



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΥΤΟΦΥΩΝ ΒΙΟΤΥΠΩΝ
ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΧΗΜΕΙΟΤΥΠΟΥ
ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗΣ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΤΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΧΡΥΣΟΥΛΑ Κ. ΠΑΝΤΑΖΟΠΟΥΛΟΥ

**ΥΠΟΒΛΗΘΗΚΕ ΣΤΟ ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΑΘΗΝΑ 2012**

Επιβλέπουσα: Επίκουρη Καθηγήτρια Γαρυφαλλιά Οικονόμου

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ



Β΄ ΜΕΛΟΣ

ΚΑΡΑΜΑΝΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Γ΄ ΜΕΛΟΣ

ΤΑΡΑΝΤΙΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ ,ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω την εισηγήτρια αυτής της μελέτης επίκουρο καθηγήτρια κα. Οικονόμου Γαρυφαλλιά για την συνεχή καθοδήγηση και επίβλεψη τόσο κατά την εκτέλεση του πειράματος όσο και κατά την συγγραφή αυτής της μελέτης.

Ακόμα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Καραμάνο Ανδρέα για τον χρόνο που αφιέρωσε για την διόρθωση της μελέτης μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επίκουρο καθηγητή κ. Ταραντίλη Πέτρο για την πολύτιμη συμβολή του στην διόρθωση της πτυχιακής μου.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τους διδάκτορες κ. Παναγόπουλο Γιώργο και κ. Κωτούλα Βασίλειο για την βοήθεια τους κατά την διάρκεια του πειράματος.

Πολλές ευχαριστίες την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη και την βοήθεια τους σ όλες τις φάσεις της παρούσας μελέτης .

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του Εργαστηρίου Γεωργίας: κ. Τσιώρο Στέλιο, κα. Δελατόλα Ρόζα-Μαρία και κ Μαργαρίτη Κώστα στην βοήθεια που προσεφεραν στην εκτέλεση του πειράματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	8
1.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	8
1.1.2. Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ <i>Lamiaceae</i> – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	9
1.2 ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ	10
1.2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	11
1.2.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	11
1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	14
1.3.1 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ	15
1.3.2 ΑΝΤΙΜΥΚΗΤΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ	15
1.3.3 ΑΝΤΙΒΑΚΤΗΡΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ.....	16
1.3.4 ΕΝΤΟΜΟΚΤΟΝΟΣ, ΝΗΜΑΤΩΛΟΚΤΟΝΟΣ ΚΑΙ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟΣ ΔΡΑΣΗ.....	16
1.4 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	17
1.4.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	17
1.4.2 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ.	18
1.5 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ.....	20
1.5.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ.....	21
1.5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ	21
1.5.3 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.....	22
1.6 ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	24
1.7 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	25
1.7.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΩΤΟΣ.....	25
1.7.2 ΕΠΟΧΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ	25
1.7.3 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ	26
1.7.4 ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ.....	26
1.7.5 ΟΝΤΟΓΕΝΕΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ.....	26
1.7.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΒΙΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ.....	26

1.8	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ	27
1.8.1	ΑΠΟΣΤΑΞΗ.....	27
1.8.2	ΕΚΧΥΛΙΣΗ.....	28
1.9	ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.	28
1.10	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	29
1.10.1	Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	30
1.10.2	ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ..	30
1.11	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	34
2.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	35
2.1	ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΦΥΤΩΝ.....	35
ΙΚΑΡΙΑ	35	
2.2	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	35
ΑΘΗΝΑ.....	35	
2.3	ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ	36
2.4	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ.....	37
2.4.1	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ.....	37
2.5	ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ	38
2.7	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΦΥΤΕΙΑ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑ ΓΙΑ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	38
2.8	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΜΕΡΟΥΣ.....	39
2.9	ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.....	39
2.9.1	ΞΗΡΑΝΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ.....	39
2.9.2	ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ	39
2.9.3	ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	40
2.10	ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	40
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	42
3.1	ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	42
3.2	ΦΥΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	44
3.2.1	ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ.....	45
3.2.2	ΥΨΟΣ.....	48

3.2.3 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΑΝΘΕΩΝ	51
3.2.4 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ.....	54
3.2.5 ΜΗΚΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ	58
3.3 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	62
3.3.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ.....	62
3.3.2 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ π-ΚΥΜΕΝΙΟ.....	66
3.3.3 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ γ-ΤΕΡΠΙΝΕΝΙΟ.....	70
3.3.4 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ.....	74
3.3.5 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΡΥΟΦΥΛΛΕΝΙΟ.....	78
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	82
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	105

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί παγκοσμίως η ζήτηση για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Σε αυτό έχει συμβάλει η συνειδητοποίηση του ρόλου που μπορούν να παίξουν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στην έρευνα για καινούργια ενεργά συστατικά που θα αξιοποιηθούν από τις βιομηχανίες φαρμάκων, τροφίμων και καλλυντικών, παράλληλα με το αίτημα των καιρών για «επιστροφή στη φύση».

Η εν λόγω μελέτη εξέτασε την προσαρμοστικότητα αυτοφυών βιοτύπων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών χημειότυπου καρβακρόλης σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας. Τα είδη που μελετήθηκαν ήταν *Origamun hirtum*, *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*, και *Origanum onites*. Το κάθε είδος είχε δύο βιότυπους οι οποίοι προήλθαν από την νήσο Ικαρία μετά από αξιολόγηση των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών τους. Το πείραμα διήρκησε δύο έτη. Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού πανεπιστημίου Αθηνών.

Μετρήθηκαν και στα τέσσερα είδη τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους (ο αριθμός βλαστών, το ύψος, το μήκος της ταξιανθίας, το νωπό βάρος φύλλων και ανθέων). Παράλληλα μετρήθηκαν η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο, γ-τερπινένιο, καρβακρόλη και καρνοφυλλένιο.

Σε αυτή τη μελέτη βρέθηκε πως στους βιοτύπους και των τεσσάρων ειδών παρέμεινε σταθερή η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και τις δύο χρονιές, ενώ τα συστατικά του αιθέριου ελαίου παρουσίασαν διακυμάνσεις. Η καρβακρόλη που ήταν και το κυρίαρχο συστατικό όλων των βιοτύπων και των τεσσάρων ειδών παρουσίασε αύξηση τη δεύτερη χρονιά ενώ αντίθετα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν για τα υπόλοιπα συστατικά (π-κυμένιο, γ-τερπινένιο, καρνοφυλλένιο), με εξαίρεση το *S. thymbra* στο οποίο δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές ως προς το π-κυμένιο και το γ-τερπινένιο. Αυτό που προκύπτει από τα παραπάνω είναι ότι πιθανότατα οι βιότυποι προσαρμόστηκαν.

Όσον αφορά τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους όλα τα είδη παρουσίασαν ικανοποιητική προσαρμογή στο περιβάλλον της Αττικής για τα δύο έτη του πειράματος. Παρατηρήθηκε ότι και τα τέσσερα είδη την δεύτερη χρονιά είχαν καλύτερα αποτελέσματα ή παρέμειναν σταθερά. Πιο αναλυτικά ο αριθμός βλαστών, το ύψος και το μήκος της ταξιανθίας στην πλειοψηφία των βιοτύπων αυξήθηκε το δεύτερο έτος ενώ το βάρος φύλλων και ανθέων παρέμεινε σταθερό.

ABSTRACT

In the recent years, the understanding of the role that the aromatic and medicinal plants can play in the research of new active ingredients and in the development of new products for the pharmaceutical, food and cosmetics industry, combined with the demand of our times for "return to nature", has led all countries in an increase in demand for aromatic and medicinal plants.

In this study, wild biotypes of aromatic and medicinal plants of carvacrol chemotype were examined for their adaptability potential under extensive cultivation. The species examined were *Origanum hirtum*, *Satureja thymbra*, *Coridothymus capitatus*, and *Origanum onites*. Two biotypes of each species originating from the island of Ikaria were compared after assessing their qualitative and quantitative characteristics. The experiment lasted two years and was performed in the field of Agriculture Laboratory at the Agricultural University of Athens.

In all four plant species, the characteristics of their overground part were measured (shoot number, height, length of inflorescence, fresh weight of leaves and flowers). At the same time, the percentage content in essential oil and the percentage content in p-cymene, γ -terpinenol, carvacrol and Caryophyllene was measured.

In this study, the chemical composition of the essential oil in the biotypes of all four species remained stable, but fluctuation in the essential oil compounds was observed. Carvacrol, which was the dominant compound in all four species, increased during the second year while in contrast the other components (p-Cymene, γ -Terpinene, Caryophyllene) decreased. Exception in these findings was *S. thymbra* components composition where p-cymene and γ -terpinene percentage was stable. These results suggest that the biotypes probably adapted in their new environment.

Regarding the above ground part characteristics of the plant, all the species showed a satisfactory adaptation to the environment of Attica during the two years of the experiment. It was observed that these traits in all four species, showed better results or remained constant during the second year, since the number of shoots, height and length of inflorescence increased in most biotypes during the second year while the weight of leaves and flowers remained the same.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

1.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στην αρχαία Ελλάδα τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ήταν γνωστά από τον 15^{ος} αιώνα, όταν οι νικητές των ολυμπιακών αγώνων στεφανώνονταν με δάφνινα στεφάνια. Ο Θεόφραστος (347 π.Χ.), αναφέρει σε συγγράμματα του έναν μεγάλο αριθμό αυτοφυών φαρμακευτικών φυτών, καθώς και ο Διοσκουρίδης (1^{ος} π.Χ. αιώνας) αλλά και ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.)

Από την αρχαιότητα έως σήμερα ένας μεγάλος αριθμός ειδών του φυτικού βασιλείου χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο για τις αρωματικές και φαρμακευτικές του ιδιότητες. Τα φυτά αυτά έχουν την ιδιότητα να συσσωρεύουν ευώδη πτητικά συστατικά σε διάφορα όργανα τους, τα οποία χρησιμεύουν στην προσέλκυση ωφέλιμων εντόμων, ζώων και πτηνών και στην απόθεση άλλων, βλαβερών.

Η Ελλάδα έχει μια εξαιρετικά πλούσια χλωρίδα που αποτελεί, γεωγραφικά και ιστορικά, ένα σύνδεσμο μεταξύ του φυτικού κόσμου της Ευρώπης και της Ασίας. Αυτή η χλωρίδα περιλαμβάνει διαφορετικά φυτογεωγραφικά στοιχεία ποικίλως κατανεμημένα στις διάφορες περιοχές της χώρας. Ένα σπουδαίο συστατικό της είναι τα αρωματικά φυτά που αντιπροσωπεύονται από ένα μεγάλο αριθμό αυτοφυών ειδών, καθώς ευνοούνται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της χώρας μας.

Ο όρος «αρωματικά φυτά» αναφέρεται, όπως δηλώνει και το όνομά τους, σε εκείνα τα φυτά με χαρακτηριστικό άρωμα, οφειλόμενο στην παρουσία αιθέριων ελαίων απαντώνται σε όλα τα φυτικά όργανα - ρίζες, βλαστούς, φύλλα, οφθαλμούς, άνθη, καρπούς – ή να είναι εντοπισμένα σε κάποιο από αυτά (Βώκου, 1983).

Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί σε όλο τον κόσμο περίπου 2000 φυτικά είδη τα οποία παράγουν αιθέρια έλαια κατανεμημένα σε 60 οικογένειες, οι κυριότερες από τις οποίες αλφαβητικώς είναι οι: *Apiaceae* (*Umbelliferae*), *Asteraceae* (*Compositae*), *Lamiaceae* (*Labiatae*), *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Pinaceae* και *Rutaceae* (Bonner και Varner, 1965). Φυτά όπως:

- η δάφνη (*Laurus nobilis* L.) της οικογένειας *Lauraceae*,
- το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla* L.) και η αγιθιά (*Artemisia absinthium* L.) της οικογένειας *Asteraceae*,
- η μυρτιά (*Myrtus communis* L.) της οικογένειας *Myrtaceae*,
- το γλυκάνισο (*Pimpinella anisum* L.) και το μάραθο (*Foeniculum vulgare* Mill.) της οικογένειας *Apiaceae*
- ο απήγανος (*Ruta graveolens* L.) και τα εσπεριδοειδή της οικογένειας *Rutaceae*,

- το μαστιχόδενδρο (*Pistacia lentiscus* L. var. *Chia*) της οικογένειας *Anacardiaceae*,
- το φλαμούρι ή τίλιο (*Tilia cordata* Mill.) της οικογένειας *Tiliaceae*,
- το πεύκο (*Pinus silvestris* L.) της οικογένειας *Pinaceae*,

είναι κοινά της ελληνικής χλωρίδας και χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα ως αρτύματα, αφεψήματα και στη λαϊκή θεραπευτική.

Η οικογένεια όμως με το μεγαλύτερο αριθμό αρωματικών φυτών που απαντάται στην ελληνική χλωρίδα είναι η οικογένεια *Lamiaceae*, διότι τα περισσότερα μέλη της α) παράγουν αιθέρια έλαια β) είναι ενδημικά και γ) συμμετέχουν σε όλους τους τύπους βλάστησης των διαφόρων κλιματικών περιοχών της χώρας (Kokkini *et al.*, 1988).

1.1.2. Η ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ *Lamiaceae* – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η οικογένεια *Lamiaceae* (Χειλανθή) περιλαμβάνει περίπου 3500 είδη επικεντρωμένα κυρίως στη λεκάνη της Μεσογείου, αν και ορισμένες μικρές ομάδες εντοπίζονται στην Αυστραλία, ΝΔ Ασία και Ν. Αμερική. Τα φυτά είναι ετήσιες ή πολυετείς πόες ή θάμνοι με χαρακτηριστική μορφολογία που την καθιστά ευκολοδιάκριτη ταξινομική ομάδα (Kokkini, 1994).

Στην Ελλάδα υπάρχουν περίπου 320 taxa που ανήκουν σε 35 γένη. Φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* κοινά της ελληνικής χλωρίδας είναι τα: *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. fil. (θυμάρι), *Satureja thymbra* L. (θρούμπι), *Origanum vulgare* L. (ρίγανη), *Origanum dictamnus* L. (δίκταμος), *Mentha spicata* L. (δύσμος), *Rosmarinus officinalis* L. (δενδρολίβανο), *Salvia fruticosa* Mill. (φασκόμηλο), *Lavandula stoechas* L. (λεβάντα) και τα είδη του γένους *Sideritis* (τσάι του βουνού).

Η κατανομή των φυτικών ειδών ελέγχεται από κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες. Ειδικά, για τα Βαλκάνια θεωρείται ότι οι κλιματικές συνθήκες έχουν μεγαλύτερη σπουδαιότητα από τις εδαφικές (Turpil, 1929). Η Ελλάδα, παρά τη μικρή της έκταση, χαρακτηρίζεται από ποικιλότητα κλιμάτων που κυμαίνονται από θερμά και ξηρά έως κρύα και υγρά. Η ποικιλόμορφη τοπογραφία, η γειτνίαση με τη θάλασσα, η παρουσία τοπικών ορεινών όγκων, πεδιάδων και κοιλάδων, καθώς και οι επικρατούντες άνεμοι καθορίζουν τον κλιματικό τύπο κάθε περιοχής. Η μεταβολή του κλίματος από μεσογειακό σε ηπειρωτικό, με κατεύθυνση από νότο προς βορρά αντανakλά σε γενικές γραμμές τη χλωριδική σύνθεση.

Τα διάφορα είδη της οικογένειας *Lamiaceae* είτε απαντούν σε όλη την χώρα (όπως το *Origanum vulgare* και το *Mentha spicata*), είτε φύονται σε μεγάλα υψόμετρα (όπως το *Sideritis*), είτε έχουν μια πολύ μικρή περιοχή εξάπλωσης (στενο-ενδημικά) όπως το *Origanum dictamnus* στην Κρήτη (Κοκκίνη, 1989).

Σε σχέση με τη χωρική κατανομή των φυτών της οικογένειας *Lamiaceae*, παρατηρείται η ακόλουθη ιεραρχία: ενδημικά 28,8% , μεσογειακά 23,8% , βαλκανικά 20,6% , ευρασιατικά 15,9% , υπομεσογειακά 5,3% , ευρωπαϊκά 3,4% , βόρεια 1,9% και τροπικά με ένα μόνο taxon

0,3%. Οι περιοχές της χώρας με το μεγαλύτερο αριθμό taxa είναι η Πελοπόννησος, η Στερεά Ελλάδα, τα Επτάνησα και η Μακεδονία. Όσον αφορά την υψομετρική κατανομή τους, τα περισσότερα είδη βρίσκονται σε μικρά υψόμετρα στις νότιες περιοχές και σε μεγάλα υψόμετρα στις βόρειες. Τα μεσογειακά στοιχεία που κυριαρχούν στο νότο εμφανίζονται κάτω από τα 600 m, ενώ τα βαλκανικά, ευρωπαϊκά και ευρασιατικά στοιχεία που κυριαρχούν στο βορά απαντώνται πάνω από τα 600 m (Kokkini *et al.*, 1988).

Οι εδαφοκλιματικές συνθήκες που ευνοούν την ανάπτυξη των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών (*Lamiaceae*) διαφέρουν στα διάφορα είδη. Επίσης, διαφέρουν και οι απαιτήσεις τους σε νερό. Υπάρχουν είδη πολύ απαιτητικά σε νερό (μέντα, βασιλικός) έως και πολύ ξηροφυτικά (τσάι του βουνού, φασκόμηλο). Τα περισσότερα πάντως, είναι προσαρμοσμένα σε ξηροθερμικές συνθήκες και ανθεκτικά σε μειωμένη εδαφική ατμοσφαιρική υγρασία. Πιστεύεται, ότι τέτοιες συνθήκες, όπως αυτές του μεσογειακού κλίματος, ευνοούν την παραγωγή και την ποιότητα των αιθέριων ελαίων (Margaris, 1981, Vokou & Margaris, 1982).



Εικόνα 1: Το θυμάρι (*Coridothymus capitatus*) είναι από τα πλέον διαδεδομένα αρωματικά φυτά στη Ελλάδα

1.2 ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία αναφέρονται τουλάχιστον 61 είδη από 17 γένη 6 οικογενειών, τα οποία αναφέρονται με τον όρο «Ρίγανη». Η οικογένεια *Lamiaceae* αναφέρεται ως η πιο σημαντική καθώς περιέχει το γένος *Origanum* στο οποίο ανήκουν τα πιο γνωστά φυτά «Ρίγανης» (Ελληνική και Τούρκικη) (Makri, 2002). Ο όρος «Ρίγανη» αναφέρεται κυρίως στο χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση που έχουν κάποια φυτά των όποιων το αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά καρβακρόλης (μη κρυσταλλοποιούμενης φαινόλης) (Kokkini *et al.*, 2003). Παγκοσμίως, τέσσερα είδη χρησιμοποιούνται κυρίως κάτω από την ονομασία «Ρίγανη»: η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart), η Ισπανική ρίγανη (*Coridothymus capitatus* (L.), η Τούρκικη ρίγανη (*Origanum onites* L.) και η

Μεξικάνικη ρίγανη (*Lippia graveolens* HBK) (Lawrence, 1984). Σε εκτεταμένες έρευνες στην Ελλάδα από τις Kokkini & Vokou (1989) αναγνωρίστηκαν τέσσερα είδη «Ρίγανης» πλούσια σε καρβακρόλη, το *C. capitatus* (L.) Reichenb. fil., το *S. thymbra* L., η *O. onites* L. και η *O. vulgare* L. Τα ίδια, είδη τα οποία είναι ευρέως γνωστά και στην γειτονική Τουρκία, χρησιμοποιούνται κάτω από την ονομασία «Kekik» και θεωρούνται πλούσια σε καρβακρόλη (Kirimer, 1995).

1.2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα είδη την οικογένειας *Lamiaceae* είναι ετήσια ή πολυετή ποώδη φυτά ή φρύγανα, καμιά φορά θάμνοι και σπανιότατα δένδρα ή αναρριχώμενα. Τα φυτά αυτά ευδοκούν στα θερμά και ξηρά κλίματα και φέρουν αδενώδεις τρίχες. Οι τρίχες αυτές εκκρίνουν αιθέρια έλαια. Οι βλαστοί τους είναι συνήθως τετράγωνοι και φέρουν φύλλα αντίθετα, σταυρωτά ή κατά σπόνδυλους, συνήθως απλά, χωρίς παράφυλλα. Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα ή αρρενόσπειρα (λειτουργικά θηλυκά), με βράκτεια ή χωρίς και φέρονται μεμονωμένα ή πολλά μαζί στις μασχάλες των φύλλων (κατά διχάσια) ή επάκρια (κατά βότρες ή στάχεις). Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής ή κωδωνοειδής αποτελούμενος συνήθως από 5 δόντια ή δίχειλος. Η στεφάνη είναι σωληνοειδής, συμπέταλη, αποτελούμενη από 4-5 λοβούς, δίχειλη, σπάνια μονόχειλη ή ακτινόμορφη. Οι στήμονες είναι συνήθως τέσσερις (σπάνια δύο) με το οπίσθιο ζεύγος να είναι συνήθως κοντότερο από το πρόσθιο. Η ωοθήκη είναι επιφυής, αποτελούμενη από δύο ενωμένα καρπόφυλλα, τα οποία σχηματίζουν τέσσερις ξεχωριστούς χώρους. Σε κάθε χώρο περιέχεται μια ανάτροπη σπερμοβλάστη. Ο στύλος είναι απλός και καταλήγει σε ένα δισχιδές στίγμα. Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο και αποτελείται από τέσσερα μονόσπερμα κάρυα (Βαρδαβάκης, 1993).

1.2.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

1.2.2.1 *Coridothymus capitatus* L.

Το θυμάρι ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae* είναι αειθαλής θάμνος 15-30 cm, με μακριά στελέχη και ελλειπτικά φύλλα μήκους 5-16 mm. Παράγει πολλά άνθη με στεφάνη υπόλευκη έως ιώδη 5mm, που μπορεί να είναι ερμαφρόδιτα (με 4 στήμονες κοκκινοπού ή υπόλευκου χρώματος), είτε στείρα αρσενικά ή θηλυκά (εικόνα 2). Το θυμάρι παρουσιάζεται με συμπαγείς τούφες από ξυλώδη πολυδιακλαδωμένα στελέχη (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Τα φύλλα είναι στενά ελλειπτικά. Ακόμα έχει επιμήκεις πεπλατυσμένους κάλυκες και βιολετί στεφάνες (Kokkini *et al.*, 2003). Η περίοδος ανθοφορίας διαρκεί από Μάιο έως Οκτώβριο. Οι καρποί είναι τραχαίνια λεία, καστανού χρώματος (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Το *C. capitatus* εντοπίζεται σε όλη την περιοχή της Μεσογείου (Kokkini *et al.*, 2003) και κυρίως στην Ισπανία, την Ελλάδα και την Τουρκία (Davis, 1982; Kokkini & Vokou, 1989). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 700 m (Thanos, 1995).



Εικόνα 2: Ταξιανθία θυμαριού (*Coridothymus capitatus*)

1.2.2.2 *Origanum vulgare ssp. hirtum* L.

Η ήμερη ρίγανη είναι φυτό αρωματικό, ποώδες, πολυετές, με βλαστό όρθιο, τετραγωνικό, πολύκλαδο, τριχωτό, ύψους 30-80 εκατοστά. Έχει φύλλα σχετικά μικρά (1-2 εκ.), αντίθετα, έμμισχα, ωοειδή, ή προμήκη, πολύ πριονωτά. Τα άνθη διατάσσονται σε σύνθετη ταξιανθία από μικρούς σπονδυλωτούς στάχεις που περιβάλλουν τα ανθοφόρα στελέχη (εικόνα 3). Είναι μικρά με δίχειλη, συμπέταλη, λευκή στεφάνη και σωληνοειδή κάλυκα με πέντε οδόντες (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Επιπλέον, χαρακτηρίζεται από τους εμφανείς ακόμα και με γυμνό μάτι αδένες των φύλλων και των καλύκων (Kokkini *et al.*, 2003). Η *O. hirtum* εντοπίζεται στην Βαλκανική χερσόνησο, την Τουρκία και την Κύπρο και φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1500m (Kokkini *et al.*, 2004).



Εικόνα 3: Η ήμερη ρίγανη (*Origanum vulgare ssp. hirtum*) όπως έχει αναπτυχθεί στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας.

1.2.2.3 *Origanum onites* L.

Η *O. onites* ξεχωρίζει από την ταξιανθία η οποία αποτελείται από στάχεις κατανεμημένους σε ψευδοκόρυμβο και τους μονόχειλους κάλυκες (Kokkini *et al.*, 2003). Το

είδος αυτό έχει λευκά άνθη σε ταξιανθίες κορυμβών στην κορυφή του βλαστού (εικόνα 4) και όχι σε στάχεις, όπως το *ssp. hirtum*. Οι ανθοφόροι και κατόπιν οι καρποφόροι βλαστοί (στελέχη) ξηραίνονται, αλλά στις αρχές του φθινοπώρου τα φυτά εκπύσσουν νέους έρποντες βλαστούς οι οποίοι συνήθως μένουν πράσινοι όλο το χειμώνα, έως την επόμενη άνοιξη, αποταμιεύοντας θρεπτικές ουσίες στο ριζικό τους σύστημα, που θα τις χρησιμοποιήσουν στην μετέπειτα ανάπτυξη του φυτού. Οι σπόροι είναι πολύ μικροί (8000 σπόροι ανά γρ.) χρώματος καφέ. Οι στάχεις κάθε ταξιανθίας δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι, ενώ οι κάτω στάχεις του ανθοφόρου στελέχους έχουν ώριμους σπόρους, οι επάνω στάχεις μπορεί να είναι ακόμη στο στάδιο της ανθοφορίας (Κουτσός, 2006). Είναι πολυετές φυτό ενδημικό της νοτιο-ανατολικής Ευρώπης, της Τουρκίας και της Συρίας (Makri, 2002). Σύμφωνα με τους Skoula & Harborne (2002) η εξάπλωση του είδους είναι περιορισμένη στην ανατολική Μεσόγειο. Η *O. onites* βρίσκεται σε αφθονία σε αρκετά νησιά του Αιγαίου και εκτείνεται έως την δυτική και νότια Τουρκία (Kokkini *et al.*, 2003). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1400m (Kokkini *et al.*, 2004) και αναπτύσσεται κυρίως σε πετρώδη εδάφη και σε σχισμάδες βράχων (Gonouz & Ozorgucu, 1998).



Εικόνα 4: Ταξιανθία άγριας ρίγανης (*Origanum onites*)

1.2.2.4 *Satureja thymbra* L.

Είναι μικρός θάμνος ύψους 20-50 εκ. με φύλλα στενά, μήκους 1 εκ. περίπου, τέσσερα ανά γόνατο με πολύ κοντά μεσογονάτια διαστήματα και άνθη χρώματος ρόζ σε σπονδύλους (εικόνα 5). Αυτοφύεται σ όλη την Ελλάδα σε ξηρούς πετρώδεις τόπους. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και διαίρεση των φυτών (Κουτσός 2006). Το *S. thymbra* αναπτύσσεται από το επίπεδο της θάλασσας έως τα 1500m στην τυπική μεσογειακή χαμηλή βλάστηση σε ξηρά και πετρώδη περιβάλλοντα (Skoula *et al.*, 2005).



Εικόνα 5: ταξιανθία θρούμπης (*Satureja thymbra*)

1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Οι χρήσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι ανάλογες με τα αιθέρια έλαια που περιέχουν. Τα έλαια αυτά χρησιμοποιούνται από πολλές βιομηχανίες (αρωμάτων, σαπουνιών, καλλυντικών, τσιγάρων, τροφίμων κλπ), αλλά και σαν καρυκεύματα φαγητών (π.χ. δάφνη, ρίγανη, δενδρολίβανο κλπ). Οι ευεργετικές δράσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών φαίνεται να αποδίδονται στα φαινολικά συστατικά των αιθέριων ελαίων. Έτσι, αιθέρια έλαια πλούσια σε καρβακρόλη, των φυτών *O. hirtum* και *O. onites* έχουν χρησιμοποιηθεί ως φαρμακευτικά στην Τουρκία (Baricevic & Bartol, 2002), ενώ στην παραδοσιακή ιατρική της Κύπρου αιθέρια έλαια πλούσια σε καρβακρόλη από το φυτό *Origanum dubium* χρησιμοποιούνται εξωτερικά σαν αντιρρευματικά (Arnold *et al.*, 1993). Το φυτό *Origanum sipileum* έχει χρησιμοποιηθεί στην Τουρκία για την θεραπεία γαστρεντερολογικών διαταραχών και του βήχα. Τα αιθέρια έλαια αυτού του φυτού βρέθηκε ότι είναι πλούσια σε γ-τερπινένιο και αρωματικά μονοτερπένια (Baser & Tumen, 1992). Άρα, τα αιθέρια έλαια των φυτών τα οποία είναι πλούσια σε καρβακρόλη έχουν μια σειρά από ευεργετικές βιολογικές και φαρμακευτικές δράσεις, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στην συνέχεια. Οι κύριες χρήσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και των αιθέριων ελαίων ή άλλων βιοδραστικών συστατικών που παραλαμβάνονται από αυτά είναι (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010): 1) Στην μαγειρική, σαν φρέσκα ή αποξηραμένα αρτύματα, βότανα, καρυκεύματα και μπαχαρικά. 2) Στην αρωματοποιία, σε καλλυντικά και προϊόντα προσωπικής υγιεινής, είτε απευθείας σαν κύρια και βασικά συστατικά είτε σαν πρώτες ύλες για την εκχύλιση και τη σύνθεση ειδικών αρωματικών ουσιών (Εικόνα 6). 3) Στη ζαχαροπλαστική, την ποτοποιία και την βιομηχανία τροφίμων σαν αρωματικά, βελτιωτικά. 4) Στην ιατρική και την κτηνιατρική σαν συστατικά σκευασμάτων. 5) Στη γεωργία σαν φυσικά προστατευτικά μέσα.



Εικόνα 6: Τα αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνται στην αρωματοποίηση και στα καλλυντικά.

1.3.1 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν σχετικά λίγες πληροφορίες για τους μηχανισμούς που προκαλούν αντιοξειδωτική δράση, ωστόσο τα φαινολικά συστατικά των ελαίων είναι αυτά που αναφέρονται συχνότερα ως υπεύθυνα για αυτήν την δράση (Madsen *et al.*, 1997; Moure *et al.*, 2001). Οι Moure *et al.* (2001) αναφέρουν ότι οι τα πολυφαινολικά συστατικά έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τα φαινολικά. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται και από τους Pearson *et al.* (1997) οι οποίοι αναφέρουν ότι το ροσμαρινικό οξύ έχει πολύ μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με την καρβακρόλη και την θυμόλη. Στην ίδια μελέτη επιβεβαιώνεται η αντιοξειδωτική δράση των μονοφαινολών τόσο σε λιποσωμικά, όσο και σε βιολογικά συστήματα (ανθρώπινα ενδοθηλιακά συστήματα) με την αντιοξειδωτική δράση της θυμόλης να είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

1.3.2 ΑΝΤΙΜΥΚΗΤΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Η αντιμυκητιακή δράση των αιθέριων ελαίων σχετίζεται άμεσα με τον τύπο του ελαίου (εξαρτάται από τα είδη τα οποία προερχονται) και την συγκέντρωσή τους (Deans & Svoboda, 1990; Thompson, 1990; Biondi *et al.*, 1993). Πιστεύεται ότι το πιο πιθανό αντιμικροβιακό συστατικό είναι οι φαινόλες και ακολουθούν οι αλκοόλες, οι κετόνες, οι αιθέρες και οι υδρογονάνθρακες (Bullerman, 1977; Hitokoto *et al.*, 1980; Hussein, 1990, Daw *et al.*, 1994; Charai *et al.*, 1996). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από τους Biondi *et al.* (1993), σύμφωνα με του οποίους αιθέριο έλαιο της *O. onites*, το οποίο είναι πλούσιο σε καρβακρόλη, παρουσίασε μεγαλύτερη αντιμυκητιακή δράση κατά των *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* και *Fusarium* spp. σε σχέση με αιθέριο που περιείχε κατά κύριο λόγο γ-τερπινένιο και τερπινέν-4-ολη. Οι Daferera *et al.* (2000) αναφέρουν επίσης ότι τα φαινολικά συστατικά των αιθέριων ελαίων χημειοτύπων καρβακρόλης/θυμόλης είναι αυτά που ευθύνονται για την ανασταλτική δράση στην παραγωγή κονιδίων και στην ανάπτυξη του μύκητα *Penicillium*

digitatum. Τέλος, τα μονοτερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων φαίνεται να έχουν ανασταλτική δράση στην σποροποίηση ζυμών, λόγω της εξάντλησης της κυτταρικής ενέργειας η οποία προκαλείται από την μείωση της αναπνοής. Αναφέρεται ότι, το αιθέριο έλαιο της ρίγανης μείωσε την αναπνευστική δραστηριότητα του *Saccharomyces cerevisiae*, καθώς παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής CO₂ και αιθανόλης (Conner *et al.*, 1984).

