



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ &  
ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΕΣΤΙΑΣ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ (*Ephestia kuehniella*) & ΤΟΥ ΣΚΑΘΑΡΙΟΥ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ (*Tribolium confusum*) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΤΟΥ ΜΑΡΑΘΟΥ (*Foeniculum vulgare*) & ΤΗΣ ΜΑΝΤΖΟΥΡΑΝΑΣ (*Origanum majorana*) & ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ.



ΛΑΡΙΣΑ 2021



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΙΜΣ «ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ &  
ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΕΣΤΙΑΣ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ (*Ephesia kuehniella*) & ΤΟΥ ΣΚΑΘΑΡΙΟΥ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ (*Tribolium confusum*)  
ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΤΟΥ ΜΑΡΑΘΟΥ (*Foeniculum vulgare*) & ΤΗΣ ΜΑΝΤΖΟΥΡΑΝΑΣ (*Origanum majorana*) & ΤΩΝ  
ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ.

Μηλιακίδη Ελένη Μαρία

Επιβλέπων καθηγητής:

Ηλιόπουλος Παναγιώτης

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Ηλιόπουλος Παναγιώτης
2. Βογιατζή-Καμβούκου Ελένη
3. Γκουγκουλιός Νικόλαος

ΛΑΡΙΣΑ 2021

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>σελ. 5</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ &amp; ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ</b>	<b>9</b>
1.1. FOENICULUM VULGARE-ΜΑΡΑΘΟΣ	10
1.1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	10
1.1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	10
1.1.3. ΕΛΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	11
1.1.4. ΧΡΗΣΕΙΣ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	11
1.2. ORIGANUM MAJORANA-ΜΑΝΤΖΟΥΡΑΝΑ	11
1.2.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	11
1.2.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	12
1.2.3. ΕΛΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	12
1.2.4. ΧΡΗΣΕΙΣ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ</b>	<b>14</b>
2.1. ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΤΟΥ ΜΑΡΑΘΟΥ	15
2.2. ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΤΗΣ ΜΑΝΤΖΟΥΡΑΝΑΣ	16
2.3. ΧΡΗΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ	17
2.4. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΑ ΕΝΤΟΜΑ	20
2.4.1. ΔΟΜΗ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΜΩΝ	20
2.4.2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	21
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΝΤΟΜΑ</b>	<b>22</b>
3.1. TRIBOLIUM CONFUSUM-ΣΚΑΘΑΡΙ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ	22
3.1.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΝΤΟΜΟΥ	22
3.1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	23
3.1.3. ΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	23
3.1.4. ΖΗΜΙΕΣ	24
3.2. EPHESTIA KUEHNIELLA-ΕΦΕΣΤΙΑ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ	24
3.2.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΝΤΟΜΟΥ	24
3.2.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ	25
3.2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	25
3.2.4. ΖΗΜΙΕΣ	26
<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>28</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΥΛΙΚΑ &amp; ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	<b>29</b>

5.1.	ΕΚΤΡΟΦΗ ΕΝΤΟΜΩΝ	29
5.2.	ΛΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	29
5.3.	ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	31
	5.3.1. ΚΑΠΝΙΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	31
	5.3.2. ΔΡΑΣΗ ΕΠΑΦΗΣ	32
5.4.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>		<b>34</b>
6.1.	ΚΑΠΝΙΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	34
6.2.	ΔΡΑΣΗ ΕΠΑΦΗΣ	40
6.3.	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΡΑΣΕΩΝ	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>		<b>50</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>		<b>52</b>

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την παρούσα διατριβή ολοκληρώνεται ο κύκλος των μεταπτυχιακών μου σπουδών με θέμα «ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ & ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ» του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στη Λάρισα. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Φυτοπροστασίας του πρώην τμήματος της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής, με υπεύθυνο καθηγητή τον κύριο Παναγιώτη Ηλιόπουλο, αναπληρωτή καθηγητή εντομολογίας. Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου και την ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη μου στον κύριο Παναγιώτη Ηλιόπουλο, ο οποίος πάντα με χαρά και τον ιδιαίτερο τρόπο του, μου πρόσφερε γνώσεις, καθοδήγηση και βοήθεια σε όλη τη διάρκεια της φοίτησης μου καθώς και της συνεργασίας μας ώστε το αποτέλεσμα να είναι άρτιο.

Επιπλέον, Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους καθηγητές μου, οι οποίοι αφενός προσπάθησαν να μας παρέχουν τις απαραίτητες γνώσεις αφετέρου να ενισχύσουν την αγάπη μας για το παρόν αντικείμενο.

Επίσης, ένα ξεχωριστό ευχαριστώ στον πολύτιμο συνεργάτη- φίλο μου Αστέριο Μαλάμη, με τον οποίο ξεκινήσαμε και ολοκληρώσαμε μαζί το ταξίδι των σπουδών μας και ήταν πάντα δίπλα μου.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στην οικογένεια μου, στον πατέρα μου Ζήση, στη μητέρα μου Θάλεια και στη γιαγιά μου Ρωμαλέα, τόσο για την στήριξη όσο και την συμπαράσταση, την κατανόηση και την ενθάρρυνση που μου πρόσφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Μηλιακίδη Ελένη-Μαρία

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη, εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών με τίτλο «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών». Περιλαμβάνει δύο σκέλη που απαρτίζονται από το θεωρητικό και το πειραματικό κομμάτι που αφορά την καταπολέμηση σημαντικών εχθρών των αποθηκευμένων προϊόντων με την χρήση δύο διαφορετικών δράσεων (καπνιστικής και επαφής), δύο διαφορετικών αιθέριων ελαίων (του μάραθου και της μαντζουράνας), σε διαφορετικές δόσεις και χρόνους έκθεσης.

Στο θεωρητικό κομμάτι, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή τόσο των φυτών και κατ' επέκταση των αιθέριων ελαίων αυτών όσο και των εντόμων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή. Επιπλέον, αναφέρεται η χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων καθώς και ο τρόπος δράσης των αιθέριων ελαίων στο νευρικό σύστημα των εντόμων. Τέλος, αναφέρεται η αναγκαιότητα εύρεσης νέων μορφών εντομοκτόνων φιλικότερων στο περιβάλλον με βάση τα αιθέρια έλαια καθώς και η χρήση ορισμένων αιθέριων ελαίων ως εντομοκτόνα.

Στο πειραματικό κομμάτι, εξετάστηκε η εντομοτοξικότητα δύο αιθέριων ελαίων του μάραθου και της μαντζουράνας σε δράση καπνιστική και επαφής που προσδιορίστηκε με βιοδοκιμές στο εργαστήριο. Τα έντομα που χρησιμοποιήθηκαν στις βιοδοκιμές ήταν προνύμφες και ακμαία των εντόμων *Tribolium confusum* της οικογένειας Tenebrionidae και *Ephestia kuehniella* της οικογένειας Pyralidae από τις εκτροφές του εργαστηρίου.

Οι βιοδοκιμές για την καπνιστική δράση έγιναν τόσο σε ακμαία όσο και σε προνύμφες και των δύο εντόμων, στις συγκεντρώσεις των 0,01, 0,05, 0,1, 0,25, 0,5, 1 και 2ml/lt αέρα. Οι βιοδοκιμές για τη δράση επαφής έγιναν σε ακμαία και προνύμφες του εντόμου *Tribolium confusum* και σε προνύμφες του εντόμου *Ephestia kuehniella*. Οι συγκεντρώσεις των βιοδοκιμών για τη δράση επαφής είναι 0,01, 0,1 και 1ml/lt αέρα.

Η εκτίμηση της εντομοτοξικότητας για την καπνιστική δράση έγινε για τα ακμαία του *Tribolium confusum* και της *Ephestia kuehniella* στη 1 ημέρα ενώ για τις προνύμφες στη 1 ημέρα καθώς και στις 3 και 7 ημέρες. Ωστόσο, για τη δράση επαφής η εκτίμηση πραγματοποιήθηκε στη 1 ημέρα και στις 3 ημέρες.

## ABSTRACT

This study was carried out within the framework of the postgraduate programme entitled "Integrated Management of Aromatic and Medicinal Plants". It comprises two strands consisting of the theoretical and experimental part concerning the fight against important enemies of stored products using two different actions (smoking and contact), two different essential oils (fennel and marjoram), in different doses and exposure times.

In the theoretical part, a detailed description is made of both the plants and, by extension, the essential oils of these and the insects used in this thesis. In addition, the chemical composition of essential oils and the mode of action of essential oils in the nervous system of insects are mentioned. Finally, it mentions the need to find new forms of insecticides more environmentally friendly based on essential oils as well as the use of certain essential oils as insecticides.

In the experimental piece, the insectotoxicity of two essential oils of fennel and marjoram was examined in smoking and contact action determined by biotests in the laboratory. The insects used in the biotests were larvae and thriving *Tribolium confusum* insects of the Tenebrionidae family and *Ephestia kuehniella* of the Pyralidae family from the laboratory's farms.

Biotests for the smoking effect were carried out on both acne and larvae of both insects, at concentrations of 0.01, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1 and 2ml/lit of air. Biotests for contact action were carried out on acne and larvae of the insect *Tribolium confusum* and on larvae of the insect *Ephestia kuehniella*. The concentrations of biotests for contact action are 0.01, 0.1 and 1ml/lit of air.

The assessment of insect-toxicity for the smoking effect was made for the edges of *Tribolium confusum* and *Ephestia kuehniella* in 1 day while for larvae in 1 day as well as 3 and 7 days. However, for the contact action the assessment was carried out on 1 day and 3 days.

# **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ & ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά κατέχουν ένα μεγάλο ποσοστό του φυτικού βασιλείου. Χρησιμοποιούνται είτε σαν αφέψημα, είτε σαν καρύκευμα, είτε σαν εκχύλισμα<sup>[1]</sup>. Η ελληνική χλωρίδα λόγω των ευνοϊκών κλιματικών και εδαφικών συνθηκών, περιλαμβάνει ένα σημαντικό αριθμό ειδών με κυριότερα τη ρίγανη, τον κρόκο, το τσάι του βουνού, τη λεβάντα, το μελισσόχορτο, το γλυκάνισο, το φασκόμηλο, το θυμάρι, τη μέντα, το χαμομήλι, το δυόσμο, το δίκταμο, το μάραθο<sup>[2,3]</sup>, τη μαστίχα<sup>[2]</sup>, το δενδρολίβανο, τη μαντζουράνα και το βασιλικό<sup>[3]</sup>. Ακολουθούν κι άλλα φυτά τα οποία καλλιεργούνται σε μικρότερες εκτάσεις. Έχουν δράσεις αλληλοπαθητικές, προσελκυστικές, αντιοξειδωτικές, εντομοαπωθητικές, αντιβακτηριδιακές, αντιμυκητιακές, αντιπαγετικές και αντισηπτικές<sup>[3]</sup>.

Αρωματικά φυτά ονομάζονται τα φυτά που φέρουν ελαιοφόρους αδένες μέσα στους οποίους υπάρχει υψηλή συγκέντρωση πτητικών ουσιών, μίγματα πολύπλοκης χημικής και ελαιώδους σύστασης<sup>[1,4]</sup>. Οι ουσίες αυτές, που ονομάζονται αιθέρια έλαια, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος εξαερώνονται και προσδίδουν χαρακτηριστική οσμή<sup>[4]</sup> επιτρέποντάς τα να χρησιμοποιηθούν σε διάφορους τομείς (κοσμετολογία, βιομηχανία τροφίμων κλπ.)<sup>[1]</sup>. Ενώ φαρμακευτικά φυτά, είναι τα φυτά τα οποία περιέχουν σε ένα ή περισσότερα όργανα χημικές ενώσεις με θεραπευτικές ιδιότητες τα οποία μετά από επεξεργασία ή αυτούσια χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς ή φαρμακευτικούς σκοπούς<sup>[1,4]</sup>.

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα κατά την αρχαιότητα. Συγκεκριμένα, ο Ιπποκράτης (460-377π.Χ.) χρησιμοποίησε περίπου 60 είδη φαρμακευτικών φυτών<sup>[5]</sup> τα οποία σήμερα αποτελούν τη βάση σύγχρονων φαρμάκων. Επιπλέον, ο Θεόφραστος και ο Αριστοτέλης έγραψαν τα σπουδαιότερα έργα στη Βοτανική και στην Ιατρική. Κατά το Μεσαίωνα, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιήθηκαν στη λαϊκή ιατρική και ο τρόπος χρήσης τους διαδόθηκε στις επόμενες γενιές<sup>[1]</sup>.

Ωστόσο, με την πάροδο των χρόνων και την εμφάνιση των χημικών σκευασμάτων, τα αρωματικά και τα φαρμακευτικά φυτά αντικαταστάθηκαν από χημικά παρασκευάσματα. Αρκετά χρόνια η χρήση των χημικών παρασκευασμάτων ήταν εκτεταμένη, όμως, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια στροφή στη χρήση φυσικών παρασκευασμάτων στους διάφορους τομείς<sup>[1]</sup>.

Σύμφωνα με τη συστηματική βοτανική, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά κατατάσσονται σε διάφορες οικογένειες<sup>[3]</sup>. Η οικογένεια με το μεγαλύτερο αριθμό φυτών είναι η οικογένεια *Lamiaceae*<sup>[30]</sup>. Ακολουθούν οι οικογένειες *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Geraniaceae*, *Lauraceae*, *Myristicaceae*, *Myrtaceae*, *Oleaceae*, *Poaceae*, *Rosaceae*, *Rutaceae*, *Santalaceae* και *Zingiberaceae*<sup>[31]</sup>.

## 1.1 FOENICULUM VULGARE-ΜΑΡΑΘΟΣ

### 1.1.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Ο μάραθος ή μαράθι<sup>[1]</sup> ή φινόκιο<sup>[6]</sup> ανήκει στην οικογένεια των Σκιαδανθών φυτών (Ariaceae)<sup>[6]</sup> με επιστημονική ονομασία *Μάραθον το Κοινόν* (διωνυμική ονομασία *Foeniculum vulgare*)<sup>[1,6]</sup>. Ο μάραθος διακρίνεται σε δύο υποείδη *F. vulgare subsp. Piperitum* και *F. vulgare subsp. Vulgare*<sup>[6]</sup>. Το τελευταίο υποείδος, διαφοροποιείται σε ποικιλίες συμπεριλαμβανομένων των *var. Azoricum* (γνωστό ως φινόκιο), *var. Dulce* (ρωμαϊκός ή γλυκός μάραθος) και *var. Vulgare* (πικρός ή κοινός μάραθος)<sup>[1,6]</sup>.

<b>Βασίλειο</b>	Plantae	
<b>Κλάση</b>	Magnoliopsida	
<b>Τάξη</b>	Ariales	
<b>Οικογένεια</b>	Ariaceae	
<b>Γένος</b>	Foeniculum	
<b>Είδος</b>	<i>F. vulgare</i>	
<b>Υποείδη</b>	<i>Piperitum</i>	<i>Vulgare</i>

### 1.1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ο μάραθος είναι φυτό ποώδες<sup>[7]</sup>, αρωματικό<sup>[6]</sup>, ύψους μέχρι 150<sup>[7]</sup> - 200<sup>[6]</sup>cm και χαρακτηρίζεται ως φυτό μονοετές<sup>[8,10]</sup>, διετές<sup>[1,8,10]</sup> ή πολυετές<sup>[1,6,7,8,10]</sup>. Το ριζικό σύστημα του μάραθου είναι πασσαλώδες<sup>[1]</sup> ενώ τα φύλλα του είναι σύνθετα, πτεροσχιδή, γαλαζοπράσινα και διατάσσονται κατ'



**Εικόνα 2.** Η ταξιανθία του μάραθου  
Πηγή: <https://ingolden.gr>

και διατάσσονται κατ' εναλλαγή στο βλαστό<sup>[6]</sup>. Ο βλαστός είναι λεπτός, κοίλος<sup>[6]</sup> και φέρει ελαφριές ραβδώσεις<sup>[1,6]</sup> ενώ τα άνθη είναι κίτρινα, μικρά, σε ταξιανθία σκιάδιο<sup>[1,6,7]</sup>

και ανθίζει από Ιούλιο μέχρι Σεπτέμβριο<sup>[1]</sup>. Τέλος, οι καρποί του μάραθου είναι μικροί (6-10mm)<sup>[1]</sup>, ωσειδείς, χρώματος φαιοπράσινου<sup>[7]</sup>, καφέ-πράσινου έως κίτρινου και το βάρος χιλίων κόκκων υπολογίζεται στα 3,5-7gr<sup>[1]</sup>.



**Εικόνα 1.** Τα φύλλα του μάραθου  
Πηγή: <https://flowerstore.gr/marathos-sporoi-marathou>



**Εικόνα 3.** Οι σπόροι του μάραθου  
Πηγή: [http://mediplantepirus.med.uoi.gr/pharmacology/plant\\_details.php?id=77](http://mediplantepirus.med.uoi.gr/pharmacology/plant_details.php?id=77)

### 1.1.3. ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Ως προς τις κλιματικές απαιτήσεις, ο μάραθος, ευδοκimeί σε όλες τις περιοχές με καταλληλότερες τις περιοχές που χαρακτηρίζονται από ήπιο μεσογειακό κλίμα ενώ ακατάλληλες χαρακτηρίζονται οι περιοχές με ψυχρή άνοιξη<sup>[8]</sup>.

Ως προς τις εδαφικές απαιτήσεις, ο μάραθος, προτιμά εδάφη γόνιμα, καλώς αποστραγγιζόμενα<sup>[1,8]</sup>, ασβεστώδη, πηλώδη ή αμμοαργιλώδη<sup>[8]</sup> απαλλαγμένα από απόβλητα βιομηχανιών και βαρέα μέταλλα<sup>[1]</sup>. Καλλιεργείται συνήθως σε ξηρικά χωράφια<sup>[8]</sup> αλλά δεν ευδοκimeί σε πολύ ξηρά εδάφη<sup>[1]</sup>.

### 1.1.4. ΧΡΗΣΕΙΣ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Όλα τα μέρη του φυτού μπορούν να χρησιμοποιηθούν κυρίως στη μαγειρική, στη ζαχαροπλαστική, στην αρωματοποιία και στην ποτοποιία<sup>[10]</sup>. Οι καρποί του μάραθου καθώς και τα φύλλα και οι ρίζες χρησιμοποιούνται σαν αρτυματικό<sup>[1,10]</sup> τόσο για τα διαφορετικά και ποικίλα θρεπτικά συστατικά που διαθέτει όσο και για τη βελτίωση της γεύσης<sup>[10]</sup>. Επιπλέον, από τους καρπούς του μάραθου, παραλαμβάνεται αιθέριο έλαιο το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή λικέρ<sup>[1,10]</sup>.

Χρησιμοποιείται επίσης στην ιατρική με τη μορφή αφεψήματος<sup>[1,10]</sup>, εγχύματος και βάμματος<sup>[10]</sup> καθώς δρα ως αντιβακτηριδιακό, αντισπασμωδικό, αποχρεμπτικό, κατά του τυμπανισμού, εμμηναγωγό<sup>[7,10]</sup>, αντιφλεγμονώδες, τονωτικό, μυοχαλαρωτικό, ηπατοπροστατευτικό, κατά της ναυτίας και του άγχους<sup>[10]</sup> ενώ εξωτερικά χρησιμοποιείται ως κατάπλασμα για την αντιμετώπιση αποστημάτων, δοθινηών και οιδημάτων<sup>[7]</sup>. Επιπλέον, έχει βρεθεί ότι έχει ιδιότητες αντικαρκινικές και αντιοξειδωτικές<sup>[10]</sup>.

Τέλος, η σκόνη από τους σπόρους του μάραθου χρησιμοποιείται ως αντιπαρασιτικό για να κρατάει μακριά ψύλλους και άλλα παράσιτα<sup>[10]</sup>. Η ακαριδοκτόνος δράση των συστατικών που παραλαμβάνονται από το έλαιο των σπόρων δρουν κατά του *Tyrophagus putrescentiae* με εφαρμογή επαφής συνδυασμένο με άλλες ενώσεις<sup>[10]</sup>.

## 1.2. ORIGANUM MAJORANA-MANTZOYRANA

### 1.2.1. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η μαντζουράνα ανήκει στην οικογένεια των Χειλανθών φυτών (Lamiaceae) με επιστημονική ονομασία *Ορίγανον η μαντζουράνα* (διωνυμική ονομασία *Origanum majorana*)<sup>[9,12,15]</sup>.

