

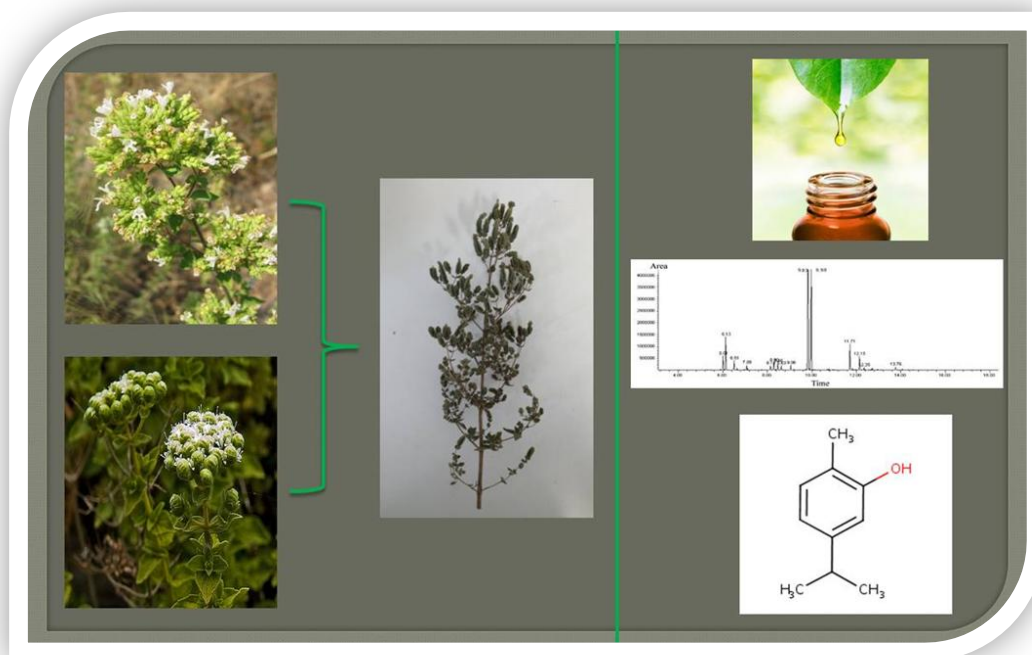


ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΓΕΩΡΓΙΑ, ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Παραλλακτικότητα των Φαρμακευτικών και Αρωματικών ειδών,
Origanum vulgare ssp. hirtum L., *Origanum onites* L. και *Origanum
x intercedens*, σε συνθήκες καλλιέργειας ως προς τα μορφολογικά,
αποδοτικά και χημειοτυπικά τους χαρακτηριστικά.»



Αλέξανδρος Ι. Ασσαριωτάκης

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Γαρυφαλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Αθήνα, 2018



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΓΕΩΡΓΙΑ, ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Παραλλακτικότητα των Φαρμακευτικών και Αρωματικών ειδών,
Origanum vulgare ssp. hirtum L., *Origanum onites* L. και *Origanum
x intercedens*, σε συνθήκες καλλιέργειας ως προς τα μορφολογικά,
αποδοτικά και χημειοτυπικά τους χαρακτηριστικά.»**

Αλέξανδρος Ι. Ασσανιωτάκης

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια
Γαρυφαλιά Οικονόμου, Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Αθήνα, 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: Γεωργία, Βελτίωση Φυτών & Γεωργικός Πειραματισμός

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Θέμα: «Παραλλακτικότητα των Φαρμακευτικών και Αρωματικών ειδών, *Origanum vulgare ssp. hirtum* L., *Origanum onites* L. και *Origanum x intercedens*, σε συνθήκες καλλιέργειας ως προς τα μορφολογικά, αποδοτικά και χημειοτυπικά τους χαρακτηριστικά.»

Αλέξανδρος Ι. Ασσαριωτάκης

Εξεταστική επιτροπή

Επιβλέπουσα

Οικονόμου Γαρυφαλιά – Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

Μέλη

Ταραντίλης Πέτρος – Καθηγητής Γ.Π.Α.

Τρίγκας Παναγιώτης – Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

Αθήνα
2018

**Στους Γονείς μου
Ιωάννη και Μαρία**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κα. Οικονόμου Γαρυφαλιά, για την εμπιστοσύνη της στην ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, καθώς επίσης για την καθοδήγησή της κατά τη διάρκεια των πειραμάτων και την επίβλεψή της στην τελική μορφή της διατριβής.

Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Επίκουρο καθηγητή κ.Τρίγκα Παναγιώτη από το Εργαστήριο της Συστηματικής Βοτανικής για τη βοήθειά του στον εντοπισμό των μορφολογικών διαφορών μεταξύ των τριών ειδών ρίγανης που μελετήθηκαν και το διαχωρισμό τους.

Επίσης, όσον αφορά την ανάλυση των αιθέριων ελαίων και το χημειοτυπικό προφίλ των ειδών, ήταν απαραίτητη η βοήθεια του καθηγητή Γενικής Χημείας, κ.Ταραντίλη Πέτρου, και τον ευχαριστώ θερμά για τις συμβουλές και την παραχώρηση του εργαστηριακού εξοπλισμού για την ανάλυση των αιθέριων ελαίων. Δεν μπορώ να παραλείψω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κυρία κ.Δαφερέρα Δήμητρα μέλος ΕΔΙΠ του εργαστηρίου Γενικής Χημείας για την καθοδήγηση στη μεθοδολογία ανάλυσης των δειγμάτων.

Σημαντικό ρόλο για την πορεία και των πειραμάτων και της συγγραφής της μεταπτυχιακής μου διατριβής έπαιξαν ο Μεταδιδάκτορας κ.Βαχαμίδης Πέτρος, η Διδάκτορας κα.Φανουρίου Ελπίδα και η Υποψήφια Διδάκτορας κα.Γαβριήλ Ελισσάβετ που με στήριζαν και με συμβούλευαν από την αρχή μέχρι το τέλος του Μεταπτυχιακού μου σε ερευνητικό και προσωπικό επίπεδο.

Χωρίς όμως τη συμβολή της οικογένειάς μου, στην οποία είναι αφιερωμένη και η μεταπτυχιακή μου διατριβή, δεν θα μπορούσα να τα είχα καταφέρει. Η οικονομική και ψυχολογική τους στήριξη στο εγχείρημα αυτό ήταν άκρως απαραίτητη τα δύο αυτά χρόνια και τους ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου που είναι δίπλα μου σε ότι και αν κάνω.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου που με βοήθησαν και με στήριζαν από προπτυχιακό ακόμη επίπεδο την Ειρήνη και τη Μαντώ, καθώς επίσης και τους προπτυχιακούς φοιτητές που με βοήθησαν στη διεξαγωγή των πειραμάτων, Ανδριάνα Καραχάλιου, Κωνσταντίνα Λόντου και Τόνια Ευθυμίου.

