

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ο ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ ΤΟΥ ΚΑΠΝΟΥ	1
1.1.1 Γνωριμία με το έντομο	1
1.1.2 Μορφολογία – Βιολογία – Ζημιές	6
1.1.3 Ξενιστές	8
1.1.4 Βιότυποι αλευρώδη	8
1.1.5 Ανθεκτικότητα - Αντιμετώπιση	9
1.2 ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ	10
1.2.1 Πτήσεις	10
1.2.2 Τροφή	11
1.2.3 Προσέγγιση - Σύζευξη	12
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	13
2.1 Πληθυσμός αλευρώδη	13
2.2 Φυτικό υλικό	14
2.3 Περιοχή παρακολούθησης	14
2.4 Μεταφορά αλευρωδών	16
2.5 Μέσα για την καταγραφή της συμπεριφοράς	17
2.6 Αρχές ψηφιακής μελέτης συμπεριφοράς ενήλικων αλευρωδών	19
2.7 Ανάλυση συμπεριφοράς	20
2.8 Πειράματα	25
2.8.1 Προκαταρκτικά πειράματα με θηλυκά	25
2.8.2 Πειράματα με αρσενικά και θηλυκά	25
2.9 Στατιστική ανάλυση	25
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
3.1 Προκαταρκτικά πειράματα με θηλυκά	26
3.1.1 1 ^ο Πείραμα	26
3.1.2 2 ^ο Πείραμα	27
3.2 Πειράματα με αρσενικά και θηλυκά	28
3.2.1 1 ^ο Πείραμα	28
3.2.2 2 ^ο Πείραμα	31
3.2.3 3 ^ο Πείραμα	34
3.2.4 4 ^ο Πείραμα	37
3.3 Συνολική ανάλυση	40
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	44

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αλευρώδης του καπνού, *Bemisia tabaci*, είναι ένας από τους σημαντικότερους εχθρούς πολλών καλλιεργειών παγκοσμίως. Υπάρχουν πάνω από χίλια είδη αλευρώδη στον κόσμο (Crop Knowledge Master, 2007). Είναι παράσιτο των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών των τροπικών, υποτροπικών και παραμεσόγειων περιοχών και εμφανίζεται στην κεντρική και κυρίως στη νότια Ελλάδα (Pollini et al. 2000).

Η υψηλή αναπαραγωγική δυνατότητα του *Bemisia tabaci*, ο μεγάλος αριθμός ξενιστών, η έκκριση του κολλώδους μελιτώματος αλλά και η συνήθειά του να τρέφεται από το κάτω μέρος του φύλλου, το οποίο είναι προστατευμένο από τα εντομοκτόνα, απασχολεί σε μεγάλο βαθμό τους επιστήμονες.

Επίσης, η συμπεριφορά του, την οποία και θα μελετήσουμε παρακάτω, παίζει σημαντικό ρόλο στη συμβίωση, τον πολλαπλασιασμό αλλά και την παραμονή των εντόμων σε διάφορες περιβαλλοντικές και κλιματολογικές συνθήκες (Roditakis et al. 2008).

1.1 Ο ΑΛΕΥΡΩΔΗΣ ΤΟΥ ΚΑΠΝΟΥ

1.1.1 Γνωριμία με το έντομο

Το *Bemisia tabaci*, με κοινό όνομα αλευρώδης του καπνού, είναι ρυγχωτό της οικογένειας Aleyrodidae, ανήκει στην τάξη Hemiptera, στην υπόταξη Homoptera και στη σειρά Sternorrhyncha (Della Beffa, 1962).

Τα αυγά είναι λευκού προς γκριζόλευκου χρώματος, ελλειπτικού σχήματος με βραχύ ποδίσκο. Το μήκος του χωρίς τον ποδίσκο είναι 0,26 mm και το πλάτος του 0,12 mm (Εικόνα 1). Από έρευνες που έχουν γίνει, ο ρόλος του ποδίσκου στα αυγά χρησιμεύει σαν σωλήνας προμήθειας υγρασίας, δηλαδή προστατεύει τα αυγά από την αφυδάτωση και κατευθύνει τα σπερματοζωάρια στον πυρήνα του αυγού κατά τη γονιμοποίηση (Cary, 1903, Deshpante, 1936, Poinar, 1965, Paulson and Beardsley, 1985). Τοποθετούνται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων είτε κατά επιμήκεις

γραμμές είτε κυκλικά ή ημικυκλικά. Στις περιπτώσεις όπου η προσβολή είναι πολύ έντονη, τα ωά εναποτίθενται με άτακτο τρόπο, καταλαμβάνοντας μεγάλο μέρος του ελάσματος του φύλλου. Ο αριθμός τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία και από το φυτό ξενιστή (Pollini et al. 2000).



Εικόνα 1 : Το στάδιο του αυγού

Μετά το στάδιο του αυγού, ακολουθούν 4 νυμφικά στάδια. Οι προνύμφες στο πρώτο στάδιο (έρπουσες) είναι κιτρινωπές στο χρώμα, ωοειδείς, επίπεδες στην εμφάνιση, μεγέθους 0,3 mm, έχουν κεραίες και πόδια, είναι ευκίνητες και τρέχουν πάνω στο φύλλο του φυτού ώσπου να βρουν το κατάλληλο γι' αυτές σημείο για να καθηλωθούν και να ξεκινήσουν να τρέφονται. Παραμένουν σχεδόν ακίνητες εισάγοντας το ρύγχος τους στο φύλλο απομυζώντας χυμούς. Μετά την πρώτη έκδυση χάνουν τις κεραίες και τα πόδια. Στο στάδιο αυτό αρχίζει να παράγεται αλευρώδες κηρώδες επίχρισμα μετά την εγκατάσταση.

Η προνύμφες του δευτέρου σταδίου, είναι γενικά ίδιου σχήματος και χρώματος όπως οι έρπουσες. Στο τρίτο και τέταρτο στάδιο, σταματά η διατροφή και αρχίζουν να εμφανίζονται χαρακτηριστικά κόκκινα σημεία, τα οποία είναι οι σύνθετοι οφθαλμοί του τέλειου. Στο τέταρτο νυμφικό στάδιο αρχίζει συστηματικά και σταθερά η έκκριση του αλευρώδους κηρώδους επιχρίσματος. Το τελευταίο στάδιο

ονομάζεται πούπα, το μήκος του είναι 0,75 mm και ο προσδιορισμός του ευκολότερος. Το ακμαίο εξέρχεται από τη νύμφη αφού σχηματίσει άνοιγμα σε σχήμα «Γ» στη νωτιαία πλευρά.



Εικόνα 2: Σταδία ανάπτυξης του αλευρώδη *B. tabaci*.



Εικόνα 3: A) αυγό, B) Πρώτο στάδιο (έρπουσα), C) Προνύμφες δεύτερου κ τρίτου σταδίου, D) Προνύμφη τέταρτου σταδίου με χαρακτηριστικά τα κόκκινα μάτια.

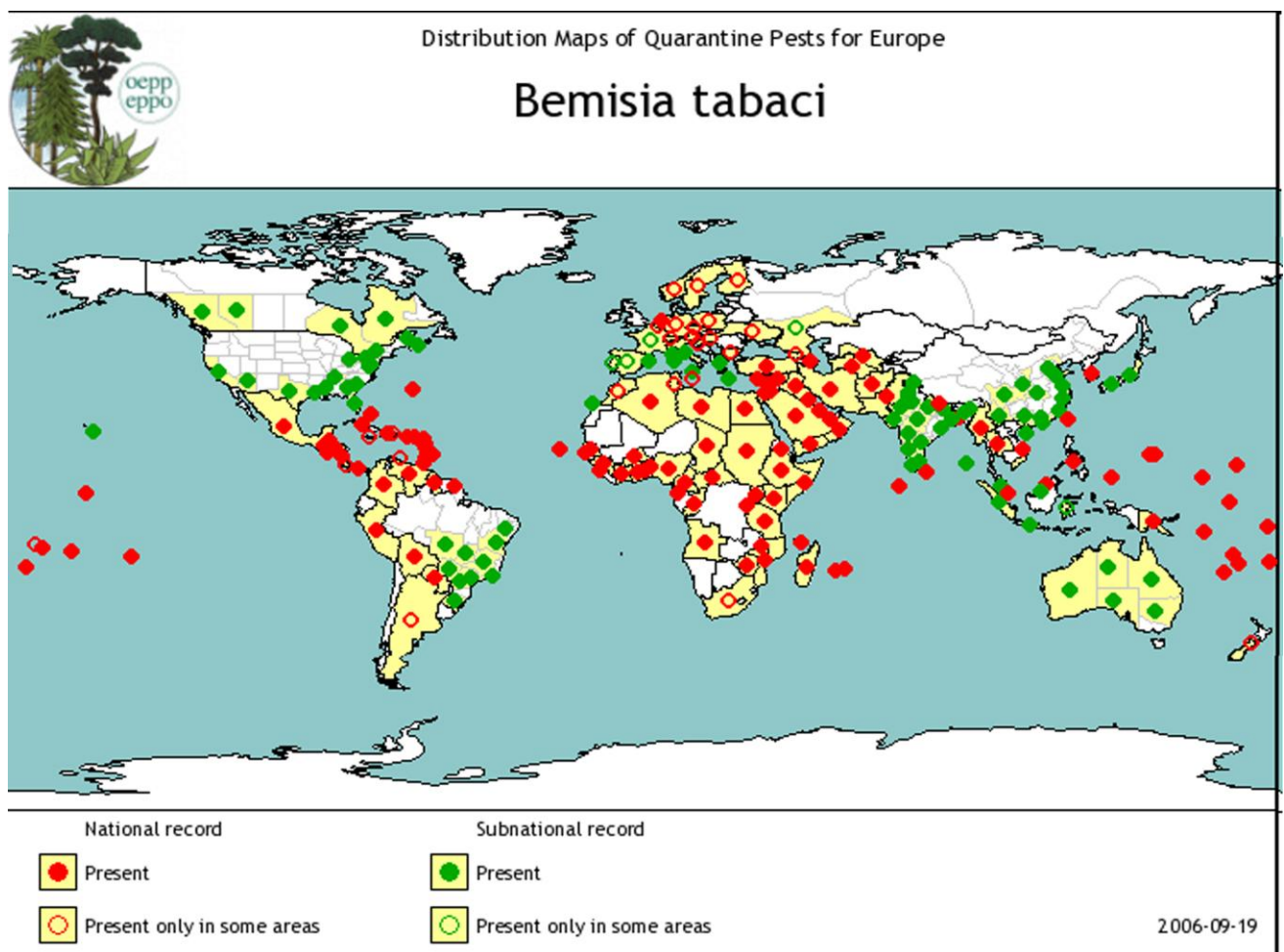
Το ακμαίο είναι ένα έντομο του οποίου το σώμα συνήθως δεν ξεπερνά το 1 mm (Habibi, 1975, Raymond, 1978), με το θηλυκό να έχει μήκος σώματος περίπου 1-1,5 mm και το αρσενικό το πολύ 1 mm, έχει διακεκριμένη κεφαλή, σύνθετους οφθαλμούς και δυο απλούς οφθαλμούς.

Το σώμα του σκεπάζεται με μια άσπρη κηρώδη σκόνη απ' όπου πήρε και το κοινό του όνομα (Σταμόπουλος, 1999). Στην πραγματικότητα, το βασικό χρώμα του ενήλικου είναι ωχροκίτρινο, αλλά εξαιτίας του κηρώδους επιχρίσματος που καλύπτει το σώμα φαίνεται άσπρο (Εικόνα 4). Η κηρώδης αυτή ουσία, εκκρίνεται από ένα πόρο που βρίσκεται στο τελευταίο τμήμα της κοιλιάς και χρησιμεύει ως προστατευτικό μέσο. Οι κινήσεις των ποδιών βοηθούν στο διασκορπισμό του κεριού σε όλο το σώμα του. Είναι γνωστό στους παραγωγούς και με τον όρο «άσπρο» μυγάκι (Pollini et al. 2000).



Εικόνα 4 : Ακμαίο του *B. tabaci*.

Ο αλευρώδης του καπνού, αν και η προέλευση του δεν έχει διευκρινιστεί ακόμα, αναφέρθηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα το 1889 πάνω σε φυτά καπνού από τον Gennadius. Στις Η.Π.Α καταγράφηκε για πρώτη φορά το 1987 στη γλυκοπατάτα και στην ξένη βιβλιογραφία αναφέρεται ως “sweetpotato whitefly”. Στην Κρήτη το *B.tabaci* επισημάνθηκε για πρώτη φορά το 1993 ως δευτερεύουσας σημασίας εχθρός στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην περιοχή της Ιεράπετρας (Kirk, et al. 1993).



Εικόνα 5 : Παγκόσμια εξάπλωση του *B. tabaci* εκτός της Ανταρκτικής

1.1.2 Μορφολογία – Βιολογία – Ζημιές

Ο αλευρώδης διαχειμάζει κυρίως σαν ενήλικο σε διάφορα αυτοφυή φυτά ή ακόμη σε υπολείμματα καλλιέργειας (Σταμόπουλος, 1999). Η διάρκεια του βιολογικού του κύκλου επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία. Τα ακμαία έχουν διάρκεια ζωής 10-15 μέρες στον αγρό, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σε θερμοκρασίες 30 °C και 30-60 μέρες το χειμώνα σε θερμοκρασίες γύρω στους 15 °C (Gerling et al, 1986). Ανάλογα με τον ξενιστή και τις θερμοκρασίες, ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο σε 15-60 μέρες. Στον πίνακα 1 αναγράφονται οι μέρες που χρειάζεται ένας αλευρώδης να αναπτυχτεί με βάση τη θερμοκρασία

Πίνακας 1: Ημέρες ανάπτυξης του *B. tabaci* σε σχέση με τη θερμοκρασία (Gerling et al, 1986).

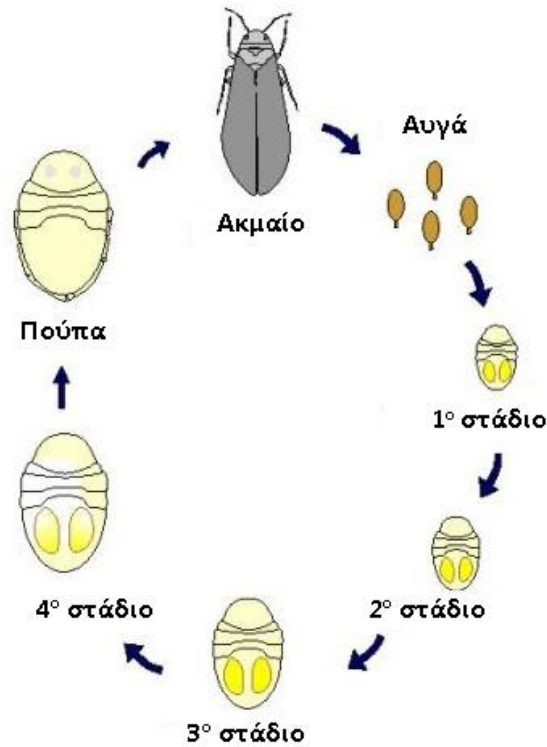
Θερμοκρασία °C	16	20	24	28
Αυγό	31,5	15,8	10,5	10,9
Αυγό έως ακμαίο	163,5	54,5	32,7	23,4
Περίοδος ως την ωοτοκία	5	3,3	2,5	2
Διάρκεια ζωής ακμαίου	180	60	36	25,7

Ο αριθμός των αυγών εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το φυτό ξενιστή (Pollini et al. 2000). Από τα αυγά, εκκολάπτονται ενεργές, άπτερες προνύμφες, οι οποίες μετακινούνται και μόλις βρουν το κατάλληλο σημείο βυθίζουν τα νύσσοντος μυζητικού τύπου στοματικά τους μόρια στο φυτικό ιστό και παύουν πλέον να μετακινούνται μέχρι τη στιγμή που θα ενηλικιωθούν (Σταμόπουλος, 1999).

Έχει συνήθως 9-15 αλληλοκαλυπτόμενες γενεές ανά έτος ανάλογα με την περιοχή (παραθαλάσσια, ημιορεινή, ορεινή) και την καλλιέργεια (σολανώδη, κολοκυνθοειδή, κραμβοειδή κλπ). Τα αρσενικά ζουν λιγότερο από τα θηλυκά, με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερους θηλυκούς πληθυσμούς (αναλογία 3 προς 1).

Ο τρόπος αναπαραγωγής του *B.tabaci* είναι απλοδιπλοειδής. Συγκεκριμένα έχουμε παρθενογενετική αρρενοτοκία, δηλαδή τα αρσενικά απλοειδή άτομα προέρχονται από αγονιμοποίητα ωά, ενώ τα θηλυκά διπλοειδή προέρχονται από

γονιμοποιημένα ωά. Ευνοϊκές συνθήκες για αναπαραγωγή είναι οι σχετικά υψηλές θερμοκρασίες και η υψηλή σχετική υγρασία (Pollini et al. 2000).



Εικόνα 6 : Βιολογικός κύκλος του *B. tabaci*.

Οι ζημιές που μπορεί να προκαλέσει ο αλευρώδης, μπορεί να είναι άμεσες, όπως για παράδειγμα η απομύζηση χυμών, κατά την οποία τρέφεται από τα φύλλα των φυτών, διεισδύοντας τα στοματικά του μόρια στον φυτικό ιστό και εξάγοντας αφομοιώσιμες ουσίες από το φυτό (υδατάνθρακες και αμινοξέα). Τραυματίζει τα αναπτυσσόμενα φυτά καταστρέφοντας τη χλωροφύλλη και μειώνεται η φωτοσυνθετική τους ικανότητα. Δημιουργείται αποχρωματισμός των φύλλων, ο οποίος οδηγεί σε φυλλόπτωση, ακανόνιστη ωρίμανση των καρπών, μείωση της παραγωγής ακόμα και το θάνατο του ίδιου του φυτού (Pollini et al. 2000).

