

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής
Τομέας Φυτοπροστασίας και Βιοτεχνολογίας

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΦΥΤΟΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ
ΕΛΑΙΩΝ ΕΤΗΣΙΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Πτυχιακή Εργασία (Ερευνητική) της σπουδάστριας
Μωραγιέμου Μαρία

Επιβλέπων: Βασιλάκογλου Ιωάννης

Λάρισα 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		Σελίδα
1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1	Τα αιθέρια έλαια	2
1.2	Η δράση των αιθέριων ελαίων	5
1.3	Φυσικές ιδιότητες αιθέριων ελαίων	7
1.4	Βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων	8
1.5	Ανάλυση των αιθέριων ελαίων	8
1.6	Χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων	9
1.7	Παραλαβή των αιθέριων ελαίων	9
1.7.1	Μέθοδοι παραλαβής αιθέριων ελαίων	9
1.8	Σκοπός πειραματικής εργασίας	11
2	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	12
3	Αποτελέσματα και Συζήτηση	15
4	Συμπεράσματα	25
5	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	26

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Τα αιθέρια έλαια

Τα αρωματικά φυτά οφείλουν την ευχάριστη οσμή τους στην παρουσία των αιθέριων ελαίων στους ιστούς τους. Πήραν το όνομα τους από τον αιθέρα, ο οποίος είναι πτητικός, καθώς και από την λιπαρή υφή τους. Τα έλαια αυτά παρόλο που δε διαλύονται στο νερό δεν έχουν σχέση με τα γνωστά, σε ευρύτερη κλίμακα, έλαια. Τα αιθέρια έλαια περιέχουν τερπενικές ουσίες χαμηλού μοριακού βάρους, όπως τα σκιτερπένια και σε μικρότερο βαθμό σπερπένια, ενώ τα κοινά έλαια αποτελούνται από λιπαρά οξέα (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004).Ειδικότερα το χαρακτηριστικό άρωμα κάθε αιθέριου ελαίου είναι συνισταμένη όλων των συστατικών του, αλλά πολλές φορές η παρουσία ενός μόνου συστατικού σε αναλογία 1% και μικρότερη, έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του αρώματος.

Από χημική άποψη τα φυτικά αιθέρια έλαια αποτελούνται κυρίως από τερπένια. Στα φυτά η παραγωγή των αιθέριων ελαίων γίνεται σε ειδικευμένους εκκριτικούς σχηματισμούς όπως τα ελαιοφόρα δοχεία, αδενώδη τοιχώματα, ελαιοφόροι πόροι και ιδιόβλαστα ελαιοκύτταρα.

Σύμφωνα με τον Σκρουμπή (1998), επιστημονικές μελέτες έδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια ως ουσίες δευτερογενούς μεταβολισμού συμβάλλουν σημαντικά στην ολοκλήρωση φυσιολογικών λειτουργιών των φυτών όπως:

- προστατεύουν τα φυτά από διάφορους εχθρούς (έντομα, ακάρεα) και παθογόνους μικροοργανισμούς, εξαιτίας της απωθητικής δράσης τους που αποτρέπει την εγκατάσταση αυτών (εχθρών, παθογόνων μικροοργανισμών) στα διάφορα φυτικά όργανα

- προστατεύουν τα φυτά από τις υψηλές θερμοκρασίες, μέσω της εξάτμισης τους
- το ρητινώδες περιεχόμενο πολλών αείφυλλων φυτών συμβάλλει στην κάλυψη των πληγών του φλοιού και έτσι αποφεύγεται η σήψη των φυτικών ιστών
- επιτυγχάνεται, σε ορισμένα είδη, η καλύτερη γονιμοποίηση των λουλουδιών και η διασταύρωση των μη αυτογονιμοποιούμενων φυτών, εφόσον το άρωμα των λουλουδιών προσελκύει τα έντομα-επικονιαστές
- εισέρχονται στους μεσοκυττάριους χώρους των φυτών και τα κάνουν πιο ανθεκτικά στην ξηρασία, διότι ελαττώνουν την διαπνοή
- αυξάνουν την ταχύτητα κυκλοφορίας των θρεπτικών ουσιών που σχετίζονται με το μεταβολισμό των φυτών
- δρουν καταλυτικά στο μεταβολισμό των γλυκοζιτών και άλλων ουσιών
- πιθανώς να δρουν ως ορμόνες που προάγουν διάφορες λειτουργίες στα φυτά
- προστατεύουν τα φυτά από το ψύχος, διότι σε ορισμένες περιπτώσεις η εξάτμισή τους δημιουργεί προστατευτικό νέφος γύρω από τα φυτά
- στη διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής μετακινούνται από τα πράσινα μέρη του φυτού προς τα αναπαραγωγικά όργανα. Ένα ποσοστό από αυτά αξιοποιείται, ενώ το υπόλοιπο επιστρέφει στην αρχική του θέση.

Πρόσφατες ερευνητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν στο Τ.Ε.Ι. Λάρισας (Gravanis κ.ά., 2005) έδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών όπως της ρίγανης είναι ικανά να περιορίσουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών του εδάφους. Η έρευνα έγινε σε έδαφος με οργανική ύλη και είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση του διαθέσιμου αζώτου και καλίου όταν εφαρμόστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις ρίγανης, ενώ

αντίθετα μειώθηκαν ο οργανικός άνθρακας και ο οργανικός φώσφορος. Επιπλέον, η ίδια ερευνητική ομάδα (Gravanis κ.ά., 2004) βρήκε ότι τα αιθέρια έλαια της ρίγανης, της σιτρονέλας και της λεβάντας περιόρισαν την ανάπτυξη των ριζοκόμβων νηματωδών (*Meloidogyne* spp.) στην καλλιέργεια της τομάτας. Ειδικότερα, το αιθέριο έλαιο της ρίγανης ήταν αποτελεσματικότερο εναντίον των νηματωδών, σε σύγκριση με τα άλλα δυο αιθέρια έλαια. Επιπλέον παρατηρήθηκε παραγωγή μικρότερου αριθμού ωομαζών, καθώς επίσης και αυγών ανά ωομάζα, στα φυτά τομάτας στα οποία εφαρμόστηκε το αιθέριο έλαιο της ρίγανης. Οι Daferera κ.ά. (2003) βρήκαν ότι σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων της ρίγανης, του θυμαριού, του δίκταμου και της μαντζουράνας παρεμπόδισαν την αύξηση των παθογόνων *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp. και *Clavibacter michiganensis*. Το αποτέλεσμα αυτό οι ερευνητές το απέδωσαν στην παρουσία της θυμόλης στη ρίγανη και της καρβακρόλης στα υπόλοιπα αιθέρια έλαια. Αντίθετα τα αιθέρια έλαια της λεβάντας, του δενδρολίβανου και του φασκόμηλου είχαν μικρότερη αποτελεσματικότητα. Επιπλέον, σε έρευνα σχετική με φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* και διαφόρων συγκεντρώσεων των αιθέριων ελαίων τους βρέθηκε ότι αυτά (αιθέρια έλαια) δρουν απωθητικά και αποτρεπτικά εναντίον του θρίπα (*Thrips tabaci*) (Koschier κ.ά., 2003). Συγκεκριμένα το αιθέριο έλαιο του δεντρολίβανου σε συγκέντρωση 1% εμπόδισε την εγκατάσταση του εντόμου, ενώ η μαντζουράνα και η μέντα σε συγκέντρωση 0,1 και 1% έδειξαν ότι απέτρεψαν σημαντικά τη γέννηση αυγών του θρίπα επάνω σε τμήματα φύλλων. Οι Vokou κ.ά. (1993), βρήκαν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων διαφόρων φυτών εναντίον της *Erwinia carotovorae* στην πατάτα. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκαν τα αιθέρια έλαια της λεβάντας, της μέντας, του δυόσμου, της ρίγανης, του δενδρολίβανου και του φασκόμηλου. Σε ανάλογη έρευνα με αιθέρια έλαια, οι Dudai κ.ά. (1998) μελέτησαν την αλληλοπαθητική ικανότητα των αιθέριων ελαίων από 32 αρωματικά φυτά και