Σας ευχαριστώ!

Αλέξανδρος Ασσαριωτάκης
Αθήνα, 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία υπάρχουν τουλάχιστον 61 είδη, τα οποία αναφέρονται με τον όρο «ρίγανη». Η οικογένεια *Lamiaceae* αναφέρεται ως η πιο σημαντική καθώς περιέχει το γένος *Origanum*, στο οποίο περιλαμβάνονται τα πιο γνωστά είδη ρίγανης. Σε εκτεταμένες έρευνες στην Ελλάδα έχουν αναγνωρισθεί τέσσερα είδη «ρίγανης» πλούσια σε καρβακρόλη.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της μορφολογικής, ποσοτικής και ποιοτικής παραλλακτικότητας τριών αυτοφυών ειδών ρίγανης οι οποίοι εντοπίστηκαν στο νησί της Ικαρίας και καλλιεργήθηκαν στον αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.).

Μετά από εκτεταμένες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στην Ικαρία επιλέχθηκαν οι καλύτεροι βιότυποι των ειδών *Origanum vulgare ssp. hirtum*, *Origanum onites* και *Origanum x intercedens*, μεταφέρθηκαν στο Γ.Π.Α. και δημιουργήθηκε μητρική φυτεία. Με αγενή πολλαπλασιασμό δημιουργήθηκαν μοσχεύματα από τα οποία έγινε η εγκατάσταση της καλλιέργειας. Από την ημέρα της μεταφύτευσης έως την συγκομιδή λαμβάνονταν μορφολογικές μετρήσεις, ενώ την ημέρα της συγκομιδής έγιναν επιπρόσθετες μορφολογικές μετρήσεις και παρατηρήσεις που αφορούσαν στο βλαστό, στα φύλλα και στην ταξιανθία. Στην συνέχεια η δρόγη τοποθετήθηκε σε σκιερό και καλά αεριζόμενο χώρο για 15 ημέρες μέχρι την αποξήρασή της. Ακολούθησε ο προσδιορισμός της εκατοστιαίας περιεκτικότητας των φυτών σε αιθέριο έλαιο με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης και τη χρήση της συσκευής Clevenger. Οι αποστάξεις που πραγματοποιήθηκαν για κάθε είδος έγιναν μετά από τη συγκομιδή, α) στο στάδιο της πλήρους άνθισης, β) στο στάδιο της απάνθισης, γ) σε φύλλα και δ) σε άνθη. Για τον έλεγχο της ποιότητας των αιθέριων ελαίων που παρελήφθησαν χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας μάζας (GC-MS). Τέλος, με τη βοήθεια διαφόρων στατιστικών πακέτων έγινε η επεξεργασία των δεδομένων και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των μελετούμενων ειδών.

Τα μορφολογικά δεδομένα έδειξαν ότι το ύψος της *O.hirtum* υπερείχε στατιστικά σημαντικά των *O.onites* και *O.intercedens* με τιμές 51,4cm, 39,5cm και 35,0cm αντίστοιχα. Όσον αφορά στο μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της *O.hirtum* και του υβριδίου έχοντας μέσο μήκος 3,5cm σε αντίθεση με την *O.onites* της οποίας είχε μήκος 1,9cm. Τα μελετούμενα είδη ως προς το μέγεθος των φύλλων τους κατατάσσονται κατά φθίνουσα σειρά ως εξής: *O.hirtum*, *O.onites*, *O.intercedens*. Ειδοποιός διαφορά των ειδών αποτελεί το μέγεθος της ταξιανθίας,

μεγαλύτερο μήκος ταξιανθίας παρουσίασε η *O.hirtum* (21,8cm), ακολουθούμενη από την *O.intercedens* (16,6cm) και τέλος την *O.onites* (4,4cm). Από την άλλη, το υβρίδιο διαφοροποιήθηκε σημαντικά από την ελληνική ρίγανη ως προς μήκος της μονάδος στάχως με 1,7cm και 1,2cm αντίστοιχα.

Τα 3 είδη έδειξαν να διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Συγκεκριμένα, στο στάδιο της πλήρους άνθισης η *O.hirtum* απέδωσε 7,6%, η *O.intercedens* 5,4% και η *O.onites* 3,9%. Ανάλογα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν κατά το στάδιο της απάνθισης, ενώ κατά την απόσταξη των ανθέων η περιεκτικότητα της *O.hirtum* σε αιθέριο έλαιο έφτασε στο 10,0%.

Οι βασικές ουσίες του αιθέριου ελαίου που εντοπίστηκαν ήταν η καρβακρόλη, το π-κυμένιο, το γ-τερπινένιο και το β-καρυοφυλλένιο. Στην *O.hirtum* τα ποσοστά καρβακρόλης κυμάνθηκαν από 84,28 - 93,35%, στην *O.onites* από 86,97 - 91,89%, ενώ στην *O.intercedens* σημειώθηκαν τα υψηλότερα ποσοστά καρβακρόλης από 89,25 - 97,23%, γεγονός που την καθιστά ένα πολύ υποσχόμενο είδος με πολύ καλά ποιοτικά χαρακτηριστικά και εν δυνάμει επενδυτικές δυνατότητες.

Λέξεις κλειδιά: παραλλακτικότητα • βιότυποι ρίγανης • αιθέριο έλαιο • καρβακρόλη

Title: “Variability of the Medicinal and Aromatic species, *Origanum vulgare ssp. hirtum* L., *Origanum onites* L. and *Origanum x intercedens* in culture conditions for their morphological, yield and chemotype characteristics.”

ABSTRACT

According to the literature there are at least 61 species, which are referred with the name “oregano”. *Lamiaceae* family is referred as the most important, while it contains the *origanum* genus, including the most famous oregano species. In extensive research in Greece, four oregano species have been recognized which are also rich in carvacrol.

The purpose of this study is the morphological, quantitative and qualitative variability of three native oregano species, which were identified on the Ikaria island and were cultivated at the fields of the Agricultural University of Athens (A.U.A.).

