

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

ΤΙΤΛΟΣ: Επίδραση αιθέριου ελαίου του φυτού *Coridothymus capitatus* (L.)
στην αφίδα των χρυσανθέμων *Macrosiphoniella sanborni* (Gillette)

Βούλα Υφαντή

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2006



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες, στον επιβλέποντα καθηγητή κο. Γεώργιο Μάνο, που μου εμπιστεύθηκε την μελέτη του θέματος, όπως επίσης για την αμέριστη συμπαράστασή του καθόλο το χρονικό διάστημα εκπόνησης της εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης θερμά τον Πρόεδρο του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κο. Τριαντάφυλλο Αλμπάνη για το χρόνο που μου διέθεσε και τις υποδείξεις του όσον αφορά το θέμα των αιθέριων ελαίων, όπως επίσης και την κα. Αναστασία Μπαδέκα από το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την βοήθειά της όσον αφορά τη χημική ανάλυση του αιθέριου ελαίου.

Θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον κο. Γεώργιο Πατακιούτα επίκουρο καθηγητή του τμήματος Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου στο Τ.Ε.Ι. Ηπείρου για την βοήθεια και το ενδιαφέρον του.

Επίσης οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον καλό μου φίλο Ανδρέα Παπαβλασόπουλο για τις εύστοχες επιστημονικές υποδείξεις του και το προσωπικό του ενδιαφέρον καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τον φίλο μου Κωνσταντίνο Ζήση για την καλή μας συνεργασία, μιας και ένα μέρος της πτυχιακής μας εργασίας είχε κοινό αντικείμενο.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με βοήθησαν με τη διάθεση εργασιακού εξοπλισμού για τις απαιτήσεις της εργασίας και τις υποδείξεις τους όσον αφορά τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για την πολύτιμη συμπαράσταση και τη μεγάλη κατανόησή τους κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων χρόνων.

Βούλα Υφαντή

2006



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. <i>Macrosiphoniella sanborni</i> (Gillette 1908)	3
2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	3
2.1.1. Άπτερο ενήλικο θηλυκό	3
2.1.2. Πτερωτό ενήλικο θηλυκό	4
2.1.3. Προνύμφες	4
2.2. ΞΕΝΙΣΤΕΣ	5
2.3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	5
2.4 ΖΗΜΙΕΣ	5
2.5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	6
2.6 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	7
2.6.1 Προληπτικά μέτρα	8
2.6.2 Χρήση παγίδων – Έλεγχος φυτών	8
2.6.3 Βιολογική αντιμετώπιση	9
2.6.4 Χημική καταπολέμηση	10
2.6.4.1. Σημειοχημικά	10
3. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	12
3.1 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ	13
3.2 ΡΟΛΟΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗ	14
ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	
3.2.1 Επίδραση των αιθέριων ελαίων στη συμπεριφορά των εντόμων	15
3.2.2 Η επίδραση των αντιπροφικών ενώσεων στη διαδικασία επιλογής ξενιστή	17
3.2.3 Τοξικότητα	18
3.3 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	19



4. <i>Coridothymus capitatus</i> (L.)	21
4.1 ΧΡΗΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΩΝ ΤΟΥ <i>C. capitatus</i> (L.) ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	22
4.2 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΟΥ <i>C. capitatus</i> (L) ΣΤΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	23
4.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	24
5. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ	25
5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	25
5.1.1 Αιθέριο έλαιο	25
5.1.1.1 Φυτικό υλικό	25
5.1.1.2 Παραλαβή αιθέριου ελαίου	25
5.1.1.3. Ανάλυση αιθέριου ελαίου	26
5.1.2 Εκτροφή αφίδων	27
5.1.2.1 Συλλογή αφίδας	27
5.1.2.2 Προσδιορισμός αφίδας	27
5.1.2.3 Εγκατάσταση – Εκτροφή	27
5.1.3 Βιοδοκιμές	28
5.1.3.1 Φυτικό υλικό	28
5.1.3.2 Διαλύματα αιθέριων ελαίων	29
5.1.3.3 Πειραματικός θάλαμος	29
5.1.3.4 Βιοδοκιμή δπλής επιλογής (<i>Choice test</i>)	29
5.1.3.5 Βιοδοκιμή χωρίς επιλογή (<i>No choice test</i>)	31
5.1.4 Στατιστική ανάλυση	32
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	34
6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ	34
6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ	36
6.2.1 Βιοδοκιμές δπλής επιλογής	36
6.2.1.1 Εγκατάσταση αφίδων	36
6.2.1.2 Αποτροπή εγκατάστασης αφίδων	39
6.2.1.3 Θνησιμότητα	39
6.2.2 Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή	41



6.2.2.1 Εγκατάσταση αφίδων	41
6.2.2.2 Αποτροπή εγκατάστασης	43
6.2.2.3 Θνησιμότητα	43
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	45
7.1 ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	45
7.2 ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ	46
7.2.1. Βιοδοκιμές δπλής επιλογής	46
7.2.2. Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή	48
7.3 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	48
8. ΣΥΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I: Συστηματική κατάταξη της αφίδας <i>Macrosiphoniella sanborni</i> & του φυτού <i>Coridothymus capitatus</i>	60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II: Χρωματογράφημα αιθέριου ελαίου	63
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III: Συντακτικοί τύποι συστατικών του αιθέριου ελαίου	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV: Πίνακες αποτελεσμάτων βιοδοκιμών	67
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V: Στατιστική ανάλυση	77



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η επίδραση διαφόρων συγκεντρώσεων διαλύματος αιθέριου ελαίου (0,1%, 0,2% & 0,3%) του αρωματικού φυτού *Coridothymus capitatus* της οικογένειας Lamiaceae, σε ενήλικα άπτερα θηλυκά της αφίδας των χρυσανθέμων *Macrosiphoniella sanborni*. Το φυτικό υλικό του *C. capitatus* συλλέχθηκε από αυτοφυή φυτά της Ηπείρου. Το αιθέριο έλαιο παραλήφθηκε με υδραπόσταξη και αναλύθηκε με αεριοχρωματογράφο ο οποίος ήταν εφοδιασμένος με φασματογράφο μάζας (GC-MS).

Μελετήθηκε η επίδραση του αιθέριου ελαίου στη συμπεριφορά και την επιβίωση της *M. sanborni* με βιοδοκιμές δίσκων φύλλων, διπλής επιλογής και μη επιλογής. Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο έχει κάποια αποτρεπτική και τοξική δράση ιδιαίτερα στη συγκέντρωση 0,3%. Περαιτέρω έρευνα παρουσιάζει ενδιαφέρον μιας και τα αιθέρια έλαια θεωρούνται νέα κατηγορία φυτοπροστατευτικών προϊόντων, συνήθως φιλικότερων προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο σε σχέση με τα συμβατικά.

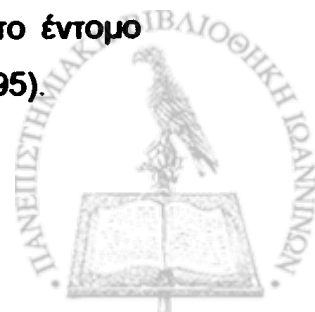


1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το χρυσάνθεμο αποτελεί μία από τις δυναμικές καλλιέργειες της παραγωγικής ανθοκομίας. Η ανάγκη εξεύρεσης εναλλακτικών τρόπων καταπολέμησης εχθρών των ανθοκομικών φυτών αποτελεί επιτακτική ανάγκη για δύο κυρίως λόγους. Ο πρώτος σχετίζεται με την ανάπτυξη ανθεκτικότητας των εντόμων στις εντομοκτόνες ουσίες, γεγονός που αυξάνει το κόστος καταπολέμησης και ο δεύτερος με τις δυσμενείς συνέπειες των κλασικών εντομοκτόνων ουσιών στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ασφαλέστερες εναλλακτικές λύσεις αναζητούνται σε φυτικής και μικροβιακής προέλευσης αγροχημικά (Hedin *et al.* 1995, Isman 2000). Ενδιαφέρον ανάμεσα σε αυτά παρουσιάζουν τα αρωματικά φυτά και τα αιθέρια έλαιά τους, τα οποία αποτελούν μεταξύ άλλων, μέρος της χημικής άμυνας των φυτών που τα παράγουν, για την προστασία τους από εχθρούς και παθογόνους μικροοργανισμούς.

Κατά τη διάρκεια της πολύπλοκης διαδικασίας συνεξέλιξης φυτών και εντόμων πολλά φυτά απέκτησαν τη δυνατότητα να παράγουν διάφορες ουσίες όπως τερπενοειδή, αλακαλοειδή, και φαινολικά συστατικά (Carman & De Boer 1995). Πολλές από τις ουσίες αυτές, δρουν ως χημικοί διαμεσολαβητές (αλληλοχημικά) και έχουν ως αποτέλεσμα την τροποποίηση της συμπεριφοράς ή της βιολογίας των εντόμων (Regnault – Rogers 1997). Η προτεινόμενη θεωρία είναι ότι μία τυχαία μετάλλαξη στο γονιδίωμα του φυτού οδήγησε στη σύνθεση μιας νέας ένωσης που απέτρεψε ένα έντομο να διατραφεί από το φυτό. Τα έντομα εκείνα που βρέθηκαν αντιμέτωπα με τις ισχυρές πιέσεις επιλογής που ασκήθηκαν από τα αλληλοχημικά των φυτών ανέπτυξαν ένα μηχανισμό ή μηχανισμούς που τους επέτρεψαν να αντιμετωπίσουν τον αποτρεπτικό παράγοντα ή την τοξική δράση των νέων ενώσεων. Κατά αυτό τον τρόπο μερικές αμυντικές χημικές ενώσεις των φυτών αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς από ένα ή περισσότερα είδη εντόμων γεγονός που επέτρεψε τη χρήση τους από τα έντομα αυτά. Για πολλά άλλα έντομα η δράση τους διατηρήθηκε (Carman & De Boer 1995).

Τα αλληλοχημικά ταξινομούνται ανάλογα με το εάν το μήνυμα που μεταβιβάζουν ωφελεί τον οργανισμό που τα παράγει (αλλομόνες), το έντομο στόχο (καιρομόνες), ή και τα δύο (συνομόνες) (Carman & De Boer 1995).



Τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών αποτελούν τη βασικότερη ομάδα αλληλοχημικών (Μπούρμπος *et al.* 1997). Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες βιοδιασπώνται, παρουσιάζουν μικρή τοξικότητα στα θερμόαιμα και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά των κλασικών εντομοκτόνων (Isman 2000). Μεταξύ πολλών αιθέριων ελαίων εκείνα που παράγονται από φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* έχουν τύχει ιδιαίτερης προσοχής όσον αφορά την αναζήτηση φυσικών προϊόντων για την αντιμετώπιση εχθρών των φυτών (Koschier & Sedy 2003).

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης αιθέριου ελαίου του *C. capitatus* στη συμπεριφορά και την επιβίωση της *M. sanborni*. Η αφίδα αυτή χαρακτηρίζεται ως κύριος εχθρός των χρυσανθέμων και απασχολεί τόσο τους παραγωγούς όσο και τους καταναλωτές που επιλέγουν το φυτό αυτό ως γλαστρικό ή φυτό κηποτεχνίας.



2. *Macrosiphoniella sanborni* (Gillette 1908)

2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

2.1.1. Άπτερο ενήλικο θηλυκό

Το μήκος του σώματος κυμαίνεται από 1,7 έως 2,6 mm και το χρώμα ποικίλλει από ανοικτό καφέ σε σχεδόν σκοτεινό (Miller & Stoetzel 1997), με λάμψη μαονιού (University of Minnesota 2002), είναι σκοτεινότερο στην κεφαλική κάψα και τον θώρακα (Della Beffa 1962) (Εικόνα 1). Λόγω του σκοτεινού χρώματός της η αφίδα αποκαλείται και "μαύρη μύγα" (University of Minnesota 2002). Τα πόδια είναι σκοτεινόχρωμα με υποκίτρινες κνήμες και βάση μηρών (Della Beffa 1962). Οι κεραιές αποτελούνται από 6 άρθρα, είναι σκοτεινόχρωμες με εξαίρεση το 3^ο άρθρο το οποίο φέρει 11-24 ρινάρια (αισθητήρια όργανα). Τα μετωπιαία φυμάτια είναι καλά ανεπτυγμένα με τις εσωτερικές πλευρές να αποκλίνουν. Τα σιφώνια είναι σκοτεινόχρωμα και σχεδόν κωνικά. Το μήκος του σιφωνίου είναι σχεδόν δπλάσιο έως τριπλάσιο του πλάτους του. Η ουραία απόφυση είναι επιμήκης, λίγο μακρύτερη των σιφωνίων (Della Beffa 1962), σκοτεινόχρωμη και φέρει 8-10 πλευρικές τρίχες και 3-7 ραχιαίες τρίχες (Miller & Stoetzel 1997).

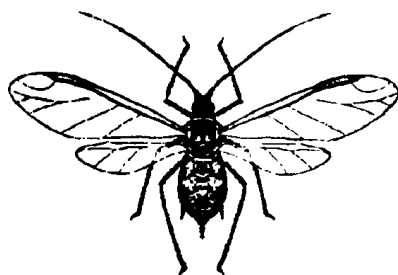


Εικόνα 1: Ενήλικο άπτερο θηλυκό της αφίδας *M. Sanborni* (Πηγή: Υφαντή)

*Βλέπε Παράρτημα I για συστηματική κατάταξη

2.1.2. Πτερωτό ενήλικο θηλυκό

Μοιάζει με το άπτερο θηλυκό (Εικόνα 2) ως προς το χρώμα του σώματος και των ποδιών (Miller & Stoetzel 1997). Οι πτέρυγες είναι ελαφρός υπομέλανες (Della Beffa 1962). Το μήκος του σώματος κυμαίνεται μεταξύ 1,8 και 2,8 mm. Το τρίτο άρθρο των κεραίων φέρει 18-30 ρινάρια (Miller & Stoetzel 1997). Το μήκος των σιφώνιων είναι διπλάσιο έως πενταπλάσιο του πλάτους. Η ουραία απόφυση φέρει 8-10 πλευρικές τρίχες, 3-5 ραχιαίες τρίχες, και ορισμένες φορές 1-6 κοιλιακές τρίχες (Miller & Stoetzel 1997).



Εικόνα 2: Πτερωτό ενήλικο θηλυκό της αφίδας *M. sanborni*
(Πηγή: CSIRO Entomology)

2.1.3. Προνύμφες

Οι προνύμφες (Εικόνα 3) μοιάζουν με τα ενήλικα. Έχουν μικρότερο μέγεθος (0,6 έως 1,0 mm). Το χρώμα του σώματός τους είναι ανοικτότερο, κεραμιδόχρωμο με σχετικά μακριά πόδια και κεραίες. Στις νεαρές προνύμφες το εξωτερικό μέρος των ποδιών και των κεραίων έχουν κατά το μεγαλύτερο μέρος γκριζο χρώμα. Τα σιφώνια των νεαρών προνυμφών είναι κοντά και σκοτεινόχρωμα ενώ η μεγαλύτερης ηλικίας προνύμφες έχουν μακρύτερα σιφώνια. Οι καταβολές των πτερυγών είναι εμφανείς στις προνύμφες που πρόκειται να εξελιχθούν σε πτερωτά άτομα (University of Minnesota 2002).



Εικόνα 3: Προνύμφη της αφίδας *M. sanborni* (Πηγή: Υφαντή)

2.2. ΞΕΝΙΣΤΕΣ

Η *M. sanborni* είναι κοσμοπολίτικο είδος (Della Beffa 1962). Κατάγεται από την ανατολική Ασία και προσβάλλει όλα τα καλλιεργούμενα είδη χρυσανθέμων (University of Minnesota 2002). Χαρακτηρίζεται ως σοβαρός εχθρός των χρυσανθέμων τόσο σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες όσο και σε υπαίθριες καλλιέργειες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Della Beffa 1962). Το χρυσάνθεμο είναι ο μόνος γνωστός ξενιστής της συγκεκριμένης αφίδας σε πολλές περιοχές του κόσμου (University of Minnesota 2002). Στην περιοχή καταγωγής της υπάρχουν αναφορές ότι προσβάλλει και άλλα είδη της οικογένειας Asteraceae (Miller & Stoetzel 1997). Χαρακτηρίζεται ως μονοφάγο ή ολιγοφάγο είδος.

2.3. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης της *M. sanborni* κυμαίνεται μεταξύ 22 και 25°C. Οι προνύμφες του 2^{ου} και 3^{ου} προνυμφικού σταδίου είναι περισσότερο ανθεκτικές σε ακραίες θερμοκρασίες και έχουν υψηλότερη άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης σε σχέση με τις προνύμφες 1^{ου} και 4^{ου} προνυμφικού σταδίου. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης για τις προνύμφες 2^{ου} και 3^{ου} προνυμφικού σταδίου είναι 21,8°C και η μέγιστη 41°C. Για τις προνύμφες 1^{ου} και 4^{ου} προνυμφικού σταδίου η άριστη θερμοκρασία είναι 23,8°C και 22,5°C και η υψηλότερη θερμοκρασία ανάπτυξης 40°C και 40,6°C αντίστοιχα (Ying Yong Sheng 2004).

2.4 ΖΗΜΙΕΣ

Η *M. sanborni* εισάγει τα νύσσοντος μυζητικού τύπου στοματικά της μόρια στον φυτικό ιστό και απομυζά τον φυτικό χυμό. Συναθροίζεται στους ακραίους ανθοφόρους οφθαλμούς και τρέφεται από τη νέα βλάστηση (University of Minnesota 2002). Εγκαθίσταται στους βλαστούς των φυτών, στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και στα κλειστά άνθη (Εικόνα 4)(Della Beffa 1962).

Αρχικά τα προσβλημένα φυτά δείχνουν πολύ μικρή ανάπτυξη (ICA 2005). Τα προσβλημένα άνθη δεν ανθίζουν ή ακόμα και αν ανθίσουν δίνουν άνθη μικρά με παραμορφωμένα πέταλα (Della Beffa 1962). Τα φύλλα καλύπτονται από τα μελιτώδη απεκκρίματα και τα εκδύματα των αφίδων. Ο σαπροφυτικός μύκητας της καπνιάς που αναπτύσσεται στα μελιτώδη απεκκρίματα μειώνει τη



φωτοσυνθετική επιφάνεια και προσδίδει στα φύλλα και τους βλαστούς μαύρη απόχρωση με αντιαισθητικό αποτέλεσμα. Λόγω της προσβολής μειώνεται η εμπορική αξία του παραγόμενου φυτού και μερικές φορές ολόκληρο το φυτό ξηραίνεται (Εικόνα 5) (ICA 2005).

Η *M. sanborni* θεωρείται φορέας 5 ιών. Στο χρυσάνθεμο μεταφέρει δύο ιούς, τον ιό *Chrysanthemum Vein Mottle Virus* (VMV) και τον ιό *Chrysanthemum Virus B* (CVB) (Miller and Stoetzel 1997) κατά μη έμμονο τρόπο (Παναγόπουλος 2003). Ο ιός CVB φαίνεται να είναι ίδιος με τον ιό *Chrysanthemum Mosaic Virus* (CMV) και είναι διαδεδομένος σε όλες τις περιοχές που καλλιεργούνται χρυσάνθεμα (Παναγόπουλος 2003).



Εικόνα 4: Αποικία *M. sanborni* σε φυτό χρυσανθέμου (Πηγή: Ciesla)



Εικόνα 5: Αποξήρανση του φυτού λόγω της προσβολής (Πηγή: Υφαντή)

2.5. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Έμφυλα άτομα της *M. sanborni* δεν έχουν παρατηρηθεί, μόνο θηλυκά άτομα είναι γνωστά. Η αφίδα αναπαράγεται παρθενογενενετικά με ζωοτοκία και δίνει νέες γενιές θηλυκών παρθενογενενετικών ατόμων. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα παραμένει δραστήρια στα θερμοκήπια. Τους πιο ζεστούς μήνες τα πτερωτά άτομα αναζητούν φυτά χρυσανθέμων στην ύπαιθρο για να εγκατασταθούν. Μόλις το πτερωτό άτομο εγκατασταθεί στον ξενιστή αρχίζει να τρέφεται και να γεννά προνύμφες. Κάθε ενήλικο θηλυκό γεννά 4-8 προνύμφες την ημέρα. Σε περίπου μία εβδομάδα οι νεαρές προνύμφες ενηλικιώνονται και αρχίζουν να ζωοτοκούν. Μία αφίδα μπορεί σε σύντομο χρονικό διάστημα να δώσει αποικία εκατοντάδων ατόμων. Λόγω του συνωπισμού των ατόμων της αποικίας

εμφανίζονται όλο και περισσότερα πτερωτά άτομα τα οποία μεταναστεύουν σε άλλα φυτά και αρχίζουν νέα προσβολή (University of Minnesota 2002).

2.6 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Οι αφίδες είναι έντομα που εύκολα μπορούν να αποκτήσουν κάποιο βαθμό ανθεκτικότητας σε ένα ή περισσότερα εντομοκτόνα. Όσο περισσότερο χρησιμοποιείται ένα εντομοκτόνο τόσο μεγαλύτερη είναι η επιλεκτική πίεση για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε αυτό (Moschetti 2003). Τα άτομα που, μετά την επέμβαση με κάποιο εντομοκτόνο, λόγω μηχανισμών ανθεκτικότητας, επιβιώσουν θα δημιουργήσουν νέα φυλή αφίδας που θα είναι ανθεκτική στο συγκεκριμένο εντομοκτόνο. Λόγω του πολύ σύντομου βιολογικού κύκλου και της υψηλής αναπαραγωγικής ικανότητας, η φυλή αυτή σε σύντομο χρονικό διάστημα θα αναπτύξει μεγάλους πληθυσμούς. Για τους παραπάνω λόγους η καταπολέμηση κάποιων ειδών με πυρεθρίνες, καρβαμιδικά και οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα έχει γίνει ιδιαίτερα δύσκολη (Drees 1993). Εκτός αυτού τα περισσότερα φυτοφάρμακα στην αγορά έχουν ευρύ φάσμα εντομοτοξικής δράσης (Μπρούμας 2001). Εκτός από τον στόχο σκοτώνουν και τα ωφέλημα έντομα που κρατούν τους πληθυσμούς αφιδίων υπό έλεγχο (Kluepfel & McLeod 1999). Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται με συχνότερες επεμβάσεις, μεγαλύτερες δόσεις εντομοκτόνου γεγονός που οδήγησε σε αύξηση του κόστους παραγωγής και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Έτσι δημιουργείται η ανάγκη υιοθέτησης εναλλακτικών συστημάτων καλλιέργειας και στην παραγωγική ανθοκομία.

Η χρήση εντομοκτόμων πρέπει να αποφεύγεται για την προστασία γλαστρικών φυτών και φυτών σε κήπους σπιτιών και δημόσιους χώρους λόγω του κινδύνου έκθεσης ευαίσθητων ομάδων ανθρώπων σε αυτά. (Moschetti 2003). Λιγότερο τοξικά για τον έλεγχο των αφίδων είναι τα λιπαρά άλατα Καλίου Νατρίου, τα φυτικής προέλευσης φυτοπροστατευτικά όπως το neem (Green 2000), τα οποία είναι ασφαλέστερα για χώρους όπου κινούνται παιδιά και ζώα και συμβατότερα με τη βιολογική αντιμετώπιση. Τα εντομοκτόνα malathion, permethrin, acephate που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των αφίδων σε κήπους και υπαίθριους χώρους έχουν αρνητική επίδραση στους φυσικούς εχθρούς που συμβάλουν στον φυσικό περιορισμό των αφίδων και άλλων εχθρών. Η χρήση των diazinon και chlorpyrifos πρέπει να αποφεύγεται σε



κήπους λόγω κινδύνου ρύπανσης ποταμών και λιμνών. Το από εδάφους εφαρμοζόμενο διασυστηματικό disulfoton είναι πολύ τοξικό για τους ανθρώπους. Το acephate έχει διασυστηματική δράση αλλά η χρήση του επιτρέπεται μόνο σε μη εδώδιμα φυτά μιας και τα προϊόντα διάσπασής του είναι περισσότερο τοξικά (Flint 2004). Η συνδυασμένη χρήση των λιπαρών αλάτων K-N και πυρεθρίνης έχει καλύτερα αποτελέσματα στις αφίδες σε σχέση με την μεμονωμένη χρήση του εντομοκτόνου σαπουνιού. Λόγω της γρήγορης αποικοδόμησης των πυρεθρινών μετά την εφαρμογή τους, οι αρνητικές επιδράσεις στους φυσικούς εχθρούς είναι μικρότερη σε σύγκριση με τη συνδυασμένη εφαρμογή των σαπουνιών με malathion, permethrin, και acephate (Flint 2004).

2.6.1 Προληπτικά μέτρα

Το πολλαπλασιαστικό υλικό που χρησιμοποιείται στα θερμοκήπια θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από την παρουσία αφίδων.

Επιβάλλεται ορθολογική λίπανση αζώτου μιας και η υπερβολική λίπανση σε αυτό το θρεπτικό στοιχείο δημιουργεί νεαρή βλάστηση κάτι το οποίο προσελκύει τις αφίδες και ευνοεί την ανάπτυξή τους.

2.6.2 Χρήση παγίδων – Έλεγχος φυτών

Κίτρινες κολλητικές παγίδες χρησιμοποιούνται στα θερμοκήπια για τον έλεγχο της εμφάνισης των πτερωτών μορφών. Οι παγίδες τοποθετούνται κοντά στις πόρτες και τις εξόδους.

Εβδομαδιαίος έλεγχος των φυτών είναι απαραίτητος για την ανίχνευση αφίδων νωρίς πριν το στάδιο της άνθισης. Ορισμένα εντομοκτόνα μπορεί να προκαλέσουν τοξικότητα στα άνθη.

Είναι αναγκαίο να γίνονται επιθεωρήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα, των οποίων η προσοχή να εστιάζεται στον εντοπισμό εκδυμάτων και μελιτωδών εκκριμάτων που μαρτυρούν την παρουσία προνυμφικών σταδίων και άπτερων θηλυκών.



2.6.3 Βιολογική αντιμετώπιση

Πολλοί βιολογικοί παράγοντες ελέγχουν τους πληθυσμούς των αφίδων. Οι Malais & Ravensberg, στο βιβλίο 'Knowing and Recognizing' αναφέρουν τους εξείς:

Παρασποειδή: Τα *Aphidius matricaria*, *Aphidius colemani* και *Aphidius ervi* είναι παρασποικά υμενόπτερα που ανήκουν στην οικογένεια Braconidae ενώ το *Aphelinus abdominalis* στην οικογένεια Aphelinidae. Αρπακτικά: Στην τάξη Κολεόπτερα της οικογένειας Coccinellidae τα είδη, *Coccinella septempunctata* (επτάσπικτη πασχαλίτσα), *Adalia bipunctata* (δίσπικτη πασχαλίτσα), *Stethorus punctillum*, *Scymnus* sp., *Harmonia axyridis*. Στην οικογένεια Cecidomyiidae των Διπτέρων το είδος *Aphidoletes aphidimyza* και το *Episyrphus blateatus* στην οικογένεια Syrphidae. Στην Τάξη Νευρόπτερα το *Crysoperla carnea* της οικογένειας Crysopidae και στην οικογένεια Haemerobiidae το *Haemerobius humulinus*

Μύκητες: Οι εντομοπαθογόνοι μύκητες *Beauveria basiana* και *Verticillium lecanii* μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση των αφίδων σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Η επίδρασή του μύκητα *Verticillium lecanii* στη *M. sanborni* μελετήθηκε από τους Khalil *et al.* (1987) σε εργαστηρικές συνθήκες θερμοκρασίας 25°C και σχετικής υγρασίας 100%. Διαπιστώθηκε ότι ο συγκεκριμένος μύκητας μπορεί κάτω από τις προαναφερθείσες συνθήκες να ελέγξει την αφίδα 100% σε διάστημα 30-35 ημερών. Μειονέκτημα της χρήσης εντομοπαθογόνων μυκήτων είναι ότι οι συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη τους, είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη των περισσότερων ασθενειών (Green 2000).

Στα θερμοκήπια απαραίτητες προϋποθέσεις πριν την εισαγωγή του βιολογικού παράγοντα είναι:

- Η γνώση των περιβαλλοντικών απαιτήσεων του φυσικού εχθρού
- Η ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας στο περιβάλλον του θερμοκηπίου ώστε το περιβάλλον να είναι ευνοϊκό για την ανάπτυξη των φυσικών εχθρών (αρπακτικά, παρασποειδή, και παθογόνα).

Δύο παράγοντες που συμβάλουν στην αποτυχία της βιολογικής αντιμετώπισης είναι η καθυστερημένη απελευθέρωση των φυσικών εχθρών, και η εισαγωγή τους σε πάρα πολύ χαμηλό ποσοστό ή σε συνθήκες θερμοκρασίας,



φωτοπεριόδου που δεν ευνοούν την ανάπτυξη του φυσικού εχθρού (Williamson 2001).