Οι έμμεσες ζημιές που μπορεί να προκαλέσει ο αλευρώδης, είναι τα άφθονα μελιτώδη εκκρίματα που παράγει καθώς και η μετάδοση ιών. Τα μελιτώματα,

επικαλύπτουν τη βλάστηση και τους καρπούς και σε συνδυασμό με την αυξημένη υγρασία, ευνοούν την ανάπτυξη της καπνιάς, η οποία μειώνει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού και υποβαθμίζει την εμπορική αξία του προϊόντος (Pollini et al. 2000).

Σοβαρές ζημιές προκαλούνται επίσης και από τη μετάδοση ιών. Το *B. tabaci* αναφέρεται ως φορέας 111 ιών των φυτών (Jones, 2003). Στις τομάτες ο μεγαλύτερης σημασίας ιός είναι εκείνος του κίτρινου καρουλιάσματος των φύλλων (Tomato Yellow Leaf-Curl Virus - TYLCV), ο οποίος προκαλεί χαρακτηριστικά συμπτώματα συστροφής, παραμόρφωσης, και μεσονεύριας χλώρωσης των φύλλων. Στα κολοκυνθοειδή και ειδικότερα στις καλλιέργειες αγγουριάς, πεπονιάς και κολοκυθιάς υπάρχει πληθώρα ιών με διαφορετικά συμπτώματα, με κυριότερους τον ιό Cucumber Vein Yellowing Virus (CVYV), ο οποίος προκαλεί λεύκανση και κιτρίνισμα νεύρων στα φύλλα της αγγουριάς και τον ιό Cucurbit Yellow Stunting Disorder Virus (CYSDV), ο οποίος προκαλεί συμπτώματα ίκτερου και μεσονεύριας χλώρωσης στα φύλλα που προσβάλλει (Pollini et al. 2000).

1.1.3 Ξενιστές

Το *B. tabaci* είναι πολυφάγο και τρέφεται με περισσότερα από 500 φυτικά είδη από 24 οικογένειες. Οι ξενιστές του περιλαμβάνουν κυρίως λαχανικά, καλλιεργούμενα φυτά και καλλωπιστικά (Pollini et al. 2000). Έχει ιδιαίτερες προτιμήσεις στις οικογένειες Solanaceae, Cucurbitaceae και Leguminosae. Στη χώρα μας προσβάλλει κυρίως τα παρακάτω: καπνό, βαμβάκι, ντομάτα, πιπέρια, μελιτζάνα, πατάτα, πεπονιά, αγγουριά, φασόλια κ.α. (Σταμόπουλος, 1999).

1.1.4 Βιότυποι αλευρώδη

Στον αλευρώδη του καπνού έχουν προσδιοριστεί περισσότεροι από 20 διαφορετικοί βιότυποι, λόγω της πολύπλοκης γενετικής του δομής. Οι βιότυποι διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη βιο-οικολογία, τη συμπεριφορά, το εύρος των φυτών που προσβάλλουν, την ανθεκτικότητα σε εντομοκτόνα καθώς και την ικανότητα μετάδοσης φυτικών ιών. Δεν παρουσιάζουν διακριτά χαρακτηριστικά, γι' αυτό το λόγο είναι

απαραίτητη η χρήση σύγχρονων μοριακών διαγνωστικών δοκιμών για να μπορέσουν να διακριθούν και να ταυτοποιηθούν (Tsagkarakou, 2007).

Η ανάλυση DNA του *B. tabaci* κατέδειξε δυο πολύ σημαντικούς βιότυπους, τον B και τον Q. Η σημαντικότητα τους, οφείλεται στη μεγάλη αναπαραγωγική τους ικανότητα, την ανθεκτικότητα σε πολλά σκευάσματα εντομοκτόνων αλλά η μεγάλη ευκολία στη μετάδοση ιολογικών ασθενειών (Παπαγιάννης, 2009)

1.1.5 Ανθεκτικότητα - Αντιμετώπιση

Η ανθεκτικότητα ορίζεται ως η ανάπτυξη της ικανότητας ενός εντόμου, να ανέχεται την έκθεση σε συγκέντρωση ενός εντομοκτόνου, που κανονικά θα ήταν θανατηφόρο για τα περισσότερα άτομα του είδους του. Η ανθεκτικότητα μπορεί να οφείλεται στη μειωμένη διαπερατότητα του εντομοκτόνου λόγω μορφολογικών διαφοροποιήσεων του εντόμου, σε τροποποιημένη συμπεριφορά του εντόμου κατά την παρουσία του εντομοκτόνου (π.χ. αποφυγή), καθώς και στην επιλογή ατόμων από τον πληθυσμό, που φέρουν αλληλόμορφα γονίδια, τα οποία σχετίζονται με την εμφάνιση της ανθεκτικότητας.

Τα τελευταία χρόνια, το *B. tabaci*, έχει αποκτήσει ανθεκτικότητα σχεδόν σε όλες τις ομάδες εντομοκτόνων. Αυτό μπορεί να οφείλεται στη συχνή εφαρμογή τους, αλλά και στην παρθενογενετική αρρενοτοκία, σε συνδυασμό με το μεγάλο αριθμό γενεών ανά έτος (Dittrich et al. 1990; Byrne, 1993; Denholm et al. 1996; Palumbo et al. 2001).

Λόγω του ότι έχει αναφερθεί ανθεκτικότητα σε αρκετές ομάδες εντομοκτόνων, όπως οργανοφωσφορικά, καρβαμυδικά, πυρεθρινοειδή κ.α., η αντιμετώπιση του μπορεί να είναι πολύ δύσκολη αν δε γίνει με ορθολογικό τρόπο (Roditakis et al. 2008). Ένας αποτελεσματικός τρόπος είναι η απολύμανση. Την εποχή της ανάπτυξης του εντόμου, τα μολυσμένα φυτά θα πρέπει να απομακρύνονται και να καταστρέφονται, καθώς και μετά τη συγκομιδή να πραγματοποιείται απομάκρυνση των φυτικών υπολειμμάτων. Επίσης μπορεί να αντιμετωπιστεί με χρήση παραγόντων βιολογικού ελέγχου και με κολλητικές παγίδες. Κάποιοι από τους ωφέλιμους οργανισμούς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο βιολογικό έλεγχο του εντόμου είναι:

α) *Eretmocerus eremicus* (παρασιτική σφήκα)

β) *Macrolophus caliginosus* (αρπακτικό ημίπτερο)

γ) *Ampliseius swirsci* (αρπακτικό άκαρι)

1.2 ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

Η συμπεριφορά των εντόμων είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο, που όμως σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα του εντόμου να διασπείρεται, να επιβιώνει, να αναπαράγεται και να εγκαθίσταται σε μια περιοχή (Liu et al. 2007, Perring, 2006). Στη συμπεριφορά μπορούν να καταταχθούν οι εξής δραστηριότητες:

α) Σε πτήση

β) Σε κίνηση – περπάτημα

γ) Σε στάση

γ) Διατροφή

δ) Αναπαραγωγική συμπεριφορά (προσέγγιση-σύζευξη)

1.2.1 Πτήσεις

Τα μεγαλύτερα προβλήματα που προκαλεί το *B. tabaci*, σχετίζονται με τις μαζικές μεταναστεύσεις (πτήσεις) που κάνει κυρίως το φθινόπωρο. Η μετανάστευση, έχει αναφερθεί, ότι είναι μια ακολουθία των τρόπων συμπεριφοράς (απογείωση, προσανατολισμός, κατεύθυνση), η οποία αυξάνει τις πιθανότητες που έχει το έντομο, να αφήνει τον αρχικό του βιότοπο (Southwood, 1962).

Ο αλευρώδης, έχει δυο κατηγορίες πτήσεων: μικρής απόστασης πτήσεις και μεγάλης απόστασης πτήσεις. Οι πτήσεις μικρής απόστασης, πραγματοποιούνται σε φυτά τα οποία βρίσκονται κοντά μεταξύ τους και προκαλούν σκιάσεις. Οι πτήσεις αυτές είναι μικρότερες των 4,5 μέτρων και συνήθως συμπεριλαμβάνουν τις πτήσεις από το χαμηλότερο προς το ψηλότερο φύλλο του φυτού, που θέλουν να εναποθέσουν τα αυγά τους. Οι πτήσεις της μεγάλης απόστασης, πραγματοποιούνται από έντομα που παρασύρονται από τον άνεμο κάποιες εκατοντάδες μέτρα από κει που είχαν εγκατασταθεί (Berlinger, 1986).

Η περιοδικότητα των πτήσεων, εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως ταχύτητα ανέμου, ένταση φωτός, θερμοκρασία, βαρομετρική πίεση, σχετική υγρασία (Johnson, 1967). Σε μελέτες που έχουν γίνει, έχει παρατηρηθεί ότι το φως επηρεάζει τη συχνότητα και το χρόνο των πτήσεων. Έχει καταγραφεί, ότι οι πτήσεις περιορίζονται μετά τη δύση του ηλίου και αυξάνονται καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας (Blackmer, unpubl.data). Αυτό βέβαια, έχει σχέση και με το φύλο. Τα θηλυκά, πραγματοποιούν περισσότερες πτήσεις νωρίς το πρωί, ενώ τα αρσενικά όλες τις ώρες της μέρας (Byrne, 1991).



Εικόνα 7 : Αλευρώδης του καπνού κατά τη διάρκεια της πτήσης.

1.2.2 Τροφή

Έχουν γίνει διάφορες μελέτες όσον αφορά τον τρόπο και τις επιδράσεις που έχει η λήψη τροφής από τον αλευρώδη του καπνού. Όπως έχουμε ήδη προαναφέρει, ο αλευρώδης του καπνού εκτός από το ότι προκαλεί μεγάλες καταστροφές στα φυτά, είναι και φορέας ιώσεων (Jones, 2003). Επίσης έχει αποδειχθεί, ότι τα φύλλα των φυτών που γέρνουν περισσότερο δέχονται περισσότερες "επισκέψεις" από *B.tabaci* (Cowland, 1939).

1.2.3 Προσέγγιση - Σύζευξη

Η σύζευξη, ως επί το πλείστον, παρατηρείται κατά την πρώτη μέρα μετά την εμφάνιση των τέλειων εντόμων (Khaifa et al. 1964, Azab et al. 1972). Η επιλογή συντρόφων στα έντομα, δεν είναι μια απλή διαδικασία. Η αναζήτηση τροφής, καθώς και η διασπορά των θηλυκών στο χώρο, αποτελούν κάποιους από τους παράγοντες που βοηθούν στην εύρεση συντρόφου. Επίσης υπάρχουν και κάποια προβλήματα από τη μεριά των θηλυκών, όπως για παράδειγμα, ο τρόπος προσέγγισης του θηλυκού από το αρσενικό, τόσο κατά τη διάρκεια της σύζευξης όσο και στην επιβεβαίωση ότι το αρσενικό που επέλεξε για σύντροφο είναι γόνιμο (Price, 1984).



Εικόνα 8 : Ζευγάρι αλευρωδών. Αριστερά το αρσενικό και δεξιά το θηλυκό.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πληθυσμός αλευρώδη

Οι αλευρώδεις που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα συλλέχθηκαν από την περιοχή της Ιεράπετρας οι οποίοι εκτρέφονταν μέσα στο χώρο του εργαστηρίου, μέσα σε ειδικούς κλωβούς διαστάσεων 0,80 X 0,8 X 1,50 εκ. Οι κλωβοί ήταν κατασκευασμένοι από ξύλο και περιμετρικά ήταν καλυμμένοι με λεπτή σίτα για αερισμό. Σε κάθε κλωβό τοποθετούνταν 3 - 4 φυτά, τα οποία και ανανεώνονταν 1 φορά τη βδομάδα με νεότερα.



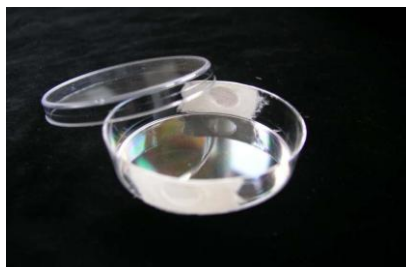
Εικόνα 9: Εντομολογικός κλωβός. Διακρίνονται 3 φυτά βαμβακιού τα οποία φιλοξενούν τους αλευρώδεις.

2.2 Φυτικό υλικό

Για τις ανάγκες του πειράματος καθώς και για την εκτροφή των αλευρωδών, χρησιμοποιήθηκαν φυτά βαμβακιού, τα οποία αναπτύχθηκαν στο χώρο του θερμοκηπίου, προστατευμένα από έντομα. Η σπορά έγινε σε δισκάκια των 50 θέσεων (40X40 εκ.) και το υπόστρωμα ήταν Huminsubstrat N3. Όταν η ανάπτυξη των φυτών έφτασε στο στάδιο των 2 πραγματικών φύλλων, έγινε η μεταφύτευση τους σε μεγαλύτερα πλαστικά γλαστράκια, με το ίδιο υπόστρωμα. Τα φυτά ποτίζονταν καθημερινά και για την καλύτερη ανάπτυξη τους λιπαίνονταν μια φορά τη εβδομάδα με υδατοδιαλυτό λίπασμα Grow More (20-20-20).

2.3 Περιοχή παρακολούθησης

Το μέρος που φιλοξενήθηκαν οι αλευρώδεις κατά τη διάρκεια του πειράματος, ήταν ένα τριβλίο Petri, διαμέτρου 3,5 cm (Εικόνα 10). Στα πλαϊνά της βάσης του τριβλίου, ανοίχτηκαν 2 οπές, διαμέτρου 1 cm και ήταν καλυμμένες με λεπτή σίτα, η οποία επέτρεπε τον καλό αερισμό στο εσωτερικό του τριβλίου. Οι οπές του τριβλίου ανοίχτηκαν με ένα πυρακτωμένο μεταλλικό σωλήνα με μεγάλη προσοχή και στη συνέχεια λειαινόνταν με λίμα. Μια τρίτη οπή, μικρότερη από τις άλλες δύο, ανοίχτηκε σε κάποιο σημείο ανάμεσα στις άλλες, με τον ίδιο τρόπο, της οποίας ο ρόλος ήταν η τοποθέτηση ενός ειδικού οργάνου αναρρόφησης, έτσι ώστε να είναι εύκολο το πέρασμα των αλευρωδών. Η οπή αυτή σφραγίστηκε με πλαστελίνη blue tack.



Εικόνα 10: Τριβλίο διαμέτρου 5 εκ, στο οποίο έχουν ανοιχτεί οι οπές και έχουν καλυφτεί με λεπτή σίτα.

Ένα φύλλο βαμβακιού κόπηκε περιφερειακά, και η διάμετρος του ήταν ίση με αυτή από το καπάκι του τριβλίου Petri (Εικόνα 11). Το φύλλο, τοποθετήθηκε στο καπάκι του τριβλίου, πάνω σε ένα λεπτό στρώμα Άγαρ 2% (w/v) που είχε παρασκευαστεί στο εργαστήριο. Για την παρασκευή του διαλύματος αγαρόζης, χρησιμοποιήθηκε μια κωνική φιάλη, 100 ml απιονισμένο νερό, 2 gr Άγαρ. Ακολούθησε βρασμός του διαλύματος σε φούρνο μικροκυμάτων και κατόπιν έκχυση στο πάνω μέρος του τριβλίου. Για να τοποθετηθεί το φυτικό υλικό, έπρεπε το διάλυμα να στερεοποιηθεί, να γίνει διαυγές. Έπειτα από την τοποθέτηση του φυτικού υλικού, το τριβλίο σφραγίστηκε με parafilm και ήταν έτοιμο να υποδεχτεί τους αλευρώδεις.



Εικόνα 11: Ο τρόπος με τον οποίο κόβουμε το φύλλο βαμβακιού για να το τοποθετήσουμε στο καπάκι του τριβλίου.

2.4 Μεταφορά αλευρωδών

Η μεταφορά των αλευρωδών από τα κλουβιά στο τριβλίο, πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ενός οργάνου αναρρόφησης. Το όργανο αυτό κατασκευάστηκε στο εργαστήριο και αποτελείται από ένα σωλήνα πολυαιθυλενίου 30 cm, ένα κομμάτι ειδικής λεπτής σίτας, parafilm και ένα tip (Εικόνα 12). Ενώσαμε την πλαϊνή πλευρά του tip με τη μια πλευρά του σωλήνα με parafilm, βάζοντας ανάμεσα το κομμάτι της σίτας. Το πίσω μέρος του tip καλύφθηκε με parafilm, ενώ η στενή άκρη του κόπηκε με ψαλίδι ώστε να μεγαλώσει ελαφρά η διάμετρος της οπής.

Η αναρρόφηση γινόταν κατευθείαν από τον κλωβό και η επιλογή του φύλου γινόταν με βάση το μέγεθος μακροσκοπικά. Ο λόγος που η επιλογή τους γινόταν μακροσκοπικά, ήταν για να αποφευχθεί η έκθεση τους σε CO₂. Μόνο σε περίπτωση αμφιβολίας, οι αλευρώδεις έμπαιναν σε μια διαδικασία ολιγόλεπτης νάρκωσης, για επιβεβαίωση του φύλου στο στερεοσκόπιο. Τοποθετώντας τη μυτερή άκρη του tip στη μικρή οπή του τριβλίου, οι αλευρώδεις μετακινούνταν μόνοι τους στο τριβλίο. Για τη γρηγορότερη μετακίνηση τους, ήταν απαραίτητη η έκθεση του τριβλίου σε πολύ φωτεινό μέρος καθώς τα ενήλικα άτομα εκδηλώνουν φωτοτροπική συμπεριφορά.