Πίνακας 2. Βοτανική ταξινόμηση της Μαντζουράνας <sup>[9,12]</sup>	
Βασίλειο	Plantae
Κλάση	Magnoliopsioda
Τάξη	Lamiales
Οικογένεια	Lamiaceae
Γένος	Origanum
Είδος	<i>O. majorana</i>

### 1.2.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ



**Εικόνα 4.** Η ταξιανθία μαντζουράνας Πηγή: <https://www.geoponiko-kentro.gr/product/mantzourana/>

Η μαντζουράνα είναι φυτό ετήσιο, ποώδες<sup>[13,14]</sup>, έχει ύψος 30-60cm<sup>[14]</sup> και θυσσανωτό ριζικό σύστημα<sup>[1]</sup>. Ο βλαστός είναι ευθύγραμμος<sup>[1]</sup> ή πολύκλαδος, κοκκινωπός, τετράγωνος<sup>[1,13,14]</sup> και λεπτός<sup>[1]</sup> ο οποίος καλύπτεται από τρίχες<sup>[1,14]</sup>. Τα φύλλα είναι μικρά, απλά, γκριζοπράσινα, ωσειδή, οξύληκτα, μαλακά, διατεταγμένα

αντίθετα στο βλαστό και καλύπτονται από τρίχες<sup>[1,14]</sup>. Η ταξιανθία

της μαντζουράνας είναι σφαιρική φόβη ενώ τα άνθη είναι μικρά, λευκού ή ρόδινου χρωματισμού και περιβάλλονται από γκριζοπράσινα ανώτερα φύλλα<sup>[1,14]</sup>. Ανθίζει από τα μέσα μέχρι και το τέλος του καλοκαιριού<sup>[14]</sup>.

Οι καρποί είναι μικρά κάρυα, ώχρας έως σκούρου καφέ χρωματισμού ενώ το βάρος 1000 κόκκων είναι 0,2gr<sup>[1]</sup>.



**Εικόνα 5.** Τα φύλλα της μαντζουράνας Πηγή: <https://www.geoponiko-kentro.gr/product/mantzourana/>



**Εικόνα 6.** Διάταξη των φύλλων στο βλαστό Πηγή: <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/origanum/majorana/>

### 1.2.3. ΕΔΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Ως προς τις κλιματικές απαιτήσεις, η μαντζουράνα, προτιμά περιοχές θερμές, με ήπιο κλίμα<sup>[1,8]</sup>, ηλιόλουστες ή ημισκιερές<sup>[14]</sup> όπως είναι οι παραθαλάσσιες και νησιωτικές περιοχές<sup>[1,8]</sup>, καθώς είναι ευαίσθητη στον παγετό<sup>[14]</sup>. Συνεπώς, πρέπει να αποφεύγονται οι παγετόπληκτες περιοχές<sup>[1]</sup>.

Ως προς τις εδαφικές απαιτήσεις, η μαντζουράνα, προτιμά εδάφη γόνιμα, πλούσια σε οργανική ουσία με καλή αποστράγγιση<sup>[1,8,14]</sup>, ουδέτερα έως

αλκαλικά<sup>[1,14]</sup>. Θα πρέπει να αποφεύγονται τα βαριά, υγρά, ψυχρά, αμμώδη και αλατούχα εδάφη καθώς είναι αλατόφοβο φυτό<sup>[1]</sup>. Έτσι, η εγκατάστασή της θα πρέπει να γίνεται μετά το τέλος Απριλίου<sup>[1]</sup>.

#### 1.2.4. ΧΡΗΣΕΙΣ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το τμήμα του φυτού που χρησιμοποιείται είναι τα φύλλα και οι φρέσκοι ή αποξηραμένες κορυφές είτε σα δρόγη είτε σαν αιθέριο έλαιο, εκχύλισμα<sup>[1,14]</sup>, αφέψημα ή έγχυμα<sup>[15]</sup>. Η μαντζουράνα, χρησιμοποιείται ως αρτυματικό στη μαγειρική, στη βιομηχανία μεταποίησης κρέατος, στη φαρμακευτική και στην αρωματοποιία<sup>[1,14]</sup>.

Στην παραδοσιακή ιατρική, δρα κατά των αλλεργιών, του κρυώματος, της υπέρτασης, των αναπνευστικών παθήσεων, των ρευματισμών, της αϋπνίας<sup>[14,15]</sup> και των ελκών<sup>[14]</sup>. Έχει δράση αντισπασμωδική, αντικεφαλαλγική<sup>[8]</sup>, αγχολυτική, αντισπασμωδική<sup>[14]</sup>, αντιφλεγμονώδη, αναλγητική, ηπατοπροστατευτική, αντιμεταλλαξιγόνο, αντιμικροβιακή, αντικαρκινική<sup>[15]</sup>, αντιδιαβητική, αντιοξειδωτική, αντιβηχική, τονωτική και αντιπυρετική<sup>[14,15]</sup>.

Στην αρωματοθεραπεία, το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας χρησιμοποιείται για ενίσχυση της μνήμης και για την ανακούφιση της θλίψης και της μοναξιάς. Επίσης, χρησιμοποιείται για την ανακούφιση των τραυματισμένων μυών και των πρησμένων αρθρώσεων<sup>[14]</sup>.

Επιπλέον, η μαντζουράνα, έχει αντιβακτηριακή δράση<sup>[14,15]</sup> καθώς δρα ενάντια των βακτηρίων *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Salmonella choleraensius*, *Serratia sp.* και άλλα<sup>[15]</sup>. Έχει, επίσης, αντιμυκητιακή δράση<sup>[14,15]</sup> καθώς δρα ενάντια παθογόνων μυκήτων όπως *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride*, *Penicillium cyclospium*, *Phytophthora infestans*, *Candida sp.* και άλλους<sup>[15]</sup>. Τέλος, έχει αναφερθεί ότι, η μαντζουράνα έχει αντιπαρασιτική δράση<sup>[15]</sup> καθώς αφενός δρα σαν εντομοκτόνο ενάντια στα έντομα *Spodoptera littoralis* και *Aphis fabae* αφετέρου δρα κατά του πρωτόζωου *Pentatrichomonas hominis*<sup>[14]</sup>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

Τα αρωματικά φυτά περιέχουν μία μεγάλη συγκέντρωση πτητικών ουσιών οι οποίες όταν εκτίθενται σε κανονικές θερμοκρασίες αναδύουν χαρακτηριστική οσμή<sup>[4]</sup>. Οι ουσίες αυτές, οι οποίες είναι μίγματα ουσιών πολύπλοκης χημικής και ελαιώδους σύστασης, βρίσκονται σε ελαιοφόρους αδένες σε εξειδικευμένα κύτταρα των φυτών και ονομάζονται αιθέρια έλαια<sup>[1,4]</sup>.

Έχουν ευρεία χρήση καθώς έχουν απωθητική δράση ενάντια σε παθογόνα, προσελκυστική δράση σε έντομα ενώ παρουσιάζουν αντισηπτικές, συντηρητικές, αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες<sup>[4]</sup>. Επιπλέον, παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδη, επουλωτική και αντιϊική δράση<sup>[4]</sup>. Χρησιμοποιούνται στην κοσμετολογία, στη βιομηχανία αρωμάτων<sup>[19,20,21]</sup>, στη σαπωνοποιία, στην κηροπλαστική<sup>[4]</sup>, στην ιατρική, στη φαρμακευτική καθώς και στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών για γεύση και άρωμα<sup>[19,20,21]</sup>. Τελευταία, στα αιθέρια έλαια έχει παρατηρηθεί εντομοκτόνος δράση<sup>[4,21]</sup>.

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από ποικίλα μέρη του φυτού<sup>[19]</sup> και με διάφορους τρόπους ανάλογα το μέρος απ' όπου θέλουμε να παραλάβουμε το έλαιο. Η πιο κοινή και διαδεδομένη μέθοδος είναι η μέθοδος της απόσταξης η οποία διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες: την υδροαπόσταξη<sup>[19,20]</sup>, την υδροατμοαπόσταξη<sup>[20]</sup> και την ατμοαπόσταξη<sup>[19,20]</sup>. Μια επιπλέον διαδεδομένη μέθοδος παραλαβής αιθέρων ελαίων, είναι η εκχύλιση<sup>[20]</sup>. Η εκχύλιση διακρίνεται σε έξι κατηγορίες: την εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες, την εκχύλιση με ψυχρό λίπος<sup>[19,20]</sup>, την εκχύλιση με θερμό λίπος<sup>[20]</sup>, την υπερκρίσιμη εκχύλιση<sup>[19,20]</sup>, την εκχύλιση με μικροκύματα<sup>[19]</sup> και την εκχύλιση με υπερήχους<sup>[19]</sup>. Τέλος, μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την παραλαβή αιθέρων ελαίων από τους φλοιούς των εσπεριδοειδών και τους ξηρούς καρπούς είναι η μηχανική εκπίεση<sup>[20]</sup>.

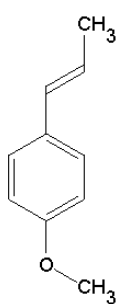
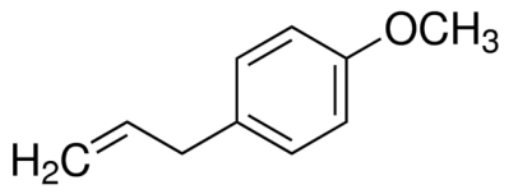
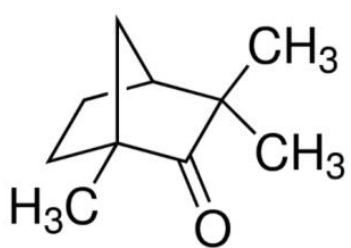
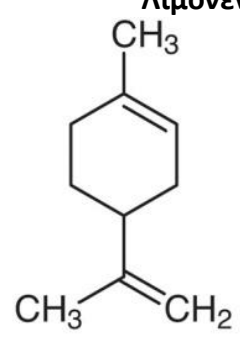
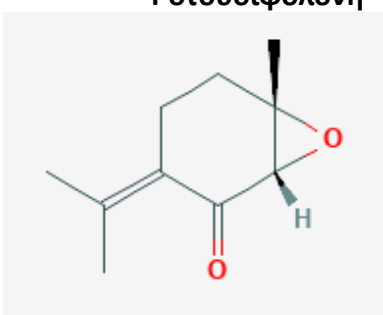
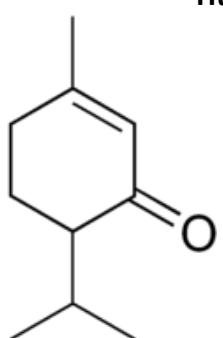
Όσον αφορά τη χημική τους σύσταση, τα αιθέρια έλαια, περιέχουν ενώσεις με μικρό μοριακό βάρος κυρίως τερπένια με κυριότερους εκπροσώπους τα μονοτερπένια, σεσκιτερπένια, διτερπένια καθώς και τα οξυγονούχα παράγωγα αυτών, φαινυλοπροπανοειδή, λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια, αλκάνια, αλκένια, αλκοόλες και αλδεΐδες<sup>[4]</sup>.

Τόσο η απόδοση όσο και η σύσταση των αιθέρων ελαίων εξαρτάται από παράγοντες όπως η εποχή συλλογής του φυτού, το μέρος του φυτού που συλλέγεται, οι περιβαλλοντικές συνθήκες, η μέθοδος παραλαβής<sup>[4,20]</sup>, η ώρα της ημέρας όπου συλλέγεται το φυτικό υλικό<sup>[20]</sup>, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, η τεχνική καλλιέργειας, οι μηχανικές πληγές που δημιουργούνται κατά τη συλλογή καθώς και γενετικοί παράγοντες<sup>[4]</sup>.

## 2.1. ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΤΟΥ ΜΑΡΑΘΟΥ

Το αιθέριο έλαιο του μάραθου παραλαμβάνεται κυρίως με τη μέθοδο της απόσταξης (με την ατμοαπόσταξη να αναφέρεται ως η καλύτερη μέθοδος)<sup>[10,11]</sup> τόσο από τα φύλλα<sup>[4]</sup> όσο και από τους καρπούς<sup>[1,10]</sup>. Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου είναι:

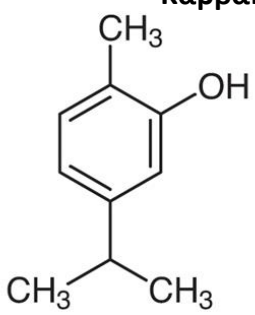
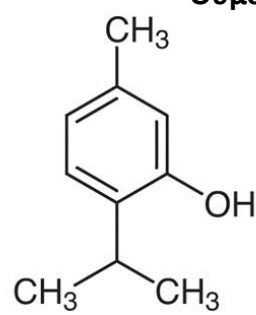

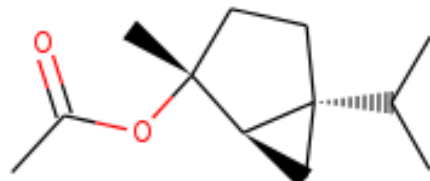
- trans-ανηθόλη<sup>[4,10]</sup>
- εστραγκόλη<sup>[4,10]</sup>
- φενχόνη<sup>[4,10]</sup>
- λιμονένιο<sup>[4,10]</sup>
- ροτουδιφολόνη<sup>[4]</sup>
- πιπεριτόνη<sup>[4]</sup>

<b>Πίνακας 3. Χημική δομή των κύριων συστατικών του αιθέριου ελαίου</b>	
<p><b>Trans-ανηθόλη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.chemsynthesis.com/base/chemical-structure-21316.html">https://www.chemsynthesis.com/base/chemical-structure-21316.html</a></p>	<p><b>Εστραγκόλη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/estragole1482014067011?lang=en&amp;region=GR">https://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/estragole1482014067011?lang=en&amp;region=GR</a></p>
<p><b>Φενχόνη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/w507709?lang=en&amp;region=GR">https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/w507709?lang=en&amp;region=GR</a></p>	<p><b>Λιμονένιο</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.tcichemicals.com/AU/en/p/L0046">https://www.tcichemicals.com/AU/en/p/L0046</a></p>
<p><b>Ροτουδιφολόνη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Rotundifolone">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Rotundifolone</a></p>	<p><b>Πιπεριτόνη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Piperitone">https://en.wikipedia.org/wiki/Piperitone</a></p>

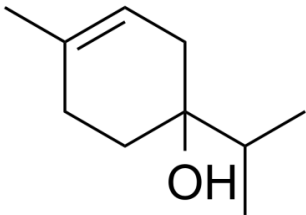
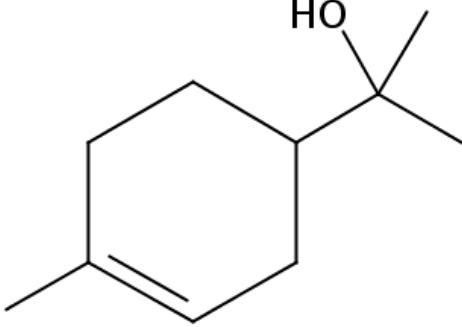
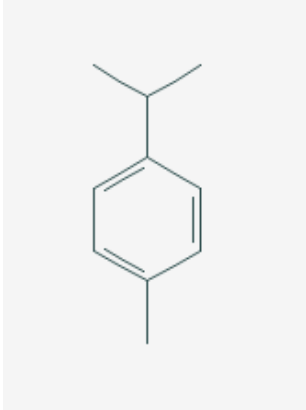

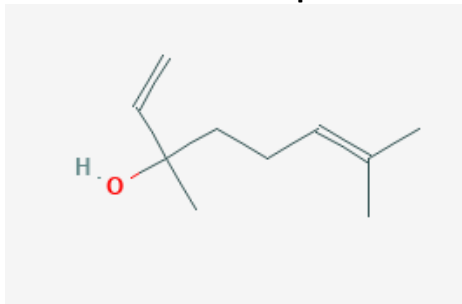
## 2.2. ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΤΗΣ ΜΑΝΤΖΟΥΡΑΝΑΣ

Το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας παραλαμβάνεται με απόσταξη<sup>[16,17,18]</sup> από τα υπέργεια τμήματα του φυτού<sup>[15,16,17]</sup> τόσο από χλωρό φυτικό υλικό όσο και από αποξηραμένα φύλλα και άνθη<sup>[1]</sup>. Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου είναι:

- Καρβακρόλη<sup>[14,15,16,17,18]</sup>
- Θυμόλη<sup>[14,15,18]</sup>
- Trans-Sabinenehydrate<sup>[14,15,16,17,18]</sup>
- Cis-Sabinenehydrate<sup>[14,15,16,17,18]</sup>
- Τερπινέν-4-ολη<sup>[14,15,16,17,18]</sup>
- α-τερπενεόλη<sup>[14,15,16,18]</sup>
- p-Cymene<sup>[14,15,16,18]</sup>
- Σαβινένιο<sup>[14,15,16,18]</sup>
- Λιναλοόλη<sup>[15,17,18]</sup>

Πίνακας 4. Χημική δομή των κύριων συστατικών του αιθέριου ελαίου	
<p><b>Καρβακρόλη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.tcichemicals.com/AU/en/search/?text=carvacrol">https://www.tcichemicals.com/AU/en/search/?text=carvacrol</a></p>	<p><b>Θυμόλη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.tcichemicals.com/AU/en/search/?text=thymol">https://www.tcichemicals.com/AU/en/search/?text=thymol</a></p>
<p><b>Trans-Sabinenehydrate</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.chemo.com/cid/76-704-6/trans-Sabinene%20hydrate%20acetate">https://www.chemo.com/cid/76-704-6/trans-Sabinene%20hydrate%20acetate</a></p>	<p><b>Cis-Sabinenehydrate</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://www.chemo.com/cid/71-611-4/cis-Sabinene%20hydrate%20acetate">https://www.chemo.com/cid/71-611-4/cis-Sabinene%20hydrate%20acetate</a></p>
<b>Τερπινέν-4-ολη</b>	<b>α-τερπενεόλη</b>



 <p>Πηγή: <a href="https://www.medchemexpress.com/terpinen-4-ol.html">https://www.medchemexpress.com/terpinen-4-ol.html</a></p>	 <p>Πηγή: <a href="https://www.chemservice.com/a-terpineol-n-17687-250mg.html">https://www.chemservice.com/a-terpineol-n-17687-250mg.html</a></p>
<p style="text-align: center;"><b>p-Cymene</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/p-cymene#section=2D-Structure">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/p-cymene#section=2D-Structure</a></p>	<p style="text-align: center;"><b>Σαβινένιο</b></p>  <p>Πηγή: <a href="http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.17769.html">http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.17769.html</a></p>
<p style="text-align: center;"><b>Λιναλοόλη</b></p>  <p>Πηγή: <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool#section=2D-Structure">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool#section=2D-Structure</a></p>	

### 2.3. ΧΡΗΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΕΝΤΟΜΩΝ

Τα έντομα που προσβάλλουν τόσο καλλιέργειες όσο και αποθηκευμένα προϊόντα προκαλούν αφενός ποσοτική καταστροφή αφετέρου ποιοτική υποβάθμιση<sup>[22]</sup>. Όσον αφορά τα αποθηκευμένα προϊόντα, υπάρχουν περίπου 600 είδη σκαθαριών, 355 είδη ακάρεα και 70 είδη πεταλούδας τα οποία προκαλούν καταστροφή<sup>[23]</sup>. Υπολογίζεται ότι, περισσότερα από 20.000 είδη σε καλλιέργειες και αποθηκευμένα προϊόντα, καταστρέφουν περίπου το 1/3 της παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων<sup>[24]</sup>. Συνεπώς, η χρήση εντομοκτόνων καθίσταται αναγκαία.

Ωστόσο, η αλόγιστη χρήση συνθετικών εντομοκτόνων οδήγησε σε μία σειρά προβλημάτων όπως η ανθεκτικότητα, η επανεμφάνιση εντόμων, η τοξικότητα σε νερό, έδαφος και τροφές, η μείωση φυσικών εχθρών, η διάβρωση του οικοσυστήματος καθώς και κάποια παράσιτα τα οποία ανέλαβαν σημαντική θέση<sup>[22]</sup>. Έτσι, δεδομένου ότι ορισμένα συνθετικά εντομοκτόνα είτε αποσύρονται είτε χάνουν την αποτελεσματικότητά τους εξαιτίας της δυσκολίας διαχείρισης της ανθεκτικότητας των παρασίτων είτε η αναζήτηση νέων συνθετικών ενώσεων είναι χρονοβόρα και δαπανηρή<sup>[25]</sup>, δημιουργήθηκε η ανάγκη ανάπτυξης φυσικών και φιλικών προς το περιβάλλον εντομοκτόνων καθώς πλεονεκτούν των συνθετικών<sup>[22]</sup>. Τα εντομοκτόνα αυτά είναι φυσικά, στοχεύουν σε συγκεκριμένους στόχους, έχουν μικρή ή μηδενική αρνητική επίδραση στα ωφέλιμα έντομα, εμφανίζουν μικρότερη υπολειμματικότητα και είναι αποτελεσματικά στα ανθεκτικά είδη<sup>[22]</sup>.

Ως φυσικά εντομοκτόνα χρησιμοποιούνται αιθέρια έλαια ορισμένων φυτών καθώς λόγω της πτητικότητάς τους δρουν καπνιστικά στα έντομα<sup>[22,23]</sup>. Κάποια από τα συστατικά των αιθέριων ελαίων δρουν προστατευτικά, ως αναστολείς ανάπτυξης και αναπαραγωγής, αντιδιατροφικά δηλαδή διαταράσσουν τις διατροφικές συνήθειες των εντόμων<sup>[22,24]</sup>, απωθητικά<sup>[24]</sup> ή ως εντομοκτόνα με δράση καπνιστική ή επαφή<sup>[22]</sup>. Ως εκ τούτου, τα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας έχουν τη δυνατότητα να αποτελέσουν φυσικά εντομοκτόνα των αποθηκευμένων προϊόντων.