Η προστασία και η ενίσχυση των φυσικών εχθρών θα μπορούσε να παρέχει ένα βαθμό ελέγχου των αφίδων σε υπαίθριους χώρους. Δύσκολος θεωρείται ο βιολογικός έλεγχος των αφίδων γλαστρικών φυτών σε αστικά περιβάλλοντα.

2.6.4 Χημική καταπολέμηση

Πριν την αγορά ενός εντομοκτόνου είναι σημαντικό να δοκιμάζεται η αποτελεσματικότητά του εντομοκτόνου στον συγκεκριμένο πληθυσμό. Τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται πρέπει να διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά (Papavasopoulos).

- Εκλεκτικότητα: Δεν πρέπει να βλάπτουν τα ωφέλιμα έντομα.
- Διασυστηματική δράση: Διασυστηματικά εντομοκτόνα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να διατηρείται η προστασία της νέας βλάστησης (π.χ. imidacloprid).
- Υπολειμματική δράση: ένας βαθμός υπολειμματικής δράσης είναι επιθυμητός για την προστασία του ξενιστή από αφίδες.
- Χαμηλή φυτοτοξικότητα: Τα αφιδοκτόνα δεν πρέπει να βλάπτουν την καλλιέργεια στην οποία χρησιμοποιούνται.
- Γρήγορη δράση στην περίπτωση αφίδων που μεταφέρουν ιούς: Τα συνθετικά πυρεθροειδή είναι η αποτελεσματικότερη κατηγορία εντομοκτόνων που χρησιμοποιείται για τη μείωση της διάδοσης ιών. Επιδρούν γρήγορα στους φορείς πριν αυτοί προλάβουν να μεταδώσουν τον ιό.

2.6.4.1. Σημειοχημικά

Σημειοχημικά είναι ουσίες που παράγονται από ζωντανούς οργανισμούς και μετέχουν σε χημικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ οργανισμών. Όταν το άτομο πομπός της χημικής πληροφορίας ανήκει στο ίδιο είδος με το άτομο δέκτη η σημειοχημική ουσία λέγεται φερομόνη. Όταν το άτομο πομπός ανήκει σε άλλο είδος από το άτομο δέκτη η σημειοχημική ουσία λέγεται αλληλοχημική (Τζανακάκης 1995).

Τα σημειοχημικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην χημική οικολογία των αφίδων (Pickett *et al.* 1994). Σημειοχημικά κατάλληλα για τις αφίδες είναι:



- Φερομόνη συναγερού: Ήδη έχει επηρευθεί η συνθετική παρασκευή της φερομόνης συναγερού E-beta-farnesin των αφίδων και έχει αξιοποιηθεί εμπορικά σε κάποια είδη. Όταν οι αφίδες δέχονται επίθεση, απελευθερώνουν τη φερομόνη συναγερού που αναγκάζει τις υπόλοιπες αφίδες της αποικίας να διασκορπιστούν. Η φερομόνη συναγερού μαζί με άλλους παράγοντες μπορεί να προκαλέσει άμεση μείωση του πληθυσμού (Pickett *et al.* 1997).
- Αντιτροφικές ενώσεις: Πολλές ενώσεις έχουν μελετηθεί για τις αντιτροφικές τους ιδιότητες στις αφίδες. Το polygodial (που απομονώνεται από *Polygonum hydropiper*) (Asakawa *et al.* 1988) φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ενεργό, το quassin και άλλα quassinoids (που απομονώνονται από φυτά της οικογένειας Simaroubaceae) παρουσιάζουν ενδιαφέρον (Polonsky *et al.* 1989) όπως και η εφαρμογή της αζαδιραχτίνης (azadirachtin) που απομονώνεται από το δέντρο neem (*Azadirachta indica* A. Juss) (Griffiths *et al.* 1989). Τα συστατικά και τα εκχυλίσματα από το δέντρο neem έχουν μελετηθεί εντατικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες για τις αντιτροφικές τους ιδιότητες.

Στην προσπάθεια που επιχειρείται για την εξεύρεση εναλλακτικών μεθόδων διαχείρισης των εντόμων εξετάζεται και η δυνατότητα χρησιμοποίησης ορισμένων φυτικών ουσιών, από τις οποίες τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών θεωρείται ότι μπορούν να διαδραματίσουν ρόλο στη σύγχρονη φυτοπροστασία.



3. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

Τα αιθέρια έλαια και τα φυτικά υλικά τα οποία περιέχουν τα έλαια αυτά (αρωματικά φυτά), είναι φυσικά προϊόντα μεγάλης οικονομικής (Samuelsson 1994) και οικολογικής σημασίας (Καράταγλης 1994).

Αρωματικά φυτά όπως το θυμάρι, η φασκομηλιά που αυτοφύονται σε άγονους και βραχώδεις τόπους φαίνεται ότι είναι η καλύτερη άμυνα της φύσης για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ερημοποίησης που απειλεί πολλές περιοχές της χώρας μας (Τσίγκανας 2001), μπορούν να καλλιεργηθούν, χωρίς φυτοφάρμακα και λιπάσματα σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές αντικαθιστώντας προβληματικές καλλιέργειες. Επίσης μπορούν να καλλιεργηθούν σε προβληματικά ή εξαντλημένα από την υπερβολική χρήση εδάφη, με σκοπό την αποκατάσταση τους δίνοντας ταυτόχρονα σημαντικά οικονομικά οφέλη στον παραγωγό (Πολυσίου 2003).

Τα αρωματικά φυτά παράγουν αιθέρια έλαια που τους προσδίδουν χαρακτηριστικό άρωμα. Πολλά αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται στην αρωματοποιία, την κοσμετολογία και ως καρυκεύματα στη βιομηχανία τροφίμων (Samuelsson 1994). Οι θεραπευτικές ιδιότητες πολλών αρωματικών φυτών και των αιθέριων ελαίων τους ήταν γνωστές από την αρχαιότητα. Πολλά αρωματικά φυτά αναφέρονται και ως φαρμακευτικά. Τελευταίες έρευνες δείχνουν ότι συγκεκριμένα βιοδραστικά συστατικά τους, μπορούν να προστατέψουν την ανθρώπινη υγεία έναντι σοβαρών ασθενειών όπως είναι οι καρδιαγγειακές παθήσεις ή ο καρκίνος (Πολυσίου 2003). Μικρός αριθμός αιθέριων ελαίων ή καθαρές ενώσεις που απομονώνονται από αυτά, χρησιμοποιούνται απευθείας ως φάρμακα, χρησιμοποιούνται όμως ευρέως στη φαρμακευτική για να προσδώσουν στα φάρμακα ευχάριστη οσμή ή γεύση (Samuelsson 1994). Μια θεραπευτική τεχνική που άρχισε να εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια, η αρωματοθεραπεία, χρησιμοποιεί ως βάση της διάφορα αιθέρια έλαια (Πολυσίου 2002).

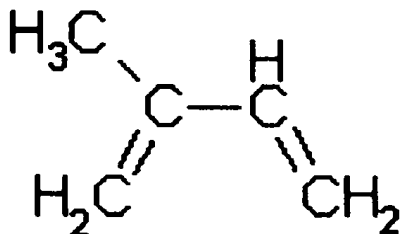
Μελέτες που αφορούν την επίδραση των αιθέριων ελαίων σε επιλεγμένους παθογόνους οργανισμούς, σημαντικής σπουδαιότητας στην υγιεινή τροφίμων *Shigella*, *Salmonell*, *Escherichia*, *Yersinia*, *Listeria*, *Staphylococcus* έδειξαν ότι κάποια μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά έναντι της χρήσης συμβατικών πρόσθετων αντιμικροβιακών ουσιών στα τρόφιμα (Rota 2004).



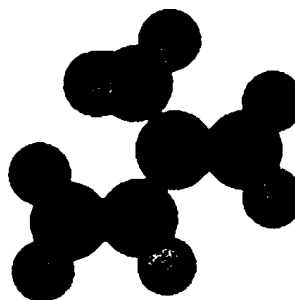
Μετά την απαγόρευση της χρήσης των αντιβιοτικών στις ζωοτροφές, αιθέρια έλαια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών χρησιμοποιούνται στα σπηρέσια ως ευρέως φάσματος μικροβιοκτόνα. Εκτός του ότι είναι φυσικά προϊόντα δημιουργούν ευεξία στα ζώα, αυξάνοντας τη ζωική παραγωγή και θεωρούνται φυσικοί αυξητικοί παράγοντες (Πολυσιού 2003).

3.1 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

Τα αιθέρια έλαια είναι πολυσύνθετα, πτητικά μίγματα πολλών διαφορετικών ενώσεων που προσδίδουν στο φυτό που τα παράγει μια ιδιαίτερη οσμή. Φυτά πλούσια σε αιθέρια έλαια (0,01 – 10% επί ξηρού βάρους) απαντώνται στο 30 % περίπου των οικογενειών των φυτών και ιδιαίτερα στις οικογένειες *Ariaceae*, *Lauraceae*, *Myrtaceae* και *Rutaceae*, *Lamiaceae* (Samuelsson 1994). Ο όρος έλαια μπορεί να θεωρηθεί παραπλανητικός δεδομένου ότι δεν πρόκειται για εστέρες γλυκερόλης με λιπαρά οξέα (τριγλυκερίδια) (Πάνου – Φιλοθέου 2002). Πολλά από τα συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες (τερπένια), μικρού μοριακού βάρους, κυρίως μόνο-, σεοκπερπένια και σε μικρότερο βαθμό διτερπένια ή αλκοόλες και κετόνες με παρόμοιους δομικούς σκελετούς (Samuelsson 1994) (Πάνου – Φιλοθέου 2002). Τα τερπένια αποτελούν πολυπληθέστερη ομάδα δευτερογενών προϊόντων του φυτικού μεταβολισμού (δευτερογενείς μεταβολίτες). Συντίθενται από το Ακέτυλο-CoA μέσω του μονοπατιού του μεβαλονικού οξέος. Προέρχονται από την συνένωση περισσότερων της μίας μονάδων ανθρακικών ενώσεων με πέντε άτομα άνθρακα (C5) που έχουν τον διακλαδισμένο ανθρακικό σκελετό του ισοπρενίου (Εικόνα 6,7). Εξαιτίας του γεγονότος αυτού τα τερπενοειδή αναφέρονται και ως ισοπρενοειδή.



Εικόνα 6: Συντακτικός τύπος ισοπρενίου (Πηγή: www.kcpc.usyd.edu.au)



Εικόνα 7: Στερεοχημικός τύπος ισοπρενίου (Πηγή: Harvey)

Τα τερπένια με δύο μονάδες C5 στο μόριο τους ονομάζονται μονοτερπένια (C10), με τρεις δομικές μονάδες C5 σεσκιτερπένια (C15), ενώ ενώσεις με τέσσερα C5 μονάδες αποτελούν τα διτερπένια (C20). Μεγαλύτερα τερπενικά μόρια αποτελούν τα τριτερπένια (C30) και τα πολυτερπένια [με (C5)_n όπου n >20] (Καράταγλης 1994, Kintzios 2000). Παράγονται σε εξειδικευμένους εκκριτικούς σχηματισμούς των φυτών, όπως είναι οι ελαιοφόρες τρίχες (ρίγανη, δυόσμος), οι ελαιοφόρες κοιλότητες (εσπεριδοειδή), οι ελαιοφόροι αγωγοί (σέλινο, μάραθο) και τα ιδιόβλαστα ελαιοκύτταρα (δάφνη) (Κωφίδης 2004).

3.2 ΡΟΛΟΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Τα αιθέρια έλαια ως δευτερογενή προϊόντα του φυτικού μεταβολισμού δεν θεωρούνται αναγκαία και απαραίτητα για την κανονική αύξηση και ανάπτυξη του φυτού και δεν αποτελούν βασικά μοριακά δομικά συστατικά του φυτικού κυττάρου (Καράταγλης 1994). Αρχικά θεωρήθηκαν ως άχρηστα προϊόντα της μεταβολικής διαδικασίας των φυτών (Stahl-Biskup & Saez 2002) αργότερα όμως διαπιστώθηκε πως οι δευτερογενείς μεταβολίτες διαδραματίζουν συχνά ρόλο στις σχέσεις φυτού με άλλους οργανισμούς και τους αβιοτικούς παράγοντες (Πολυσιού 2002) ανοίγοντας ένα πεδίο έρευνας που ονομάζεται οικολογική βιοχημεία (Καράταγλης 1994). Αν και ο ρόλος των τερπενίων στη φύση είναι σε μεγάλο βαθμό ακόμα άγνωστος (Πάνου-Φιλοθέου 2002) φαίνεται πως (Stahl-Biskup & Saez 2002, Σκρουμπής 1988, 1998, Πάνου-Φιλοθέου 2002, Πολυσιού 2002):

- αποτελούν μέρος της άμυνας του φυτού για την προστασία τους από φυτοφάγα έντομα, παράσιτα, παθογόνους οργανισμούς, και χορτοφάγα θηλαστικά (αλληλοχημικά).
- προσελκύουν ωφέλιμα έντομα όπως επικονιαστές και βοηθούν έτσι στην καλύτερη γονιμοποίηση και διασταύρωση των μη αυτογονιμοποιούμενων ειδών.
- Εκφράζουν χημικές προσαρμογές σε περιβαλλοντικά αντίξοες συνθήκες. Βοηθούν τα φυτά που τα παράγουν να αντιμετωπίσουν την ξηρασία, την υψηλή ή χαμηλή θερμοκρασία, την επούλωση των πληγών τους.
- Διαθέτουν φυτοτοξική ανταγωνιστικότητα και επιδρούν στη βλάστηση και εδραίωση άλλων φυτών.



Όλες αυτές οι λειτουργίες συνυπολογίζονται για την ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης των φυτοπαρασίτων που να περιλαμβάνουν παράλληλα καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος. Ένα νέο πεδίο έρευνας που αναπτύχθηκε τελευταία αφορά τη δυνατότητα αξιοποίησης των αιθέριων ελαίων αρωματικών φυτών στην ολοκληρωμένη διαχείριση εντόμων εχθρών των καλλιεργούμενων φυτών (Regnault – Rogers 1997). Η χρήση των αρωματικών φυτών και των αιθέριων ελαίων τους για την προστασία της φυτικής παραγωγής έχει τις ρίζες της στο παρελθόν. Μία πρακτική τόσο στην παραδοσιακή όσο και στη βιολογική γεωργία για την προστασία της καλλιέργειας από εχθρούς είναι η φύτευση μεταξύ άλλων τοπικών ποικιλιών αρωματικών φυτών καλά προσαρμοσμένων στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής. Τα επλεγμένα φυτά απωθούν εχθρούς τους, προσελκύουν - φιλοξενούν ωφέλιμους οργανισμούς, αυξάνουν τη βιοποικιλότητα και τη σταθερότητα του αγροοικοσυστήματος. Πρόσφατες έρευνες σε διάφορες χώρες επιβεβαιώνουν ότι κάποια αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών παρουσιάζουν εντομοαπωθητικές, αποτρεπτικές, ανπροφικές ή τοξικές ιδιότητες έναντι συγκεκριμένων φυτοφάγων εντόμων (Regnault – Rogers 1997). Η έρευνα που αφορά την επίδραση των αιθέριων ελαίων και των συστατικών τους στα έντομα, έπεται χρονικά εκείνης που αφορά τη διερεύνηση της δράσης τους στους μύκητες (Isman 2000). Έχει διαπιστωθεί ότι κάποια αιθέρια έλαια και συγκεκριμένα βιοδραστικά συστατικά τους επιδρούν στην ανάπτυξη σημαντικών φυτοπαθογόνων μυκήτων (Μπούρμπος 1997, Pitarokili *et al.* 2002, Bouchra 2003, Soundharrajan Radhakrishanan Sridhar *et al.* 2003). Μελέτες έχουν δείξει ότι ορισμένα αιθέρια έλαια διαθέτουν ακαρεοκτόνες, νηματοδωκτόνες ιδιότητες και τελευταία διερευνάται η χρήση τους ως βιοζιζανιοκτόνα (Isman 2000, Μπούρμπος 1997). Η αντιβακτηριακή δράση κάποιων αιθέριων ελαίων σε παγοπυρηνοποιητικά βακτήρια (INA) μελετάται και διερευνάται η δυνατότητα εφαρμογής τους με σκοπό την προστασία ευαίσθητων καλλιεργειών από παγετό (Karamanoli *et al.* 2000).

3.2.1 Επίδραση των αιθέριων ελαίων στη συμπεριφορά των εντόμων

Η επιλογή του ξενιστή ενός εντόμου είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει διάφορα βήματα όπως προσανατολισμό, δοκιμή και αποδοχή του ξενιστή. Οι πτητικές ενώσεις των αιθέριων ελαίων αποτελούν μέρος του αμυντικού συστήματος των φυτών που τα παράγουν, για την προστασία τους από



φυτοφάγα έντομα. Είναι δυνατό να παρεμποδίσουν ένα ή περισσότερα βήματα ταυτόχρονα ή διαδοχικά, στη διαδικασία επιλογής ξενιστή πριν ή μετά την άφιξη τους σε αυτόν. Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων με απωθητική δράση (repellent) "στέλνουν" ένα οσφρητικό ερέθισμα στο έντομο που το αποτρέπει να προσεγγίσει τον ξενιστή (Koschier & Sedy 2003). Οι απωθητικές ουσίες είναι συνήθως πτητικά τερπενοειδή (Duke 1990) και δρουν από μεγάλη απόσταση (Forest & Harris 1997). Άλλα τερπενοειδή μπορούν να δράσουν προσελκυστικά. Σε ορισμένες περιπτώσεις ένα τερπενοειδές μπορεί να δράσει απωθητικά για ορισμένα ανεπιθύμητα έντομα και προσελκυστικά για ορισμένα ευεργετικά (Duke 1990). Ο σεσκιτερπενικός υδρογονάνθρακας E-beta-farnesene, αποτελεί κύριο συστατικό της φερομόνης συναγερού πολλών ειδών αφίδων (Foster & Harris 1997). Αποτελεί όμως και συστατικό του αιθέριου ελαίου κάποιων αρωματικών φυτών π.χ. το φυτό *Chamomilla recutita* (χαμομήλι). Το συστατικό αυτό δρα απωθητικά σε κάποια είδη αφίδων (Foster & Harris 1997).

Τα συστατικά με αποτρεπτική δράση (deterrent) δρουν μετά την επαφή του εντόμου με την επιφάνεια του ξενιστή μέσω επαφής με χημικούς υποδοχείς (Koschier & Sedy 2003) και μπορούν να εμποδίσουν ορισμένους τύπους συμπεριφοράς των εντόμων όπως την ωτοκία και τη βρώση (Cox 2003). Οι αποτρεπτικοί παράγοντες ωτοκίας αποτρέπουν το έντομο να ωτοκίσει στον προστατευόμενο ξενιστή και κατά συνέπεια την αύξηση του πληθυσμού του εντόμου (Cox 2004). Όσον αφορά τους αποτρεπτικούς παράγοντες βρώσης (feeding deterrent) κατά ορισμένους συγγραφείς οποιοδήποτε συστατικό μειώνει την κατανάλωση τροφής ενός εντόμου μπορεί να θεωρηθεί ότι διαθέτει αντιτροφικές (antifeedants) ιδιότητες και συνεπώς οι όροι αποτρεπτικό βρώσης και αντιτροφικό είναι ταυτόσημοι. Άλλοι συγγραφείς όπως ο Isman (2002) θεωρούν ως αντιτροφική την ουσία που αποτρέπει τη βρώση μέσω άμεσης δράσης στα αισθητήρια όργανα προτίμησης των εντόμων, αποκλείοντας από τον όρο τις χημικές ουσίες που καταστέλλουν τη βρώση με τη δράση τους στο κεντρικό νευρικό σύστημα (κατάποση, αναρρόφηση) ή ουσίες με τοξική μη θανατηφόρο δράση. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, αντιτροφική είναι μία ουσία που έχει «κακή γεύση» για το έντομο.

Ορισμένα μονοτερπένια (με σκελετό 10 άτομα C) που αποτελούν σημαντικά συστατικά πολλών αιθέριων ελαίων αποτρέπουν τη βρώση των εντόμων.



Διάφοροι τύποι διπερπενίων (με σκελετό 20 άτομα C) είναι γνωστοί για την αντιτροφική τους δράση. Ευρέως έχει μελετηθεί η αντιτροφική δράση των *clerodane* και των *abientanes* διπερπενίων. Σεσκιτερπένια (με σκελετό 15 άτομα C) όπως τα *drimanes* και οι σεσκιτερπενικές λακτόνες παρουσιάζουν επίσης ισχυρή αντιτροφική δράση (Isman 2002).

Οι ενώσεις που αποτρέπουν, η εμποδίζουν, την επιλογή του ξενιστή και την βρώση ανήκουν στις αλλομόνες και η χρήση τους είναι ιδιαίτερα εκλεκτική και συχνά αποτελεσματική σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (Carman & De Boer 1995). Η ανάλυση των αιθέριων ελαίων και η εξακρίβωση του τρόπου δράσης των συστατικών τους οδήγησε στην απομόνωση ή τη συνθετική παρασκευή των συστατικών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον με σκοπό τη χρήση τους ως καθαρές ενώσεις (σημειοχημικά) (Μπούρμπος 1990). Το αιθέριο έλαιο αποτελείται συνήθως από ένα δύο κύρια συστατικά ενώ οι υπόλοιπες ενώσεις βρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες και χαρακτηρίζονται ως δευτερεύουσες (Κωφίδης 2004). Οι δευτερεύουσες ενώσεις των αιθέριων ελαίων μπορούν να ενεργήσουν συνεργιστικά και να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των κύριων συστατικών μέσω ποικίλων μηχανισμών. Οι ποικίλοι τρόποι δράσεις μπορούν μειώνουν την πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας σε σχέση με τη χρήση καθαρών ενώσεων (Hummelbruner & Isman 2001).

3.2.2 Η επίδραση των αντιτροφικών ενώσεων στη διαδικασία επιλογής ξενιστή

Η εφαρμογή αντιτροφικών ενώσεων στον ξενιστή, επιτρέπει τον χειρισμό της συμπεριφοράς των αφίδων που αφορά την επιλογή ξενιστή, με στόχο τη μείωση της άμεσης ζημίας λόγω της διατροφής τους αλλά και τη μετάδοση ιών (Pickett *et al.* 1987).

Οι αφίδες για να τραφούν από το φλοίωμα, πρέπει να διαπεράσουν τους υπόλοιπους φυτικούς ιστούς. Η διαδικασία αυτή διαρκεί αρκετές ώρες μέχρι να βρεθεί μια κατάλληλη περιοχή για τη μύζηση (Tjallingii 1995). Οι αντιτροφικές ενώσεις (*antifeedants*) που διακόπτουν τη διατροφή πριν αυτή αρχίσει (Klingauf 1987) μπορούν να μειώσουν την αποίκιση των φυτών από τις αφίδες. Μόλις οι αφίδες φτάσουν στην επιφάνεια του ξενιστή αρχίζουν να κάνουν σύντομα δοκιμαστικά νύγματα στην επιδερμίδα. Η συμπεριφορά αυτή μπορεί να οδηγήσει στη μετάδοση μη έμμονων ιών. Οι αντιτροφικές ενώσεις για να είναι



χρήσιμες ενάντια σε τέτοια μετάδοση ιών πρέπει να ενεργήσουν γρήγορα, για να διακόψουν αυτή τη διαδικασία. Η προοπτική για τη χρησιμοποίηση ανιπροφικών για τον έλεγχο μη έμμενων ιών περιορίζεται από την τάση των αφίδων να κάνουν δοκιμαστικά νύγματα ακόμη και σε περιοχές φύλλων που έχουν δεχθεί την επέμβαση με ανιπροφικά (Powell *et al.* 1998). Γενικά οι ανιπροφικές ενώσεις δεν είναι τοξικές. Οι ενώσεις που έχουν μια συνδυασμένη συμπεριφοριστική και τοξική επίδραση θα ήταν περισσότερο σημαντικές για τον έλεγχο σε εμπορική κλίμακα (Jemmy 1990).

3.2.3 Τοξικότητα

Διάφορα αιθέρια έλαια και συστατικά τους έχουν αναφερθεί ότι παρουσιάζουν τοξική δράση σε έντομα. Περισσότερο έχει μελετηθεί η καπνιστική εντομοκτόνος δράση αιθέριων ελαίων σε έντομα αποθηκών και ορισμένους σημαντικούς εχθρούς των θερμοκηπίων όπως ο αλευρώδης *Trialeurodes vaporariorum* (Choi 2003) και *Bemisia tabaci* Genn (Aslan *et al.* 2003, Calmasur *et al.* 2005), αφίδες (Tunc & Sahinkaya 1998, Klingauf *et al.* 1983). Θανατηφόρος επίδραση των αιθέριων ελαίων λόγω επαφής έχει διαπιστωθεί στην *Periplaneta americana* (Αμερικάνικη κατσαρίδα) την *Blattella germanica* (Γερμανική κατσαρίδα) και την *Musca domestica* (Οικιακή μύγα) (Isman 2000). Τα μονοτερπένια *pinene*, *limonene* και *linalool* παρουσιάζουν εντομοκτόνο δράση όταν εφαρμόζονται σε μύγες και κατσαρίδες. Τα ίδια συστατικά μπορούν να αποτρέψουν τη διατροφή ορισμένων εντόμων (Simmonds 1998).

Ορισμένα αιθέρια έλαια ή δραστικά συστατικά τους έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ενός ορατού συμπτώματος που δείχνει νευροτοξικό τρόπο δράσης. Αυτά τα πρώτα συμπτώματα υπερδιέγερση, μεγάλη κινητικότητα, σπασμοί που ακολουθούνται από παράλυση είναι παρόμοια με εκείνα που προκαλούνται από οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα (Kostyukovsky *et al.* 2002). Έχει αποδειχθεί ότι ορισμένα μονοτερπένια είναι ανταγωνιστικοί ανασταλτικοί παράγοντες της ακετυλοχολινεσεράσης *in vitro*, αλλά αυτή η δράση δεν μπορεί να συσχετιστεί με την τοξικότητα στα έντομα *in vivo*. Μερικές πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι τα αιθέρια έλαια δρουν στο οκτοπαμινεργό νευρικό σύστημα των εντόμων (Isman 2000, Kostyukovsky *et al.* 2002). Η οκτοπαμίνη είναι το λειτουργικό ανάλογο της νοραδρεναλίνης στα έντομα, ρυθμίζει πολλαπλές φυσιολογικές λειτουργίες και συμπεριφορές αυτών των οργανισμών



(Μοναστηρώτη 2003, Kostyukovsky *et al.* 2002). Στην έλλειψη υποδοχέων οκτοπαμίνης στα ασπώνδουλα οφείλεται η επιλεκτικότητα των αιθέριων ελαίων, δηλαδή η τοξικότητα στα έντομα και όχι στα θηλαστικά. Η μη θανατηφόρα δράση που προκαλείται από κάποια συστατικά των αιθέριων ελαίων (αποτροπή βρώσης, απωθητικότητα) μπορεί να οφείλεται σε αυτόν τον τρόπο δράσης (Isman 2000, Kostyukovsky *et al.* 2002).

Τα περισσότερα τερπενοειδή και φαινόλες των αιθέριων ελαίων παρουσιάζουν ελάχιστη τοξικότητα στα σπονδυλωτά και έχουν εγκριθεί γενικά ως ασφαλείς ενώσεις (GRAS) από την Αμερικάνικο οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (Isman 2000, Kostyukovsky *et al.* 2002).

3.3 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από αποξηραμένο φυτικό υλικό υπάρχουν διάφορες μέθοδοι. Κάθε μέθοδος χαρακτηρίζεται από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και δίνει έλαιο με διαφορετικά χαρακτηριστικά (Πολυσίου 2002). Για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου εξαγωγής του αιθέριου ελαίου λαμβάνονται υπόψη μεταξύ άλλων η χημική σύνθεση των διαφόρων συστατικών του αιθέριου ελαίου (Σκρουμπής 1998) και ο σκοπός της χρήσης του.

Οι κυριότερες μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων είναι η απόσταξη, η εκχύλιση και η μηχανική παραλαβή (Πίνακας 1). Η απόσταξη είναι η πιο απλή οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος, κατάλληλη για την παραλαβή πτητικών συστατικών του αιθέριου ελαίου. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι πολλές φορές δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της απόσταξης συστατικά που δεν αντιπροσωπεύουν το πραγματικό άρωμα του φυτού. Αυτό οφείλεται στη διάσπαση συστατικών του αιθέριου ελαίου που είναι ασταθή σε υψηλές θερμοκρασίες και την υδρόλυση ορισμένων ενώσεων όπως οι εστέρες στα συστατικά τους. Η υδρόλυση είναι μεγαλύτερη όσο αυξάνει η ποσότητα του νερού της απόσταξης (μικρότερη στην περίπτωση της ατμοαπόσταξης) και όσο αυξάνει ο χρόνος παραμονής του φυτικού υλικού στον άμβυκα (Σκρουμπής 1998).