1.3.3 ANTIBAKTΗΡΙΔΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Όμοια με την αντιμυκητιακή, η αντιβακτηριακή δράση των αιθέριων ελαίων των φυτών *Origanum hirtum* και *Origanum dictamnus* αποδίδεται κυρίως στην παρουσία των φαινολικών συστατικών τους (καρβακρόλη και θυμόλη), ενώ τα πρόδρομα τους συστατικά π-κυμένιο και γ-τερπινένιο χαρακτηρίζονται ως ανενεργά (Pellequer *et al.*, 1980; Gergis *et al.*, 1990; Sinvropoulou *et al.*, 1996;). Αιθέρια έλαια της *Origanum vulgare*, πλούσια σε καρβακρόλη και αιθέρια έλαια, του *Thymus vulgaris* πλούσια σε θυμόλη, παρουσίασαν την ίδια αντιβακτηριακή δράση ενάντια στα βακτήρια *E. coli*, *S. aureus*, *Bacillus megaterium* και *Salomonella badar* (Remmal *et al.*, 1993). Οι Dorman & Deans (2000) αναφέρουν ότι η θυμόλη φαίνεται να έχει πιο ισχυρή αντιβακτηριακή δράση απέναντι τόσο στα θετικά όσο και στα αρνητικά κατά Gram βακτήρια σε σχέση με την καρβακρόλη. Αυτό το γεγονός καταδεικνύει ότι η θέση του υδροξυλίου στην φαινολική δομή φαίνεται να επηρεάζει την αντιμικροβιακή δράση των ελαίων (Dorman & Deans, 2000).

1.3.4 ENTOMOKTONΟΣ, ΝΗΜΑΤΩΔΟΚΤΟΝΟΣ ΚΑΙ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟΣ ΔΡΑΣΗ

Τα ανώτερα φυτά και ιδιαίτερα τα αρωματικά και φαρμακευτικά, αποτελούν μια δυνητική πηγή καινούργιων εντομοκτόνων. Αρκετά φυσικά συστατικά από διαφορα αρωματικά φυτά (ροτενόνη, πυρεθρίνη κ.α.) διατίθενται ήδη στην αγορά (Barisevic & Bartol, 2002). Ανάμεσα στα διαφορα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, τα αιθέρια έλαια από τα φυτά της οικογένειας *Lamiaceae*, παρουσιάζουν την καλύτερη εντομοκτόνο δράση απέναντι στον εχθρό των φασολιών *Acanthoscellides obtectus* (Regnault-Roger & Hamraoui, 1993). Έλαια της *O. hirtum* πλούσια σε καρβακρόλη παρουσίασαν εντομοκτόνο δράση επαφής και ως καπνιστικά απέναντι στο *Acanthoscellides obtectus* σε εργαστηριακά πειράματα (Baricevic *et al.*, 2001). Εντομοκτόνος δράση αναφέρεται για παρόμοια έλαια και απέναντι στη *Drosophila melanogaster* (Karpouhtsis *et al.*, 1998), καθώς και απέναντι στα αυγά των εντόμων αποθηκευμένων προϊόντων *Tribolium confusum* και *Ephestia cautella* (Shaaya *et al.*, 1993). Τέλος το έλαιο της *Origanum syriacum* παρουσίασε υψηλή καπνιστική δράση απέναντι στα θηλυκά των *Aphis gossypii* και *Tetranychus cinnabarinus* (Tuns & Sahinkaya, 1998).

Η ανθεκτικότητα και τοξικότητα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών απέναντι στους νηματώδεις είναι μια ιδιότητα η οποία φαίνεται ότι θα προσφέρει νέες εφαρμογές στον τομέα της φυτοπροστασίας, ιδιαίτερα στις καλλιέργειες για τις οποίες δεν υπάρχουν

νηματωδοκτόνα ή ανθεκτικές ποικιλίες (Barisevic & Bartol, 2002). Σε εργαστηριακά πειράματα με τα αιθέρια έλαια των *Origanum vulgare*, *Origanum majorana* και *Origanum syriacum*, αναφέρεται ότι τα έλαια αυτά επηρέασαν την εξάπλωση του γένους *Meloidogyne* είτε παρεμποδίζοντας την εκκόλαψη των αυγών (Ramraj *et al.*, 1991; Oka *et al.*, 2000) είτε δρώντας τοξικά στα νεαρά άτομα (Hashim *et al.*, 1999; Oka *et al.*, 2000). Οι Oka *et al.* (2000) σε πειράματα τους, ανέμιξαν το χώμα γλαστρών με έλαια των φυτών *Origanum vulgare* και *Origanum syriacum* σε συγκέντρωση 200 mg/kg και παρατήρησαν ότι μειώθηκε η προσβολή των ριζών σποροφύτων αγγουριού από τον νηματώδη *Meloidogyne javanica*. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν κατά την εφαρμογή καρβακρόλης και θυμόλης σε συγκέντρωση 150 mg/kg.

Τα τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων έχουν αναγνωριστεί από αρκετούς ερευνητές σαν ανασταλτικά της βλάστησης και της ανάπτυξης (Fischer, 1986; Muller, 1986; Elakovich, 1988). Οι Dudai *et al.* (1999) αναφέρουν ότι τα αιθέρια έλαια των φυτών *Origanum syriacum*, *Micromeria fruticosa* και *Cymbopogon citratus* έδρασαν ανασταλτικά στην βλάστηση σπόρων σιταριού και βλήτου. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Kotoulas *et al.* (2009) για τα αιθέρια έλαια φυτών τύπου καρβακρόλης (*S. thymbra*, *O. hirtum*, *O. onites* και *C. capitatus*) τα οποία φαίνεται να παρεμποδίζουν την βλάστηση και την ανάπτυξη σπόρων αγριοβρώμης.

1.4 Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Σύμφωνα με στοιχεία του υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, οι καλλιεργούμενες με αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά εκτάσεις της Ελλάδας το 2005 ανέρχονταν στο 2,26% των συνολικά καλλιεργούμενων εκτάσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καταλαμβάνοντας έτσι την 11^η θέση στο σύνολο των 16 ευρωπαϊκών χωρών, που καλλιεργούν αρωματικά φυτά.

1.4.1 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος έχουν το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος μιας περιοχής. Η *O. onites* αναπτύσσεται σε εδάφη με pH από 4,9 έως 8,7 και σε θερμοκρασίες από 6-28 °C (Makri, 2002). Η *O. hirtum* αναπτύσσεται σε εδάφη με πολύ υψηλότερες τιμές pH, με ιδανικό pH εδάφους το 6,8 και σε 18-22 °C με όρια ανάπτυξης 4-33 °C (Κουτσός, 2006). Σε γενικές γραμμές και τα δυο είδη ρίγανης που προαναφέραμε είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά φυτά, αφού αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες, ευδοκιμούν σε μέσης μέχρι μέτριας σύστασης ημιορεινά εδάφη και είναι λιτοδίαιτα στις κλιματικές συνθήκες (Γκόλιαρης, 1992). Όσον αφορά το *C. capitatus* είναι ένα φυτό που αναπτύσσεται σε εδάφη με pH μέχρι 8, με άριστη τιμή pH εδάφους 6,3. Η ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξη του είναι 16-22 °C αλλά είναι φυτό με

αντοχή, τόσο σε χαμηλές, όσο και σε υψηλές θερμοκρασίες (Κουτσός, 2006). Το *S. thymbra* αναπτύσσεται σε ξηρά και πετρώδη περιβάλλοντα ως τυπική μεσογειακή χαμηλή βλάστηση (Skoula *et al.*, 2005). Σύμφωνα με τους Kokkini *et al.* (2003) και τους Skoula *et al.* (2005), το *S. thymbra* και το *C. capitatus* είναι τυπικά μεσογειακά φυτά.

1.4.2 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ.

Είναι πολύ σημαντικό να ελέγξουμε την τοποθεσία που θα εγκατασταθούν οι διάφορες καλλιέργειες των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Οι αναλύσεις εδάφους μπορούν να δώσουν πολλές πληροφορίες για το είδος του εδάφους της καλλιέργειας, αλλά και για εκείνο της γύρω περιοχής. Τα επόμενα βήματα παρουσιάζονται αναλυτικότερα παρακάτω:

1.4.2.1 Προετοιμασία αγρού

Η προετοιμασία του εδάφους αποσκοπεί στο να βελτιστοποιήσει την κλίση του εδάφους προετοιμάσει έδαφος για την εγκατάσταση της καλλιέργειας με όποιον τρόπο και να γίνει (σπορά, φύτευση φυταρίων, ριζωμάτων κ.α.). Το βαθύ όργωμα είναι η πρώτη καλλιεργητική διεργασία που εκτελείται, διότι αναστρέφοντας και αναμοχλεύοντας το έδαφος αυξάνεται το πορώδες του, καταστρέφονται τα ζιζάνια και παραχώνονται τα υπολείμματα των καλλιεργειών (Κουτσός, 2006). Στην συνέχεια γίνεται ένα ελαφρύτερο όργωμα, λίγο πριν τη φύτευση. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με δισκοσβάρνισμα, ώστε να καλυφθεί το λίπασμα, να καταστραφούν τα ζιζάνια και να διευκολυνθεί το φύτευμα, ιδίως όταν πρόκειται να γίνει με φυτευτικές μηχανές (Γκόλιαρης, 1992).

1.4.2.2 Εγκατάσταση φυτείας

Η καταλληλότερη εποχή για την εγκατάσταση της καλλιέργειας των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών το φθινόπωρο ή η άνοιξη. Πιο συγκεκριμένα οι ιδανικότερες εποχές για τη φύτευση της ρίγανης θεωρούνται το φθινόπωρο (Οκτώβριος-Νοέμβριος) και η άνοιξη (Φεβρουάριος-Μάρτιος). Μετά τις πρώτες βροχές, το φθινόπωρο είναι η πλέον κατάλληλη εποχή για τις ελληνικές ρίγανες. Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 60-80 cm μεταξύ των γραμμών και 30-40 cm επί των γραμμών, τόσο στην *O. onites*, όσο και στην *O. hirtum* (Κουτσός, 2006; Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Οι αποστάσεις στο *C. capitatus* σύμφωνα με τον Κουτσό (2006) είναι 25-30 cm μεταξύ των γραμμών, και 60-70 cm επί των γραμμών ενώ σύμφωνα με τους Κατσιώτη και Χαντζοπούλου (2010) στις περισσότερες χώρες του κόσμου οι αποστάσεις φύτευσης είναι περί τα 50 cm μεταξύ των γραμμών και περί τα 40 cm επί των γραμμών.

1.4.2.3 Ζιζανιοκτονία

Η ζιζανιοκτονία είναι η σημαντικότερη καλλιεργητική εργασία για την πλειονότητα των αρωματικών φυτών κατά τον πρώτο χρόνο της φύτευσης. Η καταπολέμηση των ζιζανίων

γίνεται με πολλούς τρόπους, ένας από τους οποίους είναι η εφαρμογή του φλογοβόλου. Πρόκειται για απλό, επιφανειακό κάψιμο των ζιζανίων που καθυστερεί απλώς την ανάπτυξη τους και δίνει πλεονέκτημα στα φυτά της καλλιέργειας να αναπτυχθούν γρήγορα και ανεμπόδιστα, για να στερήσουν έτσι το φως στα ζιζάνια, πριν αυτά αναλάβουν από το σόκ του καψαλίσματος. Ο τρόπος αυτός δε βρήκε εφαρμογή στη χώρα μας. Θα μπορούσε ίσως να εφαρμοστεί σε καλλιέργεια δάφνης, λεβάντας, κ.α.. Ο πιο κλασικός τρόπος είναι τα σκαλίσματα τα οποία, επειδή ανεβάζουν το κόστος παραγωγής, στρέφουν τις προσπάθειες στην εξεύρεση των κατάλληλων ζιζανιοκτόνων.

Η χημική αντιμετώπιση των ζιζανίων στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά όμως μπορεί να προκαλέσει πολύ σοβαρά προβλήματα αφού χρησιμοποιούνται κατά κόρον στην κοσμετολογία και στην φαρμακοβιομηχανία. Οπότε, οι χημικές ουσίες που πρέπει να επιλεγούν για την καταπολέμηση των ζιζανίων, επιβάλλεται να μην αφήνουν υπολείμματα στα αιθέρια έλαια, ούτε να επηρεάζουν τη βιοσύνθεσή τους στο φυτό.

1.4.2.4 Συγκομιδή των αρωματικών φυτών

Κατά την ειδική περίοδο ωρίμανσης τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά συγκομίζονται όταν τα βρίσκονται στην πλήρη άνθηση, ώστε να έχουν την καλύτερη δυνατή απόδοση. Με βάση την μέγιστη περιεκτικότητα σε δραστικά ή απαιτούμενα συστατικά του φυτικού υλικού προσδιορίζεται κάθε φορά ο ακριβής χρόνος της ειδικής περιόδου ωρίμανσης. Έτσι, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά πρέπει να παρακολουθούνται συστηματικά σε όλες τις φάσεις της ανάπτυξής τους και να πραγματοποιείται ποιοτική και ποσοτική ανάλυση τους, με στόχο τον προσδιορισμό του κατάλληλου χρόνου συγκομιδής (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα υψηλής τεχνολογίας (θεριστικές / κοπτικές με μαχαίρια, θεριζοαλωνιστικές, εκσκαφείς ριζών κλπ), ενώ η χειρονακτική συγκομιδή περιορίζεται μόνο σε πολύ μικρούς κλήρους (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

1.4.2.5 Ξήρανση

Ξήρανση, είναι η γρήγορη απομάκρυνση του νερού από τα κύτταρα προλαμβάνει, κατά ένα μεγάλο μέρος, την αποικοδόμηση των κυτταρικών συστατικών, ενώ αποφεύγεται και ο κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών που δύναται να οδηγήσουν στην καταστροφή μέρους του αρωματικού φυτού. Για την αναστολή κάθε είδους διεργασίας που θα οδηγήσει πιθανότατα σε αλλοίωση του φυτού, επιβάλλεται η μείωση του νερού έως ποσοστό 10 %. Κατά συνεπεία η επίτευξη του παραπάνω στόχου επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της ξήρανσης. Παρακάτω δίνονται αναλυτικά οι μορφές ξήρανσης (Demos *et al.*, 1998):

- Ξήρανση με θέρμανση. Απομάκρυνση της υγρασίας γίνεται με τη βοήθεια θερμού αέρα που εκπέμπεται από γεννήτριες. Χρησιμοποιείται σε βιομηχανικό επίπεδο όπου η Όταν

η θερμοκρασία του αέρα είναι γύρω στους 50°, τότε η ξήρανση διαρκεί 24-36 ώρες και στο προϊόν παραμένει 5- 10 % υγρασία. Η διάρκεια διατήρησης είναι 1 με 2 χρόνια.

- Ξήρανση με έκθεση στον αέρα. Είναι η πιο απλή μορφή σύμφωνα με την οποία το υλικό απλώνεται σε λεπτές στρώσεις, με καλό αερισμό προκειμένου να διευκολύνεται η διαδικασία της ξήρανσης. Η έκθεση απευθείας στον ήλιο ή η παραμονή στη σκιά επιλέγεται με κριτήριο την ευαισθησία των συστατικών στο φως. Όταν η ξήρανση γίνεται στη σκιά, δηλαδή σε δωμάτια τότε η διαδικασία επιτυγχάνεται με αύξηση της θερμοκρασίας και τη δημιουργία ρεύματος αέρα για την απομάκρυνση των υδρατμών.
- Λυοφιλίωση. Χρησιμοποιείται αρκετά από τη βιομηχανία τροφίμων και είναι αποτελεσματική στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Αποτελεί μορφή τεχνητής ξήρανσης. Κατά τη μέθοδο αυτή, το ψύχος παγώνει το προϊόν το οποίο στη συνέχεια αποξηραίνεται με την εξάχνωση του πάγου σε κενό. Δεν τροποποιούνται καθόλου οι φωτοχημικές ιδιότητες του φυτικού υλικού και αυτό είναι το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου. Αντιθέτως, το μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος της μεθόδου. Σε αυτή τη μέθοδο η υγρασία του προϊόντος είναι 1-2% και η διάρκεια συντήρησης απεριόριστη.

1.5 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

Τα αιθέρια έλαια είναι οργανικές πτητικές χημικές ενώσεις σε υγρή μορφή, με ελαιώδη εμφάνιση, και χημική σύσταση διάφορη κάθε φορά. Δεδομένου ότι είναι πτητικές, τα μόριά τους εξατμίζονται εύκολα και διασκορπίζόμενα στον ατμοσφαιρικό αέρα, έρχονται σ' επαφή με τα όργανα όσφρησης, τα οποία και διεγείρουν. Προκαλούν, έτσι, μία συνήθως ευχάριστη αίσθηση, χαρακτηριστική για κάθε είδος φυτού, που αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό για το κάθε είδος άρωμα (Σαρλής, 1994). Σύμφωνα με τους Κατσιώτη & Χαντζοπούλου (2010), ως αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά, τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν δια αποστάξεως, ή ακόμη και με άλλες μεθόδους, όπως η εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες. Το αιθέριο έλαιο είναι ένα πτητικό μείγμα οργανικών ενώσεων που παραλαμβάνεται με φυσικούς τρόπους από ένα φυτικό υλικό.

Η ποσοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και η σύσταση αυτού καθορίζεται κυρίως την ποιότητα των καλλιεργούμενων φυτών «ρίγανης». Οι δύο αυτοί παράγοντες παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα, ανάλογα με τους γονότυπους των φυτών, τις κλιματικές συνθήκες και την λίπανση με θρεπτικά στοιχεία κατά την καλλιέργεια (D'Antuono *et al.*, 2000; Novak *et al.*, 2003). Σύμφωνα με τους Novak *et al.* (2003) η σύσταση του αιθέριου ελαίου φυτών ρίγανης φαίνεται να εξαρτάται σε μεγαλύτερο βαθμό από τον γονότυπο, με τις κλιματικές συνθήκες να ευθύνονται για μικρότερο ποσοστό παραλλακτικότητας.

1.5.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

Οι δευτερογενείς μεταβολίτες γενικά χρησιμεύουν στα φυτά ως μέσα προσαρμογής στις διακυμάνσεις των συνθηκών της θερμοκρασίας και του φωτός (αντιοξειδωτικά), των συνθηκών καταπόνησης, μόλυνσης ή κατά των φυτοφάγων ζώων Κατσιώτης & Χαντζοπούλου (2010). Σύμφωνα με τους Paech (1950) και Sandermann, (1962) τα μονοτερπένια και σεσκιτερπένια ανέκαθεν θεωρούνταν ως μη λειτουργικά «άχρηστα μεταβολικά προϊόντα», αλλά με μελέτες που έγιναν τα τελευταία χρόνια έδειξαν ότι μπορούν να παίζουν διάφορους και σημαντικούς ρόλους, ως ενδιάμεσα των αλληλεπιδράσεων των φυτών με το περιβάλλον τους (Croteau, 1992). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα μονοτερπένια 1,8 κινεόλη και καμφορά που έχει αποδειχτεί ότι αναστέλλουν το φύτεμα και την ανάπτυξη ανταγωνιστών εκδηλώνοντας με τον τρόπο αυτό φαινόμενα αλληλοπάθειας (Kelsey *et al.*, 1984). Συνολικά, τα μονοτερπένια και τα σεσκιτερπένια, φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβίωση των φυτών (Croteau, 1992).

Ερευνητές αναφέρουν πως οι ρόλοι των ελαίων που έχουν καταγραφεί είναι οι ακόλουθοι:

- Επιδρούν στη βλάστηση και εδραίωση άλλων φυτών γύρω τους (Σκρουμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).
- Η σήψη των φυτικών ιστών αποφεύγεται από το ρητινώδες περιεχόμενο πολλών αειθαλών φυτών που επιτυγχάνουν να καλύπτουν τις πληγές του φλοιού (Σκρουμπής, 1985).
- Προστασία των φυτών από τα έντομα και τα παράσιτα, αφού λόγω του αρώματός τους εμποδίζουν την εγκατάστασή τους στα φυτικά όργανα (Σκρουμπής, 1985; Werker, 1993; Mahmoud & Croteau, 2002)
- Επιτυγχάνεται καλύτερη γονιμοποίηση και διασταύρωση των μη αυτογονιμοποιουμένων φυτών, αφού το άρωμα των ανθέων που διαχέεται στο περιβάλλον προσελκύει τα έντομα (Σκρουμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).
- Προστασία των φυτών από τις υψηλές θερμοκρασίες διότι εξαιτίας της εξατμίσεώς τους, η θερμοκρασία ελαττώνεται (Σκρουμπής, 1985).

1.5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Τα φυτά της οικ. *Lamiaceae* φέρουν μεγάλο αριθμό τριχών, οι οποίες μπορεί να είναι αδενώδεις ή μη αδενώδεις σε όλα τα εναέρια μέρη και κυρίως στα φύλλα. Οι μη αδενώδεις τρίχες απαντώνται, τόσο στα βλαστικά, όσο και στα αναπαραγωγικά μέρη του φυτού (Werker *et al.*, 1985b). Υπάρχουν και στις δύο επιφάνειες των φύλλων με τον μεγαλύτερο αριθμό να βρίσκεται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων (Bosabalidis, 2002). Οι αδενώδεις τρίχες είναι επιδερμικά προσαρτήματα με πολύπλοκη ανατομική και λειτουργική δομή (Bosabalidis, 2002)

και είναι αποκλειστικά υπεύθυνες για την παραγωγή του αιθέριου ελαίου (Gershenzon *et al.*, 1989). Για το λόγο αυτό ο αριθμός αυτών των τριχών στα φύλλα, σχετίζεται άμεσα με την παραγωγή του αιθέριου ελαίου από το φυτό (Bosabalidis & Kokkini, 1997; Gavalas *et al.*, 1998). Οι αδενώδεις τρίχες βρίσκονται κυρίως στα φύλλα αλλά απαντώνται σε όλα τα εναέρια μέρη των *Lamiaceae* όπως στον κάλυκα, στην στεφάνη, στους στήμονες και στα καρπόφυλλα (Modenesi *et al.*, 1984; Werker *et al.*, 1985b; Servettaz *et al.*, 1994).

Στην οικ. *Lamiaceae* υπάρχουν δυο ειδών αδενώδεις τρίχες, οι κεφαλοειδείς ή μικρής διάρκειας (capitate hairs) και οι ασπιδοειδείς ή μακράς διάρκειας (peltate hairs):

- Στις μακράς διάρκειας τρίχες τα αιθέρια έλαια παράγονται σταδιακά και συσσωρεύονται με σκοπό να προφυλάξουν τα ώριμα όργανα του φυτού, ενώ στις μικρής διάρκειας τρίχες η παραγωγή των ελαίων ξεκινά και σταματά ταχύτατα και έχει ως στόχο την προστασία των νεαρών οργάνων του φυτού (Russo *et al.*, 1998). Οι τρίχες αυτές (κεφαλοειδείς ή ασπιδοειδείς) αποτελούνται από μια βάση (μονοκυτταρική ή πολυκυτταρική περιοχή), ένα στέλεχος (μονοκυτταρική ή πολυκυτταρική περιοχή) και μια κεφαλή (μονοκυτταρική ή πολυκυτταρική περιοχή). Σύμφωνα με τον Bosabalidis (2002) μέρος των αδενωδών τριχών αποτελούν και τα επιδερμικά κύτταρα τα οποία περιβάλλουν την βάση των τριχών και συνεισφέρουν στην δέσμευση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης από το χλωροεγγυματικό μεσόφυλλο και την μεταφορά τους στην βάση των τριχών.
- Οι ασπιδοειδείς τρίχες είναι κοντές, ογκώδεις και συνήθως αποτελούνται από ένα μεγάλο βασικό κύτταρο, ένα μονοκύτταρο πεπλατυσμένο στέλεχος και μια πολυκυτταρική κεφαλή. Τα κύτταρα της κεφαλής είναι τα μόνα κύτταρα των ασπιδοειδών τριχών, τα οποία είναι ικανά να εκκρίνουν αιθέριο έλαιο (Mc Caskill *et al.*, 1992; Bourett *et al.*, 1994). Ο αριθμός των κυττάρων της κεφαλής φαίνεται να ποικίλει, ανάλογα με το είδος των *Lamiaceae*. Αναφέρεται ότι στο *C. capitatus* η κεφαλή των τριχών έχει 14 κύτταρα (Werker *et al.*, 1985a) ενώ στην *O. vulgare* και *S. thymbra* 12 κύτταρα (Werker *et al.*, 1985a; Werker *et al.*, 1985b). Είναι λογικό λοιπόν ότι τα είδη με μεγάλο αριθμό κυττάρων κεφαλής να παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αιθέριου ελαίου (Maffei *et al.*, 1989; Karousou *et al.*, 1992). Πρέπει να αναφερθεί όμως ότι πρωτεύοντα ρόλο στην παραγωγή αιθέριου ελαίου παίζει η πυκνότητα των αδενωδών τριχών στα φύλλα (Bosabalidis, 2002).

1.5.3 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Τα αιθέρια έλαια είναι μίγματα οργανικών πτητικών ενώσεων, με ελαιώδη σύσταση, που προσδίδουν στο φυτό που τα παράγει τη χαρακτηριστική οσμή. Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων διακρίνονται σε ενώσεις που έχουν οξυγόνο στη σύνθεσή τους (αλκοόλες, αλδεύδες,

κετόνες, φαινόλες, εστέρες, οξέα), στις οποίες κυρίως οφείλεται το άρωμα τους και σε ενώσεις που δεν έχουν οξυγόνο (υδρογονάνθρακες), των οποίων η συμβολή στο άρωμα είναι μικρή ή μηδαμινή (Σκρουμπής 1988). Τα τερπένια και τα φαινύλ-προπάνια είναι τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου των φυτών. Βιογενετικά τα τερπένια και τα φαινύλ-προπάνια προέρχονται από διαφορετικές πρόδρομες ουσίες και παράγονται μέσα από διαφορετικά βιοσυνθετικά μονοπάτια (Sangwan *et al.*, 2001). Το συστατικό που προσδίδει στο έλαιο ιδιαίτερη οσμή και γεύση είναι τα φαινύλ-προπάνια. Τα πιο χαρακτηριστικά, ποικίλα και ίσως αυτά με την μεγαλύτερη οικονομική σημασία συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι τα μονοτερπένια και τα σεσκιτερπένια (Schery, 1972; Erickson, 1976).

1.5.3.1 Τερπένια

Τα τερπένια είναι από τις γνωστότερες κατηγορίες προϊόντων του δευτερογενούς μεταβολισμού. Αριθμούν περί τις 5.000 ενώσεις στο φυτικό βασίλειο και συναντώνται εκτός από τα ανώτερα φυτά και σε βρυόφυτα, μύκητες και βακτήρια. Αν και δεν είναι πάντα προφανής η χημική συγγένεια μεταξύ τους, η βιοσύνθεση των τερπενικών ουσιών μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει ως κοινή βάση το ισοπρένιο (Loomis & Croteau 1980; Porter & Spurgerson 1981).

Παρόλο, που το ισοπρένιο αποτελεί τη βάση σχηματισμού των τερπενίων (Πίνακας 1), πρόδρομες ουσίες τους *in vivo* είναι τα βιολογικά του ισοδύναμα, που είναι δύο C5-πυροφωσφορικές ενώσεις, το πυροφωσφορικό ισοπεντενύλιο και το πυροφωσφορικό διμεθυλαλλύλιο. Η βιοσυνθετική πορεία των κυριότερων τερπενικών κατηγοριών αρχίζει από τη συμπύκνωση του ακέτυλο-CoA σε δύο στάδια και την μετατροπή του σε μεβαλονικό οξύ (Banthorpe & Charlwood, 1980; Gershenzon & Croteau, 1991).

Πίνακας 1. Μεταβολισμός του ισοπρενίου σε διάφορα προϊόντα.

Βασικό μόριο	Ισοπρένιο (C ₅ H ₈)					
	X ₂	X ₃	X ₄	X ₆	X ₈	X _n
Επανάληψη	C ₁₀ H ₁₆	C ₁₅ H ₂₄	C ₂₀ H ₃₂	C ₃₀ H ₄₈	C ₄₀ H ₆₄	C _{5n} H _{8n}
Μοριακός τύπος						
Κλάση τερπενίων	Μονο-τερπένια	Σεσκι-τερπένια	Διτερπένια	τριτερπένια	τετρατερπένια	πολυτερπένια
Τύποι δευτερογενών προϊόντων	Αιθέρια έλαια	Αιθέρια έλαια, ρητίνες	Αιθέρια έλαια, γιββερελικό οξύ, ρητίνες	Στερόλες, Σαπωνίνες, καρδιακοί γλυκοσίνες	Καροτένια	κόμμεα καουτσούκ

Το αιθέριο έλαιο των φυτών «ρίγανης» αποτελείται από καρβακρόλη ή θυμόλη ως κύριο συστατικό και ακολουθούν το γ-τερπινένιο, το π-κυμένιο, η λιναλοόλη, η τερπινέν-4-όλη και το υδροσαβινένιο (D'Antuono *et al.*, 2000; Skoula & Harborne, 2002).

1.5.3.2 Φαινυλ-προπάνια

Τα φαινύλ-προπάνια δεν είναι συνηθισμένα συστατικά των αιθέριων ελαίων των φυτών. Τα κύρια φαινυλ-προπάνια τα οποία έχουν αναγνωριστεί στο έλαιο ορισμένων φυτών είναι η eugenol, elemysin, chavicol, dillapiole, anethole, estragole, ariole κ.α. (Sangwan *et al.*, 2001). Παρόλα αυτά, ορισμένα φυτά έχουν σε αφθονία στο έλαιό τους αυτά τα συστατικά. Οι ενώσεις αυτές έχουν ως πρόδρομο μόριο τη φαινυλαλανίνη, η οποία συντίθεται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του σικιμικού οξέος.

1.6 ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Η παραλλακτικότητα που εμφανίζουν τα αιθέρια έλαια έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Σύμφωνα με τον Bernath (1997), μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά στην περιεκτικότητα τους σε αιθέριο έλαιο και στην περιεκτικότητα αυτού σε καρβακρόλη, παρατηρήθηκε στα διάφορα είδη της ρίγανης, πιθανότατα διότι αναπτύσσονται σε ένα μεγάλο εύρος γεωγραφικών και κλιματικών περιοχών. Ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες των περιοχών προέλευσης, η απόδοση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σε αιθέριο έλαιο, καθώς και η χημική σύσταση αυτού, ποικίλει από είδος σε είδος και από περιοχή σε περιοχή (Burkart & Buhler, 1997; Vokou *et al.*, 1993; Karousou *et al.*, 2005; Horwath *et al.*, 2008).

Η γεωγραφική κατανομή (γεωγραφικό μήκος και πλάτος, υψόμετρο) φαίνεται ότι αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην ποσότητα του αιθέριου ελαίου και την ποιότητά του. Η διαφοροποίηση που παρατηρείται, έχει να κάνει κυρίως με τις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Αυτό έρχεται να επιβεβαιωθεί από τους Vokou *et al.* (1993) οι οποίοι αναφέρουν ότι δεδομένου ότι, το αιθέριο έλαιο είναι μεταβολικό προϊόν των φυτικών κυττάρων, η παραλλακτικότητα στην περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και στην χημική σύσταση αυτού, θα μπορούσε να αποδοθεί σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το έδαφος και το κλίμα.

Μελέτη σε αρωματικό φυτό στην Κρήτη έδειξε ότι η απόδοση σε αιθέρια έλαια εμφάνισε αύξηση από το δυτικό στο ανατολικό τμήμα του νησιού, ακολουθώντας την κλιματική διαβάθμιση υγρασίας - ξηρασίας (Karousou *et al.*, 1998a). Η Μάνου (1990), βρήκε ότι η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου σχετίστηκε θετικά με τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και αρνητικά με τη μέση βροχόπτωση κάθε εποχής. Σε μελέτες σε φυτά τύπου καρβακρόλης σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου αναφέρθηκε παραλλακτικότητα, τόσο στην περιεκτικότητα των φυτών σε έλαιο, όσο και στην χημική σύσταση αυτού (Kokkini & Vokou, 1989; Kokkini & Vokou, 1993; Kirimer *et al.*, 1995).

Οι Basker και Putievsky (1978), βρήκαν ότι η καλλιεργούμενη ρίγανη παρουσίασε μέγιστο απόδοσης σε αιθέρια έλαια τον Ιούνιο, ενώ άλλα φυτά της οικογένειας *Lamiaceae*, αργότερα το καλοκαίρι. Μέγιστα στην απόδοση παραγωγής αιθέριων ελαίων βρέθηκαν στο

Thymus vulgaris και σε άλλα είδη της ίδιας οικογένειας τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο (Muller-Riebau *et al.*, 1997, Hudaib *et al.*, 2002). Επίσης σύμφωνα με τους Gouyon *et al.* (1986) το *Thymus vulgaris* όταν βρισκόταν σε ξηρικά οικοσυστήματα (Home environment) εξέφρασε τους πιο σύνθετους χημειότυπους (θυμόλης – καρβακρόλης) και παρουσίασε μικρή γενετική παραλλακτικότητα. Αντίθετα, όταν αναπτύχθηκε σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα (π.χ μεγαλύτερη υγρασία) παρουσίασε μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα και εμφανίστηκαν και άλλοι χημειότυποι.

Σύμφωνα και με τα παραπάνω οι διακυμάνσεις των κυρίων συστατικών των αιθέριων ελαίων θα μπορούσαν να αποδοθούν στις διακυμάνσεις των κλιματικών παραμέτρων (Aregbola, 1992; Piccaglia & Marotti, 1993; Omer *et al.*, 1994; Omer *et al.*, 1998; Said-Al Ahl *et al.*, 2009a).

1.7 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΩΝ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

1.7.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΩΤΟΣ

Το φως επηρεάζει σε πολλές περιπτώσεις την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων. Η υψηλή ένταση του φωτός αύξησε τη μινθόνη και μείωσε το μινθοφουράνιο και την πουλεγόνη στο *Mentha piperita* (Burbott & Loomis, 1967). Ακόμα, μελετήθηκε η επίδραση της κβαντικής ακτινοβολίας στην βιογένεση αιθέριου ελαίου σε φυτά *Salvia officinalis* και *Thymus vulgaris* (Yanhe *et al.*, 1995). Παρατηρήθηκε ότι τα φυτά *Salvia officinalis* που αναπτύχθηκαν σε 45 % της ηλιακής ακτινοβολίας είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε έλαιο και υψηλότερα ποσοστά θυυγινόνης στο έλαιο σε σχέση με φυτά που αναπτύχθηκαν σε άλλα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας.