βρέθηκε ότι τα περισσότερα παρεμπόδισαν το φύτευμα σπόρων του σιταριού και του βλήτου.

1.2. ΔΡΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων με βιολογικό τρόπο χαρακτηρίζεται ως δύσκολη, μικρής αποτελεσματικότητας και υψηλού κόστους μέθοδος. Στη βιολογική καλλιέργεια οι γεωργοί δεν έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν χημικώς συντιθέμενα ζιζανιοκτόνα, ενώ η χρήση βιολογικών μεθόδων έχει υψηλό κόστος και μικρές πιθανότητες επιτυχίας στον έλεγχο των ζιζανίων. Η αρνητική όμως επίδραση της χρήσης χημικών μέσων στον άνθρωπο, η ανάπτυξη ανθεκτικότητας των ζιζανίων μετά από συχνές εφαρμογές χημικών μέσων και ο περιορισμένος αριθμός ζιζανιοκτόνων αύξησε την ανάγκη εξεύρεσης φυτικών προϊόντων που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα βιολογικής γεωργίας ή ολοκληρωμένης διαχείρισης γεωργικών προϊόντων.

Πρόσφατες εργασίες έχουν δείξει ότι τα αιθέρια έλαια επιδρούν στο φύτευμα και στην ανάπτυξη των φυτών (Βασιλάκογλου, 2004) και πιθανώς ορισμένα από αυτά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στα συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης των ζιζανίων.

Διάφορες μελέτες έχουν διεξαχθεί με σκοπό την αξιολόγηση της ζιζανιοκτόνου δράσης (φυτοτοξικότητα) των αιθέριων ελαίων. Γενικά, με τον όρο φυτοτοξικότητα εννοείται η εμφάνιση συμπτωμάτων χλώρωσης, παραμόρφωσης, νέκρωσης ή άλλης μορφολογικής διατάραξης του φυτού μετά την έκθεση του σε ουσία με ζιζανιοκτόνο δράση (Βασιλάκογλου, 2004)

Τα αιθέρια έλαια είναι ιδιαίτερα ελκυστικά ως χημικά μέσα και θα έδιναν μια λύση στην καταπολέμηση των ζιζανίων, διότι γενικά έχουν χαμηλή τοξικότητα, ενώ παραμένουν μικρό χρονικό διάστημα στο περιβάλλον (Duke

κ.ά, 2003; Isman 2000; Tworkoski 2002). Ορισμένες από αυτές τις μελέτες έδειξαν ότι τα αιθέρια έλαια παρουσιάζουν φυτοτοξική δράση. Ειδικότερα, ο Tworkoski (2002) που μελέτησε την φυτοτοξική δράση των αιθέριων ελαίων κόκκινου θυμαριού (*Thymus vulgaris*), γαρύφαλλου (*Syzygium aromaticum*) και κανέλας (*Cinnamomum zeylanicum*) εναντίον των ζιζανίων Λουβουδιά (*Chenopodium album*) και αγριοράδικο (*Taraxacum officinale*) διαπίστωσε ότι ήταν φυτοτοξικά εφόσον προκάλεσαν πλασμόλυση και καταστροφή των κυττάρων των ζιζανίων.

Σε άλλη έρευνα, οι (Bainard κ.ά. 2006) βρήκαν ότι το αιθέριο έλαιο του γαρύφαλλου ήταν φυτοτοξικό στα ζιζάνια λουβουδιά και τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*). Επιπλέον, σε αυτήν την έρευνα διαπιστώθηκε ότι η φυτοτοξικότητα οφείλονταν στο κύριο συστατικό του ελαίου του γαρύφαλλου, την ευγενόλη, ενώ η απομάκρυνση της εφυμενίδας από την επιφάνεια των φύλλων των φυτών δεικτών (λουβουδιά) αύξησε την κατακράτηση του ελαίου του γαρύφαλλου και της ευγενόλης προκαλώντας μεγαλύτερη φυτοτοξική δράση, σε σύγκριση με τα ζιζάνια όπου δεν απομακρύνθηκε η εφυμενίδα.

Οι (Evans κ.ά. 2009) διαπίστωσαν ότι παρόλο που το αιθέριο έλαιο του γαρύφαλλου ήταν φυτοτοξικό στα ζιζάνια τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*) και Αγριομπαμπακιά (*Abutilon theophrasti*), η φυτοτοξικότητα επηρεάστηκε από τις ανατομικές και μορφολογικές διαφορές των ζιζανίων. Η διαφοροποίηση αυτή οφείλονταν σε διακυμάνσεις στην συγκράτηση των σταγονιδίων, στην επιφάνεια του φύλλου και απορρόφησης του ελαίου, στα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του φύλλου, όπως η σύνθεση και η υφή της επιδερμίδας, η ύπαρξη χνουδιού ή κηρωδών ουσιών, η ανάπτυξη του φύλλου και η ηλικία του, η θέση και η γωνία του φύλλου.

Οι (Ismael και Pierson 1990) επίσης ερεύνησαν το μηχανισμό αναχαίτισης του *Clostridium botulinum* από αρωματικά αποστάγματα ελαίων και δε βρήκαν αποτέλεσμα επάνω στο DNA και RNA ή στην πρωτεϊνική

σύνθεση και συμπέραναν ότι τα αρωματικά έλαια άλλαξαν τη διαπερατότητα της μεμβράνης. Επιπλέον οι (Baum κ.ά. 1998) και (Romani κ.ά. 2000) ανέφεραν τα πτητικά μονοτερπένια ως ικανούς αναστολείς της μίτωσης. Όμως ο μηχανισμός βλάβης που προκαλείται από τα αρωματικά έλαια δεν είναι γνωστός.