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2008, μελετήθηκε η εντομοκτόνος δράση αιθέριων ελαίων από φυτά της Μεσογείου. Χρησιμοποιήθηκαν οι συγκεντρώσεις: 0,25μl/l, 0,5μl/l, 1μl/l και 2μl/l. Διαπιστώθηκε, ότι για το έντομο *Acyrtosiphon pisum* ακόμη και η πιο μικρή συγκέντρωση αιθέριου ελαίου μάραθου (0,25μl/l) ήταν ικανή να θανατώσει το 95% του πληθυσμού ενώ στις υπόλοιπες συγκεντρώσεις το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 100%. Αντιθέτως, για το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας, στο ίδιο έντομο, χρειάστηκε συγκέντρωση από 1μl/l και πλέον για να προκληθεί θνησιμότητα με ποσοστό μεγαλύτερο του 50% ενώ στη μικρότερη συγκέντρωση (0,25μl/l) όλα τα έντομα επιβίωσαν. Για το έντομο *Myzus persicae*, το αιθέριο έλαιο του μάραθου σε συγκεντρώσεις 0,5μl/l και πάνω το ποσοστό θνησιμότητας ήταν μεγαλύτερο του 50% ενώ στη μεγαλύτερη συγκέντρωση (2μl/l) το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 100%. Για το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας χρειάστηκε η μεγαλύτερη συγκέντρωση (2μl/l) για να θανατώσει ποσοστό άνω του 50% ενώ η μικρότερη συγκέντρωση (0,25μl/l) δεν δοκιμάστηκε καθώς στο 0,5μl/l επιβίωσαν όλα τα έντομα. Παρατηρήθηκε, ότι το *Myzus persicae* ήταν πιο ανθεκτικό από το *Acyrtosiphon pisum*<sup>[25]</sup>.

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2006, μελετήθηκε η εντομοκτόνος δράση αιθέριων ελαίων ενάντια στην αφίδα του λάχανου *Brevicoryne brassicae*. Εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο μαντζουράνας με καπνιστική δράση σε 500

άτομα πληθυσμό για 24 ώρες. Παρατηρήθηκε ότι η θανατηφόρος δόση για το 50% του πληθυσμού είναι 7,45μl/l αέρα ενώ για το 90% του πληθυσμού είναι 11,64μl/l αέρα<sup>[26]</sup>.

Το 2005, μελετήθηκε η καπνιστική δράση έξι μονοτερπενοειδών από αρωματικά φυτά ενάντια σε δύο έντομα αποθηκευμένων προϊόντων σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, σε διαφορετικές δόσεις και διαφορετικούς χρόνους έκθεσης. Τα συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η καρβακρόλη, 1,8 κινεόλη, μενθόλη, γ-τερπινένιο, τερπινεν-4-όλη και η θυμόλη και μελετήθηκε η καπνιστική δράση ενάντια σε ωά και ενήλικα άτομα του εντόμου *Tribolium confusum* και σε ωά και προνύμφη του εντόμου *Ephestia kuehniella*. Για τα ωά του *T.confusum* τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το γ-τερπινένιο προκάλεσε 100% θνησιμότητα στη δόση 92,4mg/l εντός 24 ωρών ενώ για το 99% σε δόση 46,2mg/l χρειάστηκαν 57,5 ώρες. Η καρβακρόλη σε δόση 46,2mg/l χρειάστηκε περίπου 141 ώρες για το 99% της θνησιμότητας. Όσον αφορά τα ενήλικα άτομα, τα συστατικά γ-τερπινένιο και τερπινεν-4-όλη προκάλεσαν 100% θνησιμότητα στις δόσεις 92,4mg/l σε 48 ώρες και 184mg/l σε 96 ώρες αντίστοιχα. Οι εκθέσεις των περίπου 26 και 40 ωρών αντίστοιχα στις ίδιες δόσεις ήταν αρκετές για το 99% της θνησιμότητας. Για τα ωά του εντόμου *E.kuehniella*, η καρβακρόλη και το γ-τερπινένιο σε δόση 46,2mg/l χρειάστηκαν λίγο παραπάνω από 48 ώρες για το 100% της θνησιμότητας ενώ τα 92,4mg/l του γ-τερπινένιου θανάτωσαν εντός 24 ωρών το 100% του πληθυσμού. Η θυμόλη σε δόση 46,2mg/l χρειάστηκε περίπου 30 ώρες. Όσον αφορά τις προνύμφες του εντόμου, η καρβακρόλη και το γ-τερπινένιο κατάφεραν θνησιμότητα 100% σε δόση 184,8mg/l. Ωστόσο, για το 99% της θνησιμότητας στην ίδια δόση η περίοδος έκθεσης για την καρβακρόλη, το γ-τερπινένιο και τη θυμόλη ήταν περίπου 24, 56 και 148 ώρες αντίστοιχα <sup>[27]</sup>.

Ακόμη μια έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε το 2007, μελετήθηκε η καπνιστική δράση πέντε μονοτερπενοειδών ενάντια σε διαφορετικά στάδια του εντόμου *Tribolium confusum*. Μελετήθηκε η καπνιστική δράση των συστατικών τερπινεν-4-όλη, 1,8-κινεόλη, λιναλοόλη, R-(+)-λιμονένιο και γερανιόλη σε διαφορετικά στάδια του εντόμου (ωά 3 ημερών, προνύμφες 10,18 και 25 ημερών, πλαγγόνες 2 φύλων 3 ημερών και ενήλικα 10 και 40 ημερών). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τερπινεν-4-όλη είχε την υψηλότερη δράση σε όλα τα στάδια και ακολουθούν το R-(+)-λιμονένιο, η 1,8-κινεόλη και η λιναλοόλη ενώ το λιγότερο τοξικό μονοτερπενοειδές ήταν η γερανιόλη. Το πιο ευαίσθητο στάδιο ήταν αυτό της προνύμφης 10 ημερών ενώ το πιο ανθεκτικό αυτό των ωών. Στις προνύμφες 18 και 25 ημερών υπήρξε μικρότερη ευαισθησία. Άρα, όσο η προνύμφη αναπτυσσόταν μετατράπηκε σε λιγότερο ευαίσθητη. Οι πλαγγόνες και τα ενήλικα έδειξαν παρόμοια ευαισθησία και ήταν λιγότερο ανθεκτικά από τις προνύμφες 18 και 25 ημερών. Τέλος, παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση της ευαισθησίας στα ενήλικα όσο

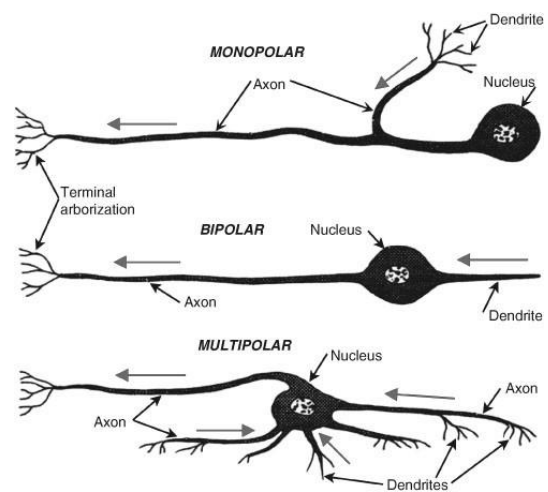
αυξανόταν η ηλικία ενώ δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ διαφορετικών φύλων ίδιας ηλικίας<sup>[28]</sup>.

## 2.4. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΑ ΕΝΤΟΜΑ

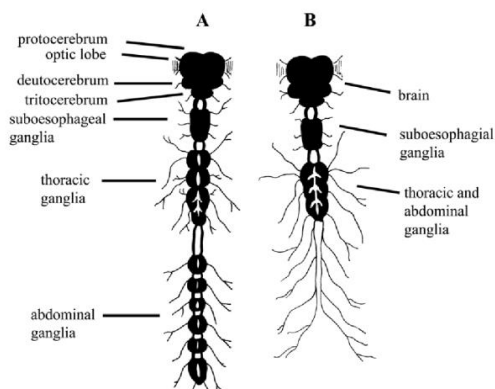
### 2.4.1. ΔΟΜΗ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΝΤΟΜΩΝ

Το νευρικό σύστημα των εντόμων ευθύνεται τόσο για την πρόσληψη όσο και για τη μεταβίβαση εσωτερικών και εξωτερικών ερεθισμάτων που δέχεται το έντομο καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Πρακτικά, πρόκειται για το σύνδεσμο των οργάνων αίσθησης όπως είναι οι κεραίες ή τα στοματικά μέρη και των οργάνων δράσης όπως είναι οι μυς και οι αδένες<sup>[29]</sup>.

Το νευρικό σύστημα των εντόμων αποτελείται: α) από τους νευρώνες ή νευρικά κύτταρα τα οποία είναι υπεύθυνα για την παραγωγή και τη μετάδοση του ερεθίσματος και κάθε νευρικό κύτταρο αποτελείται από το κυτταρικό σώμα το οποίο περιέχει τον πυρήνα, τους δενδρίτες ο οποίος είναι δεκτικές ίνες και το νευρίτη ή νευράξονα ο οποίος μπορεί να είναι ένας ή περισσότεροι και β) από τα νευρογλοιακά κύτταρα ή κύτταρα του Schwann τα



**Εικόνα 7.** Νευρικό κύτταρο των εντόμων  
Πηγή: [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4020-6359-6\\_2202](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4020-6359-6_2202)



**Εικόνα 8.** Κεντρικό νευρικό σύστημα των εντόμων  
Πηγή: <https://www.semanticscholar.org/paper/SENTIE-NCE-AND-PAIN-IN-INVERTEBRATES-Report-to-for-Somme/6b16c458c4eec3cc163af5f68835ceea1a0f7a10/figure/3>

οποία έχουν διπλό ρόλο αφενός της προστασίας αφετέρου της θρέψης των νευρικών κυττάρων<sup>[29]</sup>.

Το νευρικό σύστημα διακρίνεται στο κεντρικό νευρικό σύστημα, στο σπλαχνικό νευρικό σύστημα και στο περιφερειακό νευρικό σύστημα. Το κεντρικό νευρικό σύστημα αποτελείται από τον εγκέφαλο ή εγκεφαλικό γάγγλιο, το γναθωγέφαλο ή υποοισοφαγικό γάγγλιο και την κοιλιακή αλυσίδα<sup>[29]</sup>.

Με την άφιξη του ερεθίσματος, η νευρική ώση μεταφέρεται μέσω του νευράξονα στη σύναψη. Μέσω αυτής το ερέθισμα μεταδίδεται σε γειτονικό κύτταρο για τη συνέχεια της μετάδοσης. Η

μετάδοση, η οποία ονομάζεται συναπτική, είναι χημικής φύσεως και πραγματοποιείται μέσω ειδικών ουσιών που ονομάζονται νευρομεταδότες. Ο σημαντικότερος είναι η ακετυλοχολίνη (ACh) και οι συνάψεις λέγονται χολινεργικές. Η ώση μεταδίδεται μέσω της ακετυλοχολίνης η οποία κατόπιν διασπάται από το ένζυμο ακετυλοχολινεστεράση (AChE). Οι χημικές αντιδράσεις διαρκούν ελάχιστα και είναι συνεχόμενες<sup>[29]</sup>.

#### **2.4.2. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ**

Ο μηχανισμός δράσης των αιθέριων ελαίων και των εντομοκτόνων αναφέρεται σε συγκεκριμένη βιοχημική παρέμβαση κατά την οποία διακόπτουν κάποια βιολογική λειτουργία του εντόμου έχοντας ως αποτέλεσμα είτε τη δημιουργία δυσλειτουργίας στον οργανισμό τους είτε να απωθούνται είτε να επέρχεται ο θάνατός τους<sup>[32]</sup>.

Κάποια αιθέρια έλαια έχουν απωθητική δράση ενάντια στα έντομα, διεγείροντας τα οσφρητικά τους όργανα με αποτέλεσμα την απομάκρυνσή τους από τα φυτά. Επιπλέον, κάποια έλαια μπορεί να έχουν αντιδιατροφική δράση με αποτέλεσμα ο θάνατος του εντόμου να επέρχεται από ασιτία ή αφυδάτωση<sup>[33]</sup>. Επίσης, μελέτες έδειξαν σημαντική επίδραση στην ωτοκία, στην εκκολαπτικότητα των ωών, στον αριθμό των απογόνων καθώς και στην ανάπτυξή τους. Επιπλέον, τα πτητικά συστατικά των αιθέριων ελαίων μπορούν να διαταράξουν την επικοινωνία μεταξύ τους κατά την αναπαραγωγική περίοδο με αποτέλεσμα τη μείωση του πληθυσμού<sup>[34]</sup>.

Τα αιθέρια έλαια που έχουν εντομοκτόνο δράση φαίνεται ότι επιδρούν στο νευρικό σύστημα των εντόμων. Κάποια αναστέλλουν τη δράση του ενζύμου της ακετυλοχολινεστεράσης (AChE) προκαλώντας συσσώρευση της ακετυλοχολίνης (ACh) στις νευρικές συνάψεις το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή διέγερση του εντόμου και να καταλήγει στο θάνατό του<sup>[35]</sup>. Κάποια αιθέρια έλαια έχει αναφερθεί να έχουν δράση κατά της οκτοπαμίνης, η οποία είναι νευροορμόνη και νευροδιαβιβαστής των εντόμων, η αναστολή της οποίας προκαλεί ολική κατάρρευση του νευρικού συστήματος και τον άμεσο θάνατό τους<sup>[36]</sup>.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΝΤΟΜΑ

Τα έντομα είναι ζωικοί οργανισμοί<sup>[29]</sup> ο οποίοι αποτελούν τόσο την πολυπληθέστερη κλάση των αρθροπόδων όσο και μια από τις πολυπληθέστερες του ζωικού βασιλείου<sup>[37]</sup> καθώς ξεπερνούν το 75% του συνολικού αριθμού των ειδών του συγκεκριμένου βασιλείου<sup>[29]</sup>. Στη γη, τα έντομα, υπάρχουν πολύ πριν την εμφάνιση του ανθρώπου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τόσο την καλή προσαρμογή τους στο περιβάλλον όσο και την ανάπτυξη μηχανισμών που επιτρέπουν την επιβίωσή τους<sup>[29]</sup>.

Κάποια είδη χαρακτηρίζονται ως ωφέλιμα καθώς είτε παράγουν προϊόντα που προορίζονται για ανθρώπινη χρήση όπως το μέλι, η πρόπολη, ο βασιλικός πολτός, το κερύ, το φυσικό μετάξι είτε χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της γύρης για να επιτευχθεί η διαδικασία της επικονίασης είτε ως παράγοντες βιολογικής καταπολέμησης είτε ως τροφή είτε για επιστημονικές μελέτες<sup>[29]</sup>. Ωστόσο, κάποια είδη χαρακτηρίζονται ως επιζήμια ή έντομα-εχθροί καθώς προσβάλλουν είτε τον άνθρωπο και τα οικόσιτα ζώα μεταφέροντας ασθένειες είτε τις καλλιέργειες αφαιρώντας ένα μέρος αυτών ή/και ολόκληρη την καλλιέργεια<sup>[29]</sup> είτε τα αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα δημιουργώντας μετασυλλεκτικές απώλειες<sup>[29,38]</sup>. Η ταξινόμηση των εντόμων γίνεται με βάση τα κοινά τους χαρακτηριστικά και ομαδοποιούνται σε ομάδες: Βασίλειο, Φύλο, Κλάση, Τάξη, Οικογένεια, Γένος και Είδος<sup>[29]</sup>.

#### 3.1. TRIBOLIUM CONFUSUM-ΣΚΑΘΑΡΙ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ

##### 3.1.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΝΤΟΜΟΥ

Το σκαθάρι των αλεύρων είναι έντομο το οποίο ανήκει στην τάξη των σκαθαριών, στην οικογένεια των Τενεβριονίδων, στο γένος *Tribolium* και στο είδος *T.confusum*.<sup>[39]</sup>

<b>Βασίλειο</b>	Animalia
<b>Φύλο</b>	Arthropoda
<b>Κλάση</b>	Insecta
<b>Τάξη</b>	Coleoptera
<b>Οικογένεια</b>	Tenebrionidae
<b>Γένος</b>	Tribolium
<b>Είδος</b>	<i>T.confusum</i>

Τα ωά είναι μικροσκοπικά, λευκού χρωματισμού, και συχνά έχουν κολλημένα στην επιφάνειά τους κόκκους από αλεύρι<sup>[40]</sup>. Η προνύμφη είναι μικρού μεγέθους περίπου 5-6mm<sup>[38]</sup>, είναι ευκέφαλη, ολιγόποδη<sup>[29]</sup> και ευκίνητη<sup>[38]</sup>, ενώ φέρει στοματικά μόρια μασητικού τύπου<sup>[29]</sup>. Οι νεαρές προνύμφες έχουν υπόλευκο χρωματισμό ενώ η μεγαλύτερης ηλικίας προνύμφες έχουν καφε-κίτρινο χρωματισμό<sup>[37,38,40]</sup> και φέρουν



**Εικόνα 9.** Η προνύμφη του *T.confusum*  
Πηγή: προσωπικό αρχείο



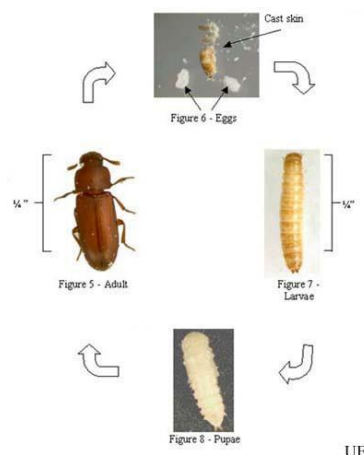
**Εικόνα 10.** Ενήλικο άτομο του *T.confusum*  
Πηγή:[https://en.wikipedia.org/wiki/Confused\\_flour\\_beetle#/media/File:Tribolium.confusum.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Confused_flour_beetle#/media/File:Tribolium.confusum.jpg)

πεταλοειδή απόφυση στο άκρο της κοιλίας<sup>[37]</sup>. Η πλαγγόνα έχει πιο ανοιχτό χρωματισμό, λευκό έως ανοιχτό κίτρινο<sup>[40]</sup>.

Τα ενήλικα άτομα, έχουν σώμα λεπτό<sup>[38]</sup>, επίμηκες, πεπλατυσμένο<sup>[37,38]</sup>, μήκους 3-4mm, με ικανότητα πτήσης<sup>[37]</sup> και χρώμα γυαλιστερό ερυθροκαστανό<sup>[37]</sup> έως σκούρο καστανό<sup>[38]</sup>. Τα άρθρα των κεραιών πλαταίνουν βαθμιαία από τη βάση έως το άκρο τους χωρίς το σχηματισμό ροπάλου<sup>[37,38]</sup>.

### 3.1.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Είναι ολομετάβολο έντομο που σημαίνει ότι η μεταμόρφωσή του είναι πλήρης και κάθε στάδιο διαφέρει σημαντικά από το προηγούμενο. Τα στάδια του εντόμου είναι τέσσερα ξεκινώντας από το ωό (αυγό) και ακολουθούν η προνύμφη (larva), η πλαγγόνα (pupa) και το ακμαίο ή τέλειο το οποίο είναι και το τελευταίο στάδιο της μεταμόρφωσης<sup>[29]</sup>. Ο βιολογικός κύκλος του εντόμου διαρκεί από 40-90 ημέρες περίπου 7-12 εβδομάδες<sup>[40]</sup>.



**Εικόνα 11.** Ο βιολογικός κύκλος του *T.confusum*  
Πηγή:[http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/beetles/red\\_flour\\_beetle.htm](http://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/beetles/red_flour_beetle.htm)

### 3.1.3. ΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Το *Tribolium confusum* απαντάται σε εύκρατες περιοχές<sup>[37,38]</sup>. Συμπληρώνουν 3-5 γενεές/έτος<sup>[37,38]</sup> και τα θηλυκά άτομα εναποθέτουν από 300-600 ωά στα

προϊόντα<sup>[38]</sup>. Τα ενήλικα άτομα είναι μακρόβια και μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 2 έτη<sup>[37]</sup> ίσως και 3 έτη αν οι συνθήκες το επιτρέπουν<sup>[38,40]</sup>. Οι βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης είναι μεταξύ 28-30°C και 70-90% σχετική υγρασία<sup>[37,41]</sup>. Διαχειμάζει στο αλεύρι ή σε σπόρους ξενιστών<sup>[37]</sup> ή ακόμη και σε διάφορα σημεία της αποθήκης<sup>[38]</sup> ενώ αναπτύσσεται καλύτερα σε σπασμένους σπόρους καθώς το περισπέρμιο στους ολόκληρους σπόρους δυσκολεύει την είσοδό τους στο εσωτερικό<sup>[37]</sup>.