1.7.2 ΕΠΟΧΗ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εποχιακή διακύμανση της σύστασης των αιθέριων ελαίων. Οι Kokkini *et al.* (1997), σε μελέτη σε φυτά *Origanum hirtum* παρατήρησαν εποχική διακύμανση τόσο στην % συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου όσο και στην % σύσταση αυτού. Η καλύτερη εποχή συλλογής του *O. vulgare* και του *Thymus vulgaris* είναι τον Ιούνιο-Ιούλιο, εποχή που οι δύο φαινόλες, καρβακρόλη και θυμόλη, βρίσκονται στο μέγιστο ποσό τους (Muller-Riebau *et al.*, 1997; Hudaib *et al.*, 2002). Στο *Thymus hyemalis* Lange, μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο παρατηρήθηκε τον Ιούλιο, αλλά καλύτερο ποιοτικά έλαιο (μεγαλύτερο ποσοστό 1,8- κινεόλης) ήταν ένα μήνα αργότερα (Cabo *et al.*, 1987). Στο ίδιο έλαιο, το ποσοστό του π-κυμενίου αυξήθηκε σημαντικά το φθινόπωρο. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και σε φυτά *Origanum syriacum*, όπου τόσο η συγκέντρωση σε έλαιο, όσο και το ποσοστό της καρβακρόλης πήραν τις μέγιστες τιμές τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Soliman *et al.*, 2007, Toncer *et al.*, 2010).

1.7.3 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

Οι Voirin et al. (1990), βρήκαν ότι η φωτοπερίοδος επέδρασε στην ποιοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων νεαρών φύλλων του *M. piperita* και ότι ήταν υπεύθυνη για την ποικιλία των μεταβολικών οδών των μονοτερπενίων. Σπορόφυτα *Thymus vulgaris* σε μεγάλη φωτοπερίοδο παρουσίασαν αυξημένη ποσότητα θυμόλης, του κύριου συστατικού του ελαίου (Yamaura et al., 1989). Επίσης, ο Saleh (1973), σε ανάλογες μελέτες στο είδος *Matricaria chamomilla* παρατήρησε ότι η συγκέντρωση του αζουλενίου αυξήθηκε με τα αυξανόμενα επίπεδα φωτός.

1.7.4 ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ

Η συμμετοχή του φωτοσυνθετικά δεσμευμένου άνθρακα, αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό του φυσιολογικού μηχανισμού της παραγωγής αιθέριου ελαίου. Επομένως, τα φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά κάθε ιστού παίζουν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία άνθρακα, διαθέσιμου για τον αναβολισμό των συστατικών του ελαίου (Sangwan et al., 2001).

1.7.5 ΟΝΤΟΓΕΝΕΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Με τον όρο «οντογένεση» εννοούμε την εξέλιξη του οργανισμού από τη γονιμοποίηση του κυττάρου ως την πλήρη διαμόρφωσή του. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει η οντογένεση φαίνεται να επηρεάζει και την διακύμανση στα συστατικά του αιθέριου ελαίου. Για παράδειγμα στα φυτά *Origanum vulgare* (Putievsky et al., 1988) την *Origanum onites* (Kizil et al., 2008), η μέγιστη ποσότητα ελαίου παρατηρήθηκε κατά το τέλος της άνθισης, με τα άνθη και τις ταξιανθίες να έχουν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ελαίου. Ακόμα, σύμφωνα με τους Vazquez και Dunford (2005), το ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλη σε φυτά μεξικάνικης ρίγανης (*Lippia berlandieri*) ήταν μεγαλύτερο σε νεαρά φυτά σε σχέση με τα ώριμα, ενώ σε μελέτες που έχουν γίνει στο φυτό στο *Ocimum basilicum* η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου αυξήθηκε κατά την πλήρη άνθιση αλλά η σύσταση του παρουσίασε ασήμαντες διακυμάνσεις (Lemberkovics et al., 1995).

1.7.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΒΙΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ

1.7.6.1 Θερμοκρασία

Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν στο φυτό *Mentha piperita* οι Clark & Menary (1980), παρατήρησαν πως μεγάλες ημερήσιες θερμοκρασίες επηρέασαν το ποσοστό των μονοτερπενίων στο έλαιο, ενώ οι Burbott & Loomis (1967) υποστήριζαν ότι οι μικρές και ψυχρές νύχτες με πλήρη ένταση φωτός κατά την ημέρα είναι αυτές που επηρέασαν την % σύσταση των μονοτερπενίων στην *Mentha piperita* L. Για την ιαπωνική μέντα (*Mentha arvensis*) όμως, οι

μελέτες έδειξαν πως η θερμοκρασία δεν είχε καμία επίδραση στο ποσοστό της μενθόλης στο έλαιο της (Duriyaprapan *et al.*, 1986).

Στην *Origanum vulgare* L. η θερμοκρασία φαίνεται να αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα, αφού τα φαινορικά συστατικά (καρβακρόλη-θυμόλη) αυξάνουν στις θερμές περιόδους, σε βάρος των πρόδρομων ουσιών τους. Πιο συγκεκριμένα σε πείραμα των Said-Al Ahl *et al.* (2009a) αποδείχτηκε ότι το ποσοστό της καρβακρόλης ήταν υψηλότερη την δεύτερη χρονιά που ήταν και θερμότερη.

1.7.6.2 Υγρασία

Η υγρασία είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει το αιθέριο έλαιο των αρωματικών φυτών, καθώς και την ανάπτυξη τους, αφού προκαλεί διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές αντιδράσεις, όπως το κλείσιμο των στοματίων, μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων (Hughes *et al.*, 1989). Η ποσότητα νερού που δέχτηκε το φυτό *Lippia berlandieri* δεν είχε σημαντική επίδραση στο ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης (Dunford & Vasquez, 2005).

Η υδατική καταπόνηση επηρέασε την ανάπτυξη φυτών *Origanum onites* καθώς και την σύσταση του αιθέριου ελαίου τους (Tucker & Maciarelllo, 1994). Σύμφωνα με τους Singh *et al.* (1997), Fatima *et al.* (2000) και Said-Al Ahl *et al.* (2009a) σε ξεχωριστές μελέτες που έγιναν, παρατηρήθηκε ότι στο 60% της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας σε φυτά *Origanum vulgare* L. (μέτρια υδατική καταπόνηση) αυξήθηκε η παραγωγή αιθέριων ελαίων τους ενώ σε συνθήκες με 40 % της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας (έντονη υδατική καταπόνηση) μείωσε την βιοσύνθεση τους. Ακόμα το φυτό *T. vulgaris* όταν βρέθηκε σε ξηρικά οικοσυστήματα εξέφρασε τους πιο σύνθετους χημειότυπους (θυμόλης – καρβακρόλης) και παρουσίαζε μικρή γενετική παραλλακτικότητα. Αντίθετα όταν αναπτύχθηκε σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα (π.χ μεγαλύτερη υγρασία) παρουσίασε μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα και εμφανίστηκαν και άλλοι χημειότυποι (Gouyon *et al.*, 1986).

1.8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ

1.8.1 ΑΠΟΣΤΑΞΗ

Η μέθοδος της απόσταξης είναι η πιο διαδεδομένη και οικονομική μέθοδος.

- Απόσταξη με υδρατμούς (steam distillation-SD).
- Υδροαπόσταξη (Hydrodistillation-HD).
- Μικροαπόσταξη με υδρατμούς εκχύλισης με οργανικό διαλύτη (Microsteam distillation-MSDE).
- Απόσταξη με κενό (vacuum head space distillation -VHSD).
- Μικροκύματα (microwave assisted extraction-MAE).

Στην υδροαπόσταξη, το προς απόσταξη φυτικό υλικό, τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη με νερό, η οποία συνδέεται με ψυκτήρα και με θερμαντική συσκευή. Το χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι ότι το νερό και το φυτικό υλικό είναι σε άμεση επαφή. Το μείγμα τοποθετείται εντός σφαιρικής φιάλης θέρμανσης, η οποία συνδέεται με μια ειδική συσκευή ψύξης, Clevenger, στην οποία οι ατμοί υγροποιούνται και διαχωρίζεται το έλαιο από το νερό λόγω της διαφορετικής τους πυκνότητας. Η ταχύτητα της απόσταξης ρυθμίζεται από την ένταση της θέρμανσης, η αύξηση της οποίας επιφέρει τη διάσπαση των διάφορων συστατικών του αιθέριου ελαίου και την υποβάθμιση της ποιότητάς του.

1.8.2 ΕΚΧΥΛΙΣΗ

Η συνήθης περίπτωση διαχωρισμού με εκχύλιση, είναι η υγρό- υγρό εκχύλιση. Η εκχύλιση αυτή με υγρούς διαλύτες (συνήθως νερό – οργανικός διαλύτης) βασίζεται στην κατανομή της διαλυμένης ουσίας μεταξύ δύο υγρών, τα οποία είναι πρακτικώς μη αναμίξιμα (υδατική – οργανική φάση). Στην υδατική φάση, κατά κύριο λόγο συλλέγονται οι πολικές ουσίες και τα ανόργανα συστατικά, ενώ στην οργανική οι μη πολικές ουσίες. Η μέθοδος της εκχύλισης χρησιμοποιείται για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου από φυτικά υλικά, τα οποία είναι ευπαθή στην απόσταξη, όπως άνθη και φύλλα. Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο εκχυλιστικό υλικό, διακρίνεται σε:

- Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες
- Εκχύλιση με ψυχρό λίπος
- Εκχύλιση με θερμό λίπος
- Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες
- Υπερκρίσιμη Εκχύλιση (SFE)

1.9 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.

Τα αιθέρια έλαια είναι μείγματα πολλών και διαφορετικών συστατικών, με αποτέλεσμα να είναι σημαντικός ο διαχωρισμός ή/και η ταυτοποίησή τους (Huie, 2002; Kaufmann & Christen, 2002).

Η χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων γίνεται συνήθως με την χρήση αέριας χρωματογραφίας (GC) (ποιοτική ανάλυση) και με την χρήση αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας (GC-MS) (ποσοτική ανάλυση) (Keravis, 1997). Οι Marston και Hostettmann (2009) αναφέρουν ότι η αέρια χρωματογραφία είναι κατάλληλη για πτητικά συστατικά και ιδανική για σύνθετα μείγματα όπως αυτά των αιθέριων ελαίων

Ο διαχωρισμός των συστατικών γίνεται μέσω της κατανομής τους στο προσροφημένο υγρό της στήλης με διαφορετικές ταχύτητες, οι οποίες εξαρτώνται από τις διαφορετικές τάσεις

ατμών και τις αλληλεπιδράσεις με τη στατική φάση (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2007). Οι σημαντικότεροι παράμετροι στη αέρια χρωματογραφία είναι:

- Η θερμοκρασία του εισαγωγέα.
- Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας στη στήλη. Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης η λειτουργία του φούρνου του χρωματογράφου μπορεί να είναι ισόθερμη ή αυξομειούμενης θερμοκρασίας. Η δεύτερη περίπτωση εφαρμόζεται συνήθως όταν το προς διαχωρισμό μείγμα αποτελείται συγχρόνως από συστατικά υψηλού σημείου ζέσεως.
- Η ροή του φέροντος αερίου. Η ροή του φέροντος αερίου παίζει καθοριστικό ρόλο στο διαχωρισμό των συστατικών ενός μείγματος. Η ακριβής μέτρηση της ταχύτητας ροής του φέροντος αερίου είναι απαραίτητη, επειδή οι χρόνοι συγκράτησης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα.
- Το είδος της στήλης. Συνήθως χρησιμοποιούνται τριχοειδείς στήλες, στις οποίες η υγρή στατική φάση μπορεί να είναι πολική, μετρίως πολική και μη πολική.
- Το είδος του ανιχνευτή που χρησιμοποιείται. Ο ποσοτικός προσδιορισμός γίνεται συνήθως με την χρήση ανιχνευτών ιονισμού φλόγας (FID) ή φασματομετρίας μαζών (MS).

Οι κύριες μεταβλητές στην αέρια χρωματογραφία είναι η στατική φάση της στήλης και η θερμοκρασία λειτουργίας. Οι μεταβλητές αυτές ποικίλουν ανάλογα με την πολικότητα και την πτητικότητα των υπό διαχωρισμό συστατικών.

Η ταυτοποίηση, των συστατικών γίνεται με τη χρησιμοποίηση του χρόνου συγκράτησης και τη σύγκριση των φασμάτων μάζας, με σύγκριση είτε με τα φάσματα των προτύπων μορίων ή με τη σύγκριση με δεδομένα κάποιας αξιόπιστης βιβλιοθήκης. Πολλές φορές η ταυτοποίηση, των συστατικών πρέπει να επιβεβαιώνεται με τη χρησιμοποίηση του δείκτη συγκράτησης Kovats (σύγκριση του χρόνου συγκράτησης t_{R_x} της άγνωστης ουσίας με το t_{R_A} προτύπων αλκανίων) σε δύο στήλες διαφορετικής πολικότητας (Lahlou, 2003) ή στην ίδια στήλη με διαφορετικές θερμοκρασίες (Denayer & Tilquin, 1994).

1.10 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

Τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί παγκοσμίως η ζήτηση για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Σε αυτό έχει συμβάλει η συνειδητοποίηση του ρόλου που μπορούν να παίξουν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στην έρευνα για καινούργια ενεργά συστατικά που θα αξιοποιηθούν από τις βιομηχανίες φαρμάκων, τροφίμων και καλλυντικών, παράλληλα με το αίτημα των καιρών για «επιστροφή στη φύση». Οι ευεργετικές δράσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών φαίνεται να αποδίδονται πρωτίστως στα φαινολικά συστατικά (Καρβακρόλη-Θυμόλη) των αιθέριων ελαίων (Bullerman *et al.*, 1977; Pellequer *et al.*, 1980; Sivropoulou *et al.*, 1996; Moure *et al.*, 2001).

1.10.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Με τον όρο προσαρμοστικότητα εννοούμε την αντίδραση των φυτών στην τροποποίηση των περιβαλλοντικών συνθηκών που στηρίζεται είτε στις φαινοτυπικές μεταβολές ή στην φαινοτυπική σταθερότητα, τα οποία αποτελούν εναλλακτικά ενδεχόμενα της προσαρμοστικής ικανότητας των φυτών (Harper J.L., 1977).

Οι χαρακτήρες των φυτών δεν αντιδρούν ομοιόμορφα στις πιέσεις του περιβάλλοντος και έτσι η πλαστικότητα των φυσιολογικών χαρακτήρων ή του τρόπου ανάπτυξης αυτών, μπορεί να συνυπάρχει με την σχετική σταθερότητα άλλων που αφορούν στην ανάπτυξη του φυτού ή στο μέγεθος ορισμένων χαρακτηριστικών του.

Η προσαρμογή ενός φυτού σε ένα οικοσύστημα είναι η στιγμιαία αλληλεπίδραση των γόνων και της «εμπειρίας» του φυτού για το συγκεκριμένο περιβάλλον (plant's eye view) (Harper, 1977; Burdon, 1980). Πρέπει να αναφερθεί επίσης ότι μεγάλη σημασία στην προσαρμογή των φυτών παίζουν οι γενετικοί παράγοντες, η πλευρική ετερογένεια του περιβάλλοντος (θρεπτικά στοιχεία, pH, θερμοκρασία, υγρασία κ.ά), η κάθετη ετερογένεια του περιβάλλοντος (διαθέσιμα στοιχεία, διαβάθμιση της ηλιακής ακτινοβολίας) και η αλληλεπίδραση των φυτών σε ένα οικοσύστημα (Harper, 1977).

1.10.2 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ .

Η ποιότητα καλλιεργούμενων φυτών ρίγανης καθορίζεται κυρίως από την % περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και από την σύσταση αυτού ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται (Franz & Novak, 1997). Οι δύο αυτοί παράγοντες παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα ανάλογα με τους γονότυπους των φυτών, τις κλιματικές συνθήκες και την λίπανση με θρεπτικά στοιχεία κατά την καλλιέργεια (D'Antuono *et al.*, 2000; Novak *et al.*, 2003). Οι Novak *et al.* (2003) υποστηρίζουν ότι η σύσταση του αιθέριου ελαίου φυτών ρίγανης φαίνεται να εξαρτάται σε μεγαλύτερο βαθμό από τον γονότυπο, με τις κλιματικές συνθήκες να ευθύνονται για μικρότερο ποσοστό παραλλακτικότητας. Σύμφωνα με τους Karousou *et al.* (2003), η ποσοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων σχετίζεται με το ενδιαίτημα του φυτού. Πιο συγκεκριμένα:

1. Φυτά ενός είδους που αναπτύσσονται στον ίδιο φυσικό χώρο παρουσιάζουν παρόμοια σύσταση ελαίων.
2. Φυτά ενός είδους που αναπτύσσονται σε διαφορετικούς φυσικούς χώρους παρουσιάζουν διαφορετική σύσταση ελαίων.
3. Φυτά διαφορετικών ειδών που αναπτύσσονται στον ίδιο φυσικό χώρο έχουν έλαια παρόμοιας σύστασης. Για παράδειγμα το *C. capitatus* και το *S. thymbra* όταν αναπτύχθηκαν σε πεδινή περιοχή ήταν πλούσια σε καρβακρόλη, ενώ τα ίδια φυτά όταν αναπτύχθηκαν σε ορεινή περιοχή ήταν πλούσια σε θυμόλη (Karousou *et al.*, 2005).

Σύμφωνα και με τα παραπάνω, ακόμα και φυτά του ίδιου είδους σε διαφορετικά περιβάλλοντα διαφοροποιούνται μορφολογικά αλλά και ως προς τα χημικά τους χαρακτηριστικά. Οι παράγοντες που μπορεί τα φυτά να οφείλουν τις αλλαγές στα χαρακτηριστικά τους και να προσαρμόζονται μπορεί να είναι η θερμοκρασία, φωτοπερίοδος και βιοτικές και αβιοτικές καταπονήσεις.

1.10.2.1 θερμοκρασία και φωτοπερίοδος

Σε πειράματα των Fahlen et al. (1997) μελετήθηκαν οι επιδράσεις διαφορετικών συνθηκών φωτός και θερμοκρασίας στη φυλλική ανάπτυξη στην απόδοση και σύνθεση των αιθέριων ελαίων των φυτών *Mentha piperita* L, *M. spicata* L, *M. longifolia* L, *M. rubra* L και *Chamomilla recutita* (L) Rausch. Στον πίνακα 2 αναφέρεται οι διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα.

Πίνακας 2: Οι διαφορετικοί περιβαλλοντικοί χειρισμοί που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Περιέχει τη φωτοπερίοδο, τη θερμοπερίοδο, τη σχετική υγρασία νύχτας, την ακτινοβολία και το μέσο όρο της ημερήσιας θερμοκρασίας

Οι έξι διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες	Φωτοπερίοδος (ώρες ημέρας-νύχτα)	θερμοπερίοδος (μέρα-νύχτα, μεγ-ελαχ. °C)	Ακτινοβολία ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Σχετική υγρασία (μέρα-νύχτα; %RH)	Μέση ημερήσια θερμοκρασία (°C)
A	14:10	25-18	200	70-90	22,1
B	21:10	20,8-17,7	200	70-90	16,3
C	17:7	23,8-12,8	200	70-90	17,7
D	21:3	25-18	200	70-90	24,1
E	17:7	25-18	200	70-90	23
F	8:16	25-18	200	70-90	20,3

Η πλειοψηφία των ειδών του γένους *Mentha*, τα οποία εκτέθηκαν σε μια φωτοπερίοδο 21 ώρες φως και 3 ώρες σκοτάδι, συνθήκες που προσομοιάζουν αυτές της βόρειας Σουηδίας το μήνα Ιούλιο, παρήγαγαν υψηλότερα ποσοστά μενθόλης σε σχέση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε συνθήκες μικρότερης φωτοπερίοδου. Οι θερμοκρασίες νύχτας δεν είχαν μεγάλη επίδραση στα επίπεδα μενθόλης στο πείραμα με τις 21 ώρες φωτός. Σε όλους τους πειραματικούς χειρισμούς η απόδοση σε μενθόλη ήταν υψηλότερη σε σχέση με την απόδοση μενθόνης. Οι διαφορετικοί περιβαλλοντικοί χειρισμοί δεν είχαν σαφή επίδραση στη φυλλική ανάπτυξη. Όσον αφορά το *C. recutita* ο συνδυασμός φωτοπερίοδου 21-3 h και θερμοκρασίας 25-18°C είχε σαν αποτέλεσμα υψηλότερα επίπεδα παραγωγής της α-βισαβολόλης, ενώ έγινε επαγωγή του σχηματισμού οφθαλμών και ανθέων στους χειρισμούς με φωτοπερίοδους ≥ 17 ωρών (Fahlen et al., 1997).

Σε εργασία των Farooqi et al. (1999), 3 είδη μέντας, *M. arvensis*, *M. citrata* και *M. cardiaca* αναπτύχθηκαν υπό συνθήκες μικρής, μεγάλης και κανονικής ημέρας. Όλα τα είδη

άνθισαν καλύτερα υπό συνθήκες μεγάλης ημέρας ενώ ο φωτοπεριοδικός χειρισμός τροποποίησε και τη σύνθεση σε αιθέρια έλαια. Τα φυτά μικρής ημέρας, μολονότι είχαν πιο μικρή φυτική βιομάζα περιείχαν υψηλότερη συγκέντρωση ελαίου ανά μονάδα βάρους ιστού. Τα φυτά μεγάλης ημέρας παρότι διέφεραν ως προς τη φυτομάζα, είχαν παρόμοια ποσότητα αιθερίου ελαίου. Η μεγαλύτερη πυκνότητα τριχιδίων ή η ελλειπής επίτευξη ωριμότητας στα φύλλα υπό συνθήκες μικρής ημέρας οδήγησε στην υπόθεση της αύξησης της συγκέντρωσης αιθερίου ελαίου στα φυτά αυτά

1.10.2.2 Υγρασία

Η υδατική καταπόνηση δεν επηρεάζει μόνο την αύξηση και την επιβίωση ενός φυτού, αλλά και διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές αποκρίσεις του (Hughes et al. 1989). Η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών πιστεύεται ότι ευνοείται από περιβάλλοντα καταπόνησης. Οι Sangwan et al. (1993, 1994) έκαναν πειράματα πάνω στην επίδραση συνθηκών χωρίς υγρασία σε αρωματική χλόη (*Cymbopogons*). Βραχυπρόθεσμη υδατική καταπόνηση επηρέασε τη βιοσύνθεση αιθερίου ελαίου. Σε πειράματα μακροπρόθεσμης υδατικής καταπόνησης στα είδη *C. nardus* var. *confertiflorus* και *C. pendulus* οι ποσότητες των παραγόμενων αιθέριων ελαίων παρέμειναν σταθερές ή αυξήθηκαν ανάλογα με το είδος και την ένταση της καταπόνησης.

1.10.2.3 Βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες

Η υψηλή μορφολογική ποικιλότητα της *O. vulgare* ssp. *hirtum* σχετίζεται με την υψηλή ποικιλότητα αιθέριων ελαίων και πιο ειδικά με τα ποσοτικά χαρακτηριστικά αυτών.

Οι υψηλότερες αποδόσεις ανταποκρίνονται σε φυτά που μεγαλώνουν σε οικοσυστήματα μεσογειακού τύπου με χαμηλό υψόμετρο, γεγονός κοινό για όλη την οικογένεια των *Lamiaceae* (Kokkini et al., 1989).

Στην μελέτη των Kokkini και Vokou, (1989); Kokkini et al., (1991) διαπιστώθηκε ότι το περιεχόμενο σε αιθέρια έλαια είναι διαγνωστικό χαρακτηριστικό για τη διάκριση του *O. vulgare* ssp. *hirtum* από άλλα δύο υποείδη που αναπτύσσονται σε βορειότερα τμήματα της Ελλάδας. Τα υποείδη ssp. *vulgare* και ssp. *viridulum* παράγουν χαμηλότερα ποσοστά αιθερίου ελαίου (Kokkini & Vokou, 1989; Kokkini et al., 1991).

Σύμφωνα με τους Gil et.al. (2002), οι περιβαλλοντικές επιδράσεις της τοποθεσίας, της λίπανσης και των ζιζανίων, ήταν υπεύθυνες για την παραλλακτικότητα της σύνθεσης ελαίου στον κορίανδρο, καθώς άλλαζαν τη συγκέντρωση των βασικών συστατικών. Οι συνθήκες εδάφους μπορούν να επηρεάσουν την αφομοίωση των διαθέσιμων θρεπτικών συστατικών, γεγονός σημαντικό για το περιεχόμενο και τη σύσταση αιθέριων ελαίων. Η αλληλεπίδραση μεταξύ περιβαλλοντικών παραγόντων (αποσάθρωση εδάφους, λίπανση και ζιζάνια) καθώς και

οι γονοτυπικές διαφορές μεταξύ των ειδών κολιάνδρου δημιούργησαν εξειδικευμένες φαινοτυπικές αντιδράσεις που επηρέασαν τη συγκέντρωση των πτητικών τερπενίων.

Σε άλλο πείραμα που έγινε από τους Tibaldi et al. (2011), στην *O. vulgare ssp. hirtum* οι δύο κύριοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρέασαν τη συγκέντρωση αιθέριων ελαίων ήταν η ξηρότητα και το θερμικό δυναμικό των περιοχών δειγματοληψίας των πληθυσμών. Αυτοί οι περιβαλλοντικοί παράγοντες λειτουργούν ως επιλεκτικοί παράγοντες αυξημένης παραγωγής ελαίου. Επιβεβαίωση αυτού ήταν το γεγονός ότι οι πειραματικοί πληθυσμοί που μεγάλωσαν στον πιο ζεστό αγρό (Θέρμη) παρουσίασαν υψηλότερες συγκεντρώσεις αιθέριων ελαίων από αυτούς που μεγάλωσαν στον πιο κρύο αγρό (Ταξιάρχης). Μελέτες έχουν δείξει ότι η ξηρασία κατά την άνθηση ήταν διεγερτικός παράγοντας αυξημένης συγκέντρωσης αιθέριων ελαίων σε ποικιλίες ρίγανης (Azizi et al., 2009) και θυμαριού (Sotomayor et al., 2004).

Σε αυτή την εργασία έγινε συσχετισμός μεταξύ της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο και της πυκνότητας αδενώδους τριχώματος ο οποίος ήταν θετικός τόσο στα αυτοφυή όσο και στα καλλιεργούμενα. Οι πληθυσμοί με υψηλότερες συγκεντρώσεις αιθέριου ελαίου είχαν περισσότερες αδενώδεις τρίχες ανά φυτό, αν και είχαν χαμηλότερη παραγωγή φυτομάζας, λόγω του ενεργειακού κόστους που απαιτείται για την παραγωγή περισσότερου ελαίου.

Σε πείραμα που έγινε στο φυτό *Thymus vulgaris L.* το οποίο ξεκίνησε το 1986 και διήρκεσε έως το 1989 στα Άδανα και το Ποζάντι, περιοχές της Τουρκίας παρατηρήθηκε ότι οι αποδόσεις αιθέριου ελαίου ήταν υψηλότερες στα Άδανα απ' ό,τι, στο Ποζάντι σε όλες τις περιόδους συγκομιδής και χρονιές. Οι αποδόσεις του αιθέριου ελαίου στα Άδανα δεν επηρεάστηκαν με τα χρόνια. Σύμφωνα με τους Özgüven & Tansi (1996), στο Ποζάντι το 1987 και το 1989 η τάση παραγωγής του αιθέριου ελαίου ήταν παραπλήσια αλλά το 1988 χαμηλότερη. Το Ποζάντι έχει ξηροθερμικό κλίμα και μεγαλύτερο υψόμετρο όποτε τα φυτά έγιναν νάνα, έχοντας μικρότερα φύλλα, τα οποία ήταν πιο παχιά και δερματώδη, σε σχέση με αυτά στα Άδανα. Σαν αποτέλεσμα αυτού τα φυτά του θυμαριού για να μπορέσουν να προσαρμοστούν σε συνθήκες του Ποζάντι έγιναν πιο νάνα, αλλά και με χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με αυτά στα Άδανα. Θα πρέπει να αναφερθεί πως η μέση θερμοκρασία στα Άδανα ήταν υψηλότερη από ό,τι στο Ποζάντι. Όσον αφορά στην σχετική υγρασία βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ Αδάνων και Ποζάντι. Η σχετική υγρασία στα Άδανα κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών ήταν υψηλότερη από ό,τι στο Ποζάντι, ενώ η σχετική υγρασία κατά τους χειμερινούς μήνες ήταν υψηλότερη στο Ποζάντι. Και στις δύο τοποθεσίες, οι βροχοπτώσεις ήταν πολύ χαμηλές, ιδίως τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Σύγκρισεις που έγιναν στην ανάλυση των αιθέριων ελαίων κάθε χρονιάς δείχνει μικρές διαφορές στην ποιοτική σύσταση αλλά σημαντικές διαφορές στην ποσοτική σύσταση ιδιαίτερα για το π-κυμένιο, λιναλοόλη, καρβακρόλη και θυμόλη (Özgüven & Tansi, 1996).

1.11 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη της προσαρμοστικότητας τεσσάρων αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτικών ειδών της Ικαρίας (*Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* L. και *Satureja thymbra* L.) στην Αττική για χρονικό διάστημα δύο ετών (2010-2011). Γι' αυτό το λόγο μελετήθηκαν σε δύο επιλεγμένους βιοτόπους κάθε φυτικού είδους τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους (μέσος αριθμός βλαστών, μέσο μήκος ταξιανθίας, μέσο βάρος φύλλων βλαστού, μέσο βάρος ανθέων βλαστού, μέσο ύψος βλαστού). Επίσης μελετήθηκαν τα χημικά τους χαρακτηριστικά, όπως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και η σύσταση του αιθερίου ελαίου τους (εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη, π-κυμένιο, γ-τεπρινένιο και καρνοφυλλένιο).

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

ΙΚΑΡΙΑ

Η Ικαρία είναι το δυτικότερο ελληνικό νησί του ανατολικού Αιγαίου. Βρίσκεται 19 χιλιόμετρα μακριά από την νήσο Σάμο και έχει συντεταγμένες 37°30' - 37°41' N, 25°28' - 26°22' E. Έχει έκταση 255 km² και ορθογώνιο σχήμα (40 km μήκος και 9 km μέγιστο πλάτος). Ολόκληρο το νησί καταλαμβάνεται από το βουνό Αθήρας το οποίο χαρακτηρίζεται από μια απότομη νότια πλευρά και μία πιο ομαλή Βόρεια (Christodoulakis, 1996).

Το κλίμα της Ικαρίας χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό με ήπιους χειμώνες και παρατεταμένα ξηρά και ζεστά καλοκαίρια. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18,9°C. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Φεβρουάριο (9°C) και η μέση μέγιστη τον Ιούλιο (29,3°C). Οι επικρατούντες άνεμοι το καλοκαίρι είναι κυρίως Βόρειοι και Βορειοανατολικοί ενώ το χειμώνα Νότιοι και Νοτιοανατολικοί. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 579,8 mm. Το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης παρατηρείται τον Ιανουάριο ενώ το μικρότερο τον Αύγουστο. Η ξηρή περίοδος διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο (Μανροκωρδοπούλου *et al.*, 2006).

Η νήσος Ικαρία ανήκει στο Κυκλαδίτικο τόξο της γεωτεκτονικής ζώνης. Το δυτικότερο μισό τμήμα του νησιού αποτελείται αποκλειστικά από γρανιτικά και γρανοδιορίτικα πετρώματα ενώ το ανατολικότερο τμήμα από γνευσιτικά. Το κεντρικό τμήμα, έως το ανατολικό άκρο, αποτελείται από πράσινους σχιστόλιθους και φυλλίτες που αποτελούν και τα παλαιότερα πετρώματα του νησιού. Κατά μέρη παρατηρούνται τμήματα μαρμάρου καθώς και τμήματα ιζηματογενών και αλουβιακών πετρώματων (Christodoulakis, 1996).

Η χλωρίδα της νήσου Ικαρίας συνίσταται από 829 taxa από 92 οικογένειες και 401 γένη. Περίπου το ένα τρίτο των taxa που υπάρχουν στην Ικαρία ανήκουν σε τρεις οικογένειες (*Fabaceae*, *Asteraceae* και *Poaceae*). Οι οικογένειες των *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Lamiaceae* και *Umbelliferae* εκπροσωπούνται ικανοποιητικά. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *C. capitatus*, *O. onites*, *O. vulgare* ssp. *hirtum* και *S. thymbra* απαντούνται στην νήσο Ικαρία (Christodoulakis, 1996).

2.2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ

Η λεκάνη των Αθηνών έχει συντεταγμένες 37°58' N, 23°43' E και βρίσκεται στο νοτιο-ανατολικό τμήμα της κεντρικής Ελλάδας (Katsoulis, 1987). Η λεκάνη αυτή καλύπτει μια έκταση 383 km². Στην νότια και νοτιοδυτική πλευρά της ανοίγεται στον Σαρωνικό κόλπο, ενώ η υπόλοιπη περιβάλλεται από βουνά, μερικά από τα οποία έχουν σημαντικό υψόμετρο. Η λεκάνη των Αθηνών περιβάλλεται από το όρος Πάρνηθα στο βόρειο τμήμα της, από το όρος Πεντελικό στο βορειοδυτικό, από το όρος Υμηττός στο ανατολικό και νοτιοανατολικό και από

το όρος Αιγάλεω στο δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα της. Επιπλέον η λεκάνη χωρίζεται σε ανατολικά και δυτικά τμήματα από μια σειρά λόφων όπως η Ακρόπολη, ο Λυκαβηττός, ο Φιλοπάππου και κάμποι άλλοι μικρότεροι (Sarlis, 1994).