Εικόνα 12: Τριβλίο Petri μαζί με το όργανο αναρρόφησης αλευρωδών.

2.5 Μέσα για την καταγραφή της συμπεριφοράς

Για την καταγραφή της συμπεριφοράς, χρησιμοποιήθηκε μια κάμερα Cannon, μοντέλο DC211, τοποθετώντας την κάθετα σε σχέση με το έδαφος. Μια μεταλλική κατασκευή, τοποθετήθηκε πάνω ακριβώς από το φακό της κάμερας σε απόσταση περίπου 10 εκ, όπου υπήρχε μια υποδοχή για να τοποθετηθεί και να στηριχτεί το τριβλίο Petri. Η βιντεοσκόπηση πραγματοποιήθηκε σε αίθουσα που υπήρχε ελεγχόμενη πρόσβαση από ανθρώπους και είχε σταθερή θερμοκρασία και καλή ηχομόνωση έτσι ώστε να μην υπάρξει κάποιο εξωγενές αίτιο διαταραχής της συμπεριφοράς.

Η βάση για τη στήριξη της κάμερας και του φωτισμού κατασκευάστηκε στο εργαστήριο και έχει ύψος 0,5 εκ. Χρησιμοποιήθηκε μια μεταλλική πλάκα όπου πάνω στηρίχτηκε η κάμερα και οι λάμπες. Πάνω από τη βάση ήταν απλωμένο ένα μαύρο πανί για να μην επηρεάζεται η καταγραφή από το φωτισμό τη μέρα ή τη νύχτα. Το ύψος όλης αυτής της κατασκευής ήταν περίπου 50 εκ. Σύρματα διαφόρων μεγεθών χρειάστηκαν για τη στήριξη των λαμπτήρων και της κάμερας (Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Αίθουσα στην οποία είχε τοποθετηθεί ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και η βάση για την κάμερα και τα στηρίγματα του τριβλίου και των λαμπτήρων.

Για το φωτισμό του πειράματος, τοποθετήθηκαν συνολικά τέσσερις λαμπτήρες: δύο λευκοί λαμπτήρες (Megaman RoHS Compliant, 11 watt, 220-240V, 50-60 Hz, 90 mA, 2700 K, GRC01), που χρησιμοποιήθηκαν για τη φωτοφάση, δηλαδή το φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας και δυο κόκκινοι λαμπτήρες (Phillips 2300V, PF 712E * HC) που χρησιμοποιήθηκαν για τη σκοτοφάση, δηλαδή την προσομοίωση της νύχτας.

Και στους δύο τύπους των λαμπτήρων τοποθετήθηκαν χρονοδιακόπτες οι οποίοι ρύθμιζαν το πότε θα άναβαν οι λαμπτήρες της ημέρας και πότε της νύχτας αντίστοιχα (Εικόνα 14). Η σχέση φωτοφάσης : σκοτοφάσης σε όλα τα πειράματα ήταν 16 h : 8 h. Οι λαμπτήρες προσαρμόζονταν σε κατάλληλη θέση έτσι ώστε η εικόνα που φαινόταν στην οθόνη του υπολογιστή να είναι ευδιάκριτη, χωρίς σκιάσεις και θαμπάδα.



Εικόνα 14 :Αριστερά : Οι λευκές λάμπες ανάβουν κατά τη διάρκεια της φωτοφάσης. Δεξιά: Οι κόκκινοι λαμπτήρες ανάβουν κατά τη διάρκεια της σκοτοφάσης.

Ένα HDD / DVD Recorder (LG RH278H) είχε τοποθετηθεί στην αίθουσα της βιντεοσκόπησης, το οποίο είχε συνδεθεί με τη βιντεοκάμερα και είχε ρυθμιστεί να καταγράφει την εικόνα για όλη την διάρκεια του πειράματος.

2.6 Αρχές ψηφιακής μελέτης συμπεριφοράς ενήλικων αλευρωδών

Στα πειράματα που θα ακολουθήσουν θα μελετηθεί η συμπεριφορά των αλευρωδών σε σχέση με την κινητικότητα και τις αλληλεπιδράσεις που έχουν μεταξύ τους. Με τον όρο κινητικότητα εννοούμε την απόσταση που διένυσαν τα έντομα, το χρόνο που απαιτήθηκε καθώς και τον αριθμό των κινήσεων που πραγματοποίησαν. Οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις σχετίζονται με τη γύρω περιοχή του κάθε αλευρώδη, πόσο κοντά ή πόσο μακριά βρίσκονταν οι αλευρώδεις μεταξύ τους, καθώς και την πρωτοβουλία που παίρνει το κάθε έντομο για να προσεγγίσει ή να απομακρυνθεί από άτομο ίδιου ή διαφορετικού φύλου.

Ο αριθμός των κινήσεων αναφέρεται σε διακριτά γεγονότα. Αρχή κάθε κίνησης θεωρείται όταν το κέντρο βάρους του σώματος ενός αλευρώδη μετακινηθεί κατά 0,2 χιλιοστών από την προηγούμενη θέση του. Κινήσεις μικρότερες των 0,2 χιλιοστών θεωρούνται φυσιολογικός θόρυβος κατά τη διάρκεια της καταγραφής. Τέλος μιας κίνησης θεωρείται όταν ο αλευρώδης ακινητοποιηθεί και δεν πραγματοποιήσει άλλη κίνηση για διάστημα 1 λεπτού. Αν πραγματοποιήσει μικρές στάσεις διάρκειας μικρότερης του 1 λεπτού, τότε δε θεωρείται νέα κίνηση αλλά συνέχεια της προηγούμενης. Ο χρόνος που κινήθηκαν οι αλευρώδεις, υπολογίστηκε σε λεπτά και αναφέρεται στην αρχή και το τέλος της κάθε κίνησης. Η απόσταση που διένυσε ο κάθε αλευρώδης, υπολογίστηκε σε χιλιοστά για κάθε κίνηση κατά τη διάρκεια της εγγραφής.

Αλληλεπίδραση μεταξύ των αλευρωδών θεωρήθηκε όταν η απόσταση μεταξύ των αλευρωδών ήταν μικρότερη από 2,2 χιλιοστά. Η απόσταση αυτή, ορίστηκε με βάση τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των εντόμων. Σε απόσταση μικρότερη των 2,2 χιλιοστά, τα έντομα μπορούν να έρθουν σε επαφή. Η ζώνη των 2,2 χιλιοστά, χωρίστηκε περαιτέρω σε δυο υπο-ζώνες, με όριο διάκρισης τα 0,4 χιλιοστά, που διαπιστώθηκε ότι χαρακτηρίζουν διαφορετικές καταστάσεις και συμπεριφορές. Η απόσταση μικρότερη των 0,4 χιλιοστά, θεωρείται κατάσταση στην οποία μπορεί να πραγματοποιείται σύζευξη, ενώ αν η απόσταση ήταν μεγαλύτερη των 0,4 χιλιοστά (και έως και τα 2,2 χιλιοστά) θεωρείται ως ευρύτερη περιοχή αλληλεπίδρασης που δεν πραγματοποιείται σύζευξη.

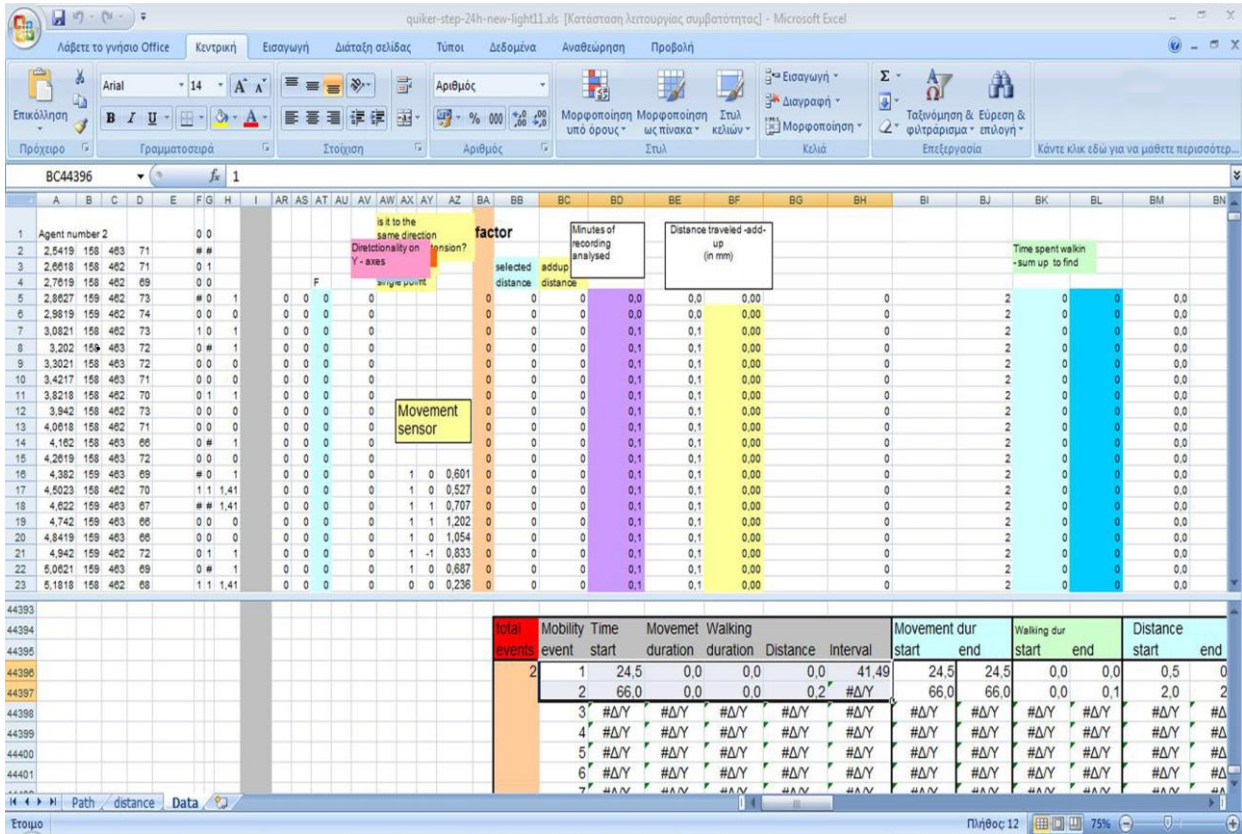
2.7 Ανάλυση συμπεριφοράς

Η ανάλυση των καταγραφών είναι σε τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο της ανάλυσης πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ενός προγράμματος που λέγεται Aphid track και σκοπό είχε την εύρεση της θέσης των εντόμων στην περιοχή παρακολούθησης. Στο δεύτερο στάδιο έγινε ταυτοποίηση των αλευρωδών με το πρόγραμμα Ant-data και εξαγωγή δεδομένων συμπεριφοράς για κάθε αλευρώδη χωριστά. Η ανάλυση στα δύο πρώτα στάδια, πραγματοποιήθηκε όπως περιγράφεται από τους Roditakis et al. (2001). Στο τρίτο στάδιο έγινε ανάλυση των δεδομένων με απλές εφαρμογές στο excel. Κάθε μια από αυτές τις εφαρμογές αναλύει διαφορετικούς παράγοντες όπως κίνηση, σύζευξη, απόσταση, χρόνος παραμονής του εντόμου σε ορισμένο σημείο.

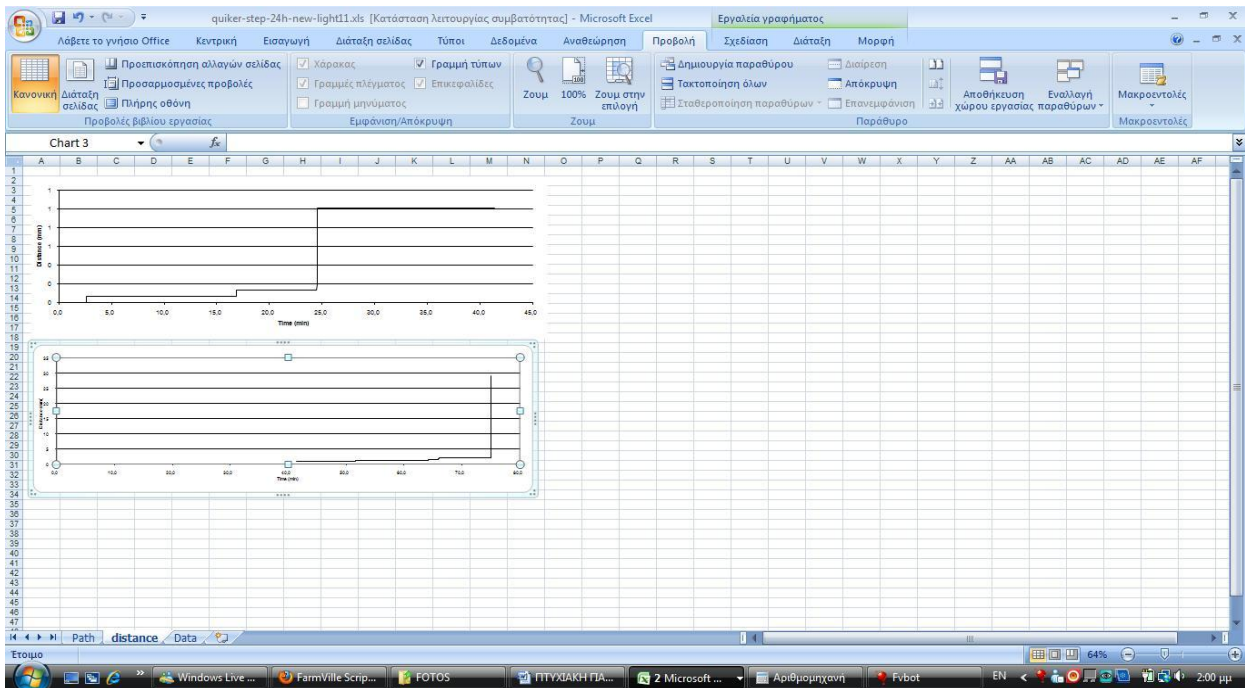
Οι εφαρμογές αυτές είναι:

- quiker-step-24h-new-light11.xls
- analysh2.xls
- mates final data.xls
- DISTANCE-91.xls
- path-2.xls

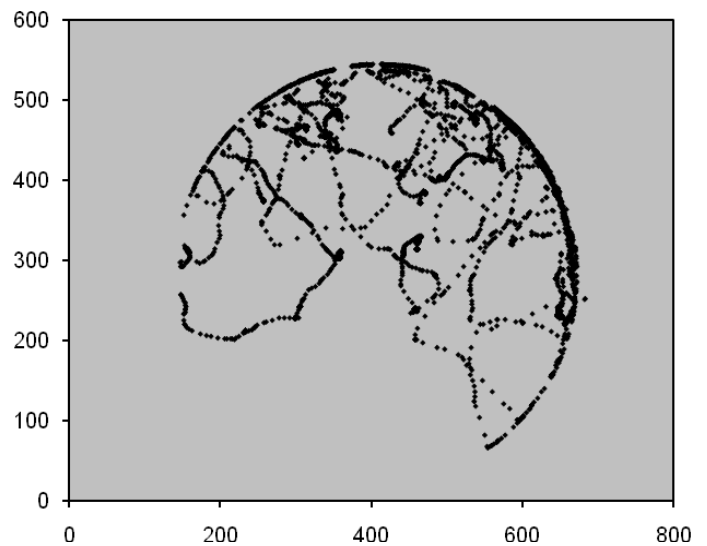
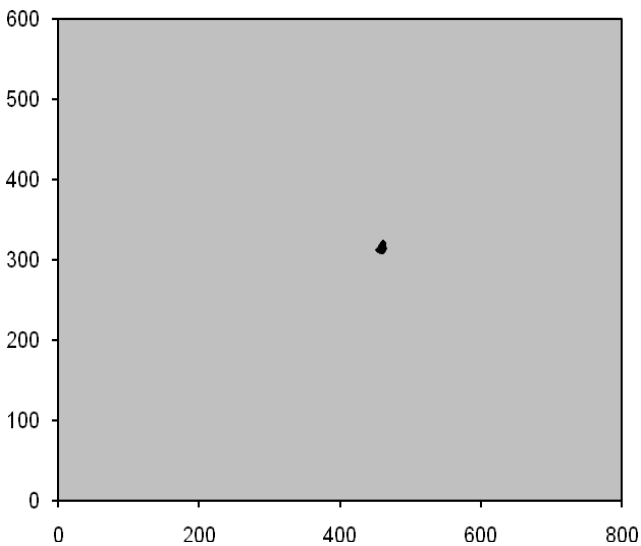
Το *quicker-step-24h-new-light11.xls* ήταν το πρώτο πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε και ανέλυε τις κινήσεις κάθε αλευρώδη χωριστά (Εικόνα 15). Για να γίνει αυτό έπρεπε τα δεδομένα του κάθε εντόμου να μεταφερθούν στο αριστερό μέρος του προγράμματος. Αυτόματα, μετά τη μεταφορά τους εμφανίζονταν στην κάτω μεριά μέσα σε ένα πίνακα τα αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν ο συνολικός αριθμός κινήσεων του εντόμου, η απόσταση που διένυσε αλλά και ο συνολικός χρόνος που κινήθηκε. Για καλύτερη επαλήθευση των παραπάνω, στο κάτω μέρος του προγράμματος, υπήρχαν δυο επιπλέον φύλλα, ένα με την ονομασία path και ένα άλλο με την ονομασία distance. Στο φύλλο με το όνομα path φαινόταν σε γράφημα διασποράς η κίνηση του αλευρώδη. Στο φύλλο distance φαινόταν σε γράφημα διασποράς με γραμμές η απόσταση (χιλιοστά) που διένυσε σε σχέση με το χρόνο (λεπτά).