Οι (Dudai κ.ά. 1999) βρήκαν ότι η φύτευση του μαλάκού σιταριού (*Triticum aestivum*) και του ζιζανίου *Amaranthus palmeri* αναστάλθηκαν με αιθέρια έλαια ορισμένων αρωματικών φυτών συμπεριλαμβανόμενων του βασιλικού, της ρίγανης και της μαντζουράνας.

1.3. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Τα περισσότερα αιθέρια έλαια σε θερμοκρασία δωματίου είναι υγρά, άχρωμα ή ελαφρώς κίτρινα ή διαφανή. Εξαίρεση αποτελούν μερικά αιθέρια έλαια που έχουν χρώμα όπως αυτό του χαμομηλιού που είναι μπλε λόγω της παρουσίας του χαμαζουλένιου (Βογιατζή-Καμβούκου, 2004). Όλα τα αιθέρια έχουν χαρακτηριστική οσμή και οξεία γεύση. Η πυκνότητα τους κυμαίνεται από 0,75 - 1,18 g ml⁻¹, αλλά τα περισσότερα είναι ελαφρύτερα του νερού και μόνο ελάχιστα είναι βαρύτερα όπως το αιθέριο έλαιο της κανέλας και του γαρύφαλλου. Είναι πολύ λίγο διαλυτά στο νερό, είναι όμως διαλυτά σε οργανικούς διαλύτες. Στην καθαρή αλκοόλη διαλύονται πλήρως, ενώ σε αλκοόλη με διαφορετικούς βαθμούς καθαρότητας η διαλυτότητά τους διαφοροποιείται μόνο σε συγκεκριμένες ποσότητες. Επιπλέον, διαλύονται πολύ καλά στο εξάνιο, στο χλωροφόρμιο, στον πετρελαϊκό αιθέρα και στον διθειάνθρακα. Σχεδόν όλα τα αιθέρια έλαια είναι οπτικά ενεργά και είναι ουδέτερης ή όξινης αντίδρασης (Παπαδοπούλου, 2002).

1.4. ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Βιοσύνθεση ονομάζεται η σύνθεση χημικών ουσιών που πραγματοποιείται στους ιστούς των ζωντανών οργανισμών. Συγκεκριμένα, είναι μια σειρά διαφόρων χημικών αντιδράσεων που γίνονται μέσα στους φυτικούς ιστούς και καταλήγουν στο σχηματισμό διαφόρων ουσιών. Τα αιθέρια έλαια είναι προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού και η μεγαλύτερη ποσότητά τους βρίσκεται στα υπό αύξηση και νεαρής ηλικίας όργανα του φυτού. Μεγάλες διαφορές υπάρχουν στη χημική σύνθεση των αιθέριων ελαίων που λαμβάνονται στην αρχή και στο τέλος της βλαστικής περιόδου, καθώς επίσης και στο αιθέριο έλαιο νεαρών και ώριμων φύλλων του ίδιου φυτού (Γαστεράτος, 1993; Πάνου-Φιλοθέου, 2000)

1.5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Η ποιότητα των αιθέριων ελαίων εξαρτάται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες τους, των οποίων οι κυριότερες είναι 1. το ειδικό βάρος, 2. η διαλυτότητα, 3. ο δείκτης διαθλάσεως, 4. το σημείο ζέσεως και 5. η χημική σύσταση.

Η κυριότερη χημική μέθοδος ανάλυσης των αιθέριων ελαίων είναι η αέριο-χρωματογραφία που είναι γρήγορη, χρειάζεται μικρές ποσότητες αιθέριων ελαίων και προσδιορίζει με μεγάλη ακρίβεια τα συστατικά τους. Ο φασματογράφος μάζας αποτελεί μια άλλη μέθοδο ανάλυσης, ενώ πλήρης ανάλυση ενός μίγματος πετυχαίνεται με συνδυασμό των δυο μεθόδων (Παπαδοπούλου, 2002). Τέλος στις μεθόδους περιλαμβάνεται και η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης.

1.6. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα. Στα πρώτα περιλαμβάνονται οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, τα οξέα και οι εστέρες που είναι τα συστατικά στα οποία οφείλεται το χαρακτηριστικό άρωμα των αιθέριων ελαίων. Από όλα τα παραπάνω συστατικά, εκείνα που συμβάλλουν περισσότερο στο άρωμα των αιθέριων ελαίων είναι οι εστέρες. Στα δεύτερα περιλαμβάνονται οι υδρογονάνθρακες, των οποίων η σημασία είναι μικρή, εφόσον η συμβολή τους στο άρωμα των αιθέριων ελαίων είναι μικρή έως ανύπαρκτη (Παπαδοπούλου, 2002).

1.7. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από τα αρωματικά φυτά με διάφορες μεθόδους. Για την εκλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι (Σκρουμπής, 1998):

- το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού
- η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο
- η αξία του αιθέριου ελαίου
- η χημική σύνθεση των διαφόρων συστατικών του αιθέριου ελαίου
- οικονομικοί παράγοντες.

1.7.1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

α. απόσταξη

Είναι η πιο απλή, οικονομική και ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από όλα σχεδόν τα αρωματικά φυτά. Η απλούστερη μορφή της είναι η παραλαβή των αιθέριων ελαίων από κάποιο φυτικό υλικό η οποία επιτυγχάνεται με θέρμανση αυτού και συμπύκνωση με ψύξη των παραγόμενων ατμών. Κατά τη συμπύκνωση, το αιθέριο έλαιο που έχει διαφορετικό ειδικό βάρος από εκείνο του νερού διαχωρίζεται από αυτό και σχηματίζονται δύο φάσεις, δηλαδή αυτή της υδάτινης και του ελαίου (αιθέριου).

β. εκχύλιση

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων κυρίως από άνθη ή άλλα φυτικά υλικά που είναι ευπαθή στην απόσταξη. Η παραλαβή μπορεί να γίνει 1. με πτητικούς διαλύτες, 2. με ψυχρό λίπος και 3. με θερμό λίπος.

γ. μηχανική μέθοδος

Στη περίπτωση αυτή τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται μόνο με μηχανικά μέσα. Τέτοιες μηχανές χρησιμοποιούνται στους ξηρούς καρπούς, καθώς και στους φλοιούς των εσπεριδοειδών. Είναι πιεστήρια που έχουν κοινά χαρακτηριστικά με τα ελαιοτριβεία. Αντίθετα, για τους φλοιούς των εσπεριδοειδών χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα που είτε τους ξύνουν είτε τους τρυπούν με αποτέλεσμα να ελευθερώνουν τα αιθέρια έλαια που στη συνέχεια με ειδική κατεργασία διαχωρίζονται από τα στερεά υπολείμματα (Σκρουμπής, 1998).

1.8. Σκοπός πειραματικής εργασίας.