Η μέθοδος της εκχύλισης με πτητικούς διαλύτες χρησιμοποιείται συνήθως για την παραλαβή αιθέριων ελαίων από φυτικά υλικά που είναι ευπαθή στην απόσταξη. Το προϊόν που λαμβάνεται μετά την αφαίρεση του διαλύτη, λέγεται



σύγκριμα ή κονκρέτα και περιέχει εκτός από το αιθέριο έλαιο και διάφορες άλλες ουσίες (κηρούς, χρωστικές κ.λπ.). Από αυτό μετά από ειδική επεξεργασία με αλκοόλη, αφαιρούνται οι παραπάνω ουσίες και λαμβάνεται το τελικό προϊόν που είναι καθαρό αιθέριο έλαιο (absolute). Αυτό περιλαμβάνει εκτός από πτητικές και μη πτητικές ενώσεις. Ο σπουδαιότερος παράγοντας στη διαδικασία της εκχύλισης είναι η εκλογή του κατάλληλου διαλύτη (Πολυσιού 2002).

Η μηχανική παραλαβή χρησιμοποιείται για την παραλαβή αιθέριων ελαίων από ξηρούς καρπούς και φλοιούς εσπεριδοειδών (Πολυσιού 2002).

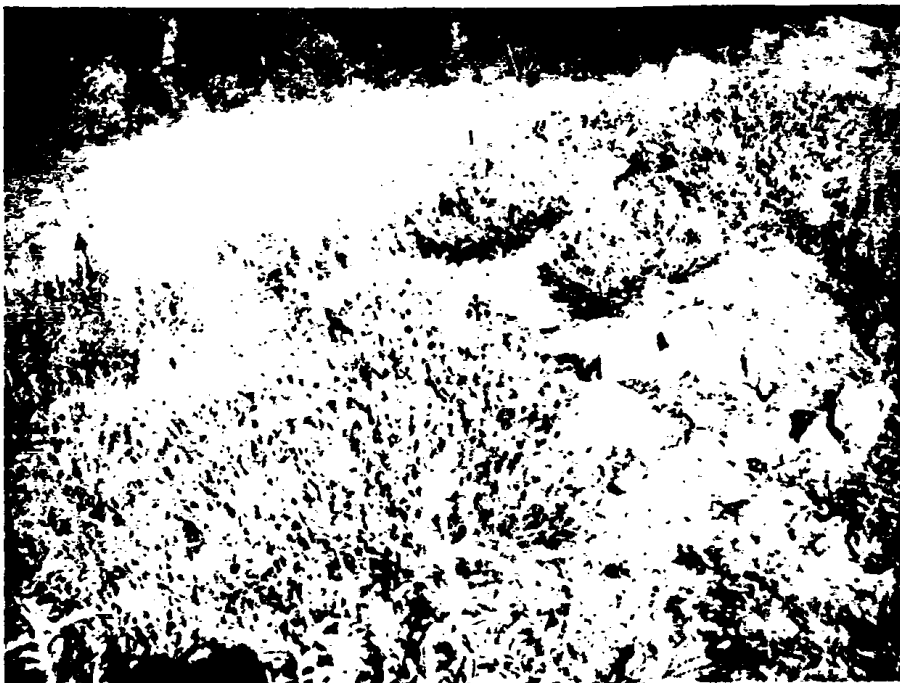
Πίνακας 1: Μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων

Μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων με απόσταξη
Υδροαπόσταξη ή απόσταξη με νερό (<i>Water Distillation</i>)
Υδροατμοαπόσταξη ή απόσταξη με νερό και ατμό (<i>Water and Steam Distillation</i>)
Απόσταξη με υδρατμούς (<i>Steam Distillation, SD</i>)
Μικρο-απόσταξη με υδρατμούς εκχύλισης με οργανικό διαλύτη (<i>Micro- Steam distillation extraction, MSDE</i>)
Απομόνωση από τον χώρο πάνω από το φυτό (<i>Head Space, HS</i>)
Απόσταξη με κενό (<i>Vacuum Head Space Distillation, VHSD</i>)
Μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων με εκχύλιση
Απλή Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες (<i>Extraction</i>)
Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες
Εκχύλιση σε συσκευή <i>Soxlet</i>
Εκχύλιση σε συσκευή «λουτρού υπερήχων» (<i>Ultra sounds</i>)
Εκχύλιση με λίπος
Εκχύλιση με υπερκρίσιμα ρευστά
Μέθοδος μηχανικής παραλαβής αιθέριων ελαίων



4. *Coridothymus capitatus* (L.) *

Το *C. capitatus* (L) αρωματικό φυτό, μέλος της οικογένειας Lamiaceae, είναι πολυετής ξυλώδης θάμνος που φύεται σε άγονες και βραχώδεις περιοχές (Skoula & Grayer 2004) (Εικόνα 8), φρυγανικού τύπου (Πολυσιού κ.α. 2002), στην περιοχή της Μεσογείου. Είναι μελισσοτροφικό φυτό (Tsigouri *et al.* 2004) που στη χώρα μας απαντάται σε νησιωτικές περιοχές και στα παράλια της Ηπειρωτικής Ελλάδας σε υψόμετρο συνήθως μικρότερο των 600 μέτρων (Πολυσιού *et al.* 2002). Το αιθέριο έλαιό του βιοσυντίθεται και εκκρίνεται από αδενικές τρίχες. Έχουν προσδιορισθεί δύο χημειότυποι, ένας με κύριο συστατικό την καρβακρόλη και ένας με κύριο συστατικό την θυμόλη (Lassaad *et al.* 2002, 2005). Λόγω της καρβακρόλης χαρακτηρίζεται από οσμή παραπλήσια της ρίγανης και χρησιμοποιείται εμπορικά ως καρύκευμα ρίγανης (Skoula & Grayer 2004). Το διεθνές εμπορικό όνομα είναι Ισπανική ρίγανη (Πολυσιού *et al.* 2002). Στη χώρα μας χρησιμοποιείται η κοινή ονομασία θυμάρι (Πολυσιού *et al.* 2002). Συνώνυμα του *C. capitatus* (L.) είναι τα *Thymus capitatus* και *Thymbra capitata* (Skoula & Grayer 2004, Stahl-Biskup & Saez 2002).



Εικόνα 8: Φυτά *C. Capitatus* αυτοφύονται σε άγονες και βραχώδεις περιοχές (Ζάλογκο Ν. Πρεβέζης) (Πηγή: Υφαντή - Ζήσης)

* Βλέπε Παράρτημα Ι για συστηματική κατάταξη

Χρησιμοποιείται, ως πολύ δημοφιλές καρυκεύματα στη βιομηχανία τροφίμων (Κοκκίνη 1994), την αρωματοποιία και τη βιομηχανία καλλυντικών (σαπούνια, καλλυντικά) για θεραπευτικούς σκοπούς λόγω των αντισηπτικών, αντισπασμολυτικών και αντιμικροβιακών του ιδιοτήτων (Cosentino 1999). Παρουσιάζει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες οι οποίες φαίνεται ότι μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο νοσημάτων στον ανθρώπινο οργανισμό που είναι απόρροια της επίδρασης ενεργοποιημένων μεταβολικών οξυγόνου. Ανάμεσα σε αυτές συμπεριλαμβάνονται η καρδιαγγειακή νόσος και ο καρκίνος (Λιόνης *et al.* 1997).

4.1 ΧΡΗΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΟΥ *C. capitatus* (L.) ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΣΤΗ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Το αιθέριο έλαιο του *C. capitatus* και τα κύρια συστατικά του (καρβακρόλη, θυμόλη) παρουσιάζουν εντομοκτόνες ιδιότητες (Carprouthis *et al.* 1988, Sampson *et al.* 2005), αποτρέπουν την ωτοκία (Sendy & Koschier 2003) και τη βρώση (Hummelbrunner & Isman 2001) ορισμένων εντόμων, καθώς επίσης νηματοδοκτόνες (Oka *et al.* 2000) και μυκητοκτόνες ιδιότητες (Arras & Usai 2001, Arras & Grella 1992).

Σύμφωνα με τους Sampson *et al.* (2005) το αιθέριο έλαιο του *C. capitatus* (περιεκτικότητας 27% σε καρβακρόλη και 19% σε *p-cymene*) παρουσιάζει εντομοκτόνο δράση με άμεση εφαρμογή σε ενήλικα της αφίδας *Liraphis pseudobrasicae* (Davis). Το LC₅₀ υπολογίσθηκε σε 3,5 mg ml⁻¹, 1,7 mg ml⁻¹, 1,2 mg ml⁻¹ σε 10, 30, 60min αντίστοιχα μετά την εφαρμογή. Οι Carprouthis *et al.* (1988) μελέτησαν την εντομοκτόνο δράση αιθέριων ελαίων φυτών που είναι γνωστά με την εμπορική ονομασία ρίγανη και των κύριων συστατικών τους καρβακρόλη και θυμόλη στη *Drosophila melanogaster*. Η μελέτη έδειξε ότι το αιθέριο έλαιο του *C. capitatus* διαθέτει εντομοκτόνες ιδιότητες και παρατηρούν ότι μεταξύ των δύο φαινολών καρβακρόλης και θυμόλης υπάρχουν ανταγωνιστικά φαινόμενα. Η τοξικότητα της καρβακρόλης μειώνεται παρουσία της θυμόλης. Τοξικότερη των δύο φαινολών είναι η καρβακρόλη. Μεταξύ των μονοτερπενίων που δοκιμάστηκαν για την οξεία τοξικότητα μέσω επαφής σε προνύμφες του λεπιδοπτέρου *Spodoptera litura* τοξικότερη ήταν η θυμόλη με LD₅₀ 25,4 mg/προνύμφη. Το ίδιο συστατικό σε μικρότερη μη θανατηφόρο δόση έδειξε τη μεγαλύτερη αποτρεπτική δράση όσον αφορά τη βρώση στο



συγκεκριμένο έντομο (Hummelbrunner & Isman 2001). Σε βιοδοκιμές διπλής επιλογής τα θηλυκά του θρίπα *Frankliniella occidentalis* αποφεύγουν να ωτοκλήσουν σε φύλλα που έχουν δεχθεί επίδραση με καρβακρόλη συγκέντρωσης 0,1 & 1%. Αντίθετα στον θρίπα *Thrips tabaci* μεγαλύτερη αποτρεπτική δράση όσον αφορά την ωτοκία παρουσιάζει η θυμόλη (Sendy & Koschier 2003).

Οι Arras G & Grella G. (1992) αναφέρουν μυκοστατικές ιδιότητες του ελαίου στον μύκητα *Penicillium italicum* και μυκητοτοξικές στον *Alternaria alternata* σε συγκέντρωση 400 ppm. Εργαστηριακές μελέτες έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο του *C. capitatus*, σε συγκέντρωση 250 ppm, αναστέλλει την ανάπτυξη των *P. italicum*, *P. digitatum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria citri* που προκαλούν μετασυλλεκτικές σήψεις σε καρπούς εσπεροδοειδών. Όμως η εφαρμογή του σε καρπό πορτοκαλιού προκαλεί φυτοτοξικότητα σε συγκέντρωση 75 ppm (Arras & Usai 2001). Η μυκητοτοξική ιδιότητα του ελαίου οφείλεται κυρίως στην καρβακρόλη (Arras & Grella 1992, Arras & Usai 2001).

Οι Oka *et al.* (2000) μελέτησαν τη νηματωδοκτόνο δράση 27 αιθέριων ελαίων σε εργαστηριακές συνθήκες και διαπίστωσαν ότι το αιθέριο έλαιο του *C. capitatus* μείωσε τη δημιουργία όγκων σε ρίζες αγγουριάς από τον κομβονηματώδη *Meloidogyne javanica*. Η νηματωδοκτόνος δράση οφείλεται στα κύρια συστατικά του ελαίου καρβακρόλη και θυμόλη.

4.2 ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΟΥ *C. capitatus* (L) ΣΤΑ ΘΗΛΑΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Η χρήση των αιθέριων ελαίων ή των συστατικών τους για την προστασία της φυτικής παραγωγής παρουσιάζει ενδιαφέρον λόγω της εκλεκτικότητάς τους και της χαμηλής τοξικότητάς τους στα θηλαστικά. Ορισμένα συστατικά των αιθέριων ελαίων όπως η καρβακρόλη είναι ελαφρώς τοξικά με οξεία δια του στόματος τοξικότητα στα ποντίκια LD_{50} 2-3 g/kg⁻¹. Όμως το αιθέριο έλαιο αποτελείται από μίγμα συστατικών και έτσι η ποσότητα αυτή 2 g/kg⁻¹ δεν προκαλεί θνησιμότητα στους ποντικούς. Αυτή η ποσότητα είναι το ανώτατο όριο που απαιτείται για τις δοκιμές οξείας τοξικότητας από τις περισσότερες φαρμακοβιομηχανίες. Το *C. capitatus* (L.) χρησιμοποιείται ως δημοφιλές καρύκευμα στη βιομηχανία τροφίμων (Κοκκίνη 1994). Τα αιθέρια έλαια και συστατικά τους που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα απαλλάσσονται από την ανάγκη τοξικολογικής



μελέτης και θεωρούνται ασφαλή. Έτσι οι βιομηχανίες παραγωγής φυτοφαρμάκων μπορούν να φέρουν ένα αιθέριο έλαιο με φυτοπροστατευτικές ιδιότητες ως σκεύασμα στην αγορά σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με ένα συμβατικό φυτοπροστατευτικό προϊόν (Isman 2000).

Παρόλο που τα αιθέρια έλαια παρουσιάζουν αντιμικροβιακές ιδιότητες, ερευνητικά αποτελέσματα έδειξαν ότι, μερικοί μικροοργανισμοί εδάφους στα μεσογειακά οικοσυστήματα ενεργοποιούνται από την παρουσία τους και μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν ως πηγή ενέργειας και άνθρακα. Συνεπώς φαίνεται πως δεν βιοσυσσωρεύονται εφόσον οι περιβαλλοντικές συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη αυτών των μικροοργανισμών (Vokou 1999).

4.3 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η διερεύνηση της χρήσης αιθέριων ελαίων ή βιοδραστικών συστατικών τους, ως εναλλακτική λύση έναντι της χρήσης κλασικών εντομοκτόνων για την αντιμετώπιση εχθρών της γεωργικής παραγωγής, απασχολεί αρκετούς ερευνητές τα τελευταία χρόνια. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αλληλεπίδραση φυτοφάγων εντόμων με αιθέρια έλαια φυτών της οικογένειας *Lamiaceae*.

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης αιθέριου ελαίου του *C. capitatus* στη συμπεριφορά και την επιβίωση ενήλικων άπτερων θηλυκών της *M. sanborni* η οποία χαρακτηρίζεται ως κύριος εχθρός των χρυσανθέμων. Η επίδραση του αιθέριου ελαίου στην αφίδα μελετήθηκε με εργαστηριακές βιοδοκιμές.

Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών αναλύονται και εξετάζεται η σημαντικότητά τους για περαιτέρω διερεύνηση.



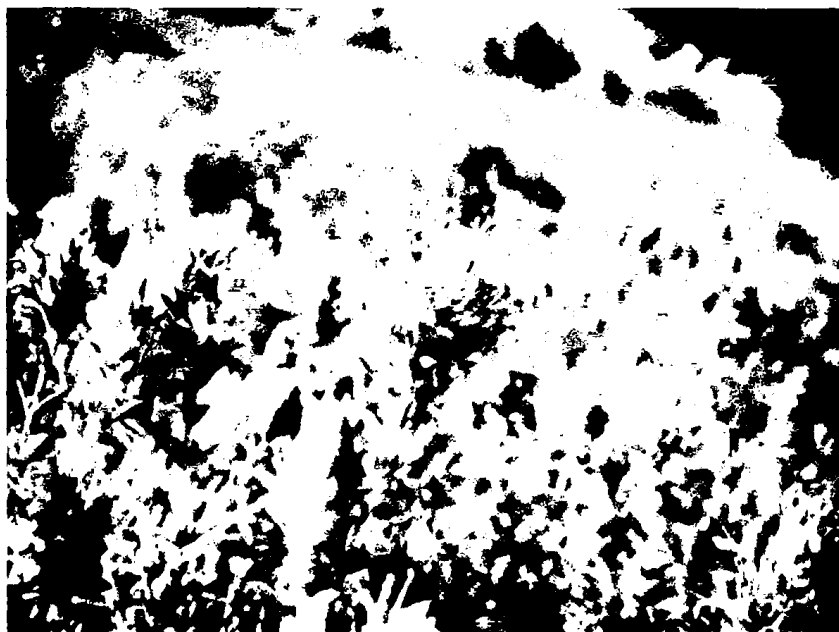
5. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1.1 Αιθέριο έλαιο

5.1.1.1 Φυτικό υλικό

Το αιθέριο έλαιο που χρησιμοποιήθηκε στις βιοδοκιμές παραλήφθηκαν από αυτοφυή φυτά *C. capitatus* (Ισπανική ρίγανη) της Ηπείρου. Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2004, στο στάδιο της ανθοφορίας (Εικόνα 9), στην περιοχή "Αϊ Λιάς" της κοινότητας Ριζοβουνίου (Δήμος Θεσπρωτικού, Νομός Πρεβέζης). Το φυτικό υλικό που λήφθηκε μεταφέρθηκε στο Εργαστήριο Αρωματικών και Βιομηχανικών Φυτών του τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου και αποξηράνθηκε υπό σκιά και συνθήκες καλού αερισμού για 20 περίπου μέρες. Η αποθήκευση του αποξηραμένου φυτικού υλικού μέχρι την παραλαβή των αιθέριων ελαίων έγινε μέσα σε σακούλες και σκιερό μέρος. Για τον ταξονομικό προσδιορισμό και την ονοματολογία του φυτού χρησιμοποιήθηκε η Flora Europaea (Tutin *et al.* 1972).



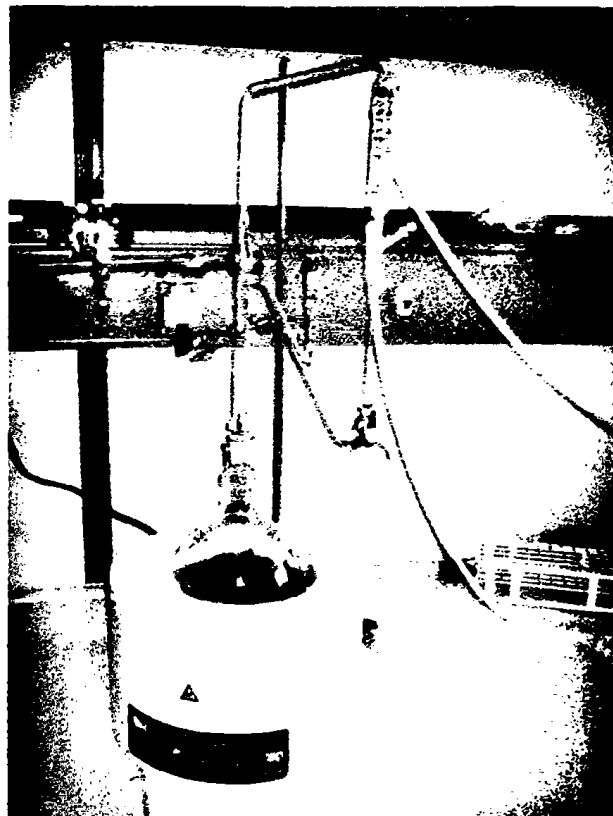
Εικόνα 9: Φυτά Ισπανικής Ρίγανης *Coridothymus capitatus* στο στάδιο της άνθισης
(Πηγή: Υφαντή-Ζήσης)

5.1.1.2 Παραλαβή αιθέριου ελαίου

Το αιθέριο έλαιο παραλήφθηκε με υδροαπόσταξη σε συσκευή τύπου Clengher (Εικόνα 10) σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Europea



Pharmacopeia. Για την απόσταξη χρησιμοποιήθηκαν άνθη και φύλλα Ισπανικής ρίγανης (*C. capitatus*).



Εικόνα 10: Αποστακτική συσκευή με θερμομανδία του Εργαστηρίου Αρωματικών και Βιομηχανικών Φυτών (Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου) (Πηγή:Υφαντή - Ζήσης)

Μετά την παραλαβή του το αιθέριο έλαιο αποξηράνθηκε με άνυδρο θειικό Νάτριο (Na_2SO_4) και τοποθετήθηκε σε γυάλινο φιαλίδιο. Στον υπερκείμενο χώρο του αιθέριου ελαίου διοχετεύθηκε αέριο Άζωτο (N_2) και αποθηκεύθηκε σε θερμοκρασία 4°C μέχρι να αναλυθεί και να χρησιμοποιηθεί στις βιοδοκιμές. Κάθε φορά μετά την χρήση του αιθέριου ελαίου είτε για τον προσδιορισμό των συστατικών του είτε για την παρασκευή γαλακτωμάτων αέριο Άζωτο διοχετεύονταν εκ νέου στον υπερκείμενο χώρο για να αποφευχθεί η οξειδωση των ευαίσθητων συστατικών και η αλλοίωση της σύστασής του.

5.1.1.3. Ανάλυση αιθέριου ελαίου

Η ανάλυση του αιθέριου ελαίου πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Τροφίμων, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Χρησιμοποιήθηκε χρωματογράφος (GC) της Hewlett Packard 6890 series εφοδιασμένος με φασματογράφο μάζας (MS) HP 5973 ηλεκτρικού ιονισμού και τριχοειδή στήλη χρωματογραφίας DB-5 MS (60m x 0,32mm x 1μm). Ως φέρον αέριο



χρησιμοποιήθηκε ήλιο (He) με ροή 0,7ml/min. Η θερμοκρασία του εισαγωγέα και της γραμμής μεταφοράς ήταν 250°C και 290°C αντίστοιχα. Η θερμοκρασία της πηγής ήταν 230°C, του τετραπόλου 150°C και η σάρωση έγινε για μάζες από 29 έως 350. Για την ανάλυση εισήχθη στον εισαγωγέα του χρωματογράφου 1μl διαλύματος αιθέριου ελαίου 1% σε εξάνιο χρωματογραφικής καθαρότητας. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το εξής θερμοκρασιακό πρόγραμμα: 65°C για 5 min, 65-115°C με ρυθμό 15°C/min⁻¹, 115-160°C με ρυθμό 3°C/min⁻¹, 160°C ισόθερμα για 5 min, 160- 270°C με ρυθμό 15°C/min⁻¹, 270°C ισόθερμα για 10 min.

Η ταυτοποίηση των συστατικών έγινε με την σύγκριση των φασμάτων μάζας με τα φάσματα μάζας της βιβλιοθήκης Wiley 275 L.

5.1.2 Εκτροφή αφίδων

5.1.2.1 Συλλογή αφίδας

Αποικία της καστανής αφίδας των χρυσανθέμων, *M. Sanborni*, εντοπίστηκε σε φυτό χρυσανθέμου στο οποίο δεν είχαν εφαρμοστεί εντομοκτόνες ουσίες στην Άρτα, την άνοιξη του 2005. Προσβλημένα φύλλα και νεαροί βλαστοί κόπηκαν και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο.

5.1.2.2 Προσδιορισμός αφίδας

Ο προσδιορισμός της αφίδας έγινε με την εξέταση ζωντανών ατόμων και αφίδων που θανατώθηκαν και συντηρήθηκαν σε αιθυλική αλκοόλη 70%. Χρησιμοποιήθηκε εργαστηριακό στερεοσκόπιο και κλείδα ταξινόμησης (Miller & Stoetzel 1997). Ο προσδιορισμός βασίστηκε στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των κερακών, των μετωπιαίων φυματίων, των σφωνίων και της ουραίας απόφυσης. Το μήκος του σώματος μετρήθηκε από το κέντρο της μετωπιαίας περιοχής ως την άκρη της κοιλίας, μη συμπεριλαμβανομένης της ουραίας απόφυσης.

5.1.2.3 Εγκατάσταση – Εκτροφή

Η εκτροφή της καστανής αφίδας των χρυσανθέμων *Macrosiphoniella sanborni* έγινε σε φυτά χρυσανθέμων που αναπτύχθηκαν χωρίς τη χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών. Τα φυτά βρίσκονταν σε γλάστρες που είχαν τοποθετηθεί σε ξύλινο κλουβί ώστε να αποφευχθεί η προσβολή τους από κάποιο άλλο είδος. Το κλουβί είχε διαστάσεις 60x60x70 cm. Ο σκελετός και η βάση του ήταν κατασκευασμένη από ξύλο. Οι δύο πλευρές, η πόρτα και η



πλευρά της κορυφής ήταν καλυμμένες με τζάμι, ενώ οι άλλες δύο πλευρές καλυμμένες με λεπτό ύφασμα για να επιτυγχάνεται ικανοποιητικός αερισμός εσωτερικό του κλουβιού (Εικόνα 11).

Η μόλυνση των φυτών έγινε με άτομα της αφίδας τα οποία αφαιρέθηκαν το προσβλημένο φυτικό υλικό με λεπτό, μαλακό πινέλο και τοποθετήθηκαν μη προσβλημένα φυτά. Η αποικία διατηρήθηκε σε ελεγχόμενες συνθερμοκρασίας, φωτισμού και φωτοπεριόδου.

Θερμοκρασία: 22°C

Σχετική υγρασία: 70%

Φωτοπερίοδος: 16:8 (Φ:Σ)

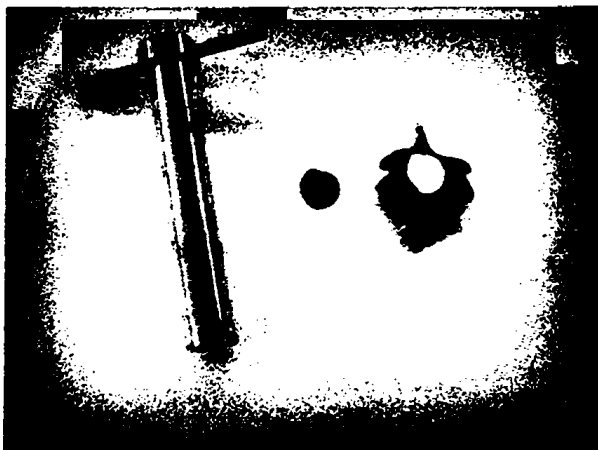


Εικόνα 11: κλουβιά που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτροφή της αφίδας (Πηγή: Υφ)

5.1.3 Βιοδοκιμές

5.1.3.1 Φυτικό υλικό

Για τις βιοδοκιμές χρησιμοποιήθηκαν φύλλα χρυσανθέμων απ προσβλημένα φυτά που είχαν διατηρηθεί στα κλουβιά. Δίσκοι φιδιάς διαμέτρου 2cm αποκόπηκαν με την βοήθεια κυλίνδρου κατάλληλης διαμιαιχμηρού στην περίμετρο της βάσης του (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Προετοιμασία δίσκων φύλλων διαμέτρου 2cm (Πηγή: Υφαντή)

5.1.3.2 Διαλύματα αιθέριων ελαίων

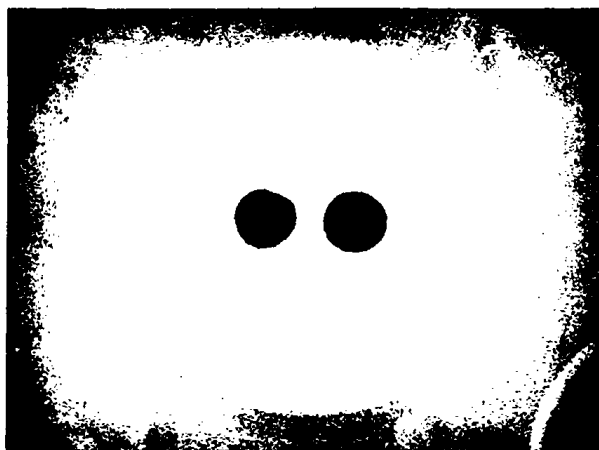
Παρασκευάστηκε γαλάκτωμα αιθέριου ελαίου σε Triton X-100 0,5% (Koschier & Sedy 2003) συγκέντρωσης 0,1%, 0,2% & 0,3%. Η εφαρμογή των διαλυμάτων έγινε με εμβάπτιση των δίσκων φύλλων στα αντίστοιχα διαλύματα. Ως μάρτυρας χρησιμοποιήθηκε δίσκος φύλλου εμβαπτισμένος σε διάλυμα Triton X-100 συγκέντρωσης 0,5%. Για τη διερεύνηση της επίδρασης του Triton X-100 στις αφίδες χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας δίσκος φύλλου χωρίς καμία επέμβαση.