Το κλίμα των Αθηνών χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό με ζεστά ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες (Katsoulis, 1988). Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18°C (Koutsogiannis & Baloutsos, 2000). Η μέση ημερήσια θερμοκρασία κατά τους χειμερινούς μήνες είναι 9,4 °C ενώ η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 0°C σπάνια. Τους καλοκαιρινούς μήνες η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι 25,8°C ενώ η μέση μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 31°C (Katsoulis, 1987). Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 400 mm και συγκεντρωμένη κυρίως από τον Οκτώβριο έως τον Φεβρουάριο (Katsoulis, 1988).

Από γεωλογικής άποψης η λεκάνη αποτελείται από Μεσοζωικά (γκρίζο ασβεστόλιθο, αργιλικό σχιστίλιθο, ασβεστολιθικές μάργες) και Καινοζωικά (αργιλικά και μαργώδη καθηζίματα, μάργες) στρώματα (Lepsius, 1893).

Σύμφωνα με τον Sarlis (1994) η χλωρίδα της Αθήνας είναι εξαιρετικά ποικίλη και αποτελείται από 1084 είδη που ανήκουν σε 490 γένη και 102 οικογένειες. Ως στοιχείο μεγάλης σημασίας αξιολογείται από τον ίδιο τον συγγραφέα της παραπάνω μελέτης η παρουσία πολλών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Μερικά από αυτά είναι όπως τα *Chamomilla recutita*, *Crocus ssp.*, *Laurus nobilis*, *Lavandula stoechas*, *Salvia ssp.*, *Styrax officinalis*, *Verbena officinalis*, *Satureja thymbra*, *Mentha pulegium*, *Tussilago farfara*, *Taraxacum officinale* και *Thymus capitatus*. Συγκεκριμένα το *Satureja thymbra* εντοπίστηκε στις περιοχές Πάρνηθα, Φιλοπάππου, Ακρόπολη, Δάφνη, Τατόι, Υμηττός, Πεντελικό και Αιγάλεω, το *Thymus capitatus* εντοπίστηκε στις περιοχές Πάρνηθα, Δάφνη, Τατόι, Υμηττός, Πεντελικό και Αιγάλεω ενώ η *Origanum heracleoticum* L. = *O. hirtum* εντοπίστηκε στην Δάφνη, στο Τατόι, στον Υμηττός, στο Πεντελικό και στο Αιγάλεω.

2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Στα πλαίσια του πειράματος της διδακτορικής διατριβής του Γ. Παναγόπουλου έγινε η επιλογή των βιοτύπων οι οποίοι μελετήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Η επιλογή αυτή έγινε ως εξής:

Σε 3 ερευνητικές αποστολές που διενεργήθηκαν στις 28-30 Απριλίου, στις 24-28 Μαΐου και στις 10-14 Ιουλίου του 2008 στην νήσο Ικαρία εντοπίστηκαν και συλλέχθηκαν κατά την άνθισή τους αυτοφυή φυτά από τα τέσσερα παραπάνω είδη. Τα φυτά αυτά αξιολογήθηκαν ως προς την περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο και την περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη. Οι δύο καλύτεροι βιότυποι από κάθε είδος όσον αφορά στην περιεκτικότητά σε αιθέριο έλαιο και την περιεκτικότητά αυτού σε καρβακρόλη επιλέχθηκαν για να αξιολογηθούν υπό συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας στην περιοχή της Αττικής.

Τον Νοέμβριο του 2008 πραγματοποιήθηκε μια αποστολή στην Ικαρία όπου έγινε συλλογή μητρικών φυτών, από τους επιλεγμένους βιότυπους κάθε είδους, από τα οποία προέκυψε με διαίρεση τους το απαραίτητο φυτικό υλικό για την εγκατάσταση στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας στην Αθήνα.

2.4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΓΡΟΣ

2.4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Τον Νοέμβριο του 2008 εγκαταστάθηκαν οι δύο καλύτεροι βιότυποι από κάθε είδος σε πειραματικό αγρό στο αγρόκτημα του ΓΠΑ στην Αθήνα (Εικόνα 7). Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε (Εικόνα 8) προέκυψε από διαίρεση φυτών από τους επιλεγμένους αυτοφυείς βιότυπους και εγκαταστάθηκε στον πειραματικό αγρό με βάση το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τρεις επαναλήψεις για κάθε βιότυπο (Εικόνα 9). Οι αποστάσεις των φυτών ήταν 40 cm επάνω στην γραμμή και 60 cm μεταξύ των γραμμών. Για λόγους συντομίας στη συνέχεια της μελέτης οι πληθυσμοί κωδικοποιήθηκαν ως εξής species x x. Το κάθε είδος ακολουθείται από δύο αριθμούς. Ο πρώτος αναφέρεται στον βιότυπο και ο δεύτερος στην πειραματική χρονιά. Π.χ. *O. hirtum* 1.1 κατά την πρώτη πειραματική χρονιά.



Εικόνα 7: Η φυτεία στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.



Εικόνα 8: Διαίρεση των φυτών για την εγκατάσταση των φυτειών

<i>S. thymbra</i> (Thymbra 1)	<i>O. hirtum</i> (hirtum1)	<i>O. onites</i> (Onites 1)
<i>C. capitatus</i> (Thymus 2)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 2)	<i>O. hirtum</i> (Hirtum 2)
<i>O. onites</i> (Onites 2)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 1)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 2)
<i>S. thymbra</i> (Thymbra 2)	<i>O. hirtum</i> (Hirtum 2)	<i>O. onites</i> (Onites 2)
<i>O. onites</i> (Onites 1)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 1)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 1)
<i>O. hirtum</i> (Hirtum 1)	<i>O. onites</i> (Onites 1)	<i>C. capitatus</i> (Thymus 2)
<i>C. capitatus</i> (Thymus 1)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 2)	<i>O. hirtum</i> (Hirtum 1)
<i>O. hirtum</i> (Hirtum 2)	<i>O. onites</i> (Onites 2)	<i>S. thymbra</i> (Thymbra 1)

Εικόνα 9: το πειραματικό σχέδιο.

2.5 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Η καλλιέργεια των ειδών έγινε υπό ξηρικές συνθήκες, αφού έγιναν μόνο δύο ποτίσματα, ένα κατά την εγκατάσταση και ένα το καλοκαίρι του 2009. Η καταπολέμηση των ζιζανίων έγινε αποκλειστικά με καλλιεργητικά μέσα.(κατά κύριο λόγο σκάλισμα μια φορά το μήνα).

2.6 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα κλιματικά δεδομένα όπως παρουσιάζονται στα διαγράμματα (1 έως 3). προήλθαν από τον μετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται εγκατεστημένος στον αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας. Για τον προσδιορισμό της επίδρασης του κλίματος στην % περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, στην % σύσταση αυτού, καθώς και στα φυσικά χαρακτηριστικά του υπέργειου τμήματος χρησιμοποιήθηκαν: η μέση θερμοκρασία, η μέση σχετική υγρασία και η μηνιαία βροχόπτωση του μήνα πριν τη συγκομιδή κάθε είδους (*S. thymbra*, *O. onites*, *O. hirtum* και *C. capitatus*) για δύο διαδοχικά έτη.

2.7 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΦΥΤΕΙΑ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑ ΓΙΑ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Τα φυτά συλλέχθηκαν για πρώτη φορά για χημική ανάλυση το 2010. Όλα τα φυτά συλλέχθηκαν κατά την πλήρη άνθιση ανά είδος και χρονιά. Συγκεκριμένα, το 2010 τα φυτά συλλέχθηκαν στις 29 Απριλίου (Θρούμπι - *S. thymbra*), 27 Μαΐου (Τούρκικη ρίγανη – *O. onites*) και 4 Ιουλίου (Θυμάρι – *C. capitatus* και Ελληνική ρίγανη – *O. hirtum*). Το 2011 τα φυτά συλλέχθηκαν 20 Μαΐου (Θρούμπι - *S. thymbra*), 7 Ιουνίου (Τούρκικη ρίγανη – *O. onites*), 1 Ιουλίου (Ελληνική ρίγανη – *O. hirtum*) και 7 Ιουλίου (Θυμάρι – *C. capitatus*). Όλα τα

δείγματα που συλλέχθηκαν υπέστησαν ήπια ξήρανση υπό σκιά και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου το πολύ για 20 ημέρες μέχρι την ανάλυση τους.

2.8 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

Τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους που μετρήθηκαν πριν και μετά την συλλογή ήταν τα εξής: ύψος φυτού (cm), αριθμός βλαστών ανά φυτό, το βάρος των ανθέων (gr), το βάρος των φύλλων (gr) και το μήκος της ταξιανθίας (cm). Πιο συγκεκριμένα:

Πριν από την κάθε συλλογή μετρήθηκε:

- ο αριθμός των βλαστών σε κάθε είδος και επανάληψη
- το ύψος σε κάθε είδος και επανάληψη

Οι μετρήσεις έγιναν διαλέγοντας τρία από τα πιο αντιπροσωπευτικά φυτά κάθε βιότυπου από κάθε επανάληψη. Επιπλέον για την μέτρηση του ύψους χρησιμοποιήθηκε μέτρο των 100cm.

Μετά από την κάθε συλλογή μετρήθηκε:

- Το μέσο μήκος της ταξιανθίας
- Το μέσο νωπό βάρος των φύλλων
- Το μέσο νωπό βάρος των ανθέων

Από τους βιότυπους που συλλέχτηκαν έγινε η επιλογή τριών πιο αντιπροσωπευτικών βλαστών, στους οποίους μετρήθηκε το μήκος της ταξιανθίας. Μετά την μέτρηση αυτή αφαιρέθηκαν τα φύλλα και τα άνθη από το κεντρικό στέλεχος και μετρήθηκε το νωπό βάρος των φύλλων και των ανθέων. Η μέτρηση του νωπού βάρους έγινε με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mattler B502.

2.9 ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

2.9.1 ΞΗΡΑΝΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Όλα τα φυτικά δείγματα υπέστησαν ήπια ξήρανση υπό σκιά σε καλά αεριζόμενους χώρους (Poludennij & Zhuravlev, 1989; Σαρλής, 1994) και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου στο σκοτάδι το πολύ έως είκοσι ημέρες μέχρι την υδροαπόσταξη.

2.9.2 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Φύλλα και άνθη από κάθε φυτικό δείγμα αλευροποιήθηκαν και 10g αυτών χρησιμοποιήθηκαν για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου με την μέθοδο της υδροαπόσταξης που πραγματοποιήθηκε με συσκευή Clevenger (Εικόνα 10) για 4 ώρες. Στην συνέχεια έγινε ποσοτικός προσδιορισμός του παραγόμενου ελαίου στην βαθμονομημένη συσκευή Clevenger και το έλαιο αποθηκεύτηκε στους -18°C το πολύ για 1 εβδομάδα. Ακολούθως πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση του ελαίου με την μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας.



Εικόνα 10: Συσκευή Clevenger. Εξέλιξη υδροαπόσταξης στο φυτό *O. hirtum* στο Εργαστήριο Γεωργίας.

2.9.3 ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Ο ποιοτική ανάλυση του ελαίου πραγματοποιήθηκε με την χρήση αέριου χρωματογράφου (GC) (Hewlett Packard 5890 II) εξοπλισμένου με τριχοειδή στήλη (HP-5MS, crosslinked 5% PH ME siloxane, 30 m, 0.25mm i.d., 0.25mm film thickness) και φασματογράφο μάζας (HP 5972) ως ανιχνευτή. Το φέρον αέριο ήταν το ήλιο με ρυθμό 1mL/min. Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν 60°C και αύξανε σταδιακά έως τους 250°C με ρυθμό 3 °C/min. Η συνολική διάρκεια της μεθόδου ήταν 63,33 min. Για την ανίχνευση με το GC-MS χρησιμοποιήθηκε σύστημα ιονισμού ηλεκτρονίων με ενέργεια ιονισμού τα 70 eV. Οι θερμοκρασίες του εγχυτήρα και του ανιχνευτή (γραμμή μεταφοράς φασματογράφου μάζας) ήταν 220 και 290°C αντίστοιχα. Ποσότητα 0,1 mL αραιωμένων διαλυμάτων των ελαίων (1/100 v/v) εγχέονταν χειροκίνητα και αδιαίρετα. Ως διαλυτικό χρησιμοποιήθηκε ακετόνη καθαρότητας 99,8 %. Οι χρωματογραφικές κορυφές αναγνωρίζονταν από τον χρόνο έκλουσης, από τα φάσματα μάζας πρότυπων ουσιών όταν ήταν δυνατό, από τα φάσματα μάζας των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών Nist 98 και Wiley 275 και με την χρήση δημοσιευμένων δεδομένων (Adams 1995). Στο παράρτημα παρουσιάζονται από ένα χαρακτηριστικό χρωματογράφημα για κάθε είδος (Παράρτημα, Εικόνες 1-4) καθώς και οι πίνακες που προκύπτουν από την ταυτοποίηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου κάθε είδους (Παράρτημα, Πίνακες 1-4).

2.10 ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Διεξήχθησαν στατιστικές αναλύσεις, όπως ο υπολογισμός των μέτρων κεντρικής θέσης (μέσος όρος, εύρος τιμών, τυπικό σφάλμα και συντελεστής παραλλακτικότητας) για όλες τις μεταβλητές που χαρακτηρίζουν τους σταθμούς δειγματοληψίας ανά φυτό. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση της διασποράς (MANOVA) για να διερευνηθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους κάθε είδους από χρονιά σε χρονιά.

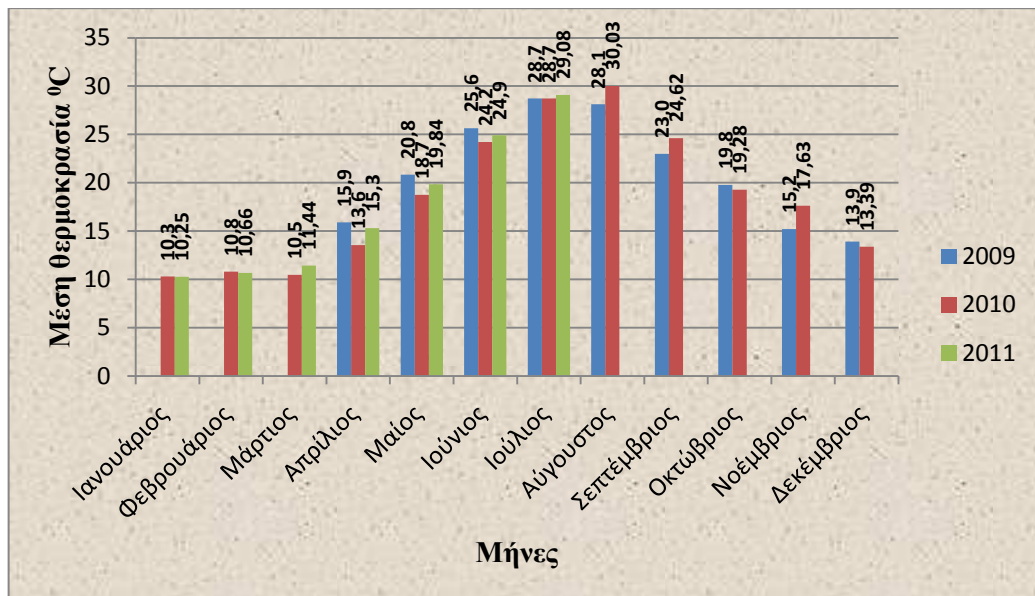
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD) χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί ποιά φυτά διέφεραν μεταξύ τους και για ποια χαρακτηριστικά.

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με την χρήση των στατιστικών πακέτων SPSS 17 και Statgraphics centurion XV.

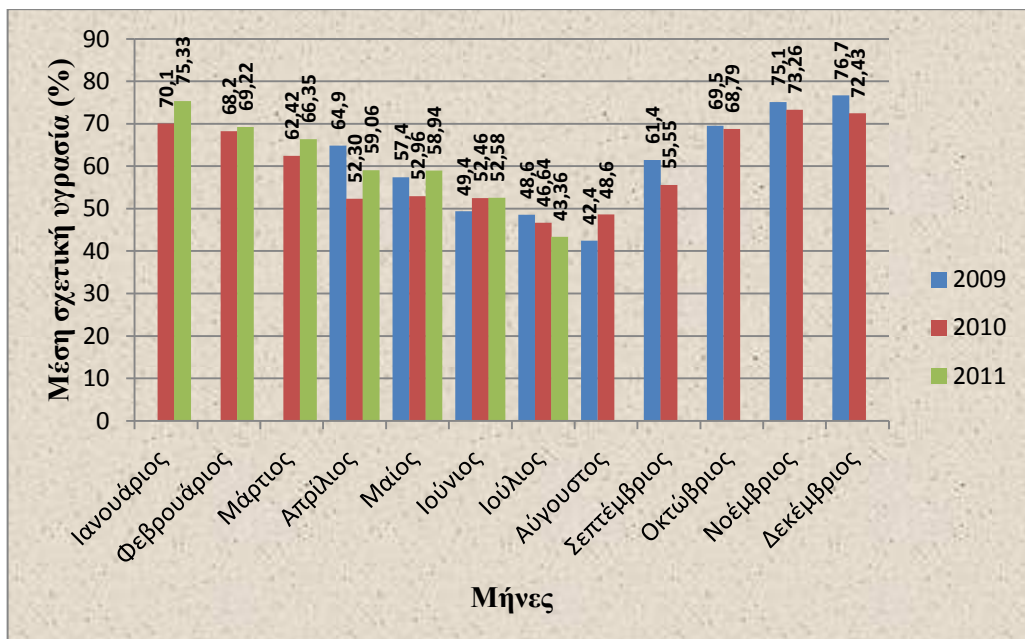
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

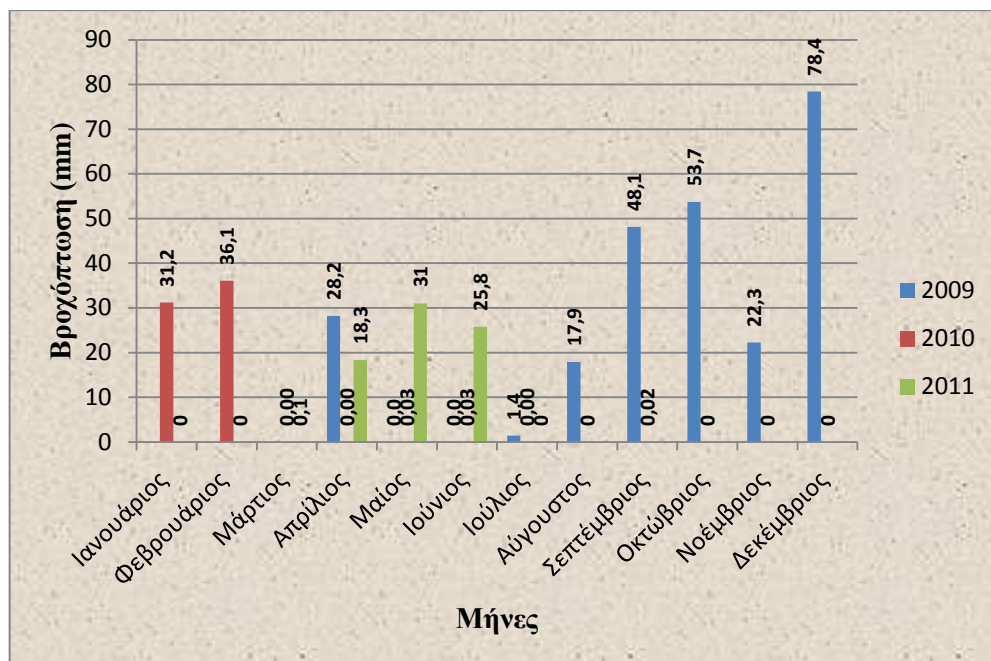
Στα διαγράμματα 1,2,3 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία σχετική υγρασία και η μηνιαία βροχόπτωση. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που αξιολογήθηκαν στην παρούσα μελέτη είναι οι μήνες πριν την συγκομιδή (Απρίλιο-Ιούλιο) για το *S. thymbra*, την *O. Onites*, την *O. hirtum* και το *C. capitatus* για δύο διαδοχικά έτη.



Διάγραμμα 1: Μετεωρολογικά δεδομένα μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας στο Βοτανικό για τα έτη 2009-2011



Διάγραμμα 2: Μετεωρολογικά δεδομένα μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας στο Βοτανικό για τα έτη 2009-2011



Διάγραμμα 3: Μετεωρολογικά δεδομένα μηνιαίας βροχόπτωσης στο Βοτανικό για τα έτη 2009-2011

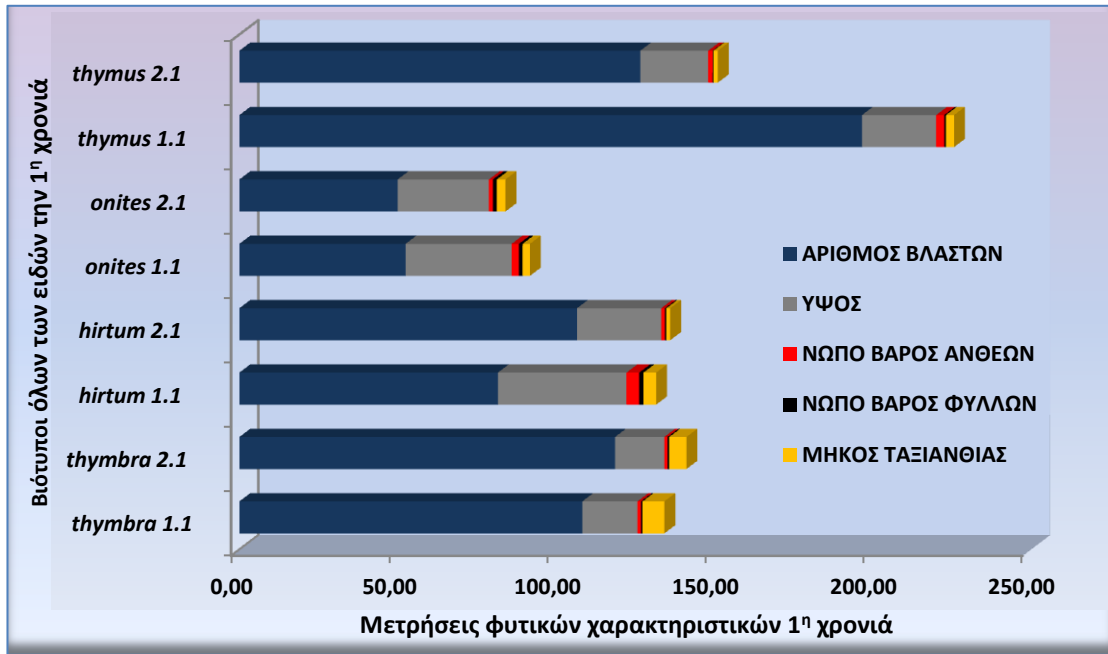
Παρατηρήθηκε ότι η μέση θερμοκρασία, η μέση σχετική υγρασία και η μηνιαία βροχόπτωση είχαν υψηλότερες τιμές το μήνα Μάιο που συγκομίστηκε το *S. thymbra* το 2011 (19,84 °C, 58,94%, 31mm αντίστοιχα) από τον μήνα Απρίλιο που συγκομίστηκε η *S. thymbra* το 2010 (13,6 °C, 52,30%, 18,3 mm).

Στην *O. onites*, η μέση θερμοκρασία και η μηνιαία βροχόπτωση είχαν υψηλότερες τιμές το μήνα Ιούνιο που συγκομίστηκε η το 2011 (24,9°C, 0,03mm αντίστοιχα) από τον μήνα Μάιο που συγκομίστηκε η το 2010 (18,7°C, 25,8 mm). Η μέση σχετική υγρασία είχε παρόμοιες τιμές και τις δύο χρονιές (Μάιος 2010 52,96%, Ιούνιος 2011 52,58%).

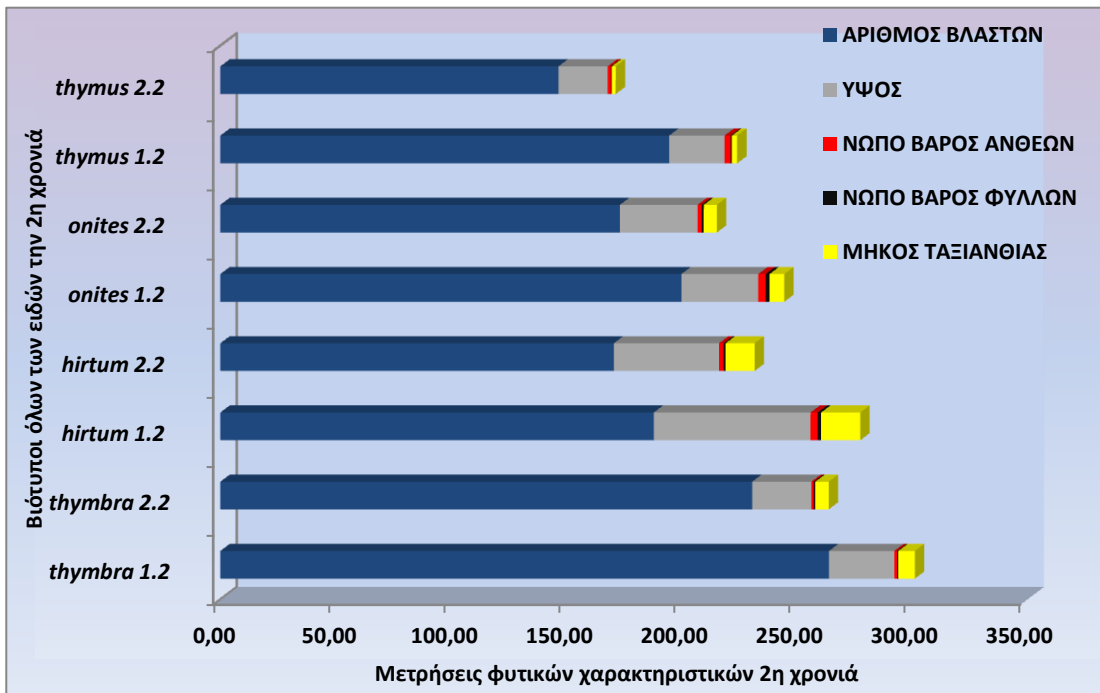
Τέλος στην *O. hirtum* και στο *C. capitatus* η μέση θερμοκρασία για το μήνα Ιούλιο (μήνας συγκομιδής και για τις δύο χρονιές) και στα δύο είδη ήταν ελαφρώς υψηλότερη το 2011 από το 2010 (29,08°C και 28,7°C αντίστοιχα). Η μέση σχετική υγρασία ήταν λίγο υψηλότερη τον Ιούλιο του 2010 (46,64 %) από τον Ιούλιο του 2011 (43,36 %). Δεν πραγματοποιήθηκε βροχόπτωση τον μήνα Ιούλιο κατά τα δύο έτη.

3.2 ΦΥΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Για την μελέτη της προσαρμοστικότητας των αυτοφυών βιοτύπων των ειδών *S.thymbra*, *O.hirtum*, *O.onites*, *C. capitatus* μελετήθηκαν τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους για δύο έτη. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακατω.



Διάγραμμα 4: Διάγραμμα των φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους για το πρώτο έτος (2010).



Διάγραμμα 5: Διάγραμμα των φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους για το πρώτο έτος (2011).

3.2.1 ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι ο μέσος αριθμός των βλαστών για κάθε βιότυπο διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *S. thymbra*, *O. hirtum* και *O. onites* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό για τους βιότυπους του *C. capitatus*. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για τον μέσο αριθμό των βλαστών στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των βλαστών (παράρτημα Πίνακας 1).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *S. thymbra*, όσον αφορά στον μέσο αριθμό βλαστών από έτος σε έτος, χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι, ο βιότυπος 1 στο δεύτερο έτος (μέσος αριθμός βλαστών 264) υπερέιχε του πρώτου έτους (μέσος αριθμός βλαστών 108,3), ενώ για το βιότυπο 2 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην πρώτη (μέσος αριθμός βλαστών 118,7) και στη δεύτερη χρονιά (μέσος αριθμός βλαστών 230,7). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη (*thymbra* 1.1.) χρονιά ο αριθμός βλαστών κυμάνθηκε από 95 έως 130, ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2) από 152 έως 400. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1.) ο αριθμός βλαστών κυμάνθηκε από 96 έως 140, και την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2.) από 164 έως 288. Πρέπει να αναφερθεί ότι μεταξύ των βιοτύπων 1 και 2 δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο για την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1 με *thymbra* 2.1), όσο και για την δεύτερη (*thymbra* 1.2 με *thymbra* 2.2) (πίνακας 3).

Πίνακας 3: Μέσος αριθμός βλαστών των βιοτύπων του *S. thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %) Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσος Αριθμός βλαστών των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra</i> 1.1	108,3 ^b	10,93	95,00	130,00	17,47
<i>thymbra</i> 1.2	264 ^a	72,59	152,00	400,00	47,62
<i>thymbra</i> 2.1	118,7 ^b	12,72	96,00	140,00	18,56
<i>thymbra</i> 2.2	230,7 ^{ab}	36,10	164,00	288,00	27,11

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο αριθμό βλαστών στο *O. hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των βλαστών (παραρτημα πίνακας 2).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων της *O. hirtum* όσον αφορά στον μέσο αριθμό βλαστών από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 το δεύτερο έτος (μέσος αριθμός βλαστών 188) υπερείχε από το πρώτο έτος (μέσος αριθμός βλαστών 81,7), ενώ για το βιότυπο 2 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από την πρώτη (μέσος αριθμός βλαστών 106,7) στην δεύτερη χρονιά (μέσος αριθμός βλαστών 107,7. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1) ο αριθμός βλαστών κυμάνθηκε από 75 έως 90, ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.2) από 152 έως 220. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) ο αριθμός βλαστών κυμάνθηκε από 40 έως 180 και για την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.2) από 152 έως 192. Πρέπει να αναφερθεί ότι στους βιότυπους 1 και 2 της ίδιας χρονιάς δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακας 4).

Πίνακας 4: Μέσος αριθμός βλαστών των βιοτύπων του *O. hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσος αριθμός βλαστών των βιοτύπων του <i>O. hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum</i> 1.1	81,7 ^c	4,41	75,00	90,00	9,35
<i>hirtum</i> 1.2	188,00 ^a	19,73	152,00	220,00	18,18
<i>hirtum</i> 2.1	106,7 ^{bc}	40,55	40,00	180,00	65,85
<i>hirtum</i> 2.2	170,7 ^{ab}	11,62	152,00	192,00	11,80

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για τον μέσο αριθμό των βλαστών στο *O. onites* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των βλαστών (πάρτημα πίνακας 3).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. onites*, όσον αφορά στο μέσο αριθμό βλαστών από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ

πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1, το δεύτερο έτος (μέσος αριθμός βλαστών 200) υπερείχε σε σχέση με το πρώτο έτος (μέσος αριθμός βλαστών 52,5). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το δεύτερο έτος (μέσος αριθμός βλαστών 173,3) υπερείχε του πρώτου έτος (μέσος αριθμός βλαστών 50). Πιο συγκεκριμένα ο αριθμός βλαστών για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκαν από 50 έως 55 την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) και από 140 έως 280 την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2) όσον αφορά τον βιότυπο 2 ο αριθμός βλαστών κυμάνθηκε από 45 έως 55 την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) και από 140 έως 220 την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί ότι στους βιότυπους 1 και 2 της ίδιας χρονιάς δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακας 5).

Πίνακας 5: Μέσος αριθμός βλαστών των βιοτύπων του *O. onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσος αριθμός βλαστών των βιοτύπων του <i>O.onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	52,5 ^b	2,50	50,00	55,00	6,73
<i>onites</i> 1.2	200 ^a	41,63	140,00	280,00	36,06
<i>onites</i> 2.1	50 ^b	5,00	45,00	55,00	14,40
<i>onites</i> 2.2	173,3 ^a	24,04	140,00	220,00	24,02

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο αριθμό των βλαστών στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά ούτε από βιότυπο σε βιότυπο. Επίσης και η αλληλεπίδραση δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των βλαστών (παράρτημα πίνακας 4).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέσο αριθμό βλαστών 196,7 και τη δεύτερη 194,7. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου η πρώτη χρονιά είχε μέσο αριθμό βλαστών 126,7 και την δεύτερη 146,7. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 110 έως 280 και για την δεύτερη χρονιά (*thymus* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 56 έως 288. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 80 έως 180 και για την δεύτερη χρονιά (*thymus* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 100 έως 200 (πίνακας 6).

Πίνακας 6: Μέσος αριθμός βλαστών των βιοτύπων του *O. onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %) Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσος Αριθμός βλαστών των βιοτύπων του <i>C. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus1.1</i>	196,7 a	85,05	110,00	280,00	43,25
<i>thymus1.2</i>	194,7 a	122,46	56,00	288,00	62,91
<i>thymus2.1</i>	126,7 a	50,33	80,00	180,00	39,74
<i>thymus2.2</i>	146,7 a	50,33	100,00	200,00	34,32

3.2.2 ΎΨΟΣ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι το μέσο ύψος για κάθε βιότυπο διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *S. thymbra* και *O. hirtum* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό για τους βιότυπους των *C. capitatus* και *O. onites*. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο ύψος (cm) στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο ύψος (παράρτημα πίνακας 5).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *S. thymbra*, όσον αφορά στο μέσο ύψος από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 το δεύτερο έτος (μέσο ύψος 28,33 cm) υπερέχει του πρώτου έτους (μέσο ύψος 17,44 cm). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το δεύτερο έτος (μέσο ύψος 25,6 cm) υπερέχει του πρώτου (μέσο ύψος 15,5 cm). Πιο συγκεκριμένα το ύψος για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 15 έως 20 cm την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1.) και από 25 έως 35 cm την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2). Όσον αφορά τον βιότυπο 2 το ύψος κυμάνθηκε από 10 έως 19 cm την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) και από 22 έως 30 cm την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί ότι στους βιότυπους 1 και 2 της ίδιας χρονιάς δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακας 7).