Εικόνα 15 : Εφαρμογή *quicker-step-24h-new-light11.xls*. Διακρίνεται το φύλλο με τα δεδομένα της εφαρμογής.



Εικόνα 16: Το διάγραμμα που απεικονίζει την απόσταση που έκανε ο αλευρώδης της ίδιας εφαρμογής.



Εικόνα 17 : Κινήσεις αλευρώδη. Αριστερά: ο αλευρώδης δεν πραγματοποίησε καμία κίνηση. Δεξιά: διακρίνεται η απόσταση που διένυσε ο αλευρώδης.

Συνέχεια είχε το *analysh2.xls*, στο οποίο φαίνονταν οι πραγματικές κινήσεις των αλευρωδών. Μεταφέροντας τα αποτελέσματα από το προηγούμενο πρόγραμμα και συγκεκριμένα από τον πίνακα που βρίσκεται στην κάτω μεριά, υπολογίζονται αυτόματα οι πραγματικές κινήσεις που έκανε το έντομο όπως αυτές ορίζονται στο κεφάλαιο 1.3.

Mobility event	Time start	Movement duration	Walking duration	Distance	Interval
1	0.4	8.1	5.4	305.0	0.01
2	8.5	0.0	0.0	0.0	1.69
3	10.2	0.3	0.3	14.5	1.03
4	11.6	0.5	0.5	48.5	1.89
5	14.0	0.0	0.0	0.0	0.01
6	14.0	0.9	0.8	29.3	0.63
7	15.5	0.1	0.0	1.1	1.19
8	16.9	0.1	0.1	4.2	0.43
9	17.4	0.2	0.2	29.5	0.20
10	17.8	1.7	0.0	17.6	0.00
11	19.5	0.1	0.1	14.5	0.14
12	19.8	1.7	1.2	41.2	0.75
13	22.2	1.4	0.0	20.7	0.00
14	23.6	0.5	0.5	63.6	0.76
15	24.9	0.3	0.2	24.9	0.71
16	25.8	0.9	0.8	46.3	0.34
17	27.0	0.0	0.0	1.6	0.70
18	27.8	2.2	0.2	24.9	0.33
19	30.3	2.3	1.8	108.4	0.28
20	32.9	1.5	1.3	115.7	0.24
21	34.6	1.8	0.7	68.7	0.43
22	36.8	0.1	0.1	11.3	0.98
23	37.9	0.6	0.6	43.1	0.35
24	39.9	0.9	0.9	43.0	0.47

Εικόνα 18 : Εφαρμογή του *analysh2.xls*.

Οι κινήσεις αυτές αποθηκεύονταν σε ένα χωριστό φύλλο excel, με ονομασία *mate final data* (Εικόνα 19). Εκεί φαίνονταν αναλυτικά οι πραγματικές κινήσεις για κάθε αλευρώδη χωριστά καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Συγκεκριμένα φαίνονταν πόσες κινήσεις έκανε συνολικά, πόσο χρόνο διήρκεσε η κάθε κίνηση, η απόσταση που διένυσε το κάθε έντομο σε συγκεκριμένο χρόνο, κάθε δυο ώρες. Από τα δεδομένα αυτά, σε ένα άλλο φύλλο υπολογίζονταν ο συνολικός χρόνος και η συνολική απόσταση που πραγματοποίησαν τα έντομα. Για να υπολογιστούν αυτά τα δεδομένα λαμβάνονταν υπόψιν ο πραγματικός χρόνος που κινήθηκαν, του οποίου τα δεδομένα τοποθετούνταν στην πρώτη στήλη και στη δεύτερη στήλη τοποθετούνταν τα δεδομένα της κίνησης (move dur) και της απόστασης (distance) εναλλάξ. Αυτόματα στο κάτω μέρος, με τη βοήθεια κάποιων υπολογισμών εμφανίζονταν ο συνολικός χρόνος και η συνολική απόσταση που πραγματοποίησαν τα έντομα. Στη συνέχεια, με βάση τα συγκεκριμένα αποτελέσματα δημιουργούνταν και αντίστοιχα γραφήματα για την πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αποτελεσμάτων.

Εικόνα 19 : Φύλλο με την ονομασία *mate final data*. Με αυτό τον τρόπο γίνονται η αποθήκευση των αναλύσεων.

Το τελευταίο πρόγραμμα της ανάλυσης, έχει τίτλο *DISTANCE-91.xls* και σκοπό έχει τη μελέτη συμπεριφοράς και των δυο φύλων του αλευρώδη (Εικόνα 20). Αναλύει το χρόνο που πέρασαν αρσενικά και θηλυκά μαζί.

Εικόνα 20 : Η εφαρμογή του *DISTANCE-91.xls*.

2.8 Πειράματα

Διεξήχθησαν προκαταρκτικά πειράματα μόνο με θηλυκά άτομα αλευρώδη, στα οποία έγιναν δύο επαναλήψεις και πειράματα με αρσενικούς και θηλυκούς αλευρώδεις, όπου έγιναν τέσσερις επαναλήψεις.

2.8.1 Προκαταρκτικά πειράματα με θηλυκά

Η διάρκεια των πειραμάτων με τα θηλυκά ήταν δύο μέρες με 5 ώρες καταγραφής ανά ημέρα. Στο πρώτο πείραμα η εγγραφή διήρκησε από τις 9:30 π.μ. έως και τις 14:30 και τις δύο μέρες, ενώ στο δεύτερο πείραμα, διήρκησε από τις 08:30 π.μ. έως και τη 13:30 μ.μ. Δεν έγινε καταγραφή κατά τη διάρκεια της σκοτοφάσης παρά μόνο κατά τη διάρκεια της φωτοφάσης.

2.8.2 Πειράματα με αρσενικά και θηλυκά

Τα πειράματα με τους αρσενικούς και θηλυκούς αλευρώδεις διήρκησαν 48 ώρες το καθένα. Η εγγραφή ξεκινούσε πάντα στις 14:00 μ.μ και τελείωνε την ίδια ώρα δυο μέρες μετά. Η εγγραφή είχε προγραμματιστεί σε τετράωρα, τα οποία ήταν τα παρακάτω:

Φωτοφάση:

- 14:00 μ.μ - 22:00 μ.μ
- 06:00 π.μ – 22:00 μ.μ
- 06:00 π.μ – 14:00 μ.μ

Σκοτοφάση:

- 22:00 μ.μ– 06:00 π.μ
- 22:00 μ.μ– 06:00 π.μ

2.9 Στατιστική ανάλυση

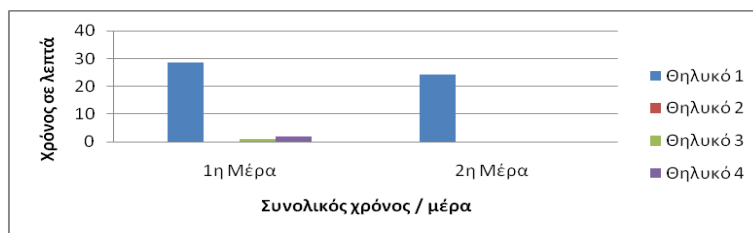
Η στατιστική ανάλυση επί των συνολικών δεδομένων έγινε με το Mann Whitney U Test ($p < 0.05$) για μη παραμετρικά δεδομένα με το πρόγραμμα SPSS 14.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

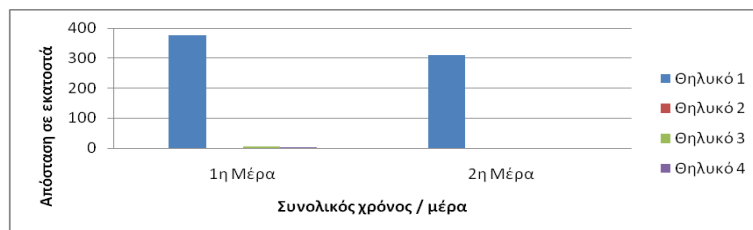
3.1 Προκαταρκτικά πειράματα με θηλυκά

3.1.1 1^ο Πείραμα

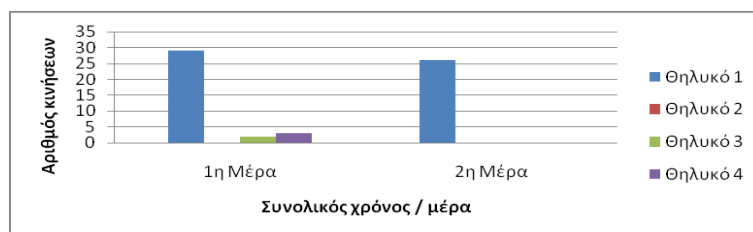
Υπολογίσαμε το χρόνο που κινήθηκαν, την απόσταση που διένυσαν και τον αριθμό των κινήσεων τους για κάθε ημέρα χωριστά. Παρατηρήθηκε ότι οι κινήσεις των τριών από τα τέσσερα θηλυκά είναι σχεδόν μηδενική, ενώ για ένα θηλυκό (No 1), παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα και τις δύο μέρες. Μεγαλύτερη κινητικότητα παρατηρήθηκε την πρώτη μέρα, που το θηλυκό No1 διένυσε 375 cm σε 28.6 λεπτά και καταγράφηκαν συνολικά 29 διαφορετικές κινήσεις σε διάστημα παρακολούθησης 5 ωρών. Η κινητικότητα για το Θηλυκό No1 ήταν μειωμένη τη δεύτερη μέρα.



A



B

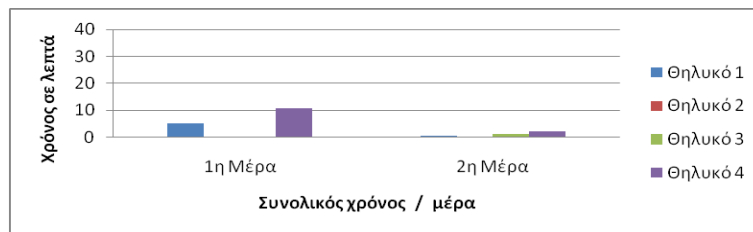


Γ

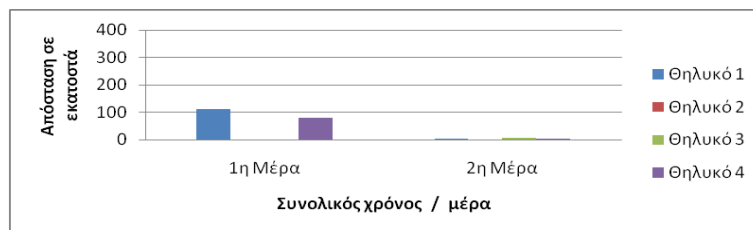
Εικόνα 21: Α) Παρουσιάζεται ο χρόνος που κινήθηκε το κάθε θηλυκό χωριστά, Β) Η συνολική απόσταση που διένυσαν, Γ) Ο αριθμός των κινήσεων για την κάθε μέρα χωριστά.

3.1.2 2^ο Πείραμα

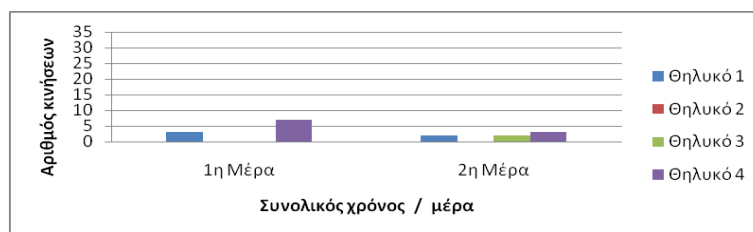
Στο δεύτερο πείραμα, έγιναν ίδιοι υπολογισμοί με το πρώτο πείραμα (χρόνος που κινήθηκαν, απόσταση που διένυσαν και αριθμός κινήσεων). Παρατηρήθηκαν αυξημένες κινήσεις σε δύο από τα τέσσερα άτομα, θηλυκό Νο1 και θηλυκό Νο4, την πρώτη μέρα παρακολούθησης. Το θηλυκό Νο1, διένυσε 110,77 cm σε 5 λεπτά, καταγράφοντας συνολικά 3 κινήσεις, σε διάστημα παρακολούθησης 5 ωρών. Το θηλυκό Νο4, διένυσε 80 cm σε 10.72 λεπτά και καταγράφηκαν συνολικά 7 κινήσεις, το ίδιο διάστημα παρακολούθησης. Η κινητικότητα και των τεσσάρων ατόμων είναι σχεδόν μηδενική τη δεύτερη μέρα.



Α



Β



Γ

Εικόνα 22: Α) Παρουσιάζεται ο χρόνος που κινήθηκε το κάθε θηλυκό χωριστά, Β) Η συνολική απόσταση που διένυσαν, Γ) Ο αριθμός των κινήσεων για την κάθε μέρα χωριστά.

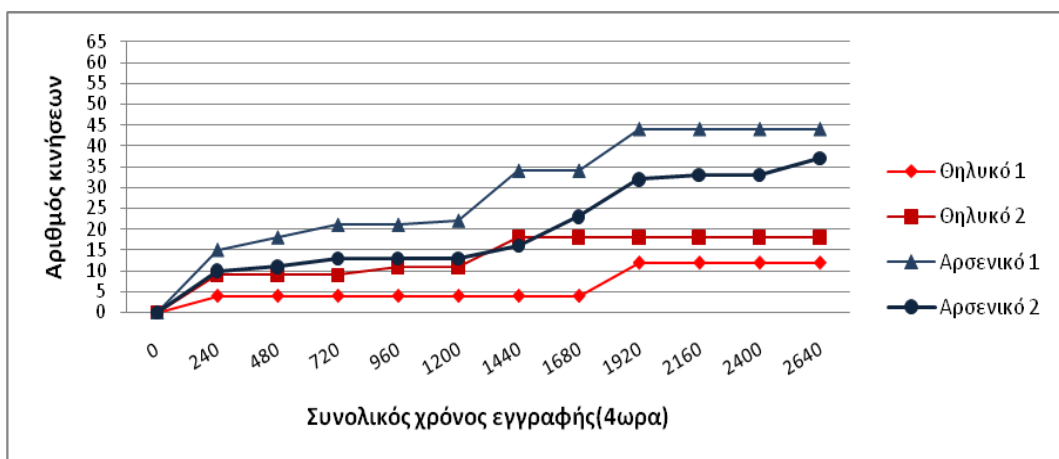
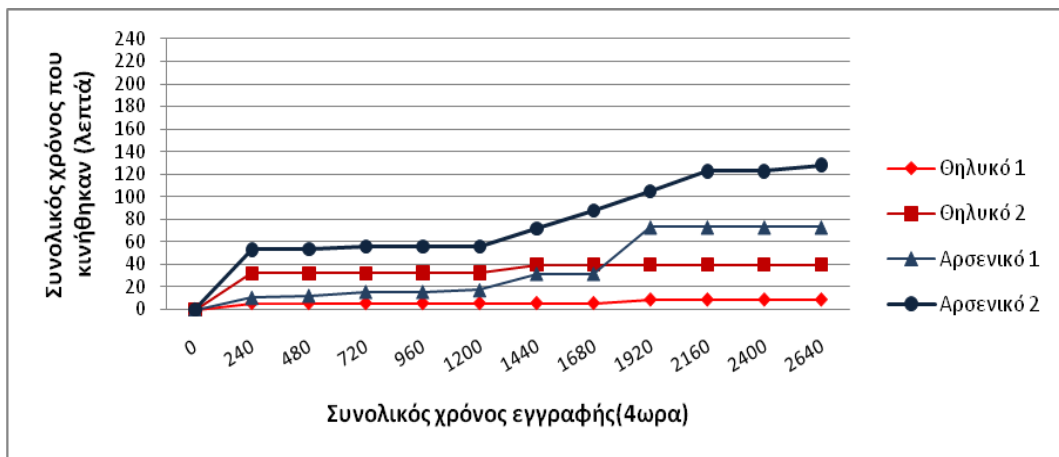
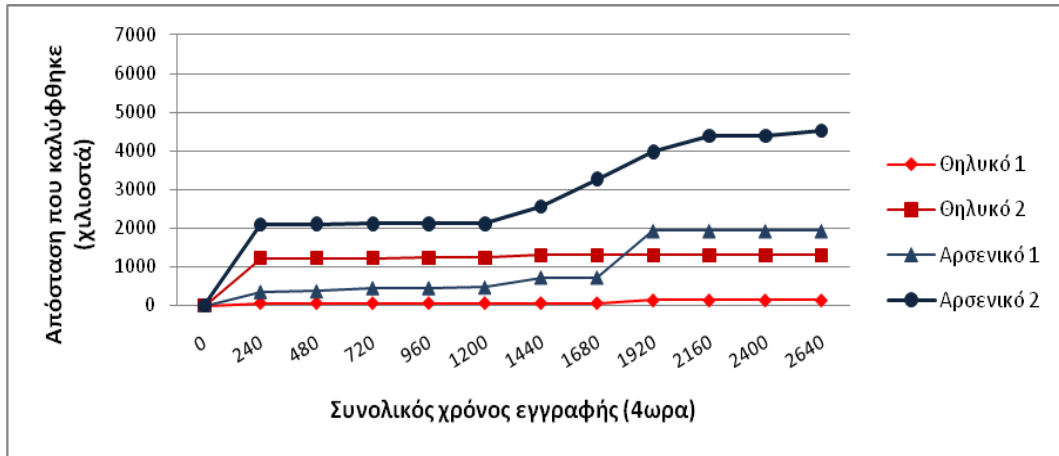
3.2 Πειράματα με αρσενικά και θηλυκά