5.1.3.3 Πειραματικός θάλαμος

Ως πειραματικός θάλαμος στις βιοδοκιμές χρησιμοποιήθηκε πλαστικό τρυβλίο διαμέτρου 9cm, στη βάση του οποίου τοποθετήθηκαν 2 ηθμοί και προστέθηκαν 2ml αποσταγμένο νερό.

5.1.3.4 Βιοδοκιμή διπλής επιλογής (Choice test)

Με τη βιοδοκιμή διπλής επιλογής διερευνήθηκε η επίδραση αιθέριου ελαίου του *C. capitatus* συγκέντρωσης 0,1%, 0,2% & 0,3% στη συμπεριφορά ενήλικων άπτερων θηλυκών ατόμων της *M. sanborni*, σε συνθήκες, στις οποίες οι αφίδες είχαν εναλλακτική λύση τροφής. Σε κάθε τρυβλίο τοποθετήθηκαν δύο δίσκοι φύλλων χρυσαυθάνου σε απόσταση περίπου 1cm μεταξύ τους (Εικόνα 13). Ο ένας χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας και ο άλλος δέχτηκε την επέμβαση με το διάλυμα του αιθέριου ελαίου. Ο μάρτυρας δέχθηκε την επίδραση διαλύματος Triton X-100 συγκέντρωσης 0,5%.



Εικόνα 13: Βιοδοκιμή επιλογής. Αριστερά τοποθετήθηκε ο μάρτυρας και δεξιά ο δίσκος φύλλου που δέχθηκε την επέμβαση (Πηγή: Υφαντή)

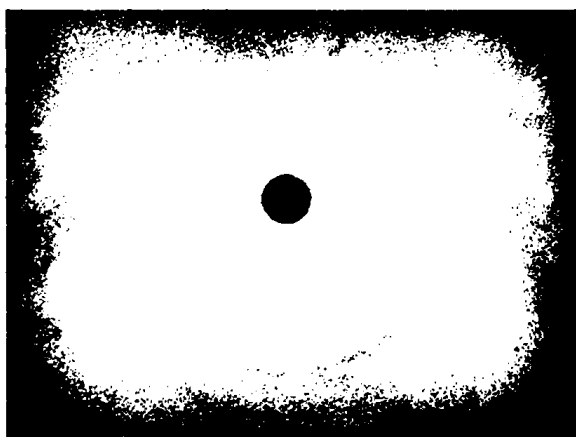
Δέκα ενήλικες άπτερες αφίδες συλλέχθηκαν με τη βοήθεια μαλακού πινέλου, μεγεθυντικού φακού και τοποθετήθηκαν σε καθαρό τρυβλίο μέχρι την έναρξη του πειράματος. Για να αποφευχθεί ο τραυματισμός των αφίδων κατά τη μεταφορά τους στον πειραματικό θάλαμο το καθαρό καπάκι του τρυβλίου που έφερε τις δέκα αφίδες μεταφέρθηκε και αντικατέστησε το καπάκι του τρυβλίου που αποτελούσε τον πειραματικό θάλαμο. Ο πειραματικός θάλαμος αριθμήθηκε και επισημάνθηκε η θέση του μάρτυρα και του δίσκου που δέχθηκε την επέμβαση. Μετρήθηκε ο αριθμός των αφίδων που εγκαταστάθηκαν στον μάρτυρα και την επέμβαση μετά από 30min, 60min, 120min, 24h, 48h και 72h. Οι αφίδες που δεν μπόρεσαν να εγκατασταθούν μετρήθηκαν ως μη εγκατεστημένες και ως νεκρές μετρήθηκαν οι αφίδες που μετά από ενόχληση με μαλακό πινέλο δεν παρουσιάζαν καμία κίνηση. Για την διερεύνηση της επίδρασης του γαλακτοματοποιητή Triton X-100 0,5% στην αφίδα πραγματοποιήθηκε βιοδοκιμή διπλής επιλογής στην οποία χρησιμοποιήθηκε δίσκος φύλλου εμβαπτισμένος στο αντίστοιχο διάλυμα και ως μάρτυρας δίσκος φύλλου χωρίς καμία επέμβαση. Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στις προαναφερόμενες συνθήκες βιοκλιματικού θαλάμου (Εικόνα 14). Πραγματοποιήθηκαν 40 επαναλήψεις κάθε εφαρμογής. Για κάθε μέτρηση υπολογίσθηκαν:

- Το ποσοστό % εγκατάστασης των αφίδων στην επέμβαση επί συνόλου ζωντανών αφίδων (Σχήμα 2-7).
- Το ποσοστό % εγκατάστασης των αφίδων στον μάρτυρα επί συνόλου ζωντανών αφίδων (Σχήμα 2-7).

- Ο δείκτης (SI%) ανασταλτικός της εγκατάστασης στον ξενιστή από την σχέση: $\%SI = 1 - (\%T/\%C) \times 100$ όπου T και C είναι ο αριθμός των αφίδων στην επέμβαση και τον μάρτυρα αντίστοιχα (Gutierrez *et al.* 1997) (Σχήμα 8).
- Το ποσοστό % θνησιμότητας 48 και 72h μετά την έναρξη του πειράματος (Σχήμα 9).
- Το ποσοστό % διορθωμένης θνησιμότητας με τον τύπο του Abbott (Σχήμα 10-11).

5.1.3.5 Βιοδοκιμή χωρίς επιλογή (No choice test)

Με τη βιοδοκιμή χωρίς επιλογή εκτιμήθηκε η ικανότητα εγκατάστασης των αφίδων σε συνθήκες όπου οι αφίδες δεν είχαν δυνατότητα επιλογής του ξενιστή τους. Σε κάθε πειραματικό θάλαμο τοποθετήθηκε ένας δίσκος φύλλου (Εικόνα 14) που δέχθηκε την επίδραση του διαλύματος αιθέριου ελαίου και σε διαφορετικό θάλαμο ο δίσκος φύλλου που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας (Triton X-100 0,5%). Για τη διερεύνηση της επίδρασης του Triton X-100 0,5% σε αυτές της συνθήκες χρησιμοποιήθηκε δίσκος φύλλου χωρίς καμία επέμβαση σε ξεχωριστό πειραματικό θάλαμο.



Εικόνα 14: Βιοδοκιμή χωρίς επιλογή (Πηγή: Υφαντή)

Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στις προαναφερόμενες συνθήκες βιοκλιματικού θαλάμου (Εικόνα 15) και οι μετρήσεις λήφθηκαν όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Πραγματοποιήθηκαν 20 επαναλήψεις κάθε εφαρμογής. Για κάθε μέτρηση υπολογίσθηκαν:

- Το ποσοστό % εγκατάστασης των αφίδων στην επέμβαση επί συνόλου ζωντανών αφίδων (Σχήμα 12).

- Το ποσοστό % εγκατάστασης των αφίδων στους μάρτυρες επί συνόλου ζωντανών αφίδων (Σχήμα 12).
- Το ποσοστό % αποτροπής εγκατάστασης (Σχήμα 13).
- Το ποσοστό % θνησιμότητας 48 και 72h μετά την έναρξη του πειράματος (Σχήμα 14).
- Το ποσοστό % διορθωμένης θνησιμότητας με τον τύπο του Abbott (Σχήμα 15-16).



Εικόνα 15: Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες βιοκλιματικού θαλάμου (Πηγή: Υφαντή)

5.1.4 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS. Ο αριθμός των εγκατεστημένων αφίδων μπορεί να λάβει μόνο ακέραιες τιμές και δεν ακολουθεί κανονική κατανομή. Έτσι για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικά στατιστικά κριτήρια. Μειονέκτημα αυτών των κριτηρίων είναι ότι συχνά δεν καταφέρνουν να εντοπίσουν διαφορές υπαρκτές στον πληθυσμό, δηλαδή δεν είναι δυναμικά (Δαφέρμος 2005).

Το μη παραμετρικό κριτήριο των Kruskal-Wallis, το οποίο απαιτεί η μεταβλητή των δεδομένων μας να είναι αριθμητικού ή αναλογικού τύπου, χρησιμοποιήθηκε για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων που αφορούν την εγκατάσταση των αφίδων στις βιοδοκιμές χωρίς επιλογή και για την

αξιολόγηση της θνησιμότητας. Το κριτήριο αυτό θα μπορούσε να ονομάζεται και μη παραμετρική ανάλυση διασποράς με έναν παράγοντα.

Στη βιοδοκιμή διπλής επιλογής οι μεταβλητές "αριθμός αφίδων στο δίσκο φύλλου που δέχθηκε την επέμβαση με διάλυμα αιθέριου ελαίου" και "ο αριθμός των αφίδων που δεν είναι εγκατεστημένο σε αυτό" (=αριθμός αφίδων στον μάρτυρα + αριθμός αφίδων στο τρυβλίο) δεν είναι ανεξάρτητες μεταβλητές αλλά εξαρτημένες. Σε αυτή την περίπτωση τα δεδομένα αναλύθηκαν με τη χρήση του κριτηρίου Wilcoxon matched pairs signed rank βασιζόμενοι στη μηδενική υπόθεση ότι η πιθανότητα οι αφίδες να επιλέξουν το φύλλο που δέχθηκε την επέμβαση ή τον μάρτυρα είναι 50%.



6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

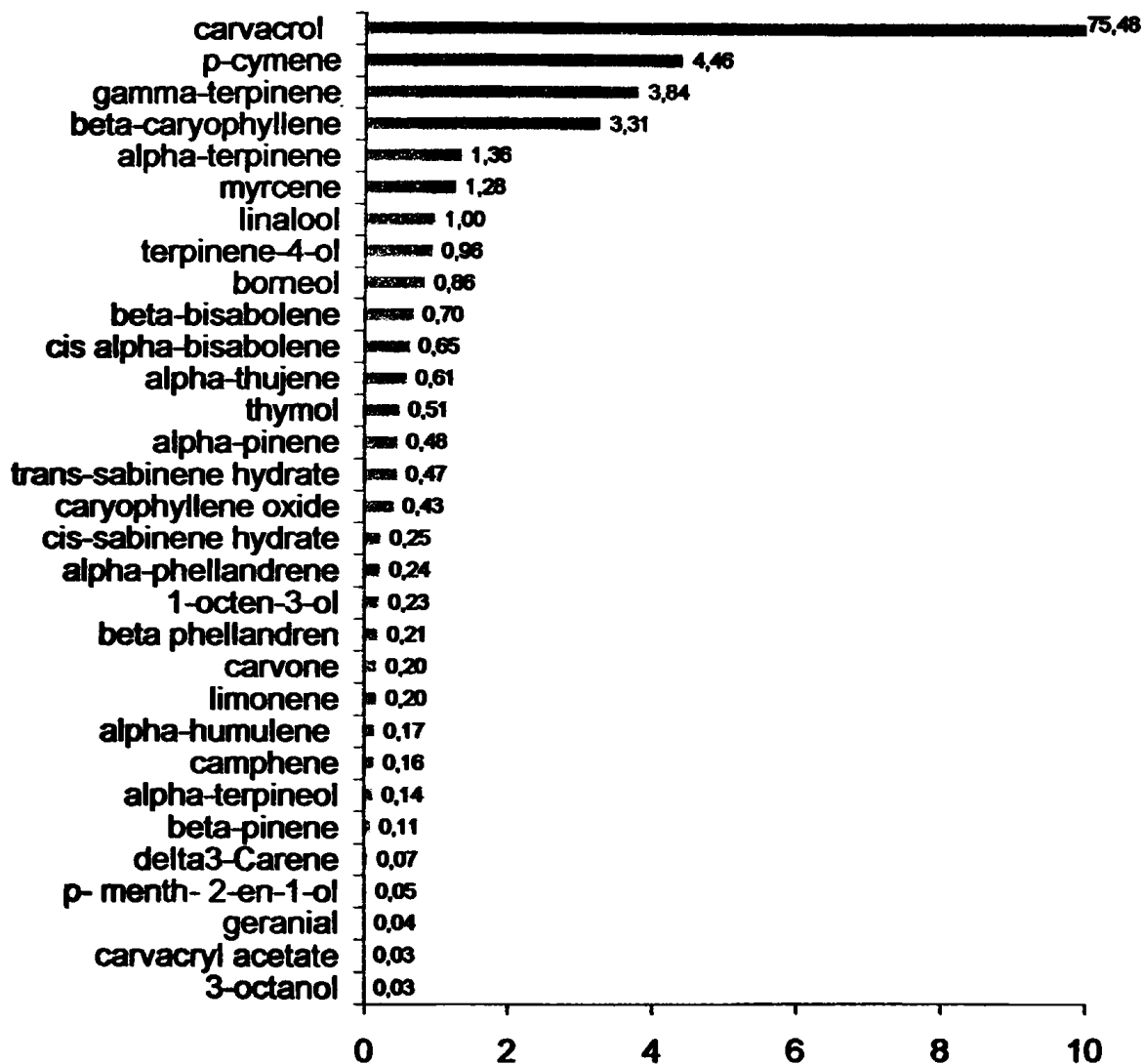
Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2) αναφέρονται τα αποτελέσματα ανάλυσης του αιθέριου ελαίου* του *C. capitatus* που χρησιμοποιήθηκε στις βιοδοκιμές. Ταυτοποιήθηκαν 31 συστατικά που αποτελούν το 98,53% των συστατικών του αιθέριου ελαίου, τα οποία ταξινομήθηκαν ανάλογα με την % ποσοτική τους σύσταση σε αυτό (Σχήμα 1).

Πίνακας 2: Χημική σύσταση αιθέριου ελαίου του *C. capitatus*

Α/Α	RT	ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
1	16.74	alpha-thujene	0,61
2	17.22	alpha-pinene	0,48
3	17.98	camphene	0,16
4	18.19	1-octen-3-ol	0,23
5	18.65	myrcene	1,28
6	18.81	3-octanol	0,03
7	18.99	beta-pinene	0,11
8	19.80	alpha-phellandrene	0,24
9	19.96	delta3-Carene	0,07
10	20.18	alpha-terpinene	1,36
11	20.46	p-cymene	4,46
12	20.69	limonene	0,20
13	20.90	beta phellandren	0,21
14	21.73	gamma-terpinene	3,84
15	22.35	trans-sabinene hydrate	0,47
16	23.03	linalool	1,00
17	23.70	cis-sabinene hydrate	0,25
18	24.77	p- menth- 2-en-1-ol	0,05
19	27.51	borneol	0,86
20	27.67	terpinene-4-ol	0,96
21	28.31	alpha-terpineol	0,14
22	30.57	carvone	0,20
23	30.95	geranial	0,04
24	31.57	thymol	0,51
25	31.97	carvacrol	75,48
26	33.70	carvacryl acetate	0,03
27	35,47	beta-caryophyllene	3,31
28	36.11	alpha-humulene	0,17
29	36.56	beta-bisabolene	0,70
30	37,04	cis alpha-bisabolene	0,65
31	38.34	caryophyllene oxide	0,43

* Βλέπε Παράρτημα II για χρωματογράφημα αιθέριου ελαίου





Σχήμα 1: Ταξινόμηση των συστατικών* του αιθέριου ελαίου που ταυτοποιήθηκαν με την ανάλυση του αιθέριου ελαίου ανάλογα με την % ποσοτική τους σύσταση σε αυτό.

* Βλέπε Παράρτημα III για συντακτικούς τύπους συστατικών του αιθέριου ελαίου

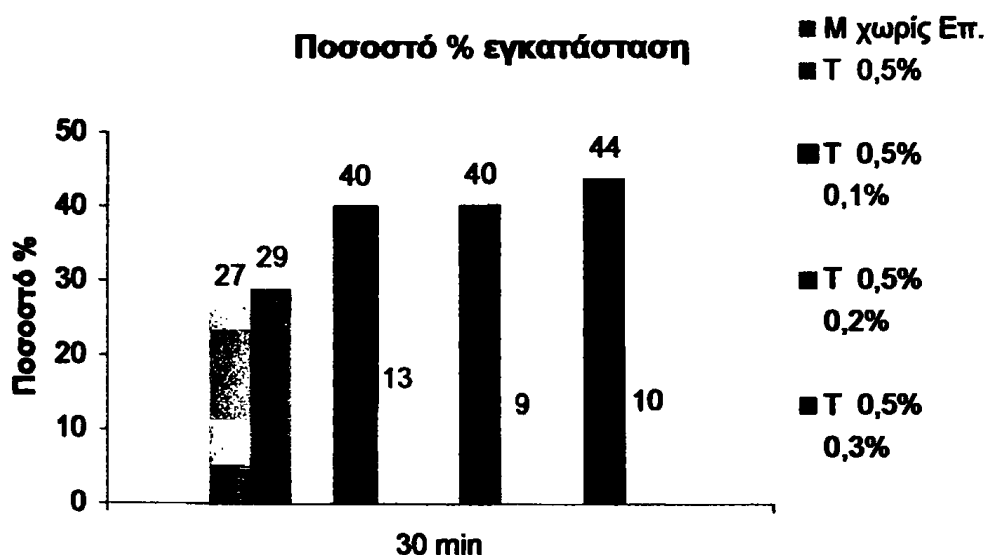


6.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ

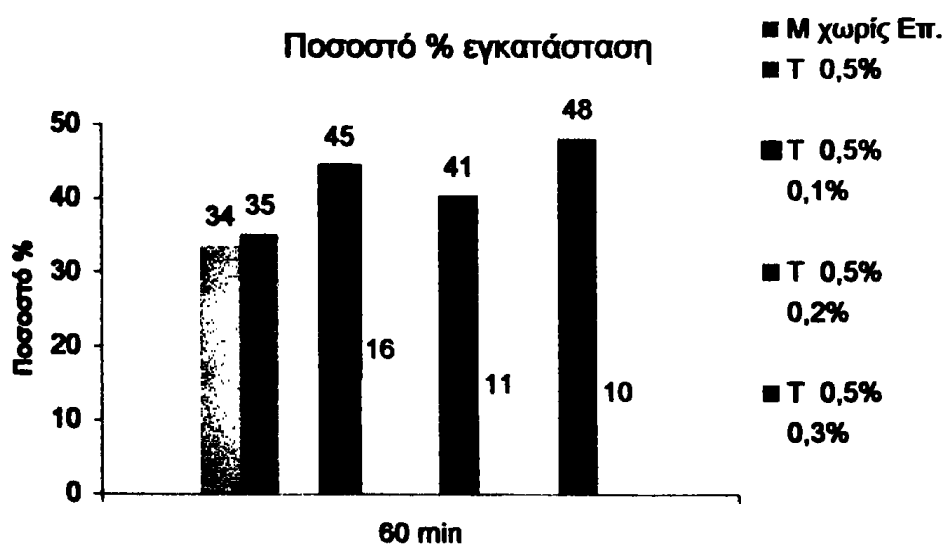
6.2.1 Βιοδοκιμές διπλής επιλογής

6.2.1.1 Εγκατάσταση αφίδων

Τα παρακάτω ιστογράμματα (Σχήματα 2 - 7) δείχνουν το ποσοστό% εγκατάστασης* των αφίδων στα φύλλα που δέχθηκαν την επέμβαση με αιθέριο έλαιο και τον μάρτυρα Triton X-100 0,5% (T) σε βιοδοκιμές διπλής επιλογής, καθώς επίσης το ποσοστό% των αφίδων που εγκαταστάθηκαν στα φύλλα που δέχθηκαν την επίδραση του Triton X-100 0,5% (T) και του μάρτυρα χωρίς επέμβαση (M) 30, 60, 120min και 24, 48, 72h μετά την έναρξη του πειράματος.

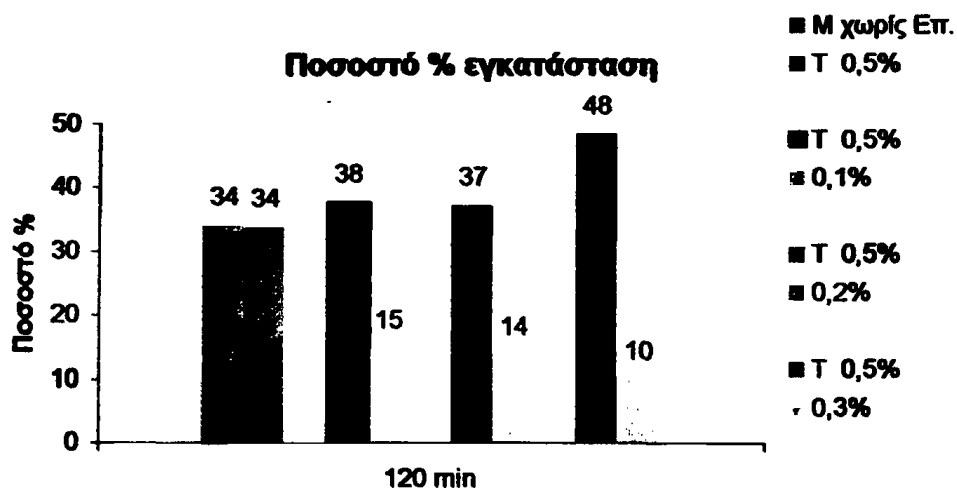


Σχήμα 2*: Εργαστηριακές βιοδοκιμές διπλής επιλογής 30min μετά την έναρξη του πειράματος.

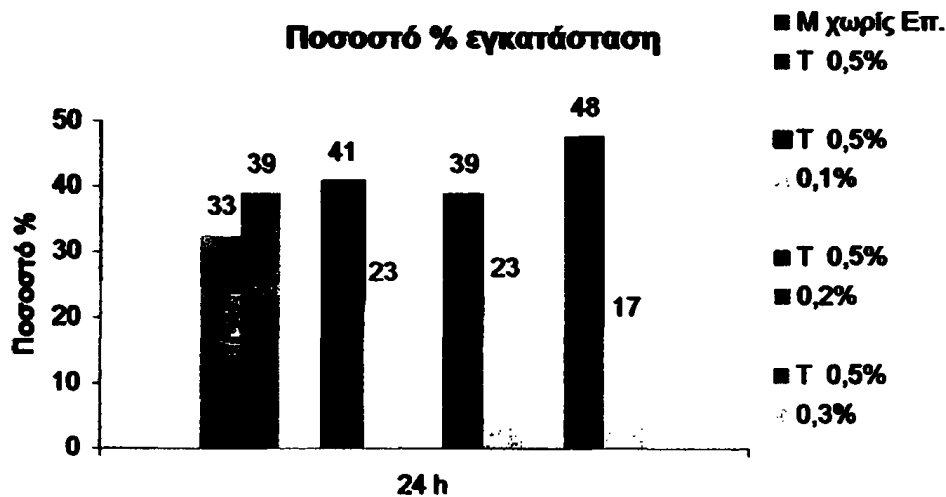


Σχήμα 3: Εργαστηριακές βιοδοκιμές διπλής επιλογής 60min μετά την έναρξη του πειράματος.

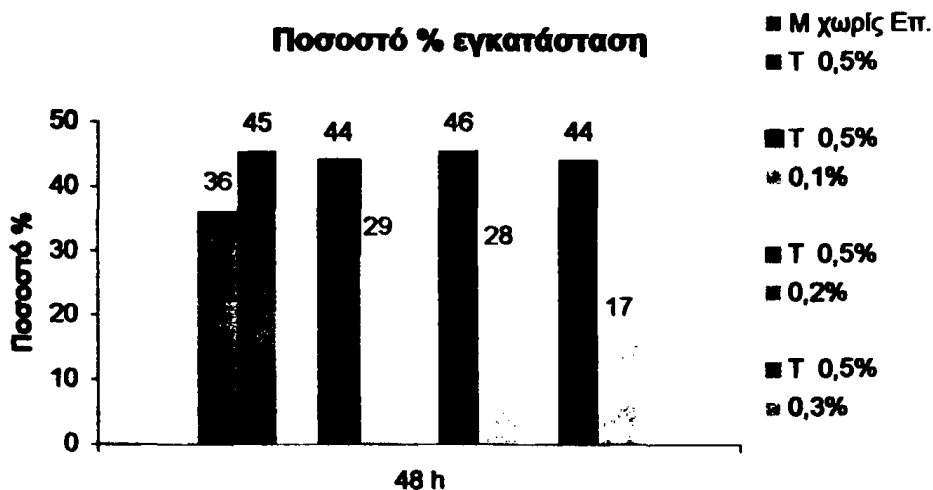
* Βλέπε Παράρτημα IV για πίνακες αποτελεσμάτων



Σχήμα 4: Εργαστηριακές βιοδοκιμές διπλής επιλογής 120min μετά την έναρξη του πειράματος.

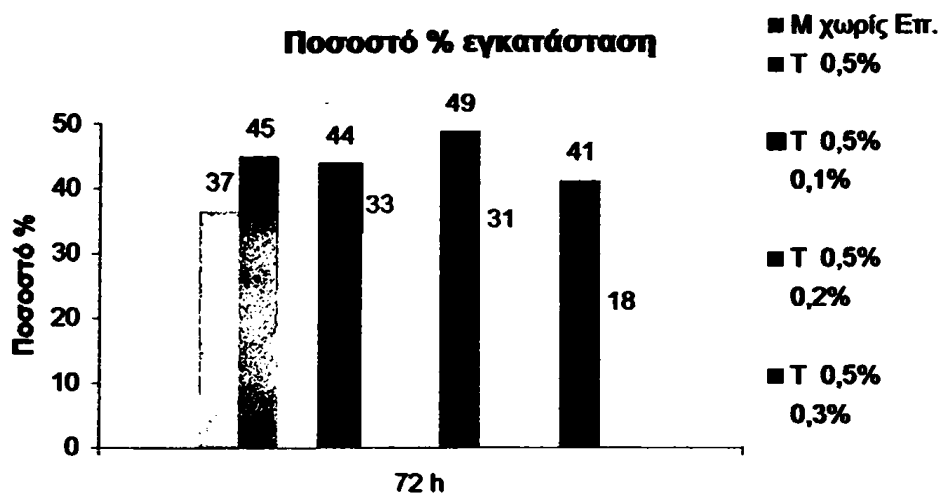


Σχήμα 5: Εργαστηριακές βιοδοκιμές διπλής επιλογής 24h μετά την έναρξη του πειράματος.



Σχήμα 6: Εργαστηριακές βιοδοκιμές διπλής επιλογής 48h μετά την έναρξη του πειράματος.





Σχήμα 7: Εργαστηριακές βιοδοκιμές διπλής επιλογής 72h μετά την έναρξη του πειράματος.

Μάρτυρας χωρίς επέμβαση – Triton X-100 0,5%: Σε όλες σχεδόν τις μετρήσεις που λήφθηκαν περισσότερες αφίδες εγκαταστάθηκαν στο φύλλο που δέχθηκε την επέμβαση με Triton X-100 0,5% όμως η διαφορά είναι στατιστικώς μη σημαντική* (Wilcoxon's pairs signed ranks test)*.

Triton X-100 0,5% - αιθέριο έλαιο 0,1%: Σημαντικά λιγότερες αφίδες εγκαταστάθηκαν στο φύλλο που δέχθηκε την επέμβαση με αιθέριο έλαιο συγκέντρωσης 0,1%. Η διαφορά είναι στατιστικώς σημαντική μέχρι και 48h μετά την έναρξη του πειράματος. Σε 72h μετά την έναρξη του πειράματος η διαφορά ως προς το ποσοστό εγκατάστασης παύει να είναι σημαντική (Wilcoxon's pairs signed ranks test, $p=0,000$ μετά από 30min, 60min, 120min, $p=0,003$ σε 24h, $p=0,014$ σε 48h και $p=0,056$ στις 72h).