Σκοπός αυτής της έρευνας ήταν να διερευνηθεί η φυτοτοξική δράση των αιθερίων ελαίων των αρωματικών φυτών: κορίανδρου, μαϊντανού, μάραθου, γλυκάνισου, φακελωτής, βασιλικού και άνηθου εναντίον του ζιζανίου μουχρίτσα, με απότερο σκοπό τη χρήση τους στο μέλλον ως προϊόντα βιολογικής καταπολέμησης.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Η πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Ζιζανιολογίας του Τμήματος Φυτικής Παραγωγής του Τ.Ε.Ι. Λάρισας κατά την χρονική περίοδο Φεβρουάριος 2009-Ιούνιος 2009.

Κατά την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν:

- γυάλινα τριβλία (Petri dish) διαμέτρου 8 cm και συνολικού όγκου 50 ml
- περλίτης (αδρανές υλικό που συγκρατεί την υγρασία)
- κυλινδρικές θήκες από αλουμινόχαρτο, διαμέτρου 8mm
- χαρτοταινία
- πλαστικοί δίσκοι
- πλαστικές σακούλες
- σπόροι μουχρίτσας (*Echinochloa crus-galli*)

Τα αιθέρια έλαια που αξιολογήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 1:

Πίνακας 1

Αιθέρια έλαια που αξιολογήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος.

α/α	ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
1	ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	<i>Ocimum basilicum</i> L.
2	ΑΝΗΘΟΣ	<i>Anethum graveolens</i> L.
3	ΜΑΪΝΤΑΝΟΣ	<i>Petroselinum crispum</i> (P.Mill)
4	ΚΟΡΙΑΝΔΡΟΣ	<i>Coriandrum sativum</i> L.
5	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	<i>Pimpinella anisum</i> L.
6	ΦΑΚΕΛΩΤΗ	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth
7	ΜΑΡΑΘΟΣ	<i>Foeniculum vulgare</i> P. Mill

Σπόροι ώριμων φυτών μουχρίτσας (*Echinochloa-crus-galli*) κοσκινίστηκαν για να απομακρυνθούν οι ξένες ύλες. Η φυτρωτική ικανότητα των σπόρων εκτιμήθηκε πριν την χρήση τους στο πείραμα. Η διαδικασία της βιοδοκιμής έγινε για να συγκριθούν οι επιδράσεις των αιθέριων ελαίων βασιλικού, μάραθου, κοριανδρου, μαϊντανού, άνηθου, φακελωτής και γλυκάνισου στη φυτρωτική ικανότητα, την ανάπτυξη της ρίζας και το νωπό βάρος του ζιζανίου μουχρίτσα σε αδρανές υλικό (που δεν προσροφά καμία οργανική ένωση). Για το σκοπό αυτό, 30 σπόροι μουχρίτσας τοποθετήθηκαν στον πυθμένα γυάλινου τριβλίου διαμέτρου 8 cm και καλύφτηκαν με 5 g αδρανούς υλικού (περλίτη). Στη συνέχεια τοποθετήθηκε μικρή θήκη από αλουμίνιο στο κέντρο κάθε τριβλίου έτσι ώστε οι σπόροι των ζιζανίων να προσβάλλονται από τους ατμούς των αρωματικών ελαίων. Τα τριβλία ποτίστηκαν με 20 ml ανά πιάτο απιονισμένο νερό. Η εφαρμογή των αιθέριων ελαίων έγινε στο αλουμινένιο δοχείο κάθε τριβλίου, αμέσως μετά την προσθήκη νερού, ώστε να επιτευχθούν συγκεντρώσεις 0, 4, 8, 16 και 32 ml ελαίου / τριβλίο (50 cm³). Ταυτόχρονα, τοποθετήθηκε το καπάκι κάθε τριβλίου και σφραγίστηκε ερμητικά με χάρτινη κολλητική ταινία. Ακολούθησε τοποθέτηση των τριβλίων σε πλαστικούς δίσκους και στη συνέχεια καλύφθηκαν με μαύρες πλαστικές σακούλες, για να μην υπάρξουν απώλειες των συστατικών των αιθέριων ελαίων (λόγω εξάτμισης) αλλά και για να προστατεύονται από την υγρασία.

Κατόπιν, οι δίσκοι τοποθετήθηκαν σε θάλαμο αναπτύξεως φυτών στους 27 °C όπου παρέμειναν για επτά ημέρες. Μετά το πέρασμα επτά ημερών, τα φυτά απομακρύνθηκαν από τα τριβλία, προσεκτικά πλύθηκαν από τον περλίτη και μετρήθηκε ο αριθμός των σπόρων που βλάστησε, το μήκος των ριζών (παραλείποντας τις μικρές ρίζες), καθώς επίσης και το νωπό βάρος των φυτών αυτών. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος των σπόρων που βλάστησαν και του μήκους ρίζας της μουχρίτσας κάθε τριβλίου και

εκφράστηκαν ως ποσοστό % του μάρτυρα (μέσος όρος τριβλίων όπου δεν εφαρμόστηκε αιθέριο έλαιο).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ανάλυση της αποτελεσματικότητας (ANOVA) των δεδομένων από τις βιοδοκιμές έδειξε ότι η φυτρωτική ικανότητα, η ανάπτυξη της ρίζας της μουχρίτσας επηρεάστηκαν σημαντικά $P < 0,05$ από το είδος και την συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιήθηκε. Τα δεδομένα για το νωπό βάρος ήταν ήπια ανασταλτικά $P > 0,05$.

Ειδικότερα το φυτόρωμα της μουχρίτσας δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τα αιθέρια έλαια της φακελωτής και του γλυκάνισου με ποσοστό 42,8% στην υψηλότερη συγκέντρωση για τον γλυκάνισο και 54,2% στην φακελωτή (Σχήματα 1-7). Αντίθετα το αιθέριο έλαιο του κοριανδρου (για 32 ml 28,7%), του Μαϊντανού (για 32 ml 31,6%) και του άνηθου (για 32 ml 37,1%) προκάλεσαν ενδιάμεση μείωση. Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού και του μάραθου ήταν αυτά που προκάλεσαν την μεγαλύτερη μείωση, δηλαδή υψηλότερη φυτοτοξική δράση εναντίον του φυτού δείκτη παρόλο που οι μικρές δόσεις 2 ml και 4 ml δεν ήταν αποτελεσματικές. Η σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης των αιθέριων ελαίων αυτών προκάλεσε επιπλέον μεγαλύτερη μείωση στο φυτόρωμα της μουχρίτσας.