### 3.1.4. ΖΗΜΙΕΣ

Πρόκειται για παμφάγο έντομο καθώς τόσο τα ενήλικα άτομα όσο και οι προνύμφες αυτού προσβάλλουν αποθηκευμένα προϊόντα όπως σπασμένους σπόρους (από σιτηρά και όσπρια), άλευρα, πίτουρα, ξηρούς καρπούς, ξηρά φρούτα και λαχανικά, κεχρί, σόργο, σιμιγδάλι, σουσάμι, ελαιούχους σπόρους, σπόρους κακάο, φρυγανιές και ζωοτροφές<sup>[37,38]</sup> καθώς και φαρμακευτικά προϊόντα<sup>[37]</sup>. Θεωρείται ο σημαντικότερος εχθρός των αλεύρων και των σιτηρών και συχνά απαντάται σε αλευρόμυλους και όταν η προσβολή είναι μεγάλη τα άλευρα αλλάζουν χρώμα, αποκτούν δυσάρεστη οσμή και καθίστανται ακατάλληλα για αρτοποιία<sup>[38]</sup>.

## 3.2. ΕΡHESTIA KUEHNIELLA-ΕΦΕΣΤΙΑ ΤΩΝ ΑΛΕΥΡΩΝ

### 3.2.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΕΝΤΟΜΟΥ

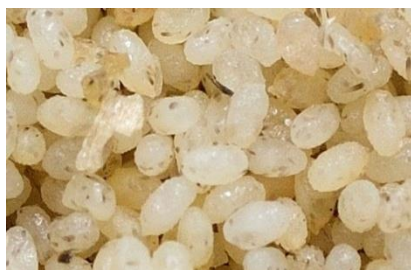
Η Εφέστια ή πυραλίδα<sup>[37]</sup> των αλεύρων είναι έντομο το οποίο ανήκει στην τάξη των Λεπιδόπτερων, στην οικογένεια των Πυραλίδων, στο γένος *Ephestia* και στο είδος *E.kuehniella*<sup>[42]</sup>.

Πίνακας 6. Ταξινόμηση του εντόμου <i>E.kuehniella</i> <sup>[42]</sup>	
Βασίλειο	Animalia
Φύλο	Arthropoda
Κλάση	Insecta
Τάξη	Lepidoptera
Οικογένεια	Pyralidae
Γένος	Ephestia
Είδος	<i>E.kuehniella</i>

Τα ωά είναι μικρά, με μέσο μέγεθος 0,57x0,30mm<sup>[44]</sup>, ελλειψοειδή και υπόλευκου χρωματισμού<sup>[43]</sup>. Η προνύμφη είναι ευκέφαλη και πολύποδη<sup>[29]</sup> ορατή με γυμνό μάτι<sup>[44]</sup> καθώς έχει μήκος έως το οποίο κυμαίνεται από 1,5<sup>[37]</sup> - 2<sup>[43]</sup>εκ. ενώ έχει χρώμα υπόλευκο<sup>[37,43]</sup> έως ελαφρώς ρόδινο<sup>[37]</sup>, με κεφαλή καστανού χρώματος<sup>[37,43]</sup>. Η πλαγγόνα<sup>[44]</sup> ή χρυσαλίδα<sup>[43]</sup> περιβάλλεται από χαρακτηριστικό βομβύκιο(κουκούλι)<sup>[43]</sup> από καθαρό μετάξι μέσα στο οποίο νυμφώνεται<sup>[29]</sup>. Τα ενήλικα άτομα έχουν μήκος 1-1,5εκ.<sup>[37]</sup> και άνοιγμα πτερύγων περίπου 2-2,5εκ.



[37,43]. Οι πρόσθιες πτέρυγες έχουν τεφρό χρωματισμό με διάσπαρτες σκουρόχρωμες κηλίδες και τρεις μαύρες εγκάρσιες ή κυματοειδείς γραμμές ενώ οι οπίσθιες πτέρυγες είναι υπόλευκες, ελαφρώς κρουσσωτές, με καστανού χρωματισμού περιφέρεια και νεύρα<sup>[37]</sup>.



**Εικόνα 12.** Ωά της *E. kuehniella*  
Πηγή: <https://www.andermttbiocontrol>.



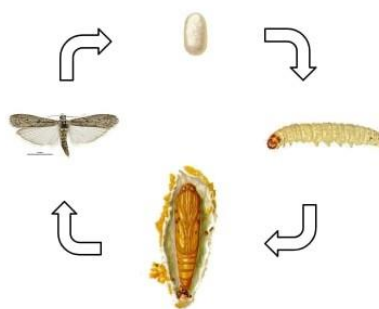
**Εικόνα 13.**  
Προνύμφη *E. Kuehniella* Πηγή:  
προσωπικό αρχείο



**Εικόνα 14.** Ενήλικο άτομο της *E. kuehniella* Πηγή: προσωπικό αρχείο

### 3.2.2. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Είναι έντομο ολομετάβολο δηλαδή η μεταμόρφωσή του είναι πλήρης και κάθε στάδιο διαφέρει σημαντικά από το προηγούμενο. Τα στάδια του εντόμου είναι τέσσερα ξεκινώντας από το ωό (αυγό) και ακολουθούν η προνύμφη ή κάμπια (larva), η πλαγγόνα ή χρυσαλίδα (pupa) και το ακμαίο ή τέλειο το οποίο είναι και το τελευταίο στάδιο της μεταμόρφωσης<sup>[29]</sup>. Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου εξαρτάται τόσο από τη



**Εικόνα 15.** Ο βιολογικός κύκλος της *E. kuehniella*  
Πηγή: Προσωπικό αρχείο

διατροφή όσο και από τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας<sup>[37,45,46]</sup>. Σε θερμοκρασία περίπου 27°C ( $\pm 1$ ) η ανάπτυξη του συμπληρώνεται σε περίπου 80 ημέρες όταν οι προνύμφες τρέφονται με καλαμποκάλευρο, σε περίπου 120 ημέρες όταν τρέφονται με αλεύρι από κριθάρι και σε περίπου 220 ημέρες όταν τρέφονται με αλεύρι από ρύζι<sup>[37]</sup>.

### 3.2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΑ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Η Εφέστια απαντάται κυρίως σε τροπικές περιοχές ωστόσο, η ανάπτυξη της ευνοείται και σε εύκρατες και μεσογειακές περιοχές<sup>[37]</sup>. Συμπληρώνει μέχρι 5 γενεές/έτος<sup>[38]</sup> αλλά εάν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές μπορεί να συμπληρώσει και 6 γενεές/έτος<sup>[44]</sup>. Τα θηλυκά ωτοκοούν περίπου 300 ωά το καθένα<sup>[38,44]</sup> πάνω στους

σωρούς των αλεύρων<sup>[38]</sup>. Διαχειμάζει ως νύμφη ή προνύμφη και τα ακμαία εμφανίζονται την άνοιξη. Παραμένουν ήσυχα κατά τη διάρκεια της ημέρας και δραστηριοποιούνται τη νύχτα<sup>[38]</sup>.

#### **3.2.4. ΖΗΜΙΕΣ**

Πρόκειται για ένα από τα σημαντικότερα έντομα που προσβάλλει βιομηχανικούς αλευρόμυλους<sup>[37,46]</sup> και αποθήκες αλεύρων<sup>[37]</sup>. Κοσμοπολίτικο<sup>[45]</sup> και παμφάγο<sup>[37]</sup> είδος των αποθηκευμένων σπόρων ιδιαίτερα στο αλεύρι<sup>[46]</sup>. Η προνύμφη παράγει πυκνούς, μετάξινοους ιστούς<sup>[38,44,46]</sup> των οποίων η παρουσία ενδεχομένως να προκαλέσει τόσο βλάβες στα μηχανήματα όσο και ολική καταστροφή στο προϊόν<sup>[38,46]</sup> καθώς οι ιστοί καλύπτουν το προϊόν και μαζί με τα αποχωρήματα των προνυμφών προκαλείται δυσοσμία<sup>[38]</sup>.

Προσβάλλει κυρίως δημητριακά, αποξηραμένα φρούτα, ξηρούς καρπούς, κόκκους κακάο<sup>[37,44]</sup>, σπασμένους σπόρους, αμύγδαλα, όσπρια, πίτουρα, σόγια, ρύζι, σιμιγδάλι, φιστίκι, σουσάμι, σιτάλευρο καθώς και γύρη στις κυψέλες των μελισσών<sup>[37]</sup>.

# **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι προσβολή των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων από περισσότερα από 600 είδη σκαθαριών προκαλώντας ποσοτικές και ποιοτικές απώλειες, καθώς και η μόλυνση των τροφίμων από έντομα, αποτελεί σημαντικό πρόβλημα ποιοτικού ελέγχου που απασχολεί τις βιομηχανίες τροφίμων<sup>[47]</sup>.

Η συνεχής χρήση συνθετικών εντομοκτόνων όπως οργανοφωσφορικά, καρβαμιδικά, πυρεθροειδή κ.α., αν και αποτελεσματική, προκάλεσε αρκετές αρνητικές συνέπειες οι οποίες οδηγούν σε περιβαλλοντικούς κινδύνους και βιοχημικές αλλαγές σε ζώα-μη στόχους<sup>[48,49]</sup>. Επιπλέον, τα έντομα ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στα χημικά καπνιστικά σκευάσματα<sup>[50]</sup>.

Τέλος, εξαιτίας της υπολειμματικότητας των συνθετικών-χημικών εντομοκτόνων, δημιουργήθηκε η ανάγκη για χρήση φυσικών-φιλικών προς το περιβάλλον εντομοκτόνων. Ως εκ τούτου, η χρήση φυσικών προϊόντων στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης των “εχθρών”, κερδίζει μεγάλο έδαφος τα τελευταία χρόνια<sup>[24]</sup>. Ως φυσικά εντομοκτόνα, εφαρμόζονται τα αιθέρια έλαια ορισμένων φυτών, καθώς λόγω της πτητικότητάς των συστατικών τους, δρουν ενάντια στα έντομα οπότε χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση-αντιμετώπισή τους<sup>[23]</sup>.

Ορισμένα από τα συστατικά των αιθέριων ελαίων, δρουν ως αναστολείς της ανάπτυξης ή της αναπαραγωγής, διαταράσσουν τις διατροφικές συνήθειες των εντόμων ή λειτουργούν ως απωθητικά ή εντομοκτόνα<sup>[22]</sup>. Για αυτό το λόγο, μέχρι σήμερα, έχει μελετηθεί η καπνιστική δράση αιθέριων ελαίων από περισσότερα από 75 είδη φυτών ορισμένων οικογενειών<sup>[23]</sup>.

Έχει αποδειχτεί, ότι τα αιθέρια έλαια, έχουν ισχυρή εντομοκτόνο δράση σε πολλά έντομα δρώντας ως αντιδιατροφικά, ωκτόνα, απωθητικά, καπνιστικά ή μέσω επαφής<sup>[51,52,53,54,55]</sup>. Έχει επίσης αναφερθεί, ότι μπορούν να επηρεάσουν ορισμένες βιολογικές παραμέτρους όπως ο ρυθμός ανάπτυξης, η διάρκεια ζωής και η αναπαραγωγή<sup>[56,57,58]</sup>.

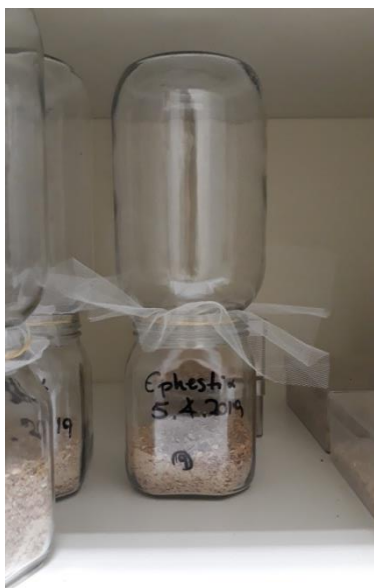
Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η μελέτη της επίδρασης των αιθέριων ελαίων του μάραθου και της μαντζουράνας στη θνησιμότητα τόσο των ακμαίων όσο και των προνυμφών των εντόμων *Tribolium confusum* και *Ephestia kuehniella*, σε διαφορετικές δόσεις και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

### 5.1. ΕΚΤΡΟΦΗ ΕΝΤΟΜΩΝ

Στο πείραμα, το οποίο πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Φυτοπροστασίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, χρησιμοποιήθηκαν για τις βιοδοκιμές προνύμφες και ακμαία των εντόμων *Tribolium confusum* (οικογένεια: Tenebrionidae) και *Ephestia kuehniella* (οικογένεια: Pyralidae) από τις εκτροφές του εργαστηρίου.

Οι εκτροφές διατηρούνται σε σταθερές συνθήκες σε θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενων συνθηκών με θερμοκρασία 27°C, σχετική υγρασία 60-70% και καθόλου φωτισμός. Η τροφή που χρησιμοποιήθηκε για την *E.kuehniella* ήταν μίγμα από σπασμένο καλαμπόκι, πίτουρο και αλεύρι ολικής άλεσης σε αναλογία 1:1 ενώ για το *T.confusum* ήταν αλεύρι ολικής άλεσης και νιφάδες βρώμης σε αναλογία 1:1.



**Εικόνα 16.** Εκτροφή της *E.kuehniella* Πηγή: προσωπικό αρχείο

Για την αναπαραγωγή της *E.kuehniella*, συλλέχθηκαν περίπου 15 ακμαία από παλιό πληθυσμό απαλλαγμένο από άλλα έντομα, τοποθετήθηκαν σε κενό βάζο, το οποίο τυλίχθηκε με τούλι για να περιοριστούν. Έπειτα, το βάζο με τα ακμαία τοποθετήθηκε πάνω σε βάζο με καθαρή τροφή χωρίς προσβολές από άλλα έντομα και αποθηκεύτηκε σε σκιερό μέρος σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά από 7 ημέρες περίπου, αφού τα ακμαία γέννησαν τα ωά, το περιεχόμενο του βάζου τοποθετήθηκε σε πλαστικό κουτί και συμπληρώθηκε με τροφή. Τέλος, προστέθηκαν 500mg amoxicillin για τυχόν ανάπτυξη παθογόνων.

Για την αναπαραγωγή του *T.confusum*, συλλέχθηκαν ακμαία από παλιό πληθυσμό, τοποθετήθηκαν σε πλαστικό κουτί με καθαρή τροφή απαλλαγμένη από προσβολές άλλων εντόμων και αποθηκεύτηκαν σε σκιερό μέρος σε θερμοκρασία δωματίου.

### 5.2. ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ & ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Τα αιθέρια έλαια του μάραθου (*Foeniculum vulgare*) και της μαντζουράνας (*Origanum majorana*) τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα ήταν από την εταιρεία "Etherio-pure essential oils" και συντηρήθηκαν στο ψυγείο σε θερμοκρασία 4°C.

Η ανάλυση των πτητικών συστατικών των αιθέριων ελαίων έγινε με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μάζας, η οποία δόθηκε από τον κατασκευαστή.

Το κυριότερο συστατικό του μάραθου, βάσει της χημικής ανάλυσης, είναι η Τρανσ-ανηθόλη σε ποσοστό 81,5% ενώ το αμέσως επόμενο συστατικό είναι το Λιμονένιο σε ποσοστό 7,2% (Πίνακας 7.). Το κυριότερο συστατικό της μαντζουράνας είναι η Καρβακρόλη σε ποσοστό 45,1% και ακολουθούν η Τερπινεν-4-όλη σε ποσοστό 9,4% και το γ-Τερπινένιο σε ποσοστό 9,3% (Πίνακας 8.).

<b>Πίνακας 7.</b> Χημική ανάλυση αιθέριου ελαίου του μάραθου	
α- Pinene	0.5
Sabinene	0.1
β- Pinene	0,2
Myrcene	0.2
α-Phellandrene	0,2
p-Cymene	0.2
<b>Limonene</b>	<b>7.2</b>
1,8 Cineole	0.2
Trans-β-Ocimene	0.8
γ-Terpinene	0.9
L-Fencone	0.9
Mehyl chavicol	4.0
Dihydro-carvone	0.9
Trans Carvone	1.1
p-Anisaldehyde	0.4
<b>Trans-Anethole</b>	<b>81.5</b>
Apiol	0.3

<b>Πίνακας 8.</b> Χημική ανάλυση αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας	
α-Pinene <sup>b</sup>	0.7
β-Pinene <sup>b</sup>	0.4
β-Myrcene <sup>b</sup>	1.3
α-Terpinene <sup>b</sup>	5.4
p-Cymene <sup>b</sup>	5.8
β-Phellandrene <sup>c</sup>	1.8
<b>γ-Terpinene<sup>b</sup></b>	<b>9.3</b>
Terpinolene <sup>c</sup>	1.5
Linalool <sup>b</sup>	5.6
Borneol <sup>b</sup>	0.5
<b>Terpinen-4-ol<sup>b</sup></b>	<b>9.4</b>
α-Terpineol <sup>b</sup>	2.4

Linalyl acetate <sup>c</sup>	0.8
Thymol <sup>b</sup>	0.8
<b>Carvacrol<sup>b</sup></b>	<b>45.1</b>
Neryl acetate <sup>c</sup>	0.3
Geranyl acetate <sup>c</sup>	0.5
$\beta$ -Caryophyllene <sup>b</sup>	1.0

### 5.3. ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

#### 5.3.1. ΚΑΠΝΙΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Στο πείραμα, μελετήθηκε το ποσοστό επιβίωσης των διαφορετικών σταδίων (ακμαία και προνούμφες), των εντόμων *E.kuehniella* και *T.confusum* κατά την έκθεσή τους σε ατμούς, των αιθέριων ελαίων του μάραθου και της μαντζουράνας, σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης (1 ημέρα για τα ακμαία και 1, 3 και 7 ημέρες για τις προνούμφες) και σε διαφορετικές δόσεις (0,01, 0,05, 0,1, 0,25, 0,5, 1 και 2 ml/lit αέρα).

Συγκεκριμένα, κατά την καπνιστική δράση, 10 άτομα του εκάστοτε σταδίου των εντόμων, συλλέχθηκαν προσεκτικά από τις εκτροφές και τοποθετήθηκαν σε μικρά υφασμάτινα σακουλάκια μαζί με 2 gr τροφής. Η τροφή για το *T.confusum* ήταν αλεύρι ολικής άλεσης και νιφάδες βρώμης και για την *E.kuehniella* ήταν μίγμα από σπασμένο καλαμπόκι, πίτουρο και αλεύρι ολικής άλεσης.

Έπειτα, τα υφασμάτινα σακουλάκια



**Εικόνα 18.** Προετοιμασία βιοδοκιμών καπνιστικής δράσης-υφασμάτινα σακουλάκια με το εμποτισμένο διηθητικό χαρτί  
Πηγή: προσωπικό αρχείο

τοποθετήθηκαν σε γυάλινα βάζα 1lt ενώ στην πάνω πλευρά του βάζου τοποθετήθηκε διηθητικό χαρτί (Whatman No.2) εφόσον προηγουμένως είχε εμποτιστεί με τις διαφορετικές δόσεις των αιθέριων ελαίων του μάραθου και της μαντζουράνας. Η εφαρμογή έγινε με τη χρήση μικροπιπέτας (μl/lit αέρα) και τα βάζα σφραγίστηκαν αεροστεγώς. Τα βάζα χρησίμευσαν ως θάλαμοι καπνισμού και διατηρήθηκαν σε σκιερό μέρος σε θερμοκρασία δωματίου.



**Εικόνα 17.** Προετοιμασία βιοδοκιμών καπνιστικής δράσης-ακμαία άτομα του *T.confusum* σε υφασμάτινο σακουλάκι Πηγή: προσωπικό αρχείο

Κάθε βιοδοκιμή είχε 10 επαναλήψεις

(συνολικός αριθμός ατόμων=100) ενώ υπήρχε και μια παρτίδα με έντομα χωρίς την προσθήκη κάποιου ελαίου η οποία και χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Τα ενήλικα άτομα εκτέθηκαν στους ατμούς για 24 ώρες (1 ημέρα) ενώ οι προνύμφες για 24, 72 και 168 ώρες (1, 3 και 7 ημέρες).



Εικόνα 19. Καπνιστική δράση Πηγή: προσωπικό αρχείο

Με τη συμπλήρωση του επιθυμητού χρόνου έκθεσης, τα γυάλινα βάζα αποσφραγίστηκαν και τα έντομα τοποθετήθηκαν σε τριβλίο Petri για την καταμέτρηση του αριθμού των νεκρών ατόμων του πειράματος. Κριτήριο για την καταμέτρηση των νεκρών ατόμων ήταν τόσο η κινητικότητά τους όσο και ο χρωματισμός τους. Έντομα τα οποία είχαν μειωμένη κινητικότητα (ακμαία και προνύμφες) και αλλαγή στο χρωματισμό τους (κυρίως οι προνύμφες των οποίων ο χρωματισμός άλλαξε σε σκούρο καφέ ή μαύρο) θεωρήθηκαν νεκρά.

