orozco, M. Tatar and J.W. Vaupel. 1995. A male-female longevity paradox in medfly cohorts. *Journal of Animal Ecology* 64: 107-116.
- Carey, J.R., P. Liedo, M. Muller, J. Wang and J.W. Vaupel. 1998. Dual modes of aging in Mediterranean fruit fly female. *Science* 281: 996-998.
- Christenson, L.D. and R.H. Foote. 1960. Biology of fruit flies. *Annu. Rev. Entomol.* 5: 171-192.
- Δαλιάνης, Κ. 1992. Σχεδίαση και ανάλυση πειραμάτων. Αθήνα.
- Dorschner, K.W. 1993. Survival, growth, and reproduction of two aphid species on sucrose solutions containing host or non-host honeydews. *Entomol. Exp. Appl.* 68: 31-41.
- Economopoulos, A.P. 1992. Adaptation of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) to artificial rearing. *J. Econ. Entomol.* 85: 753-758.
- Elson-Harris, M.M. and I.M. White. 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. Ed. C.A.B. International.
- Fimiani, P. 1989. Pest status-Mediterranean region. In, A.S. Robinson and G. Hooper (eds), *Fruit Flies, their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier Amsterdam. Vol. 3A: 37-53.

- Franz, G., E. Gencheva, and Ph. Kerremans. 1994. Improved stability of genetic sexing separation strains for the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Genome* 37: 72-82.
- Hagen, K.S. and G.L. Finney. 1950. A food supplement for effectively increasing the fecundity of certain tephritid species. *J. Econ. Entomol.* 43: 735.
- Hendrichs, J. and M.A. Hendrichs. 1990. Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in nature: Location and diel pattern of feeding and other activities on fruiting and non-fruiting hosts and non-hosts. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 83: 632-641.
- Hendrichs, J., B.I. Katsoyannos, V. Wornoayporn and M.A. Hendrichs. 1994. Odour-mediated foraging by yellowjacket wasps (Hymenoptera: Vespidae): predation on leks of pheromone calling Mediterranean fruit fly males (Diptera: Tephritidae). *Oecologia* 99: 88-94.
- Hendrichs, J., C. Lauzon, S. Cooley and R. Procopy. 1993. Contribution of Natural Food Sources to Adult Longevity and Fecundity of *Rhagoletis pomonella* (Diptera:Tephritidae). *Annals of Entomological Society of America.* 86 (3): 250-264.
- Hooper, G.H.S. 1987. Application of quality control procedures to large scale rearing of the Mediterranean fruit fly. *Entomol. Exp. Appl.* 44: 161-167.
- Jang, E. B. 1986. Effects of niacin deficiency on growth and development of the Mediterranean fruit fly, (Diptera:Tephritidae). *Journal of Economic Entomology.* 7(3): 558-561.
- Kaspi, R. and B. Yuval. 2000. Post-teneral protein feeding improves sexual competitiveness but reduces longevity of mass reared sterile male Mediterranean fruit flies. *Ann. Entomol. Soc. Am.* (in press).
- Keiser, I. and E.L. Schneider. 1969. Need for immediate sugar and ability to withstand thirst by newly emerged Oriental fruit flies, Melon flies, and Mediterranean fruit flies untreated or sexually sterilized with Gamma radiation. *J. Econ. Entomol.* 62 (3): 539-540.
- Liquido, N.J., L.A. Shinoda and R.T. Cunningham. 1977. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): An annotated world review. *MPPEAL* 77: 1-52.
- Malacrida, A., C.R., Guglielmino, G. Gasperi, L. Baruffi, R. Milani. 1992. Spatial and temporal differentiation in colonizing populations of *Ceratitis capitata*. *Heredity* 69: 101-111.

- Mavrikakis, P., A.P. Economopoulos and J.R. Carey. 2000. Continuous winter reproduction and growth of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in Heraclion, Crete, Southern Greece. *Environmental Entomology* 29(6): 1180-1187.
- Nestel, D., R. Galun and S. Friedman. 1985. Long-term regulation of sucrose intake by the adult Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). *Journal of Insect Physiology* 31(7): 533-536.
- 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.
- Papageorgiou, P. 1915. The mandarin fly. *Agricultural Bulletin of the Greek Royal Agricultural Society* 12: 258-260.
- Papaj, D. R., B.I. Katsoyannos and J. Hendrics. 1989. Use of fruit wounds in oviposition of Mediterranean fruit flies. *Entomol. Exp. Appl.* 53: 203-209.
- Procopy, R. J., Hsu Chiou Ling and R. I. Vargas. 1993. Effect of source and condition of animal excrement on attractiveness to adult of *Ceratitidis capitata* (Diptera:Tephritidae). *Environmental Entomology* 22(2): 453-458.
- Procopy, R. J. and B. D. Roitberg. 1984. Foraging behaviour of True Fruit Flies. *American Scientist* 72: 41-49.
- Robinson, A.S. and G.Hooper. 1989. Fruit flies. Their biology, natural enemies and control. Elsevier press. Vol. 3B: 353-359.
- Ροδιτάκη, Μ. 2000. Επίδραση της τροφής ενηλίκων και της στειρώσεως στην ικανότητα σύζευξης και στην επιβίωση στελέχους μαζικής εκτροφής της μύγας της Μεσογείου *Ceratitidis capitata* Wiedemann (Diptera:Tephritidae). Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.
- Rössler, Y. 1975. Reproductive differences between laboratory-reared and field-collected populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 68: 987-991.
- Σερπετσιδάκη, Χ. 1994. Επίδραση σύζευξης: ηλικία φύλων, διάρκεια, συνεχής παρουσία αρσενικού, στην παραγωγή και γονιμοποίηση αυγών και την επιβίωση θηλυκών εντόμων στελέχους γενετικού διαχωρισμού της μύγας της Μεσογείου, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.
- Silvestri, F. 1914. Report of an expedition to Africa in search of the natural enemies of fruit flies (Trypaneidae) with description, observation and biological notes. *Bulletin, Division Entomological Agricultural Forestry Hawaii* 3: 176.
- Τζανακάκης, Μ.Ε. 1995. Εντομολογία. University Studio Press. Θεσσαλονίκη, σελ: 390-397.

- Τζανακάκης, Μ.Ε. and Β.Ι. Κατσόγιαννος. 1998. Έντομα Καρποφόρων Δέντρων και Αμπέλου. Αθήνα. Εκδόσεις Αγρότυπος, σελ:187, 193, 214-219, 227-228.
- Tsiropoulos, G.J. 1992. Feeding and dietary requirements of the Tephritid fruit flies. In: Advances in insect rearing for research and pest management (Eds. T.E. Anderson and N.C. Leppla), Westview Press Inc. Chapter 7: 93-118.
- Vanderzant, E.S. 1974. Development, significance and application of artificial diets for insects. Ann. Rev. of Entomology 19: 139-160.
- Waldbauer, G.P., and S. Friedman. 1991. Self selection of optimal diets by insects. Ann. Rev. Entomol. 36: 43-63.
- Warburg, M.S. and B.Yuval. 1996. Effects of diet and activity on lipid levels of adult Mediterranean fruit flies. Physiological Entomology 21:151-158.
- Zar, H. Jerold.1999. Biostatistical analysis. Forth edition. Prentice Hall.