After extensive researches that were conducted in Ikaria island, the best biotypes of *Origanum vulgare ssp. hirtum*, *Origanum onites* and *Origanum x intercedens* were selected, were transported at the A.U.A. and a maternal plantation was created. Using vegetative propagation the plantation was created. From the transplanting day till the harvest morphological measurements have been taken, while the harvest day additional measurements and observations were taken which was about the shoot, the leaves and the inflorescence. Subsequently, the harvested parts of the plants were placed in shady and well aired place for 15 days till dryness. Then, the percentage content of plants in essential oil was determined by hydrodistillation method using the Clevenger apparatus. The distillations that carried out for each species took place after the harvest: a) at full blooming stage, b) at the stage of dissolution, c) from leaves and d) from the inflorescence. The method was used to check the quality of the essential oils that were obtained was Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC – MS). Finally, with the aim of various statistical programmes, the data was processed and the results were compared between the studied species.

The morphological data shows that the height of the *O.hirtum* was higher with statistically significant difference from *O.onites* and *O.intercedens* with values 51,4cm, 39,5cm and 35,0cm, respectively. No statistically significant differences were observed between *O.hirtum* and the hybrid (*O.intercedens*) having an average length of 3,5cm at the internodes in contrast to *O.onites* whose length was 1,9cm. The studied species as to the size of their leaves are ranked in descending order as follows: *O.hirtum*, *O.onites*, *O.intercedens*. The main difference in the species is the size of the inflorescence, with *O.hirtum* showing the

greatest length (21,8cm), followed by *O.intercedens* (16,6cm) and finally *O.onites* (4,4cm). On the other hand, the hybrid (*O.intercedens*) was significantly different from the Greek oregano (*O.hirtum*) in terms of the ear unit length with 1,7cm and 1,2cm, respectively.

The three species showed a marked difference in the essential oil content. Specifically, in the full blooming stage *O.hirtum* yielded 7,6%, *O.intercedens* 5,4% and *O.onites* 3,9%. Respective results were also found during the dissolution stage, while during the distillation of the flowers the *O.hirtum* yield in essential oil reached 10,0%.

The most important substances that were found in the oregano essential oils was, carvacrol, *p*-cymene, γ -terpinene and caryophyllene. In *O.hirtum* the percentage of carvacrol varied from 84,28 - 93,35%, in *O.onites* from 86,97 - 91,89%, while in *O.intercedens* were noted the highest carvacrol concentrations, from 89,25 - 97,23%, which makes it a very promising species with very good quality features and potential investment opportunities.

Key words: variability • oregano biotypes • essential oil • carvacrol

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT.....	iii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά.....	1
1.1.1 Ιστορικά στοιχεία.....	1
1.1.2 Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της διεθνούς αγοράς ΦΑΦ.....	2
1.1.3 Ταξινόμηση Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών.....	5
1.2 Οικογένεια <i>Lamiaceae</i> ή <i>Labiatae</i> (Χειλανθή)	6
1.2.1 Κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά	7
1.2.2 Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά πλούσια σε καρβακρόλη.....	8
1.3 Βοτανική και Γεωγραφική Εξάπλωση των μελετούμενων ειδών.....	10
1.3.1 <i>Origanum vulgare ssp. hirtum</i> (Link) Jetswaart	10
1.3.2 <i>Origanum onites</i> L.	11
1.3.3 <i>Origanum x intercedens</i>	13
1.4 Η Καλλιέργεια των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών	14
1.4.1 Κλιματικές απαιτήσεις	14
1.4.2 Πολλαπλασιασμός	15
1.4.3 Τεχνικός σχεδιασμός για την εγκατάσταση και την καλλιέργεια των ΦΑΦ.....	16
1.5 Χρήσεις των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών.....	19
1.5.1 Αντιμυκητιακή δράση.....	20
1.5.2 Αντιβακτηριακή δράση.....	20
1.5.3 Αντιοξειδωτική δράση	21
1.5.4 Εντομοκτόνος, νηματοδοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση.....	21
1.6 Αιθέρια Έλαια.....	22
1.6.1 Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά.....	23
1.6.2 Παραγωγή του αιθέριου ελαίου	24
1.6.3 Βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων	26
1.7 Παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα φυτά.....	30
1.7.1 Απόσταξη.....	30
1.8 Ποιοτικός και Ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων.	32
1.8.1 Φασματομετρία μαζών.....	34
1.9 Εμφάνιση παραλλακτικότητας σε είδη «ρίγανης».....	35
1.9.1 Εποχική παραλλακτικότητα.....	36
1.9.2 Γεωγραφική παραλλακτικότητα	41
1.9.3 Γενετική παραλλακτικότητα	43
1.9.4 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε λοιπούς παράγοντες.....	44

1.9.5	Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες.....	46
1.9.6	Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε αβιοτικές καταπονήσεις (stress)	48
1.10	Σκοπός της μελέτης.....	50
2.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	51
2.1	Περιοχή Μελέτης: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών	51
2.2	Μετεωρολογικά δεδομένα	51
2.3	Περιοχή προέλευσης φυτικού υλικού	51
2.4	Επιλογή Φυτικού Υλικού.....	52
2.5	Εγκατάσταση πειραματικών αγρών	53
2.5.1	Στοιχεία για τον πειραματικό αγρό.....	55
2.5.2	Καλλιεργητικές φροντίδες του πειραματικού αγρού.....	55
2.6	Μετρήσεις πριν τη συγκομιδή	55
2.7	Μετρήσεις μετά τη συγκομιδή.....	56
2.8	Μέτρηση του ποσοστού υγρασίας των φυτικών δειγμάτων πριν την απόσταξη.....	57
2.9	Παραλαβή Αιθέριων Ελαίων	58
2.9.1	Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση αιθέριων ελαίων	60
2.10	Στατιστική ανάλυση.....	61
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	62
3.1	Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	62
3.2	Φυτικά Χαρακτηριστικά	64
3.2.1	Πριν τη Συγκομιδή.....	64
3.2.2	Συντελεστής Παραλλακτικότητας	67
3.2.3	Μετά τη Συγκομιδή.....	69
3.2.4	Απόδοση ανα φυτό.....	79
3.2.5	Ρυθμοί Ανάπτυξης	80
3.3	Περιεκτικότητα σε Αιθέριο Έλαιο.....	84
3.3.1	Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα της <i>Origanum vulgare ssp. hirtum</i> L.	85
3.3.2	Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα της <i>Origanum onites</i> L.	86
3.3.3	Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα της <i>Origanum x intercedens</i>	86
3.3.4	Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης.	87
3.3.5	Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου φυτών ηλικίας 1 (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα).....	88
3.3.6	Εκατοστιαία περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου ανθέων και φύλλων	89
3.4	Ποσοτικός και Ποιοτικός Προσδιορισμός των Αιθέριων Ελαίων.....	91
3.4.1	<i>Origanum vulgare ssp. hirtum</i> L.....	91
3.4.2	<i>Origanum onites</i> L.	94