3.2.1 1^ο Πείραμα

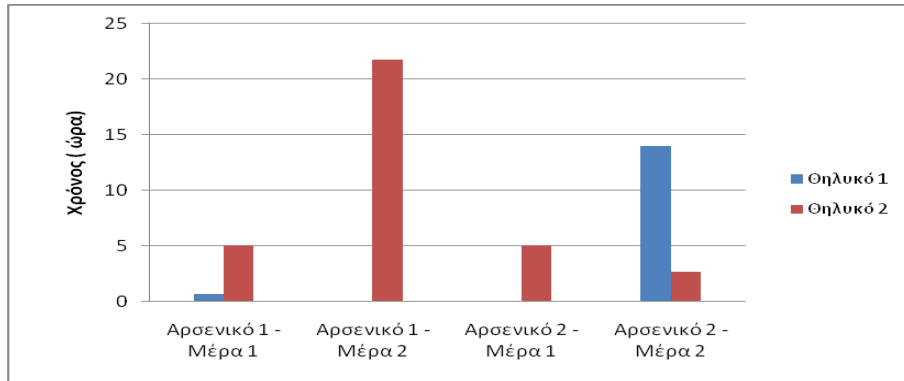
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της κινητικότητας για το Πείραμα 1 παρουσιάζονται στην Εικόνα 23. Παρατηρούμε αυξημένη κινητικότητα το πρωτο τετράωρο και για τους τεσσερεις αλευρώδεις. Τη μεγαλύτερη κινητικότητα παρουσίασαν το Αρσενικό 2 και το Θηλυκό 2 και την χαμηλότερη το Θηλυκό 1. Αμέσως μετά παρατηρούμε μια μεγάλη περίοδο (16 ώρες) μηδενικής δραστηριότητας (από λεπτό 240 – 1200) και στην συνέχεια ακολουθεί μία περίοδος κινητικότητας (12 ώρες) κυρίως από τα δύο αρσενικά άτομα του πειράματος (από λεπτό 1200 – 1920). Στην τελευταία περίοδο παρατηρούμε και πάλι μια μεγάλη περίοδο (12 ώρες) μηδενικής δραστηριότητας από όλα τα άτομα αλευρώδων.

Συνολικά για τις 48 ώρες συνεχόμενης παρατήρησης, την μεγαλύτερη κινητικότητα την παρατηρήσαμε στα αρσενικά άτομα και την μικρότερη στα θηλυκά. Συγκεκριμένα, το Αρσενικό 2 κάλυψε την μεγαλύτερη απόσταση (4521,6 χιλιοστά, ή 4,5 μέτρα) σε 128,1 λεπτά που σε κίνηση. Το Αρσενικό 1 παραγματοποίησε τις περισσότερες κινήσεις κατά την διάρκεια του συνολικά 44 κινήσεις στην περίοδο των 48 ωρών παρατήρησης. Το Θηλυκό 1 παρουσίασε την χαμηλότερη κινητικότητα και κάλυψε με 12 κινήσεις μόλις 135 χιλιοστά σε 8,7 λεπτά.

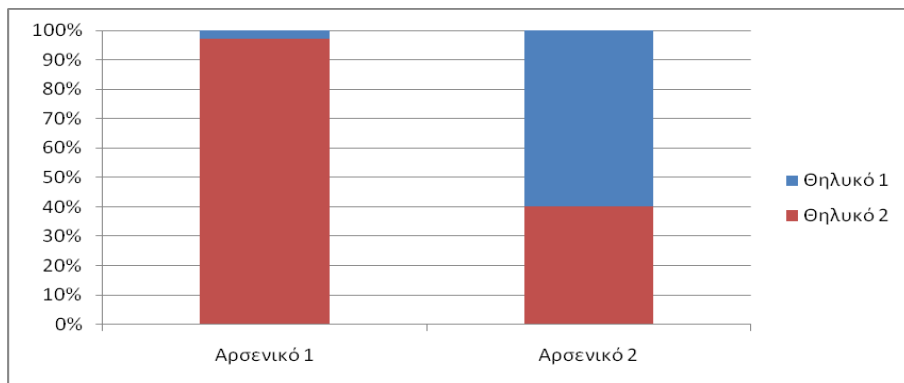
Στην συνέχεια εστίασαμε στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αλευρωδών και υπολογίσαμε το χρόνο που πέρασαν ως ζευγάρια (Εικόνα 24). Παρατηρούμε, ότι την πρώτη μέρα και τα δυο αρσενικά, πέρασαν τον περισσότερο χρόνο της ημέρας μόνα τους (75 % και 80% του συνολικού χρόνου για το Αρσενικό 1 και Αρσενικό 2 αντίστοιχα). Το λίγο χρόνο που ζευγάρωσαν με θηλυκό και οι δυο επέλεξαν το Θηλυκό 2. Την δεύτερη μέρα τα έντομα πέρασαν τον περισσότερο χρόνο τους σε ζευγάρια. Το Αρσενικό 1 έδειξε μια ισχυρή προτίμηση στο Θηλυκό 2, καθώς πέρασε μαζί του συνολικά 27 ώρες που αντιστοιχεί στο 97% περίπου του χρόνου σε ζεύγος. Αντίθετα, το Αρσενικό 2, επέλεξε και τα δυο θηλυκά άτομα, με ισχυρότερη προτίμηση στο Θηλυκό 1 (60% του χρόνου του σε ζεύγος).



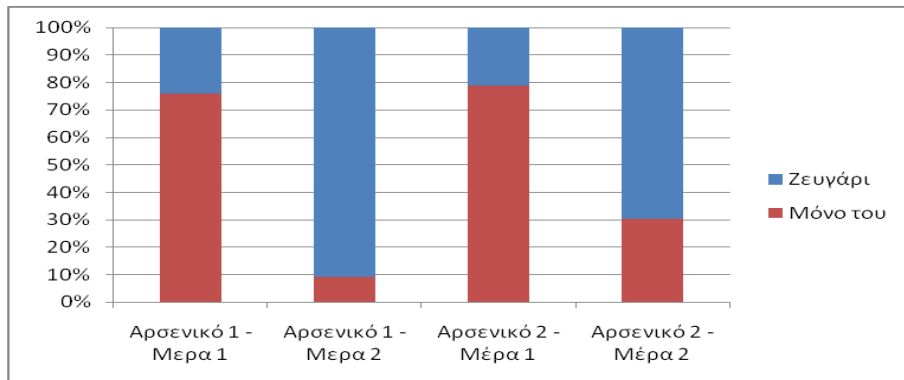
Εικόνα 23: Α) Πραγματική απόσταση που καλύφθηκε από 4 ενήλικους αλευρώδης για 48 ώρες, Β) Συνολικός χρόνος που κινήθηκαν οι αλευρώδεις, Γ) Συνολικός αριθμός κινήσεων.



A



B



Γ

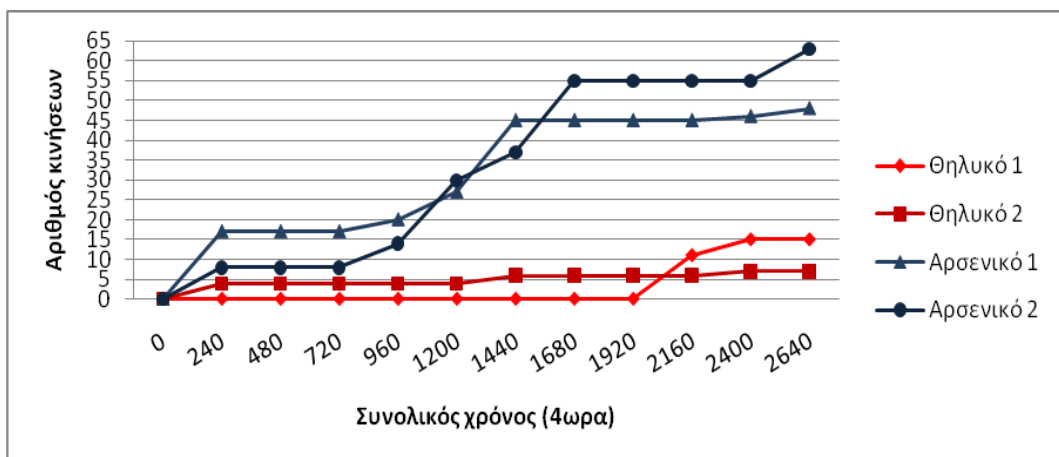
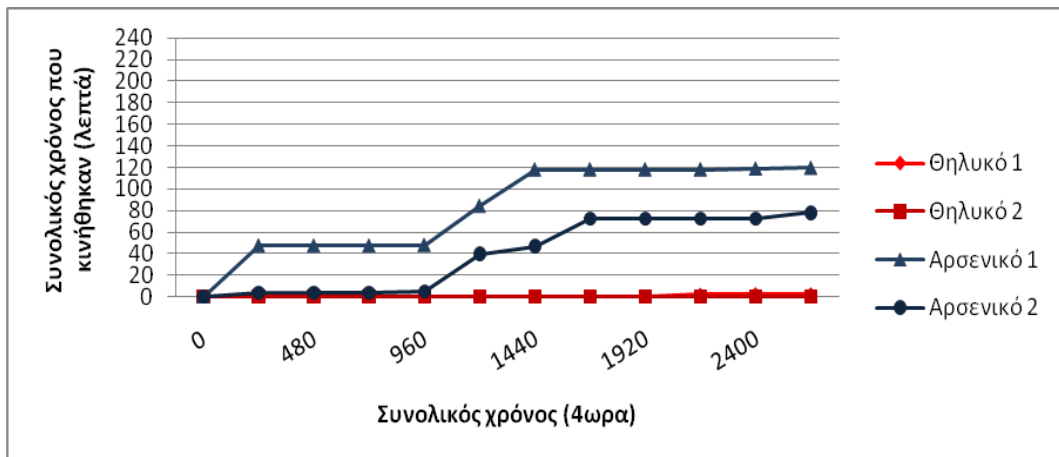
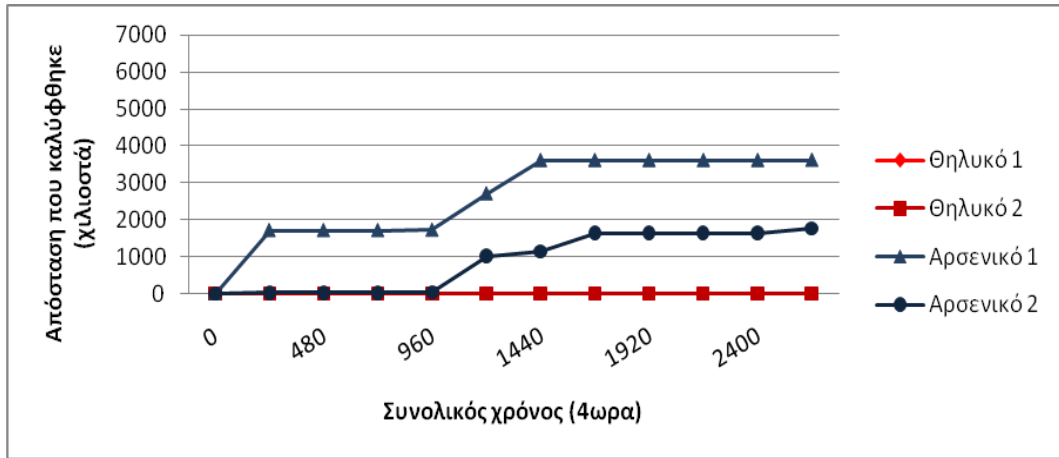
Εικόνα 24: Α) Συνολικός χρόνος που πέρασαν και τα 2 αρσενικό με το κάθε θηλυκό τη μέρα. Β) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασαν τα αρσενικά με το κάθε ένα θηλυκό, Γ) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασε κάθε αρσενικό μόνο του ή μαζί με θηλυκιά.

3.2.2 2^ο Πείραμα

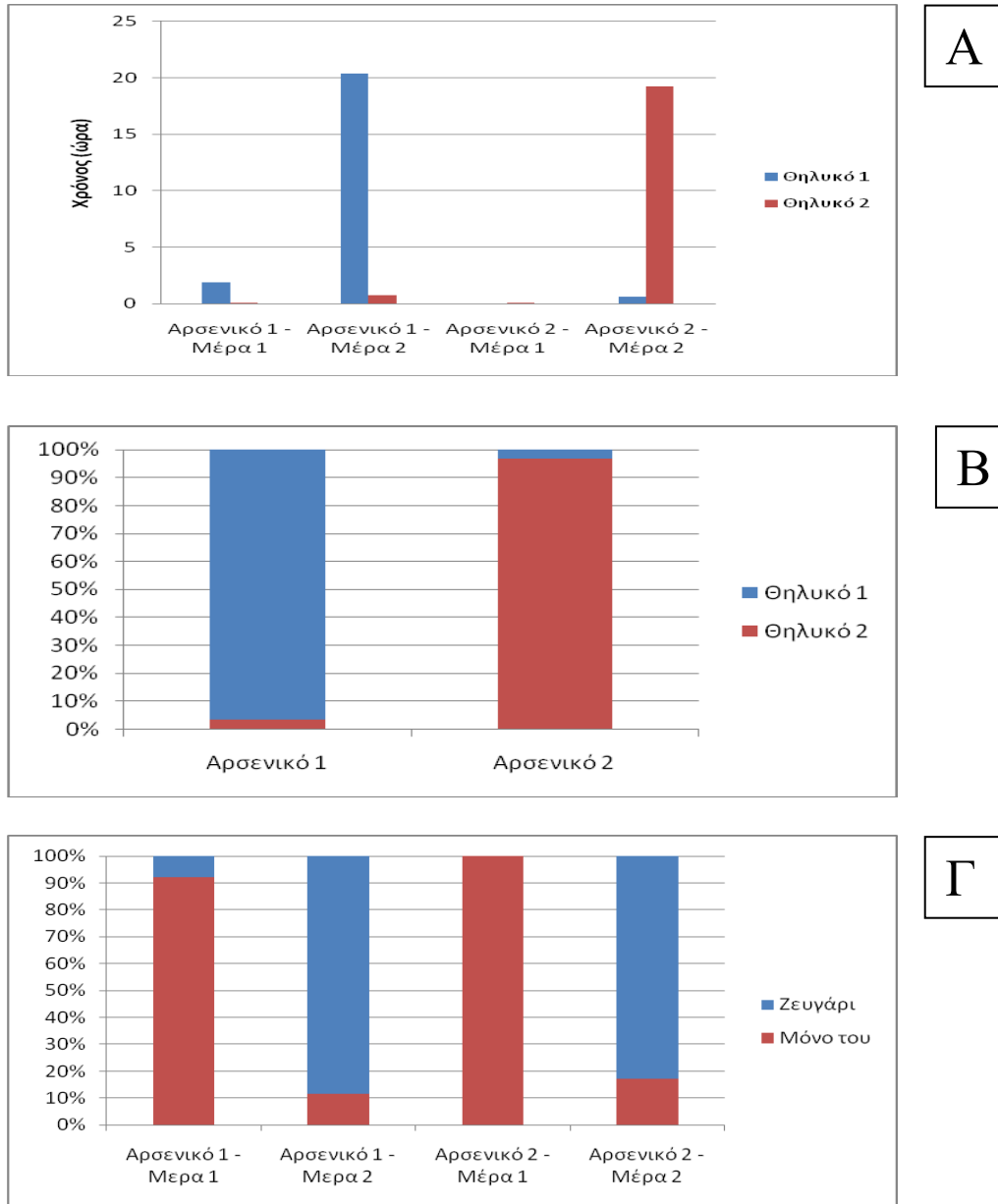
Στα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος (Εικόνα 25), η αυξημένη κινητικότητα των αρσενικών, είναι εμφανής. Το Αρσενικό 1, παρουσίασε μεγαλύτερη κινητικότητα σε σχέση με το Αρσενικό 2, αφού διένυσε 3616,37 χιλιοστά, σε 119,47 λεπτά καταγράφοντας 48 κινήσεις. Το πρώτο τετράωρο, παρατηρούμε έντονη δραστηριότητα που φτάνει στο μισό της συνολικής απόστασης που διένυσε το Αρσενικό 1 (1716 χιλιοστά) και στη συνέχεια ακολουθεί μια περίοδος μηδενικής δραστηριότητας (από το 240-960 λεπτο). Τα υπόλοιπα 1900 χιλιοστα της συνολικής απόστασης, τα διένυσε το τελευταίο οχτάωρο της πρώτης μέρας παρακολούθησης (από το 960-1440 λεπτό). Το Αρσενικό 2, διένυσε μικρότερη απόσταση από το Αρσενικό 1, σε λιγότερο χρόνο (1774,32 χιλιοστά σε 77,89 λεπτά), αλλά οι κινήσεις που καταγράφηκαν ήταν 63. Τις πρώτες 16 ώρες η κινητικότητα του ήταν μηδενική. Ολη η περίοδος δραστηριότητάς του (συνολική απόσταση, χρόνος και αριθμός κινήσεων) καλύφθηκε μεταξύ του 960-1680 λεπτού.