Πίνακας 7: Μέσο ύψους του των βιοτύπων του *S. thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο ύψος των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra1.1</i>	17,44 ^{bc}	1,44	15,00	20,00	14,34
<i>thymbra1.2</i>	28,33 ^a	3,33	25,00	35,00	20,38
<i>thymbra2.1</i>	15,5 ^c	2,80	10,00	19,00	31,23
<i>thymbra2.2</i>	25,6 ^{ab}	2,33	22,00	30,00	15,75

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο ύψος στο *O. hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν, τόσο στον παράγοντα χρονιά, όσο και στον παράγοντα βιότυπο, ενώ η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο ύψος (παράρτημα πίνακας 6).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. hirtum* όσον αφορά το μέσο ύψος από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 το δεύτερο έτος (μέσο ύψος 68cm) υπερείχε του πρώτου έτους (μέσο ύψος 40,6cm). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το δεύτερο έτος (μέσο ύψος 45,7 cm) υπερείχε του πρώτου (μέσο ύψος 26,5 cm). Πιο συγκεκριμένα το ύψος για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 27,3 έως 53,5cm την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1) και από 65 έως 71 cm την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.2). Όσον αφορά τον βιότυπο 2 το ύψος κυμάνθηκε από 22,8 έως 29,6 cm την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) και από 37 έως 55cm την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 (*hirtum* 1.1.) και βιότυπου 2 (*hirtum* 1.2) για την πρώτη χρονιά, ενώ για την δεύτερη χρονιά παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το βιότυπο 1 (*hirtum* 1.2) να υπερέχει από το βιότυπο 2 (*hirtum* 2.2) (Πίνακας 8).

Πίνακας 8: Μέσο ύψος των βιοτύπων του *O. hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Το μέσο ύψος των βιοτύπων του <i>O. hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum1.1</i>	40,61 ^{bc}	7,56	27,33	53,50	32,23
<i>hirtum1.2</i>	68,00 ^a	1,73	65,00	71,00	4,41
<i>hirtum2.1</i>	26,5 ^c	2,00	22,83	29,67	13,04
<i>hirtum2.2</i>	45,7 ^b	5,21	37,00	55,00	19,75

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο ύψος στο *O. onites* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους κάθε είδους από χρονιά σε χρονιά ούτε από βιότυπο σε βιότυπο. Επίσης, η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό (παράρτημα πίνακας 7).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέσο ύψος 33,5 cm και στη δεύτερη 33,33 cm. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά είχε μέσο ύψος 28,83 cm και την δεύτερη 33,67 cm. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 29 έως 38 cm και για την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 30 έως 35 cm. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 23,22 έως 34,44 cm και για την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 33 έως 35 cm (πίνακας 9).

Πίνακας 9: Μέσο ύψος των βιοτύπων του *O. onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο ύψος των βιοτύπων του <i>O. onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	33,50 a	4,50	29,00	38,00	19,00
<i>onites</i> 1.2	33,33 a	1,67	30,00	35,00	8,66
<i>onites</i> 2.1	28,83 a	5,60	23,22	34,44	27,50
<i>onites</i> 2.2	33,67 a	0,67	33,00	35,00	3,43

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο ύψος στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά ούτε από βιότυπο σε βιότυπο. Επίσης, η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο ύψος (παράρτημα πίνακας 8).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη είχε μέσο ύψος 23,44 cm και την δεύτερη χρονιά είχε μέσο ύψος 24 cm. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, την πρώτη χρονιά είχε ύψος 21,44 cm και την δεύτερη 21,33 cm. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 23,33 έως 23,50 cm και για την δεύτερη χρονιά (*thymus* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 22 έως 25 cm.

Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 19,33 έως 22,67 cm και για την δεύτερη χρονιά (*thymus* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 18 έως 24 cm (πίνακας 10).

Πίνακας 10: Μέσο ύψος των βιοτύπων του *C. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο ύψος των βιοτύπων του <i>C. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	23,44 a	0,10	23,33	23,50	0,42
<i>thymus</i> 1.2	24,00 a	1,73	22,00	25,00	7,22
<i>thymus</i> 2.1	21,44 a	1,84	19,33	22,67	8,57
<i>thymus</i> 2.2	21,33 a	3,06	18,00	24,00	14,32

3.2.3 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΑΝΘΕΩΝ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι το μέσο νωπό βάρος των ανθέων διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *O. hirtum* και *C. capitatus* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό για τους βιότυπους των *S. thymbra* και *O. onites*. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο νωπό βάρος ανθέων στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά ούτε από βιότυπο σε βιότυπο. Επίσης η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος ανθέων (παράρτημα πίνακας 9).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη είχε μέσο νωπό βάρος ανθέων 1,10 g και τη δεύτερη χρονιά 1,14 g. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά είχε μέσο νωπό βάρος ανθέων 1,03 g και την δεύτερη 1,10 g. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,98 έως 1,27 g και για την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 1,01 έως 1,32 g. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,78 έως 1,40 g και για την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,83 έως 1,45 g (πίνακας 11).

Πίνακας 11: Μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του *S. thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra1.1</i>	1,10 a	0,09	0,98	1,27	13,58
<i>thymbra1.2</i>	1,14 a	0,09	1,01	1,32	13,95
<i>thymbra2.1</i>	1,03 a	0,19	0,78	1,40	31,47
<i>thymbra2.2</i>	1,10 a	0,18	0,83	1,45	28,88

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο νωπό βάρος των ανθέων στο *O. hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα βιότυπο. Ενώ αντίθετα ο παράγοντας χρονιά καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος των ανθέων (παράρτημα πίνακας 10).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. hirtum* για το μέσο νωπό βάρος ανθέων από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά (μέσο βάρος ανθέων 4,02g) υπερείχε του βιότυπου 2 την πρώτη χρονιά (μέσο νωπό βάρος ανθέων 1,19 g). Αντίθετα την δεύτερη χρονιά ο βιότυπος 1 (μέσο νωπό βάρος ανθέων 3,1g) και ο βιότυπος 2 (μέσο νωπό βάρος ανθέων 1,98gr) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Πιο συγκεκριμένα, για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 5,74 έως 2,39g, ενώ για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) από 1,90 έως 0,62g. Στον τον βιότυπο 1 την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 1,93 έως 5,13g και στον βιότυπο 2 την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 2.2) από 1,12 έως 3,60g. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επίδραση του έτους δεν ήταν στατιστικά σημαντική τόσο για τον βιότυπο 1, όσο και για τον βιότυπο 2 (πίνακας 12).

Πίνακας 12: Μέσο νωπόβάρως ανθέων των βιοτύπων του *O. hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του <i>O. hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum1.1</i>	4,02 ^a	0,97	2,39	5,74	41,75
<i>hirtum1.2</i>	3,1 ^{ab}	1,02	1,93	5,13	57,50
<i>hirtum2.1</i>	1,2 ^b	0,38	0,62	1,90	54,50
<i>hirtum2.2</i>	1,98 ^{ab}	0,81	1,12	3,60	70,65

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο βάρος ανθέων στο *O. onites* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο ανάμεσα στους βιότυπους για κάθε χρονιά όσο και ανάμεσα στις χρονιές για κάθε βιότυπο. Επίσης η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος ανθέων (παράρτημα πίνακας 11).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέσο νωπό βάρος ανθέων 2,30 g και τη δεύτερη 3,24g. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά είχε μέσο νωπό βάρος ανθέων 2,76 g και την δεύτερη 1,81 g. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 1,70έως 2,90g και για την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 2,47έως 4,63g. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 2,31έως 3,21 g και για την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 1,23 έως 2,53 g (πίνακας 13).

Πίνακας 13: Μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του *O. onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του <i>O. onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites1.1</i>	2,30	0,60	1,70	2,90	36,89
<i>onites1.2</i>	3,24	0,69	2,47	4,63	37,11
<i>onites2.1</i>	2,76	0,45	2,31	3,21	23,3
<i>onites2.2</i>	1,81	0,38	1,23	2,53	36,41

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο νωπό βάρος των ανθέων στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους για κάθε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα βιότυπο, ενώ αντίθετα ο παράγοντας χρονιά καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος των ανθέων (πρόσθετο πίνακα 12).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *C. capitatus*, όσον αφορά στο μέσο νωπό βάρος ανθέων μεταξύ των ετών χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε, ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά (μέσο νωπό βάρος ανθέων 2,557 g) υπερέχει του βιότυπου 2 την πρώτη χρονιά (μέσο νωπό βάρος ανθέων 1,377g). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για το βιότυπο 1 του δεύτερου έτους (μέσο νωπό βάρος ανθέων 2,6g) ο οποίος υπερέχει του βιότυπου 2 του δεύτερου έτους (μέσο νωπό βάρος ανθέων 1,423g). Πιο συγκεκριμένα, για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1) το βάρος ανθέων κυμάνθηκα από 2,46 έως 2,67g, ενώ για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) από 1,10 έως 1,87g. Για την δεύτερη χρονιά ο βιότυπος 1 (*thymus* 1.2) κυμάνθηκα από 2,53 έως 2,70g ενώ ο βιότυπος 2 (*thymus* 2.2) από 1,15 έως 1,92 g. Θα πρέπει να σημειωθεί πως, δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο (πίνακας 14).

Πίνακας 14: Το μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του *c. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του <i>c. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	2,557 ^a	0,11	2,46	2,67	4,15
<i>thymus</i> 1.2	2,6 ^a	0,09	2,53	2,70	3,42
<i>thymus</i> 2.1	1,377 ^b	0,43	1,10	1,87	31,11
<i>thymus</i> 2.2	1,423 ^b	0,43	1,15	1,92	30,27

3.2.4 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΩΝ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι το μέσο νωπό βάρος των φύλλων για κάθε βιότυπο διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *O. hirtum* και *C. capitatus* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό για τους

βιότυπους του *S. thymbra* και *O. onites* Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο νωπό βάρος φύλλων στο *S.thymbra* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος ανθέων (παράρτημα πίνακας 13).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέσο νωπό βάρος φύλλων 0,49 gr και τη δεύτερη 0,57 g. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά το μέσο νωπό βάρος φύλλων ήταν 0,53 g και την δεύτερη 0,61 g. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,40 έως 0,57 g και για την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,48 έως 0,64 g. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,40 έως 0,63 g και για την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,51 έως 0,71 g (πίνακας 15).

Πίνακας 15: Το μέσο νωπό βάρος φύλλων των βιοτύπων του *S.thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό Βάρος φύλλων των βιοτύπων του <i>S.thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra</i> 1.1	0,49 a	0,05	0,40	0,57	17,44
<i>thymbra</i> 1.2	0,57 a	0,05	0,48	0,64	14,36
<i>thymbra</i> 2.1	0,53 a	0,07	0,40	0,63	22,17
<i>thymbra</i> 2.2	0,61 a	0,06	0,51	0,71	16,33

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο νωπό βάρος των φύλλων στο *O. hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους για κάθε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα βιότυπο, ενώ αντίθετα ο παράγοντας χρονιά καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική στο νωπό βάρος των φύλλων (παράρτημα πίνακας 14).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. hirtum* για το μέσο νωπό βάρος φύλλων από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 2 του δεύτερου έτους (μέσο νωπό βάρος φύλλων 0,8 g) υπερείχε του πρώτου έτους (μέσο νωπό βάρος φύλλων 0,45 g) ενώ για το βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (μέσο νωπό βάρος φύλλων 1,35 g) δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με την δεύτερη χρονιά (μέσο νωπό βάρος φύλλων 1,48 g). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) το βάρος φύλλων κυμάνθηκε από 0,20 έως 0,70 g, ενώ για τον βιότυπο 2 την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 2.2) από 0,58 έως 1,04 g. Πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τον βιότυπο 1 και τον βιότυπο 2 της πρώτης χρονιάς, με τον βιότυπο 1 (μέσο βάρος φύλλων 1,35g) να υπερέχει από τον βιότυπο 2 (μέσο βάρος φύλλων 0,45g). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1) το μέσο βάρος φύλλων κυμάνθηκε από 0,63 έως 1,80g, ενώ για τον βιότυπο 2 (*hirtum* 2.1) αναφέρεται παραπάνω. Στον βιότυπος 1 του δεύτερου (*hirtum* 1.2) το μέσο βάρος φύλλων κυμάνθηκε από 1,05 έως 1,71g και στον βιότυπος 2 (*hirtum* 2.2) το μέσο βάρος φύλλων κυμάνθηκε από 0,58 έως 1,04 g του δεύτερου έτους. Από την στατιστική ανάλυση παρατηρήθηκε ότι οι βιότυποι 1 και 2 του δεύτερου έτους δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακας 16).

Πίνακας 16: Το μέσο νωπό βάρος φύλλων των βιοτύπων του *O.hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό Βάρος φύλλων των βιοτύπων του <i>O. hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum</i> 1.1	1,35 ^{ab}	0,36	0,63	1,80	46,67
<i>hirtum</i> 1.2	1,48 ^a	0,22	1,05	1,71	25,44
<i>hirtum</i> 2.1	0,45 ^c	0,14	0,20	0,70	54,80
<i>hirtum</i> 2.2	0,8 ^{ab}	0,13	0,58	1,04	28,52

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο νωπό βάρος φύλλων στο *O.onites* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος ανθέων (παράρτημα πίνακας 15).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέσο νωπό βάρος φύλλων 1,17 g και στη δεύτερη χρονιά 1,60 g. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά το μέσο νωπό βάρος φύλλων ήταν 1,24 g

και την δεύτερη 0,86 g. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,72 έως 1,62 g και για την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 1,11 έως 2,13 g. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,82 έως 1,66 g και για την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,69 έως 1,04 g (πίνακας 17).

Πίνακας 17: Το μέσο νωπό βάρος φύλλων των βιοτύπων του *O.onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό Βάρος φύλλων των βιοτύπων του <i>O.onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	1,17 a	0,45	0,72	1,62	54,39
<i>onites</i> 1.2	1,60 a	0,29	1,11	2,13	31,86
<i>onites</i> 2.1	1,24 a	0,42	0,82	1,66	47,58
<i>onites</i> 2.2	0,86 a	0,10	0,69	1,04	20,50

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο νωπό βάρος των φύλλων στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους για κάθε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα βιότυπο, ενώ αντίθετα ο παράγοντας χρονιά καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο νωπό βάρος των φύλλων (παράρτημα πίνακας 16).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *C. capitatus* για το μέσο νωπό βάρος φύλλων από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 2 του δεύτερου έτους (μέσο νωπό βάρος φύλλων 0,31 g) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τον βιότυπο 2 του πρώτου έτους (μέσο νωπό βάρος φύλλων 0,26g). Παρόμοια αποτελέσματα είχε ο βιότυπος 1, με το πρώτο έτος (μέσο νωπό βάρος φύλλων 0,53 g) να μην διαφέρει από το δεύτερο (μέσο νωπό βάρος φύλλων 0,6 g). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) το νωπό βάρος φύλλων κυμάνθηκε από 0,07 έως 0,46 g και για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*thymus* 2.2) από 0,10 έως 0,52g. Για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1) το νωπό βάρος φύλλων κυμάνθηκε από 0,38 έως 0,62 g και την δεύτερη χρονιά (*thymus* 1.2) από 0,42 έως 0,71 g. Πρέπει να αναφερθεί ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του βιότυπο 1 την δεύτερη χρονιά και του βιότυπο 2 την πρώτη χρονιάς. Το νωπό βάρος

φύλλων του βιότυπου 1 την δεύτερη χρονιά ήταν μεγαλύτερο από του βιότυπου 2 την πρώτη χρονιά (πίνακας 18).

Πίνακας 18: Το μέσο νωπό βάρος φύλλων των βιοτύπων του φυτού *C. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο νωπό Βάρος φύλλων των βιοτύπων του <i>C. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	0,53 ^{ab}	0,13	0,38	0,62	24,97
<i>thymus</i> 1.2	0,6 ^a	0,16	0,42	0,71	26,43
<i>thymus</i> 2.1	0,26 ^b	0,20	0,07	0,46	76,18
<i>thymus</i> 2.2	0,31 ^{ab}	0,21	0,10	0,52	67,74

3.2.5 ΜΗΚΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΑΣ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι το μέσο μήκος της ταξιανθίας για κάθε βιότυπο διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *O. hirtum*, *C. capitatus* και *O. onites* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό για τους βιότυπους του *S. thymbra*. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο μήκος της ταξιανθίας στο *S.thymbra* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο βάρος ανθέων (παράρτημα πίνακας 17).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη είχε μέσο μήκος ταξιανθίας 6,89 cm και τη δεύτερη χρονιά 7,17 cm. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά το μέσο μήκος της ταξιανθίας ήταν 5,45 cm και την δεύτερη 5,80 cm. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 5 έως 8,83 cm και για την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 5,50 έως 9 cm. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) οι τιμές κυμάνθηκαν από 2,67 έως 7,67 cm και για την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2) οι τιμές κυμάνθηκαν από 3 έως 8 cm (πινακας 19).

Πίνακας 19: Το μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων του *S.thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2

Μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra1.1</i>	6,89 a	1,11	5,00	8,83	27,82
<i>thymbra1.2</i>	7,17 a	1,01	5,50	9,00	24,50
<i>thymbra2.1</i>	5,45 a	1,47	2,67	7,67	46,74
<i>thymbra2.2</i>	5,80 a	1,47	3,00	8,00	44,02

ΉΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο μήκος της ταξιανθίας στο *O. hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα βιότυπο ενώ αντίθετα ο παράγοντας χρονιά καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο μήκος της ταξιανθίας (παράρτημα πίνακας 18).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. hirtum* που αφορούν μέσο μήκος της ταξιανθίας από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι, ο βιότυπος 1 την δεύτερη χρονιά (μέσο μήκος της ταξιανθίας 17cm) υπερείχε σε σχέση με την πρώτη χρονιά (μέσο μήκος της ταξιανθίας 4,017cm). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το δεύτερο έτος (μέσο μήκος της ταξιανθίας 12,58 cm) υπερείχε του πρώτου (μέσο μήκος της ταξιανθίας 1,19cm). Πιο συγκεκριμένα, το μήκος της ταξιανθίας για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 2,39 έως 5,74cm την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1.) και από 13 έως 21cm την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.2). Όσον αφορά στον βιότυπο 2 το μήκος της ταξιανθίας κυμάνθηκε από 0,62 έως 1,90 cm την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) και από 4,5 έως 23,5 cm την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 20)

Πίνακας 20: Το μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων του *O. hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων του <i>O. hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum1.1</i>	4,017 bc	0,97	2,39	5,74	41,75
<i>hirtum1.2</i>	17 a	2,31	13,00	21,00	23,53
<i>hirtum2.1</i>	1,19 c	0,38	0,62	1,90	54,50
<i>hirtum2.2</i>	12,58 ab	5,66	4,50	23,50	77,97

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μέσο μήκος ταξιανθίας στο *O. onites* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για τους βιότυπους από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπο δεν είχε σημαντική επίδραση στο μήκος της ταξιανθίας (παράρτημα πίνακας 19).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. onites* για το μέσο μήκος της ταξιανθίας από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την δεύτερη χρονιά (μέσο μήκος της ταξιανθίας 6,42cm) υπερείχε σε σχέση με τον βιότυπο 1 της πρώτης χρονιάς (μέσο μήκος της ταξιανθίας 2,3cm). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το δεύτερο έτος (μέσο μήκος της ταξιανθίας 5,67 cm) υπερείχε του πρώτου (μέσο μήκος της ταξιανθίας 2,76 cm). Πιο συγκεκριμένα το μήκος της ταξιανθίας για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 1,70 έως 2,90 cm την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) και από 5 έως 8,50cm την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2). Όσον αφορά στον βιότυπο 2 το μήκος της ταξιανθίας ήταν από 2,20 έως 3,32 cm την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) και από 5,50 έως 6,00cm την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 21).

Πίνακας 21: Το μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων *O. onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων του <i>O. Onites</i> για 2 τα έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	2,3 ^b	0,60	1,70	2,90	36,89
<i>onites</i> 1.2	6,42 ^a	1,06	5,00	8,50	28,72
<i>onites</i> 2.1	2,76 ^b	0,56	2,20	3,32	28,62
<i>onites</i> 2.2	5,67 ^a	0,17	5,50	6,00	5,09

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για το μήκος ταξιανθίας στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στους βιότυπους για κάθε έτος. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα βιότυπο, ενώ αντίθετα ο παράγοντας χρονιά καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στο μήκος της ταξιανθίας (παράρτημα πίνακας 20).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *C. capitatus* που αφορούν στο μέσο μήκος της ταξιανθίας από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το

τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά από έτος σε έτος. Κατά την πρώτη χρονιά είχε μέσο μήκος ταξιανθίας 2,56 cm και την δεύτερη 2,3 cm. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στον βιότυπο 2, όπου την πρώτη χρονιά ο είχε μέσο μήκος της ταξιανθίας 1,38 cm και την δεύτερη 1,75 cm. Στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (μέσο μήκος της ταξιανθίας 2,56 cm) ο οποίος υπερείχε του βιότυπου 2 την πρώτη χρονιά (μέσο μήκος της ταξιανθίας 1,38 cm). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1) το μήκος της ταξιανθίας κυμάνθηκε από 2,46 έως 2,67cm, και την δεύτερη χρονιά (*thymus* 2.1) κυμάνθηκε από 2,00 έως 2,50cm. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) το μήκος της ταξιανθίας κυμάνθηκε από 1,10 έως 1,87cm και την δεύτερη χρονιά (*thymus* 2.2) από 1,15 έως 2,10cm. Πρέπει να αναφερθεί ότι στον βιότυπο 1 και στον βιότυπο 2 της δεύτερης χρονιάς δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (πίνακας 22).

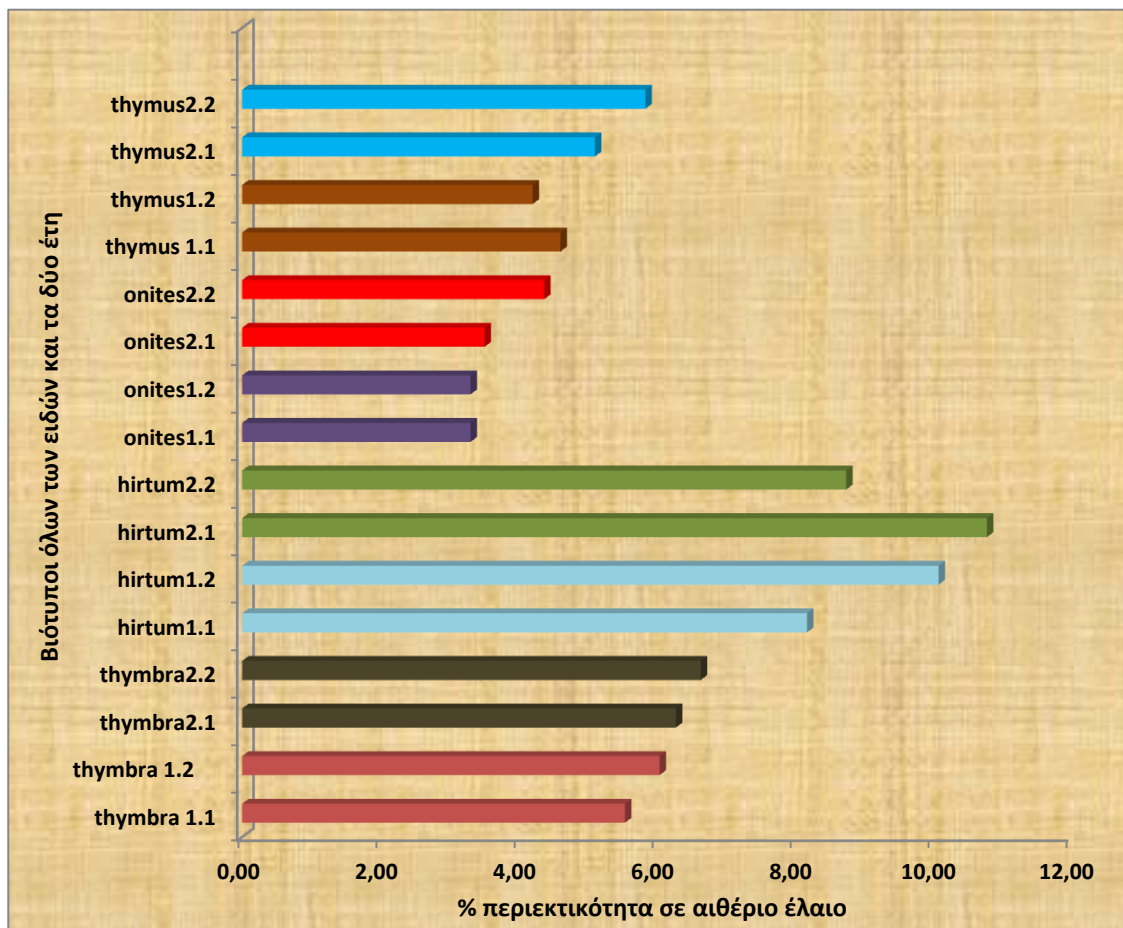
Πίνακας 22: Το μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων *C. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέσο μήκος ταξιανθίας των βιοτύπων του <i>C. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	2,56 ^a	0,11	2,46	2,67	4,15
<i>thymus</i> 1.2	2,3 ^{ab}	0,26	2,00	2,50	11,50
<i>thymus</i> 2.1	1,38 ^c	0,43	1,10	1,87	31,11
<i>thymus</i> 2.2	1,75 ^{bc}	0,52	1,15	2,10	29,83

3.3 ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

3.3.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι η μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο για κάθε βιότυπο δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε κανένα από τα εξεταζόμενα είδη μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού.



Διάγραμμα 5: Η εκατοστιαία περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου για όλους τους βιότυπους και τα δύο έτη.

Στο παραπάνω διάγραμμα (διάγραμμα 5) απεικονίζεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου για όλους τους βιότυπους και για τα τέσσερα είδη σύμφωνα με τις μετρήσεις των δύο ετών πειράματος. Πρέπει να σημειωθεί πως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο παρέμεινε σταθερή και τα δύο έτη. Αναλυτικά τα αποτελέσματα για κάθε είδος και βιότυπο παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, στο *S.thymbra* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος όσο και

μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης, η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (παράρτημα πίνακας 21).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 5,53% v/w και στη δεύτερη χρονιά 6,03% v/w. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά η μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν 6,27% v/w και την δεύτερη 6,63% v/w. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 5,20 έως 6 % v/w και για την δεύτερη (*thymbra* 1.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 5,20 έως 6,80 % v/w. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκαν από 6 έως 6,80 % v/w και για την δεύτερη (*thymbra* 2.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 5,70 έως 8,20 % v/w (πίνακας 23).

Πίνακας 23: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων *S.thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra</i> 1.1	5,53 a	0,24	5,20	6,00	7,52
<i>thymbra</i> 1.2	6,03 a	0,46	5,20	6,80	13,29
<i>thymbra</i> 2.1	6,27 a	0,27	6,00	6,80	7,37
<i>thymbra</i> 2.2	6,63 a	0,79	5,70	8,20	20,58

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, στο *O.hirtum* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης, η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (παράρτημα πίνακας 22).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέση απόδοση σε αιθέριο έλαιο 8,17 % v/w και τη δεύτερη είχε 10,07% v/w. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά η μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν 10,77 % και την δεύτερη 8,73 %. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 5 έως 10,8 % v/w και για την δεύτερη (*hirtum* 1.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 9,7 έως 10,5 % v/w. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκαν από 9,40 έως 12,40 % v/w και για την δεύτερη (*hirtum* 2.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 7 έως 10 % v/w (πίνακας 24).

Πίνακας 24: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων *O.hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων του <i>O.hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum</i> 1.1	8,17 a	1,70	5,00	10,80	35,96
<i>hirtum</i> 1.2	10,07 a	0,23	9,70	10,50	4,01
<i>hirtum</i> 2.1	10,77 a	0,88	9,40	12,40	14,10
<i>hirtum</i> 2.2	8,73 a	0,90	7,00	10,00	17,79

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, στο *O.onites* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης, η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (παράρτημα πίνακας 23).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 3,30 % v/w και την δεύτερη 3,30% v/w. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά η μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν 3,50 % v/w και την δεύτερη 4,37 % v/w. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 3,10 έως 3,50% και για την δεύτερη (*onites* 1.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 3 έως 3,5 % v/w. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκαν από 3,45 έως 3,55 % v/w και για την δεύτερη (*onites* 2.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 3,50 έως 5,60 % v/w (πίνακας 25).

Πίνακας 25: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων *O.onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων της <i>O. onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	3,30 a	0,12	3,10	3,50	6,06
<i>onites</i> 1.2	3,30 a	0,15	3,00	3,50	8,02
<i>onites</i> 2.1	3,50 a	0,03	3,45	3,55	1,00
<i>onites</i> 2.2	4,37 a	0,63	3,50	5,60	25,12

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης, η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (παράρτημα πίνακας 24).

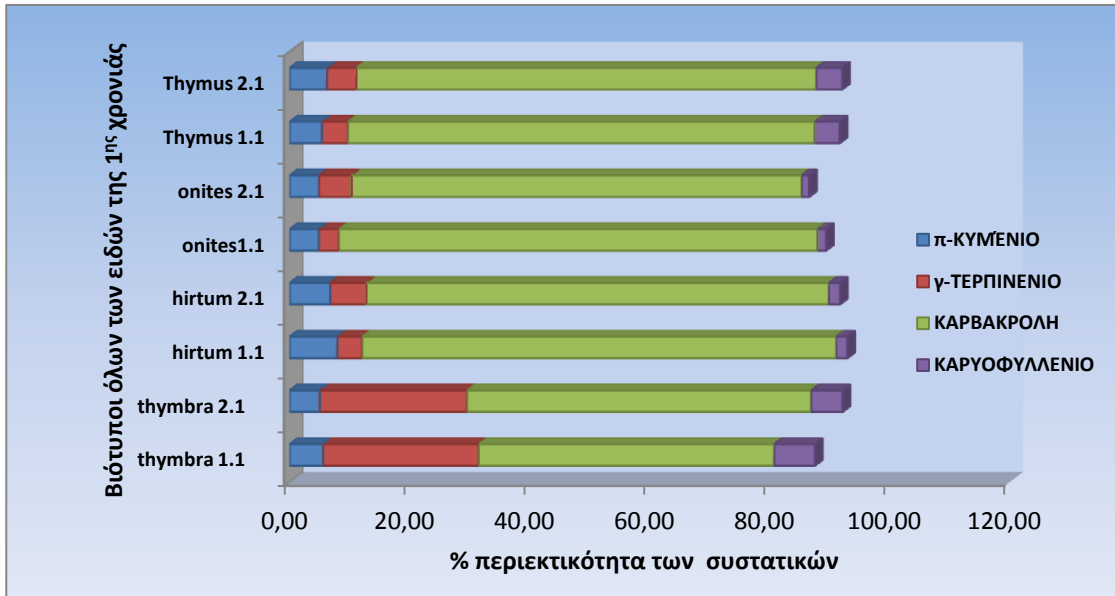
Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη είχε μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 4,60 % v/w και την δεύτερη 4,20 % v/w. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά η μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ήταν 5,10 % v/w και την δεύτερη 5,83 % v/w. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 4,30 έως 5 % v/w και για την δεύτερη (*thymus* 1.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 3 έως 5,30 % v/w. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) η περιεκτικότητα κυμάνθηκαν από 4,70 έως 5,60 % v/w και για την δεύτερη (*thymus* 2.2) η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 5 έως 6,90 % v/w (πίνακας 26).

Πίνακας 26: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων *C. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

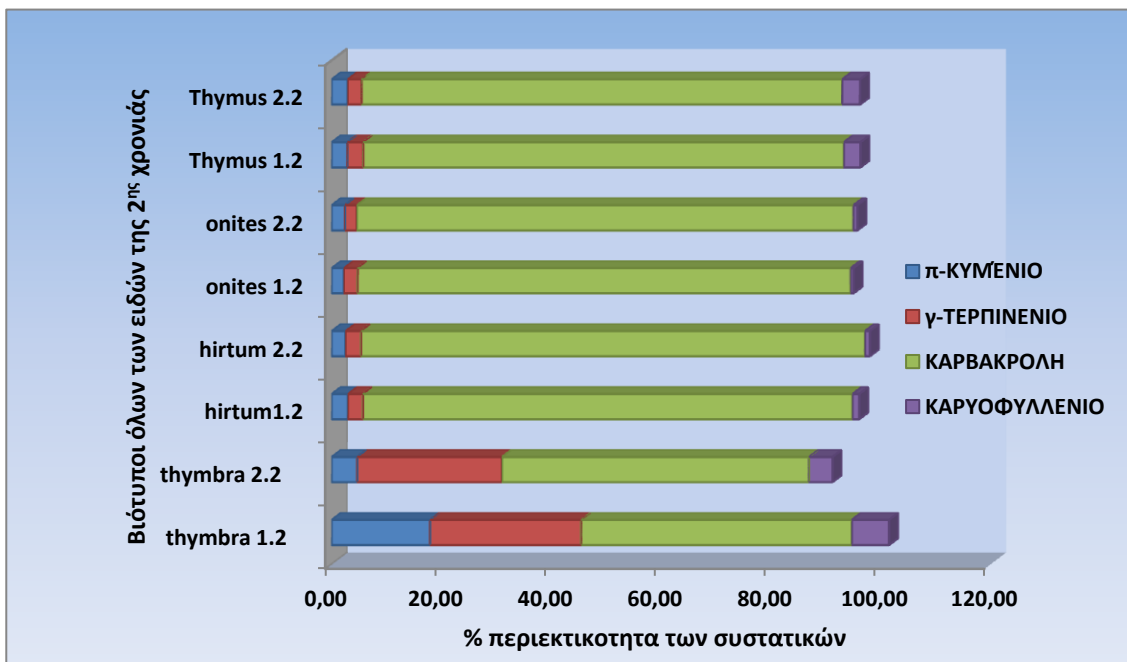
Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων του <i>C. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	4,60 a	0,21	4,30	5,00	7,84
<i>thymus</i> 1.2	4,20 a	0,67	3,00	5,30	27,46
<i>thymus</i> 2.1	5,10 a	0,26	4,70	5,60	8,99
<i>thymus</i> 2.2	5,83 a	0,56	5,00	6,90	16,65

3.3.2 ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

Μετά την χημική ανάλυση των αιθέριων ελαίων με την χρήση αέριας χρωματογραφίας σε συνδιασμό με τον φασματογράφο μάζας τα συστατικά που ανιχνεύτικαν κατά σειρά εκκλουσης ήταν π-κυμένιο, γ-τερπινένιο, καρβακρόλη, καρυοφυλλένιο και τα δύο έτη..