3.4.3	<i>Origanum x intercedens</i>	97
3.4.4	Περιεκτικότητα σε π -κυμένιο	100
3.4.5	Περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο.....	102
3.4.6	Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη	105
3.4.7	Περιεκτικότητα σε β -καρυοφυλλένιο	107
3.5	Διάκριση των ειδών (Discriminant analysis).....	111
3.5.1	Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά	111
3.5.2	Με βάση τα χημικά χαρακτηριστικά	112
4.	Συζήτηση.....	115
4.1	Μορφολογική Παραλλακτικότητα.....	115
4.1.1	Ρυθμοί αύξησης	116
4.2	Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο	117
4.3	Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων	118
4.3.1	Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε π -κυμένιο	118
4.3.2	Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο	119
4.3.3	Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη	120
4.3.4	Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο.....	121
4.3.5	Διάκριση των ειδών (Discriminant analysis).....	121
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	123
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	126
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	140
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ	141
	ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (ANOVA)	142
	ΚΛΙΜΑΚΑ BVCH	149
	ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	155

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά

Με τον όρο *αρωματικά φυτά* εννοούμε μια ομάδα φυτών που περιέχουν στους ιστούς τους αιθέρια έλαια, δηλαδή αρωματικές ουσίες (Σαρλής, 1994). Τα αιθέρια έλαιά τους χρησιμοποιούνται για τη γευστική βελτίωση των τροφών (μαγειρική, ζαχαροπλαστική, βιομηχανία ποτών και τροφίμων), στην κοσμετολογία (σαπούνια, αρώματα, καλλυντικά), στην παρασκευή γλυκών, αφεψημάτων κτλ. *Φαρμακευτικά* είναι τα φυτά που περιέχουν ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά που μπορούν να προλάβουν, να ανακουφίσουν ή να θεραπεύσουν κάποιες ασθένειες. Όλα τα αρωματικά φυτά είναι φαρμακευτικά, αλλά πολλά φαρμακευτικά φυτά δεν είναι αρωματικά, όπως για παράδειγμα η ξυνίθα, το λιθόσπαστο, η μολόχα κ.ά. Έτσι, στη διεθνή ορολογία αναφέρονται ως «Φαρμακευτικά και Αρωματικά Φυτά» (Σκουμπής, 1998).

Τα «*αιθέρια έλαια*», όπως δηλώνει το όνομά τους, είναι υγρά, ελαιώδη, πτητικά και απαντώνται σε διάφορα μέρη των φυτών (στα άνθη, φύλλα, καρπό, βλαστούς, αδένες, αδενώδεις τρίχες, κορμό, ρίζες κλπ.) (Βαρδαβάκης, 1993). Ακόμη, μπορούν να βρίσκονται αιθέρια έλαια διαφορετικής σύστασης στο ίδιο ή σε διαφορετικό μέρος του ίδιου φυτού. Σε κάθε ένα από τα αιθέρια έλαια, αξίζει να αναφερθεί ότι βρίσκονται μέχρι και 200 διαφορετικές χημικές ενώσεις. Έτσι εξηγείται και η ποικιλία των ιδιοτήτων τους, αφού μπορούν να δρουν σαν καλλυντικά, αντιμικροβιακά, τονωτικά, στυπτικά κλπ.

Όλες οι παραμεσόγειες χώρες, είναι εξαιρετικά πλούσιες σε αυτοφυή αρωματικά φυτά, πολλά από τα οποία καλλιεργούνται και συστηματικά. Τα κυριότερα αρωματικά φυτά ανήκουν στις οικογένειες *Labiatae* (Χειλανθή), *Umbelliferae* (Σκιαδιοφόρα), *Lauraceae* (Δαφνοειδή), *Myrtaceae* (Μυρτώδη) και *Compositae* (Σύνθετα) (Karousou et al., 2007).

1.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο από πολύ παλιά γνωρίζοντας τις ευεργετικές τους ιδιότητες στην περιποίηση των μαλλιών, τη λεύκανση των δοντιών και την ενυδάτωση των ούλων. Οι πρώτες μαρτυρίες για τη χρήση τους έρχονται από τους πολιτισμούς των Ασσύριων και των Σουμέριων.

Στην αρχαία Ελλάδα η χρήση τέτοιων φυτών ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένη καθώς υπάρχουν γραπτές αναφορές σε αρχαία κείμενα. Οι Ρωμαίοι κατά την ακμή της

αυτοκρατορίας τους εμπορεύονταν μεγάλες ποσότητες μπαχαρικών και αρωματικών φυτών, η διακίνηση των οποίων μειώθηκε κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα για να αποτελέσει το κλειδί της ανάπτυξης του διεθνούς εμπορίου στα χρόνια της αναγέννησης, όπου το εμπόριο των μπαχαρικών αποτέλεσε έναν από τους λόγους της εξερεύνησης του κόσμου τον 15^ο και 16^ο αιώνα.

Οι πρώτες οδηγίες για τη χρήση των φαρμακευτικών φυτών καταγράφονται σε Αιγυπτιακούς πάπυρους, οι οποίοι χρονολογούνται από το 2000 π.Χ. Το υλικό αυτό φαίνεται να είχε αντιγραφεί από άλλες πηγές γραμμένες αρκετούς αιώνες νωρίτερα (Castiglioni, 1958). Ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.), «πατέρας της Ιατρικής», αναφέρει σε σύγγραμμά του περί τα 400 φυτά, περισσότερα από τα οποία είναι φαρμακευτικά και αρωματικά. Ο Θεόφραστος (347 π.Χ.) περιγράφει ένα μεγάλο αριθμό αυτοφυών φαρμακευτικών φυτών και ο Διοσκουρίδης (1^{ος} π.Χ. αιώνας) στο έργο του «Περί ύλης Ιατρικής» αναφέρει 600 φαρμακευτικά φυτά. Οι Fleisher & Fleisher (1988) σε συγκριτική μελέτη τους για την παραδοσιακή χρήση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου «ρίγανης» στη Μεσόγειο κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το φυτό ύσσωπος (hyssop) που αναφέρεται στη Βίβλο είναι ο χημειότυπος καρβακρόλης του φυτού *Origanum syriacum* L. και χρησιμοποιούταν σαν φάρμακο και καρύκευμα. Αρκετά φυτά βρέθηκε ότι έχουν παρόμοια σύσταση ελαίου με αυτή του ύσσωπου, ανάμεσά τους το *Corydothymus capitatus* L., το *Satureja thymbra* L. και η *Origanum vulgare* L. (Baricevic & Bartol, 2002).