Ομοίως, το μήκος ρίζας της μουχρίτσας δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τα αιθέρια έλαια της φακελωτής και του γλυκάνισου (Σχήματα 1-7). Η δράση αυτών των ελαίων ήταν μεν υπαρκτή προκαλώντας μια μικρή αδυναμία στο σχηματισμό της ρίζας, αλλά προκάλεσαν αναστολή όχι σημαντική που να αποφέρει σημαντικά οφέλη στην χρήση αυτών των αιθέριων ελαίων ως φυσικά ζιζανιοκτόνα στο μέλλον. Ο βασιλικός ήταν ο πιο φυτοτοξικός προκαλώντας σημαντική μείωση στο μήκος της ρίζας, αν και στην αρχή έδωσε ένα όχι και τόσο σημαντικό ποσοστό 81,7%, στη μέγιστη συγκέντρωση έδωσε 1,51%. Το δεύτερο πιο φυτοτοξικό είναι ο μάραθος με ποσοστό 3,4% στην μεγαλύτερη συγκέντρωση. Επίσης η αύξηση της συγκέντρωσης των αιθέριων ελαίων αυτών προκάλεσε ξανά επιπλέον

μεγαλύτερη μείωση στο μήκος της ρίζας. Ακολουθούν ο κορίανδρος, ο μαϊντανός, και ο άνηθος με ενδιάμεση φυτοτοξική δράση.

Τα δεδομένα του νωπού βάρους έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο του βασιλικού ήταν το πιο φυτοξικό με αξιοσημείωτο ποσοστό 2,3% στην μεγαλύτερη συγκέντρωση κατορθώνοντας να ελέγξει το ζιζάνιο και να μειώσει τη βλαστικότητα των σπόρων (Σχήματα 1-7). Ακολουθεί με πολύ μικρή διαφορά φυτοτοξικότητας ο μάραθος. Αντίθετα, τα αιθέρια έλαια του κορίανδρου, του μαϊντανού και του άνηθου παρουσίασαν ενδιάμεση μείωση, ενώ της φακελωτής και του γλυκάνισου δεν παρουσίασαν σημαντική μείωση.

Η σειρά φυτοτοξικότητας των επτά αιθέριων ελαίων στην μείωση της φυτρωτικής ικανότητας, μήκους ρίζας και νωπού βάρους της μουχρίτσας που προκλήθηκε από τις συγκεντρώσεις 2, 4, 8, 16, 32 ml ήταν: βασιλικός>μαραθος>κορίανδρος>μαϊντανός>άνηθος>γλυκάνισος>φακελωτή.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει ότι τα αιθέρια έλαια που εφαρμόστηκαν σε αυτό το πείραμα παρουσίασαν φυτοτοξική δράση, καθώς κατάφεραν να μειώσουν την φυτρωτική ικανότητα του φυτού δείκτη και την ανάπτυξη της ρίζας του όπως και του νωπού βάρους του. Η επίδραση αυτή ήταν μικρή στην αρχή και όλο και περισσότερο αρνητική με την σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης των αιθέριων ελαίων από 2 ml σε 32 ml. Οι μικρές συγκεντρώσεις φάνηκαν ανίκανες να εισχωρήσουν στο εσωτερικό του σπόρου και να καταφέρουν να ελέγξουν το ζιζάνιο.

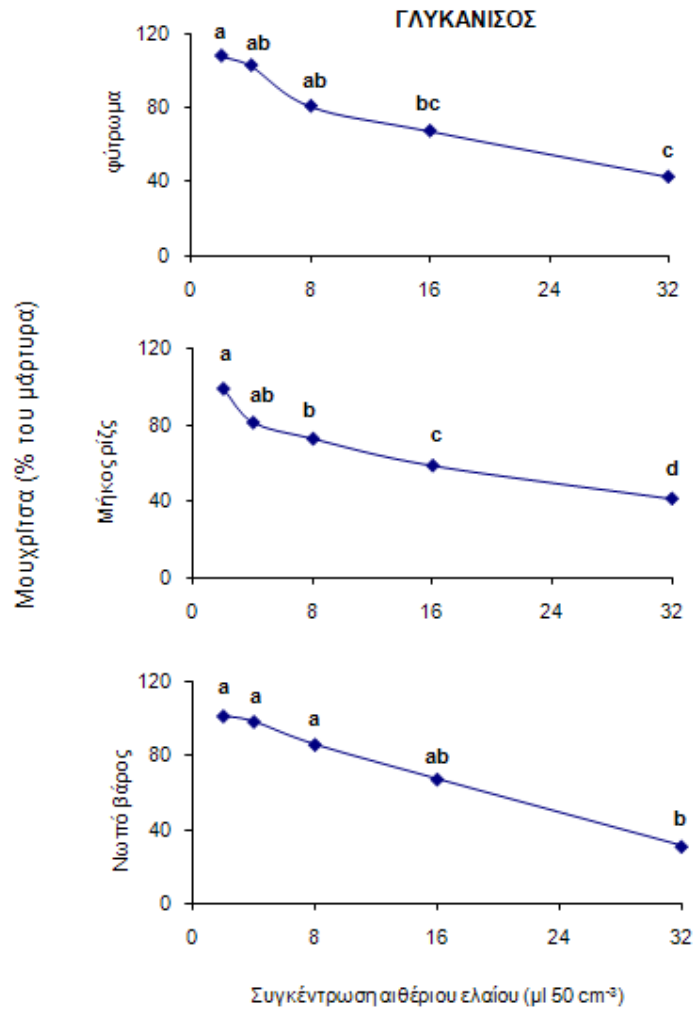
Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν και οι Dudai κ.α (1999), Tworkoski (2002) και Βασιλάκογλου (2007), οι οποίοι πειραματίστηκαν με διαφορετικά αιθέρια έλαια και βρήκαν ότι αυτά τα αιθέρια έλαια συμπεριλαμβανομένου του βασιλικού ήταν φυτοτοξικά εναντίον ζιζανίων όπως η μουχρίτσα και η λουβουδιά.

Ανάμεσα στα αιθέρια έλαια που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, τη μεγαλύτερη φυτοτοξική δράση εναντίον της μουχρίτσας παρουσίασαν τα αιθέρια έλαια του βασιλικού και του μάραθου. Το γεγονός