Διάγραμμα 6: διάγραμμα της εκατοστιαίας περιεκτικότητας των συστατικών του αιθερίου ελαίου για όλους τους βιότυπους όλων των ειδών της πρώτης χρονιάς (2010).



Διάγραμμα 7: διάγραμμα της εκατοστιαίας περιεκτικότητας των συστατικών του αιθερίου ελαίου για όλους τους βιότυπους όλων των ειδών της δεύτερης χρονιάς (2011).

Στα παραπάνω διαγράμματα (διάγραμμα 6,7) απεικονίζεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα για όλους τους βιότυπους όλων των ειδών για τις χρονιές 2009 έως 2011. Αξίζει

να σημειωθεί πως την μεγαλύτερη εκατοστιαία περιεκτικότητα των συστατικών και τα δύο λειτη την ελιχε η καρβακρόλη. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

3.3.3 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ π -ΚΥΜΕΝΙΟ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι η μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π -κυμένιο για κάθε βιότυπο διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *O. hirtum*, *C. capitatus* και *O. onites* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό για τους βιότυπους του *S. thymbra*. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π -κυμένιο στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι τόσο ο παράγοντας χρονιά όσο και ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση τους δεν επέδρασε σημαντικά στην μέση περιεκτικότητα σε π -κυμένιο (παράρτημα πίνακας 25).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη είχε μέση περιεκτικότητα σε π -κυμένιο 5,63 % v/w και τη δεύτερη είχε 5,07 % v/w. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά η μέση περιεκτικότητα σε π -κυμένιο ήταν 5,98 % v/w και την δεύτερη 4,70 % v/w. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) η περιεκτικότητα σε π -κυμένιο κυμάνθηκε από 5,39 έως 5,98 % v/w και την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2) από 4,26 έως 5,87 % v/w. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) η περιεκτικότητα σε π -κυμένιο από 4,91 έως 7,65 % v/w και την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2) από 3,90 έως 5,49 % v/w (πίνακας 27).

Πίνακας 27: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π -κυμένιο των βιοτύπων *S. thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π -κυμένιο των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra</i> 1.1	5,63 a	0,18	5,39	5,98	5,54
<i>thymbra</i> 1.2	5,07 a	0,81	4,26	5,87	22,48
<i>thymbra</i> 2.1	5,98 a	0,84	4,91	7,65	24,45
<i>thymbra</i> 2.2	4,70 a	0,80	3,90	5,49	23,95

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π -κυμένιο στην *O. hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν

στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δυο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στην μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο (παράρτημα πίνακας 26).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. hirtum* για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 κατά την πρώτη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 7,99 % v/w) υπερείχε σε σχέση με την δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 2,96 % v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το πρώτο έτος (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 6,77 % v/w) υπερείχε του δεύτερου (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 2,55 % v/w). Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα σε π-κυμένιο για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 5,58 έως 10,08% v/w την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1) και από 2,87 έως 3,08 % την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.2) όσον αφορά τον βιότυπο 2 η περιεκτικότητα σε π-κυμένιο κυμάνθηκε από 6,31 έως 7,17 % v/w την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) και από 2,38 έως 2,71 % v/w την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 28).

Πίνακας 28: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο των βιοτύπων *O.hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο των βιοτύπων του <i>O.hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum</i> 1.1	7,99 ^a	1,31	5,58	10,08	28,37
<i>hirtum</i> 1.2	2,96 ^c	0,11	2,87	3,08	4,99
<i>hirtum</i> 2.1	6,77 ^{ab}	0,25	6,31	7,17	6,39
<i>hirtum</i> 2.2	2,55 ^c	0,17	2,38	2,71	9,17

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) , για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο στην *O. onites* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο (παράρτημα πίνακας 27).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. onites* για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το

τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 4,88 % v/w) υπερέχει από της δεύτερης χρονιάς (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 2,25 % v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το πρώτο έτος (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 4,9 % v/w) υπερέχει του δεύτερου (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 2,46 % v/w). Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα σε π-κυμένιο για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 4,26 έως 5,37 % την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1.) και από 1,95 έως 2,54 % v/w την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2) όσον αφορά τον βιότυπο 2 η περιεκτικότητα σε π-κυμένιο κυμάνθηκε από 4,85 έως 4,97 % v/w την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) και από 2,36 έως 2,56 % v/w την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 29).

Πίνακας 29: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο των βιοτύπων του *O.onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο των βιοτύπων της <i>O. onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	4,88 ^a	0,33	4,26	5,37	11,60
<i>onites</i> 1.2	2,25 ^b	0,30	1,95	2,54	18,58
<i>onites</i> 2.1	4,9 ^a	0,03	4,85	4,97	1,00
<i>onites</i> 2.2	2,46 ^b	0,10	2,36	2,56	5,75

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο μεταξύ των ετών. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά ,ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο (παράρτημα πίνακας 28).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *C. capitatus* για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 της πρώτης χρονιάς (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 5,42% v/w) υπερέχει σε σχέση με τη δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 2,91% v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2, όπου το πρώτο έτος (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο

6,27%) υπερέχει του δεύτερου (μέση περιεκτικότητα σε π-κυμένιο 2,94% v/w). Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα σε π-κυμένιο για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 4,90 έως 6,11% v/w την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1.) και από 2,62 έως 3,19% v/w την δεύτερη χρονιά (*thymus* 1.2). Όσον αφορά τον βιότυπο 2 η περιεκτικότητα σε π-κυμένιο κυμάνθηκε από 5,87 έως 6,61% v/w την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) και από 2,69 έως 3,18% v/w την δεύτερη χρονιά (*thymus* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονίας για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 30).

Πίνακας 30: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο των βιοτύπων του *C. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο των βιοτύπων του <i>C. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	5,42 ^a	0,62	4,90	6,11	11,46
<i>thymus</i> 1.2	2,91 ^b	0,40	2,62	3,19	13,87
<i>thymus</i> 2.1	6,27 ^a	0,37	5,87	6,61	5,96
<i>thymus</i> 2.2	2,94 ^b	0,35	2,69	3,18	11,81

3.3.4 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ γ -ΤΕΡΠΙΝΕΝΙΟ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι η μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο για κάθε βιότυπο διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *O. hirtum*, *C. capitatus* και *O. onites* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές γι' αυτό το χαρακτηριστικό στο είδος *S. thymbra*. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο, στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος, όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης, η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση απόδοση σε π-κυμένιο (παράρτημα πίνακας 29).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την πρώτη χρονιά είχε μέση περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο 25,88 % v/w και στη δεύτερη χρονιά 24,51 % v/w. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά η μέση περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο ήταν 27,52 % v/w και την δεύτερη 26,33 % v/w. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) η περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο κυμάνθηκε από 25,77 έως 26,08 % v/w και την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2) από 22,11 έως 26,91 % v/w. Για

τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο κυμάνθηκε από 25,49 έως 30,62 % v/w και την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2) από 25,34 έως 27,32 % v/w (πίνακας 31).

Πίνακας 31: μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *S.thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra</i> 1.1	25,88 a	0,10	25,77	26,08	0,68
<i>thymbra</i> 1.2	24,51 a	2,40	22,11	26,91	13,85
<i>thymbra</i> 2.1	27,52 a	1,58	25,49	30,62	9,92
<i>thymbra</i> 2.2	26,33 a	0,99	25,34	27,32	5,32

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο στο *O.hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο (παράρτημα πίνακας 30).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. hirtum* για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 2 το πρώτο έτος (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 6% v/w) υπερέχει σε σχέση με το δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 2,85% v/w), ενώ στον βιότυπο 1 η πρώτη (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 4,11% v/w) και η δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 2,75% v/w) δεν διαφοροποίησαν την περιεκτικότητα του σε γ-τερπινένιο. Πιο συγκεκριμένα, για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο κυμάνθηκε από 4,83 έως 6,68% v/w , ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 2.2) από 2,67 έως 3,03% v/w. Για τον βιότυπο1 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1) η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο κυμάνθηκε από 3,06 έως 5,02% v/w και την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.2) κυμάνθηκε από 2,21 έως 3,29% v/w. Πρέπει να αναφερθεί ότι το δεύτερο έτος ο βιότυπος 1 (*hirtum* 1.2) και ο βιότυπος 2 (*hirtum* 2.2) δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές . Διαφορές, παρατηρήθηκαν στον βιότυπο 1 και βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά, με το βιότυπο 2 (*hirtum* 2.1) να υπερέχει του βιότυπου 1 (*hirtum* 1.1) (πίνακας 32).

Πίνακας 32: μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *O.hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του <i>O.hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum</i> 1.1	4,11 ^b	0,57	3,06	5,02	24,02
<i>hirtum</i> 1.2	2,75 ^b	0,54	2,21	3,29	27,77
<i>hirtum</i> 2.1	6 ^a	0,59	4,83	6,68	16,96
<i>hirtum</i> 2.2	2,85 ^b	0,18	2,67	3,03	8,93

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο στο *O.onites* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο (παράρτημα πίνακας 31).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. onites* που αφορούν την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 2 το πρώτου έτος (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 5,4 % v/w) υπερέχει σε σχέση με το δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 2,14 % v/w). Στον βιότυπο 1 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην πρώτη (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 3,35 % v/w) και την δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 2,51 % v/w). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο κυμάνθηκε από 5,30 έως 5,52 % v/w, ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2) από 2,13 έως 2,14 % v/w. Για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο κυμάνθηκε από 2,53 έως 4,43 % v/w και την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2) από 1,92 έως 3,09 % v/w. Πρέπει να αναφερθεί ότι στους βιότυπους 1 (*onites* 1.2) και 2 του δεύτερου έτους (*onites* 2.2) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ για το πρώτο έτος παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με το βιότυπο 2 (*onites* 2.1) να υπερέχει του βιότυπου 1 (*onites* 1.1) (πίνακας 33).

Πίνακας 33: μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *O.onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του <i>O.onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	3,35 ^b	0,56	2,53	4,43	29,14
<i>onites</i> 1.2	2,51 ^b	0,59	1,92	3,09	33,03
<i>onites</i> 2.1	5,4 ^a	0,06	5,30	5,52	2,00
<i>onites</i> 2.2	2,14 ^b	0,01	2,13	2,14	0,33

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο (παράρτημα πίνακας 32).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στους βιότυπους του *C. capitatus* που αφορούν στη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο % από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ο βιότυπος 2 το πρώτο έτος (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 4,84 % v/w) υπερέχει σε σχέση με το δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 2,53 % v/w), ενώ για το βιότυπο 1 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο πρώτο (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 4,3 % v/w) και στο δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο 2,89 % v/w). Πιο συγκεκριμένα, για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο κυμάνθηκε από 4,13 έως 6,01 % v/w, ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*thymus* 2.2) από 2,21 έως 2,85 % v/w. Για τον βιότυπο 1 η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο κυμάνθηκε από 4,18 έως 4,37 % v/w (*thymus* 1.1) την πρώτη χρονιά και την δεύτερη χρονιά (*thymus* 1.2) από 2,45 έως 3,33 % v/w (πίνακας 34).

Πίνακας 34: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *C.capitatus* για κάθε έτος Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του <i>C.capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	4,3 ^{ab}	0,11	4,18	4,37	2,48
<i>thymus</i> 1.2	2,89 ^{bc}	0,62	2,45	3,33	21,53
<i>thymus</i> 2.1	4,84 ^a	1,02	4,13	6,01	21,09
<i>thymus</i> 2.2	2,53 ^c	0,45	2,21	2,85	17,89

3.3.5 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΡΒΑΚΡΟΛΗ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι η μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη για όλους τους βιότυπους διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε όλα τα ειδή που μελετήσαμε μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (παράρτημα πίνακας 33).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *S. thymbra* για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 57,3 % v/w) υπερέχει σε σχέση με την πρώτη (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 49,2 % v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 ο οποίος το δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 55,9%) υπερέχει από το πρώτο (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 47,2% v/w). Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 47,91 έως 51,16% v/w την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1.) και από 53,79 έως 60,78% v/w την δεύτερη (*thymbra* 1.2). Όσον αφορά τον βιότυπο 2 η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη κυμάνθηκε από 42,53 έως 50,27% v/w την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) και από 53,58 έως 58,21% v/w την

δεύτερη (*thymbra* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονίας για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 35).

Πίνακας 35: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη % των βιοτύπων του φυτού *S. thymbra* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra</i> 1.1	49,2 ^{bc}	0,99	47,91	51,16	3,48
<i>thymbra</i> 1.2	57,3 ^a	3,50	53,79	60,78	8,63
<i>thymbra</i> 2.1	47,2 ^c	2,36	42,53	50,27	8,68
<i>thymbra</i> 2.2	55,9 ^{ab}	2,32	53,58	58,21	5,86

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στο *O. hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά και στην αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων, ενώ ο παράγοντας βιότυπος δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (πάρτημα πίνακας 34).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. hirtum* για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 την δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 89,1 % v/w) υπερέιχε σε σχέση με την πρώτη (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 78,9 % v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου το δεύτερο (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 91,7 % v/w) υπερέιχε του πρώτου (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 77,1 % v/w). Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 76,46 έως 80,27 % v/w την πρώτη χρονιά (*hirtum* 1.1.) και από 89,05 έως 89,12 % v/w την δεύτερη (*hirtum* 1.2) όσον αφορά τον βιότυπο 2 η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη κυμάνθηκε από 76,69 έως 77,39% v/w την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) και από 90,63 έως 92,75% v/w την δεύτερη (*hirtum* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονίας για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 36).

Πίνακας 36: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του *O. hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του <i>O. hirtum</i> για 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum</i> 1.1	78,9 ^c	1,26	76,46	80,27	2,75
<i>hirtum</i> 1.2	89,1 ^{ab}	0,04	89,05	89,12	0,06
<i>hirtum</i> 2.1	77,1 ^c	0,20	76,69	77,39	0,45
<i>hirtum</i> 2.2	91,7 ^a	1,06	90,63	92,75	1,63

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στο *O. onites* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (παράρτημα πίνακας 35).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O. onites* για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι για τον βιότυπο 1 η δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 89,73 % v/w) υπερείχε της πρώτης (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 79,75 % v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2 όπου του δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 90,39 % v/w) υπερείχε σε σχέση με το πρώτο (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 74,86% v/w). Πιο συγκεκριμένα, η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 76,13 έως 82,44 % v/w την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1.) και από 87,91 έως 91,55 % v/w την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2). Όσον αφορά στον βιότυπο 2 η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη ήταν από 73,2 έως 76,75 % v/w την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) και από 89,92 έως 90,86 % v/w την δεύτερη χρονιά (*onites* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 37).

Πίνακας 37: μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του φυτού *O. onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του <i>O. onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites1.1</i>	79,75 ^b	1,88	76,13	82,44	4,09
<i>onites1.2</i>	89,73 ^a	1,82	87,91	91,55	2,87
<i>onites2.1</i>	74,86 ^b	1,03	73,2	76,75	2,00
<i>onites2.2</i>	90,39 ^a	0,47	89,92	90,86	0,74

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (παράρτημα πίνακας 36).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *C. capitatus* που αφορούν στη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη από έτος σε έτος, χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε για τον βιότυπο 1 ότι η δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 87,44 % v/w) υπερέχει της πρώτης (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 77,78 % v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και για τον βιότυπο 2, καθώς το δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 87,47% v/w) υπερέχει σε σχέση με το πρώτο (μέση περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 76,62% v/w). Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη για τον βιότυπο 1 κυμάνθηκε από 76,88 έως 78,33 % v/w την πρώτη χρονιά (*thymus* 1.1.) και από 86,68 έως 88,20 % v/w την δεύτερη (*thymus* 1.2). Όσον αφορά τον βιότυπο 2 η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη κυμάνθηκε από 76,88 έως 78,33% την πρώτη χρονιά (*thymus* 2.1) και από 73,2 έως 76,75% v/w την δεύτερη (*thymus* 2.2). Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιοτύπου 1 και του βιοτύπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 38).

Πίνακας 38: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του *C. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του <i>C. capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	77,78 ^b	0,78	76,88	78,33	1,01
<i>thymus</i> 1.2	87,44 ^a	1,07	86,68	88,20	1,23
<i>thymus</i> 2.1	76,62 ^b	1,82	74,69	78,31	2,38
<i>thymus</i> 2.2	87,47 ^a	1,77	86,21	88,72	2,03

3.3.5 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΡΥΟΦΥΛΛΕΝΙΟ

Από την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) παρατηρήθηκε ότι η μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο για κάθε βιότυπο διαφοροποιήθηκε σημαντικά στα είδη *O. hirtum*, *O. onites* και *S. thymbra* μεταξύ των δύο ετών πειραματισμού. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτό το χαρακτηριστικό για τους βιότυπους του *C. capitatus*. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

ΘΡΟΥΜΠΗ (*S. thymbra*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο (παράρτημα πίνακας 37).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *S. thymbra* που αφορά στην μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 2 δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από το πρώτο (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 5,98 % v/w) στο δεύτερο έτος (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 4,26 % v/w). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και στον βιότυπο 1 της πρώτης (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 6,8 % v/w) με την δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 5,26% v/w). Παρατηρήθηκε ακόμα ότι ο βιότυπος 1 του πρώτου έτους (*thymbra* 1.1) διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον βιότυπο 2 του δεύτερου έτους (*thymbra* 2.2), με τον βιότυπο 1 του πρώτου έτους να υπερέχει του βιότυπου 2 του δεύτερου έτους. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) η περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο κυμάνθηκε από 4,89 έως 7,47 % v/w, ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη

χρονιά (*thymbra* 2.2) από 3,50 έως 5,02 % v/w. Για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) η περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο κυμάνθηκε από 6,36 έως 7,43 % v/w και την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 1.2) από 5,23 έως 5,29% v/w. Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 39).

Πίνακας 39: μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του *S. thymbra* για κάθε έτος. Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του <i>S. thymbra</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymbra</i> 1.1	6,8 ^a	0,33	6,36	7,43	8,39
<i>thymbra</i> 1.2	5,26 ^{ab}	0,03	5,23	5,29	0,81
<i>thymbra</i> 2.1	5,98 ^{ab}	0,77	4,89	7,47	22,26
<i>thymbra</i> 2.2	4,26 ^b	0,76	3,50	5,02	25,23

ΗΜΕΡΗ ΡΙΓΑΝΗ (*O. hirtum*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο στο *O.hirtum* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο (παράρτημα παραρτήματα πίνακας 38).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O.hirtum* που αφορά στην μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι, ο βιότυπος 2 το πρώτο έτος (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 1,87 % v/w) υπερείχε σε σχέση με δεύτερο (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 0,89 % v/w), ενώ για το βιότυπο 1 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην πρώτη (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 1,84 %) και στην δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 1,24 % v/w). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*hirtum* 2.1) η περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο κυμάνθηκε από 1,58-2,36 % v/w, ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 2.2) από 0,87 έως 0,90 % v/w. Στον βιότυπο 1 (*hirtum* 1.1) η περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο κυμάνθηκε από 1,43 έως 2,23 % v/w την πρώτη χρονιά και στον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*hirtum* 1.1) από 1,23 έως 1,25 % v/w. Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 40).

Πίνακας 40: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του *O. hirtum* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του <i>O.hirtum</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>hirtum</i> 1.1	1,84 ^a	0,23	1,43	2,23	21,74
<i>hirtum</i> 1.2	1,24 ^{ab}	0,01	1,23	1,25	1,14
<i>hirtum</i> 2.1	1,87 ^a	0,25	1,58	2,36	22,66
<i>hirtum</i> 2.2	0,89 ^b	0,02	0,87	0,90	2,40

ΑΓΡΙΑ ΡΙΓΑΝΗ (*O. onites*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$), για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο στο *O. onites* παρατηρήθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για κάθε βιότυπο από χρονιά σε χρονιά. Οι διαφορές αυτές αποδόθηκαν στον παράγοντα χρονιά, ενώ αντίθετα ο παράγοντας βιότυπος καθώς και η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο (παράρτημα πίνακας 39).

Για τον προσδιορισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών των βιοτύπων του *O.onites* που αφορούν στην μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο από έτος σε έτος χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων (LSD). Παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 το πρώτο έτος (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 1,38 % v/w) υπερείχε σε σχέση με το δεύτερο (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 0,54 % v/w), ενώ για το βιότυπο 2 δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές από την πρώτη (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 1,24 % v/w) στη δεύτερη χρονιά (μέση περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο 0,73 % v/w). Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*onites* 1.1) η περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο κυμάνθηκε από 1,20 έως 1,56 %, ενώ για τον ίδιο βιότυπο την δεύτερη χρονιά (*onites* 1.2) από 0,44 έως 0,63 % v/w. Στον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*onites* 2.1) η περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο από 1,19 έως 1,32 % v/w ενώ την δεύτερη χρονιά ο ίδιος κυμάνθηκε από 0,49 έως 0,97% v/w. Πρέπει να αναφερθεί πως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ του βιότυπου 1 και του βιότυπου 2 της ίδιας χρονιάς για κανένα από τα δύο έτη (πίνακας 41).

Πίνακας 41: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο των βιοτύπων του *O. onites* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα διαφορετικά λατινικά γράμματα (a,b,c) δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο των βιοτύπων του <i>O.onites</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>onites</i> 1.1	1,38 ^a	0,10	1,20	1,56	13,02
<i>onites</i> 1.2	0,54 ^c	0,10	0,44	0,63	25,11
<i>onites</i> 2.1	1,25 ^{ab}	0,04	1,19	1,32	5,00
<i>onites</i> 2.2	0,73 ^{bc}	0,24	0,49	0,97	46,49

ΘΥΜΑΡΙ (*C. capitatus*)

Σύμφωνα με την πολυπαραγοντική ανάλυση της διασποράς (MANOVA) ($p < 0,05$) για την μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο στο *C. capitatus* παρατηρήθηκε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο μεταξύ των βιοτύπων για κάθε έτος, όσο και μεταξύ των ετών για κάθε βιότυπο. Επίσης η αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων δεν είχε σημαντική επίδραση στη μέση περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο (παράρτημα πίνακας 40).

Από τον παρακάτω πίνακα παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 είχε την πρώτη χρονιά μέση περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο 4,14 % v/w και τη δεύτερη χρονιά 3,02 % v/w. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασε και ο βιότυπος 2, όπου την πρώτη χρονιά η μέση περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο ήταν 4,33 % v/w και την δεύτερη 3,28 % v/w. Πιο συγκεκριμένα για τον βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 1.1) η περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο κυμάνθηκε από 2,96 έως 4,83 % v/w και την δεύτερη (*thymbra* 1.2) ήταν 3,02 % v/w. Για τον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά (*thymbra* 2.1) η περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο κυμάνθηκε από 3,58 έως 5,25 % v/w και την δεύτερη χρονιά (*thymbra* 2.2) από 2,04 έως 4,51 % v/w (πίνακας 42).

Πίνακας 42: Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο των βιοτύπων του *C. capitatus* για κάθε έτος. Παρατίθεται επίσης η μέγιστη και ελάχιστη τιμή, το τυπικό σφάλμα και ο συντελεστής παραλλακτικότητας (cv %). Τα ίδια λατινικά γράμματα δείχνουν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Η κωδικοποίηση των βιοτύπων αναλύθηκε στο κεφάλαιο 2.

Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο των βιοτύπων του <i>C.capitatus</i> για τα 2 έτη					
Βιότυποι	Μέσος	Τυπικό σφάλμα	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	cv%
<i>thymus</i> 1.1	4,14 ^a	1,02	2,96	4,83	24,76
<i>thymus</i> 1.2	3,02 ^a	0,00	3,02	3,02	0,00
<i>thymus</i> 2.1	4,33 ^a	0,85	3,58	5,25	19,62
<i>thymus</i> 2.2	3,28 ^a	1,75	2,04	4,51	53,33

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη των αποτελεσμάτων της απόσταξης συμπεραίνεται ότι η εκατοστιαία απόδοση του αιθέριου ελαίου παρέμεινε σταθερή και στα τέσσερα είδη τόσο στο πρώτο όσο και στο δεύτερο έτος. Σε διάφορες μελέτες που έχουν γίνει (Gil *et al.*, 2002; Rajeswara Rao *et al.*, 1996; Pluhár *et al.*, 2002; Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010) έχει παρατηρηθεί πως η απόδοση σε αιθέριο έλαιο επηρεάζεται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της βροχόπτωσης. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο όμως στην συγκεκριμένη περίπτωση φανηκε να μην επηρεάζεται παρόλο που η μέση θερμοκρασία αυξήθηκε.

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι τιμές της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη ήταν από τις υψηλότερες σε σχέση με αυτές που αναφέρονται στην βιβλιογραφία (Kokkini & Vokou, 1989; Kirimer *et al.*, 1995) και παραπλήσιες των αυτοφυών φυτών της νήσου Ικαρίας από τα οποία προήλθε η φυτεία μας (Economou *et al.*, 2011). Ιδιαίτερα οι μέγιστες τιμές (10,07 και 10,77 % v/w) των δύο βιοτύπων της *O. hirtum* χαρακτηρίζονται ως εξαιρετικές σε σχέση με άλλα δεδομένα, τόσο για καλλιεργούμενα φυτά (Leto & Salamone, 1997; Goliaris *et al.*, 2002; Sotiropoulou & Karamanos, 2010), όσο και για αυτοφυή φυτά του ίδιου είδους (Vokou *et al.*, 1993; Esen *et al.*, 2007). Επιπλέον, η ελάχιστη απόδοση σε αιθέριο έλαιο της *O. onites* (3,30 % v/w) η οποία παρατηρήθηκε στον βιότυπο 1 και τις δύο χρονιές είναι στα ανώτερα όρια που έχουν παρατηρηθεί σε αντίστοιχες μελέτες για το ίδιο είδος (Belhattab *et al.*, 2005; Sari *et al.*, 2006; Esen *et al.*, 2007).

Κυρίαρχο συστατικό του αιθέριου ελαίου των τεσσάρων ειδών (σε όλους τους βιότυπους) και τα δύο έτη ήταν η καρβακρόλη, ακολουθούμενη από το γ-τερπινένιο, το π-κυμένιο και το καρυοφυλλένιο. Συμφωνα με τους Kokkini & Vokou (1989) και Kirimer *et al.* (1995) η καρβακρόλη αναφέρεται ως το κύριο συστατικό του ελαίου της *O. hirtum* και του *C. capitatus* και της *O. onites*. Το κυρίαρχο αυτό συστατικό παρουσίασε αύξηση στους δύο βιοτύπους όλων των ειδών τη δεύτερη χρονιά.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρατηρήθηκαν διακυμάνσεις στα συστατικά του αιθέριου ελαίου. Οι διακυμάνσεις αυτές των τερπενίων πιθανότατα να οφείλονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας (Arrebola, 1992; Piccaglia & Marotti, 1993; Omer *et al.*, 1994; Omer *et al.*, 1998; Said-Al Ahl *et al.*, 2009a). Οστόσο οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν το ποσοστό των μονοτερπενίων στα συστατικά του αιθέριου ελαίου μπορεί να ποικίλουν από μεγάλες ημερήσιες θερμοκρασίες (Clark & Menary, 1980) μέχρι μικρές και ψυχρές νύχτες με πλήρη ένταση φωτός κατά την ημέρα (Burbott & Loomis, 1967).

Πιο συγκεκριμένα όσον αφορά την εκατοστιαία περιεκτικότητα του π-κυμένιου υπήρξε μείωση κατά το δεύτερο έτος του πειράματος και στους δύο βιοτύπους όλων των ειδών της φυτείας, με εξαίρεση το *S. thymbra* στο οποίο ήταν σταθερή και στους δύο βιότυπους. Στην

περίπτωση του γ-τερπινένιου, η *O. onites* και η *O. hirtum* είχαν την μεγαλύτερη εκατοστιαία περιεκτικότητα σ αυτό το χαρακτηριστικό στο βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά, ενώ ο βιότυπος 1 παρέμεινε σταθερός και τα δύο έτη. Το *C. capitatus* από την άλλη είχε τη μεγαλύτερη εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο στο βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά, ενώ ο βιότυπος 2 παρέμεινε σταθερός και τα δύο έτη. Παρατηρήθηκε ότι το *S. thymbra* παρουσίασε σταθερότητα ως προς αυτό το χαρακτηριστικό και στους δύο βιότυπους και τα δύο έτη.

Μελετήθηκε η εκατοστιαία περιεκτικότητα ενός ακόμα συστατικού, του καρυοφυλλένιου. Στην περίπτωση του *O. onites* παρατηρήθηκαν τα υψηλά ποσοστά του συστατικού αυτού στο βιότυπο 1 την πρώτη χρονιά, ενώ ο βιότυπος 2 παρέμεινε σταθερός και τα δύο έτη. Στην *O. hirtum* παρατηρήθηκαν τα υψηλά ποσοστά του συστατικού αυτού στον βιότυπο 2 την πρώτη χρονιά, ενώ βιότυπος 1 παρέμεινε σταθερός και τα δύο έτη. Στο *C. capitatus* και *S. thymbra* παρέμεινε σταθερή η εκατοστιαία περιεκτικότητα του καρυοφυλλένιου και στους δύο βιότυπους και τα δύο έτη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω υπήρξε αύξηση της καρβακρόλης σ' όλα τα είδη την δεύτερη χρονιά, ενώ στο π-κυμένιο, γ-τερπινένιο και καρυοφυλλένιο υπήρξε αύξηση σε ορισμένους βιότυπους την πρώτη χρονιά, ενώ άλλοι παρέμειναν σταθεροί. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι το δεύτερο έτος ήταν πιο θερμό και ξηρό από το πρώτο. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και από τους Arrebola (1992) και Said-Al Ahl et al. (2009). Γενικά οι βιότυποι, σύμφωνα και με τα αποτελέσματα, φάνηκε ότι προσαρμόζονται ικανοποιητικά στο περιβάλλον της Αττικής.

Στα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των βλαστών είτε αυξήθηκε το δεύτερο έτος είτε παρέμεινε σταθερός και τις δύο χρονιές. Πιο συγκεκριμένα, η *O. hirtum* είχε τον μεγαλύτερο αριθμό βλαστών στο βιότυπο 1 το δεύτερο έτος, ενώ ο βιότυπος 2 παρέμεινε σταθερός. Στο *S. thymbra* παρατηρήθηκε ότι ο βιότυπος 1 είχε την δεύτερη χρονιά τον μεγαλύτερο αριθμό βλαστών και ο βιότυπος 2 παρέμεινε σταθερός και τα δύο έτη, ενώ η *O. onites* είχε τον μεγαλύτερο αριθμό βλαστών τόσο στον βιότυπο 1 όσο και στον βιότυπο 2 την δεύτερη χρονιά. Τέλος το *C. capitatus* παρέμεινε σταθερό και στους δύο βιότυπους και τις δύο χρονιές. Όπου παρατηρήθηκε αύξηση οφείλεται στο ότι οι βιότυποι διανύουν την τρίτη χρονιά ανάπτυξής τους, καθώς οι βιότυποι τον δεύτερο χρόνο εκπύσσουν βλαστούς και τον τρίτο χρόνο εισέρχονται σε πλήρη ανάπτυξη (Κουτσός, 2006) Αυτό ενισχύει ακόμα περισσότερο την άποψη ότι τα είδη προσαρμοστήκαν ικανοποιητικά. Όπου παρατηρήθηκε σταθερότητα ως προς τον αριθμό των βλαστών μπορεί να οφείλεται σε αβιοτικούς παράγοντες.

Όσον αφορά το μήκος της ταξιανθίας στο *S. thymbra* παρέμεινε σταθερή σε όλους τους βιότυπους και για τα δύο χρόνια, ενώ στα υπόλοιπα είδη παρουσίασε διαφοροποιήσεις και στους βιότυπους αλλά και στα έτη. Πιο συγκεκριμένα, η *O. hirtum* και η *O. onites* είχαν το

μεγαλύτερο μήκος ταξιανθίας και στους δύο βιότυπους το δεύτερο έτος, ενώ το *C. capitatus* παρέμεινε σταθερό τόσο στον βιότυπο 1 όσο και στον βιότυπος 2 και τα δύο έτη.