Από το 19^ο αιώνα αρχίζει η καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη στις βιομηχανίες αρωμάτων και καλλυντικών, καθώς και στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών. Όμως, κάποια στιγμή η σημασία τους περιορίστηκε λόγω της παρασκευής συνθετικών χημικών υλικών, τα οποία μπορούσαν να υποκαταστήσουν τα αιθέρια έλαια που παράγονταν από αυτά τα φυτά και στα οποία όφειλαν τις ιδιότητές τους.

1.1.2 Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης της διεθνούς αγοράς ΦΑΦ

Η ανασκόπηση της διεθνούς αγοράς των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών παρουσιάζει ιδιαίτερα σημαντικές προκλήσεις. Και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι πολλά φαρμακευτικά και αρωματικά προϊόντα βρίσκονται διασκορπισμένα σε πλήθος ομάδων και υποομάδων της Τυποποιημένης Ταξινόμησης του Διεθνούς Εμπορίου (Τ.Τ.Δ.Ε). Έτσι είναι δυνατό φυτά που χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές ή από τη βιομηχανία ως φαρμακευτικά ή αρωματικά να βρίσκονται ταξινομημένα π.χ. στα φρούτα και τα λαχανικά

και έτσι να μην είναι δυνατή η καταγραφή τους. Όμως, ακολουθώντας τη διεθνή βιβλιογραφία (Lange, 2006) στην συντριπτική τους πλειοψηφία τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά βρίσκονται κατά κύριο λόγο στην υπο-ομάδα ταξινόμησης T.T.Δ.E.-292.4 που περιέχει ακατέργαστες φυτικές ύλες και συγκεκριμένα «φυτά ή μέρη φυτών (περιλαμβάνοντας σπόρους και φρούτα) οποιασδήποτε ποικιλίας που χρησιμοποιούνται στην αρωματοποιία, φαρμακευτική ή για εντομοκτόνα ή μυκητοκτόνα δράση, φρέσκα ή ξηρά, κομμένα ή όχι, αποφλοιωμένα ή όχι».

Έτσι λοιπόν, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1.1 οι εισαγωγές αρωματικών και φαρμακευτικών παγκοσμίως βρίσκονται σε αύξηση την τελευταία 15ετία. Το 2000, οι παγκόσμιες εισαγωγές αφορούσαν σχεδόν 400 εκατομμύρια τόνους φυτικού υλικού ενώ σύμφωνα με τα τελευταία δεδομένα για το 2014 διεθνώς εισήχθησαν περίπου 520 εκατομμύρια τόνοι.

Πίνακας 1.1 Εξέλιξη εισαγωγών φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών παγκοσμίως.

ΕΤΟΣ	ΒΑΡΟΣ (σε εκ. τόνους)	Μεταβολή (%)	ΑΞΙΑ (σε εκ. \$)	Μεταβολή (%)
2000	399		1.51	
2001	420	5.26	1.42	-5.96
2002	430	2.38	1.46	2.82
2003	452	5.12	1.56	6.85
2004	487	7.74	1.67	7.05
2005	488	0.21	1.6	-4.19
2006	506	3.69	1.73	8.12
2007	505	-0.20	1.95	12.72
2008	516	2.18	2.1	7.69
2009	530	2.71	1.99	-5.24
2010	549	3.58	2.23	12.06
2011	569	3.64	2.53	13.45
2012	589	3.51	2.56	1.19
2013	803	36.33	2.97	16.02
2014	521	-35.12	2.54	-14.48

Πηγή: UNCOMTRADE

Ο όγκος των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών που έχει εισαχθεί παγκοσμίως τα τελευταία χρόνια έχει σημειώσει για την περίοδο 2000 – 2014 μέση ετήσια αύξηση κατά 2,93%. Ενώ από το 2008 και μετά (μέχρι το 2014) η μέση ετήσια αύξηση καταγράφεται στο 2,4%.

Παρόμοια είναι και η κατάσταση που επικρατεί στις εξαγωγές αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών παγκοσμίως. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1.2 ο όγκος φυτικού

υλικού που προέρχεται από αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά έχει αυξηθεί σημαντικά από το 2000. Συγκεκριμένα, ενώ το 2000 οι συνολικές εξαγωγές σε επίπεδο κόσμου διαμορφώθηκαν σχεδόν στους 500 εκατομμύρια τόνους, το 2013 ο αντίστοιχος όγκος έφτασε στους 878 εκατομμύρια τόνους. Κατά την περίοδο αυτή ο μέσος ρυθμός αύξησης του όγκου των εξαγωγών παγκοσμίως έφτασε το 2,7% σε ετήσια βάση. Μετά το 2008, αν και η αξία των εξαγωγών αυξήθηκε σημαντικά, η μέση αύξηση του όγκου των εξαγωγών διαμορφώθηκε στο 2,6%. Σωρευτικά, από το 2000 μέχρι το 2014, ο όγκος των εξαγωγών αυξήθηκε κατά 14,4% ενώ από το 2008 και μετά κατά 6,6%.

Πίνακας 1.2 Εξέλιξη εξαγωγών φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών παγκοσμίως.

ΕΤΟΣ	ΒΑΡΟΣ (σε εκ. τόνους)	Μεταβολή (%)	ΑΞΙΑ (σε εκ. \$)	Μεταβολή (%)
2000	499		1.53	
2001	510	2.20	1.48	-3.27
2002	485	-4.90	1.34	-9.46
2003	508	4.74	1.34	0.00
2004	633	24.61	1.37	2.24
2005	546	-13.74	1.49	8.76
2006	558	2.20	1.49	0.00
2007	583	4.48	1.58	6.04
2008	539	-7.55	1.79	13.29
2009	537	-0.37	1.96	9.50
2010	541	0.74	1.92	-2.04
2011	640	18.30	2.18	13.54
2012	579	-9.53	2.52	15.60
2013	878	51.64	2.58	2.38
2014	571	-34.97	3.26	26.36

Πηγή: UNCOMTRADE

Ενώ λοιπόν ο όγκος των παγκόσμιων εξαγωγών φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών σημειώνει την τελευταία 15ετία μία ρηχή ανάπτυξη, δεν συμβαίνει το ίδιο με την αξία των εξαγωγών. Ενώ η αξία των εξαγωγών για το 2000 ανήλθε στα 1,5 εκατομμύρια δολάρια, το 2014 η αντίστοιχη αξία είναι 3,2 εκατομμύρια δολάρια. Έτσι λοιπόν, για την περίοδο 2000 – 2014, η αξία των εξαγωγών αυξήθηκε κατά μέσο όρο 2,7%, ρυθμό που διατηρεί και για την περίοδο μετά το 2008 με ετήσιο ρυθμό αύξησης στο 2,6%. Όμως σωρευτικά για την περίοδο 2000 – 2014 η αύξηση των εξαγωγών διαμορφώθηκε στο 113%. Για την περίοδο 2008 και μετά η αύξηση που καταγράφηκε ήταν της τάξεως του 109%.