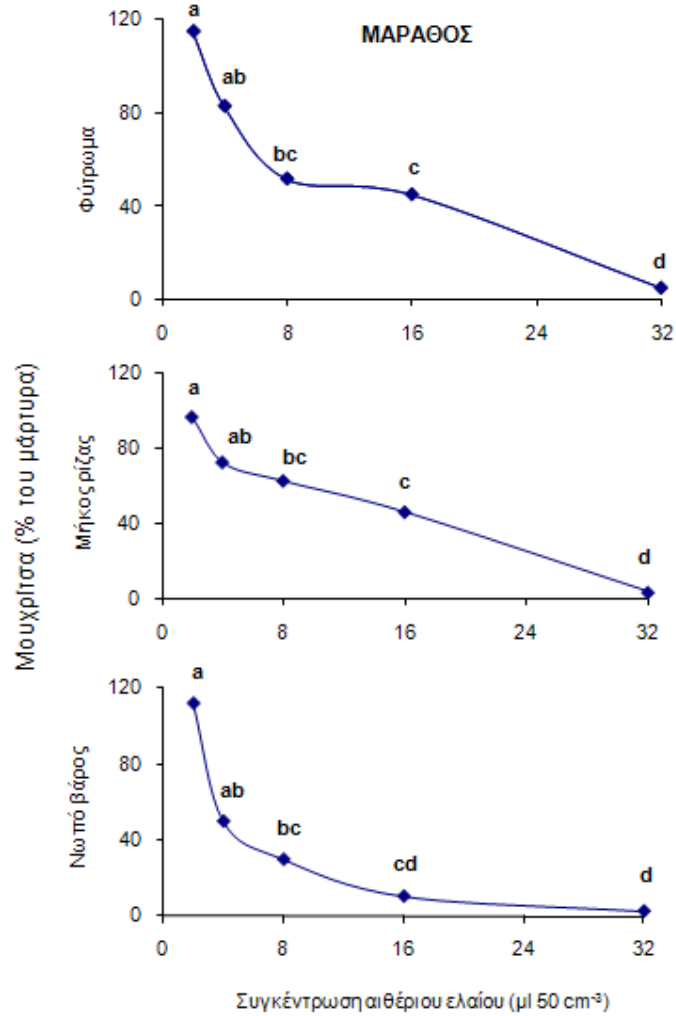
αυτό πιθανόν να οφείλεται στις μεγάλες συγκεντρώσεις λινασόλης στη σύσταση του Βασιλικού (Dhima κ.ά. 2010), ενώ περιέχει και ευγενόλη που έχει διαπιστωθεί ότι έχει φυτοτοξική δράση (Tworkoski 2002; Bainard 2006), και καθώς επίσης στην ύπαρξη Τρανς-Ανηθόλης στο μάραθο (Dhima κ.ά. 2010).

Η συνολικά δράση όμως για κάποια αιθέρια έλαια κυμάνθηκε πολύ χαμηλά όπως του γλυκάνισου και της φακελωτής, η οποία ήρθε και τελευταία στην σύγκριση των αποσταγμάτων. Αυτό ίσως να οφείλεται ότι το έλαιο αυτό, ως απόσταγμα λαδιού παραγόμενο από ένα κυρίως μελισσοτροφικό φυτό δεν μπορεί τεχνικά να λέγεται αιθέριο έλαιο, καθώς αναλύσεις έδειξαν ότι στερείται πτητικών ουσιών (Dhima κ.ά. 2010).

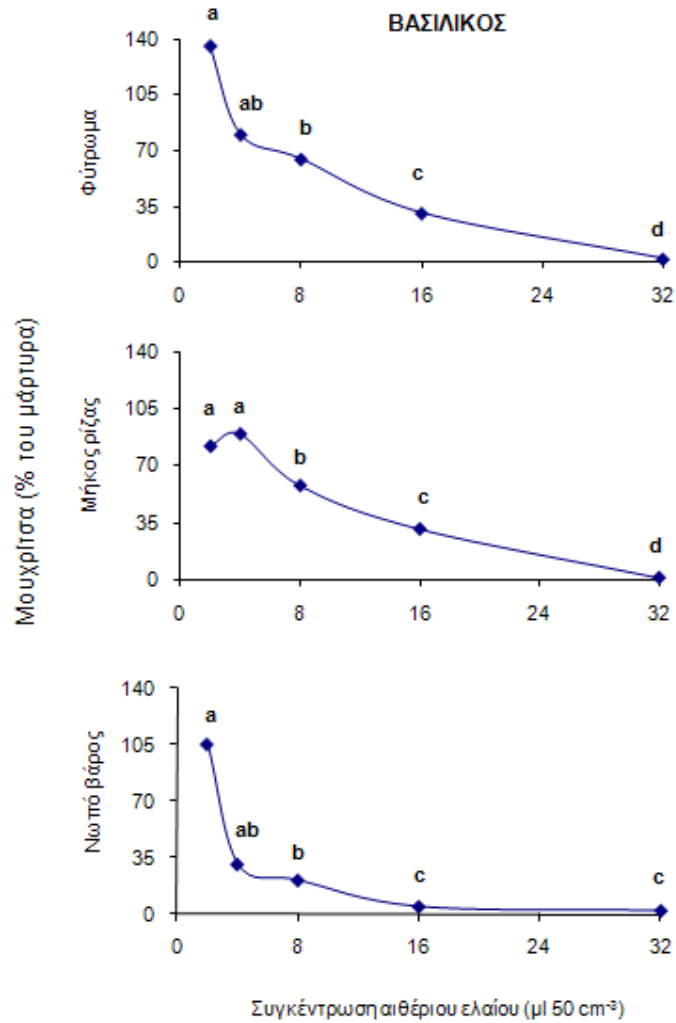
Η φυτοτοξική δράση των υπόλοιπων αιθέριων ελαίων ήταν μέτρια προκαλώντας ενδιάμεση μείωση στην ανάπτυξη της μουχρίτσας, ενώ παρατηρείται ότι η δράση κάθε αιθέριου ελαίου είναι διαφορετική, γεγονός που οφείλεται πιθανώς στον τύπο και τα συστατικά του κάθε αιθέριου ελαίου, αλλά και στη διαφορετική ευαισθησία του ζιζανίου στα συστατικά αυτά (Dhima κ.ά. 2010).



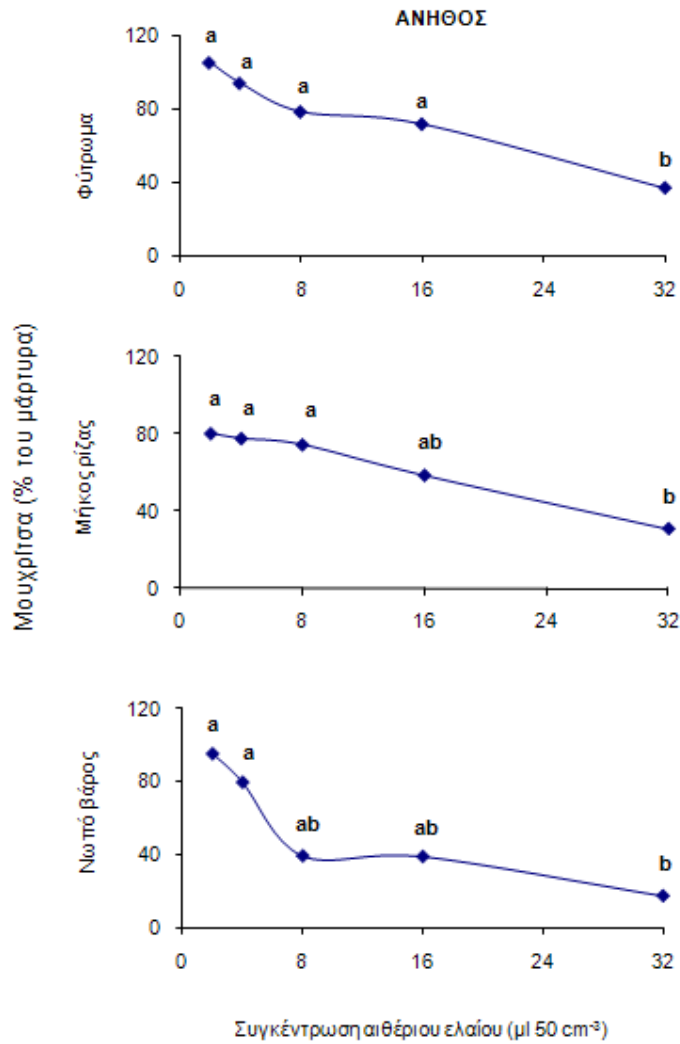
Σχήμα 1. Επίδραση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου του γλυκάνισου στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας. Μέσοι όροι κάθε σχήματος ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το test Duncan's για $P = 0,05$.