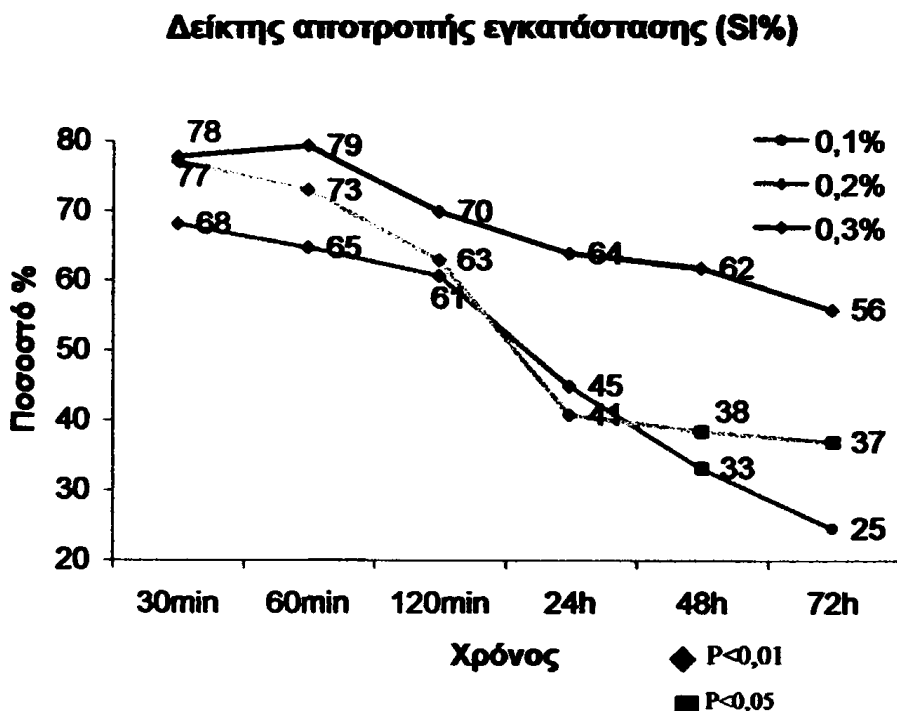
Triton X-100 0,5% - αιθέριο έλαιο 0,2%: Στατιστικώς σημαντικά λιγότερες αφίδες εγκαταστάθηκαν στο φύλλο που δέχθηκε την επέμβαση αιθέριου ελαίου συγκέντρωσης 0,2% σε όλες τις μετρήσεις (Wilcoxon's pairs signed ranks test, $p=0,000$ μετά από 30min, 60min, 120min, $p=0,008$ σε 24h, $p=0,015$ σε 48h και $p=0,032$ στις 72h).

Triton X-100 0,5% - αιθέριο έλαιο 0,3%: Καθόλη την διάρκεια του πειράματος εγκαταστάθηκαν στατιστικώς σημαντικά λιγότερες αφίδες στη μεταχείριση με αιθέριο έλαιο συγκέντρωσης 0,3% (Wilcoxon's pairs

* Βλέπε Παράρτημα V για στατιστική ανάλυση

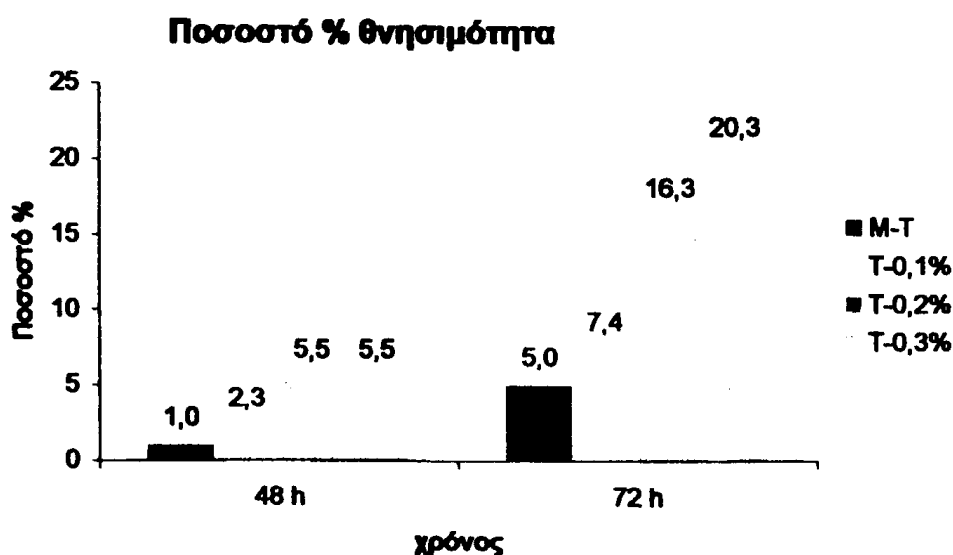
signed ranks test, $p=0,000$ μετά από 30min, 60min, 120min, 24h, 48h και $p=0,001$ στις 72h).

6.2.1.2 Αποτροπή εγκατάστασης αφίδων



Σχήμα 8: Ο Δείκτης SI% υπολογίστηκε για τις τρεις συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου του *C. capitatus* με βάση τα αποτελέσματα των εργαστηριακών βιοδοκιμών διπλής επιλογής

6.2.1.3 Θνησιμότητα

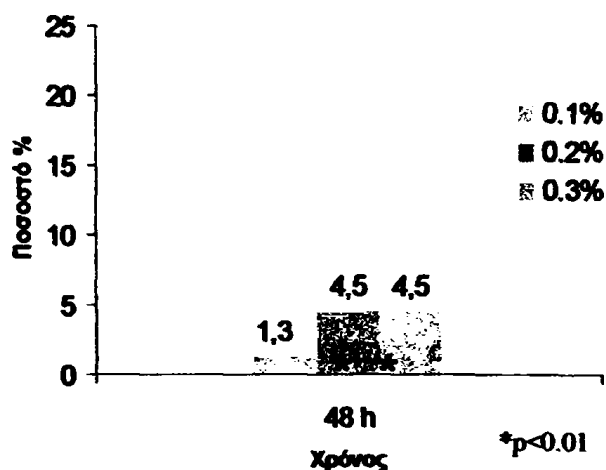


Σχήμα 9: Ποσοστό % θνησιμότητα της *M. Sanborni* σε εργαστηριακές βιοδοκιμές διπλής επιλογής μετά από 48 & 72h.

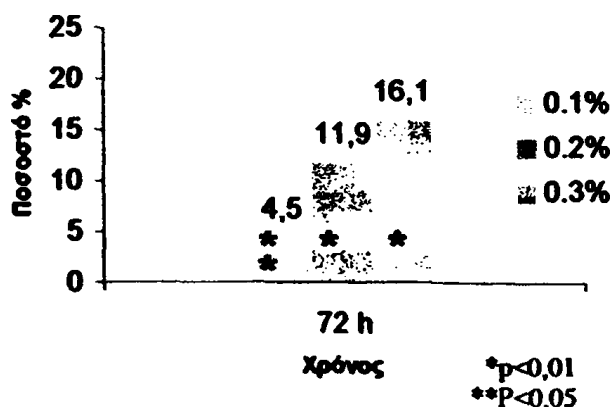
48 h: Στις επεμβάσεις με αιθέριο έλαιο συγκέντρωσης 0,2 και 0,3 % το ποσοστό θνησιμότητας % είναι στατιστικώς σημαντικό σε σχέση με τον μάρτυρα (Triton X-100 0,5%) (Kruskal Wallis H, $p=0,002$ για 0,2% και $p=0,003$ 0,3%). Στη συγκέντρωση 0,1 % δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά.

72 h: Το ποσοστό % των νεκρών αφίδων σε όλες τις επεμβάσεις με αιθέριο έλαιο είναι στατιστικώς σημαντικό σε σχέση με τον μάρτυρα (Triton X-100 0,5%) στη συγκέντρωση 0,1% για επίπεδο σημαντικότητας 5% και στις συγκεντρώσεις 0,2% και 0,3% για επίπεδο σημαντικότητας 1% (Kruskal Wallis H, $p=0,047$ για 0,1% και $p=0,000$ για 0,2% & 0,3%)

Ποσοστό % διορθωμένη θνησιμότητα



Σχήμα 10: Ποσοστό % διορθωμένη θνησιμότητα υπολογισμένη για τις τρεις συγκεντρώσεις (0,1%, 0,2% & 0,3%) του αιθέριου ελαίου 48h μετά την έναρξη των βιοδοκιμών διπλής επιλογής

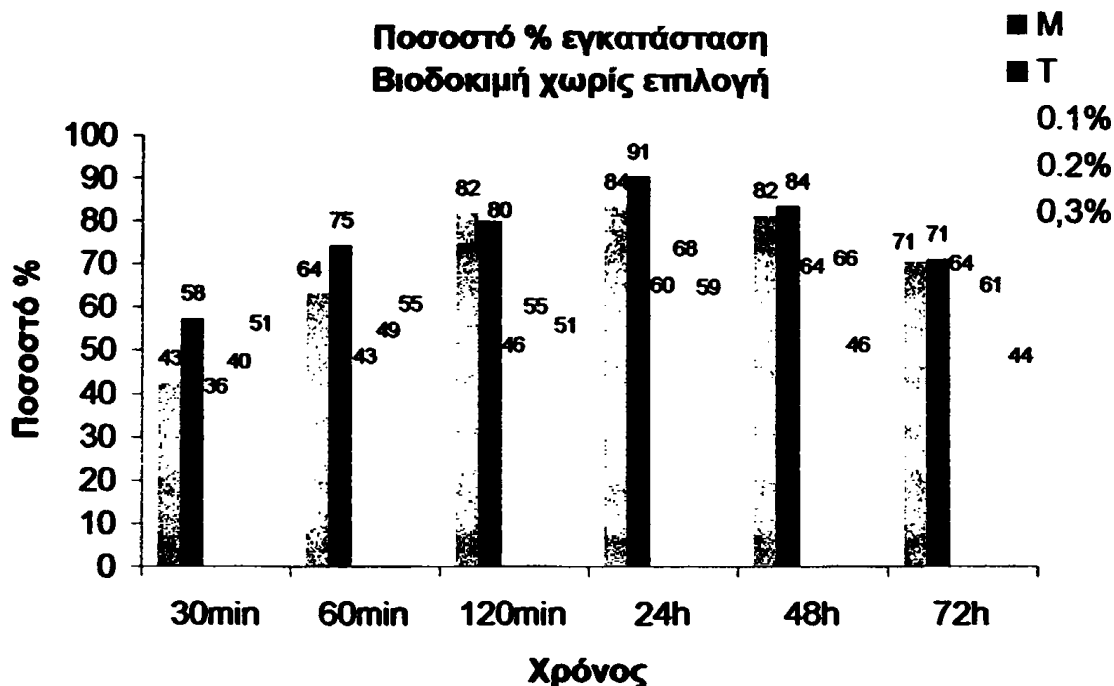


Σχήμα 11: Ποσοστό % διορθωμένη θνησιμότητα υπολογισμένη για τις τρεις συγκεντρώσεις (0,1%, 0,2% & 0,3%) του αιθέριου ελαίου 72h μετά την έναρξη των βιοδοκιμών διπλής επιλογής



6.2.2 Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή

6.2.2.1 Εγκατάσταση αφίδων



Σχήμα 12: Εργαστηριακές βιοδοκιμές χωρίς επιλογή δίσκων φύλλου χρυσανθέμου τριών συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου του *C. Capitatus* στη *M. Sanborni*.

30 min: Στατιστικώς σημαντικά λιγότερες αφίδες εγκαταστάθηκαν στα φύλλα που δέχθηκαν την επέμβαση γαλακτώματος αιθέριου ελαίου συγκέντρωσης 0,1 και 0,2% σε σχέση με την επέμβαση με Triton X-100 (T) που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας (Kruskal Wallis H, $p=0,003$ για 0,1 %, $p=0,002$ για 0,2%). Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά των αφίδων που εγκαταστάθηκαν στο Triton X-100 (T) και αυτών που εγκαταστάθηκαν στην επέμβαση με γαλάκτωμα συγκέντρωσης 0,3% (Kruskal Wallis H, $p=0,188$).

60 min: Και στις τρεις μεταχειρίσεις φύλλων με γαλάκτωμα αιθέριου ελαίου (0,1%, 0,2 & 0,3%) παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά των αφίδων που εγκαταστάθηκαν σε σχέση με τον μάρτυρα Triton X-100 (T) (Kruskal Wallis H, $p=0,000$ για 0,1 %, $p=0,000$ για 0,2%, $p=0,002$ για 0,3%)

120 min: Λιγότερες αφίδες εγκαταστάθηκαν στα φύλλα που δέχθηκαν την επέμβαση του αιθέριου ελαίου και στις τρεις συγκεντρώσεις σε σχέση



με τον με τον μάρτυρα Triton X-100 (T) και η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική (Kruskal Wallis H, $p=0,000$ για 0,1 %, $p=0,000$ για 0,2%, $p=0,000$ για 0,3%)

24 h: Οι αφίδες που εγκαταστάθηκαν στα φύλλα που δέχθηκαν την επέμβαση του αιθέριου ελαίου ήταν λιγότερες σε σχέση με τον μάρτυρα (Triton X-100) και στις τρεις συγκεντρώσεις (0,1% 0,2% & 0,3%) (Kruskal Wallis H, $p=0,000$ για 0,1 %, $p=0,000$ για 0,2%, $p=0,000$ για 0,3%)

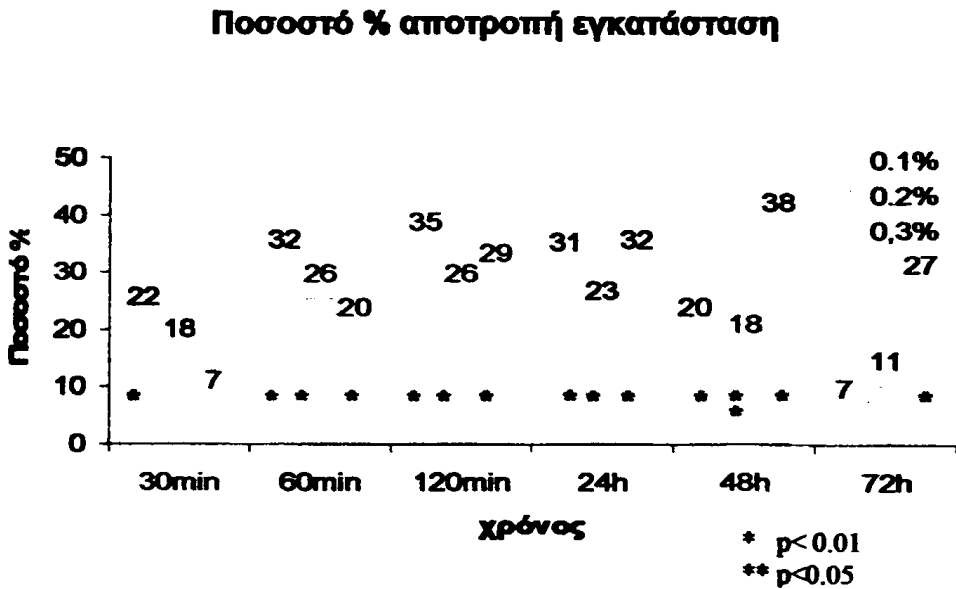
48 h: Στις μεταχειρίσεις με γαλάκτωμα αιθέριου ελαίου συγκέντρωσης 0,1 και 0,3% εγκαταστάθηκαν στατιστικώς σημαντικά λιγότερες αφίδες για επίπεδο σημαντικότητας 1% και στην συγκέντρωση 0,2 % για επίπεδο σημαντικότητας 5% σε σχέση με τον μάρτυρα (Triton X-100) (Kruskal Wallis H, $p=0,003$ για 0,1 %, $p=0,014$ για 0,2%, $p=0,000$ για 0,3%)

72 h: Στατιστικώς σημαντική διαφορά των αφίδων που εγκαταστάθηκαν στα φύλλα που δέχθηκαν επέμβαση γαλακτώματος αιθέριου ελαίου σε σχέση με τον μάρτυρα (Triton X-100) παρατηρείται μόνο στην συγκέντρωση 0,3%. Στις συγκεντρώσεις 0,1 και 0,2% παρόλο που εγκαταστάθηκαν λιγότερες αφίδες η διαφορά δεν είναι στατιστικώς σημαντική (Kruskal Wallis H, $p=0,159$ για 0,1 %, $p=0,099$ για 0,2%, $p=0,000$ για 0,3%)

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά των αφίδων που εγκαταστάθηκαν στα φύλλα που δέχθηκαν επέμβαση διαλύματος Triton X-100 0,5% σε σχέση με τα φύλλα χωρίς καμία επέμβαση, σε όλες τις μετρήσεις που λήφθηκαν 2 ώρες μετά την έναρξη του πειράματος. Στις δύο πρώτες μετρήσεις που λήφθηκαν μετά την έναρξη του πειράματος (30min, 60min) παρατηρήθηκε ότι περισσότερες αφίδες εγκαταστάθηκαν στα φύλλα που δέχθηκαν την επέμβαση με Triton X-100 0,5% και η διαφορά είναι στατιστικώς σημαντική για επίπεδο σημαντικότητας 1% αλλά μη σημαντική για επίπεδο σημαντικότητας 5%



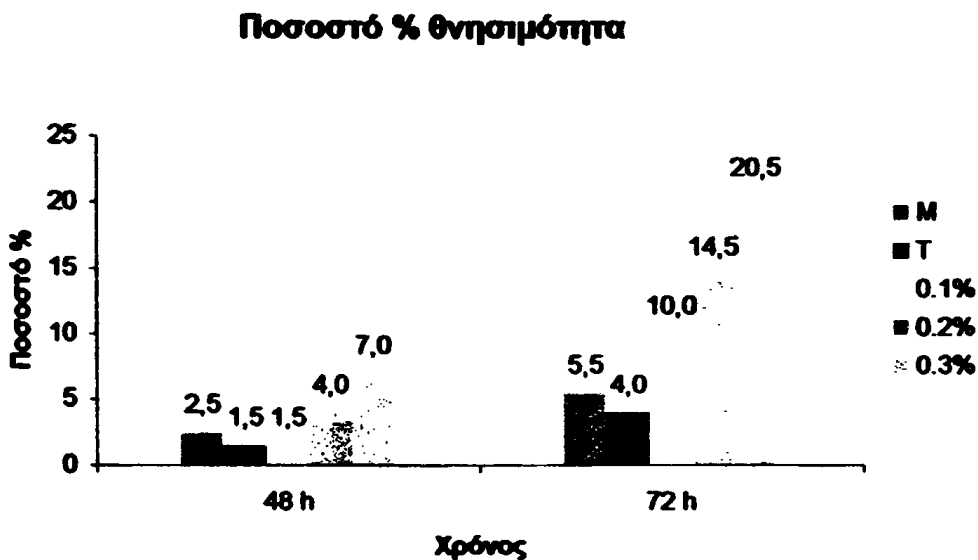
6.2.2.2 Αποτροπή εγκατάστασης



Σχήμα 13: Ποσοστό % αποτροπή εγκατάσταση τριών συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου του *C. Capitatus* στη *M. Sanborni* σε εργαστηριακές βιοδοκιμές χωρίς επιλογή

Στις βιοδοκιμές χωρίς επιλογή παρατηρείται ότι το ποσοστό% αποτροπής εγκατάστασης τις πρώτες ώρες μετά την έναρξη του πειράματος είναι μεγαλύτερο στη μικρότερη συγκέντρωση (0,1%). Μετά τις 24 ώρες και μέχρι την λήξη του πειράματος μεγαλύτερο ποσοστό% αποτροπής εγκατάστασης παρατηρείται στην μεγαλύτερη συγκέντρωση 0,3%.

6.2.2.3 Θνησιμότητα



Σχήμα 14: Εργαστηριακές βιοδοκιμές χωρίς επιλογή δίσκων φύλου χρυσανθέμου τριών συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου του *C. Capitatus* στην *M. Sanborni*.

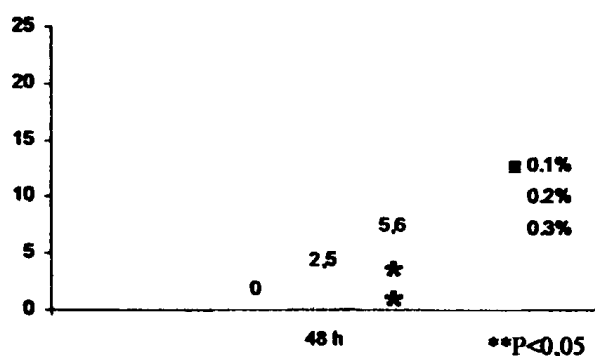


48 h: Στατιστικώς σημαντική διαφορά όσον αφορά το % θνησιμότητας των αφίδων στις επεμβάσεις με αιθέριο έλαιο σε σχέση με τον μάρτυρα (Triton X-100) παρατηρείται μόνο στην συγκέντρωση 0,3% (Kruskal Wallis H, $p=0,021$)

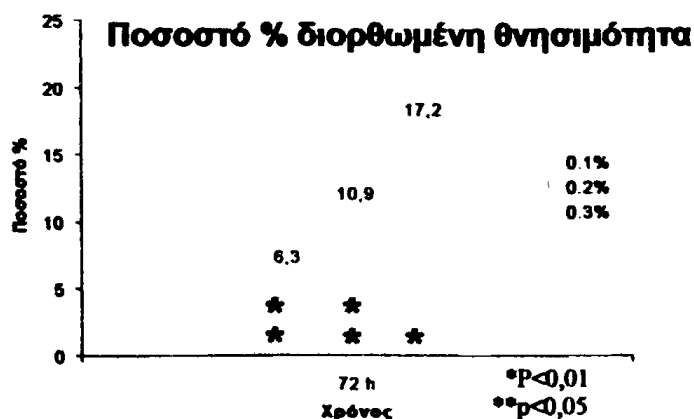
72 h: Σε όλες τις συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου το ποσοστό% θνησιμότητας των αφίδων είναι στατιστικώς σημαντικό σε σχέση με τον μάρτυρα (Triton X-100 και συγκεκριμένα στη συγκέντρωση 0,1% και 0,2% για επίπεδο σημαντικότητας 5% και στη συγκέντρωση 0,3% για επίπεδο σημαντικότητας 1% (Kruskal Wallis H, $p=0,033$ για 0,1%, $p=0,022$ για 0,2% & $p=0,000$ για 0,3%).

Το ποσοστό θνησιμότητας των αφίδων στην επέμβαση με Triton X-100 0,5% που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας είναι λίγο μικρότερο από αυτό που παρατηρήθηκε στην περίπτωση φύλλων χωρίς καμία επέμβαση, δίχως η διαφορά αυτή να είναι στατιστικώς σημαντική.

Ποσοστό % διορθωμένη θνησιμότητα



Σχήμα 15: Ποσοστό % διορθωμένη θνησιμότητα 48h μετά την έναρξη του πειράματος.



Σχήμα 16: Ποσοστό % διορθωμένης θνησιμότητας 72h μετά την έναρξη του πειράματος



7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

7.1 ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ

Η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου που παράγει ένα φυτό δεν εξαρτάται μόνο από το είδος του, αλλά και από πολλούς άλλους παράγοντες όπως το μικροκλίμα της περιοχής που αναπτύσσεται, το υψόμετρο, το έδαφος, το στάδιο ανάπτυξης και τον γενότυπο (Stahl-Biskup & Saez 2002). Ο χρόνος συλλογής (ώρα της ημέρας), η μέθοδος αποξήρανσης, ο τρόπος διατήρησης του αποξηραμένου φυτικού υλικού και η μέθοδος που εφαρμόζεται για την παραλαβή του είναι παράγοντες που επίσης επηρεάζουν τη σύσταση του αιθέριου ελαίου που παραλαμβάνεται (Πολυσίου 2002) και συνεπώς τη δραστηριότητά του.

Η χημική ανάλυση του αιθέριου ελαίου (Πίνακας 2), που χρησιμοποιήθηκε στις βιοδοκιμές, με GC-MS έδειξε ότι αποτελείται κυρίως από μονοτερπενικές φαινόλες και μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες. Χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (75,48%) ενώ η θυμόλη αποτελεί το 0,5% του αιθέριου ελαίου. Η περιεκτικότητα στους μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες *g-terpinene* και *p-cymene*, που αποτελούν πρόδρομες ενώσεις βιοσύνθεσης των δύο φαινολών, ανέρχεται στο 3,84% και 4,46% αντίστοιχα. Το σεσκιτερπένιο *b-caryophyllene* περιέχεται σε ποσοστό 3,31 %, ενώ το υπόλοιπο 10,93% του αιθέριου ελαίου που ταυτοποιήθηκε αποτελούν 26 συστατικά.

Για τη διερεύνηση της επίδρασης αιθέριων ελαίων ή των βιοδραστικών συστατικών τους με βιοδοκιμές δίσκων φύλλων παρασκευάζεται σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είτε γαλάκτωμα (Isman 2000, Koschier & Sedy 2002, 2003) είτε διάλυμα σε κάποιο οργανικό διαλύτη (Hummelbrunner *et al.* 2001, Akhtar & Isman 2004, Akhtar *et al.* 2003, Gutierrez *et al.* 1997, Powell *et al.* 1997, Messchendorp 1998). Διερευνήθηκε τόσο η χρήση του Triton X-100 συγκέντρωσης 0,5% ως γαλακτοματοποιητή (Koschier & Sedy 2002, 2003), όσο και της μεθανόλης ως διαλύτη. Η περίπτωση διάλυσης του αιθέριου ελαίου σε μεθανόλη απορρίφθηκε λόγω παρουσίας φυτοτοξικότητας στους δίσκους φύλλων με εφαρμογή 50 μl μεθανόλης σε κάθε πλευρά των φύλλων. Η εμβάπτιση δίσκων φύλλων σε διάλυμα Triton X-100 0,5% δεν παρουσίασε φυτοτοξικότητα. Μειονέκτημα της εφαρμογής του γαλακτώματος με εμβάπτιση του φύλλου είναι ότι η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου στη φυλλική επιφάνεια



(mg/cm²) είναι άγνωστη. Σε συγκέντρωση μεγαλύτερη του 0,3% δεν επιτυγχάνονταν καλή γαλακτοματοποίηση του αιθέριου ελαίου, γεγονός που αποτέλεσε περιοριστικό παράγοντα για την δοκιμή μεγαλύτερων συγκεντρώσεων αιθέριου ελαίου στις βιοδοκιμές.

7.2 ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ

Οι βιοδοκιμές διπλής επιλογής και μη επιλογής είναι κατάλληλες μέθοδοι για την διερεύνηση της επίδρασης του αιθέριου ελαίου στη συμπεριφορά της αφίδας. Η βιοδοκιμή διπλής επιλογής είναι περισσότερο ευαίσθητη διαδικασία, ενώ η βιοδοκιμή χωρίς επιλογή είναι περισσότερο αντιπροσωπευτική των συνθηκών καλλιέργειας ειδικά όταν πρόκειται για μονοφάγα είδη.

7.2.1. Βιοδοκιμές διπλής επιλογής

Από τις βιοδοκιμές διπλής επιλογής φαίνεται ότι το αιθέριο έλαιο του *C. capitatus* επιδρά στη συμπεριφορά και την επιβίωση της *M. sanborni*. Οι δίσκοι φύλλων χρυσανθέμου που δέχθηκαν την επέμβαση του αιθέριου ελαίου έδειξαν σημαντική επίδραση τις δύο πρώτες ώρες μετά την έναρξη του πειράματος στην εγκατάσταση της *M. sanborni* σε όλες τις συγκεντρώσεις (Σχήμα 2-7). Το μεγαλύτερο ποσοστό% αποτροπής εγκατάστασης (σχεδόν 80%) (Σχήμα 8) παρατηρήθηκε 1 ώρα μετά την έναρξη του πειράματος στη συγκέντρωση 0,3%. Μετά τις δύο πρώτες ώρες το ποσοστό % αποτροπής μειώθηκε μέχρι την λήξη του πειράματος (72h) σε όλες τις συγκεντρώσεις. Στη συγκέντρωση 0,3% η αποτροπή εγκατάστασης παραμένει ακόμα σχετικά σημαντική (56%) μετά από 72h ενώ το ποσοστό θνησιμότητας ανέρχεται στο (16,1%). Στη μικρότερη συγκέντρωση 0,1% η αποτροπή εγκατάστασης μετά από 72 ώρες είναι στατιστικώς μη σημαντική.

Οι βιοδοκιμές διπλής επιλογής δείχνουν ότι όταν υπάρχει εναλλακτική λύση τροφής οι αφίδες προτιμούν να εγκαθίστανται στα φύλλα που δεν έχουν δεχθεί την εφαρμογή του αιθέριου ελαίου και το % ποσοστό αποτροπής εγκατάστασης είναι εξαρτώμενο της συγκέντρωσης όπως επίσης και η θνησιμότητα αλλά δεν είναι δυνατό να εξαχθούν συμπεράσματα για τον τρόπο δράσης του αιθέριου ελαίου. Η επίδραση του αιθέριου ελαίου στην εγκατάσταση των αφίδων μπορεί να οφείλεται σε έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω λόγους:



- Την απωθητική δράση πτητικών ενώσεων του ελαίου που δρουν στα οσφρητικά αισθητήρια όργανα του εντόμου.
- Την αποτρεπτική δράση αντιτροφικών ενώσεων που μπορεί να περιέχονται στο έλαιο, και δρουν μέσω επαφής στα γευστικά όργανα προτίμησης του εντόμου. Οι ενώσεις αυτές μπορεί να αποτρέπουν την διεξαγωγή δοκιμαστικών νυγμάτων.
- Σε ενώσεις που αποτρέπουν τη βρώση π.χ. μέσω παρεμπόδισης της απομύζησης. Η αποτροπή της βρώσης μπορεί να οφείλεται και σε τοξική μη θανατηφόρο δράση συστατικών του αιθέριου ελαίου.