### 5.3.2. ΔΡΑΣΗ ΕΠΑΦΗΣ

Στο πείραμα, μελετήθηκε το ποσοστό θνησιμότητας των διαφορετικών σταδίων (ακμαία και προνύμφες) του εντόμου *T.confusum* όταν ήρθαν σε επαφή με τα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας σε διαφορετικές δόσεις (0,01, 0,1 και 1ml/lit αέρα) και σε διαφορετικούς χρόνους έκθεσης (1 και 3 ημέρες).



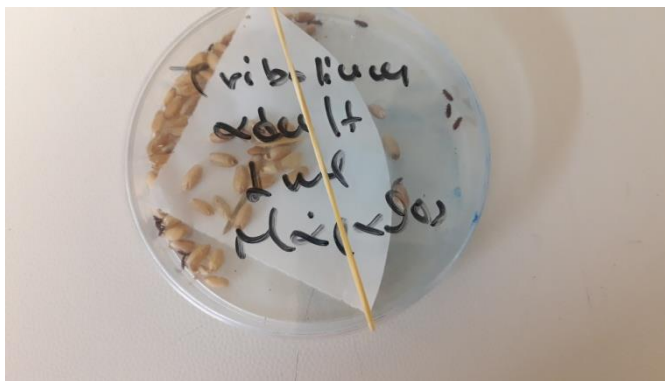
Εικόνα 20. Προετοιμασία βιοδοκιμών δράσης επαφής Πηγή: προσωπικό αρχείο

Συγκεκριμένα, κατά τη δράση επαφής, χρησιμοποιήθηκαν 10 άτομα του εκάστοτε σταδίου του εντόμου. Συλλέχθηκαν προσεκτικά από την εκτροφή και τοποθετήθηκαν σε τριβλίο Petri πάνω σε διηθητικό χαρτί (Whatman No.2) το οποίο ψεκάστηκε με διάλυμα αιθέριου ελαίου-αιθανόλης. Επιπλέον, προστέθηκε μια στρώση σιταριού, κλείστηκαν και τοποθετήθηκαν σε σκοτεινό σημείο και σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάθε βιοδοκιμή είχε 10 επαναλήψεις (συνολικός αριθμός ατόμων=100) ενώ υπήρχε και μια παρτίδα με έντομα χωρίς την προσθήκη κάποιου ελαίου η οποία και



χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Τα άτομα παρέμειναν στα τριβλία για 24 και 72 ώρες (1 και 3 ημέρες).



Εικόνα 21. Δράση επαφής Πηγή: προσωπικό αρχείο

Με τη συμπλήρωση του επιθυμητού χρόνου, τα τριβλία ανοίχτηκαν για την καταγραφή του αριθμού των νεκρών ατόμων του πειράματος.

Κριτήριο για την καταμέτρηση

των νεκρών ατόμων ήταν κατά κύριο λόγο η μειωμένη κινητικότητά τους. Τα άτομα τα οποία εμφάνισαν μειωμένη κινητικότητα θεωρήθηκαν νεκρά.

#### 5.4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Σε περίπτωση που εμφανιζόταν θνησιμότητα στο μάρτυρα, εφαρμόζοταν η διόρθωση κατά Abbott<sup>[59]</sup> σύμφωνα με τον τύπο:

$$Abbott = \frac{\text{θνησιμότητα επέμβασης} - \text{θνησιμότητα μάρτυρα}}{100 - \text{θνησιμότητα μάρτυρα}} \times 100$$

Για τις συγκρίσεις των αποτελεσμάτων έγινε έλεγχος σημαντικότητας του κριτηρίου του F(Ανοva), σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$ . Όπου υπήρχε σημαντικότητα χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία των Tukey-Kramer (HSD Test)<sup>[60]</sup>.

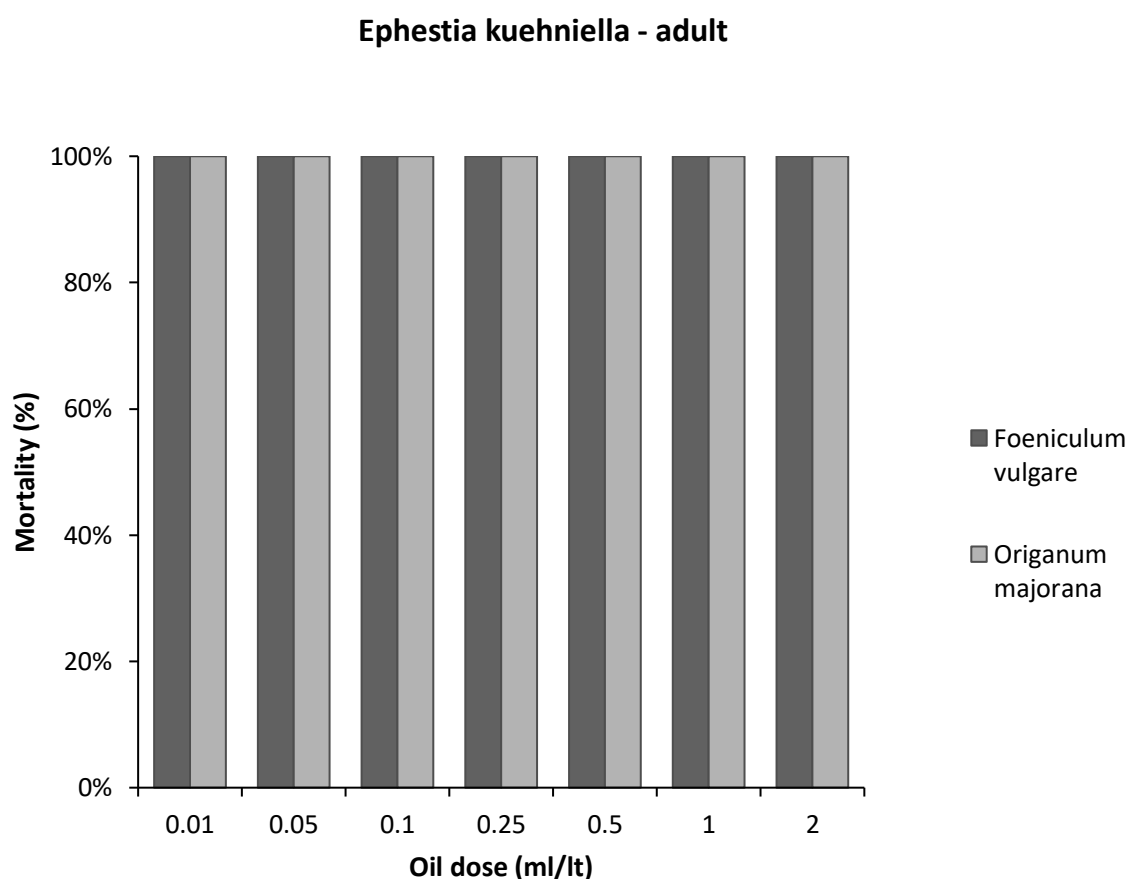
Για τη μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των κύριων παραγόντων όπως, τα είδη των ελαίων και οι διαφορετικές δοσολογίες τους καθώς και τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των εντόμων, πραγματοποιήθηκε πολυπαραγοντική ANOVA για κάθε έντομο των βιοδοκιμών.

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο JMP 7.0.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 6.1. ΚΑΠΝΙΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

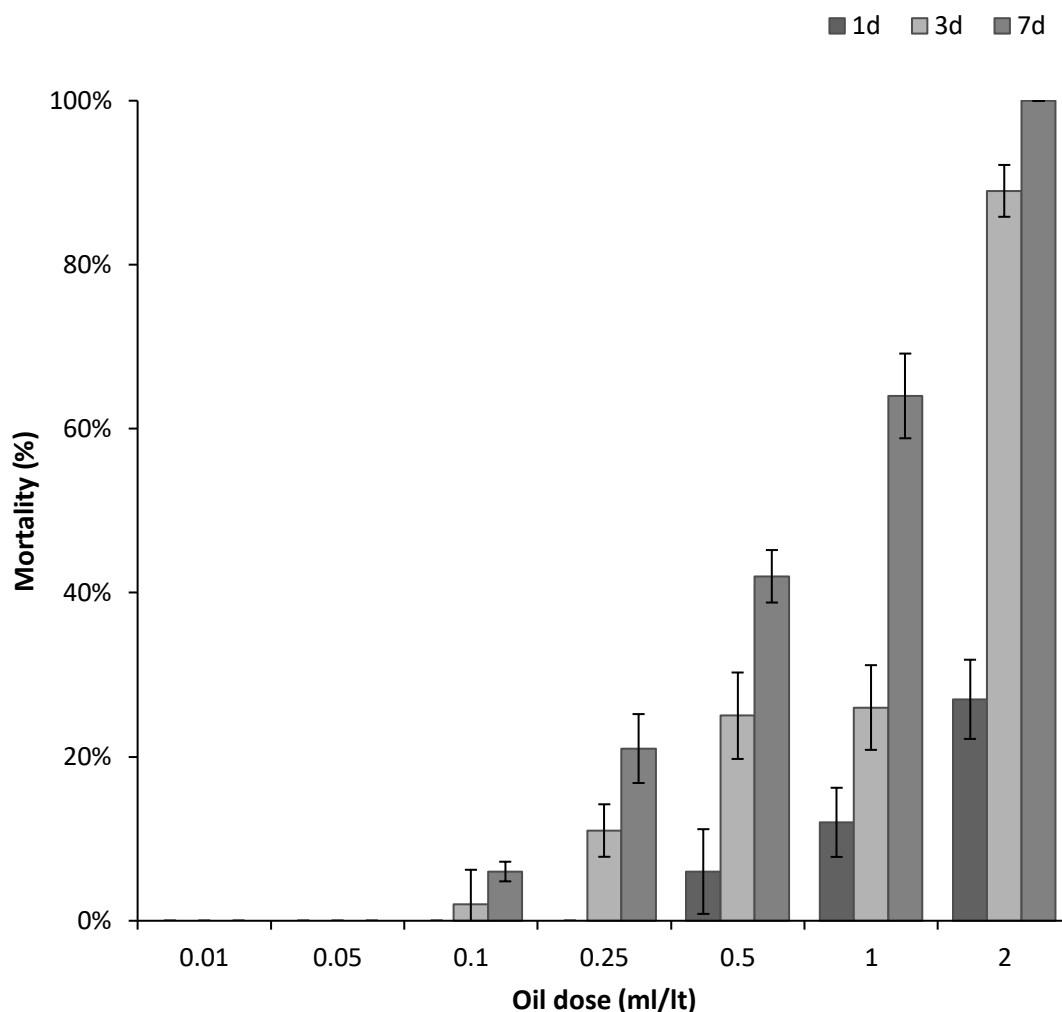
Η μέση θνησιμότητα στην καπνιστική δράση τόσο των προνυμφών όσο και των ακμαίων, των εντομών του πειράματος (*T.confusum* και *E.kuehniella*) που εκτέθηκαν στα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας, απεικονίζεται στα ακόλουθα γραφήματα (1-6):



**Γράφημα 1.** Θνησιμότητα (%) της καπνιστικής δράσης των ακμαίων του εντόμου *Erphestia kuehniella*, σε συνάρτηση με τη δοσολογία των αιθέριων ελαίων του μάραθου και της μαντζουράνας.

Στο γράφημα 1. παρατηρούμε ότι, τα ακμαία του εντόμου *Erphestia kuehniella*, παρουσίασαν 100% θνησιμότητα σε όλες τις δόσεις και των δύο ελαίων την πρώτη μέρα έκθεσής τους. Παρατηρήθηκε, ότι ακόμη και στη μικρότερη δόση τόσο του αιθέριου ελαίου του μάραθου όσο και του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας (0,01ml/lt), το ποσοστό θνησιμότητας ανήλθε στο 100%.

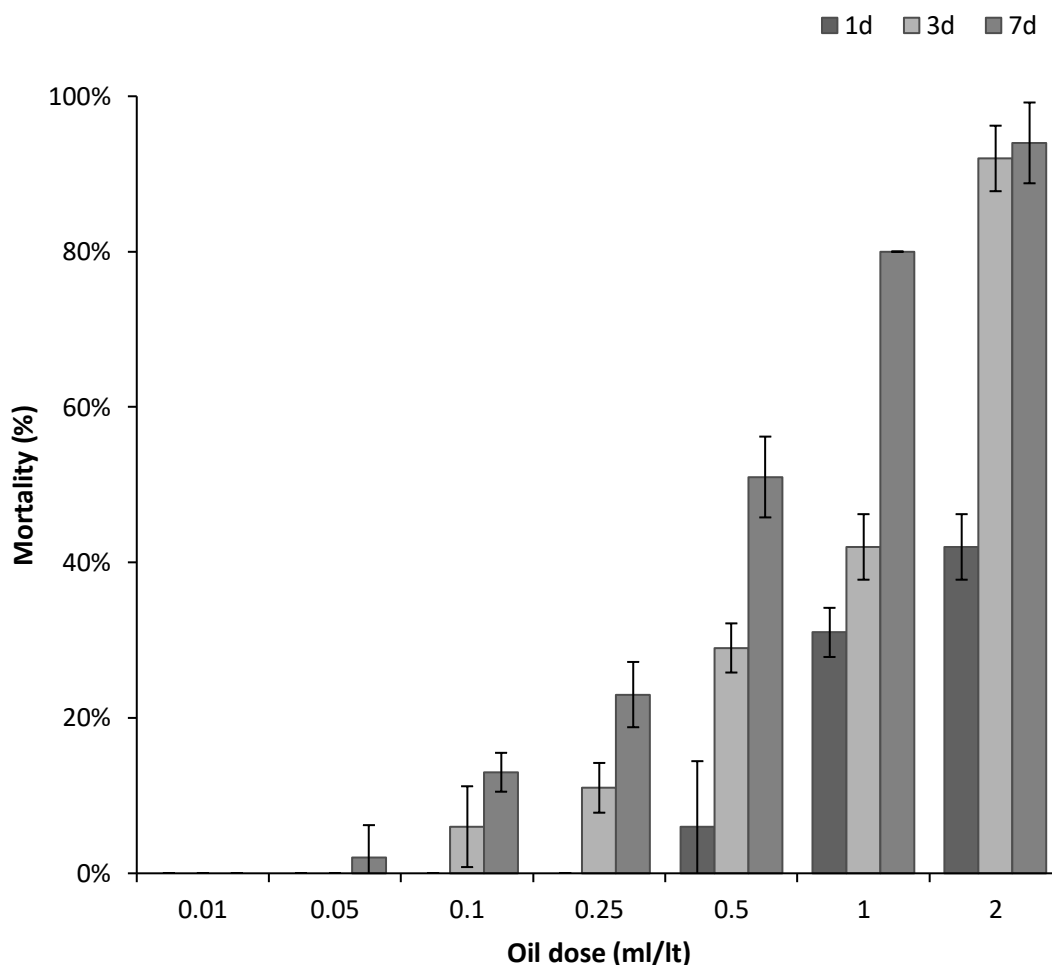
## *Ephestia kuehniella* - larva, *Foeniculum vulgare*



**Γράφημα 2.** Θνησιμότητα (%) της καπνιστικής δράσης των προνυμφών του εντόμου *Ephestia kuehniella*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου του μάραθου.

Στο γράφημα 2. παρατηρείται ότι, οι προνύμφες του εντόμου *Ephestia kuehniella*, όταν εκτέθηκαν στους ατμούς του αιθέριου ελαίου του μάραθου παρουσίασαν μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας τόσο με την αύξηση της δόσης όσο και με την αύξηση του χρόνου έκθεσης. Στις χαμηλότερες δόσεις (0,01 και 0,05ml/lt) όπως και στην 1<sup>η</sup> ημέρα έκθεσής τους στις δόσεις 0,1 και 0,25ml/lt το ποσοστό θνησιμότητας των προνυμφών ήταν μηδενικό. Στη μεγαλύτερη συγκέντρωση των 2ml/lt παρατηρήθηκε μεγάλο ποσοστό θνησιμότητας από την 3<sup>η</sup> ημέρα έκθεσής τους.

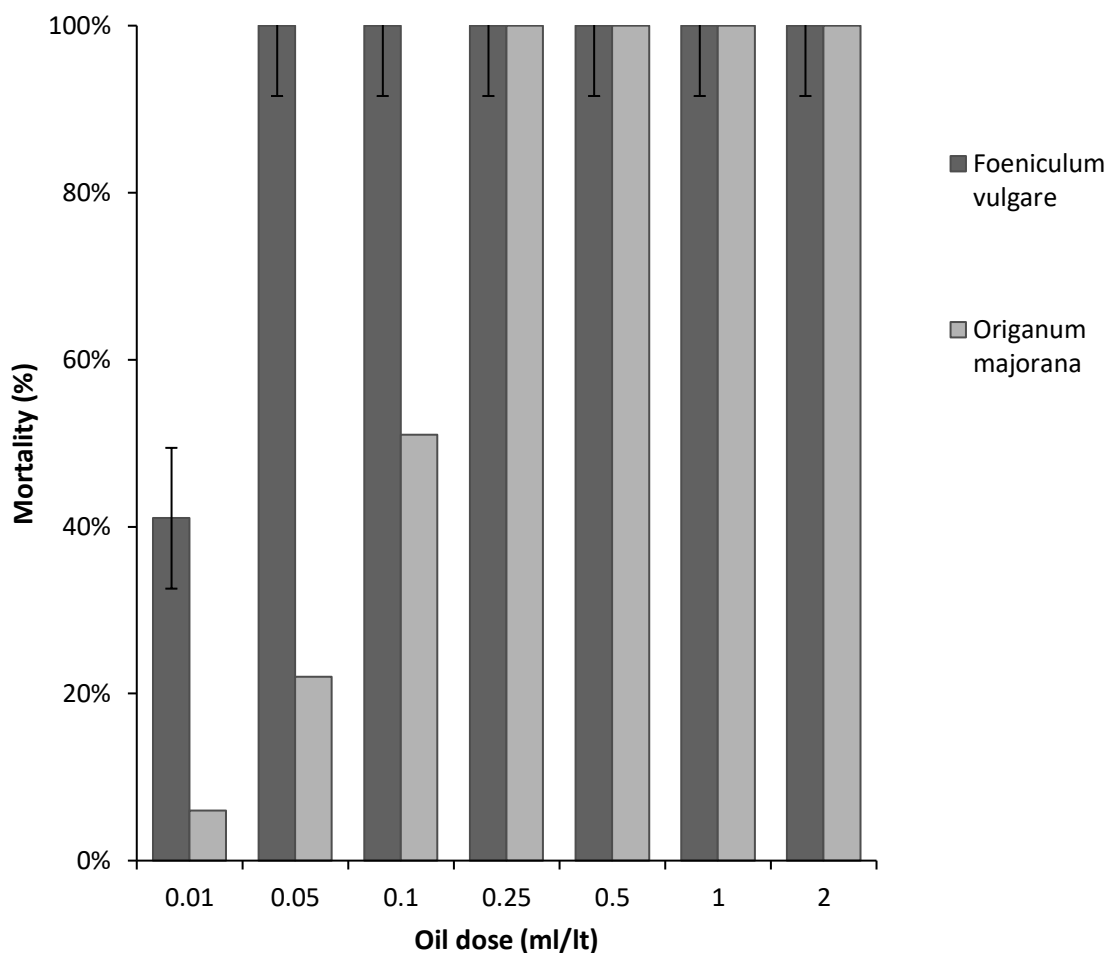
### *Ephestia kuehniella* - larva, *Origanum majorana*



**Γράφημα 3.** Θνησιμότητα (%) της καπνιστικής δράσης των προνυμφών του εντόμου *Ephestia kuehniella*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας.

Στο 3<sup>ο</sup> γράφημα, παρατηρήθηκε ότι οι προνύμφες του εντόμου *Ephestia kuehniella*, όταν εκτέθηκαν στους ατμούς του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας παρουσίασαν μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας τόσο με την αύξηση της δόσης όσο και με την αύξηση του χρόνου έκθεσης. Στη μικρότερη δόση των 0,01ml/l καθώς και στην 1<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ημέρα της δόσης των 0,05ml/l και στην 1<sup>η</sup> ημέρα των 0,1 και 0,25ml/l, δεν παρατηρήθηκε θνησιμότητα. Στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των 1 και 2ml/l παρατηρήθηκε μεγάλο ποσοστό θνησιμότητας στην 7<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> ημέρα αντίστοιχα.