Όσον αφορά το ύψος παρατηρήθηκε πως παρέμεινε σταθερό στα είδη *O. onites* και *C. capitatus* και στους δύο βιότυπους και στα δύο έτη. Στην περίπτωση της *O. hirtum* και της *S. thymbra* παρατηρήθηκε πως και οι δύο βιότυποι είχαν μεγαλύτερο ύψος τη δεύτερη χρονιά. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην διαφοροποίηση των κλιματικών συνθηκών (το δεύτερο έτος παρατηρήθηκαν αυξημένες θερμοκρασίες). Σε πείραμα που έγινε από τους Özgüven και Tansi (1996), στο *Thymus vulgaris* L. παρατηρήθηκε πως τα φυτά, ήταν υψηλότερα στην περιοχή με την μέση υψηλότερη θερμοκρασία από ότι στην περιοχή με την χαμηλότερη θερμοκρασία.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του νωπού βάρους των φύλλων έδειξαν ότι το χαρακτηριστικό αυτό παρέμεινε σταθερό στο *S. thymbra*, την *O. onites* και το *C. capitatus* σε όλους τους βιότυπους και τις δύο χρονιές. Η *O. hirtum* είναι το είδος που παρουσίασε αύξηση σε αυτό το χαρακτηριστικό την δεύτερη χρονιά στον βιότυπο 2, ενώ ο βιότυπος 1 παρέμεινε σταθερός. Τα αποτελέσματα της μέτρησης του νωπού βάρους των ανθέων έδειξαν ότι όλα τα είδη παρουσίασαν σταθερότητα σε όλους τους βιότυπους και τα δύο έτη, ως προς αυτό το χαρακτηριστικό.

Απο τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι τα περισσότερα είδη με την αύξηση της θερμοκρασίας που παρατηρήθηκε το δεύτερο έτος, παρουσίασαν είτε σταθερότητα είτε αύξηση (*O. hirtum*) ως προς το βάρος των φύλλων και το βάρος των ανθέων. Αντίθετα αποτελέσματα αναφέρονται από τους Saleh (1973) και Putievsky et al. (1997). σε πειράματα που έγιναν σε αρωματικά φυτά, όπου παρατηρήθηκε ότι το νωπό βάρος των ανθέων και φύλλων ήταν μεγαλύτερο σε χαμηλές από ότι σε υψηλές θερμοκρασίες.

Τέλος σε όλα τα είδη όσον αφορά τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους παρατηρήθηκε ανάπτυξη το δεύτερο έτος ή σταθερότητα μεταξύ των δύο ετών. Αυτή η αύξηση θα μπορούσε να αποδοθεί στην ηλικία των βιότυπων και στο ότι η καλλιέργεια βρίσκεται στην τρίτη χρονιά παραγωγής της (Pluhár et al. 1997, Κουτσός 2006), ενώ η σταθερότητα στους διάφορους αβιοτικούς παράγοντες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

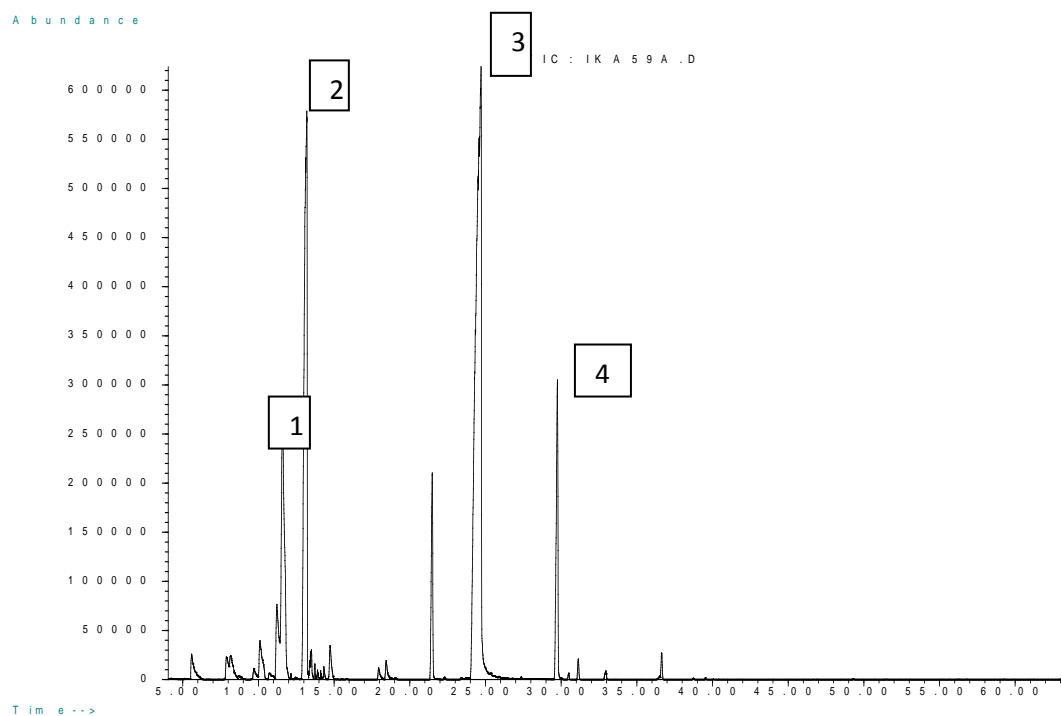
- Όλα τα υπό μελέτη είδη φαίνεται να διατηρούν το χημειότυπο τους από έτος σε έτος, καθώς η καρβακρόλη ήταν το κυρίαρχο συστατικό και τα δύο έτη του πειράματος.
- Σε όλους τους βιότυπους των ειδών αυξήθηκε η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη το δεύτερο έτος.
- Οι διακυμάνσεις στην περιεκτικότητα σε καρβακρόλη, π-κυμένιο, γ-τεπρινένιο και καρυφυλλένιο οφείλονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες θερμοκρασίας (αύξηση μέσης θερμοκρασίας το 2^ο έτος) που παρατηρήθηκαν.

- Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο παρέμεινε σταθερή και τα δύο έτη πειραματισμού σε όλα τα είδη.
- Η αύξηση όλων τα φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους που παρατηρήθηκε στο δεύτερο έτος στον αριθμό βλαστών, στο μήκος της ταξιανθίας, και στο ύψος οφείλεται στην ηλικία τους.
- Όλα τα είδη φαίνεται να προσαρμόζονται ικανοποιητικά από την πρώτη στη δεύτερη χρονιά στο περιβάλλον της Αττικής, λόγω της αύξησης ή της σταθερότητας που παρουσίασαν τα αποτελέσματα τόσο στα φυτικά όσο και στα χημικά χαρακτηριστικά.
- Μετά την επεξεργασία των δεδομένων για τον υπολογισμό της συσχέτισης δεν πρέκυψε συσχέτιση μεταξύ των φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους και των χημικών χαρακτηριστικών σε όλους τους βιότυπους των ειδών της παρούσας μελέτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

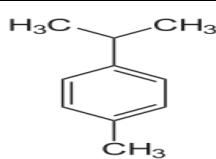
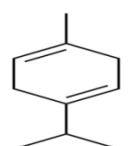
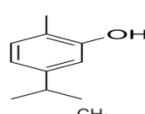
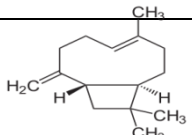
ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ

Θρούμπι (*S.thymbra*)

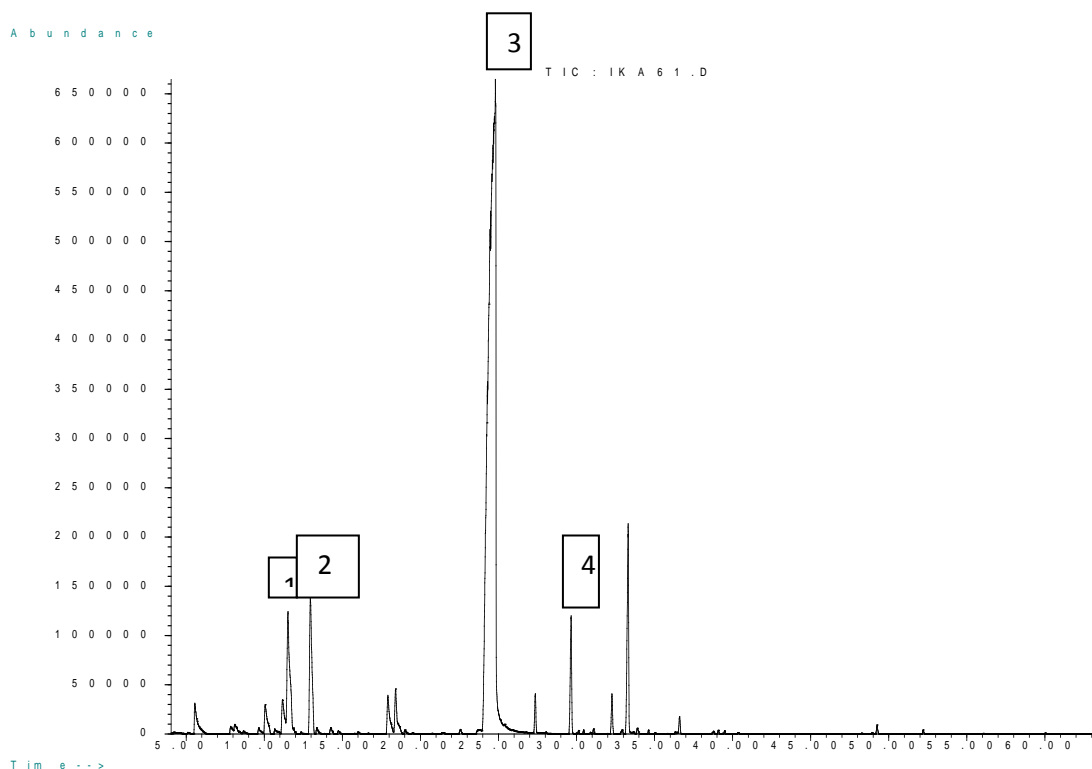


Εικόνα 1: χρωματογράφημα του αιθερίου ελαίου του *s. thymbra*

Πίνακας 1: πίνακας ανάλυσης των συστατικών του αιθερίου ελαίου της *S.thymbra* μετά από την χρήση αέριου φασματογράφου. Παρατήρεται ο χρόνος έκλυσης των συστατικών, τα συστατικά του αιθερίου ελαίου, η δομή τους και ο μέσος όρος από τα δύο έτη πειράματος.

Συμβολισμός	Χρόνος εκλυσης	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ	ΔΟΜΗ	% ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
1	11.551	π-κυμένιο		5,35%
2	13.134	γ-τερπινένιο		26,06%
3	24.612	Καρβακρόλη		52,40%
4	24.612	καριοφυλλένιο		5,58%

Αγρια ρίγανη (O. onites)

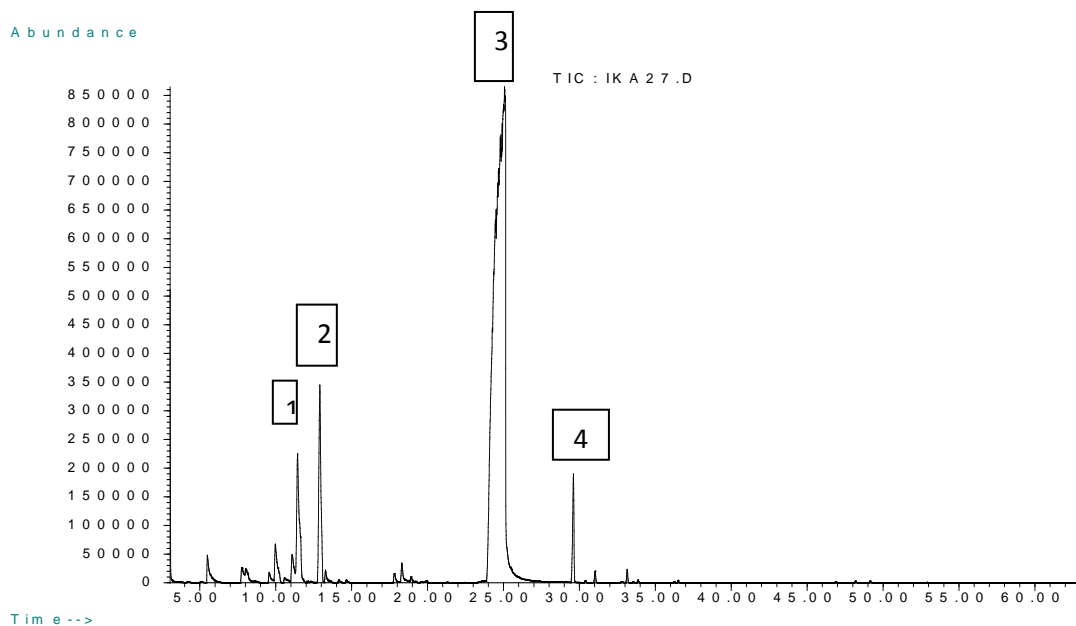


Εικόνα 2: χρωματογράφημα του αιθερίου ελαίου του *O. onites*

Πίνακας 2: πίνακας ανάλυσης των συστατικών του αιθερίου ελαίου της *O. onites* μετά από την χρήση αέριου φασματογράφου. Παρατήρεται ο χρόνος έκλυσης των συστατικών, τα συστατικά του αιθερίου ελαίου, η δομή τους και ο μέσος όρος από τα δύο έτη πειράματος.

Συμβολισμός	Χρόνος εκκλυσης	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ	ΔΟΜΗ	% ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
1	11.519	π-κυμένιο	<chem>CC1=CC=C(C)C=C1C</chem>	3,62%
2	12.956	γ-τερπινένιο	<chem>CC1=CC=C(C)C=C1</chem>	3,35%
3	24.802	καρβακρόλη	<chem>CC1=CC=C(C)C(O)=C1</chem>	84,2%
4	29.656	καριοφυλλένιο	<chem>CC12C=CC(C)C1C2</chem>	0,96%

Ήμερη ρίγανη (*O. hirtum*)



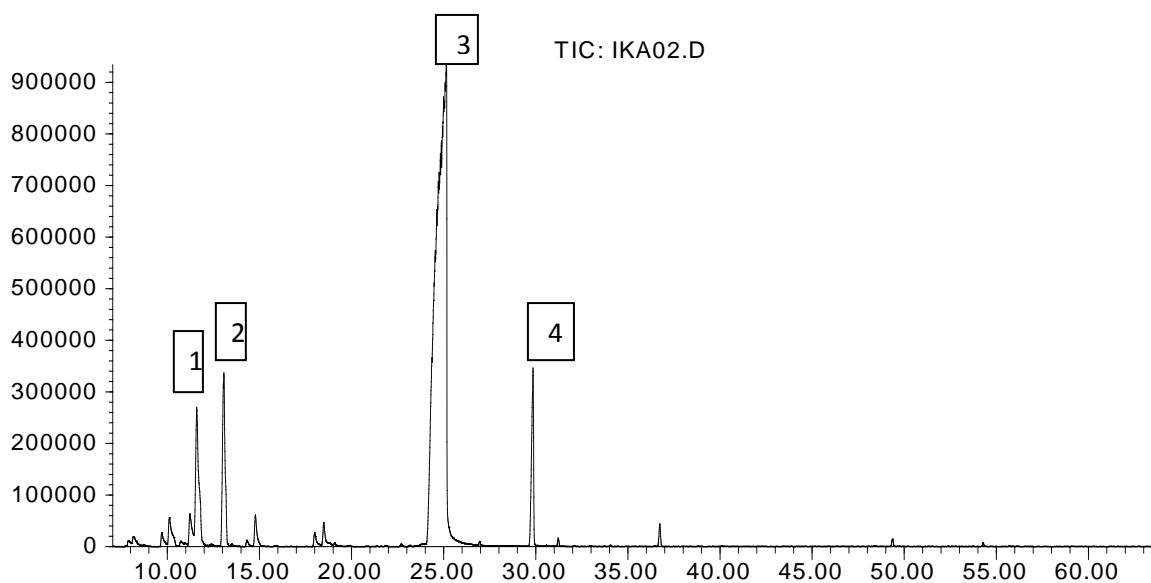
Εικόνα 3: χρωματογράφημα του αιθερίου ελαίου του *O. hirtum*

Πίνακας 3: πίνακας ανάλυσης των συστατικών του αιθερίου ελαίου της *O. hirtum* μετά από την χρήση αέριου φασματογράφου. Παρατήρηται ο χρόνος έκλουση των συστατικών, τα συστατικά του αιθερίου ελαίου, η δομή τους και ο μέσος όρος από τα δύο έτη πειράματος.

Συμβολισμός	Χρόνος εκλούσης	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ	ΔΟΜΗ	% ΜΕΣΟΣ ΌΡΟΣ
1	11.489	π-κυμένιο	<chem>Cc1ccc(C)c(C)c1</chem>	5,06%
2	12.933	γ-τερπινένιο	<chem>CC(C)C=C</chem>	3,92%
3	25.064	καρβακρόλη	<chem>CC(C)C=C(O)C</chem>	84,2%
4	29.674	καριοφυλλένιο	<chem>CC1=C(C)C(=C)C(C)C1</chem>	1,46%

Θυμάρι (*C.capitatus*)

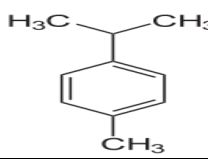
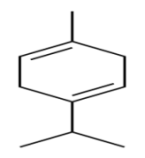
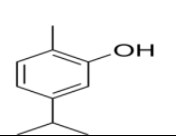
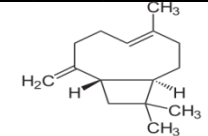
Abundance



Time-->

Εικόνα 4: χρωματογράφημα του αιθερίου ελαίου του *C. capitatus*

Πίνακας 4: πίνακας ανάλυσης των συστατικών του αιθερίου ελαίου της *C. capitatus* μετά από την χρήση αέριου φασματογράφου. Παρατήρηται ο χρονος έκλυση των συστατικών, τα συστατικά του αιθερίου ελαίου, η δομή τους και ο μέσος όρος από τα δύο έτη πειράματος

Συμβολισμός	Χρόνος εκλυσης	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ	ΔΟΜΗ	% ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
1	11.603	π-κυμένιο		4,39%
2	13.074	γ-τερπινένιο		3,64%
3	25.146	καρβακρόλη		50,65%
4	29.852	καριοφυλλένιο		3,7%

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΑΝΟΒΑ ΓΙΑ ΌΛΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΒΙΟΤΥΠΩΝ

ΦΥΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

Πίνακας 1: Αποτελέσματα της ΜΑΝΟΒΑ, για τον μέσο αριθμό των βλαστών των βιοτύπων του *S. thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	53734,1	1	53734,1	10,45	0,012
B:Βιότυπος	396,75	1	396,75	0,08	0,788
Αλληλεπιδράσεις					
AB	1430,08	1	1430,08	0,28	0,612
Υπόλοιπο	41122	8	5140,25		
Σύνολο	96682,9	11			

Πίνακας 2: Αποτελέσματα της ΜΑΝΟΒΑ, για τον μέσο αριθμό των βλαστών των βιοτύπων του *O. hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	21760,1	1	21760,1	13,26	0,007
B:Βιότυπος	44,0833	1	44,0833	0,03	0,874
Αλληλεπιδράσεις					
AB	1344,08	1	1344,08	0,82	0,392
Υπόλοιπο	13130	8	1641,25		
Σύνολο	36278,3	11			

Πίνακας 3: Αποτελέσματα της ΜΑΝΟΒΑ, για τον μέσο αριθμό των βλαστών των βιοτύπων του *O. onites* για τα δυο έτη.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	44010,4	1	44010,4	19,03	0,005
B:Βιότυπος	510,417	1	510,417	0,22	0,655
Αλληλεπιδράσεις					
AB	350,417	1	350,417	0,15	0,711
Υπόλοιπο	13879,2	6	2313,19		
Σύνολο	58962,5	9			

Πίνακας 4: Αποτελέσματα της MANOVA, για τον μέσο αριθμό των βλαστών των βιοτύπων του *C. carpitatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	243,0	1	243,0	0,04	0,855
B:Βιότυπος	10443,0	1	10443,0	1,53	0,251
Αλληλεπιδράσεις					
AB	363,0	1	363,0	0,05	0,823
Υπόλοιπο	54594,7	8	6824,33		
Σύνολο	65643,7	11			

Πίνακας 5: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο ύψος των βιοτύπων του *S.thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	330,75	1	330,75	16,64	0,004
B:Βιότυπος	15,5496	1	15,5496	0,78	0,402
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,4563	1	0,4563	0,02	0,883
Υπόλοιπο	159,052	8	19,8815		
Σύνολο	505,808	11			

Πίνακας 6: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο ύψος των βιοτύπων του *O. hirtum* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	1620,29	1	1620,29	23,68	0,001
B:Βιότυπος	991,901	1	991,901	14,5	0,005
Αλληλεπιδράσεις					
AB	51,6675	1	51,6675	0,76	0,411
Υπόλοιπο	547,362	8	68,4203		
Σύνολο	3211,22	11			

Πίνακας 7: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο ύψος των βιοτύπων του *O. onites* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	13,0853	1	13,0853	1,31	0,296
B:Βιότυπος	11,284	1	11,284	1,13	0,328
Αλληλεπιδράσεις					
AB	15,02	1	15,02	1,51	0,266
Υπόλοιπο	59,8333	6	9,97222		
Σύνολο	94,8942	9			

Πίνακας 8: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο ύψος των βιοτύπων του *C. capitatus* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,149633	1	0,149633	0,04	0,851
B:Βιότυπος	16,3333	1	16,3333	4,16	0,077
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,333333	1	0,333333	0,08	0,778
Υπόλοιπο	31,443	8	3,93038		
Σύνολο	48,2593	11			

Πίνακας 9: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του *S. thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0085	1	0,0085	0,13	0,724
B:Βιότυπος	0,0096	1	0,0096	0,15	0,707
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0005	1	0,0005	0,01	0,929
Υπόλοιπο	0,509	8	0,0636		
Σύνολο	0,5277	11			

Πίνακας 10: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του *O. hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0147	1	0,0147	0,01	0,935
B:Βιότυπος	11,564	1	11,564	5,54	0,046
Αλληλεπιδράσεις					
AB	2,2188	1	2,2188	1,06	0,332
Υπόλοιπο	16,6969	8	2,0871		
Σύνολο	30,4944	11			

Πίνακας 11: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του *O. onites* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,000007	1	0,000007	0,00	0,997
B:Βιότυπος	0,56454	1	0,56454	0,75	0,418
Αλληλεπιδράσεις					
AB	2,14326	1	2,14326	2,86	0,142
Υπόλοιπο	4,48873	6	0,748122		
Σύνολο	7,76769	9			

Πίνακας 12: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νωπό βάρος φύλλων των βιοτύπων του *S.thymbra* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0208	1	0,0208	2,21	0,175
B:Βιότυπος	0,0048	1	0,0048	0,51	0,496
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,00003	1	0,00003	0,00	0,954
Υπόλοιπο	0,0753	8	0,0094		
Σύνολο	0,101	11			

Πίνακας 13: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νωπό βάρος ανθέων των βιοτύπων του *c.caritatus* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,006075	1	0,006075	0,06	0,809
B:Βιότυπος	4,16541	1	4,16541	42,92	0,000
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0000083	1	0,00001	0	0,993
Υπόλοιπο	0,7764	8	0,09705		
Σύνολο	4,94789	11			

Πίνακας 14: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νωπό βάρος φύλλων των βιοτύπων του *O.hirtum* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,1776	1	0,1776	1,08	0,328
B:Βιότυπος	1,8565	1	1,8565	11,3	0,009
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0341	1	0,0341	0,21	0,660
Υπόλοιπο	1,311	8	0,1639		
Σύνολο	3,3793	11			

Πίνακας 15: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νωπό βάρος φύλλων των βιοτύπων του *O.onites* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0015	1	0,0015	0,01	0,927
B:Βιότυπος	0,274727	1	0,274727	1,67	0,244
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,400167	1	0,400167	2,43	0,171
Υπόλοιπο	0,988533	6	0,164756		
Σύνολο	1,8312	9			

Πίνακας 16: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο νερό βάρος φύλλων των βιοτύπων του *C. capitatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0114	1	0,0114	0,36	0,563
B:Βιότυπος	0,2437	1	0,2437	7,77	0,024
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0002	1	0,0002	0,01	0,937
Υπόλοιπο	0,251	8	0,0314		
Σύνολο	0,5063	11			

Πίνακας 17: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο μήκος της ταξιανθίας των βιοτύπων του *S.thymbra* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,300833	1	0,300833	0,06	0,811
B:Βιότυπος	5,90803	1	5,90803	1,20	0,306
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,00403333	1	0,00403333	0,00	0,978
Υπόλοιπο	39,5052	8	4,93815		
Σύνολο	45,7181	11			

Πίνακας 18: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο μήκος της ταξιανθίας των βιοτύπων του *O. hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	445,545	1	445,545	15,43	0,004
B:Βιότυπος	39,3132	1	39,3132	1,36	0,277
Αλληλεπιδράσεις					
AB	1,90403	1	1,90403	0,07	0,804
Υπόλοιπο	231,013	8	28,8766		
Σύνολο	717,775	11			

Πίνακας 19: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο μήκος της ταξιανθίας των βιοτύπων του *O. Onites* μεταξύ των δύο ετών

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	29,5963	1	29,5963	23,13	0,003
B:Βιότυπος	0,05046	1	0,05046	0,04	0,849
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,87846	1	0,87846	0,69	0,439
Υπόλοιπο	7,67833	6	1,27972		
Σύνολο	38,33	9			

Πίνακας 20: Αποτελέσματα της MANOVA, για το μέσο μήκος της ταξιανθίας των βιοτύπων του *C. capitatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0102	1	0,0102	0,08	0,789
B:Βιότυπος	2,2446	1	2,2446	16,71	0,004
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,2977	1	0,2977	2,22	0,175
Υπόλοιπο	1,0743	8	0,1343		
Σύνολο	3,6269	11			

ΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Πίνακας 21: Αποτελέσματα της MANOVA, για την μέση εκατοστιαία απόδοση σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων του *S.thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,563333	1	0,563333	0,78	0,403
B:Βιότυπος	1,333333	1	1,333333	1,84	0,212
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0133333	1	0,0133333	0,02	0,895
Υπόλοιπο	5,78667	8	0,723333		
Σύνολο	7,69667	11			

Πίνακας 22: Αποτελέσματα της MANOVA, για την μέση εκατοστιαία απόδοση σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων του *O.hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0133333	1	0,0133333	0,00	0,951
B:Βιότυπος	1,20333	1	1,20333	0,36	0,567
Αλληλεπιδράσεις					
AB	11,6033	1	11,6033	3,44	0,101
Υπόλοιπο	27,0067	8	3,37583		
Σύνολο	39,8267	11			

Πίνακας 23: Αποτελέσματα της MANOVA, για την μέση εκατοστιαία απόδοση σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων του *O.onites* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,500741	1	0,500741	1,33	0,286
B:Βιότυπος	1,06963	1	1,06963	2,85	0,135
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,500741	1	0,500741	1,33	0,286
Υπόλοιπο	2,62667	7	0,375238		
Σύνολο	4,94182	10			

Πίνακας 24: Αποτελέσματα της MANOVA, για την μέση απόδοση σε αιθέριο έλαιο των βιοτύπων του *C. carpitatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	0,0833333	1	0,0833333	0,13	0,731
B:Βιότυπος	3,41333	1	3,41333	5,22	0,052
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,963333	1	0,963333	1,47	0,2593
Υπόλοιπο	5,22667	8	0,653333		
Σύνολο	9,68667	11			

Πίνακας 25: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένο των βιοτύπων του *S. thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	2,0535	1	2,0535	1,75	0,234
B:Βιότυπος	0,0001	1	0,0001	0,00	0,993
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,316	1	0,316	0,27	0,622
Υπόλοιπο	7,036	6	1,173		
Σύνολο	9,417	9			

Πίνακας 26: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένο των βιοτύπων του *O.hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	51,1896	1	51,1896	28,63	0,002
B:Βιότυπος	1,64011	1	1,64011	0,92	0,375
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,377627	1	0,377627	0,21	0,662
Υπόλοιπο	10,7292	6	1,78819		
Σύνολο	64,3485	9			

Πίνακας 27: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένο των βιοτύπων του *O. onites* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	14,0485	1	14,0485	84,08	0,000
B:Βιότυπος	0,0301	1	0,0301	0,18	0,688
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0207	1	0,0207	0,12	0,739
Υπόλοιπο	0,8355	5	0,1671		
Σύνολο	15,1683	8			

Πίνακας 28: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένο των βιοτύπων του *C. caritatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	20,5569	1	20,5569	92,48	0,001
B:Βιότυπος	0,461127	1	0,461127	2,07	0,199
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,400167	1	0,400167	1,8	0,228
Υπόλοιπο	1,33377	6	0,222294		
Σύνολο	22,9668	9			

Πίνακας 29: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *S. thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	3,9117	1	3,9117	0,83	0,399
B:Βιότυπος	7,1829	1	7,1829	1,52	0,264
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0194	1	0,0194	0,00	0,951
Υπόλοιπο	28,4395	6	4,7399		
Σύνολο	39,698	9			

Πίνακας 30: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *O.hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	12,2221	1	12,2221	15,69	0,007
B:Βιότυπος	2,36811	1	2,36811	3,04	0,132
Αλληλεπιδράσεις					
AB	1,91531	1	1,91531	2,46	0,168
Υπόλοιπο	4,67247	6	0,778744		
Σύνολο	22,2438	9			

Πίνακας 31: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *O.onites* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	9,2138	1	9,2138	17,78	0,008
B:Βιότυπος	1,5395	1	1,5395	2,97	0,145
Αλληλεπιδράσεις					
AB	3,1944	1	3,1944	6,16	0,056
Υπόλοιπο	2,5909	5	0,5182		
Σύνολο	15,3764	8			

Πίνακας 32: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο των βιοτύπων του *C. caritatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	8,3179	1	8,3179	18,49	0,005
B:Βιότυπος	0,0187	1	0,0187	0,04	0,845
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,4824	1	0,4824	1,07	0,341
Υπόλοιπο	2,6994	6	0,4499		
Σύνολο	11,579	9			

Πίνακας 33: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του *S. thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	169,142	1	169,142	13,62	0,010
B:Βιότυπος	7,1001	1	7,1001	0,57	0,478
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,2614	1	0,2614	0,02	0,889
Υπόλοιπο	74,5363	6	12,4227		
Σύνολο	251,915	9			

Πίνακας 34: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του *O. hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	367,785	1	367,785	184,68	0,000
B:Βιότυπος	0,278802	1	0,278802	0,14	0,721
Αλληλεπιδράσεις					
AB	12,3035	1	12,3035	6,18	0,047
Υπόλοιπο	11,9491	6	1,99152		
Σύνολο	392,069	9			

Πίνακας 35: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του *O. onites* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	361,483	1	361,483	63,84	0,000
B:Βιότυπος	10,9312	1	10,9312	1,93	0,223
Αλληλεπιδράσεις					
AB	18,328	1	18,328	3,24	0,132
Υπόλοιπο	28,3095	5	5,6618		
Σύνολο	399,786	8			

Πίνακας 36: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη των βιοτύπων του *C. caritatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	252,437	1	252,437	124,48	0,00
B:Βιότυπος	0,7729	1	0,7729	0,38	0,559
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,8425	1	0,8425	0,42	0,543
Υπόλοιπο	12,1672	6	2,0278		
Σύνολο	266,623	9			

Πίνακας 37: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του *S. thymbra* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	6,3375	1	6,3375	7,10	0,037
B:Βιότυπος	1,9368	1	1,9368	2,17	0,191
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0248	1	0,0248	0,03	0,873
Υπόλοιπο	5,3567	6	0,8927		
Σύνολο	13,6463	9			

Πίνακας 38: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του *O. hirtum* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	1,5200	1	1,5200	13,37	0,011
B:Βιότυπος	0,0634	1	0,0634	0,56	0,484
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0889	1	0,0889	0,78	0,411
Υπόλοιπο	0,6819	6	0,1136		
Σύνολο	2,3294	9			

Πίνακας 39: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του *O. onites* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	1,0064	1	1,0064	25,4	0,004
B:Βιότυπος	0,0015	1	0,0015	0,04	0,855
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,0624	1	0,0624	1,58	0,264
Υπόλοιπο	0,1981	5	0,0396		
Σύνολο	1,3295	8			

Πίνακας 40: Αποτελέσματα της MANOVA, για τη μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο των βιοτύπων του *C. caritatus* μεταξύ των δύο ετών.