Φαίνεται δηλαδή ότι η αξία των παγκόσμιων εξαγωγών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών διπλασιάστηκε για την περίοδο 2008-2014. Και μάλιστα η αύξηση αυτή δεν συνοδεύτηκε από αντίστοιχη αύξηση των εξαγόμενων ποσοτήτων. Το στοιχείο

αυτό οδηγεί στην υπόθεση ότι στην περίοδο 2008-2014 στην παγκόσμια αγορά κυριάρχησαν υψηλότερες τιμές από ότι στην περίοδο 2000-2008. Οπότε, είναι δυνατό να υποτεθεί ότι από το 2008 και μετά, οπότε και η αξία των εξαγωγών παγκοσμίως σημειώνει σημαντική άνοδο, επικράτησαν σημαντικά πιο αυξημένες τιμές στην παγκόσμια αγορά αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

1.1.3 Ταξινόμηση Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Ανάλογα με την τελική τους χρήση τα αρωματικά – φαρμακευτικά φυτά μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες, αν και αρκετά από αυτά μπορούν να καταταχθούν σε περισσότερες της μιας κατηγορίες:

- Φυτά ή μέρη αυτών που χρησιμοποιούνται άμεσα στην μαγειρική ως βότανα, αρτύματα και καρυκεύματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η ρίγανη, ο μαϊντανός, το θυμάρι, ο δυόσμος, το δενδρολίβανο κ.ά.
- Φυτά που περιέχουν πτητικά έλαια χαμηλού σημείου ζέσεως (σ.ζ.), τα οποία και παραλαμβάνονται διαμέσου απόσταξης με ατμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η μέντα, η λεβάντα, η λουίζα, το πατσουλί κ.ά
- Φυτά από τα οποία οι αρωματικές ενώσεις προαιρετικά ή αποκλειστικά, εκχυλίζονται με οργανικούς διαλύτες. Κατά την εκχύλιση με διαλύτες παραλαμβάνεται η κονκρέττα, η οποία περαιτέρω επεξεργαζόμενη παράγει το σύγκριμμα. Τυπικά παραδείγματα, αποτελούν οι ελαιορητίνες του κοκκινόπιπερου και το τζίτζερ (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

Ο Lawrence (1993) ανέφερε στατιστικά στοιχεία παραγωγής αιθέριων ελαίων για περισσότερα από 80 φυτικά είδη, συμπεριλαμβανομένων των πιο σημαντικών οικογενειών όπως των *Lamiaceae*, *Apiaceae* και *Asteraceae*. Με τη σειρά του ο Verlet (1993) εκτίμησε ότι, περίπου τα 2/3 της συνολικής ποσότητας των παραγόμενων αιθέριων ελαίων στον κόσμο παραλαμβάνονται από πολυετή ξυλώδη, κυρίως τα εσπεριδοειδή. Το υπόλοιπο 1/3 της παγκόσμιας παραγωγής φαίνεται ότι προέρχονται από καλλιεργούμενα ποώδη φυτά.

Η συνεισφορά των αυτοφυών ειδών στην παγκόσμια παραγωγή αιθέριων ελαίων, δεν φαίνεται να είναι παραπάνω από 1-2%. Και αυτό οφείλεται, στο ιδιαίτερα ανησυχητικό γεγονός της αλόγιστης και ανεξέλεγκτης συλλογής τους, και σε ορισμένες των περιπτώσεων ακόμα και ληστρικά, σε όλη σχεδόν την Ελλάδα. Αυτό σε συνδυασμό με την υπερβόσκηση, έχει σαν αποτέλεσμα ορισμένα είδη να τείνουν να εξαφανιστούν. Χαρακτηριστικότερο όλων,

το παράδειγμα του σιδερίτη (τσάι του βουνού), που αυτοφύεται σε πολλά βουνά της περιφέρειας.

1.2 Οικογένεια *Lamiaceae* ή *Labiatae* (Χειλανθή)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον υπήρξε κατά το παρελθόν για τα φυτικά είδη της οικογένειας *Lamiaceae* (*Labiatae*). Ο Turrill (1929) υποστήριξε ότι η οικογένεια των Χειλανθών είναι από τις πλουσιότερες σε είδη οικογένειες, τα μέλη της οποίας απαντώνται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και συμμετέχουν σε όλες τις διαπλάσεις βλάστησης. Ακολούθως ο Rechinger (1965), θεώρησε ότι η οικογένεια *Lamiaceae* είναι η δεύτερη πλουσιότερη σε ενδημικά taxa της ελληνικής χλωρίδας μετά των αντίστοιχων της οικογένειας *Compositae*. Πρόκειται για μια οικογένεια με 7200 είδη, τα οποία και είναι ταξινομημένα σε 240 περίπου γένη (Brauchler *et al.*, 2010). Αρκετοί αντιπρόσωποι της συναντιούνται σε ξηρές και θερμές περιοχές, όπως οι παραμεσόγειες. Περιλαμβάνει αρκετά αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά και αρτυματικά, καθώς επίσης καλλωπιστικά και μελισσοτροφικά φυτά (Ζερλέντης, 1981; Βαρδακάκης, 1993). Θεωρείται από τις σημαντικότερες οικογένειες της Μεσογείου γιατί:

- 1) Τα περισσότερα μέλη της, έχουν τη δυνατότητα να παράγουν αρωματικά (αιθέρια) έλαια.
- 2) Είναι ικανά να εγκλιματίζονται και να εξαπλώνονται, σε διαφορετικές κλιματικά περιοχές
- 3) Πολλά από τα μέλη της συγκεκριμένης οικογένειας, αποτελούν ενδημικά είδη.

Αντιροσωπευτικά γένη για την Ελλάδα είναι τα εξής: *Teucrium*, *Mentha*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Sideritis*, *Satureja*, *Origanum*, *Thymus* κ.ά. (Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999).