Το γεγονός ότι η αποτρεπτική δράση του αιθέριου ελαίου είναι αρχικά σημαντική αλλά μεκώνεται ή χάνεται με την πάροδο του χρόνου ανάλογα με τη συγκέντρωση μπορεί να οφείλεται στα εξής:

- Τα βιοδραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου είναι χημικά ασταθή με έναν περιορισμένο χρόνο υπολειμματικής διάρκειας στην επιφάνεια του φύλλου.
- Η μείωση ή απώλεια (ανάλογα με την συγκέντρωση) της αποτελεσματικότητας του αιθέριου ελαίου με την πάροδο του χρόνου μπορεί να οφείλεται στην αλληλεπίδρασή των συστατικών του με την φυλλική επιφάνεια. Πιθανόν τα βιοδραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου να μεταβολίζονται στο φύλλο ή να απορροφούνται στο εσωτερικό του.
- Η αφίδα εξοικειώνεται ή απευαισθητοποιείται στον παράγοντα που αρχικά προκάλεσε την αποτροπή της εγκατάστασής της.

Σε όλες τις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές (0,1%, 0,2 & 0,3%) παρατηρήθηκε ότι το αιθέριο έλαιο επηρεάζει την επιβίωση των ενήλικων άπτερων θηλυκών ατόμων της αφίδας των χρυσανθέμων. Η εντομοκτόνος δράση πιθανό να οφείλεται κυρίως στην καρβακρόλη, η οποία αποτελεί το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου και την συνεργιστική ή ανταγωνιστική της δράση με τα υπόλοιπα συστατικά του ελαίου. Οι βιοδοκιμές που χρησιμοποιήθηκαν δεν επιτρέπουν να συμπεράνουμε αν η τοξική θανατηφόρος επίδραση οφείλεται στην επαφή του εντόμου με την επιφάνεια του φύλλου που δέχθηκε την επίδραση του αιθέριου ελαίου, ή την εντομοκτόνο δράση των πτητικών του ενώσεων.



7.2.2. Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή

Στις βιοδοκιμές χωρίς επιλογή δεν υπάρχει εναλλακτική λύση τροφής και συνεπώς ασκείται μεγαλύτερη πίεση στις αφίδες να εγκατασταθούν στα φύλλα που έχουν δεχθεί την επέμβαση με το αιθέριο έλαιο. Στη συγκέντρωση 0,3% το αιθέριο έλαιο απέτρεψε την εγκατάσταση των αφίδων κατά 38% μετά από 48 ώρες (Εικόνα 13) ενώ το ποσοστό των νεκρών αφίδων ανήρθε στο 17,2% (Εικόνα 16) μετά από 72 ώρες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι το ποσοστό % αποτροπής εγκατάστασης των αφίδων είναι αντιστρόφως ανάλογο της συγκέντρωσης του ελαίου τις πρώτες 24h και ανάλογο της συγκέντρωσης μέχρι τις 72h. Το γεγονός αυτό φαίνεται να οφείλεται στην καθυστερημένη απομάκρυνση των αφίδων από την φυλλική επιφάνεια που δέχθηκε την μεγαλύτερη συγκέντρωση του ελαίου, λόγω της τοξικής του επίδρασης στο έντομο. Το % ποσοστό αποτροπής εγκατάστασης ήταν μικρότερο σε σχέση με τη βιοδοκιμή δπλής επιλογής όπως ήταν αναμενόμενο και το ποσοστό % θνησιμότητας σχεδόν στα ίδια ποσοστά. Τα συμπεράσματα που εξήχθησαν με αυτή τη βιοδοκιμή είναι σύμφωνα με τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τη βιοδοκιμή δπλής επιλογής.

7.3 ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Με τις βιοδοκιμές που χρησιμοποιήθηκαν διερευνήθηκε η επίδραση του αιθέριου ελαίου στη συμπεριφορά και την επιβίωση ενήλικων άπτερων θηλυκών ατόμων της αφίδας, όταν αυτό εφαρμόζεται πριν την εγκατάσταση των αφίδων στον ξενιστή. Ενδιαφέρον παρουσιάζει:

- Η μελέτη της επίδρασης του ελαίου στην αναπαραγωγική ικανότητα των αφίδων.
- Η αποτελεσματικότητά του στα προνυμφικά στάδια
- Η επίδραση του ελαίου αν αυτό εφαρμοστεί μετά την εγκατάσταση των αφίδων στον ξενιστή
- Η διερεύνηση της επίδρασης του ελαίου στην συμπεριφορά των πτερωτών ατόμων τα οποία έχουν τη δυνατότητα να πετάξουν από τα φυτά που έχουν δεχθεί την επίδραση του ελαίου αν αυτά δεν είναι της προτίμησής τους.
- Η μελέτη της εντομοκτόνου δράσης επαφής και ατμών του ελαίου.



8. ΣΥΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών δείχνουν ότι το αιθέριο έλαιο του *C. capitatus* έχει κάποια επίδραση στην συμπεριφορά και την επιβίωση της *M. Sanborni*. Αποτρέπει την εγκατάσταση της στη φυλλική επιφάνεια που έχει δεχθεί την επίδραση του ελαίου σε όλες τις μελετώμενες συγκεντρώσεις. Μεγαλύτερη αποτρεπτική δράση και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παρατηρήθηκε στην συγκέντρωση 0,3%, όπως επίσης και μεγαλύτερο ποσοστό θνησιμότητας. Ωστόσο ο τρόπος δράσης του αιθέριου ελαίου παραμένει ασαφής. Περαιτέρω βιοδοκιμές με την εφαρμογή καθαρών ενώσεων που αποτελούν συστατικά του αιθέριου ελαίου απαιτούνται προκειμένου αυτό να καθοριστεί. Δεν πραγματοποιήθηκε καμία έρευνα πεδίου και επομένως δεν γνωρίζουμε αν σε υπαίθριες συνθήκες έχουμε τα ίδια αποτελέσματα όπως στην εργαστηριακή έρευνα. Η μελέτη της εντομοκτόνου δράσης των αιθρών του ελαίου θα μπορούσε να είναι χρήσιμη για την εφαρμογή μόνο σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

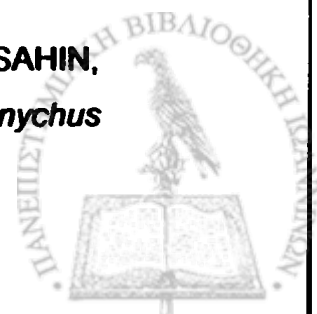
Η χρήση αιθέριου ελαίου του *C. capitatus* θεωρείται ασφαλής για τον άνθρωπο και φιλική προς το περιβάλλον. Χρησιμοποιείται στα τρόφιμα και βιοαποικοδομείται από μικροοργανισμούς του εδάφους. Ωστόσο θα πρέπει να ελεγχθούν η επίδρασή του σε οργανισμούς μη στόχους όπως αρπακτικά και παράσιτα των αφίδων, άλλες περιβαλλοντικές επιδράσεις, η κατάλληλη δόση, ο αριθμός των επεμβάσεων και η δυνατότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας της αφίδας σε αυτό.

Για τη χρήση του ως επιτυχή παράγοντα ελέγχου της αφίδας η δρασικότητά του θα πρέπει να παραμένει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στην επιφάνεια του φύλλου κάτι που μπορεί να βελτιωθεί με την κατάλληλη τυποποίηση του ελαίου.



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **ABBOTT W.S.**, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* **18**, 265-267.
2. **AKHTAR Y. & ISMAN M.**, 2004. Comparative growth inhibitory and antifeedant effects of plant extracts and pure allelochemicals on four phytophagous insect species. *Journal of Applied Entomology*.**128**, 32-38
3. **AKHTAR Y. & ISMAN M.**, 2004. Generalization of a Habituated feeding deterrent response to unrelated antifeedants following prolonged exposure in a generalist Herbivore, *Trichoplusia ni*. *Journal of Chemical Ecology* **30**, 1349-1362
4. **AKHTAR Y., RANKIN C. & ISMAN M.**, 2003. Decreased response to feeding deterrents following prolonged exposure in the larvae of generalist herbivore, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of insect behaviour* **16**, 811-831
5. **ARRAS G. & GRELLA GE.**, 1992: Wild thyme, *Thymus capitatus*, essential oil seasonal-changes and antimycotic activity. *Journal of horticultural science* **67**, 197-202
6. **ARRAS G. & USAI M.**, 2001. Fungitoxic activity of 12 essential oils against postharvest citrus pathogens: Chemical analysis of *Thymus capitatus* oil and its effect in subatmospheric pressure conditions. *Journal of food protection* **64** , 1025-1029
7. **ASAKAWA Y., DAWSON G.W., GRIFFITHS D.C., LALLAMAND J.Y., LEY S.V., MORI K., MUDD A., PEZECHK-LECLAIRE M., PICKET J.A., WATANABE H., WOODCOCK C.M. & ZANG Z.-N.** 1988. Activity of drimane antifeedants and related compounds against aphids, and comparative biological effects of (-) and (+) polygodial. *Journal of Chemical Ecology* **14**, 1845-1855.
8. **ASLAN I., HILKMET OZBEK, ONDER CALMASUR FIKRETIN SAHIN,** 2004. Toxicity of essential oil vapour to two greenhous pests, *Tetranychus*



urticae Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and products* **19**
167-173

9. BOUCHRA C., ACHOURI M., HASSANI L.M., HMAMOUCHE M., 2003. Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers:Fr. *Journal of ethnopharmacology* **89**, 165-169
10. CALMASUR O., IFRAN ASLAN, & FIKRETTIN SAHIN, 2005. Insecticidal and acaridal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial crop and products*
11. CHAPMAN R. & G. BOER, 1995. Regulatory mechanisms in insect feeding. Chapman & Hall, pp 364-367
12. CHOI W., LEE E., CHOI B., PARK H. & AHN Y., 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera Aleurodidae). *Journal of Economic Entomology*. **96**, 1479- 1484
13. CIESLA W., 2004. Forest Health Management Intl. Image 0758007. www.ipmimages.org/.
14. COSENTINO S., TUBEROSE C., PISANO B., SATTA M., MASCIA V., ARZEDI E. & PALMAS F., 1999. In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. *Letters in applied Microbiology* **29**, 130-135.
15. COX P., 2004. Potential for using semiochemicals to protect stored product from insect infestation. *Journal of stored products research* **40**, 1-25.
16. CSIRO Entomology 2004. Australian Government , Department of Agriculture, Fisheries and Forestry http://www.ento.csiro.au/aicr/name_s/b_2433.htm
17. DELLA BEFFA G., 1962. Γεωργική εντομολογία. Μετάφραση και συμπλήρωση Γ. Καραμάνου-Σ. Μαρσέλου. Μόσχου Χρ. Γκιουρδά, Αθήνα. Σελ. 254



18. DUKE S., 1990. Natural pesticides from plants. In J. Janick and J.E. Simon (eds.), *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, OR, pp. 511-517
19. DREES B., 2004. Aphid management. *Texas Agricultural Extension Service*. <http://entowww.tamu.edu/extension/bulletins/uc/uc-031.html>
20. FLINT M., 2004. Pests in Landscapes and Gardens. IPM Education and Publications, *University of California Statewide IPM Program* http://www.ipm.ucdavis.edu/IPMPROJECT/ADS/manual_landscape.html
21. FOSTER S. & HARRIS M., 1997. Behavioural manipulation methods for insect pest management. *Annual review of entomology* **42**, 123-46
22. GREEN L., 2000. Greenhouse IPM: Sustainable aphid control. *Pest Management technical note*. www.attra.ncat.org
23. GRIFFITHS D.C., PICKET J.A., SMART L.E. & WOODCOCK C.M. 1989. Use of insect antifeedants against aphid vectors of plant virus disease. *Pesticide Science* **27**, 269-276.
24. GUTIERREZ C., FERERES A., REINA M., CABRERA R., GONZALEZ-COLOMA A., 1997. Behavioral and sublethal effects of structurally related lower terpens on *Myzus persicae*. *Journal of Chemical Ecology*, **23** 1641-1650
25. HARVEY J., University of North Carolina, http://airsite.unc.edu/atmchemunc/harveys_labs/IsopreneMech.html
26. HEDIN P., HOLLINWORTH R., MASLER E., MIYAMOTO J., THOMPSON D., 1995. Phytochemicals for pest control. *AcS symposium series 658*. American Chemical Society Washington, 1-7
27. HUMMELBRUNNER L. & M. ISMAN 2001. Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds of the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (LEP., Noctuidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49**, 715-720.



28. ICA 2005. Instituto Colombiano Agropecuario. <http://www.ica.gov.co/servicios/cerfito/plagas/crisantemo/crisendemica/17.htm>
29. ISMAN M., 2002. Insect antifeedants. *Pesticide outlook* 152-157
30. ISMAN M., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19, 603-608.
31. JERMY T. 1990. Prospects of antifeedant approach to pest control - a critical review. *Journal of Chemical Ecology* 16, 3151-3166.
32. KAHLIL S.K., BARTOS J. & LANDA Z., 1985. Effectiveness of *Verticillium lecanii* to reduce populations of aphids under glasshouse and field conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 12, 151-156.
33. KARAMANOLI K., VOKOU D., MENKISSOGLU U. & CONSTANTINIDOU H.-I., 2000. Bacterial colonization of phyllosphere of mediteranean aromatic plants. *Journal of chemical ecology* 26, 2035-2048
34. KARPOUTHSIS I., PARDALI E., FEGGOU E., KOKKINI S., SCOURAS Z. & MAVRAGANI – TSIPIDOU P., 1998. Insecticidal and genotoxic activities of Oregano essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 1111-1115
35. KINTZIOS S., 2000. The genus Sage. Medicinal and aromatic plants-industrial profiles Vol 14, *Harwood academic publishers*, 252
36. KLINGAUF F., BESTMAN H., VOSTROVSKI O. & MICHAELIS K. 1983. Wirkung von aetherischen , oellen auf Schadinsekten. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft fuer Allgemeine und Angewandte Entomologia*, 4, 123-126.
37. KLINGAUF K.F., 1987. Host plant finding and acceptance. In World crop pests: Aphids their biology, natural enemies and control, Volume C. *Elsevier Science Publishing Company INC.* pp. 209-223.



38. KLUEPFEL M., MCLEOD S., BLAKE J., GORSUCH C., Chrysanthemum problems. Home & Garden information center. *Clemson University cooperative extension service*. <http://hgic.clemson.edu>
39. KOKKINI S., 1994. Herbs of the Labiatae In Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition ; Marcae R., Robinson R., Sandler M., Fullerlove G., Eds.; *Academic press*: London, pp. 2342-2348.
40. KOSCHIER E. & K. SEDY, 2003. Labiatae essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* lindeman. *Crop protection* **22**, 929-934
41. KOSCHIER E., SEDY K. & NOVAK J., 2002. Influence of plant volatiles on feeding damage caused by onion *Thrips tabaci*. *Crop protection* **21**, 419-425.
42. KOSTYUKOVSKY M., RAFAELI A, GILEADI C., DEMCHENKO N. & SHAAYA E., 2002. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants possible mode of action against insect pests. *Pest managment Science*. **58**, 1101-1106.
43. LASSAAD H., ROMDHANE M., ABDERRABBA M., PLANCHE H. & CHERIF I., 2002. Variability in essential oil composition of Tunisian *Thymus capitatus* (L) Hoffmanns et Link. *Flavour and Fragrance Journal* **17** 26-28
44. LASSAAD H., ROMDHANE M., PLANCHE H. & ABDERRABBA M., 2005. Towards gas chromatography-mass spectrometry coupling protocols for both identifying and quantification essential oils of *Thymus capitatus* Hoff et. Link. *Journal of chromatography A* **1064**, 129-134.
45. MALAIS M.H. & RAVENSBERG W.J., 2003. Knowing and recognizing . The biology of glasshouse pests and their natural enemies. Koppert biological systems. *Reed Business information*, 145-169
46. MESSCHENDORP L., GOLS G., VAN LOON J., 1998. Behavioral effects and sensory detection of drimane deterrents in *Myzus persicae* and *aphis gossypii* nymphs. *Journal of Chemical Ecology* **24**, 1433-1446.



47. MILLER & STOETZEL, 1997. Aphids associated with chrysanthemum aphids in the United States. *Florida Entomologist* **80**, 218-
48. MOSCHETTI R., 2003 IPM of Alaska. The problem aphids <http://www.ipmofalaska.com/files/aphids.html>
49. OKA Y., NACAR S., PUTIEVSKY E., RAVID U., YAVIN Z. & SPIEGEL Y., 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against root-Knot nematode. *Phytopathology* **90**, 710-715
50. PAPAVALASOPOULOS A., 2000. Investigation of the use of an extract of *Ajuga reptans* as an antifeedant against the aphid *Myzus persicae*. University of Bristol. pp 5-6.
51. PICKETT J.A., DAWSON G.W., GRIFFITHS D.C., HASSANALI A., MERRITT L.A., MUDD A., SMITH M.C., WADHAMS L.J, WOODCOCK C.M. & ZHANG Z.N., 1987. Development of plant-derived antifeedants for crop protection. *Pesticide Science and Biotechnology*. Blackwell Scientific, Oxford. pp. 125-128.
52. PICKETT J.A., WADHAMS L.J, & WOODCOCK C.M., 1994. Attempts to control aphid pests by intergrated use of semiochemicals. *In proceeding of Brighton Crop Protection Conference: Pest and diseases*. pp. 1239-1246.
53. PICKETT J.A., WADHAMS L.J, & WOODCOCK C.M., 1997. Developing sustainable pest control from chemical ecology. *Agricultural, Ecosystems and environment* **64**, 149-156.
54. PITAROKILI D., TZAKOU O., LOUKIS A. & HARVALA C., 2003. Volatile Metabolites from *Salvia fruticosa* as antifungal agents in soilborne pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **41**, 3294-3301.
55. POLONSKY J., BHATNAGAR S.C., GRIFFITHS D.C., PICKETT J.A. & WOODCOCK C.M. 1989. Activity of quassinoids as antifeedants against aphids. *Journal of Chemical Ecology* **15**, 993-998.



56. POWELL G., HARDIE J. & PICKETT J., 1997. Laboratory evaluation of antifeedant compounds for inhibiting settling by cereal aphids. *Endomologia Experimentalis et Applicata* **84**, 189-193.
57. POWELL G., HARDIE J. & PICKETT J.A. 1998. The effects of antifeedant compounds and mineral oil on stylet penetration and transmission of potato virus Y by *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom. Aphididae). *Journal of Applied Entomology* **122**, 331-333.
58. REGNAULT-ROGERS C., 1997. The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Integrated Pest Management Reviews* **2**, 25-34,
59. ROTA C., CARRAMINANA JJ., BURILLO J., HERRERA A., 2004. In vitro antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants against selected foodborne pathogens. *Journal Food Protection* **67**, 1252-1256
60. SAMPSON B., TABANCA N., KIRIMER N. DEMIRCI B., HUNSNU CAN BASER K., KHAN I., SPIERS J. & WEDGE D., 2005. Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds against adult *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis) (Aphididae:Homoptera). *Pest management science* **61**, 1122-1128
61. SAMUELSSON G., 1996. Φαρμακευτικά προϊόντα φυσικής προέλευσης. Εγχειρίδιο φαρμακογνωσίας. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, σελ. 133-135.
62. SEDY K. & E. KOSCHIER (2003). Bioactivity of carvacrol and thymol against *Frankiniella occidentalis* and *Thrips tabaci*. *Journal of Applied Entomology* **127**, 313-316
63. SIMMONDS M., 1998. Chemoecology: The legacy left by Tony Swain. *Phytochemistry* **49**, 1183-1190
64. SKOULA M., & R. GRAYER 2004. Volatile oils of *Coridothymus capitatus*, *Satureja thymbra*, *Satureja spinosa* and *Thymbra calostachya* (Lamiaceae) from Crete. *Flavour and Fragrance Journal*. In press



65. SOUNDHARRAJAN RADHAKRISHAJANAN SRIDHAR, VELUSAMY RAJAGOPAL R., RAMASAMY RAJAVEL, SELLADURAI MASILAMANI, & SRINIVASAN NARASIMHAN, 2003. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **51**, 7596-7599.
66. STAHL-BISKUP E. & F. SAEZ, 2002. The genus *Thyme*. Medicinal and aromatic plants- industrial profiles Vol **24**, *Taylor & Francis*, 2, 75.
67. TJALLINGI W.F. 1995. Regulation of phloem sap feeding by aphids. In Regulatory mechanisms in insect feeding. *New York: Chapman & Hall*. pp. 190-209
68. TSIGOYRI A., PASSALOGLOU-KATRALI M., & SABATAKOU O., 2004. Palynological characteristics of different unifloral honeys from Greece. *GRANA* **43**, 122-128
69. TUNK I. & S. SAHINKAYA, 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Endomologia Experimentalis et Applicata* **86**, 183-187.
70. TUTIN T.G., V.H. HEYWOOD N.A. BURGERS D.M. MOORE D.H. VALENTINE S.M. WALTERS & D.A. WEBB. 1972. Flora Europaea. Diapensiaceae to Myoporaceae. *Cambridge University Press*, pp 126-174.
71. UNIVERSITY OF MINESOTA, 2002. Chrysanthemum aphid, Center for urban Ecology and Sustainability, NC cooperative Extension,. <http://www.entomology.umn.edu/cues/inter/inmine/aphidsc.html>
72. VOKOU D. & LIOTIRI S., 1999. Stimulation of soil microbial activity by essential oils. *Chemoecology* **9**, 41-45
73. WILLIAMSON R.C. 2001. Cooperative Extension of the University of Wisconsin Extension, University of Wisconsin <http://wihort.uwex.edu/gardenfacts/XAphids.doc>
74. WWW.kcpc.usyd.edu.au/discovery/glossary-all.html



75. YING YONG SHENG TAI XUE BAO. 2004. Effect of temperature on *Macrosiphoniella sanborni* development. *PubMed* 15, 1035-8
76. ΔΑΦΕΡΜΟΣ Β. 2005. Κοινωνική στατιστική με το SPSS. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 598
77. ΚΑΡΑΤΑΓΛΗΣ Σ., 1999. Φυσιολογία φυτών. Εκδόσεις *Art of text*, Θεσσαλονίκη. Σελ. 363-368, 373-378, 390-391.
78. ΚΩΦΙΔΗΣ Γ., 2004. Εποχιακές μεταβολές στη δομή, φωτοσύνθεση και τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών κατά την υψομετρική διαβάθμιση του Παγκαίου. Διδακτορική διατριβή, *Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*, Θεσσαλονίκη. Σελ.15-16
79. ΛΙΟΝΗΣ Χ., FARESJO A.O., FARESJO T. & ΣΚΟΥΛΑ Μ., 1997. Αντιοξειδωτική δράση κοινών αρωματικών φυτών της Κρήτης. Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά. Ζ' τριήμερο εργασίας. *Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ, Κύπρος*. Σελ. 447-452.
80. ΜΠΟΥΥΡΜΠΟΣ Β., ΣΚΟΥΝΤΡΙΔΑΚΗΣ Μ. ΔΑΡΑΚΗΣ Γ., 1997. Τα φυτικά αιθέρια έλαια στην αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών. Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά. Ζ' τριήμερο εργασίας. *Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ, Κύπρος*. Σελ. 496-506
81. ΜΠΟΥΥΡΜΠΟΣ Β. 1990. Σύγχρονες κατευθύνσεις στην αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών των καλλιεργούμενων φυτών. Φυτοφάρμακα προβλήματα και εναλλακτικές λύσεις. *Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς. Δίκτυο δράσης για τα φυτοφάρμακα. Αθήνα*. Σελ. 186-198
82. ΜΟΝΑΣΤΗΡΙΩΤΗ Μ., 2003. Ο ρόλος του νευροδιαβιβαστή / νευρορμόνη Οκτοπαμίνη στον έλεγχο Ροσπόθεσης των εντόμων. *10^ο Πανελλήνιο Εντομολογικό συνέδριο, Ηράκλειο, Περιλήψεις*.
83. ΜΠΡΟΥΜΑΣ Θ., 2001. Ορθολογική χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την αντιμετώπιση εντομολογικών εχθρών των φυτών, Για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, *Σεμινάριο από το*



**Ανθρώπινο Δίκτυο Διάδοσης της Ε&Τ Γνώσης-ΕΠΕΤ II, 98ΑΔ60, Αθήνα.
Σελ. 78-87**

84. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ, Χ., 2003. Ασθένειες καλλωπιστικών φυτών. Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα. Σελ. 401-2.
85. ΠΑΝΟΥ – ΦΙΛΟΘΕΟΥ Ε., 2002. Στοιχεία φυτικής παραγωγής. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Σελ. 117-118
86. ΠΑΝΟΥ – ΦΙΛΟΘΕΟΥ Ε., 2002. Η τοξικότητα του χαλκού στη ρίγανη (*Oriaganum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Letswaart). Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Σελ. 28
87. ΠΟΛΥΣΙΟΥ Μ., 2002. Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα των αρωματικών φυτών στην Ελλάδα. Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών & Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα. Σελ. 9, 11-15, 24-32, 109-110
88. ΠΟΛΥΣΙΟΥ Μ., 2003. Αειφόρος ανάπτυξη της Θράκης. 6^ο Παγκόσμιο συνέδριο θρακών, Αλεξανδρούπολη <http://www.synedrio.com/polysiou.html>
89. ΣΚΡΟΥΜΠΗΣ Β., 1985. Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 14-24.
90. ΣΚΡΟΥΜΠΗΣ Β., 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Αγροτύπος. Σελ. 23-28.
91. ΤΣΙΓΚΑΝΑΣ Θ., 2001. Τα φρύγανα σώζουν το περιβάλλον. Η καλύτερη άμυνα της φύσης για την αντιμετώπιση της ερημοποίησης. <http://www.mani.org.gr/florida/frigana/frig.htm>
92. ΤΖΑΝΑΚΑΚΗΣ Μ., 1995. Εντομολογία. University studio press. Θεσσαλονίκη. Σελ. 137-139.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Συστηματική κατάταξη της αφίδας *Macrosiphoniella sanborni* & του φυτού *Coridothymus capitatus*



Επιστημονική ονομασία: *Macrosiphoniella sanborni* (Gillette 1908),
Macrosiphum sanborni Theob., *Macrosiphoniella chrysanthemi* Samb.

Κοινό όνομα: Αφίδα των χρυσανθέμων, καστανή αφίδα των χρυσανθέμων

Υπερβασιλείο:	Eukaryota
Βασιλείο:	Animalia
Υποβασιλείο:	Metazoa
Φύλλο:	Arthropoda
Υπέρκλαση:	Hexapoda
Κλάση:	Insecta
Υπόκλαση:	Pterygota
Τάξη:	Hemiptera
Υπόταξη:	Homoptera
Υπεροικογένεια:	Aphidoidea
Οικογένεια:	Aphididae
Υποοικογένεια:	Aphidinae
Γένος:	<i>Macrosiphoniella</i>
Είδος:	<i>sanborni</i>

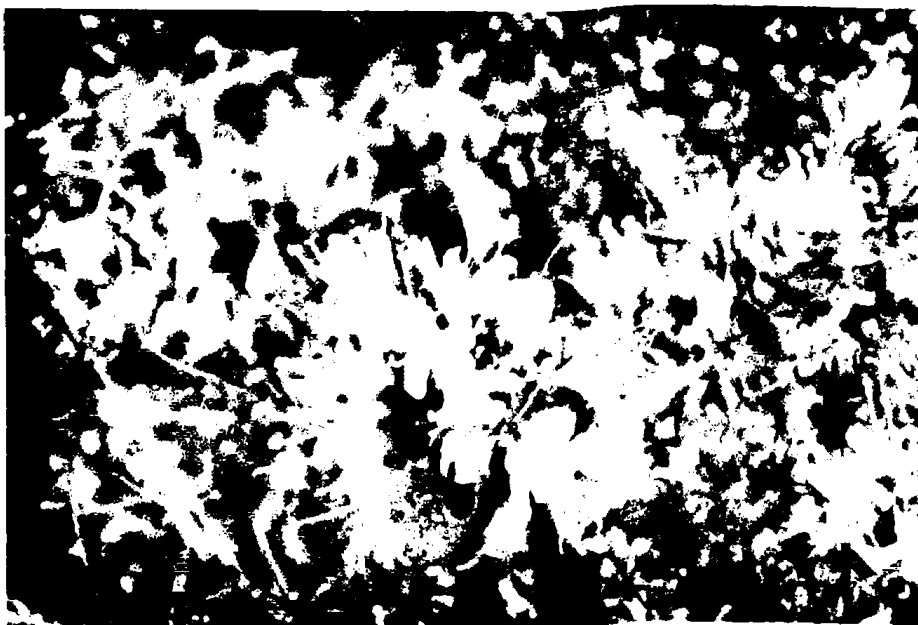


(Πηγή: Daniel Gilrein www.mrec.ifas.ufl.edu/lso/entomol/ncstate/aphids1.htm)

Επιστημονική ονομασία: *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. fil.,
capitatus (L.) Hoffmanns & Link και *Thymbra capitata* (L.) Cav.