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί ελευθερίας	Μέσα τετράγωνα	F	P
Κύρια επίδραση					
A:Χρονιά	2,821	1	2,821	2,57	0,160
B:Βιότυπος	0,118815	1	0,118815	0,11	0,753
Αλληλεπιδράσεις					
AB	0,002535	1	0,002535	0,00	0,963
Υπόλοιπο	6,59058	6	1,09843		
Σύνολο	9,53076	9			

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βαρδαβάκης, Μ. 1993.** *Συστηματική βοτανική (κρυπτόγαμα-σπερματόφυτα)*. Τόμος 1, 4^η Έκδοση. Εκδόσεις: Δ.Κ. Σαλονικίδη, Θεσσαλονίκη. 811 σελ.
- Βώκου, Δ. 1983.** Τα αιθέρια έλαια και ο ρόλος τους στα φρυγανικά οικοσυστήματα.
Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Γκόλιαρης, Α. 1992.** Η καλλιέργεια της ρίγανης. *Γεωργία και ανάπτυξη 2*: 39-42.
- Ζαχάρωφ, Ε. 1992.** Συστηματική Βοτανική – Φαρμακευτικά Φυτά – Σπερματόφυτα.
Θεσσαλονίκη.
- Κατσιώτης, Σ. και Π. Χατζοπούλου 2010.** *Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια*. Εκδόσεις: Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη. 973 σελ.
- Κοκκίνη, Σ. 1989.** Φυτικά προϊόντα. Αρωματικά φυτά – Αιθέρια έλαια. Σημειώσεις για το μάθημα Εφαρμοσμένη Βοτανική. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κουτσός, Θ.Β. 2006.** *Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. 349 σελ.
- Μάνου, Ε. 1990.** Εποχιακή ποικιλότητα των μορφολογικών γνωρισμάτων και των αιθερίων ελαίων του είδους *Salvia fruticosa Miller* (κν. φασκόμηλο). Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
- Πολυσίου, Μ.Γ. και Π.Α. Ταραντίλης 2007.** *Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα ενόργανη ανάλυση*. Εκδόσεις Γ.Π.Α, Αθήνα. 72 σελ.
- Σαρλής, Γ. 1994.** *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*. Εκδόσεις: Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.
- Σκρουμπής, Β.Γ. 1985.** *Αρωματικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια*. Εκδόσεις: OFFSET. Γιαχούδη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη. 349 σελ.
- Σκρουμπής, Β.Γ. 1988.** *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*,. Εκδόσεις Γιαχούδη- Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Adams, R.P. 1995.** *Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*. Allured Publishing Corporation, Illinois.
- Alaoui M. and S. Zrira**, eds., *Proceedings of the Intern. Congr. Arom. Medicinal Plants & Essential Oils*, pp. 379-384, Actes Editions, Rabat, Morocco
- Arnold, N., B. Bellomaria, G. Valentini and H.J. Arnold 1993.** Comparative study of the essential oils from three species of *Origanum* growing wild in the eastern Mediterranean region. *Journal of Essential Oil Research* **5(1)**: 71-77.
- Arrebola, M. L. 1992.** PH.D. Thesis, University of Granada, Spain.
- Azizi, A., F. Yan and B. Honermeier 2009.** Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Industrial Crops and Products*. **29**: 554–561.
- Banthorpe, D. V., and B. V. Charlwood. 1980.** The Isoprenoids. In: Encyclopedia of plant physiology, New Series Vol. 8, Secondary Plant Products. EA Bell, BV Charlwood (eds). Springer-Verlag, Berlin. pp. 185-220.
- Baricevic, D., L. Milevoj and J. Borstnic 2001.** Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* Ietswaart) on the dry bean weevil (*Acanthoscellides obtectus* Say). *International Journal of Horticultural Science*. **7(2)**: 84-88.
- Baricevic, D. and T. Bartol 2002.** The biological/pharmacological activity of the *Origanum* Genus. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 177-213, Taylor and Francis, London and New York.
- Baser, K.H.C. and G. Tumen 1992.** Composition of the Essential Oil of *Origanum sipileum* of Turkish origin. *Journal of Essential Oil Research*. **4**: 139-142
- Belhattab, R., L. Larous, A.C. Figueiredo, P.A.G. Santos, J.G. Barroso, and L.G. Pedro 2005.** *Origanum glandulosum* Desf. grown wild in Algeria: essential oil composition and glycosidic bound volatiles. *Flavour and Fragrance Journal*.. **20**: 209–212.
- Basker, D., and E. Putievsky. 1978.** Seasonal variation in the yields of herb and essential oils in some Labiatae species, *Journal of Horticultural Science*. **53**: 179-183.
- Bernath, J. 1997.** Some scientific and practical aspects of production and utilisation of oregano in central Europe. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 78–93, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Biondi, D., P. Cianci, C. Geraci, G. Ruberto and M. Piattelli 1993.** Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flavour and Fragrance Journal*. **8(6)**: 331-337.
- Bonner, J. and A.J. Varner 1975.** *Plant Biochemistry*, Academic Press, New York, London.
- Bosabalidis, A.M. and S. Kokkini 1997.** Intraspecific variation of leaf anatomy in *Origanum vulgare* grown wild in Greece. *Botanical Journal of the Linnean Society*. **123**: 353-362.

- Bosabalidis, A.M. 2002.** Structural features of *Origanum* sp. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 11-64, Taylor and Francis, London and New York.
- Bourett, T.M., R.J. Howard, D.P. O'Keefe and D.L. Hallahan 1994.** Gland development on leaf surface of *Nepeta racemosa*. *International Journal of Plant Science*. **155**: 623-632.
- Bullerman, B., F.Y. Lieu and S.A. Seier 1977.** Inhibition of growth and aflatoxin production in cinnamon and clove oils. Cinnamic aldehyde and eugenol. *Journal of Food Science*. **42**: 1107-1109.
- Burbott, A.J. and W.D. Loomis 1967.** Effects of Light and Temperature on the Monoterpenes of Peppermint. *Plant Physiology* **42**: 20-28.
- Burdon, J.T. 1980.** Intra-specific diversity in a natural population of trifolium repens. *Journal of Ecology*, **68**: 717-735.
- Burdon, J.T. and J.L. Harper 1980.** Relative growth rates of individual members of a plant population. *Journal of Ecology*, **68**: 953-957.
- Burkart, R.M. and D.D. Buhler 1997.** A regional framework for analyzing weed species and assemblage distributions using a geographic information system. *Weed Science*. **45**: 455-462.
- Cabo, J., M. E. Crespo, J. Jimenez, C. Navarro, and S. Risco. 1987.** Seasonal variation of essential oil yield and composition of *Thymus hyemalis*. *Planta Medica*. **4**: 380-382
- Charai, M., M. Mosaddak and M. Faid 1996.** Chemical composition and antimicrobial activity of two aromatic plants: *Origanum majorana* L. and *Origanum compactum* Benth. *Journal of Essential Oil Research*. **8(6)**: 657-664.
- Christodoulakis, D. 1996.** The flora of Icaria (Greece, E. Aegean Islands). *Phyton* (Horn, Austria) **36**: 63-91.
- Clark R.J. and R.C. Menary 1980.** Environmental effects on peppermint (*M. piperita* L) Effect of day length, photon flux density, night and day temperature on yield and composition of peppermint oil. *Australian Journal of Plant Physiology* **7**: 685-692.
- Cole, M.D. 1992.** The significance of the terpenoids in the *Labiatae*. In: R.M. Harley and T. Reynolds, eds, *Advances in Labiateae Science*, pp. 315-324, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Conner, D.E., L.R. Beuchat, R.E. Worthington and H.L. Hitchcock 1984.** Effects of essential oils and oleoresins of plants on ethanol production, respiration and sporulation of yeasts. *International Journal of Food Microbiology*. **1(2)**: 63-74.
- Croteau, R. 1992.** Biochemistry of Monoterpenes and Sesquiterpenes of the Essential Oils. In: L. Craker and J. Simon, eds, *Herbs Spices and Medicinal Plants*, Vol. 1, pp. 81-133, Food Products Press, N.Y.
- Daferera, D.J., B.N. Ziogas and M.G. Polissiou 2000.** GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **48(6)**: 2576-2581.
- D'antuono, L.F., G.C. Galleti and P. Bocchini 2000.** Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy). *Annals of Botany - London*. **86**: 471-478.

- Davis, P. H. 1982.** *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 7, p. 382, Edinburgh University Press, Edinburgh,.
- Daw, Z.Y., G.E. El-Baroty and A.M. Ebtesam 1994.** Inhibition of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production by some essential oils. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel*. **16(5/6)**: 129-135.
- Deans, S.G. and K.P. Svoboda 1990.** The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flavour and Fragrance Journal*. **5(3)**: 187-190
- Demos, A., C. Petrakis, P. Kefalas and D. Boskou 1998.** Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Research International*. **31(5)**: 351-354.
- Denayer, R. and B. Tilquin 1994.** Détermination des indices de rétention de composants d'huiles essentielles. *Rivista Italiana*: **13**: 7–12.
- Dorman, H.J.D. and S.G. Deans 2000.** Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oil. *Journal of Applied Microbiology*. **88(2)**: 308-316.
- 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. *Journal of Chemical Ecology*. **25(5)**: 1079-1089.
- Dunford, N.T. and R.S. Vasquez 2005.** Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. *Journal of Applied Horticulture*. **7(1)**: 20-22.
- Duriyaprapan, S., E.J. Britten and K.E. Brasford 1986.** The effect of temperature on growth, oil yield and oil quality on Japanese mint. *Annals of Botany*. **58**: 729-736.
- Economou, G., G. Panagopoulos, P. Tarantilis, D. Kalivas, V. Kotoulas, I.S. Travlos, M. Polysiou and A. Karamanos 2011.** Variability in essential oil content and composition of *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* (L.) and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. *Ind. Crops Prod*. **33**: 236-241.
- Elacovich, S.D. 1988.** Terpenoids as models for new agrochemicals. In: H.G. Cutler, ed., *Biologically Active Natural Products—Potential Use in Agriculture*, pp. 250–261, American Chemical Society, Washington, D.C.
- Erickson, R.E. 1976.** The industrial importance of monoterpenes and essential oils. *Lloydia* **39**: 8-19.
- Esen, G., A.D. Azaz, M. Kurkcuoglu, K.H.C. Baser and A. Tinmaz 2007.** Essential oil and antimicrobial activity of wild and cultivated *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link) letswaart from the Marmara region, Turkey. *Flavour Frag. J.* **22**: 371–376.
- Fahlen A., M. Welander and R. Wennersten 1997.** Effects of light temperature regimes on plant growth and essential oil yield of selected aromatic plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **73**: 111–119.
- Fatima S.F., A.H.A. Farooqi and S. Srikant 2000.** Effect of drought stress and plant density on growth and essential oil metabolism in citronella java (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*. **22(1B)**: 563-567.

- Farooqi, A.H.A., N.S. Sangwan and R.S. Sangwan 1999.** Effect of photoperiodic regimes on growth, flowering and essential oil in *Mentha* species. *Plant Growth Regulation*. **29**: 181–187.
- Fischer, N. H. 1986.** The function of mono and sesquiterpenes as plant germination and growth regulators. In: A.R. Putnam and C.S. Tang, eds, *The Science of Allelopathy*, pp. 203-218, Wiley-Interscience, New York.
- Franz, C. and J. Novak 1997.** Breeding of *Origanum* species. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 49–56, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Gavalas, N., A.M. Bosabalidis and S. Kokkini 1998.** Comparative study of leaf anatomy and essential oils of the hybrid *Mentha X villosa-nervata* and its parental species *M. longifolia* and *M. spicata*. *Israel Journal of Plant Science*. **46**: 27-33.
- Gergis, V., V. Spiliotis and C. Poulos 1990.** Antibacterial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie* **45**: 70
- Gershenzon., J., M. Maffei and R. Croteau 1989.** Biochemical and historical localization of monoterpene biosynthesis in the glandular trichomes of spearmint (*Mentha spicata*). *Plant Physiology*. **89**: 1351-1357.
- Gershenzon, J., and R. Croteau. 1991.** Terpenoids. In: *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites. The Chemical Participants. Vol. I* (Rosenthal GA, Berenbaum M R eds.), pp. 165-219, Academic Press, San Diego.
- Gil A., E.B. De La Fuente, A.E. Lenardis, M.L. Pereira, S.A. Suarez, A. Bandoni, C. Van Baren, P. Di Leo Lira and C.M Ghera 2002.** Coriander essential oil composition from two genotypes grown in different environmental conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **50**: 2870-2877
- Goliaris, A.H., P.S. Chatzopoulou and S.T. Katatsiotis 2002.** Production of New Greek Oregano Clones and Analysis of Their Essential Oils. *J. Herbs, Spices Med. Plants* **10(1)**: 19-35.
- Gonuz, A. and B. Ozorgucu 1998.** An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Turkish Journal of Botany*. **23**: 19-32.
- Gouyon, P.H., Ph. Vernet, J.L. Guillerm and G. Valdeyron 1986.** Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. *Heredity* **57**: 59-66.
- Harborne, J.B. 1967.** Comparative Biochemistry of the Flavonoids. Academic Press, London
- Harborne, J.B, and B.L. Turner. 1984.** Plant Chemosystematics. Academic Press, London
- Harper, J.L. 1977.** Population biology of plants. Academic press, London.
- Hashim, E.F., K.A.A. Seham and A.A. Kheir 1999.** Nematicidal activity of some labiateous plant extracts on *Meloidogyne incognita*. *Annals of Agricultural Science Cairo* **44(1)**: 447-457.
- Heywood, V.H. 1978.** Flowering plants of the world. Oxford University Press, Oxford, London, Melbourne.

- Hitokoto, H., S. Morozumi, T. Wauke, S. Sakai and H. Kurata 1980.** Inhibitory effects of spices on growth and toxin production of toxigenic fungi. *Applied and Environmental Microbiology*. **39**: 818-822.
- Horwath, A.B., R.G. Geayer, D.M. Keith-Lukas and M.S.J. Simmonds 2008.** Chemical characterisation of wild populations of *Thymus* from different climatic regions in southeast Spain. *Biochemical Systematics and Ecology*. **36**:117–133.
- Hudaib, M., E. Speroni, A.M. Di Pietra, and V. Cavrini. 2002.** GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris L.*) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. **29**: 691-700.
- Hughes, S.G., J.A. Bryant and N. Smirnov 1989.** Molecular biological application to studies of stress tolerance. In: G.J. Hamlyn, T.J. Flowers and M.B. Jones, eds, *Plants under stress*, pp. 131-135, Cambridge University Press, New York.
- Huie, C.W. 2002.** A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medical plants. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. **373**: 23-30.
- Hussein, A.S.M. 1990.** Antibacterial and antifungal activities of some Lybian aromatic plants. *Planta medica* **56**: 644-645.
- Karousou, R., A.M. Bosabalidis and S. Kokkini 1992.** *Sideritis syriaca* spp. *syriaca*: Glandular trichome structure and development in relation to systematic. *Nordic Journal of Botany*. **12**: 31-37.
- Karousou, R., D. Vokou, and S. Kokkini. 1998.** Variation of *Salvia fruticosa* essential oils on the island of Crete (Greece). *Botanica Acta* **111**: 250-254.
- Karousou, R., D.N. Koureas and S. Kokkini 2005.** Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Phytochem*. **66**: 2668–2673.
- Karpouhtsis, I., E. Pardali, E. Feggou, S. Kokkini, Z.G. Scouras and P. Mavragani-Tsipidou 1998.** Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **46(3)**: 1111-1115.
- Katsoulis, B.D. 1987.** Indications of change of climate from the analysis of air temperature time series in Athens, Greece. *Climatic Change* **10**: 67-79.
- Katsoulis, B.D. 1988.** Some meteorological aspects of air pollution in Athens, Greece. *Meteorology and Atmospheric Physics*. **39**: 203-212.
- Kaufmann, B. and P.Christen 2002.** Recent techniques for natural products: Microwave assisted extraction and pressurized solvent extraction. *Phytochemical Analysis*. **13**: 105-113.
- Kelsey, R.G., G.W. Reynolds and E. Rodriguez 1984.** Chemistry of biologically active constituents secreted and stored in plant glandular trichomes. In: E. Rodriguez, P.L. Healey and I. Metha, eds., *Biology and Chemistry of Plant Trichomes*, pp. 187-241, Plenum Press, N.Y.
- Keravis, G. 1997.** Spectrométrie de masse et chromatographie dans l'analyse des plantes aromatiques et huiles essentielles. In: B. Benjilali, M. Ettalibi, M. Ismaili-Alaoui and S. Zrira, eds., *Proceedings of the Intern. Congr. Arom. Medicinal Plants & Essential Oils*, pp. 379-384, Actes Editions, Rabat, Morocco.

- Kirimer, N., K.H. Baser and G. Tumen 1995.** Carvacrol rich plants in Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*. **31(1)**: 37–41.
- Kizil, S., A. Ipek, N. Arslan and K.M. Khawar 2008.** Effect of different developing stages on some agronomical characteristics and essential oil composition of oregano (*Origanum onites*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. **36(1)**: 71-76.
- Kokkini, S., V. Karagiannakidou, E. Hanlidou and D. Vokou. 1988.** Geographical and altitudinal distribution of the *Lamiaceae* in Greece. *Phyton* **28**: 215-228.
- Kokkini, S. and D. Vokou 1989.** Carvacrol-rich plants in Greece. *Flav. Fragr. J.* **4**: 1–7
- Kokkini, S., D. Vokou, and R. Karousou. 1989.** Essential oil yield of *Lamiaceae* plants in Greece. In: Biosciences (S.C. Hatacharyya, N. Sen and K.L. Sethi, eds.). Proceedings of the 11th Int. Congress of Essential Oils, Fragrances and Flavours. Vol. 3. pp. 5-12, Oxford and IBH, New Delhi.
- Kokkini, S., D. Vokou and R. Karousou 1991.** Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. *Botanica Chronica*. **10**: 337-346.
- Kokkini, S. and D. Vokou, 1993.** The hybrid *Origanum X intercedens* from the Island of Nisyros (SE Greece) and its parental taxa; comparative study of essential oils and distribution. *Biochemical Systematics and Ecology*. **21**: 397–403.
- Kokkini, S. 1994.** Herbs of the *Labiatae*. Pp. 2342-2348 in Encyclopedia of Food Science, Food Technology and Nutrition (R. Macrae, R. Robinson, M. Sadler and G Fullerlove, eds.). Academic Press, London.
- Kokkini, S., R. Karousou, A. Dardioti, N. Krigas, and T. Lanaras. 1997.** Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry* **44**: 883-886.
- Kokkini, S., R. Karousou and E. Hanlidou 2003.** Herbs of the *Labiatae*. In: B. Caballero, L. Trugo and P. Finglas, eds, *Encyclopedia of food science and nutrition*, second ed., pp. 3082-3090, Academic press, London,.
- Kokkini, S., R. Karousou, E. Hanlidou, and T. Lanaras, 2004.** Essential oil composition of Greek (*Origanum vulgare* ssp *hirtum*) and Turkish (*O. onites*) oregano: A tool for their distinction. *Journal of Essential Oil Research*. **16(4)**: 334-338.
- Kotoulas, V.E., G.N. Panagopoulos, V. Skouras, G. Economou and A. Karamanos 2009.** Studies on the role of aromatic shrubs in the inhibition of adjacent vegetation. In: B. Rubin and G. Economou, eds, *Proceedings of the 2nd International Conference of EWRS on Novel and sustainable weed management in arid and semi-arid agro-ecosystems*, p. 16, September 7-10, Santorini, Greece.
- Koutsoyiannis, D. and G. Baloutsos, 2000.** Analysis of a long record of annual maximum rainfall in Athens, Greece, and design rainfall inferences. *Natural Hazards* **29**: 29–48
- Kubo, I., I. Ganjian and T. Kubota 1982.** Chemotaxonomic significance of ent-kaurene diterpenes in *Rabdosia umbrosus* varieties. *Phytochemistry*. **21(1)**: 81-83.
- Lahlou, M. 2003.** Composition and molluscicidal properties of essential oils of five Moroccan *Pinaceae*. *Pharmaceutical Biology*. **41**: 207–210.
- Lawrence, B.M. 1978.** A study of the monoterpene interrelationships in the genus *Mentha* with special reference to the origin of pulegone and menthofuran. Phd Thesis, Groningen University. Netherlands.

- Lawrence, B.M., 1984.** The botanical and chemical aspects of Oregano. *Perfum. Flavor.* **9**: 41–51.
- Lembercovics, E., G. Petri, H. Nguyen and I. Mathe 1995.** Relationships between essential oil and flavonoid biosynthesis in sweet basil. *Acta Horticultural.* **426**: 647-655
- Lepsius, R. 1893.** *Geologie von Attica.* T.U. Berlin.
- Leto, C. and A. Salamone 1997.** Bio-agronomical behavior in Sicilian *Origanum* ecotypes. In: S. Padulosi, ed., Oregano. *Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 68–73, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome
- Loomis, W.D., and R. Croteau. 1980.** In: Biochemistry of Plants Vol. 4 (P.K. Stumpf, ed.), pp. 363-418. Academic Press, New York.
- Madsen, H.L., G. Brtelsen and L.H. Skibsted 1997.** Antioxidative activity of spices and spice extracts. In: S.J. Risch and C.T. Ho, eds, *Flavour chemistry and antioxidant properties, Spices*, pp. 176-187, American Chemical Society, Washington DC.
- Maffei, M., F. Chialva, and T. Sacco, 1989.** Glandular trichomes and essential oils in developing peppermint leaves. I. Variation of peltate trichomes number and terpene distribution within leaves. *New Phytologist.* **111**: 707-716.
- Mahmoud, S.S. and R.B. Croteau 2002.** Strategies for transgenic manipulation of monoterpene biosynthesis in plants. *Trends in Plant Science.* **7(8)**: 366-373.
- Makri, O. 2002.** Cultivation of Oregano. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 153-162, Taylor and Francis, London and New York.
- Margaris, N.S. 1981.** Adaptive strategies in plants dominating Mediterranean-type ecosystems. In: Mediterranean-type Shrublands (di Castri, F., Goodall, D.W. and Specht, R. L., eds), pp. 309-315. Elsevier, Amsterdam
- Marston, A. and K. Hostettmann 2009.** Natural product analysis over the last decades. *Planta Medica.* **75**: 672–682.
- Mavrokordopoulou, O., M. Aslanidou and P. Smiris, 2006.** The Island of Ikaria: terrestrial ecosystems and restoration prospects. In: *Sustainable Management and Development of Mountainous and Island Areas.* Proceedings of the 2006 Naxos International Conference, Volume I: 960-89345-1-6, pp. 314–320, September 29–October 1, Island of Naxos, Greece. ISBN: 960-89345-0-8.
- Mc Caskill, D., J. Gerschenzon and R. Croteau, 1992.** Morphology and monoterpene biosynthetic capabilities of secretory cell clusters isolated from glandular trichomes of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Planta* **187**: 445-454.
- Modenesi, P., G. Serrato-Valenti and A. Bruni, 1984.** Development and secretion of clubbed trichomes in *Thymus vulgaris* L. *Flora* **175**: 211-219.
- Moure, A., J.M. Cruz, D. Franco, J.M. Dominguez, J. Sineiro, H. Dominguez, M.J. Nunez and J.C. Parajo 2001.** Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry.* **72(2)**: 145-171.
- Muller, W.H. 1986.** Allelochemical mechanisms in the inhibition of herbs by chaparral shrubs. In: A.R. Putnam and C.S. Tang, eds, *The Science of Allelopathy*, pp. 189-199, Wiley-Interscience, New York.

- Muller-Riebau, F.J., B.M. Berger, O. Yegen, and C. Cakir. 1997.** Seasonal variations in the chemical compositions of essential oils of selected aromatic plants growing wild in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **45**:4821-4825.
- Novak, J., H. Grausgruber, F. Pank, J. Langbehn, W.D. Blüthner, C. Vender, L.V. Niekerk, W. Junghanns and C. Franzl 2003.** Stability of Hybrid combinations of Marjoram (*Origanum majorana* L.). *Flavour and Fragrance Journal*. **18**: 401–406.
- Oka, Y., S. Nacar, E. Putievsky, U. Ravid, Z. Yaniv and Y. Spiegel 2000.** Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology* **90**(7): 710-715
- Omer E.A., H.E. Ouda and S.S. Ahmed 1994.** Cultivation of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) in newly reclaimed lands of Egypt. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants* **2**(2): 9–15.
- Omer E.A. 1998.** Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in sandy soil. *Egypt J. Hort.* **25**(3): 295–307.
- Özgülven M., S Tansi, 1996.** Drug yield and essential oil of *thymus vulgaris* L. as influenced by ecological and ontogenetical variation, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, **22**:537-542
- Paech, K., 1950.** *Biologie und Physiologie der Sekundären Pflanzenstoffe*. Springer-Verlag, Berlin.
- Pearson, D.A., E.N. Frankel, R. Aeschbach and J.B. German 1997.** Inhibition of endothelial cell-mediated oxidation of low-density lipoprotein by *rosemary* and plant phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **45**(3): 578-582.
- Pellequer, J., M. Jacob, M.S. Buochberg and J. Allegrini 1980.** Therapeutic value of the cultivated mountain savory (*Satureja Montana* L.: *Labiatae*). *Acta Hort.* **96**(187): 35-39.
- Piccaglia R. and M. Marotti 1993.** Characterization of several aromatic plants grown in Italy. *Flavour and Fragrance Journal*. **8**: 115-117
- Pluhár Z.S, J. Bernáth, E. Neumayer 2002.** Morphological, production biological and chemical diversity of st. John's wort (*hypericum perforatum* l.). *ISHS Acta Horticulturae* 576: International Conference on Medicinal and Aromatic Plants.
- Poludennij, L.V. and Ju.P. Zhuravlev 1989.** *Medicinal Plants in the Home Garden*, Moskovskij Rabotchij, Moscow.
- Porter, J.W., and S.L. Spurgeson (eds). 1981.** Biosynthesis of Isoprenoid compounds. John Wiley and Sons, New York.
- Putievsky, E., U. Ravid and N. Dud 1988.** Phenological and seasonal influences on essential oil of a cultivated clone of *Origanum vulgare* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **43**: 225–228.
- Rajeswara, R.B.R., P.N. Kaul, G.R. Mallavarapu, S. Ramesh 1996.** Effect of seasonal climatic changes on biomass yield and terpenoid composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) *Biochemical Systematics and Ecology* Vol. 24, Issues 7–8, pp 627–635

- Ramraj, P., K. Alagumalai and C.S.S. Hepziba 1991.** Effect of leaf extract of *Origanum vulgare* (Fam. *Lamiaceae*) on the hatching eggs of *Meloidogyna incognita*. *Indian Journal Nematology* **21(2)**: 156-157.
- Regnault-Roger, C. and A. Hamraoui 1993.** Influence d'huiles essentielles aromatiques sur *Acanthoscellides obtectus* SAYS, Bruche du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Bot. Gallica* **140(2)**: 217-222.
- Remmal, A., T. Bouchikhi, K. Rhayour, M. Ettayeby and A. Tantaoui-Elaraki 1993.** Improved method for the determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. *Journal of Essential. Oil Research.* **5(2)**: 179-184.
- Rudloff, E. 1969.** Scope and limitation of gas chromatography of terpenes in chemosystematic studies. In: *Recent Advances in Phytochemistry*. Vol. 2. Ed. Seikel M K & VC Runeckles. Appleton – Century – Crofts. New York.
- Russo, M., G.C. Galletti, P. Bocchini and A. Carnacini 1998.** Essential oil chemical composition of wild population of Italian Oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **46**: 3741-3746.
- Said-Al Ahl, H.A.H., E.A. Omer and N.Y. Naguib 2009a.** Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. *International. Agrophysics* **23**: 269-275.
- Said-Al Ahl, H.A.H., S.H. Ayad and S. F. Hendawy, 2009b.** Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of Oregano under different irrigation intervals. *Journal of Applied Science.* **2(3)**: 319-323.
- Saleh, M. 1973.** Effect of light upon quantity and quality of *Matricaria chamomile* oil. III. Preliminary study of light intensity effects under controlled conditions. *Planta Medica* **24**: 337-340.
- Sandermann, W. 1962.** Terpenoids: Structure and distribution. In: M. Florkin and H.S. Mason, eds, *Comparative Biochemistry*, Vol. 3, Part A, pp. 503-590, *Academic Press*, New York.
- Sangwan R.S., Farooqi A.H.A., Bansal R.P. and Sangwan N.S. 1993.** Interspecific variation in physiological and metabolic responses of five species of *Cymbopogon* to water stress. *Journal of Plant Physiology.* **142**: 618-622.
- Sangwan N.S., Farooqi A.H.A. and Sangwan R.S. 1994.** Effect of drought stress on growth and essential oil metabolism in lemongrasses. *New Phytologist.* **128**: 173-179.
- Sangwan, N.S., A.H.A. Farooqi, F. Shabih and R.S. Sangwan 2001.** Regulation of essential oil production in plants. *Journal of Plant Growth Regulation.* **34**: 3-21.
- Sari, M., D.M. Biondi, M. Kabbeche, G. Mandalari, M. D'Arrigo, G. Bisignano, A. Saija, C. Daquino and G. Ruberto 2006.** Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of several populations of Algerian *Origanum glandulosum* Desf. *Flavour of Fragrance Journal.* **21**: 890-898
- Sarlis, G.P. 1994.** Contribution to the study of the flora of Attica (Greece). *Lagascalia* **17(2)**: 229-256.
- Schery, R.W. 1972.** *Plants for man*. 2^{ed}, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Schilcher, H. 1977.** Vorschlag zu einer biologisch orientierten Definition der ätherischen Öle. *Deutsche Apotheker Zeitung.* **117**: 89-91.

- Servettaz, O., A. Pinneti, F. Bellesia and L. Bini-Maleci 1994.** Micromorphological and phytochemical research on *Teucrium scorodonia* and *teucrium siculum* from the Italian flora. *Acta Botanica*. **107**: 416-421.
- Shaaya, E., U. Ravid, N. Paster, M. Kostjukovsky, M. Menasherov and S. Plotkin 1993.** Essential oils and their components as active fumigants against several species of stored product insects and fungi. *Acta Horticultural*. **344**: 131-137.
- Singh M., G.R.S. Rao and S. Ramesh 1997.** Irrigation and nitrogen requirement of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* (Sleud) Wats) on a red sandy loam soil under semiarid tropical conditions. *Journal of. Essential. Oil Research* **9**: 569-574.
- Singh M. and G.R.S. Rao 2009.** Influence of source and doses of N and K on herbage, oil yield and nutrient uptake of patchouli (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.) in semi-arid tropics. *Industrial. Crops and Products*. **29**: 229-234.
- Sivropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, T. Lanaras and M. Arsenakis 1996.** Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. *Journal.of Agricultural.and Food Chemistry*. **44(5)**: 1202-1205.
- Skoula, M. and J.B. Harborne 2002.** The taxonomy and chemistry of *Origanum*. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano the genera Origanum and Lippia*, pp. 67-108, Taylor and Francis, London and New York.
- Skoula, M., R.J. Grayer and G.C. Kite 2005.** Surface flavonoids in *Satureja thymbra* and *Satureja spinosa* (Lamiaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*. **33**: 541-544.
- Soliman, F.M., M.F. Yousif, S.S. Zaghloul, M.M. Okba and E.M. El-Sayed 2007.** Seasonal variation in the essential oil composition of *Origanum syriacum* l. subsp. *sinaicum* greuter and burdet; evaluation of its tocolytic activity. *Egyptian Journal of Biomedical Science*. **23(1)**: 121-134.
- Sotiropoulou, D.E. and A.J. Karamanos 2010.** Field studies of nitrogen application on growth and yield of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart). *Industrial. Crops and Products* **32(3)**: 450–457.
- Sotomayor, J.A., Martiane, R.M., Garcia, A.J. & Jordan, M.J. (2004).** *Thymus zygis* Subsp. *Gracilis*: Watering level effect on phytomass production and essential oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 52, N° 17, pp. 5418-5424, ISSN 0021-8561
- Tetenyi, P. 1973.** Homology of biosynthetic routes: The base in chemotaxonomy. In chemistry in botanical classification (Bend GJ and Santesson J. eds.) *Academic press, New York* pp. 67-78..
- Thanos, C.A., C.C. Kadis and F. Skarou 1995.** Ecophysiology of germination in the aromatic plants *thyme*, *savory* and *oregano* (**Labiatae**). *Seed Science. Research*. **5**: 161-170.
- Thompson, D.P. 1990.** Influence on pH on the fungitoxic activity of naturally occurring compounds. *Journal of food Protection*. **53**: 428-429.
- Tibaldi G., E. Fontana and S. Nicola 2011.** Growing conditions and postharvest management can affect the essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart. *Industrial Crops and Products* **34** : 1516– 1522

- Toncer, O., S. Karaman and E. Diraz 2010.** An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. *Journal. Of Medicinal. Plants Research.* **4(11)**: 1059-1064.
- Tucker, A.O. and M.J. Maciarello 1994.** In: G. Charalambous, ed., *Spices, Herbs and Edible Fungi*, pp. 439-456, Elsevier Sciences B.V., Oxford, UK.
- Tuns, I. and S. Sahinkaya 1998.** Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* **86(2)**: 183-187.
- Turril, W . B. 1929.** The plant-life of the Balkan Peninsula. Oxford.
- Vazquez, S.R. and N.T. Dunford 2005.** Bioactive components of Mexican Oregano oil as affected by moisture and plant growth. *Journal of Essential Oil Research* **17**: 668-671.
- Voirin, B., N. Brun, and C. Bayet. 1990.** Effects of day length on monoterpene composition of leaves of *M. x piperita*. *Phytochemistry* **29**: 749-755.
- Vokou, D., and N.S. Margaris. 1982.** Structural and physiological features of woody plants in phrygic ecosystems related to adaptive mechanisms. *Ecology Mediterranean.* **8**: 449-459.
- Vokou, D., S. Kokkini, and J.M. Bessiere 1993.** Geographic variation of Greek Oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochem. Syst. Ecol.* **21(2)**: 287-295.
- Werker, E., U. Ravid and E. Putievsky 1985a.** Structure of glandular hairs and identification of the main components of their secreted material in the same species of the *Labiatae*. *Israel Journal of Botany.* **34**: 31-45.
- Werker, E., E. Putievsky and U. Ravid 1985b.** The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. *Annals of Botany.* **55**: 793-801.
- Werker, E. 1993.** Function of essential oil secreting glandular hairs in aromatic plants of *Lamiaceae* - a review. *Flavour of Fragrance Journal.* **8**: 249-255
- Yamaura, T., S. Tanaka, and M. Tabata. 1989.** Light-dependent formation of glandular trichomes and monoterpenes in thyme seedlings. *Phytochemistry* **28**:741-744.
- Yanhe L., L.E. Craker and T. Polter 1995.** Effect of light levels on essential oil production of sage (*S. officinalis*) and thyme (*T. vulgaris*). In: *International Symp. Med. Arom. Plants.* Amherst, Massachusetts, USA.