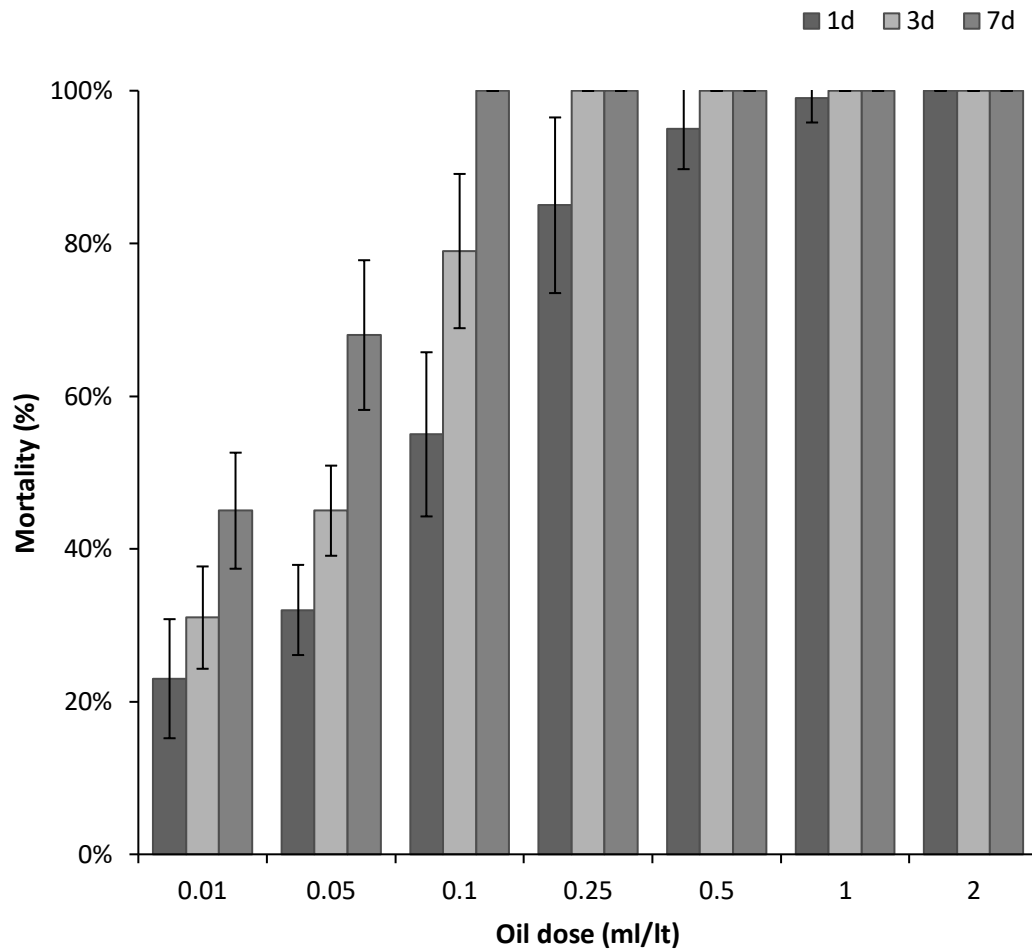
### Tribolium confusum- adult



**Γράφημα 4.** Θνησιμότητα (%) της καπνιστικής δράσης των ακμαίων της καπνιστικής δράσης του εντόμου *Tribolium confusum*, σε συνάρτηση με τη δοσολογία των αιθέριων ελαίων του μάραθου και της μαντζουράνας.

Στο γράφημα 4., για τα ακμαία άτομα του *Tribolium confusum*, παρατηρείται 100% θνησιμότητα και για τα δύο έλαια στις συγκεντρώσεις 0,25, 0,5, 1 και 2ml/lt καθώς και στις συγκεντρώσεις 0,05 και 0,1ml/lt για το αιθέριο έλαιο του μάραθου την πρώτη ημέρα έκθεσής τους. Μικρότερη θνησιμότητα παρατηρήθηκε για τις συγκεντρώσεις 0,01, 0,05 και 0,1ml/lt για το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας. Συγκριτικά, το αιθέριο έλαιο του μάραθου έδωσε καλύτερα ποσοστά θνησιμότητας από το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας ακόμη και στις μικρότερες συγκεντρώσεις.

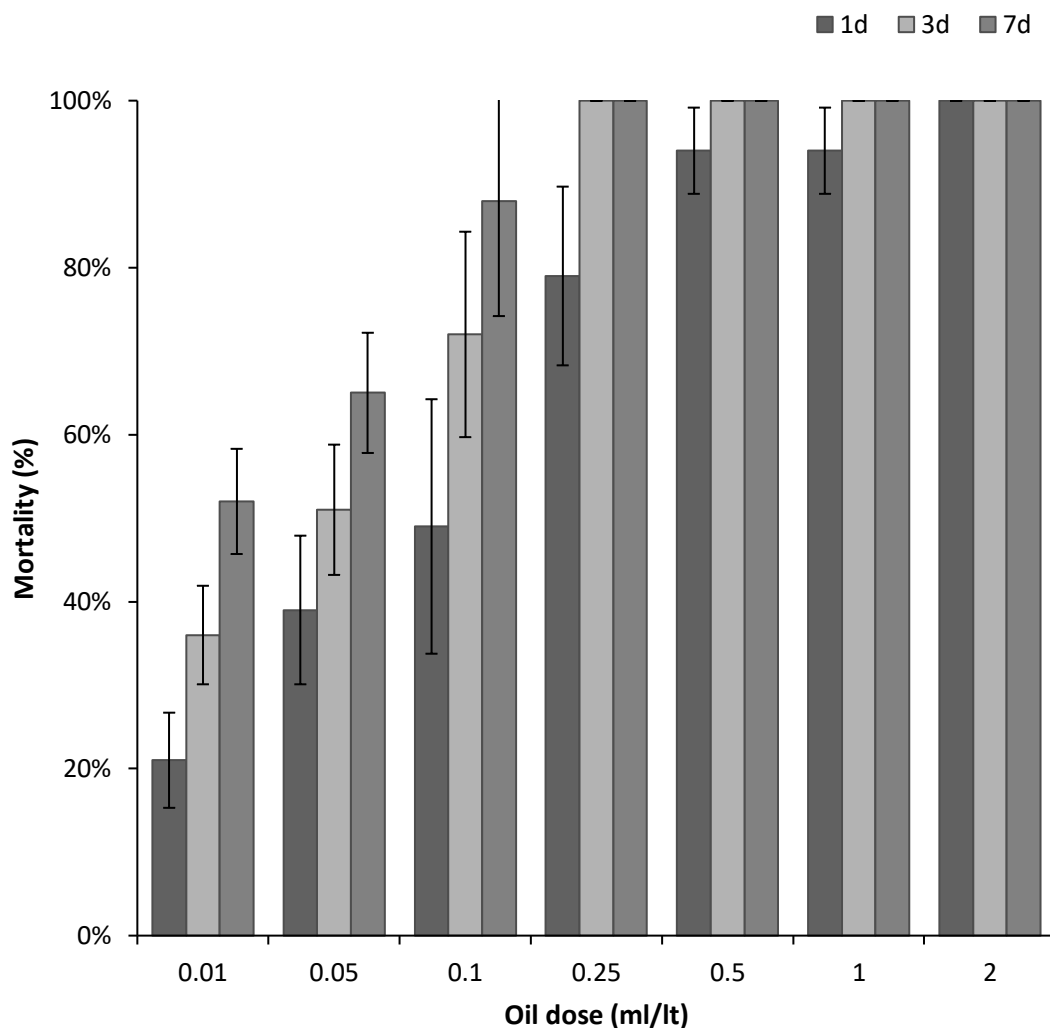
### Tribolium confusum- larva, Foeniculum vulgare



**Γράφημα 5.** Θνησιμότητα (%) της καπνιστικής δράσης των προνυμφών του εντόμου *Tribolium confusum*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου του μάραθου.

Στο 5<sup>ο</sup> γράφημα, παρατηρήθηκε ότι, το ποσοστό θνησιμότητας, για τις προνύμφες του *Tribolium confusum*, από τη δόση των 0,1ml/lt ήταν υψηλό. Ειδικότερα, μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας παρουσιάζονται τόσο με την αύξηση της δόσης όσο και με την αύξηση του χρόνου έκθεσης. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα για την 7<sup>η</sup> ημέρα των 0,1ml/lt ενώ υψηλό ήταν το ποσοστό θνησιμότητας για την 3<sup>η</sup> ημέρα της ίδιας συγκέντρωσης. Από τη συγκέντρωση των 0,25ml/lt παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα ήδη από την 3<sup>η</sup> ημέρα.

### Tribolium confusum- larva, Origanum majorana

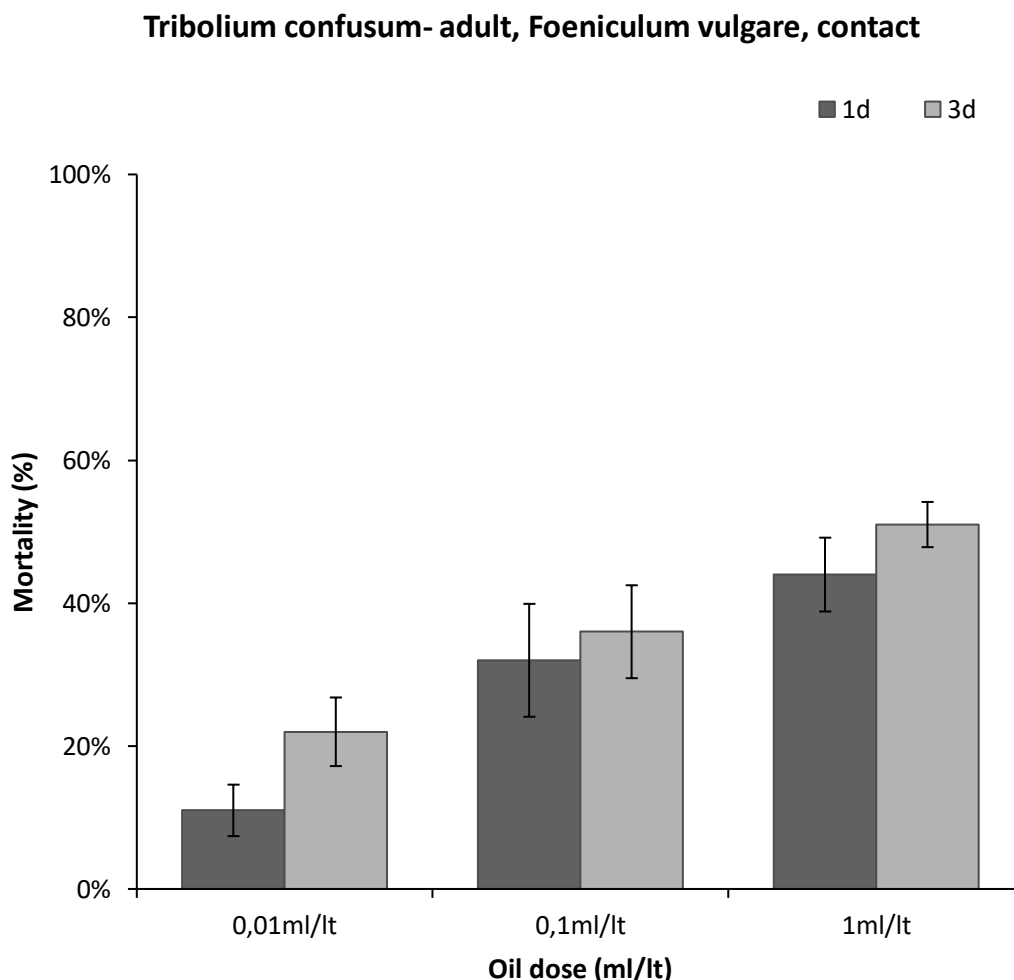


**Γράφημα 6.** Θνησιμότητα (%) της καπνιστικής δράσης των προνυμφών του εντόμου *Tribolium confusum*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας.

Στο γράφημα 6. παρατηρήθηκε ότι, το ποσοστό θνησιμότητας, για τις προνύμφες του *Tribolium confusum*, από τη δόση των 0,1ml/lt ήταν υψηλό. Ειδικότερα, μεγαλύτερα ποσοστά θνησιμότητας παρουσιάζονται τόσο με την αύξηση της δόσης όσο και με την αύξηση του χρόνου έκθεσης. Συγκεκριμένα, από την 3<sup>η</sup> ημέρα της συγκέντρωσης των 0,25ml/lt παρατηρήθηκε 100% θνησιμότητα ενώ υψηλά ποσοστά θνησιμότητας έδωσε και η 7<sup>η</sup> ημέρα της συγκέντρωσης των 0,1ml/lt.

## 6.2. ΔΡΑΣΗ ΕΠΑΦΗΣ

Η μέση θνησιμότητα στη δράση επαφής τόσο των προνυμφών όσο και των ακμαίων, του εντόμου *Tribolium confusum* όταν ήρθε σε επαφή με τα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας, απεικονίζεται στα ακόλουθα γραφήματα (7-10):

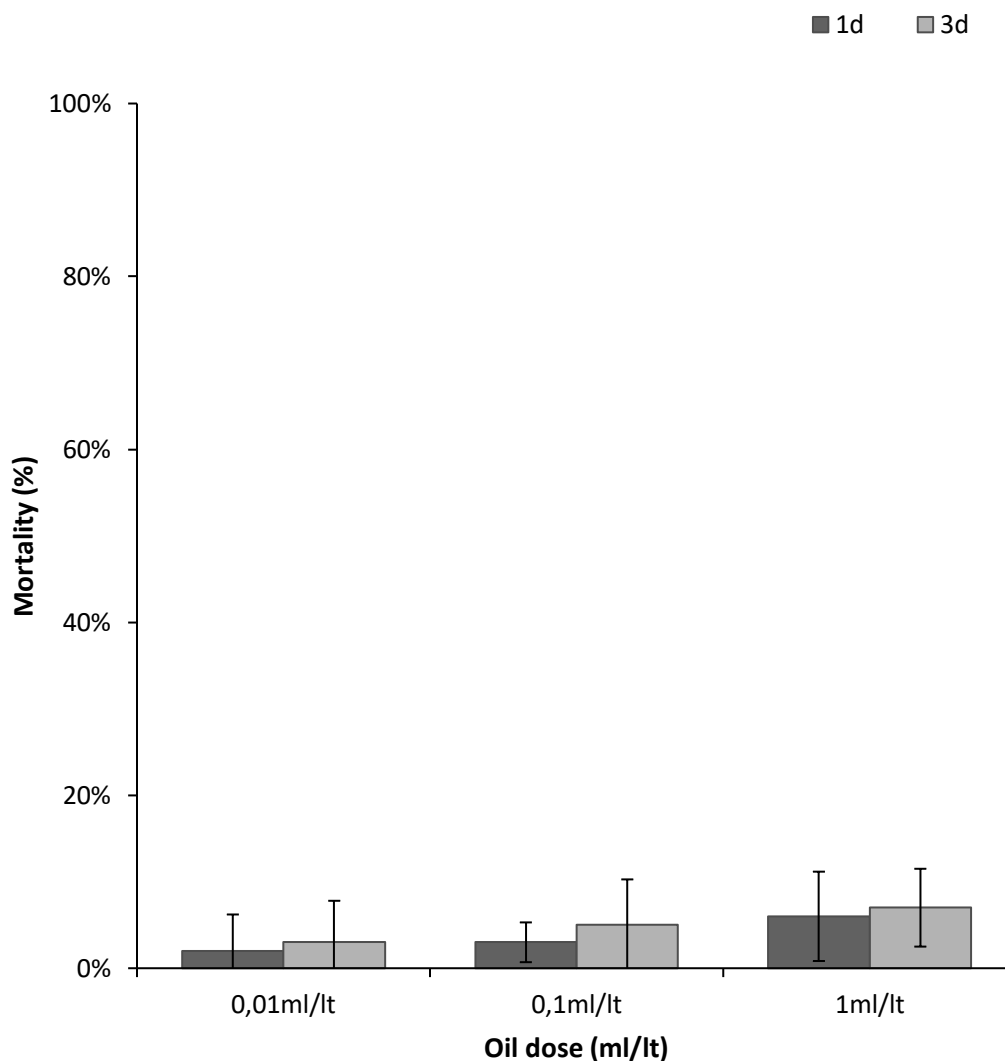


**Γράφημα 7.** Θνησιμότητα (%) της δράσης επαφής των ακμαίων του εντόμου *Tribolium confusum*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου του μάραθου.

Τα ακμαία άτομα του *Tribolium confusum* τα οποία ήρθαν σε επαφή με το αιθέριο έλαιο του μάραθου, παρουσίασαν μικρή θνησιμότητα η οποία αυξήθηκε τόσο με την αύξηση της δόσης όσο και με την αύξηση των ημερών έκθεσης. Στη μικρότερη δόση των 0,01ml/Lt το ποσοστό θνησιμότητας δεν ξεπέρασε το 15% κατά την πρώτη ημέρα έκθεσης ενώ την 3<sup>η</sup> ημέρα το ποσοστό ανήλθε στο 22%. Ωστόσο, μόνο την 3<sup>η</sup> ημέρα και σε συγκέντρωση 1ml/Lt η θνησιμότητα ανήλθε στο 51%.



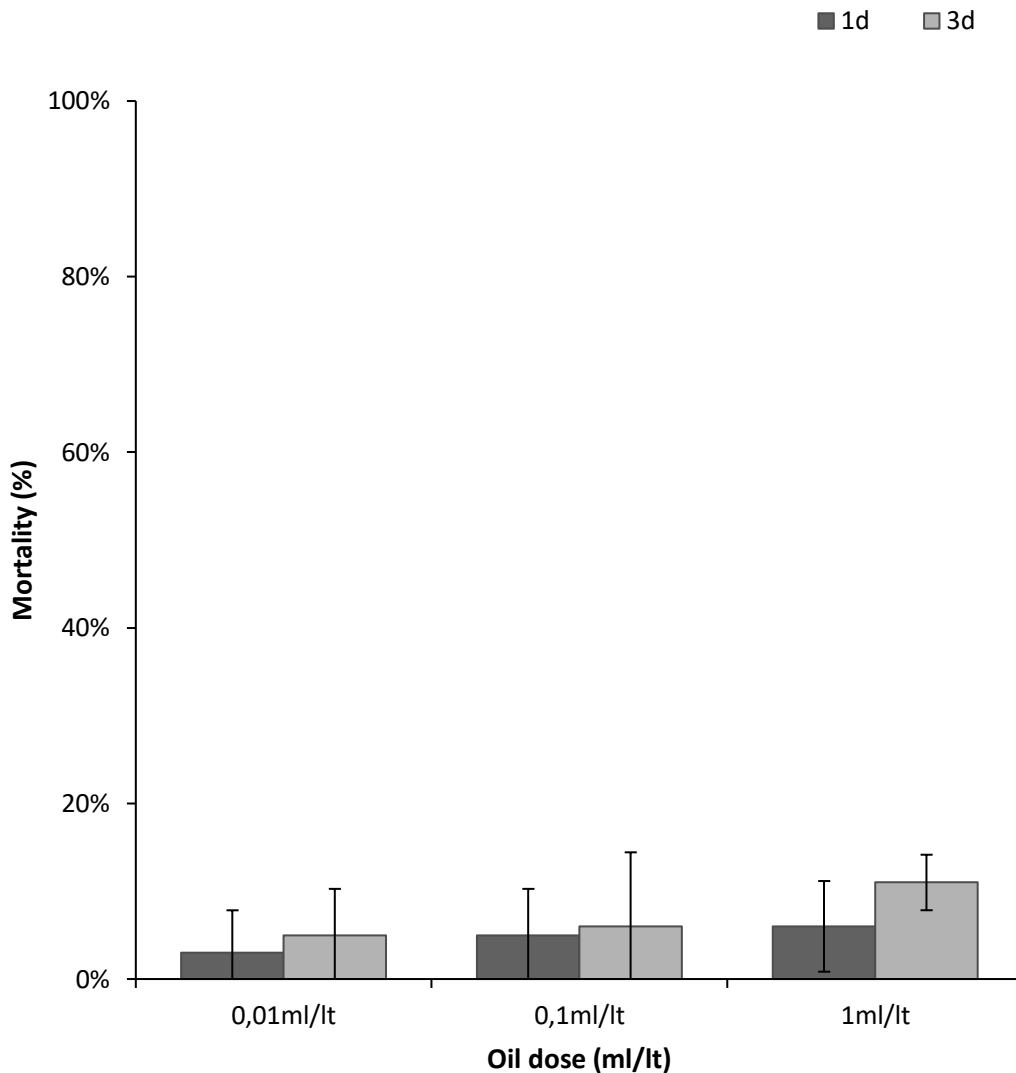
### Tribolium confusum- adult, Origanum majorana, contact



**Γράφημα 8.** Θνησιμότητα (%) της δράσης επαφής των ακμαίων του εντόμου *Tribolium confusum*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας.

Στο 8<sup>ο</sup> γράφημα, παρατηρήθηκε πολύ μικρό ποσοστό θνησιμότητας σε όλες τις ημέρες έκθεσης και σε όλες τις συγκεντρώσεις του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας για τα ακμαία άτομα του *Tribolium confusum*. Ακόμη και στην μεγαλύτερη συγκέντρωση των 1ml/l η θνησιμότητα δεν ξεπερνά το 10% ούτε την 3<sup>η</sup> ημέρα έκθεσής τους.