Τα θηλυκά Νο1 και Νο2, αντίθετα με τα αρσενικά παρουσίασαν σχεδόν μηδενική κινητικότητα. Το θηλυκό Νο1, δεν παρουσίασε καμία δραστηριότητα τις πρώτες 36 ώρες της εγγραφής, παρ'όλα αυτά, από το 2160 λεπτό μέχρι το 2880 λεπτό (το τέλος της εγγραφής), διένυσε 9,2 χιλιοστά σε 2,5 λεπτά καταγράφοντας όμως 15 κινήσεις. Το θηλυκό Νο2, μέσα σε μισό λεπτό, διένυσε 5 χιλιοστά, καταγράφοντας 7 κινήσεις.

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των αλευρωδών στο Πείραμα 2, παρουσιάζονται στην Εικόνα 26. Την πρώτη μέρα παρατηρούμε, ότι και τα δυο αρσενικά,πέρασαν τον περισσότερο χρόνο μόνα τους, με το Αρσενικό 1 να δείχνει την προτίμηση του στο Θηλυκό 1, ενώ το Αρσενικό 2 σε κανένα από τα δυο Θηλυκά. Αντίθετα, τη δεύτερη μέρα, παρατηρούμε ότι και τα δυο αρσενικά, έδειξαν προτίμηση σε θηλυκό άτομο, με ποσοστό 90% για το Αρσενικό 1 και 82% περίπου για το Αρσενικό 2. Στο συγκεκριμένο πείραμα η μονογαμία για τα αρσενικά άτομα, είναι εμφανή.



Εικόνα 25: Α) Πραγματική απόσταση που καλύφθηκε από 4 ενήλικους αλευρώδης για 48 ώρες, Β) Συνολικός χρόνος που κινήθηκαν οι αλευρώδεις, Γ) Συνολικός αριθμός κινήσεων

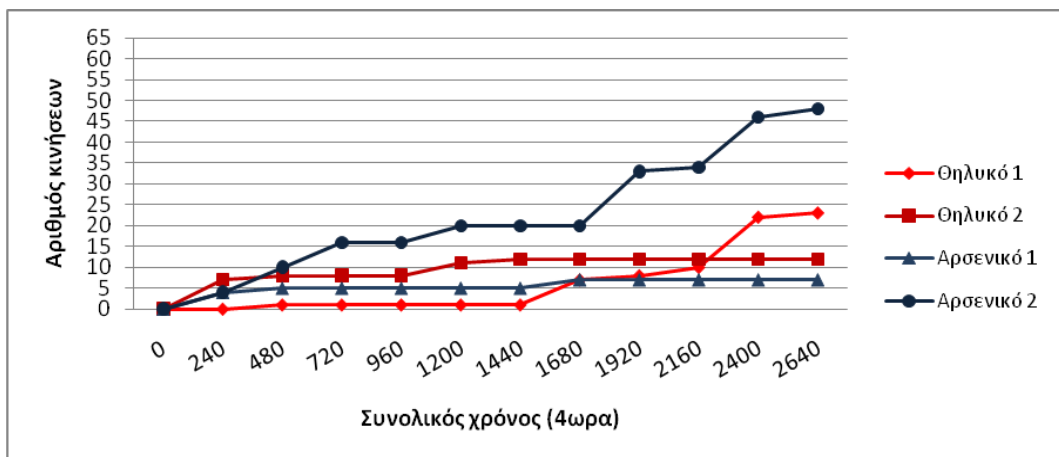
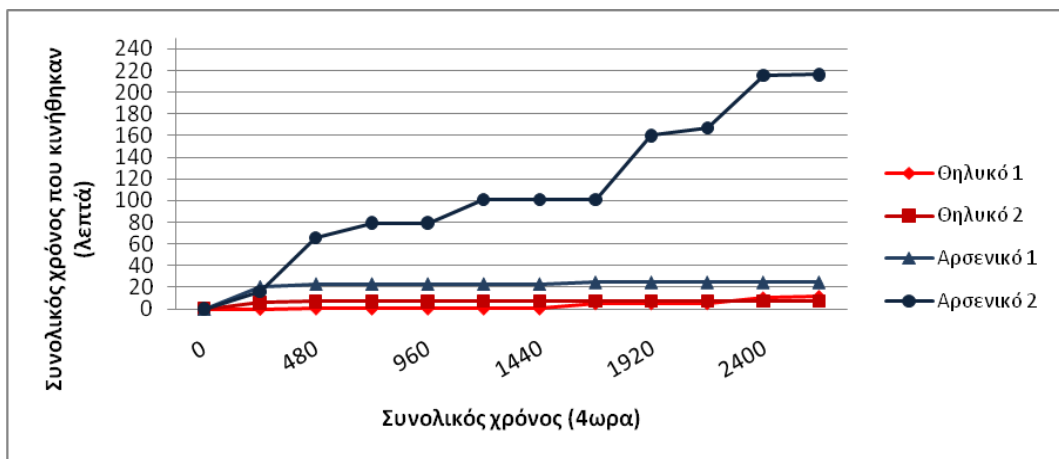
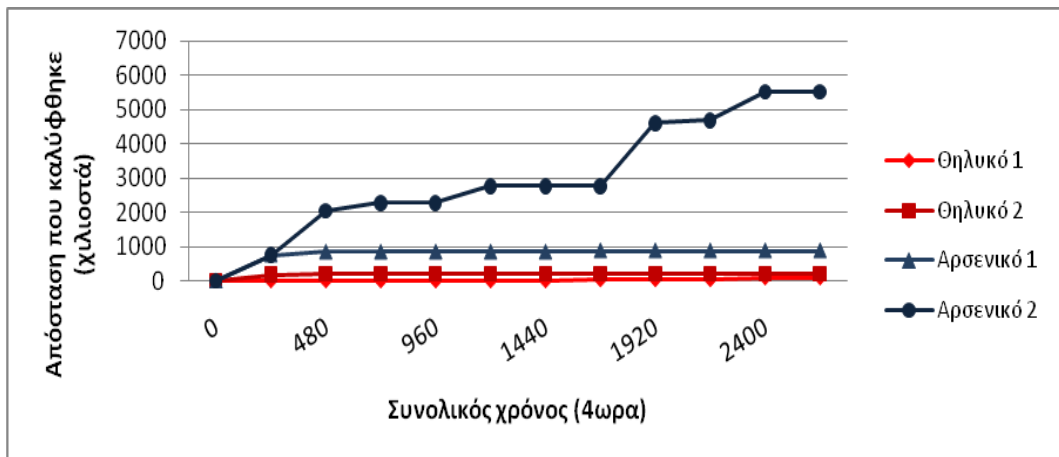


Εικόνα 26: Α) Συνολικός χρόνος που πέρασαν και τα 2 αρσενικό με το κάθε θηλυκό τη μέρα. Β) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασαν τα αρσενικά με το κάθε ένα θηλυκό, Γ) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασε κάθε αρσενικό μόνο του ή μαζί με θηλυκά.

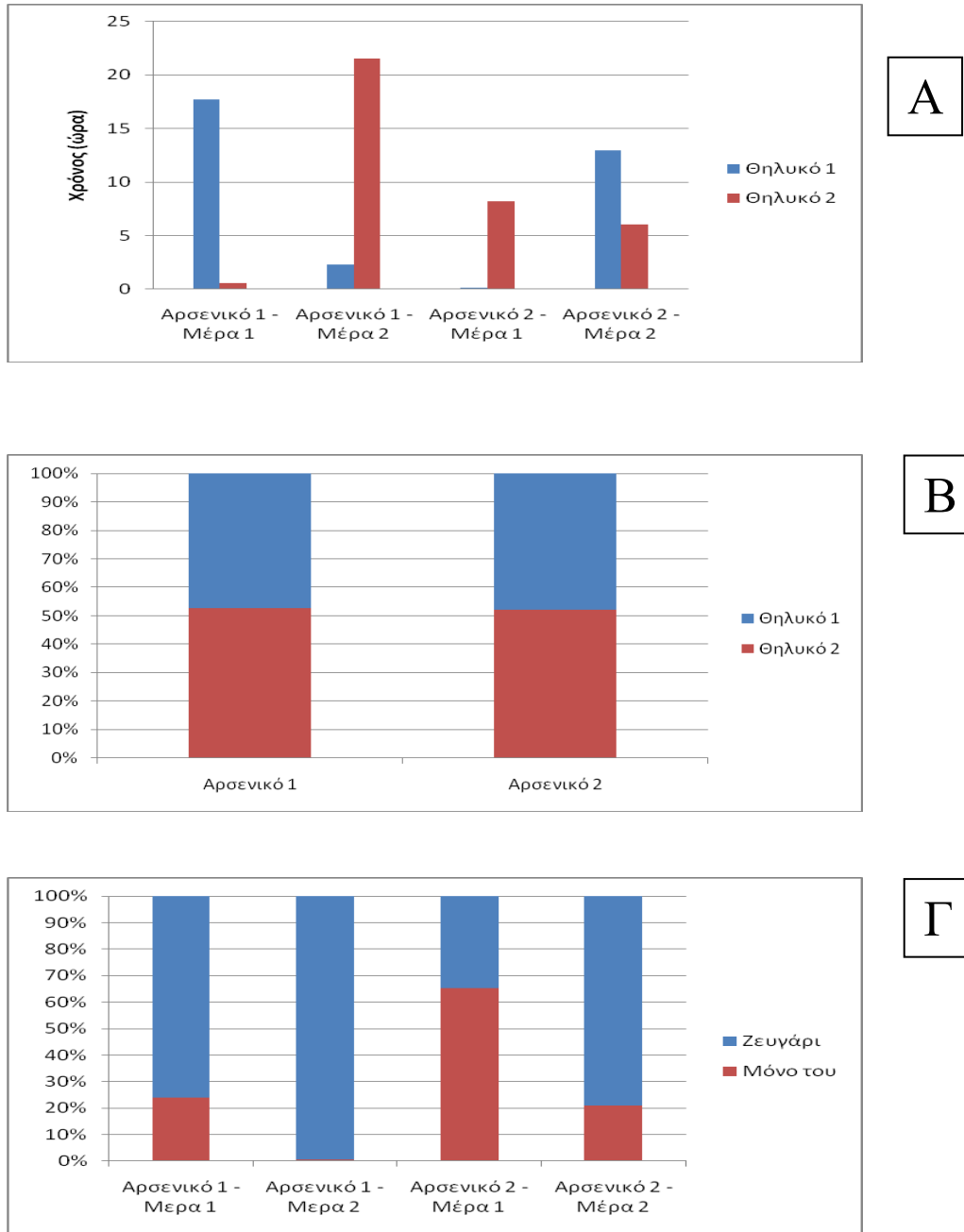
3.2.3 3^ο Πείραμα

Στα παρακάτω αποτελέσματα (Εικόνα 27), διακρίνουμε αυξημένη κινητικότητα στο ένα από τα τέσσερα άτομα αλευρωδών. Το Αρσενικό 2, παρουσιάζει αυξημένη δραστηριότητα καθ'όλη τη διάρκεια των 48 ωρών, με εξαίρεση το τελευταίο τετράωρο της πρώτης μέρας και το πρώτο τετράωρο της δεύτερης μέρας (το λεπτό 1200-1680), όπου η δραστηριότητα είναι μηδενική. Διανύει 5510,30 χιλιοστά σε 216 λεπτά, καταγράφοντας 48 κινήσεις, τις περισσότερες απ'όλα τα άτομα αλευρωδών. Το Αρσενικό 2 παρ'όλο που διένυσε 882,67 χιλιοστά σε 24,5 λεπτά, κατέγραψε τις λιγότερες κινήσεις απ'όλα τα άτομα αλευρωδών, οι οποίες ήταν 7. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι πέρασε τον περισσότερο χρόνο του με θηλυκά άτομα (Εικόνα 28^Α). Αντίθετα το Θηλυκό 1 με 23 κινήσεις, κάλυψε 94,6 χιλιοστά σε 11,5 λεπτά και το Θηλυκό 2 με 12 κινήσεις κάλυψε 216,28 χιλιοστά σε 7,4 λεπτά.

Στο Πείραμα 3, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων, παρουσιάζονται στην Εικόνα 28. Δεν υπάρχουν εμφανή αποτελέσματα μονογαμίας, αφού και τα δυο αρσενικά δείχνουν προτίμηση και στα δυο θηλυκά (Εικόνα 28B). Το Αρσενικό 1 πέρασε τον περισσότερο χρόνο του σε ζευγάρι και τις δυο μέρες παρακολούθησης και δείχνοντας προτίμηση την πρώτη μέρα στο Θηλυκό 1 και τη δεύτερη στο Θηλυκό 2, σε ποσοστό 50% αντιστοίχως. Επίσης το Αρσενικό 2, δείχνει προτίμηση και στα δυο Θηλυκά, αφού η διαφορά του συνολικού χρόνου που πέρασε με την κάθε μια είναι μικρή, 13 ώρες για το Θηλυκό 1 και 14 ώρες για το Θηλυκό 2.



Εικόνα 27: Α) Πραγματική απόσταση που καλύφθηκε από 4 ενήλικους αλευρώδης για 48 ώρες, Β) Συνολικός χρόνος που κινήθηκαν οι αλευρώδεις, Γ) Συνολικός αριθμός κινήσεων



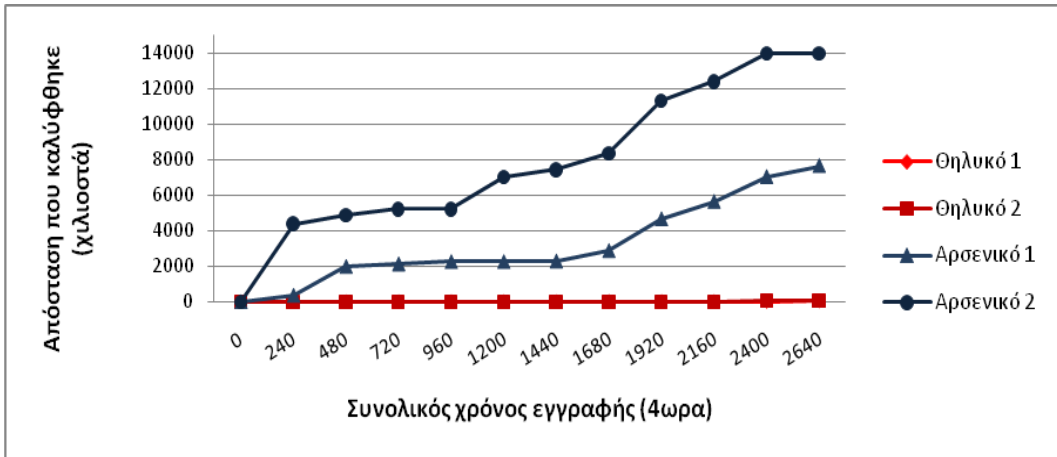
Εικόνα 28: Α) Συνολικός χρόνος που πέρασαν και τα 2 αρσενικά με το κάθε θηλυκό τη μέρα. Β) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασαν τα αρσενικά με το κάθε ένα θηλυκό, Γ) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασε κάθε αρσενικό μόνο του ή μαζί με θηλυκά.

3.2.4 4^ο Πείραμα

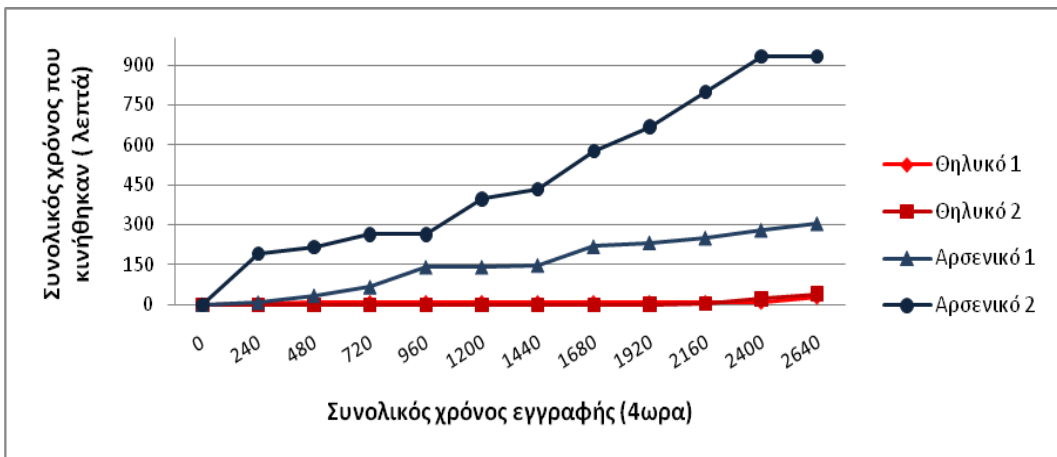
Στο τελευταίο επαναληπτικό πείραμα (Εικόνα 29), παρατηρείται ξεκάθαρα η αυξημένη κινητικότητα των αρσενικών σε σχέση με αυτή των θηλυκών. Τη μεγαλύτερη κινητικότητα παρουσίασε το Αρσενικό 2 και τη μικρότερη το Θηλυκό 1. Η αύξηση της κινητικότητας του Αρσενικού 1 είναι συνεχόμενη καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος, σε αντίθεση με του Αρσενικού 2, στο οποίο παρατηρούμε 16 ώρες μηδενικής δραστηριότητας μετά το πρώτο οχτάωρο της εγγραφής. Από το 1680 λεπτό, η κινητικότητα αυξάνεται σταδιακά.