Κοινό όνομα: Θυμάρι, Θυμάρι το κεφαλωτό

Υπερβασίλειο:	Eukaryota
Βασίλειο:	Plantae
Υποβασίλειο:	Tracheobionta
Αθροισμα:	Spermatophyta
Υποάθροισμα:	Magnoliophytina
Κλάση:	Magnoliatae
Υπόκλαση:	Asteridae
Υπέρταξη:	Lamianae
Τάξη:	Lamiales
Οικογένεια:	Lamiaceae, Labiatae
Γένος:	<i>Coridothymus</i>
Είδος:	<i>capitatus</i>

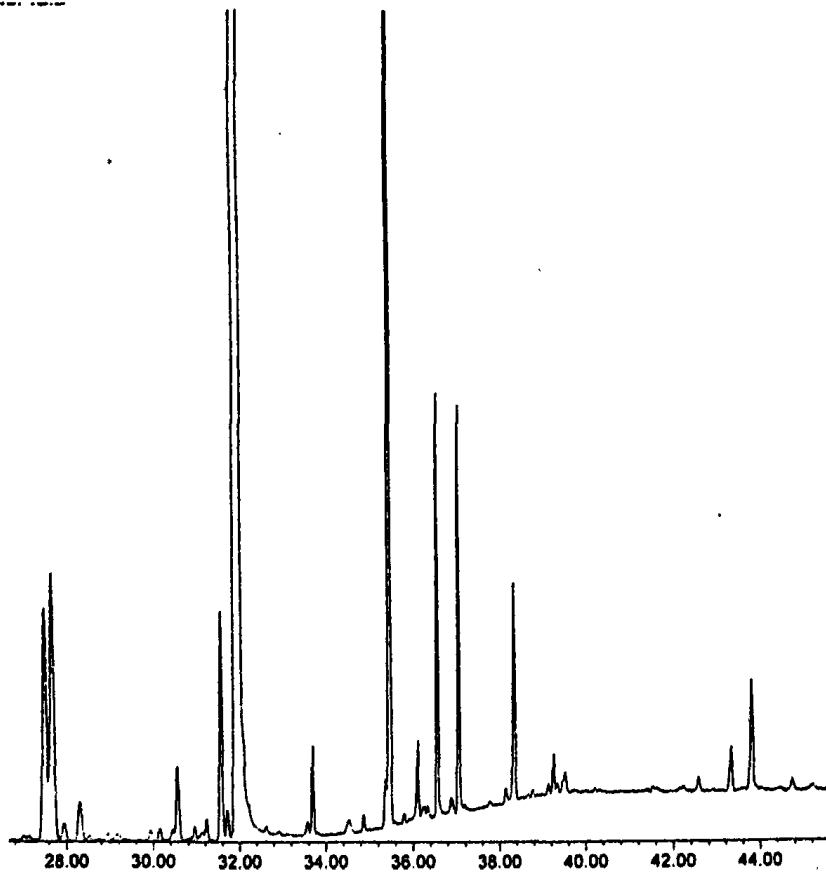
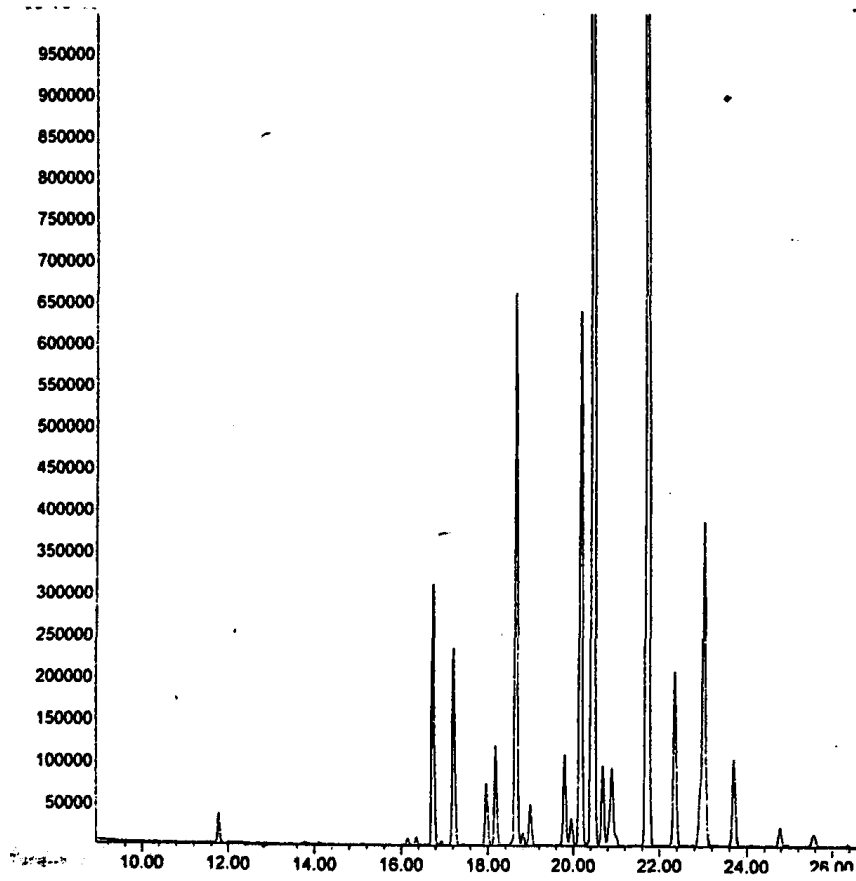


(Πηγή: www.bioclix.org)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Χρωματογράφημα αιθέριου ελαίου





Χρωματογράφημα αιθέριου ελαίου του *C. capitatus*

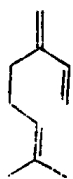


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

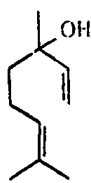
Συντακτικοί τύποι συστατικών του αιθέριου ελαίου



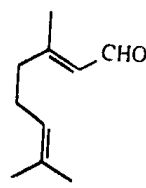
Ακυκλα μονοτερπένια



Myrcene

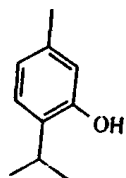


Linalol

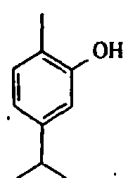


Geranial

Μονοκυκλικά μονοτερπένια



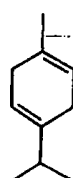
Thymol



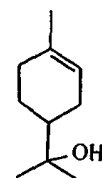
Carvacrol



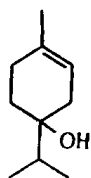
p-Cymene



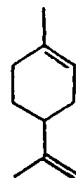
γ -terpinene



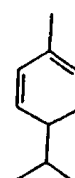
α -Terpineol



Terpinene-4-ol

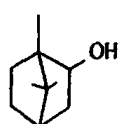


Limonene

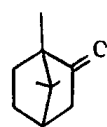


α -Phellandrene

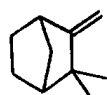
Δικυκλικά μονοτερπένια



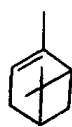
Borneol



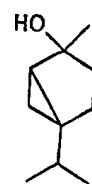
Camphor



Camphene

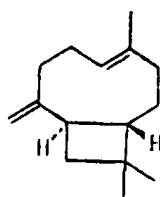


α -Pinene

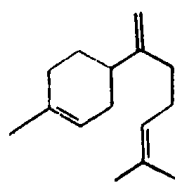


trans-Sabinene hydrate

Σεσκιτερπένια



β -Caryophyllene



β -Bisabolene

Συντακτικοί τύποι χαρακτηριστικών ενώσεων στο αιθέριο έλαιο του *C. capitatus*



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Πίνακες αποτελεσμάτων βιοδοκιμών



Α. ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Αποτελέσματα βιοδοκιμών διπλής επιλογής 30 min μετά την έναρξη του πειράματος

Βιοδοκιμές διπλής επιλογής																
30 min																
Α/Α	M-T				T-0,1%				T-0,2%				T-0,3%			
	MZ	TZ	ME	N	TZ	^{0,1} Z	ME	N	TZ	^{0,2} Z	ME	N	TZ	^{0,3} Z	ME	N
1	5	1	4	0	6	2	2	0	2	0	8	0	1	0	9	0
2	2	1	7	0	6	0	4	0	2	3	5	0	7	0	3	0
3	1	5	4	0	6	2	2	0	5	0	5	0	2	0	8	0
4	4	3	3	0	4	1	5	0	5	0	5	0	1	0	9	0
5	2	5	3	0	4	6	0	0	3	0	7	0	8	0	2	0
6	2	3	5	0	8	1	1	0	3	0	7	0	4	0	6	0
7	5	2	3	0	5	1	4	0	7	0	3	0	2	0	8	0
8	1	5	4	0	6	0	4	0	5	0	5	0	3	2	5	0
9	4	3	3	0	4	0	6	0	1	0	9	0	4	0	6	0
10	5	2	3	0	3	0	7	0	6	0	4	0	2	0	8	0
11	1	1	8	0	4	0	6	0	4	0	5	0	7	1	2	0
12	1	2	7	0	3	0	7	0	6	1	3	0	7	0	3	0
13	3	1	6	0	3	1	6	0	5	1	4	0	3	1	6	0
14	0	3	7	0	7	0	3	0	4	1	5	0	7	0	3	0
15	2	2	6	0	3	2	5	0	4	0	6	0	4	0	6	0
16	3	4	3	0	6	0	4	0	4	0	6	0	5	0	5	0
17	1	4	5	0	5	0	5	0	7	0	3	0	4	1	5	0
18	1	5	4	0	7	0	3	0	9	0	1	0	2	1	7	0
19	2	4	4	0	7	0	3	0	6	1	4	0	6	0	4	0
20	5	3	2	0	1	1	8	0	9	0	1	0	4	0	6	0
21	1	4	5	0	0	1	9	0	2	3	5	0	5	0	5	0
22	2	3	5	0	1	2	7	0	1	1	8	0	4	2	4	0
23	5	0	5	0	1	2	7	0	3	2	5	0	3	1	6	0
24	4	0	6	0	4	0	6	0	6	0	4	0	5	2	3	0
25	3	2	5	0	1	1	8	0	2	3	5	0	7	1	2	0
26	5	1	4	0	3	3	4	0	3	1	6	0	3	3	4	0
27	3	3	4	0	4	1	5	0	4	0	6	0	4	0	6	0
28	1	3	6	0	3	1	6	0	7	2	1	0	4	0	6	0
29	3	3	4	0	3	2	5	0	1	0	9	0	5	1	4	0
30	2	4	4	0	1	1	8	0	1	1	8	0	5	0	5	0
31	4	2	4	0	5	2	3	0	4	0	6	0	6	2	2	0
32	0	6	4	0	5	2	3	0	3	3	4	0	4	2	4	0
33	3	2	5	0	0	4	6	0	6	1	3	0	2	4	4	0
34	2	6	2	0	2	4	4	0	3	1	6	0	9	0	1	0
35	1	2	7	0	3	2	5	0	2	3	5	0	5	4	1	0
36	2	3	5	0	3	1	6	0	3	4	3	0	5	2	3	0
37	6	2	2	0	5	2	3	0	2	2	6	0	4	3	3	0
38	5	3	2	0	8	1	1	0	4	2	4	0	2	3	5	0
39	1	3	6	0	6	2	2	0	5	1	4	0	4	2	4	0
40	3	5	2	0	4	0	6	0	2	0	8	0	6	1	3	0
Σ	106	116	178	0	100	61	189	0	161	37	262	0	176	39	186	0



ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Αποτελέσματα βιοδοκιμών διπλής επιλογής 60 min μετά την έναρξη του πειράματος

Βιοδοκιμές διπλής επιλογής																
60 min																
Α/Α	M-T				T- 0,1%				T- 0,2%				T- 0,3%			
	MZ	TZ	ME	N	TZ	0,1 Z	ME	N	TZ	0,2 Z	ME	N	TZ	0,3 Z	ME	N
1	7	0	3	0	3	1	6	0	1	0	9	0	4	0	6	0
2	3	0	7	0	3	1	6	0	0	2	8	0	8	0	2	0
3	0	4	6	0	3	1	6	0	8	0	2	0	4	0	6	0
4	6	2	2	0	3	3	4	0	1	0	9	0	2	0	8	0
5	2	6	2	0	3	4	3	0	3	1	6	0	6	0	4	0
6	1	6	3	0	6	1	3	0	2	0	8	0	4	0	6	0
7	3	4	3	0	9	0	1	0	4	0	6	0	3	0	7	0
8	2	4	4	0	3	0	7	0	2	0	8	0	4	1	5	0
9	2	6	2	0	2	1	7	0	1	2	7	0	1	0	9	0
10	7	1	2	0	3	0	7	0	4	0	6	0	2	0	8	0
11	5	1	4	0	6	0	4	0	2	2	6	0	8	2	0	0
12	3	3	4	0	4	0	6	0	6	2	2	0	8	1	1	0
13	2	2	6	0	6	0	4	0	7	1	2	0	5	2	3	0
14	1	4	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	1	4	0
15	4	4	2	0	5	3	2	0	5	1	4	0	3	0	7	0
16	3	2	5	0	6	0	4	0	3	1	6	0	4	2	4	0
17	1	2	7	0	4	0	6	0	4	0	6	0	4	1	5	0
18	2	3	5	0	4	1	5	0	8	0	2	0	1	5	4	0
19	3	4	3	0	6	0	4	0	4	0	6	0	4	0	6	0
20	6	1	3	0	3	1	6	0	8	0	2	0	3	0	7	0
21	3	3	4	0	0	4	6	0	4	1	5	0	7	0	3	0
22	3	4	3	0	4	5	1	0	3	1	6	0	6	1	3	0
23	6	3	1	0	5	2	3	0	3	4	3	0	3	3	4	0
24	4	1	5	0	5	3	2	0	5	0	5	0	8	2	0	0
25	7	2	1	0	0	4	6	0	5	1	4	0	10	0	0	0
26	6	1	3	0	5	3	2	0	6	2	2	0	5	2	3	0
27	3	6	1	0	6	3	1	0	4	0	6	0	9	1	0	0
28	1	3	6	0	2	4	4	0	8	1	1	0	4	0	6	0
29	3	6	1	0	5	3	2	0	2	6	2	0	7	0	3	0
30	2	5	3	0	5	3	2	0	6	1	3	0	4	1	5	0
31	4	3	3	0	5	0	5	0	6	0	4	0	5	0	5	0
32	2	8	0	0	9	0	1	0	3	1	6	0	5	1	4	0
33	3	4	3	0	2	3	5	0	3	2	5	0	2	7	1	0
34	2	7	1	0	2	3	5	0	4	2	4	0	10	0	0	0
35	2	7	1	0	6	1	3	0	4	0	6	0	5	2	3	0
36	4	3	3	0	6	1	3	0	1	3	6	0	4	0	6	0
37	6	2	2	0	7	1	2	0	5	2	3	0	4	1	5	0
38	7	3	0	0	6	1	3	0	4	1	5	0	2	2	6	0
39	1	6	3	0	7	1	2	0	5	2	3	0	5	0	5	0
40	3	5	2	0	4	1	5	0	3	2	5	0	5	2	3	0
Σ	136	141	124	0	178	63	169	0	162	44	194	0	193	40	167	0



ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Αποτελέσματα βιοδοκιμών διπλής επιλογής 120 min μετά την έναρξη του πειράματος

Βιοδοκιμές διπλής επιλογής																
120 min																
Α/Α	M-T				T- 0,1%				T- 0,2%				T- 0,3%			
	MZ	TZ	ME	N	TZ	^{0,1} Z	ME	N	TZ	^{0,2} Z	ME	N	TZ	^{0,3} Z	ME	N
1	1	2	7	0	2	1	7	0	2	0	8	0	1	1	8	0
2	0	1	9	0	1	1	8	0	2	1	7	0	6	0	4	0
3	1	4	6	0	3	1	6	0	5	0	5	0	2	0	8	0
4	4	0	6	0	2	1	7	0	2	0	8	0	3	2	5	0
5	3	1	6	0	6	1	3	0	2	0	8	0	6	0	4	0
6	0	3	7	0	5	2	3	0	2	2	6	0	2	0	8	0
7	4	2	4	0	6	1	3	0	5	0	5	0	3	1	6	0
8	2	4	4	0	3	0	7	0	2	1	7	0	1	1	8	0
9	3	3	4	0	2	1	7	0	2	1	7	0	2	0	8	0
10	8	0	2	0	2	1	7	0	3	1	6	0	1	0	9	0
11	4	1	5	0	4	1	5	0	1	3	6	0	7	2	1	0
12	3	4	3	0	4	0	6	0	5	1	4	0	3	3	4	0
13	1	1	8	0	2	0	8	0	4	3	3	0	4	3	3	0
14	3	2	5	0	0	0	10	0	2	2	6	0	6	2	2	0
15	4	3	3	0	3	2	5	0	1	0	9	0	4	0	6	0
16	2	5	3	0	1	1	8	0	2	0	8	0	4	3	3	0
17	2	5	3	0	4	2	4	0	3	1	6	0	2	1	7	0
18	1	5	4	0	4	0	6	0	4	1	5	0	3	6	1	0
19	1	5	4	0	5	0	5	0	1	1	8	0	3	1	6	0
20	3	2	5	0	2	1	7	0	5	1	4	0	2	0	8	0
21	5	3	2	0	2	3	5	0	4	1	5	0	5	1	4	0
22	4	4	2	0	2	4	4	0	1	1	8	0	7	2	1	0
23	6	4	0	0	7	1	2	0	3	4	3	0	3	1	6	0
24	3	3	4	0	2	3	5	0	4	0	6	0	8	1	0	1
25	8	2	0	0	2	3	5	0	5	2	3	0	5	0	5	0
26	6	3	1	0	4	1	5	0	2	0	8	0	5	2	3	0
27	3	7	0	0	7	1	2	0	6	0	4	0	5	0	5	0
28	2	6	2	0	4	3	3	0	8	1	1	0	4	0	6	0
29	3	5	2	0	6	2	2	0	5	3	2	0	6	0	4	0
30	3	3	4	0	5	2	3	0	2	3	5	0	1	2	7	0
31	5	5	0	0	4	1	5	0	7	3	0	0	3	0	7	0
32	2	7	1	0	4	1	5	0	6	1	3	0	3	0	7	0
33	6	3	1	0	5	3	2	0	2	5	3	0	2	5	3	0
34	3	5	2	0	1	6	3	0	9	0	1	0	9	0	1	0
35	2	5	3	0	5	2	3	0	5	2	3	0	6	2	2	0
36	9	0	1	0	5	0	5	0	3	4	3	0	7	0	3	0
37	6	3	1	0	8	1	1	0	5	2	3	0	7	0	3	0
38	6	2	2	0	4	2	4	0	7	1	2	0	0	4	6	0
39	1	8	1	0	5	2	3	0	4	3	3	0	6	1	3	0
40	3	4	3	0	7	1	2	0	5	0	5	0	5	2	3	0
Σ	136	136	130	0	160	89	191	0	148	66	197	0	162	49	188	1



ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Αποτελέσματα βιοδοκιμών διπλής επιλογής 24 h μετά την έναρξη του πειράματος

Βιοδοκιμές διπλής επιλογής																	
24 h																	
Α/Α	M-T				T- 0,1%				T- 0,2%				T- 0,3%				
	MZ	TZ	ME	N	TZ	0,1 Z	ME	N	TZ	0,2 Z	ME	N	TZ	0,3 Z	ME	N	
1	3	2	5	0	3	3	4	0	1	1	8	0	4	2	4	0	
2	1	4	5	0	1	5	4	0	3	3	4	0	6	0	4	0	
3	1	6	3	0	4	3	3	0	7	1	2	0	1	1	8	0	
4	5	3	2	0	2	5	3	0	5	2	2	1	2	2	6	0	
5	2	6	2	0	8	2	0	0	2	1	7	0	5	0	5	0	
6	3	2	5	0	7	3	0	0	0	2	8	0	4	2	4	0	
7	3	2	5	0	6	4	0	0	5	1	4	0	3	1	6	0	
8	3	5	2	0	7	1	2	0	0	1	9	0	4	2	4	0	
9	1	7	2	0	3	4	3	0	2	4	4	0	2	1	7	0	
10	6	1	3	0	3	1	5	0	4	3	3	0	1	3	6	0	
11	1	2	7	0	1	8	1	0	1	3	6	0	8	2	0	0	
12	4	5	1	0	2	1	7	0	6	1	3	0	3	4	3	0	
13	4	4	2	0	2	2	6	0	6	3	1	0	9	1	0	0	
14	3	6	1	0	3	3	4	0	1	6	3	0	6	3	1	0	
15	4	6	0	0	8	1	1	0	3	2	5	0	4	0	6	0	
16	3	5	2	0	7	0	3	0	2	5	3	0	3	2	5	0	
17	2	6	2	0	5	0	5	0	5	1	4	0	2	4	4	0	
18	1	6	3	0	6	1	3	0	4	3	3	0	2	2	6	0	
19	2	7	1	0	8	1	1	0	5	3	2	0	6	2	2	0	
20	2	6	2	0	1	3	6	0	6	1	3	0	4	4	2	0	
21	2	4	4	0	2	4	4	0	3	3	4	0	1	2	7	0	
22	6	1	2	0	3	3	4	0	3	3	4	0	8	0	2	0	
23	7	0	3	0	7	1	2	0	4	3	2	0	1	7	2	0	
24	4	1	4	0	3	1	5	1	5	2	3	0	8	1	1	0	
25	6	2	2	0	4	0	6	0	0	4	6	0	4	4	2	0	
26	10	0	0	0	3	2	5	0	1	6	3	0	7	0	3	0	
27	7	0	3	0	4	1	5	0	3	0	7	0	5	2	3	0	
28	0	5	5	0	4	3	3	0	5	1	4	0	7	0	3	0	
29	4	1	5	0	2	3	5	0	2	1	5	2	5	1	4	0	
30	2	6	2	0	1	2	7	0	1	6	3	0	5	0	5	0	
31	5	3	2	0	2	1	7	0	5	1	4	0	6	2	2	0	
32	2	8	0	0	8	0	2	0	6	3	1	0	6	1	3	0	
33	0	8	2	0	6	1	3	0	6	2	2	0	4	3	3	0	
34	1	7	2	0	2	2	6	0	6	2	2	0	8	1	1	0	
35	2	2	6	0	2	6	2	0	6	2	2	0	9	0	1	0	
36	6	2	2	0	4	1	5	0	5	2	3	0	4	2	4	0	
37	2	7	1	0	5	1	4	0	5	2	3	0	5	2	3	0	
38	4	3	3	0	6	3	1	0	7	0	3	0	3	3	4	0	
39	3	3	4	0	5	1	4	0	9	0	1	0	8	0	2	0	
40	3	2	4	1	3	3	4	0	5	2	3	0	8	0	2	0	
Σ	130	166	111	1	163	80	146	1	0	166	82	149	3	191	69	140	0



ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Αποτελέσματα βιοδοκιμών διπλής επιλογής 72 h μετά την έναρξη του πειράματος

Βιοδοκιμές διπλής επιλογής																	
72 h																	
Α/Α	M-T				T- 0,1%				T- 0,2%				T- 0,3%				
	MZ	TZ	ME	N	TZ	0,1 Z	ME	N	TZ	0,2 Z	ME	N	TZ	0,3 Z	ME	N	
1	2	4	4	0	6	4	0	0	5	4	0	1	0	1	6	3	
2	2	5	3	0	5	4	1	0	5	3	1	1	3	2	5	0	
3	2	5	3	0	3	6	1	0	8	1	1	0	3	1	4	2	
4	5	4	1	0	7	2	1	0	6	3	0	1	2	1	4	3	
5	2	6	2	0	7	2	0	1	6	2	1	1	1	1	7	1	
6	2	4	4	0	3	6	1	0	4	4	1	1	1	1	5	3	
7	5	4	1	0	3	6	1	0	4	3	1	2	2	1	4	3	
8	3	3	3	1	5	4	1	0	1	4	3	2	3	0	3	4	
9	3	3	4	0	3	4	3	0	1	4	1	4	2	0	2	6	
10	7	2	0	1	8	1	0	1	4	4	0	2	1	2	2	5	
11	3	4	2	1	4	5	0	1	2	6	1	1	7	3	0	0	
12	4	5	0	1	3	3	4	0	7	2	0	1	2	4	4	0	
13	5	5	0	0	4	1	4	1	6	3	1	0	2	0	8	0	
14	2	8	0	0	5	3	2	0	1	6	1	2	4	2	4	0	
15	7	3	0	0	4	6	0	0	5	0	3	2	2	0	5	3	
16	3	5	2	0	6	1	2	1	2	4	3	1	1	1	4	4	
17	2	6	1	1	4	0	3	3	7	0	2	1	1	2	3	4	
18	2	8	0	0	4	1	5	0	5	1	3	1	2	0	8	0	
19	2	5	3	0	8	1	1	0	4	2	3	1	2	1	3	4	
20	5	4	0	1	6	3	0	1	6	1	2	1	5	1	1	3	
21	1	6	2	1	3	4	3	0	3	1	2	3	0	1	5	4	
22	7	2	0	1	1	6	2	1	2	4	3	1	5	0	4	1	
23	5	4	0	1	4	1	5	0	4	3	2	1	1	4	4	1	
24	3	1	4	2	4	1	3	2	2	2	2	4	6	0	3	1	
25	5	1	4	0	3	3	2	2	2	6	1	1	2	2	4	2	
26	7	2	1	0	4	3	1	2	0	6	3	1	7	0	3	0	
27	6	2	1	1	3	0	5	2	2	1	3	4	2	7	1	0	
28	1	9	0	0	2	2	4	2	5	3	2	0	7	0	1	2	
29	3	4	2	1	6	3	1	0	3	1	3	3	4	0	5	1	
30	1	8	1	0	2	3	3	2	2	4	4	0	6	0	1	3	
31	6	3	1	0	1	2	5	2	5	0	3	2	6	2	1	1	
32	0	9	1	0	7	2	0	1	8	0	1	1	2	1	5	2	
33	4	3	3	0	2	3	5	0	1	7	1	1	4	1	4	1	
34	5	1	3	1	1	1	6	2	9	0	1	0	6	4	0	0	
35	0	6	2	2	1	6	1	2	6	1	0	3	7	1	2	0	
36	3	5	2	0	4	2	2	2	1	3	3	3	6	2	1	1	
37	4	5	1	0	0	6	2	2	4	3	1	2	5	0	1	4	
38	3	3	2	1	4	5	1	0	7	0	1	2	2	2	1	5	
39	4	3	2	1	4	3	1	2	6	1	3	0	6	0	2	3	
40	3	1	4	2	5	1	1	2	2	0	1	7	1	7	1	1	
Σ	130	171	69	20	159	129	83	37	0	163	103	68	65	131	68	131	81



A. ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΙΟΔΟΚΙΜΩΝ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Αποτελέσματα βιοδοκιμών χωρίς επιλογή 30 min μετά την έναρξη του τ

Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή															
30 min															
Α/Α	M			T			0,1%			0,2%			0,3%		
	MZ	ME	N	TZ	ME	N	0,1Z	ME	N	0,2Z	ME	N	0,3Z	ME	N
1	4	6	0	7	3	0	6	4	0	1	9	0	5	5	0
2	6	4	0	6	4	0	1	9	0	6	4	0	4	6	0
3	5	5	0	2	8	0	3	7	0	5	5	0	6	4	0
4	8	2	0	6	4	0	6	4	0	4	6	0	6	4	0
5	2	8	0	7	3	0	9	1	0	2	8	0	5	5	0
6	4	6	0	4	6	0	2	8	0	4	6	0	8	2	0
7	4	6	0	4	6	0	3	7	0	5	5	0	5	5	0
8	7	3	0	7	3	0	1	9	0	2	8	0	3	7	0
9	2	8	0	8	2	0	3	7	0	4	6	0	5	5	0
10	3	7	0	6	4	0	4	6	0	5	5	0	5	5	0
11	3	7	0	3	7	0	4	6	0	2	8	0	8	2	0
12	5	5	0	7	3	0	4	6	0	4	6	0	4	6	0
13	3	7	0	5	5	0	3	7	0	4	6	0	7	3	0
14	6	4	0	5	5	0	1	9	0	3	7	0	4	6	0
15	5	5	0	8	2	0	2	8	0	6	4	0	2	8	0
16	4	6	0	5	5	0	7	3	0	5	5	0	3	7	0
17	4	6	0	6	4	0	3	7	0	1	9	0	8	2	0
18	2	8	0	5	5	0	7	3	0	3	7	0	7	3	0
19	7	3	0	6	4	0	3	7	0	4	6	0	3	7	0
20	1	9	0	8	2	0	0	10	0	9	1	0	3	7	0
Σ	85	115	0	115	85	0	72	128	0	79	121	0	101	99	0