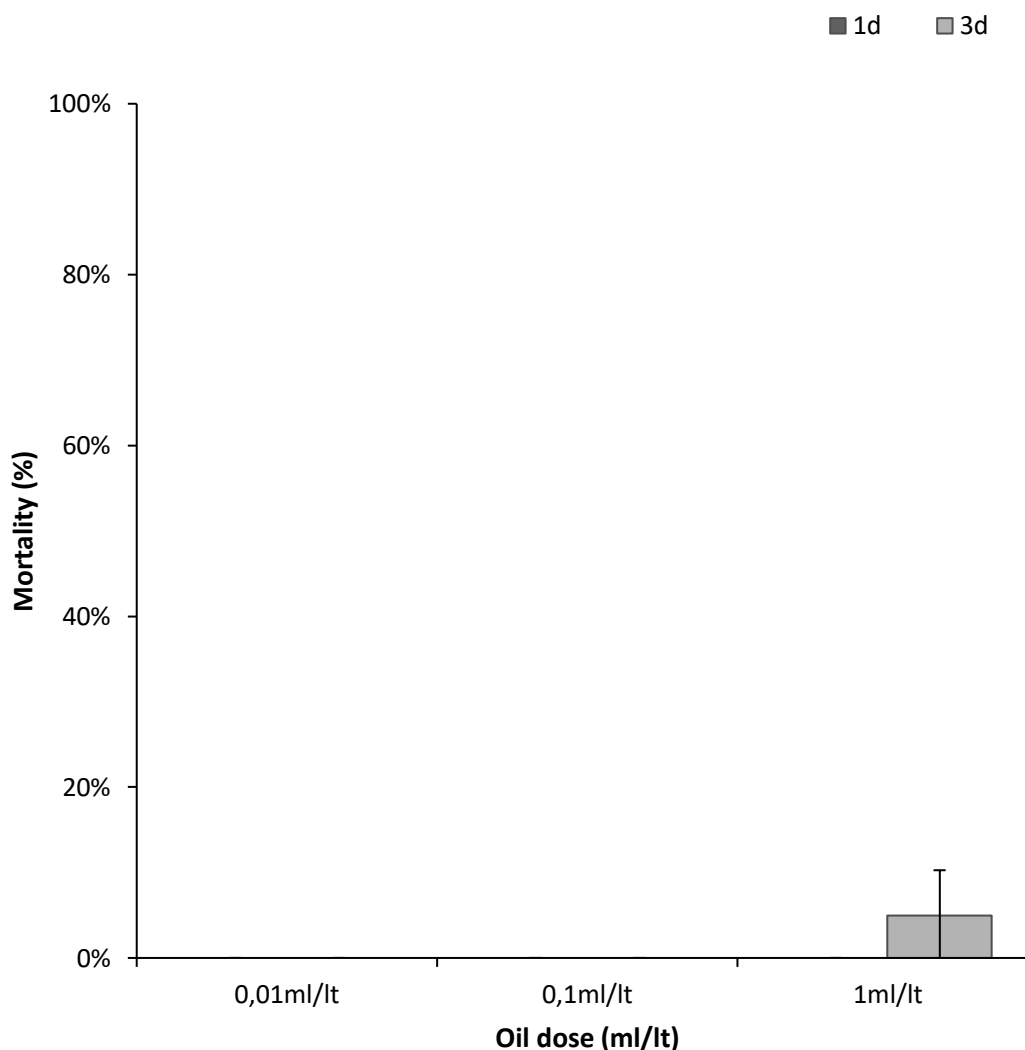
### Tribolium confusum- larva, Foeniculum vulgare, contact



**Γράφημα 9.** Θνησιμότητα (%) της δράσης επαφής των προνυμφών του εντόμου *Tribolium confusum*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου του μάραθου.

Όσον αφορά την προνύμφη του *Tribolium confusum*, παρατηρήθηκε μικρό ποσοστό θνησιμότητας για το αιθέριο έλαιο του μάραθου σε όλες τις δόσεις που δοκιμάστηκαν και σε όλες τις ημέρες έκθεσης. Ακόμη και στη μεγαλύτερη συγκέντρωση των 1ml/lt το ποσοστό θνησιμότητας είναι περίπου στο 10%.

### Tribolium confusum- larva, Origanum majorana, contact

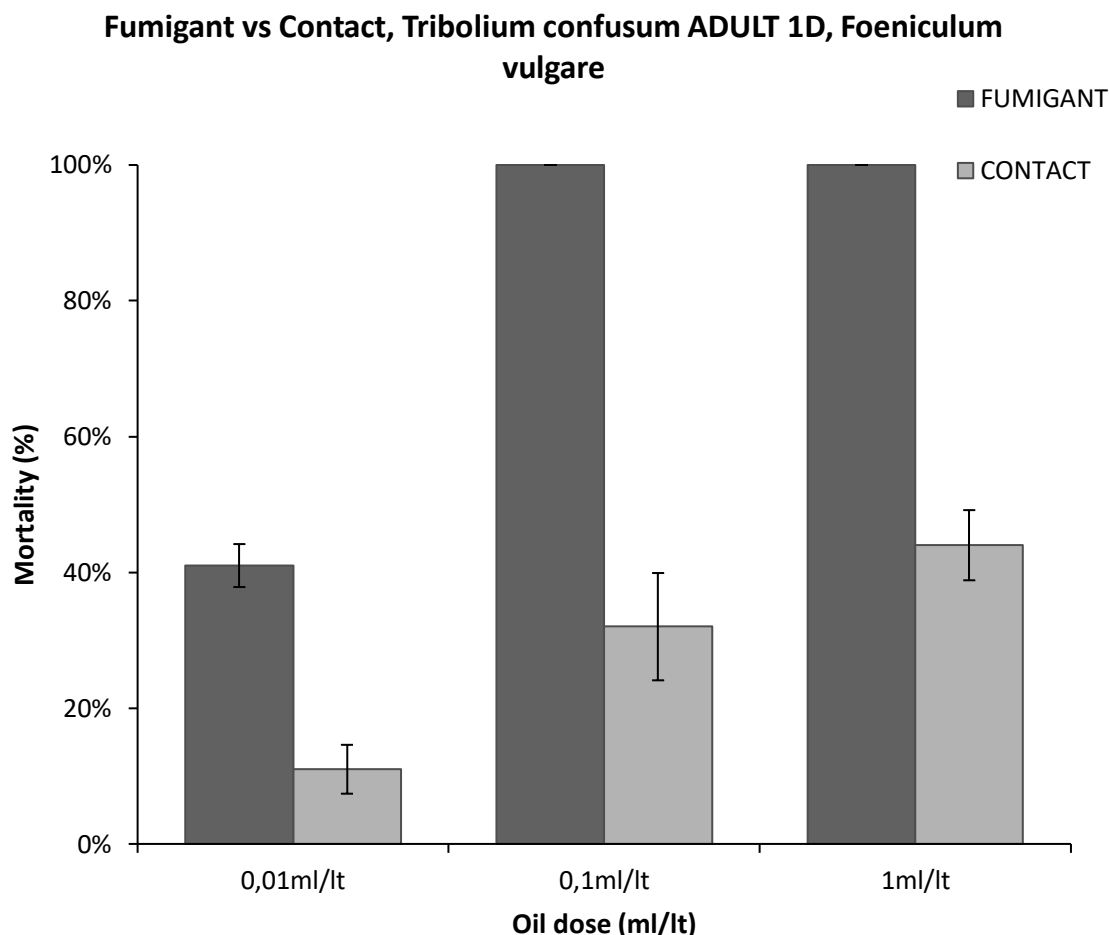


**Γράφημα 10.** Θνησιμότητα (%) της δράσης επαφής των προνυμφών του εντόμου *Tribolium confusum*, σε συνάρτηση με το χρόνο έκθεσης και τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας.

Στο συγκεκριμένο γράφημα, παρατηρούμε μηδενικό ποσοστό θνησιμότητας σε όλες τις δόσεις του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας εκτός από την 3<sup>η</sup> ημέρα έκθεσης της συγκέντρωσης των 1ml/Lt. Στη μεγαλύτερη συγκέντρωση και την 3<sup>η</sup> ημέρα παρατηρήθηκε ένα πολύ μικρό ποσοστό θνησιμότητας περίπου 5%.

### 6.3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΡΑΣΕΩΝ

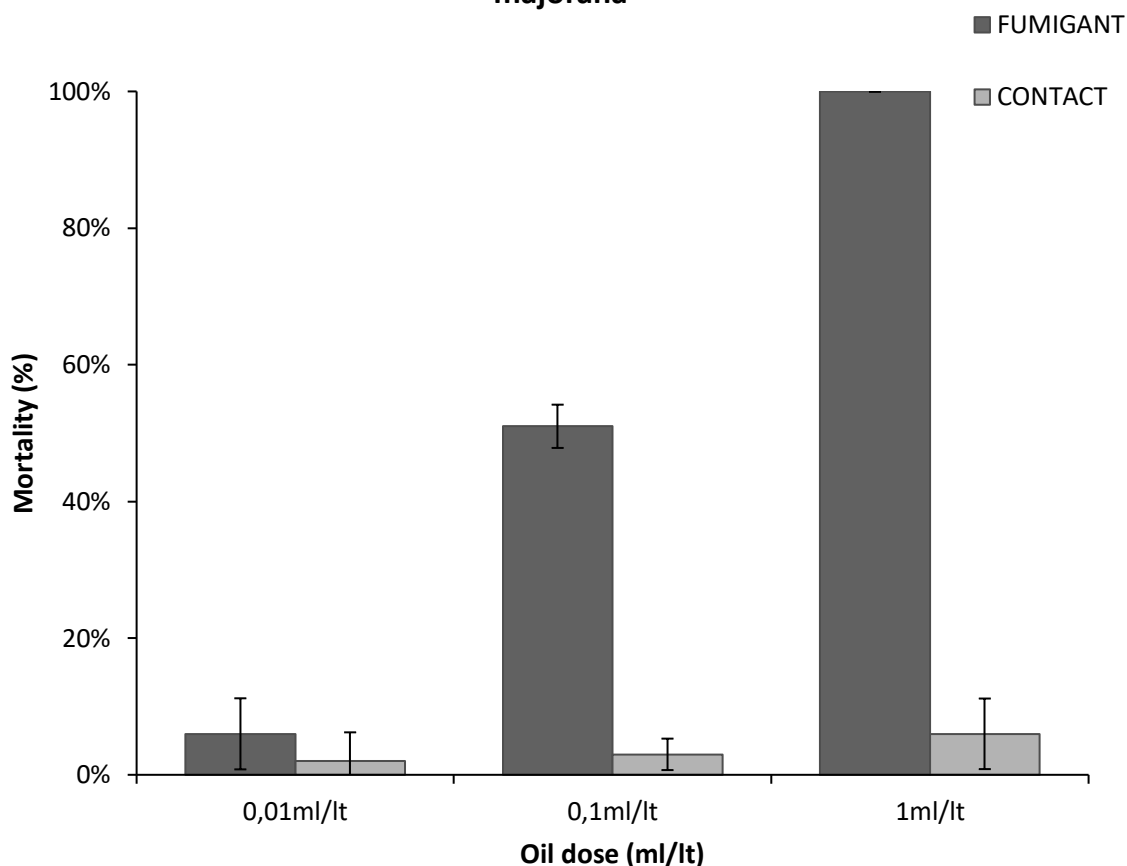
Στα γραφήματα 11. και 12. συγκρίνεται η θνησιμότητα (%) των δύο δράσεων, καπνιστική δράση και δράση επαφής, στα ενήλικα άτομα του εντόμου *Tribolium confusum* για τα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας κατά την 1<sup>η</sup> ημέρα έκθεσής τους.



**Γράφημα 11.** Σύγκριση θνησιμότητας (%) των δύο δράσεων την 1<sup>η</sup> ημέρα έκθεσης του ενήλικου ατόμου του *Tribolium confusum* σε συνάρτηση με τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου του μάραθου.

Συγκρινόμενες οι δράσεις, παρατηρούμε ότι, η καπνιστική δράση του αιθέριου ελαίου του μάραθου για το ενήλικο άτομο του *Tribolium confusum*, έδωσε καλύτερα αποτελέσματα από τη δράση επαφής σε όλες τις δόσεις που δοκιμάστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, η καπνιστική δράση έδωσε 100% θνησιμότητα από τη δόση των 0,1ml/lt ενώ η δράση επαφής δεν ξεπέρασε το ποσοστό των 50% ακόμη και στη μεγαλύτερη δόση των 1ml/lt.

### Fumigant vs Contact, *Tribolium confusum* ADULT 1D, *Origanum majorana*



**Γράφημα 12.** Σύγκριση θνησιμότητας (%) των δύο δράσεων την 1<sup>η</sup> ημέρα έκθεσης του ενήλικου ατόμου του *Tribolium confusum* σε συνάρτηση με τη δοσολογία του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας.

Συγκρινόμενες οι δράσεις, παρατηρούμε ότι, η καπνιστική δράση του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας έδωσε καλύτερα αποτελέσματα από τη δράση επαφής σε όλες τις δόσεις που δοκιμάστηκαν. Πιο συγκεκριμένα, η καπνιστική δράση έδωσε 100% θνησιμότητα στη συγκέντρωση των 1ml/lt ενώ και η δόση των 0,1ml/lt έδωσε θνησιμότητα λίγο πάνω από 50%. Ωστόσο, όλες οι δόσεις της δράσης επαφής που δοκιμάστηκαν δεν ξεπέρασαν το 10% σε θνησιμότητα ακόμη και στη μεγαλύτερη δόση.

Όμως, συγκρίνοντας και τα αιθέρια έλαια μεταξύ τους παρατηρήθηκε ότι το αιθέριο έλαιο του μάραθου και στις δύο δράσεις παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα. Ακόμη και σε μικρές δόσεις το αιθέριο έλαιο του μάραθου έδωσε μεγάλα ποσοστά θνησιμότητας σε σχέση με το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των βιοδοκιμών, με όλους τους παράγοντες(δράση δοκιμής, είδος εντόμου, στάδιο ανάπτυξης, χρόνος έκθεσης, δοσολογία):

<b>Πίνακας 9.</b> Μέση (%) θνησιμότητα ( $\pm$ ΤΣ) της καπνιστικής δράσης των σταδίων του εντόμου <i>Ephestia kuehniella</i> στα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας.					
<b>FUMIGANT</b>	<b>Oil dose(ml/lit)</b>	<b><i>Ephestia kuehniella</i></b>			
		<b>Adult</b>	<b>Larva</b>		
		<b>1d</b>	<b>1d</b>	<b>3d</b>	<b>7d</b>
<b><i>Foeniculum vulgare</i></b>	<b>0,01</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
	<b>0,05</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
	<b>0,1</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	2,0 $\pm$ 4,2	6,0 $\pm$ 1,2
	<b>0,25</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	11,0 $\pm$ 3,2	21,0 $\pm$ 4,2
	<b>0,5</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	6,0 $\pm$ 5,2	25,0 $\pm$ 5,3	42,0 $\pm$ 3,2
	<b>1</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	12,0 $\pm$ 4,2	26,0 $\pm$ 5,2	64,0 $\pm$ 5,2
	<b>2</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	27,0 $\pm$ 4,8	89,0 $\pm$ 3,2	100,0 $\pm$ 0,0
<b><i>Origanum majorana</i></b>	<b>0,01</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
	<b>0,05</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	2,0 $\pm$ 4,2
	<b>0,1</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	6,0 $\pm$ 5,2	13,0 $\pm$ 2,5
	<b>0,25</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	11,0 $\pm$ 3,2	23,0 $\pm$ 4,2
	<b>0,5</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	6,0 $\pm$ 8,4	29,0 $\pm$ 3,2	51,0 $\pm$ 5,2
	<b>1</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	31,0 $\pm$ 3,2	42,0 $\pm$ 4,2	80,0 $\pm$ 0,0
	<b>2</b> ml/lit	100 $\pm$ 0,0	42,0 $\pm$ 4,2	92,0 $\pm$ 4,2	94,0 $\pm$ 5,2

**Πίνακας 10.** Μέση (%) θνησιμότητα ( $\pm$  ΤΣ) της καπνιστικής δράσης των σταδίων του εντόμου *Tribolium confusum* στα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας.

FUMIGANT	Oil dose(ml/lit)	<i>Tribolium confusum</i>			
		Adult	Larva		
		1d	1d	3d	7d
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,01 ml/lit	41,0 $\pm$ 3,2	23,0 $\pm$ 7,8	31,0 $\pm$ 6,7	45,0 $\pm$ 7,6
	0,05 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	32,0 $\pm$ 5,9	45,0 $\pm$ 5,9	68,0 $\pm$ 9,8
	0,1 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	55,0 $\pm$ 10,7	79,0 $\pm$ 10,1	100,0 $\pm$ 0,0
	0,25 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	85,0 $\pm$ 11,5	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
	0,5 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	95,0 $\pm$ 5,3	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
	1 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	99,0 $\pm$ 3,2	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
	2 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
<i>Origanum majorana</i>	0,01 ml/lit	6,0 $\pm$ 5,2	21,0 $\pm$ 5,7	36,0 $\pm$ 5,9	52,0 $\pm$ 6,3
	0,05 ml/lit	22,0 $\pm$ 4,2	39,0 $\pm$ 8,9	51,0 $\pm$ 7,8	65,0 $\pm$ 7,2
	0,1 ml/lit	51,0 $\pm$ 3,2	49,0 $\pm$ 15,2	72,0 $\pm$ 12,3	88,0 $\pm$ 13,8
	0,25 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	79,0 $\pm$ 10,7	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
	0,5 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	94,0 $\pm$ 5,2	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
	1 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	94,0 $\pm$ 5,2	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0
	2 ml/lit	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 4,2	100,0 $\pm$ 0,0	100,0 $\pm$ 0,0

**Πίνακας 11.** Μέση (%) θνησιμότητα ( $\pm$  ΤΣ) της δράσης επαφής των σταδίων του εντόμου *Tribolium confusum* στα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας.

CONTACT	Oil dose (ml/lt)	<i>Tribolium confusum</i>			
		Adult		Larva	
		1d	3d	1d	3d
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,01 ml/lt	11,0 $\pm$ 3,6	22,0 $\pm$ 4,8	3,0 $\pm$ 4,8	5,0 $\pm$ 5,3
	0,1 ml/lt	32,0 $\pm$ 7,9	36,0 $\pm$ 6,5	5,0 $\pm$ 5,3	6,0 $\pm$ 8,4
	1 ml/lt	44,0 $\pm$ 5,2	51,0 $\pm$ 3,2	6,0 $\pm$ 5,2	11,0 $\pm$ 3,2
<i>Origanum majorana</i>	0,01 ml/lt	2,0 $\pm$ 4,2	3,0 $\pm$ 4,8	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
	0,1 ml/lt	3,0 $\pm$ 2,3	5,0 $\pm$ 5,3	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0
	1 ml/lt	6,0 $\pm$ 5,2	7,0 $\pm$ 4,5	0,0 $\pm$ 0,0	5,0 $\pm$ 5,3



**Πίνακας 12.** Σύγκριση (%) θνησιμότητας ( $\pm$ TΣ) των δύο δράσεων την 1<sup>η</sup> ημέρα έκθεσης του ενήλικου ατόμου του *Tribolium confusum* στα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας.

FUMIGANT Vs CONTACT	Oil dose (ml/lt)	<i>Tribolium confusum</i> Adult 1d	
		Fumigant	Contact
<i>Foeniculum vulgare</i>	0,01ml/lt	41 $\pm$ 3,2	11,0 $\pm$ 3,6
	0,1ml/lt	100,0 $\pm$ 0,0	32,0 $\pm$ 7,9
	1ml/lt	100,0 $\pm$ 0,0	44,0 $\pm$ 5,2
<i>Origanum majorana</i>	0,01ml/lt	6,0 $\pm$ 5,2	2,0 $\pm$ 4,2
	0,1ml/lt	51,0 $\pm$ 3,2	3,0 $\pm$ 2,3
	1ml/lt	100,0 $\pm$ 0,0	6,0 $\pm$ 5,2

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συμπερασματικά, όσον αφορά τις δύο δράσεις συγκρινόμενες, παρατηρείται ότι, για το ενήλικο άτομο του εντόμου *Tribolium confusum* η καπνιστική δράση τόσο του ελαίου του μάραθου όσο και του ελαίου της μαντζουράνας έδωσε καλύτερα αποτελέσματα έναντι της δράσης επαφής. Η καπνιστική δράση και στα δύο έλαια, έδωσε σε ορισμένες δόσεις ακόμη και 100% θνησιμότητα ενώ η θνησιμότητα στη δράση επαφής και στα δύο έλαια δεν ξεπέρασε το 50% ακόμη και στις μεγαλύτερες δόσεις.