Συγκεκριμένα για τις 48 ώρες, το Αρσενικό 2 κάλυψε τη μεγαλύτερη απόσταση από όλα τα άτομα αλευρωδών, διανύοντας 13980,16 χιλιοστά σε 933,5 λεπτά, καταγράφοντας 40 κινήσεις. Το Αρσενικό 1 πραγματοποίησε 23 κινήσεις σε 305 λεπτά που βρισκόταν σε κίνηση, διανύοντας 7641,60 χιλιοστά της συνολικής απόστασης. Αρκετά μειωμένη ήταν η κινητικότητα του Θηλυκού 1 και του Θηλυκού 2, αφού διένυσαν 50,4 και 69,8 χιλιοστά αντίστοιχα. Οι κινήσεις που πραγματοποίησαν ήταν 15 σε 27 λεπτά το Θηλυκό 1 και σε 40 λεπτά το Θηλυκό 2.

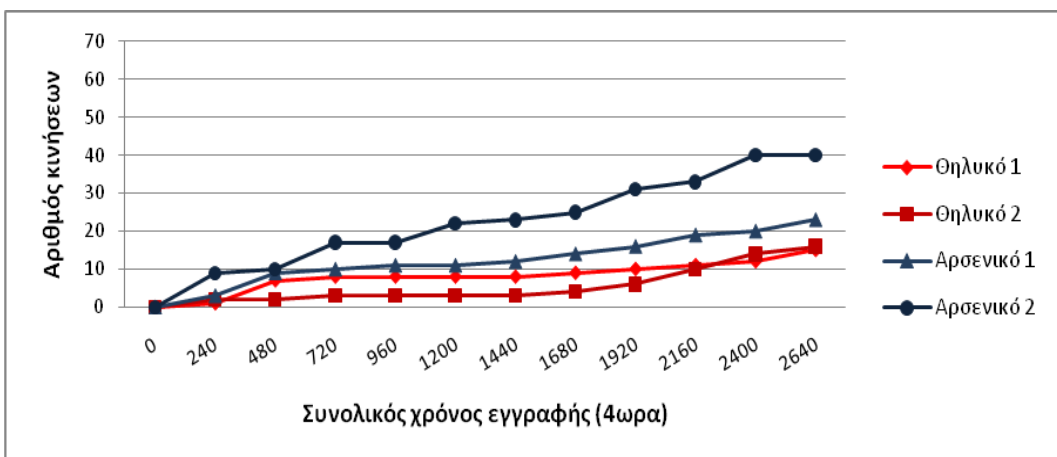
Στην Εικόνα 30, παρατηρείται η προσέγγιση των Αρσενικών στα Θηλυκά. Η επιθυμία του Αρσενικού 1 να περάσει το χρόνο του σε ζευγάρι, ήταν μεγαλύτερη από του Αρσενικού 2 (συνολικά 38 ώρες του συνολικού χρόνου για το Αρσενικό 1 και 12 ώρες του συνολικού χρόνου για το Αρσενικό 2). Το Αρσενικό 1, δεν έδειξε ιδιαίτερη προτίμηση σε συγκεκριμένο Θηλυκό, αντιθέτως πέρασε αρκετή ώρα και με τις δυο, συνολικά 18 ώρες με το Θηλυκό 1 και 19 ώρες με το Θηλυκό 2. Αντίθετα το Αρσενικό 2, την πρώτη μέρα της εγγραφής, ο χρόνος που πέρασε σε ζευγάρι ήταν λίγος, μόλις 128 λεπτά, ενώ τη δεύτερη μέρα έδειξε προτίμηση στο Θηλυκό 2 περνώντας μαζί του 559,35 λεπτά.



A

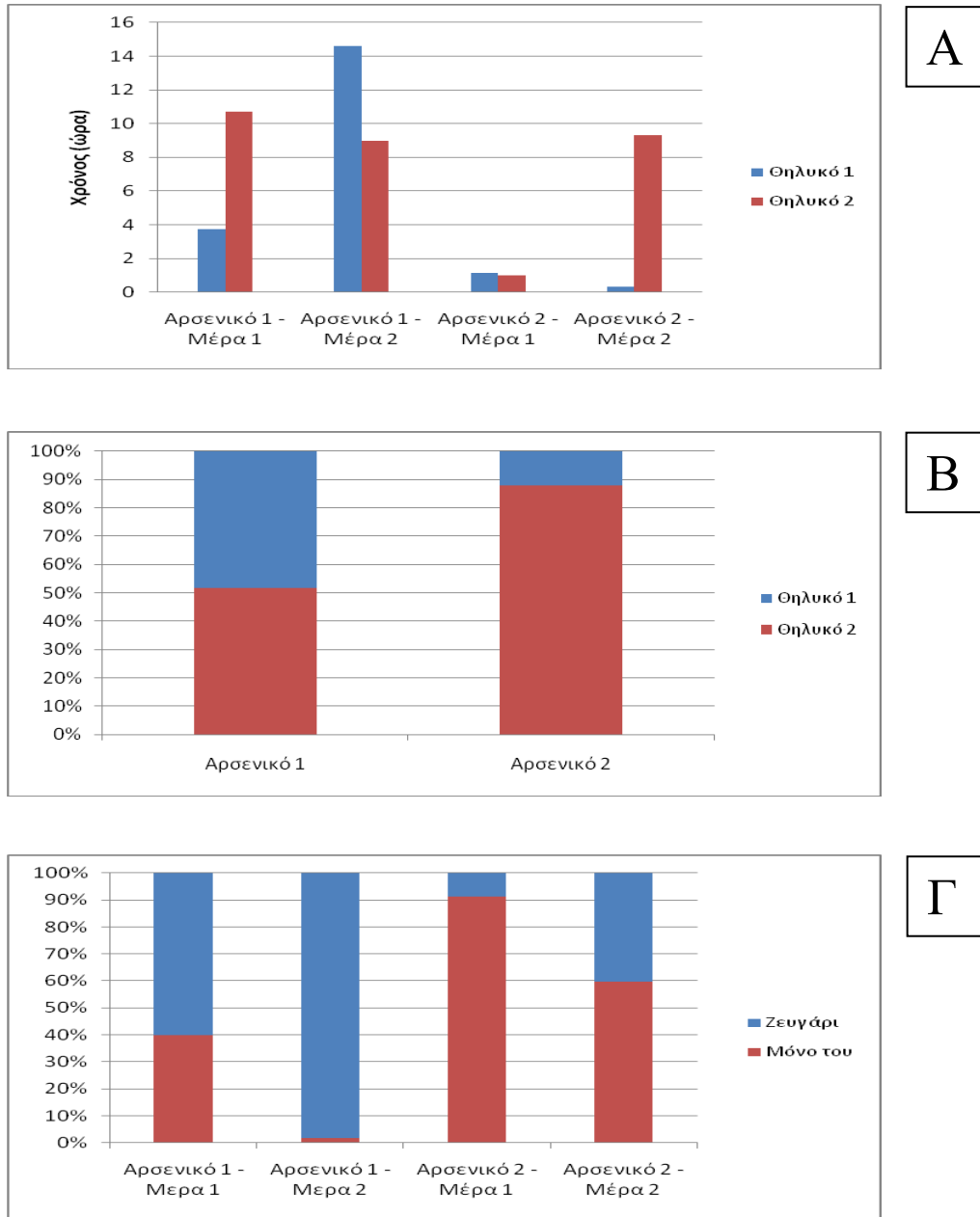


B



Γ

Εικόνα 29: Α) Πραγματική απόσταση που καλύφθηκε από 4 ενήλικους αλευρώδης για 48 ώρες, Β) Συνολικός χρόνος που κινήθηκαν οι αλευρώδεις, Γ) Συνολικός αριθμός κινήσεων



Εικόνα 30: Α) Συνολικός χρόνος που πέρασαν και τα 2 αρσενικό με το κάθε θηλυκό τη μέρα. Β) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασαν τα αρσενικά με το κάθε ένα θηλυκό, Γ) Ποσοστό % του συνολικού χρόνου (48 ώρες) που πέρασε κάθε αρσενικό μόνο του ή μαζί με θηλυκά.

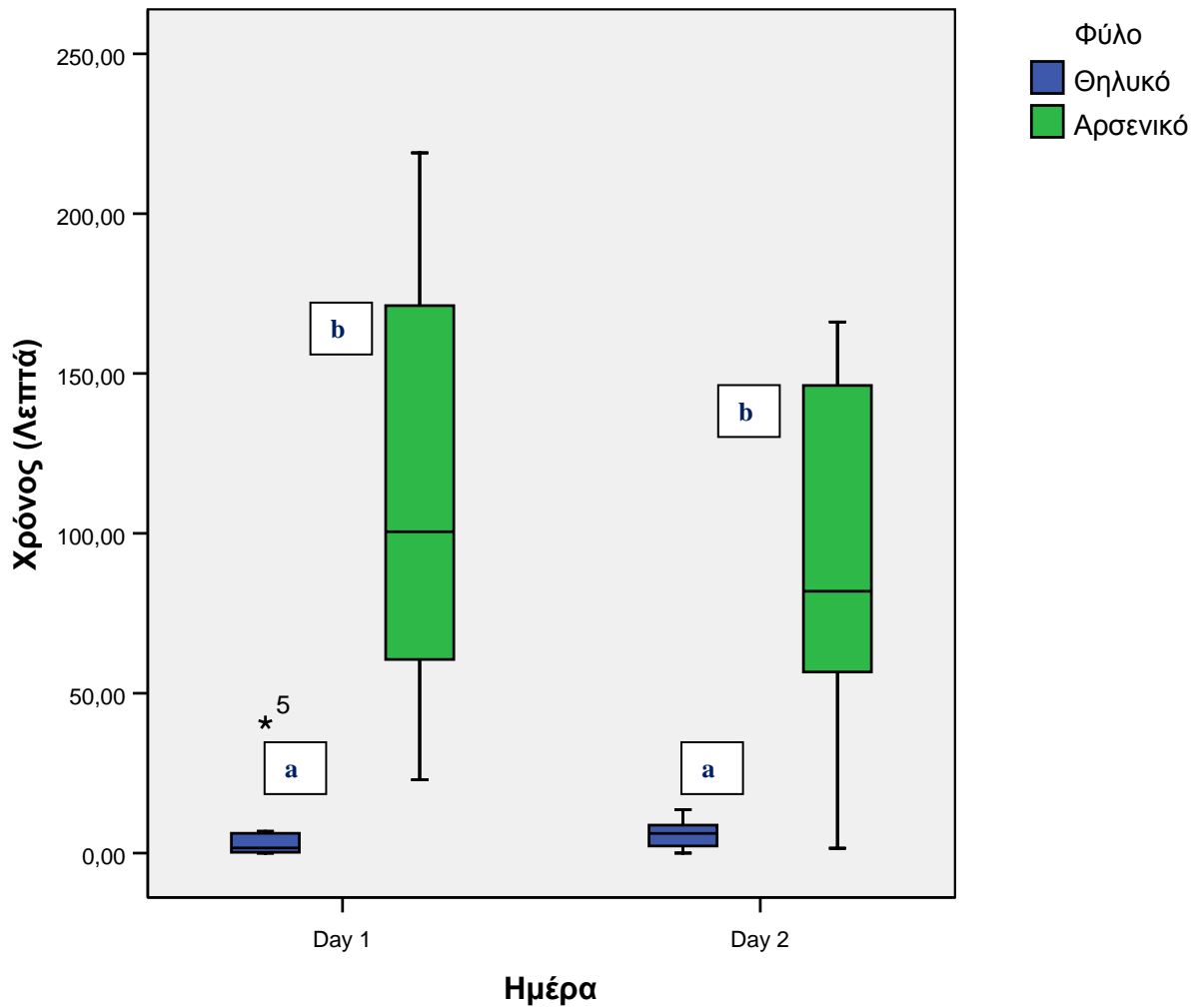
3.3 Συνολική ανάλυση

Σε αυτή την ενότητα θα αναλυθούν τα αποτελέσματα συνολικά και από τα τέσσερα πειράματα σε σχέση με το χρόνο που ήταν σε κίνηση, την απόσταση που διένυσαν αλλά και όσον αφορά την πρωτοβουλία των ενηλικών για το σχηματισμό και τη διασπασή ζευγούς.

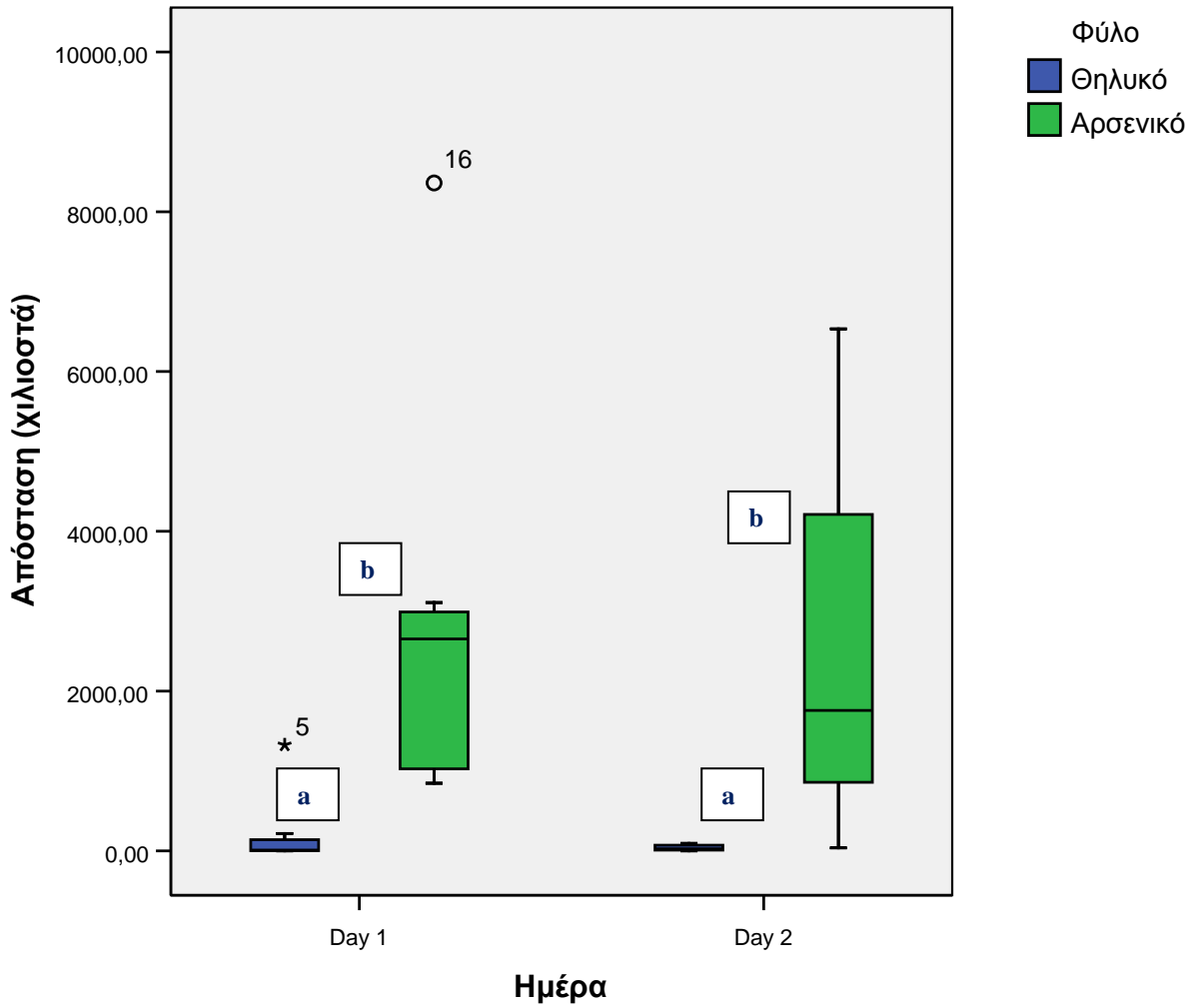
Στις Εικόνες 31 και 32 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα όσον αφορά την κινητικότητα των αρσενικών και θηλυκών ενηλικών *B. tabaci*. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε διαγράμματα Box Plot, καθώς τα δεδομένα ήταν μη παραμετρικά ακόμα και μετά από μετατροπές με γνωστές μαθηματικές формуλές (log, arcsign κ.α).

Παρατηρούμε ότι για τα Θηλυκά άτομα παρατηρείται πολύ μικρή διακύμανση και ως προς το χρόνο που κινήθηκαν και ως προς την απόσταση που διένυσαν. Ο διαμεσός προσδιορίστηκε για την απόσταση 1,6 χιλιοστά για την πρώτη μέρα και 6,1 χιλιοστά για τη δεύτερη μέρα. Για το χρόνο ο διαμεσός προσδιορίστηκε 10,6 λεπτά για την πρώτη μέρα και 25,7 λεπτά για τη δεύτερη μέρα.

Αντιθέτως για τα αρσενικά παρατηρήθηκε πολύ μεγάλη διακύμανση και τις δύο μέρες. Ο διαμεσός προσδιορίστηκε για την απόσταση 2652,7 χιλιοστά για την πρώτη μέρα και 1757,6 χιλιοστά για τη δεύτερη μέρα. Χαρακτηριστικό είναι ότι τη δεύτερη μέρα η απόσταση για τα αρσενικά διακυμάνθηκε από 36 χιλιοστά έως και 6535 χιλιοστά. Για το χρόνο ο διαμεσός προσδιορίστηκε 100,5 λεπτά για την πρώτη μέρα και 81,9 λεπτά για τη δεύτερη μέρα.