Τα περισσότερα αιθέρια έλαια αυτής της οικογένειας αποτελούνται από μονοτερπένια και σεσκιτερπένια (Lewinsohn *et al.*, 2000). Παρουσιάζουν αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί στην περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη και θυμόλη (Bouchra *et al.*, 2003; Baydar *et al.*, 2004; Bozin *et al.*, 2006). Παρουσιάζουν μεγάλη βιοδραστικότητα εναντίον ορισμένων εντόμων που προσβάλουν προϊόντα αποθηκευμένα, και τα οποία δύσκολα καταπολεμούνται. Η ανθεκτικότητα που αναπτύσσουν οι παθογόνοι οργανισμοί απέναντι σε χημικές δραστικές ουσίες, καθώς και η επικινδυνότητα των τοξικών (PH_3 και CH_3Br) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το λάδι από φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* θα μπορούσε να παίζει σημαντικό ρόλο στη συντήρηση

αποθηκευμένων προϊόντων και να μειώσει την ανάγκη και τον κίνδυνο που συνδέεται με την αντίστοιχη χρήση των τοξικών (Shaaya *et al.*, 1997; Lamiri *et al.*, 2001).

1.2.1 Κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η οικογένεια *Lamiaceae* (*Labiatae*) περιλαμβάνει ποώδη φυτά μονοετή ή πολυετή με τετράγωνο βλαστό, θαμνώδη ή ημιθαμνώδη με αρωματικά φύλλα, σπάνια δέντρα ή αναρριχώμενα. Τα φύλλα των χειλανθών είναι συνήθως απλά, αντίθετα, σταυροειδώς τοποθετημένα ή κατά σπονδύλους, χωρίς παράφυλλα, πλούσια σε αδενώδη τριχίδια που εκκρίνουν αιθέριο έλαιο. Τα άνθη σχηματίζουν κυματώδεις ταξιανθίες ή βρίσκονται κατά σπονδύλους στον ανθοφόρο βλαστό. Συγκεκριμένα, είναι ερμαφρόδιτα ή αρρενόστειρα, με βράκτεια ή χωρίς και φέρονται μεμονωμένα ή πολλά μαζί στις μασχάλες των φύλλων κατά διχάσια ή επάκρια κατά βότρες ή στάχεις. Από τα πέντε πέταλα της στεφάνης τα δύο συνήθως σχηματίζουν το άνω χείλος και τα τρία το κάτω, σπάνια τα τέσσερα σχηματίζουν το άνω χείλος και το ένα το κάτω (υπο. *Ocimoideae*), ή όλα τα πέταλα να σχηματίζουν το άνω χείλος (γένος *Teucrium*). Ο κάλυκας είναι πεντάλοβος, στις πιο εξελιγμένες μορφές φυτών παρατηρείται προοδευτική μετάβαση προς δίχειλο κάλυκα με τρία σέπαλα στο άνω χείλος και δύο στο κάτω, ή ένα σέπαλο στο άνω χείλος και τέσσερα στο κάτω. Οι στήμονες είναι τέσσερις, επιπέταλοι σε δύο σπονδυλώματα, διδύναμοι και σπανίως είναι δύο (γένη *Salvia* και *Rosmarinus*). Η ωοθήκη είναι επιφυής, αποτελείται από δύο συμφυή καρπόφυλλα και χωρίζεται με ψευδές διάφραγμα σε τέσσερις χώρους που ο καθένας έχει μια ανάτροπη σπερματική βλάστη (Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999). Ο γενικός ανθικός τύπος της οικογένειας είναι: $K_{(5)} \Sigma_{(5)} A_2 \text{ ή } 2+2 \Gamma_{(2)}$. Ο καρπός είναι ξηρός διασπώμενος κατά την ωρίμανση σε τέσσερα καρυοειδή καρπίδια. Είναι συνήθως σχιζοκάρπιο, και σπανίως δρύπη (γένος *Prasium*).

Η επικονίαση των φυτών επιτυγχάνεται με τα έντομα. Η οικογένεια *Lamiaceae* περιλαμβάνει φυτά αρωματικά, μελισσοκομικά, αρτυματικά, πλούσια σε αιθέρια έλαια αλκοολικής, φαινολικής, τερπενικής, κετονικής ή αλδεϋδικής σύστασης. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται ως στομαχικά, αντισπασμωδικά, αντισπασμωδικά, διουρητικά ή καθαρτικά. Τέλος, πολλά σπέρματα φυτών περιέχουν δεινικές ουσίες, κόμμεα ή φυτικές βλενώδεις ουσίες (Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999; Βαρδακάκης, 1993).

1.2.2 Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά πλούσια σε καρβακρόλη

Τα ονόματα των αρωματικών - φαρμακευτικών φυτών της καθομιλουμένης (κοινά-εμπορίου) πολλές φορές συγχέονται, ενώ ορισμένες των περιπτώσεων δεν αντιστοιχούν στην επίσημη επιστημονική ονομασία. Το αιθέριο έλαιο μπορεί να παραλαμβάνεται από διαφορετικό αριθμό ειδών του ίδιου γένους, αλλά οι ιδιότητές του να είναι πολύ διαφορετικές λόγω της χημικής του σύστασης. Έτσι, κάποιο είδος ενδεχομένως να διακρίνεται περισσότερο για τις θεραπευτικές του ιδιότητες από ότι ένα άλλο (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα για τη λεκάνη της Μεσογείου, το γένος *Thymbra* (Syn: *Thymus*). Η σχέση αλληλεπίδραση περιβάλλοντος – χημειοταξινόμηση, φαίνεται πολύ ενδιαφέρουσα. Αρκετές μελέτες σε πολλά είδη του γένους, αλλά και εντός των ειδών, έδειξαν την προσαρμοστικότητα του φυτού βάσει της οποίας εξαπλώθηκε σχεδόν σε όλη την Ευρώπη, στην οποία οφείλεται και ο πολυμορφισμός και οι σημαντικές διαφορές στη σύσταση των αιθέριων ελαίων του. Τα είδη που απαντώνται στη Δ. Ευρώπη έχουν αιθέριο έλαιο με κύριο συστατικό την 1-8 κινεόλη, ενώ στις ξηρές περιοχές της ΝΑ Ευρώπης φαίνεται ότι κυριαρχούν είδη με βασικά συστατικά την καρβακρόλη και τη θυμόλη. Όπου επικρατούν κατά κανόνα χαμηλές θερμοκρασίες στα είδη του γένους *Thymbra* υπάρχει η γερανιόλη, ενώ σε περιοχές με πιο ήπιο χειμώνα κύριο συστατικό είναι η τερπινεόλη. Τέλος, σε μέρη με υγρό κλίμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, λόγω χάρη κοντά στον Ατλαντικό, τα διάφορα είδη θυμαριού χαρακτηρίζονται από την ισχυρή παρουσία της λιναλοόλης. Όπως είναι φυσικό, τα παραπάνω δεδομένα φανερώνουν την φυσιολογική προσαρμοστικότητα των φυτών του συγκεκριμένου γένους στις διάφορες κλιματικές συνθήκες (Tetenyi, 1992).