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Αποτελέσματα βιοδοκιμών χωρίς επιλογή 60 min μετά την έναρξη του τ

Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή															
60 min															
Α/Α	M			T			0,1%			0,2%			0,3%		
	MZ	ME	N	TZ	ME	N	0,1Z	ME	N	0,2Z	ME	N	0,3Z	ME	N
1	7	3	0	7	3	0	6	4	0	1	9	0	3	7	0
2	7	3	0	6	4	0	4	6	0	4	6	0	4	6	0
3	7	3	0	4	6	0	3	7	0	5	5	0	5	5	0
4	8	2	0	8	2	0	4	6	0	3	7	0	8	2	0
5	5	5	0	8	2	0	5	5	0	3	7	0	6	3	1
6	7	3	0	7	3	0	2	8	0	7	3	0	5	5	0
7	7	3	0	5	5	0	2	8	0	6	4	0	6	4	0
8	8	2	0	8	2	0	2	8	0	5	5	0	3	7	0
9	5	5	0	9	1	0	3	7	0	5	5	0	6	4	0
10	6	4	0	7	3	0	6	4	0	5	5	0	4	6	0
11	7	3	0	8	2	0	4	6	0	2	8	0	8	2	0
12	7	3	0	8	2	0	4	6	0	6	4	0	5	5	0
13	7	3	0	6	4	0	5	5	0	5	5	0	7	3	0
14	7	3	0	7	3	0	6	4	0	7	3	0	9	1	0
15	6	4	0	10	0	0	4	6	0	9	1	0	3	7	0
16	3	7	0	10	0	0	8	2	0	7	3	0	5	5	0
17	5	5	0	8	2	0	4	6	0	2	8	0	9	1	0
18	5	5	0	6	4	0	8	2	0	2	8	0	5	5	0
19	9	1	0	7	3	0	3	7	0	5	5	0	3	7	0
20	4	6	0	10	0	0	3	7	0	9	1	0	6	4	0
Σ	127	73	0	149	51	0	88	114	0	98	102	0	110	89	1



ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Αποτελέσματα βιοδοκιμών χωρίς επιλογή 120 min μετά την έναρξη του πειράματος

Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή															
120 min															
Α/Α	M			T			0,1%			0,2%			0,3%		
	MZ	ME	N	TZ	ME	N	0,1Z	ME	N	0,2Z	ME	N	0,3Z	ME	N
1	8	2	0	4	6	0	5	5	0	1	9	0	5	5	0
2	9	1	0	7	3	0	6	4	0	4	6	0	6	4	0
3	8	2	0	8	2	0	6	4	0	6	4	0	2	8	0
4	10	0	0	10	0	0	3	7	0	7	3	0	7	3	0
5	9	1	0	9	1	0	7	3	0	2	8	0	3	6	1
6	10	0	0	9	1	0	3	7	0	5	5	0	6	4	0
7	8	2	0	8	2	0	3	7	0	5	5	0	4	6	0
8	8	2	0	10	0	0	2	8	0	7	3	0	4	6	0
9	8	2	0	9	1	0	3	7	0	5	5	0	4	6	0
10	6	4	0	7	3	0	8	2	0	3	7	0	4	6	0
11	8	2	0	9	1	0	5	5	0	5	5	0	7	3	0
12	9	1	0	9	1	0	5	5	0	8	2	0	5	5	0
13	6	4	0	6	4	0	3	7	0	8	2	0	7	3	0
14	8	5	0	9	1	0	5	5	0	10	0	0	7	3	0
15	9	1	0	9	1	0	5	5	0	5	5	0	6	4	0
16	8	2	0	7	3	0	7	3	0	5	5	0	5	5	0
17	10	0	0	8	2	0	5	5	0	7	3	0	8	2	0
18	8	2	0	9	1	0	4	6	0	5	5	0	4	6	0
19	9	1	0	6	4	0	4	6	0	3	7	0	4	6	0
20	5	5	0	7	3	0	2	8	0	8	2	0	4	6	0
Σ	164	39	0	160	40	0	91	109	0	109	91	0	102	97	1

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Αποτελέσματα βιοδοκιμών χωρίς επιλογή 24 h μετά την έναρξη του πειράματος

Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή															
24 h															
Α/Α	M			T			0,1%			0,2%			0,3%		
	MZ	ME	N	TZ	ME	N	0,1Z	ME	N	0,2Z	ME	N	0,3Z	ME	N
1	9	1	0	10	0	0	6	4	0	6	4	0	5	5	0
2	8	2	0	8	2	0	7	3	0	6	4	0	3	7	0
3	8	2	0	9	1	0	7	3	0	10	0	0	6	4	0
4	10	0	0	9	1	0	3	7	0	7	3	0	7	3	0
5	9	1	0	10	0	0	5	5	0	9	1	0	8	1	1
6	10	0	0	8	1	1	5	5	0	6	4	0	6	4	0
7	8	2	0	9	1	0	7	3	0	7	3	0	6	4	0
8	10	0	0	10	0	0	7	3	0	4	6	0	4	6	0
9	6	4	0	10	0	0	6	4	0	9	1	0	6	4	0
10	9	1	0	9	1	0	8	2	0	7	3	0	5	5	0
11	10	0	0	10	0	0	5	5	0	9	1	0	9	1	0
12	5	5	0	9	1	0	7	3	0	8	2	0	8	2	0
13	7	3	0	9	1	0	4	6	0	8	2	0	6	4	0
14	6	4	0	8	2	0	6	4	0	8	2	0	10	0	0
15	7	3	0	10	0	0	6	4	0	7	3	0	5	5	0
16	8	2	0	8	2	0	4	6	0	6	4	0	2	8	0
17	9	1	0	10	0	0	5	4	1	3	7	0	6	4	0
18	10	0	0	7	3	0	9	1	0	3	7	0	5	5	0
19	8	2	0	8	2	0	7	3	0	6	4	0	5	5	0
20	10	0	0	10	0	0	5	5	0	7	3	0	6	4	0
Σ	167	33	0	181	18	1	119	80	1	136	64	0	118	81	1



ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Αποτελέσματα βιοδοκιμών χωρίς επιλογή 48 h μετά την έναρξη του πειρά

Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή															
48 h															
Α/Α	M			T			0,1%			0,2%			0,3%		
	MZ	ME	N	TZ	ME	N	0,1Z	ME	N	0,2Z	ME	N	0,3Z	ME	N
1	7	3	0	8	2	0	9	1	0	6	4	0	1	9	0
2	7	3	0	7	3	0	9	1	0	7	3	0	2	8	0
3	9	1	0	9	1	0	7	3	0	10	0	0	1	9	0
4	10	0	0	10	0	0	6	4	0	9	1	0	4	6	0
5	10	0	0	10	0	0	9	1	0	9	0	1	7	2	1
6	10	0	0	7	2	1	6	4	0	6	4	0	4	4	2
7	9	1	0	7	3	0	5	5	0	9	1	0	4	6	0
8	9	1	0	10	0	0	7	3	0	3	7	0	3	7	0
9	7	2	1	9	1	0	4	6	0	10	0	0	4	4	2
10	9	1	0	9	1	0	5	5	0	4	5	1	5	4	1
11	6	3	1	10	0	0	5	5	0	5	4	1	8	1	1
12	7	2	1	9	1	0	8	2	0	6	4	0	3	6	1
13	5	4	1	9	1	0	6	4	0	10	0	0	7	3	0
14	7	3	0	6	4	0	7	2	1	6	4	0	8	1	1
15	8	2	0	9	0	1	8	1	1	7	3	0	6	4	0
16	8	2	0	7	3	0	1	9	0	0	8	2	2	7	1
17	5	5	0	9	1	0	4	6	0	4	5	1	6	6	0
18	10	0	0	8	2	0	10	0	0	5	4	1	3	7	1
19	7	2	1	3	6	1	5	5	0	5	4	1	3	3	0
20	9	1	0	9	1	0	5	4	1	5	5	0	4	3	3
Σ	159	36	5	165	32	3	126	71	3	126	66	8	85	100	14

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Αποτελέσματα βιοδοκιμών χωρίς επιλογή 72 h μετά την έναρξη του πειρά

Βιοδοκιμές χωρίς επιλογή															
72 h															
Α/Α	M			T			0,1%			0,2%			0,3%		
	MZ	ME	N	TZ	ME	N	0,1Z	ME	N	0,2Z	ME	N	0,3Z	ME	N
1	6	4	0	4	6	0	8	1	1	6	4	0	1	7	2
2	5	5	0	5	5	0	8	2	0	8	2	0	4	4	2
3	8	2	0	10	0	0	7	3	0	9	0	1	1	8	1
4	10	0	0	6	4	0	5	2	3	9	0	1	4	4	2
5	6	4	0	10	0	0	9	1	0	8	1	1	6	2	2
6	6	4	0	4	5	1	5	4	1	2	7	1	3	4	3
7	6	4	0	8	2	0	4	3	3	5	5	0	2	5	3
8	10	0	0	9	1	0	4	5	1	3	4	3	1	5	4
9	8	1	1	8	2	0	6	3	1	9	1	0	2	7	1
10	9	1	0	7	3	0	4	4	2	1	8	1	3	4	3
11	4	4	2	6	4	0	7	1	2	9	0	1	8	1	1
12	5	3	2	8	2	0	6	3	1	6	4	0	2	8	0
13	5	3	2	7	2	1	4	6	0	7	3	0	6	4	0
14	7	2	1	9	0	1	7	2	1	3	6	1	8	1	1
15	5	4	1	9	0	1	7	1	1	7	3	0	2	7	1
16	7	3	1	5	4	1	0	10	0	0	5	5	1	6	3
17	6	4	0	7	3	0	6	3	1	2	5	3	6	3	1
18	10	0	0	6	3	1	8	2	0	1	5	4	4	2	4
19	5	4	1	4	4	2	6	4	0	4	3	3	3	5	2
20	6	4	0	5	5	0	5	3	2	5	1	4	3	2	5
Σ	134	56	11	137	55	8	116	63	20	104	67	29	70	89	41



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Στατιστική ανάλυση



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ**30 min Wilcoxon pairs Signed Ranks Test****Ranks**

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Τρίτον Χ -100 0,5%- Μάρτυρας χωρίς επέμβαση (T-M)	Negative Ranks	16 ^a	18,63	298,00
	Positive Ranks	20 ^b	18,40	368,00
	Ties	4 ^c		
	Total	40		
Τρίτον Χ -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,1% (T-E0,1)	Negative Ranks	30 ^d	20,48	614,50
	Positive Ranks	6 ^e	8,58	51,50
	Ties	4 ^f		
	Total	40		
Τρίτον Χ -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,2% (T-E0,2)	Negative Ranks	31 ^g	20,76	643,50
	Positive Ranks	5 ^h	4,50	22,50
	Ties	4 ⁱ		
	Total	40		
Τρίτον Χ -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,3% (T-E0,3)	Negative Ranks	37 ^j	20,65	764,00
	Positive Ranks	2 ^k	8,00	16,00
	Ties	1 ^l		
	Total	40		

a Τρίτον Χ -100 0,5% < Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

b Τρίτον Χ -100 0,5% > Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

c Μάρτυρας χωρίς επέμβαση= Τρίτον Χ -100 0,5%

d Αιθέριο έλαιο 0,1% < Τρίτον Χ -100 0,5%

e Αιθέριο έλαιο 0,1% > Τρίτον Χ -100 0,5%

f Τρίτον Χ -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,1%

g Αιθέριο έλαιο 0,2% < Τρίτον Χ -100 0,5%

h Αιθέριο έλαιο 0,2% > Τρίτον Χ -100 0,5%

i Τρίτον Χ -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,2%

j Αιθέριο έλαιο 0,3% < Τρίτον Χ -100 0,5%

k Αιθέριο έλαιο 0,3% > Τρίτον Χ -100 0,5%

l Τρίτον Χ -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,3%

Test Statistics

	T-M	T-E0,1	T-E0,2	T-E0,3
Z	-,554 ^a	-4,440 ^b	-4,895 ^b	-5,237 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,580	,000	,000	,000

a Based on negative ranks.

b Based on positive ranks.

c Wilcoxon Signed Ranks Test



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ**60 min Wilcoxon pairs Signed Ranks Test**

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Triton X -100 0,5%- Μάρτυρας χωρίς επέμβαση (T-M)	Negative Ranks	15 ^a	21,03	315,50
	Positive Ranks	21 ^b	16,69	350,50
	Ties	4 ^c		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,1% (T-E0,1)	Negative Ranks	32 ^d	22,20	710,50
	Positive Ranks	7 ^a	9,93	69,50
	Ties	1 ^f		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,2% (T-E0,2)	Negative Ranks	34 ^g	21,35	726,00
	Positive Ranks	5 ^h	10,80	54,00
	Ties	1 ⁱ		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,3% (T-E0,3)	Negative Ranks	36 ^j	19,29	694,50
	Positive Ranks	2 ^k	23,25	46,50
	Ties	2 ^l		
	Total	40		

- a Triton X -100 0,5% < Μάρτυρας χωρίς επέμβαση
b Triton X -100 0,5% > Μάρτυρας χωρίς επέμβαση
c Μάρτυρας χωρίς επέμβαση = Triton X -100 0,5%
d Αιθέριο έλαιο 0,1% < Triton X -100 0,5%
e Αιθέριο έλαιο 0,1% > Triton X -100 0,5%
f Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,1%
g Αιθέριο έλαιο 0,2% < Triton X -100 0,5%
h Αιθέριο έλαιο 0,2% > Triton X -100 0,5%
i Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,2%
j Αιθέριο έλαιο 0,3% < Triton X -100 0,5%
k Αιθέριο έλαιο 0,3% > Triton X -100 0,5%
l Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,3%

Test Statistics

	T-M	T-E0,1	T-E0,2	T-E0,3
Z	-,276 ^a	-4,489 ^b	-4,712 ^b	-4,721 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,782	,000	,000	,000

- a Based on negative ranks.
b Based on positive ranks.
c Wilcoxon Signed Ranks Test



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ**120min Wilcoxon pairs Signed Ranks Test****Ranks**

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Triton X -100 0,5%- Μάρτυρας χωρίς επέμβαση (T-M)	Negative Ranks	16 ^a	17,69	283,00
	Positive Ranks	18 ^b	17,33	312,00
	Ties	6 ^c		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,1% (T-E0,1)	Negative Ranks	32 ^d	20,06	642,00
	Positive Ranks	5 ^e	12,20	61,00
	Ties	3 ^f		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,2% (T-E0,2)	Negative Ranks	31 ^g	19,85	615,50
	Positive Ranks	5 ^h	10,10	50,50
	Ties	4 ⁱ		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,3% (T-E0,3)	Negative Ranks	33 ^j	19,52	644,00
	Positive Ranks	4 ^k	14,75	59,00
	Ties	3 ^l		
	Total	40		

a Triton X -100 0,5% < Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

b Triton X -100 0,5% > Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

c Μάρτυρας χωρίς επέμβαση = Triton X -100 0,5%

d Αιθέριο έλαιο 0,1% < Triton X -100 0,5%

e Αιθέριο έλαιο 0,1% > Triton X -100 0,5%

f Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,1%

g Αιθέριο έλαιο 0,2% < Triton X -100 0,5%

h Αιθέριο έλαιο 0,2% > Triton X -100 0,5%

i Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,2%

j Αιθέριο έλαιο 0,3% < Triton X -100 0,5%

k Αιθέριο έλαιο 0,3% > Triton X -100 0,5%

l Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,3%

Test Statistics

	T-M	T-E0,1	T-E0,2	T-E0,3
Z	-,249 ^a	-4,404 ^b	-4,459 ^b	-4,425 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,803	,000	,000	,000

a Based on negative ranks.

b Based on positive ranks.

c Wilcoxon Signed Ranks Test



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ**24h Wilcoxon pairs Signed Ranks Test****Ranks**

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Triton X -100 0,5%- Μάρτυρας χωρίς επέμβαση (T-M)	Negative Ranks	16 ^a	17,06	273,00
	Positive Ranks	21 ^b	20,48	430,00
	Ties	3 ^c		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,1% (T-E0,1)	Negative Ranks	25 ^d	18,86	471,50
	Positive Ranks	9 ^e	13,72	123,50
	Ties	6 ^f		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,2% (T-E0,2)	Negative Ranks	27 ^g	18,52	500,00
	Positive Ranks	9 ^h	18,44	166,00
	Ties	4 ⁱ		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,3% (T-E0,3)	Negative Ranks	29 ^j	18,86	547,00
	Positive Ranks	5 ^k	9,60	48,00
	Ties	6 ^l		
	Total	40		

- a Triton X -100 0,5% < Μάρτυρας χωρίς επέμβαση
b Triton X -100 0,5% > Μάρτυρας χωρίς επέμβαση
c Μάρτυρας χωρίς επέμβαση = Triton X -100 0,5%
d Αιθέριο έλαιο 0,1% < Triton X -100 0,5%
e Αιθέριο έλαιο 0,1% > Triton X -100 0,5%
f Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,1%
g Αιθέριο έλαιο 0,2% < Triton X -100 0,5%
h Αιθέριο έλαιο 0,2% > Triton X -100 0,5%
i Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,2%
j Αιθέριο έλαιο 0,3% < Triton X -100 0,5%
k Αιθέριο έλαιο 0,3% > Triton X -100 0,5%
l Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,3%

Test Statistics

	T-M	T-E0,1	T-E0,2	T-E0,3
Z	-1,188 ^a	-2,984 ^b	-2,635 ^b	-4,275 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,235	,003	,008	,000

- a Based on negative ranks.
b Based on positive ranks.
c Wilcoxon Signed Ranks Test



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ**48h Wilcoxon pairs Signed Ranks Test**

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Τρίτον Χ -100 0,5%- Μάρτυρας χωρίς επέμβαση (T-M)	Negative Ranks	14 ^a	16,29	228,00
	Positive Ranks	21 ^b	19,14	402,00
	Ties	5 ^c		
	Total	40		
Τρίτον Χ -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,1% (T-E0,1)	Negative Ranks	24 ^d	21,42	514,00
	Positive Ranks	13 ^e	14,54	189,00
	Ties	3 ^f		
	Total	40		
Τρίτον Χ -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,2% (T-E0,2)	Negative Ranks	25 ^g	19,50	487,50
	Positive Ranks	11 ^h	16,23	178,50
	Ties	4 ⁱ		
	Total	40		
Τρίτον Χ -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,3% (T-E0,3)	Negative Ranks	29 ^j	19,78	573,50
	Positive Ranks	7 ^k	13,21	92,50
	Ties	4 ^l		
	Total	40		

a Τρίτον Χ -100 0,5% < Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

b Τρίτον Χ -100 0,5% > Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

c Μάρτυρας χωρίς επέμβαση = Τρίτον Χ -100 0,5%

d Αιθέριο έλαιο 0,1% < Τρίτον Χ -100 0,5%

e Αιθέριο έλαιο 0,1% > Τρίτον Χ -100 0,5%

f Τρίτον Χ -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,1%

g Αιθέριο έλαιο 0,2% < Τρίτον Χ -100 0,5%

h Αιθέριο έλαιο 0,2% > Τρίτον Χ -100 0,5%

i Τρίτον Χ -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,2%

j Αιθέριο έλαιο 0,3% < Τρίτον Χ -100 0,5%

k Αιθέριο έλαιο 0,3% > Τρίτον Χ -100 0,5%

l Τρίτον Χ -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,3%

Test Statistics

	T-M	T-E0,1	T-E0,2	T-E0,3
Z	-1,429 ^a	-2,462 ^b	-2,434 ^b	-3,788 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,153	,014	,015	,000

a Based on negative ranks.

b Based on positive ranks.

c Wilcoxon Signed Ranks Test



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ**72h Wilcoxon pairs Signed Ranks Test**

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Triton X -100 0,5%- Μάρτυρας χωρίς επέμβαση (T-M)	Negative Ranks	16 ^a	16,13	258,00
	Positive Ranks	20 ^b	20,40	408,00
	Ties	4 ^c		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,1% (T-E0,1)	Negative Ranks	22 ^d	20,64	454,00
	Positive Ranks	14 ^e	15,14	212,00
	Ties	4 ^f		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,2% (T-E0,2)	Negative Ranks	26 ^g	18,96	493,00
	Positive Ranks	11 ^h	19,09	210,00
	Ties	3 ⁱ		
	Total	40		
Triton X -100 0,5%- Αιθέριο έλαιο 0,3% (T-E0,3)	Negative Ranks	27 ^j	19,24	519,50
	Positive Ranks	8 ^k	13,81	110,50
	Ties	5 ^l		
	Total	40		

a Triton X -100 0,5% < Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

b Triton X -100 0,5% > Μάρτυρας χωρίς επέμβαση

c Μάρτυρας χωρίς επέμβαση = Triton X -100 0,5%

d Αιθέριο έλαιο 0,1% < Triton X -100 0,5%

e Αιθέριο έλαιο 0,1% > Triton X -100 0,5%

f Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,1%

g Αιθέριο έλαιο 0,2% < Triton X -100 0,5%

h Αιθέριο έλαιο 0,2% > Triton X -100 0,5%

i Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,2%

j Αιθέριο έλαιο 0,3% < Triton X -100 0,5%

k Αιθέριο έλαιο 0,3% > Triton X -100 0,5%

l Triton X -100 0,5% = Αιθέριο έλαιο 0,3%

Test Statistics

	T-M	T-E0,1	T-E0,2	T-E0,3
Z	-1,183 ^a	-1,914 ^b	-2,143 ^b	-3,364 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,237	,056	,032	,001

a Based on negative ranks.

b Based on positive ranks.

c Wilcoxon Signed Ranks Test



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ**30 min Kruskal Wallis H****Ranks**

	VAR00001	N	Mean Rank
M-T	Μάρτυρας χωρίς επέμβαση	20	15,93
	Τriton X-100 0,5%	20	25,08
	Σύνολο	40	
T-0,1%	Τriton X-100 0,5%	20	26,00
	Αιθέριο έλαιο 0,1%	20	15,00
	Σύνολο	40	
T-0,2%	Τriton X-100 0,5%	20	26,13
	Αιθέριο έλαιο 0,2%	20	14,88
	Σύνολο	40	
T-0,3%	Τriton X-100 0,5%	20	22,90
	Αιθέριο έλαιο 0,3%	20	18,10
	Σύνολο	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	6,263	9,013	9,486	1,732
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	,012	,003	,002	,188

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: VAR00001



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ**60 min Kruskal Wallis H****Ranks**

	VAR00001	N	Mean Rank
M-T	Μάρτυρας χωρίς επέμβαση	20	16,67
	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	24,33
	Σύνολο	40	
T-0,1%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	28,38
	Αιθέριο έλαιο 0,1%	20	12,63
	Σύνολο	40	
T-0,2%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	26,90
	Αιθέριο έλαιο 0,2%	20	14,10
	Σύνολο	40	
T-0,3%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	26,05
	Αιθέριο έλαιο 0,3%	20	14,95
	Σύνολο	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	4,531	18,528	12,228	9,216
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	,033	,000	,000	,002

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: VAR00001



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ

120 min Kruskal Wallis H

Ranks

	VAR00001	N	Mean Rank
M-T	Μάρτυρας χωρίς επέμβαση	20	20,92
	Τριτον Χ-100 0,5%	20	20,08
	Σύνολο	40	
T-0,1%	Τριτον Χ-100 0,5%	20	29,02
	Αιθέριο έλαιο 0,1%	20	11,98
	Σύνολο	40	
T-0,2%	Τριτον Χ-100 0,5%	20	27,05
	Αιθέριο έλαιο 0,2%	20	13,95
	Σύνολο	40	
T-0,3%	Τριτον Χ-100 0,5%	20	28,45
	Αιθέριο έλαιο 0,3%	20	12,55
	Σύνολο	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	,057	21,678	12,847	19,010
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	,812	,000	,000	,000

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: VAR00001



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ

24h Kruskal Wallis H

Ranks

	VAR00001	N	Mean Rank
M-T	Μάρτυρας χωρίς επέμβαση	20	18,02
	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	22,98
	Σύνολο	40	
T-0,1%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	29,73
	Αιθέριο έλαιο 0,1%	20	11,27
	Σύνολο	40	
T-0,2%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	27,70
	Αιθέριο έλαιο 0,2%	20	13,30
	Σύνολο	40	
T-0,3%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	28,88
	Αιθέριο έλαιο 0,3%	20	12,13
	Σύνολο	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	1,936	25,535	15,734	21,142
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	,164	,000	,000	,000

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: VAR00001



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ**48h Kruskal Wallis H****Ranks**

	VAR00001	N	Mean Rank
M-T	Μάρτυρας χωρίς επέμβαση	20	19,17
	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	21,83
	Σύνολο	40	
T-0,1%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	25,92
	Αιθέριο έλαιο 0,1%	20	15,07
	Σύνολο	40	
T-0,2%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	24,98
	Αιθέριο έλαιο 0,2%	20	16,02
	Σύνολο	40	
T-0,3%	Τρίτον Χ-100 0,5%	20	28,85
	Αιθέριο έλαιο 0,3%	20	12,15
	Σύνολο	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	,546	8,895	6,057	20,767
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	,460	,003	,014	,000

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: VAR00001



ΒΙΟΔΟΚΙΜΕΣ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ

72h Kruskal Wallis H

Ranks

	VAR00001	N	Mean Rank
M-T	Μάρτυρας χωρίς επέμβαση	20	20,02
	Τριτον Χ-100 0,5%	20	20,98
	Σύνολο	40	
T-0,1%	Τριτον Χ-100 0,5%	20	23,08
	Αιθέριο έλαιο 0,1%	20	17,92
	Σύνολο	40	
T-0,2%	Τριτον Χ-100 0,5%	20	23,52
	Αιθέριο έλαιο 0,2%	20	17,48
	Σύνολο	40	
T-0,3%	Τριτον Χ-100 0,5%	20	27,80
	Αιθέριο έλαιο 0,3%	20	13,20
	Σύνολο	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	,068	1,987	2,716	15,794
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	,795	,159	,099	,000

a Kruskal Wallis Test

b Grouping Variable: VAR00001



ΘΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

48 h Kruskal – Wallis H

Ranks

	VAR00001	N	Mean Rank
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,1%	1,00	40	38,00
	2,00	40	43,00
	Total	80	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,2%	1,00	40	34,70
	2,00	40	46,30
	Total	80	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,3%	1,00	40	33,30
	2,00	40	47,70
	Total	80	

Test Statistics^{bc}

			T- 0,1%	T- 0,2%	T- 0,3%
Chi-Square			2,268	9,025	12,642
df			1	1	1
Asymp. Sig.			,132	,003	,000

a Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b Kruskal Wallis Test

c Grouping Variable: VAR00001



ΘΗΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΗ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

72 h Kruskal – Wallis H

Ranks

	VAR00001	N	Mean Rank
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,1%	1,00	40	35,81
	2,00	40	45,19
	Total	80	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,2%	1,00	40	29,58
	2,00	40	51,42
	Total	80	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,3%	1,00	40	30,02
	2,00	40	50,97
	Total	80	

Test Statistics^{bc}

			T- 0,1%	T- 0,2%	T- 0,3%
Chi-Square			3,890	19,964	17,980
df			1	1	1
Asymp. Sig.			,049	,000	,000

a Based on 10000 sampled tables with starting seed 1314643744.

b Kruskal Wallis Test

c Grouping Variable: VAR00001



ΘΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΗ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ

48 h Kruskal – Wallis H

Ranks

	VAR00001	N	Mean Rank
Μάρτυρας χωρίς επέμβαση Triton X-100 0,5%	1,00	20	20,50
	2,00	20	20,50
	Total	40	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,1%	1,00	20	20,50
	2,00	20	20,50
	Total	40	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,2%	1,00	20	18,42
	2,00	20	22,58
	Total	40	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,3%	1,00	20	16,77
	2,00	20	24,23
	Total	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	,000	,000	2,222	5,998
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	1,000	1,000	,136	,014

- a Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.
 b Kruskal Wallis Test
 c Grouping Variable: VAR00001



ΘΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΒΙΟΔΟΚΙΜΗ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΛΟΓΗ

72 h Kruskal – Wallis Η

Ranks

	VAR00001	N	Mean Rank
Μάρτυρας χωρίς επέμβαση Triton X-100 0,5%	1,00	20	21,33
	2,00	20	19,67
	Total	40	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,1%	1,00	20	16,90
	2,00	20	24,10
	Total	40	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,2%	1,00	20	16,63
	2,00	20	24,38
	Total	40	
Triton X-100 0,5% Αιθέριο έλαιο 0,3%	1,00	20	13,18
	2,00	20	27,83
	Total	40	

Test Statistics

	M-T	T-0,1%	T-0,2%	T-0,3%
Chi-Square	,000	,000	2,222	5,998
df	1	1	1	1
Asymp. Sig.	1,000	1,000	,136	,014

a Based on 10000 sampled tables with starting seed 2000000.

b Kruskal Wallis Test

c Grouping Variable: VAR00001