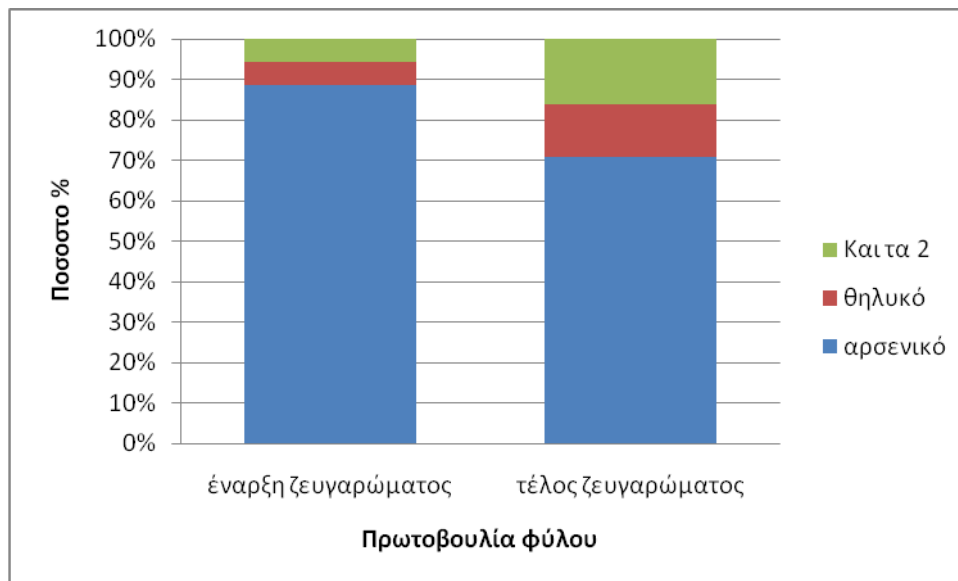


Εικόνα 31: Διάμεσος του χρόνου που κινήθηκαν τα αρσενικά και θηλυκά τη μέρα (n=8). Διαφορετικοί λατινικοί χαρακτήρες υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Mann Whitney U Test, $p < 0.05$)



Εικόνα 32 : Διάμεσος της απόστασης που κάλυψαν τα αρσενικά και θηλυκά τη μέρα (n=8). Διαφορετικοί λατινικοί χαρακτήρες υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Mann Whitney U Test, $p < 0.05$)

Στην Εικόνα 33, παρουσιάζεται σε ποσοστό %, η πρωτοβουλία των ενηλίκων, στην έναρξη και τη διάλυση ενός ζευγους. Παρατηρήθηκε ότι η πρωτοβουλία αυτή ανήκε αποκλειστικά στα αρσενικά, τα οποία σε ποσοστό 90% περίπου προσέγγιζαν τα θηλυκά για έναρξη ζεύγους, αλλά και σε ποσοστό 70% για τη λήξη ζεύγους. Αντίθετα τα θηλυκα άτομα, προσέγγιζαν τα αρσενικα σε ένα μόλις μικρό ποσοστό 5%, ενώ οι πρωτοβουλίες για τη λήξη του ζεύγους, ήταν μεγαλύτερη και έφτανε στο 12%.



Εικόνα 33 : Συμπεριφορά αλευρωδών κατά τη σύζευξη. Πρωτοβουλία ενηλίκων για την έναρξη και τη λήξη ζευγαρώματος

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συμπεριφορά των αλευρωδών είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος που πολύ συχνά καθορίζει την δυναμική και την επιβίωση ενός είδους (Crowder *et al.*, 2010a). Ειδικότερα για το *B. tabaci*, η εύρεση συντρόφου και η επιτυχημένη σύζευξη έχει σχετιστεί με την ικανότητα επικράτησης ενός βιότυπου έναντι ενός άλλου σε ένα νέο περιβάλλον (Liu *et al.*, 2007; Crowder *et al.*, 2010b; Crowder *et al.*, 2010c). Στην παρούσα μελέτη, ακολουθήθηκε μια διαφορετική προσέγγιση που έδωσε βάρος στην μακρόχρονη παρακολούθηση της συμπεριφοράς, με έμφαση στη μέτρηση της κινητικότητας και στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ αρσενικών και θηλυκών για ένα εργαστηριακό στέλεχος *B. tabaci*.

Στα προκαταρκτικά πειράματα που διεξήχθησαν με τους θηλυκούς αλευρώδεις, η απόσταση που διένυσαν ήταν σχεδόν μηδενική, όπως και ο αριθμός κινήσεων. Στο πρώτο πείραμα εξαίρεση αποτελεί το θηλυκό 1, στο οποίο για άγνωστους λόγους, παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα συγκριτικά με τα υπόλοιπα τρία (Εικόνα 21). Στο δεύτερο πείραμα, τα αποτελέσματα είναι σχεδόν ίδια με του πρώτου, με υψηλότερη κινητικότητα την πρώτη μέρα σε δύο από τα τέσσερα άτομα (Εικόνα 22). Σε κανένα από τα δύο πειράματα δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των θηλυκών ατόμων. Η πολύ χαμηλή κινητικότητα των θηλυκών αλευρωδών, επιβεβαιώνεται και από τα τέσσερα επόμενα πειράματα που ακολούθησαν.

Από την συνολική ανάλυση των αποτελεσμάτων από τα πειράματα με αρσενικά και θηλυκά άτομα, τα αρσενικά κάλυψαν μεγαλύτερες αποστάσεις, και κινηθήκαν περισσότερο χρόνο σε σύγκριση με τα θηλυκά. Η ίδια διαπίστωση προκύπτει και από την επιμέρους ανάλυση του κάθε πειράματος χωριστά. Κατά το πρώτο 4-ωρο παρατηρείται κινητικότητα λόγω προσαρμογής στο νέο περιβάλλον. Ακολουθούν περίοδοι με εναλλαγές, χαμηλής και υψηλής κινητικότητας. Όμως πάντοτε τα θηλυκά παρουσίασαν χαμηλότερη κινητικότητα από τα αρσενικά στο τέλος του πειράματος.

Την πρώτη μέρα τα αρσενικά πέρασαν λιγότερο χρόνο σε ζευγάρι με τα θηλυκά. Την δεύτερη μέρα πέρασαν σημαντικά περισσότερο χρόνο με τα θηλυκά. Πιο συγκεκριμένα, σε 7 από τις 8 περιπτώσεις, τα αρσενικά πέρασαν πάνω από το 70% του χρόνου τους σε

ζευγάρι την δεύτερη μέρα. Αυτή η παρατήρηση πιθανώς να εξηγείται από την αλλαγή περιβάλλοντος κατά την πρώτη μέρα, και την καλύτερη προσαρμογή των αρσενικών την δεύτερη μέρα.

Παρατηρηθήκαν 4 περιπτώσεις αρσενικών με έντονη προτίμηση σε κάποιο από τα δύο θηλυκά του πειράματος. Όμως υπήρξαν άλλες 4 περιπτώσεις αρσενικών με παρόμοια προτίμηση και στα δύο θηλυκά. Εναλλαγές στην προτίμηση θηλυκού παρατηρήθηκαν και εντός της ημέρας. Αν και το μέγεθος του δείγματος είναι μικρό ($n=8$), μπορούμε να εξάγουμε ένα προκαταρκτικό συμπέρασμα για την συμπεριφορά των αρσενικών : ότι το 50% το αρσενικών ήταν μονογαμικά.

Σε κάθε περίπτωση τα αρσενικά ήταν αυτά που επέλεγαν το σύντροφο και είχαν την πρωτοβουλία για την έναρξη της σύζευξης. Για την διάσπαση ενός ζεύγους, και πάλι τα αρσενικά είχαν την πρωτοβουλία, όμως σε ένα 30% των περιπτώσεων εμπλέκοταν και τα θηλυκά άτομα.

Άλλη μια σημαντική παράμετρος στην αναπαραγωγική συμπεριφορά των αλευρωδών είναι η επιτυχημένη σύζευξη κατά την συνεύρεση. Αν και τα αρσενικά επιλέγουν το σύντροφο τους, το αν θα είναι επιτυχημένη σύζευξη εξαρτάται κατά πολύ και από τα θηλυκά. Οι Crowder *et al* , (2010b) έδειξαν ότι οι θηλυκές βιότυπου B είναι πολύ καλύτερες στο να επιλέγουν το σωστό σύντροφο, απορρίπτοντας σε μεγαλύτερο ποσοστό αρσενικά από άλλο βιότυπο σε σχέση με τις θηλυκές βιότυπου Q. Η επιτυχημένη σύζευξη δεν ήταν δυνατό να αξιολογηθεί με την αυτοματοποιημένη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε στην συγκεκριμένη μελέτη.

Ανακοινώσεις

Τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής μελέτης, έχουν παρουσιαστεί στο 13^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο (Ηράκλειο 3 – 6 Νοεμβρίου 2009) και στο 3^ο Ευρωπαϊκό συνέδριο στην (Ισπανία .20-24 Οκτωβρίου 2008)

Roditakis, E., Kleidoniari, J., Couzin, I.D., Tsagkarakou, A. and Roditakis, N.E.

(2008) Studies on Bemisia tabaci behaviour using an automated tracking system, 3rd European Whitefly Symposium, Aguadulce (Roquetas de Mar, Almeria), Spain, pp. 40.

Ροδιτάκης Ε και Κλειδωνιαρη Ι. (2009) Μελέτη της συμπεριφοράς του αλευρώδη του καπνού, Bemisia tabaci (Homoptera: Aleurodidae) 13ο Πανελλήνιο Εντομολογικό Συνέδριο, 3 – 6 Νοεμβρίου, Αλεξανδρούπολη.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Azab, A.K. et al (1972)** On the range of host plants of *bemisia tabaci* (Genn.). Bulletin de la societe entomologique d' Egypte (1970, pupl.1971).
- Berlinger , M. J. (1986).** Host plant resistance to *Bemisia tabaci* . Agric. Ecosystems environ. **17Q69-82**
- Blackmer J.L. and Byrne D.N. (1993)** Environmental and physiological factors influencing phototactic flight of *Bemisia tabaci*, Department of Entomology, University of Arizona, Tucson, U.S.A., *Physiological Entomology* **18, 336-342**
- Byrne, D.N. and Bellows T.S., Jr (1991)** Whitefly biology. Annual Review of entomology, **36, 431-457.**
- Byrne, F. J. and A. L. Devonshire (1993)** "Insensitive Acetylcholinesterase and esterase polymorphism in susceptible and resistant populations of the tobacco Whitefly *Bemisia tabaci* (Genn)." *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **45(1): 34-42.**
- Cary, L.R. (1903)**, Plant house Aleyrodes, *Aleyrodes vaporarium* (Westw) Maine Agricultural Station Bulletin 96, pp **123-44.**
- Crowder D.W., Rami Horowitz, A., De Barro, P.J., Liu, S.-S., Showalter, A.M., Kontsedalov, S., Khasdan, V., Shargal, A., Liu, J. and Carriere, Y. (2010a)** Mating behaviour, life history and adaptation to insecticides determine species exclusion between whiteflies. *Journal of Animal Ecology*, **79, 563-570.**
- Crowder D.W., Sitvarin, M.I. and Carriere, Y. (2010b)** Mate discrimination in invasive whitefly species. *Journal of Insect Behavior*, **23, 364-380**
- Crowder D.W., Sitvarin, M.I. and Carriere, Y. (2010c)** Plasticity in mating behaviour drives asymmetric reproductive interference in whiteflies. *Animal Behaviour*, **79, 579-587.**
- Della Beffa, G. (1962)** «Γεωργική εντομολογία» Αθηνά, , Vol I, pages **302-303)**
- Denholm, I, Cahill, M, et al. (1996)** Progress with documenting and combating insecticide resistance in *Bemisia*. *Bemisia* :1995 Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management. D. Gerling and R. T. Mayer. Andover, Hants, UK, Intercept Ltd.: 577-603.

- Deshpante, V.G., (1936)** Miscellaneous observations on the biology of the Aleyrodidae (*Aleyrodes brassicae*). Journal of the Bombay Natural History Society **39**, **190-193**.
- Dittrich, V., S. UK, et al. (1990)** Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. D.Gerling, Intercept. Andover, UK: **263-286**.
- Georghiou, G.P. (1994)** Principles of insecticide resistance management. Phytoprotection, **75**, **51-59**.
- Gerling, D., Horowitz, A.R. and Baumgartner, J. (1986)** Autecology of *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystem and environment* **17**, **5-19**.
- Gullan, P.J. and Cranston, P.S.,** “ The Insects”, An outline of entomology, third edition, Blackwell Publishing, Madlen Oxford, pp **109-112**
- Habibi, J (1975),** The cotton white fly, *Bemisia tabaci* (Genn.). Bioecology and methods of control 1975. Entomologic et phytopathologie appliqués 38 pp. (13-36). (In Persian, with English Abstract).
- Johnson, C.G., (1969)** In: Migration and dispersal of insects by flight. Methuen, London.
- Jones D. R., (2003)** Plant viruses transmitted by whiteflies, Plant Health Group, Central Science Laboratory, Department for Environment, Food and Rural Affairs, Sand Hutton, York YO41 1LZ, UK, *European Journal of Plant Pathology* **109**: **195–219**
- Khaifa, A. And Khidir, E. (1964)** Biological study on *Trialeurodes lubia* and *Bemisia tabaci*. *Bulletin de la Société Entomologique d' Egypté* **48**, **115-129**.
- Kirk, A. A., L. A. Lacey, et al. (1993)** "The status of *Bemisia tabaci* (Hom,Aleyrodidae), *Trialeurodes vaporariorum* (Hom, Aleyrodidae) and their natural enemies in Crete, *Entomophaga* **38(3)**: **405-410**.
- Liu, S.S., De Barro, P.J., Xu, J., Luan, J.B., Zang, L.S., Ruan, Y.M. and Wan, F.H. (2007)** Asymmetric mating interactions drive widespread invasion and displacement in a whitefly. *Science*, **318**, **1769-1772**.
- Palumbo, J. C, et al. (2001)** "Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*." *Crop Protection* **20**: **739-765**.

- Paulson, G.S. and Beardsley, J.W., (1985)** Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) egg pedicel insertion into host plant stomata, *Annals of the Entomological Society of America* **78 (4), 504-508.**
- Poinar, G., (1965)** Observation on the biology and ovipositional habits of *Aleyrocybotus occiduus* (Homoptera: Aleyrodidae). Attacking grasses and sedges. *Annals of the Entomological Society of America*, **78 (5), 618-620.**
- Pollini, A., I. Ponti, et al. (2000)** Εχθροί Των Κηπευτικών
- Price, P.W, (1984,)** “ **Insect Ecology**” second edition, Department of Biological Sciences Northern Arizona University, Flagstaff, **pp 359, 370-379**
- Raymond, j. Gill, 1988,** “The Morphology Of White Flies”XVIII International Congress of Entomology, Vancouver, British Columbia, Canada (Workshop), Dan Gerling, In: *Whiteflies : their bionomics, pests, status and management* (Ed.), **Intercept 2, 13-46**, January, 1990.
- Roditakis E., Kleidoniari J., Couzin I.D., Tsagkarakou A. and Roditakis N.E. (2008),** Studies on *Bemisia tabaci* behaviour using an automated tracking system, 3rd European Whitefly Symposium, Aguadulce (Roquetas de Mar, Almería), Spain, pp.
- Roditakis, E., Grispou, M., Morou, E., Kristoffersen, J.B., Roditakis, N., Nauen, R., Vontas, J. and Tsagkarakou, A. (2009)** Current status of insecticide resistance in Q biotype *Bemisia tabaci* populations from Crete. *Pest Management Science*, **65, 313-322.**
- Southwood, T,R.E., (1962)** Habitat the temple for ecological strategies, *Journal of Animal Ecology* , **46, 337-365.**
- Thomas M. Perring And Emily J. Symmes** Courtship Behavior of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) and Whitefly Mate Recognition, Department of Entomology, University of California, Riverside, Riverside, CA 92521
- Tsagkarakou, A., Tsigenopoulos, C.S., Gorman, K., Lagnel, J., Bedford, I.D.** Biotype status and genetic polymorphism of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Greece: Mitochondrial DNA and microsatellites (2007) *Bulletin of Entomological Research*, **97 (1), pp. 29-40.**

Σταμόπουλος Δημ., Κ. (1999) Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργειών & λαχανικών, σελ: 137-139.

Ιστοσελίδες:

Knowledge Master, 2007 University of Hawaii, Extension Entomology & Uh-ctahr Integrated Pest Management Program, College of Tropical Agriculture and Human Resources ,

http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/b_tabaci.htm

Παπαγιαννης Α, Σεραφειδης Ν. 2009 , «Η Γεωργική μας έρευνα». Ο αλευρώδης του καπνού και οι ασθένειες που μεταδίδει στην Κύπρο

[http://www.cyprus.gov.cy/moa/Agriculture.nsf/All/4EC5A26141787A19C22576510033B844/\\$file/53_nikH_GEORGIKH_ERE.pdf?OpenElement](http://www.cyprus.gov.cy/moa/Agriculture.nsf/All/4EC5A26141787A19C22576510033B844/$file/53_nikH_GEORGIKH_ERE.pdf?OpenElement)

Εικόνες:

<http://images.google.com/images?q=bemisia%20tabaci%20images&biw=1366&bih=548>

<http://www.plantesygdomme.dk/BomuldsmeUus/index.html>

<http://www.doacs.state.fl.us/pi/enpp/ento/b.tabaci.html>