Συγκρινόμενα τα δύο έλαια, παρατηρείται ότι, το αιθέριο έλαιο του μάραθου γενικά ήταν περισσότερο αποτελεσματικό έναντι του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας. Στην καπνιστική δράση η θνησιμότητα και στα δύο έντομα για το έλαιο του μάραθου προσέγγισε το 100% ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις και σε μικρό χρόνο έκθεσης ενώ το έλαιο της μαντζουράνας απαιτούσε μεγαλύτερο χρόνο έκθεσης και λίγο μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Για το ενήλικο άτομο του εντόμου *Ephestia kuehniella*, τόσο το αιθέριο έλαιο του μάραθου όσο και το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας έδωσε 100% θνησιμότητα σε όλες τις δόσεις. Για την προνύμφη του συγκεκριμένου εντόμου το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας φαίνεται να έδρασε λίγο πιο αποτελεσματικά έναντι του αιθέριου ελαίου του μάραθου. Για το ενήλικο άτομο του εντόμου *Tribolium confusum*, το αιθέριο έλαιο του μάραθου ήταν αποτελεσματικότερο καθώς έδωσε 100% θνησιμότητα ακόμη και σε μικρές δόσεις. Για την προνύμφη του συγκεκριμένου εντόμου το αιθέριο έλαιο του μάραθου ήταν ελάχιστα αποτελεσματικότερο από το έλαιο της μαντζουράνας.

Τέλος, για τη δράση επαφής, το αιθέριο έλαιο του μάραθου έδωσε επίσης καλύτερα αποτελέσματα έναντι του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας. Στα ενήλικα άτομα του εντόμου *Tribolium confusum*, το αιθέριο έλαιο του μάραθου στη μεγαλύτερη δόση η θνησιμότητα άγγιξε το 50% στην τρίτη ημέρα έκθεσής τους. Όμως, και για την προνύμφη του συγκεκριμένου εντόμου το έλαιο του μάραθου ήταν αποτελεσματικότερο καθώς σημειώθηκε ένα μικρό ποσοστό θνησιμότητας σε όλες τις δόσεις έναντι του ελαίου της μαντζουράνας το οποίο σημείωσε ένα μικρό ποσοστό θνησιμότητας στη μεγαλύτερη συγκέντρωση και στην τρίτη ημέρα έκθεσής τους.

Τα αιθέρια έλαια του μάραθου και της μαντζουράνας έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης σε πρόσφατες έρευνες εναντίον των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων. Επιπλέον, αρκετές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για την αποτελεσματικότητα των αιθέριων ελαίων ως φυσικά-φιλικά προς το περιβάλλον εντομοκτόνα. Συγκεκριμένα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε ότι, η καπνιστική δράση του αιθέριου ελαίου του μάραθου το οποίο δοκιμάστηκε σε

προνύμφες του εντόμου *Trogoderma granarium*, η θνησιμότητα για την υψηλότερη δόση (86μl/160cm<sup>3</sup>) ήταν 94% και 98% για 24 και 48 ώρες έκθεσης, αντίστοιχα<sup>[61]</sup>.

Σε ακόμη μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε ότι, τα ενήλικα άτομα του εντόμου *Sitophilus oryzae* όταν εκτέθηκαν σε δοσολογία 3,5mg/cm<sup>2</sup>, την πρώτη ημέρα έκθεσής τους η θνησιμότητα ήταν στο 53% ενώ τη δεύτερη ημέρα ανήλθε στο 87%. Την τρίτη ημέρα το ποσοστό θνησιμότητας ήταν 100%. Στη δόση των 0,7mg/cm<sup>2</sup> το ποσοστό θνησιμότητας ανήλθε στο 93% την τρίτη ημέρα έκθεσης ενώ την τέταρτη ημέρα η θνησιμότητα ήταν στο 100%. Τα ενήλικα άτομα του εντόμου *Callosobruchus chinensis* όταν εκτέθηκαν σε δοσολογία 3,5mg/cm<sup>2</sup> το ποσοστό θνησιμότητας ανήλθε στο 100% την πρώτη ημέρα έκθεσής τους. Ακόμη και στη δόση των 0,7mg/cm<sup>2</sup> το ποσοστό θνησιμότητας την πρώτη ημέρα ήταν στο 97%<sup>[62]</sup>.

Ακόμη μία έρευνα για την καπνιστική δράση έδειξε ότι, το αιθέριο έλαιο του μάραθου ήταν αποτελεσματικότερο έναντι του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας για το έντομο *Acyrtosiphon pisum*. Συγκεκριμένα, το αιθέριο έλαιο του μάραθου έδωσε 95% θνησιμότητα ακόμη και στη μικρότερη δόση (0,25μl/lit αέρα) ενώ το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας έδωσε περίπου 97% θνησιμότητα στη μεγαλύτερη δόση (2μl/lit αέρα). Αντιθέτως, το έντομο *Myzus persicae* αποδείχθηκε περισσότερο ανθεκτικό. Ωστόσο, το αιθέριο έλαιο του μάραθου ήταν αποτελεσματικότερο έναντι του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας. Η θνησιμότητα για το μάραθο έφτασε το 100% για τη μεγαλύτερη δόση ενώ για τη μαντζουράνα η θνησιμότητα έφτασε το 85%<sup>[25]</sup>.

Ενήλικα άτομα του εντόμου *Callosobruchus maculatus*, εξετάστηκαν σε 2 βιοδοκιμές καπνισμού με το αιθέριο έλαιο της μαντζουράνας. Η συγκεκριμένη έρευνα έδειξε ότι, το ποσοστό θνησιμότητας αυξήθηκε όσο αύξανε και η δοσολογία. Στην πρώτη βιοδοκιμή και στη δόση του 1,6μg/100ml, η οποία καθίσταται η μεγαλύτερη δόση, το ποσοστό ανήλθε στο 85% περίπου ενώ στη δεύτερη βιοδοκιμή και για την ίδια δόση το ποσοστό ανήλθε στο 95%<sup>[63]</sup>.

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε, εξετάστηκε η καπνιστική δράση του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας σε ωά και ενήλικα άτομα του εντόμου *Ephestia kuehniella*. Οι απαιτούμενες συγκεντρώσεις για τη θανάτωση του 50% και του 99% του πληθυσμού ήταν 4.72 και 7.39 μl/lit<sup>-1</sup> αέρα για 3 ώρες έκθεση<sup>[64]</sup>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής δείχνουν ότι, η καπνιστική δράση τόσο του αιθέριου ελαίου του μάραθου όσο και του αιθέριου ελαίου της μαντζουράνας μπορούν να παρουσιάσουν σημαντική εντομοτοξική δράση και στα ενήλικα άτομα και στις προνύμφες των εντόμων *Tribolium confusum* και *Ephestia kuehniella* οπότε και συνιστώνται για τη σύνθεση εντομοκτόνων φυτικής προέλευσης. Αντιθέτως, η δράση επαφής των δύο ελαίων δε φαίνεται να είναι αποτελεσματική ενάντια στα έντομα.

Η ολοένα αυξανόμενη χρήση συνθετικών εντομοκτόνων, οδήγησε σε προβλήματα που αφορούν την ανθεκτικότητα των εντόμων, τη μείωση των φυσικών εχθρών, την τοξικότητα των τροφίμων και του νερού, τη μόλυνση του οικοσυστήματος, την αύξηση της υπολειμματικότητας<sup>[22]</sup> καθώς και προβλήματα που αφορούν την υγεία των ανθρώπων<sup>[65]</sup>. Βάσει των παραπάνω προβλημάτων, είναι αναγκαίο για την πρόληψη των απωλειών των αποθηκευμένων προϊόντων, να ανακαλυφθούν και να αναπτυχθούν νέες φυσικές ενώσεις οι οποίες θα έχουν τη δυνατότητα να αντικαταστήσουν τα τοξικά καπνιστικά, θα είναι φιλικά προς το περιβάλλον και λιγότερο τοξικά και θα είναι πιο εύκολα στη χρήση<sup>[22, 65]</sup>.

Τέλος, ο καπνισμός αποτελεί μια από τις αποδοτικότερες μεθόδους για την πρόληψη των απωλειών των αποθηκευμένων προϊόντων<sup>[65]</sup>. Ωστόσο, για να υπάρξει μια ολοκληρωμένη άποψη σχετικά με την πραγματική αξία και την αποτελεσματικότητα των αιθέριων ελαίων ενάντια στα έντομα-εχθρούς των αποθηκευμένων γεωργικών προϊόντων, θα πρέπει να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες σε περισσότερα είδη εντόμων και σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης καθώς και μελέτη της δυνατότητας συνδυασμού της χρήσης τους με άλλες μεθόδους ολοκληρωμένης καταπολέμησης εντόμων σε πραγματικές συνθήκες αποθηκών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βογιατζή-Καμβούκου Ε., Επιλογή Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών, Εκδόσεις ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΕΙΑ, Θεσσαλονίκη 2004.
2. Ύπαιθρος Χώρα-[www.ypaithros.gr](http://www.ypaithros.gr)  
(<https://www.ypaithros.gr/ekdoseis/aromatika-farmakeutika-fita-stin-ellada/>)
3. Κάλφας Η., ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ, ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΚΗ ΣΧΟΛΗ, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 2018.
4. Βογιατζή-Καμβούκου Ε. και Γκουγκουλιάς Ν., ΧΗΜΙΚΕΣ ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ, Εκδόσεις γραμμικό, Λάρισα 2017.
5. Maiko Inoue, Shinichino Hayashi, Lyle E. Craker, 2018, Role of Medicinal and Aromatic Plants: Past, Present and Future, IntechOpen (book/pharmacognosy-medicinal-plants).
6. CABI.org, Invasive Species Compendium, *Foeniculum vulgare*, (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/24271>)
7. Φαρμακευτικά φυτά της Ηπείρου, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Ιατρικής, Εργαστήριο Φαρμακολογίας. ([http://mediplantepirus.med.uoi.gr/pharmacology/plant\\_details.php?id=77](http://mediplantepirus.med.uoi.gr/pharmacology/plant_details.php?id=77))
8. Στοιχεία τεχνικής καλλιέργειας ΦΑΦ, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.  
([http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Aromatika\\_Fyta/arwmatika\\_fyta.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Aromatika_Fyta/arwmatika_fyta.pdf))
9. Integrated Taxonomic Information System (ITIS), *Origanum majorana*, (<https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>)
10. Malhotra S. K., 2012, Fennel and fennel seed, Indian Council of Agricultural Research, Woodhead Publishing Limited, India.
11. Astrilia Damayanti and Eko Setyawan, 2012, Essential Oil Extraction of Fennel Seed (*Foeniculum vulgare*) Using Steam Distillation, Chemical Engineering Program – Semarang State University, Indonesia, Vol. 3(2):12-14.
12. CABI.org, Invasive Species Compendium, *Origanum majorana*, (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/32294>)
13. Missouri Botanical Garden, *Origanum majorana*, (<http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?kempercode=d828>)
14. Prerna and Neeru Vasudeva, 2015, *Origanum majorana* L.-Phyto-pharmacological review, Indian Journal of Natural Products and Resources, Vol. 6(4), pp.261-267.
15. Bouyahya A., Chamkhi I., Benali T., Guaouguaou F.-E., Balahbib A., Omari N., Taha D., Belmehdi O., Ghokhan Z., Menyiy N., 2020, Traditional use,

- phytochemistry, toxicology, and pharmacology of *Origanum majorana* L., *Journal of Ethnopharmacology*, 265 (2021) 113318.
16. Ardalan A., Morteza K.K., Katayoun J., OmidReza F., Seyyed M. J., 2011, Chemical Composition of the Essential Oil, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity in *Origanum Majorana* L. (Lamiaceae) Cultivated in Iran, *Advances in Environmental Biology*, 5(8): 2326-2331.
  17. Tabanca N., Özek T., Baser K.H.C. and Tümen G., 2004, Comparison of the Essential Oils of *Origanum majorana* L. and *Origanum x majoricum* Cambess, *Journal of Essential Oil Research*, Vol 16, Pages 248-252.
  18. Archana Peshin Raina and Kuldeep Singh Negi, 2011, Essential Oil Composition of *Origanum majorana* and *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Growing in India, Research Gate.
  19. Hesham H. A. Rassem, Abdurahman H. Nour, Rosli M. Yunus, Techniques For Extraction of Essential Oils From Plants: A Review, 2016, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 10(16) November 2016, Pages: 117-127.
  20. Αιθέρια έλαια, ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ “ΓΑΛΗΝΙΚΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ” ΤΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥ Θ. ΚΑΤΣΙΩΤΗ ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗ ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ, Α.Π.Θ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ “ΣΥΝΤΑΓΟΤΕΧΝΙΑΣ”.
  21. Lingan K., 2018, A Review on Major Constituents of Various Essential Oils and its Application, *Translational Medicine*, 8:1.
  22. Ashwin Trivedi, Natasha Nayak and Jitendra Kumar, 2018, Recent advances and review on use of botanicals from medicinal and aromatic plants in stored grain pest management, *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3): 295-300.
  23. Rajendran S. and Sriranjini V., 2008, Review, Plant products as fumigants for stored-product insect control, *Journal of Stored Products Research*, 44, 126–135.
  24. Yallappa Rajashekar, Nandagopal Bakthavatsalam, and Thimmappa Shivanandappa, 2012, Botanicals as Grain Protectants, Review Article, Hindawi Publishing Corporation *Psyche*, Volume 2012, 13 pages.
  25. Maria Cristina Digilio, Emilia Mancini, Emanuela Voto and Vincenzo De Feo, 2008, Insecticide activity of Mediterranean essential oils, *Journal of Plant Interactions*, Vol. 3, No. 1, 1723.
  26. Roman Pavela, 2006, Insecticidal Activity of Essential Oils Against Cabbage Aphid *Brevicoryne brassicae*, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 9(2) pp. 99 – 106.
  27. Erler F., 2005, Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the two stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*, *Journal of Plant Diseases and Protection* 112 (6), 602–611.

28. D.C. Stamopoulos, P.Damos, G. Karagianidou, 2007, Bioactivity of five monoterpenoid vapours to *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Stored Products Research*, 43, 571-577.
29. Ηλιόπουλος Π., Γραβάνης Φ., Γενική Γεωργική Ζωολογία & Εντομολογία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλίας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας ΤΤ & Δ., 2008.
30. Bhavin A. Suthar and Rajesh S. Patel, 2014, A Taxonomic Study of Lamiaceae (Mint Family) in Rajpipla (Gujarat, India), *World Applied Sciences Journal*, 32 (5): 766-768.
31. Franz C. and Novak J., 2010, Sources of essential oils. In: Baser, K.H.C. and Buchbauer, G., *Handbook of Essential Oils, Science, Technology and Applications*. CRC Press, Boca Raton, United States of America, pp. 991.
32. El-Wakeil N., 2013, Botanical Pesticides and Their Mode of Action, *Gesunde Pflanzen*, 65: 125–149.
33. Ebadollahi A., 2013, Plant Essential Oils from Apiaceae Family as Alternatives to Conventional Insecticides, *ECOLOGIA BALKANICA*, Vol. 5, Issue 1, pp. 149-172.
34. Sendi J.J. and Ebadollahi A., 2014, Biological Activities of Essential Oils on Insects, In: Govil J.N. and Bhattacharya S. (eds.). *Recent Progress in Medicinal Plants: Essential Oils II*, Studium Press, India 129-150.
35. Rattan R.S., 2010, Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin, *Crop Protection*, 29: 913-920.
36. Tripathi A.K., Upadhyay S., Bhuiyan M. and Bhattachatya P.R., 2009, A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management, *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 1(5): 52-63.
37. Ναβροζίδης Ε. και Ανδρεάδης Σ., *Ειδική Γεωργική Εντομολογία*, Εκδόσεις Publish City, Θεσσαλονίκη 2012.
38. Ηλιόπουλος Π., *Ζωικοί Εχθροί Αποθηκευμένων Γεωργικών Προϊόντων*, ΤΕΙ Λάρισας, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Λάρισα 2008.
39. Cabi.org, *Invasive Species Compendium, Tribolium confusum*, (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/54668>).
40. Baldwin R. and Fasulo T., 2017, Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) and Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae), University of Florida.
41. Howe R. W., 1960, The Effects of Temperature and Humidity on the Rate of Development and the Mortality of *Tribolium confusum* Du Val (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE), *Ann. appl. Biol.* 48 (z), 363-376.
42. Cabi.org, *Invasive Species Compendium, Ephestia kuehniella* (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/21412>).

43. Σταμόπουλος Κ.Δ., 2008, Εχθροί αποθηκευμένων προϊόντων, μουσείων και κατοικιών, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος, σελ. 180-182.
44. Richards O.W. and Thomson W.S., 1932, A contribution to the study of the genera *Ephestia*, GN. (Including *Strymax*, Dyar), *Plodia*, GN. (Lepidoptera, Phycitidae), with notes on parasites of the larvae, Dept. Entomology, Imperial College of Science and Technology, pp. 169-231.
45. Jacob T.A. and Cox P.D., 1977, The influence of temperature and humidity on the life-cycle of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), Journal of Stored Products Research, Vol. 13. 107-118.
46. Ayvaz A. and Karabörklü S., 2008, Effect of cold storage and different diets on *Ephestia kuehniella* Zeller (Lep:Pyralidae), Journal of Pest Science, 81:57–62.
47. Yang F.-L., Zhu F., Lei C.-L., 2010, Garlic essential oil and its major component as fumigants for controlling *Tribolium castaneum* (Herbst) in chambers filled with stored grain, Journal of Pest Science, 83:311–317.
48. Ebadollahi A., 2013, Essential Oils Isolated from Myrtaceae Family as Natural Insecticides, SCIENCEDOMAIN international, Annual Review & Research in Biology, 3(3): 148-175.
49. Isman M., 2006, Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu. Rev. Entomol. 51: 45–66.
50. Nayak M.K., Collins P.J., Throne J.E., Wang J.J., 2014, Biology and management of psocids infesting stored products. Annu. Rev. Entomol. 59: 279-297.
51. Jaya Singh P., Prakash B., Dubey N.K., 2014, Insecticidal activity of *Ageratum conyzoides* L., *Coleus aromaticus* Benth. and *Hyptissu aveolens* (L.) Poit essential oils as fumigant against storage grain insect *Tribolium castaneum* Herbst. J. Food Sci. Technol. 51: 2210– 2215.
52. Bougherra H.H., Bedini S., Flamini G., Cosci F., Belhamel K., Conti B., 2014, *Pistacia lentiscus* essential oil has repellent effect against three major insect pests of pasta. Ind. Crops Prod.
53. Prakash B., Singh P., Yadav S., Singh S.C., Dubey N.K., 2013, Safety profile assessment and efficacy of chemically characterized *Cinnamomum glaucescens* essential oil against storage fungi, insect, aflatoxin secretion and as antioxidant. Food Chem. Toxicol. 53, pp. 160– 167.
54. Shukla R., Singh P., Prakash B., Kumar A., Mishra P. K., Dubey N. K., 2011, Efficacy of essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown and *Callistemon lanceolatus* (Sm.) sweet and their major constituents on mortality, oviposition and feeding behavior of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. J. Sci. Food Agric. 91, pp. 2277-2283.
55. Isman M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection 19, pp. 603– 608.



56. Gunderson A.C., Samuelian H.J., Evans K.C., Brattsten B.L., 1985, Effects of the mint monoterpene pulegone on *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* 14, pp. 859–863.
57. Stamopoulos D.C., 1991, Effects of four essential oil vapours on the oviposition and fecundity of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae): laboratory evaluation, *Journal of Stored Products Research* 27, pp. 199–203.
58. Saxena C.R., Dixit P.D., Harshan V., 1992, Insecticidal action of Lantana camara against *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae), *Journal of Stored Products Research* 28, pp. 279–281.
59. Abbott W.S., 1925, A method of computing the effectiveness of an insecticide, *Journal of Economic Entomology*, Vol. 18, pp. 265-267.
60. Sokal R.R., Rohlf F.J., *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*, W. H. Freeman, New York, 1995.
61. Ghanem I., Audeh A., Abu Alnaser A., Tayoub G., 2013, Chemical constituents and insecticidal activity of the essential oil from fruits of *Foeniculum vulgare* Miller on larvae of Khapra beetle (*Trogoderma granarium* Everts), Vol. 59 No. 4, pp. 86-96.
62. Kim S.-I., Roh J.-Y., Kim D.-H., Lee H.-S., Ahn Y.-J., 2003, Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*, *Journal of Stored Products Research* 39, pp. 293–303.
63. Demirel N., Erdoğan C., 2017, Insecticidal effects of essential oils from Labiatae and Lauraceae families against cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored pea seeds, *Entomology and Applied Science Letters*, Volume 4, Issue 1, Page No: 13-19.
64. Karabörklü S., Ayvaz A., Yilmaz S., Akbulut M., 2011, Chemical Composition and Fumigant Toxicity of Some Essential Oils Against *Ephestia kuehniella*, *Journal of Economic Entomology*, 104(4):1212-1219.
65. Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Zisman U., Pissarev V., 1991, Fumigant Toxicity Of Essential Oils Against Four Major Stored-Product Insects, *Journal of Chemical Ecology*, Vol. 17, No. 3.