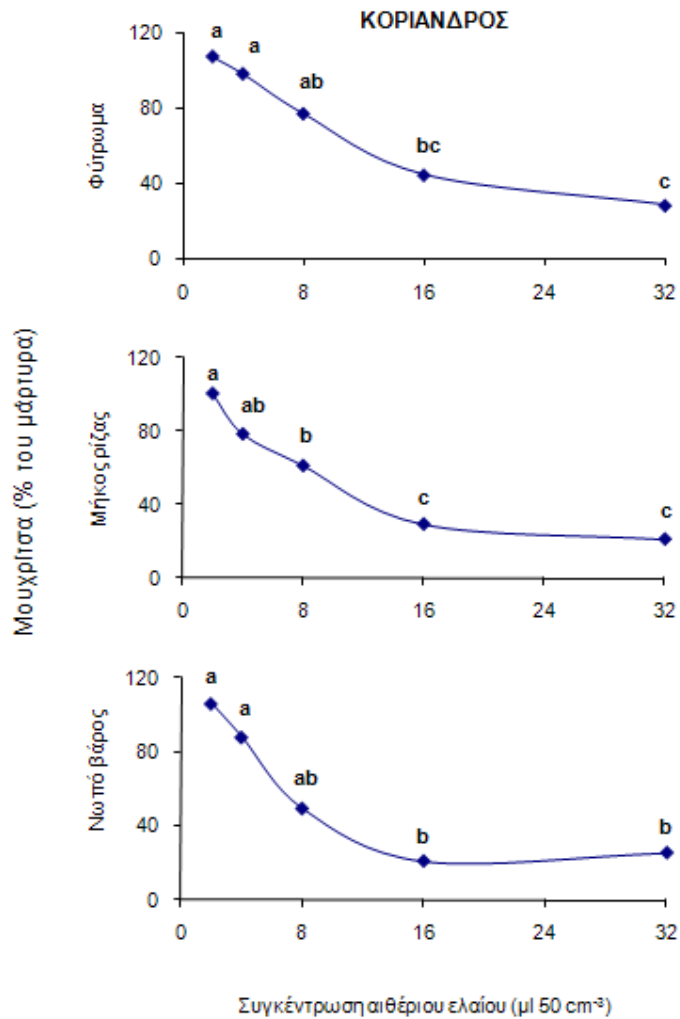
Σχήμα 2. Επίδραση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου του μάραθου στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας. Μέσοι όροι κάθε σχήματος ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το test Duncan's για $P = 0,05$.



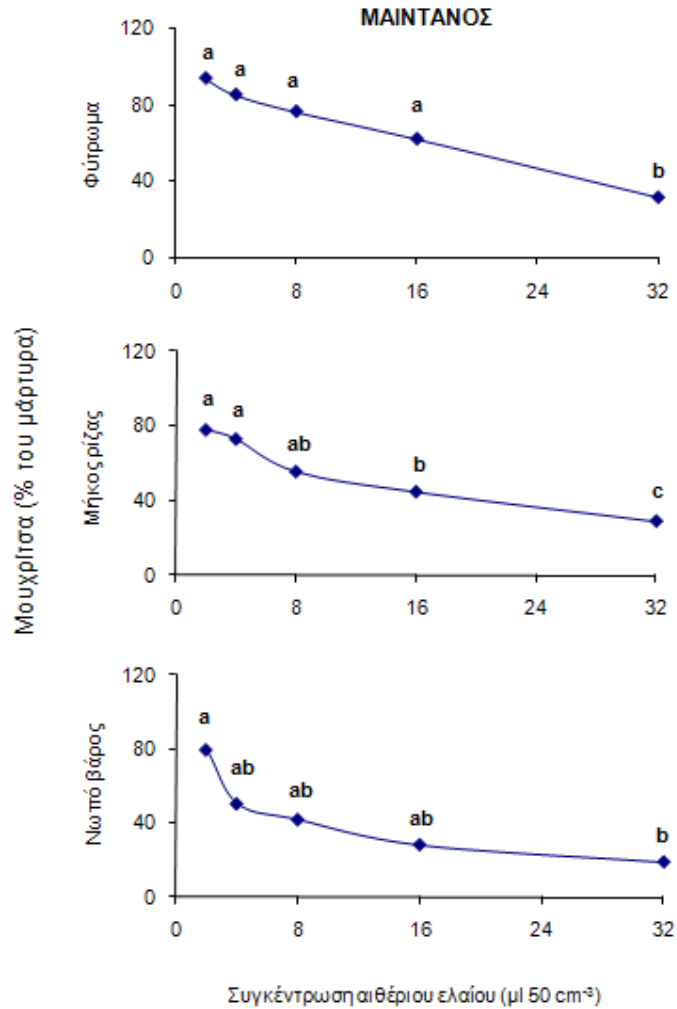
Σχήμα 3. Επίδραση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου του βασιλικού στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας. Μέσοι όροι κάθε σχήματος ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το test Duncan's για $P = 0,05$.



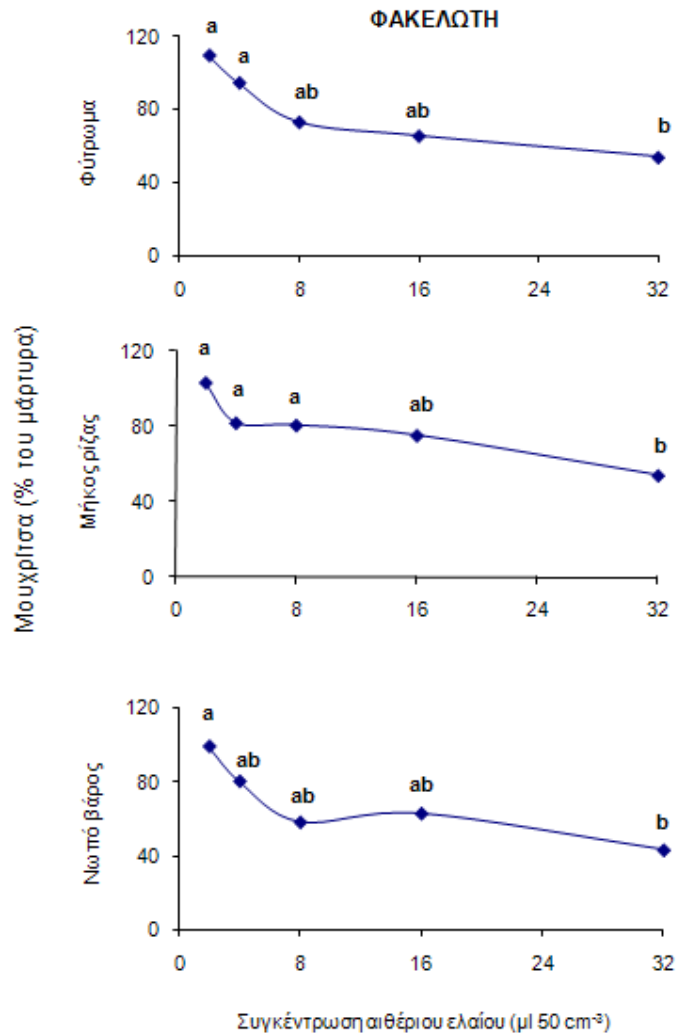
Σχήμα 4. Επίδραση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου του άνηθου στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας. Μέσοι όροι κάθε σχήματος ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το test Duncan's για $P = 0,05$.



Σχήμα 5. Επίδραση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου του κοριάνδρου στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας. Μέσοι όροι κάθε σχήματος ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το test Duncan's για $P = 0,05$.



Σχήμα 6. Επίδραση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου του μαϊντανού στο φυτόωμα, το μήκος ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας. Μέσοι όροι κάθε σχήματος ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το test Duncan's για $P = 0,05$.



Σχήμα 7. Επίδραση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου της φακελωτής στο φύτρωμα, το μήκος ρίζας και το νωπό βάρος της μουχρίτσας. Μέσοι όροι κάθε σχήματος ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το test Duncan's για $P = 0,05$.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι τα αιθέρια έλαια των ετήσιων αρωματικών φυτών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα παρουσίασαν φυτοτοξική δράση. Το μεγαλύτερο σε φυτοτοξικότητα ήταν το αιθέριο έλαιο του βασιλικού και του μάραθου, γεγονός που δηλώνει ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον ως φυσικά ζιζανιοκτόνα.

Επιπλέον πειραματισμός σχετικά με την αποτελεσματικότητα των αιθέριων ελαίων αυτών εναντίον άλλων ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών είναι απαραίτητος προκειμένου να διερευνηθεί η δυνατότητα χρήσης τους ως φυσικά εκλεκτικά ή μη εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα σε διάφορες καλλιέργειες.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βασιλάκογλου Ι., Κ. Δήμας, Ε. Βογιατζή, Η. Αναστασόπουλος, Α. Τέγου και Β. Ζαρχανή. 2004. Φυτοτοξικότητα διαφόρων αιθέριων ελαίων εναντίον ζιζανίων και καλλιεργούμενων φυτών. 13^ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζιζανιολογικής Εταιρίας. Ορεστιάδα 10-12 Νοεμβρίου 2004. Περιλήψεις Ανακοινώσεων σελ. 33.
- Βασιλάκογλου Ι. 2004 Ζιζάνια, Αναγνώριση και Αντιμετώπιση. ΣΤΑΜΟΥΛΗ Α.Ε Αθήνα, σελ. 297.
- Βογιατζή-Καμβούκου, Ε. 2004. Επιλογή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΕΙΑ, Θεσσαλονίκη. Σελ. 160.
- Bainard, L. D., M.B. Isman. 2006. Phytotoxicity of clove oil and its primary constituent eugenol and the role of leaf epicuticular wax in the susceptibility to these essential oils. *Weed Science*, 54: 833-837.
- Baum, S. F., Karanastasis, L. and Rost, T. L. (1998). Morphogenetic effects of the herbicide Cinch on *Arabidopsis thaliana* root development. *Journal of plant Growth Regulation* 17: 107-114.
- Γαστεράτος, Ν. 1993. Τα αιθέρια έλαια. Πτυχιακή διατριβή. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό ίδρυμα Θεσσαλονίκης.
- Gravanis, F.T., I.K. Vagelas, D. Paraschi, and V. Palamiotou. 2004. Effectiveness of three essential oils on root-knot nematodes on tomato. BCPC Seminars-Crop Science and technology 2004. Glasgow, Scotland, UK.
- Gravanis, F.T., N. Chouliaras, I.K. Vagelas, N. Gougoulis, P. Sabani, and E. Wogiatzi. 2005. The effect of oregano (*Origanum vulgare*) as an alternative soil-borne pathogen control agent, on soil organic matter biodegradation and other soil chemical properties. BCPC International Congress-Crop Science and Technology 2005. Glasgow, Scotland, UK

- Daferera, D.J., B.N. Ziogas, and M.G. Polissiou. 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis*. *Crop Protection* 22: 39-44.
- Dhima, K., I. Vasilakoglou, V. Garane, Ch. Ritzoulis, V. Lannopoulou, and E. Panou-Philitheou. 2010. Competitiveness and essential oil phytotoxicity of seven annual aromatic plants. *Weed Science* (in press).
- Dudai, N., A. Poljakoff-Mayber, A.M. Mayer, E. Putievsky, and H.R. Lerner. 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. *J. chemical Ecology* 25:1079-1089.
- Duke, S. O., S. R. Baerson, F.E. Dayan, et al. 2003. United states Department of Agriculture-Agricultural Research on natural products for pest management. *Pest Manag. Sci* 59:708-717.
- Evans G. J., Robin R. B., Martin C. G. 2009. Herbicidal Effects of Vinegar and a Clove oil Product on Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) *Weed Technology* 23:292-299.
- Vasilakoglou, I., K. Dhima, E. Wogiatzi, I. Eleftherohorinos, and A. Lithourgidis. 2007. Herbicidal potential of essential oils of oregano or marjoram (*Origanum* spp.) and basil (*Ocimum basilicum*) on *Echinochloa crus-galli* (L) P. Beauv. and *Chenopodium album* L. weeds. *Allelopathy Journal* 20:297-306.
- Isman, M. B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19:603-608.
- Ismail, A. A. and Pierson, M. D. (1990). Inhibition of germination, outgrowth and vegetative growth of *Clostridium botulinum* 67B by spice oils. *Journal of food Protection* 53: 755-758.
- Koschier, E.H. and K.A. Sedy. 2003. Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of *Thrips tabaci* Lindeman. *Crop Protection* 22: 929-934.

- Πάνου – Φιλοθέου, Ε. 2000. Εργαστηριακές σημειώσεις. Ειδική Γεωργία V. Μέρος III. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, σελ. 110.
- Romagni, J. G, Allen, S.N. and Dayan, F.E. (2000). Allelopathic effects of volatile cineoles on two plant species. *Journal of Chemical Ecology* 26:303-313.
- Σκρουμπής, Β. 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ, Αθήνα, σελ. 256.
- Tworokoski, T. 2002. Herbicide effects of essential oils. *Weed Science* 50: 425-431.