Το πιο κλασικό παράδειγμα ενός αιθέριου ελαίου με διαφορετικούς χημειοτύπους εντός του ίδιου βοτανικού είδους, είναι και εδώ του θυμαριού. Είναι σημαντικές οι διαφορές στη χημική σύστασή τους, πράγμα που αντικατοπτρίζεται και στο άρωμά τους. Υπάρχουν τουλάχιστον έξι χημειότυποι σε αυτό το είδος. Δύο που περιέχουν κυρίως φαινόλες (κόκκινα θυμαρέλαια), και συγκεκριμένα καρβακρόλη και θυμόλη ως κυρίαρχα συστατικά, ενώ τα άλλα χαρακτηρίζονται από ισχυρή παρουσία μιας αλκοόλης (γλυκά θυμαρέλαια), και συγκεκριμένα αυτή μπορεί να είναι: λιναλοόλη, γερανιόλη, θουγιανόλη ή τερπιν-4-όλη (De Lisi *et al.*, 2011). Ένα άλλο παράδειγμα αποτελεί το είδος *S.officinalis*, το γνωστό σε όλους φασκόμηλο. Θεωρείται από ορισμένους ως τοξικό, και αυτό οφείλεται στο γεγονός της ισχυρής παρουσίας θουγιόνης που σε αρκετές των περιπτώσεων φτάνει έως και το 60%. Απ'

την άλλη μεριά όμως, υπάρχουν και είδη όπως το *S.triloba* με χαμηλές ποσοστιαίες περιεκτικότητες σε θυγιόνη (Katsiotis *et al.*, 1984).

Αρκετές γενετικές αναλύσεις επιβεβαιώνουν την κληρονομικότητα βιοσυνθετικών οδών μέσω των οποίων σχηματίζονται αιθέρια έλαια συγκεκριμένης σύστασης εντός των φυτών. Αυτές οι διαφορές εντός των ειδών είναι στενά συνδεδεμένες και με κυτταρολογικές, οικολογικές ή τοπογραφικές συνθήκες. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα όπου το ίδιο είδος που φύτευται σε διαφορετικές γεωγραφικά περιοχές, έχει διαφορετική σύσταση. Έχει καταγραφεί ότι για περίπου 130 γένη, σε περισσότερα από 400 είδη υπάρχουν χημικές διαφορές εντός του ίδιου είδους. Ο όρος χημειότυπος (chemotype), εκφράζει τις εξατομικευμένες διαφορές ως προς τη χημική σύσταση μεταξύ των φυτών. Εάν η χημική διαφοροποίηση είναι αποτέλεσμα βελτίωσης, τότε μπορεί να ειπωθεί ως καινούρια χημειοποικιλία (chemocultivar). Λόγω του ότι πολλές χημειοποικιλίες φυτών παράγουν έλαια μεγάλης οικονομικής σημασίας, είναι προφανής η σημασία του προσδιορισμού και ταξινόμησής τους για βελτιωτικούς σκοπούς (Tetenyi, 1992).

Είναι επιβεβλημένο λοιπόν, οι αξιόλογες αυτές διαφορές στη χημική σύσταση των ελαίων μεταξύ ή/και εντός των φυτικών ειδών πρωτίστως να επαληθεύονται και γενετικώς πριν από κάποια επίσημη δημοσίευση.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία υπάρχουν τουλάχιστον 61 είδη (17 γένη και 6 οικογένειες), στα οποία αναφέρονται με τον όρο «ρίγανη». Η οικογένεια *Lamiaceae* αναφέρεται ως η πιο σημαντική καθώς περιέχει το γένος *Origanum*, στο οποίο περιλαμβάνονται τα πιο γνωστά φυτά ρίγανης (Makri, 2002). Ο όρος «ρίγανη» αναφέρεται κυρίως στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του αρώματος και της γεύσης, που έχουν κάποια φυτά των οποίων το αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά καρβακρόλης (Kokkini *et al.*, 2003). Σε παγκόσμιο επίπεδο, τέσσερα φυτικά είδη χρησιμοποιούνται κυρίως υπό αυτήν την ονομασία: η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare subsp. hirtum*), η Ισπανική ρίγανη (*Coridothymus capitatus* L.), η Τούρκικη ρίγανη (*Origanum onites* L.) και η Μεξικάνικη ρίγανη (*Lippia graveolens*) (Lawrence, 1984).

Σε εκτεταμένες έρευνες στην Ελλάδα από τις Kokkini & Vokou (1989) αναγνωρίστηκαν τέσσερα είδη «ρίγανης» πλούσια σε καρβακρόλη, το *Thymbra capitata*, *Satureja thymbra*, *Origanum onites* και *Origanum vulgare*. Τα ίδια είδη, τα οποία είναι ευρέως γνωστά και στη γειτονική Τουρκία, χρησιμοποιούνται υπό την εμπορική ονομασία «Kekik» και θεωρούνται πλούσια σε καρβακρόλη (Kirimer, 1995).

1.3 Βοτανική και Γεωγραφική Εξάπλωση των μελετούμενων ειδών

1.3.1 *Origanum vulgare ssp. hirtum* (Link) Ietswaart



Εικόνα 1.1 *Origanum vulgare ssp. hirtum* (κ. Ελληνική ρίγανη)

Η ελληνική ρίγανη είναι από τα πλέον σημαντικά είδη του φρυγανικού οικοσυστήματος της Μεσογείου. Χαρακτηρίζεται από ευρεία εξάπλωση σε χώρες όπως η Ελλάδα, η Κύπρος, η Τουρκία, η Ιταλία, η Αλβανία και το Ισραήλ. Αυτοφύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως και σε υψόμετρο 1500 μέτρα (Kokkini *et al.*, 2004).

Το υποείδος *O.vulgare ssp. hirtum* είναι πολυετής αρωματικός θάμνος, όρθιας ανάπτυξης και το ύψος του κυμαίνεται συνήθως από 30 – 80 εκατοστά. Η ελληνική ρίγανη είναι φυτό μακράς φωτοπεριόδου (Long Day, LD), με τιμές άνω των 12 ωρών να δημιουργούν εύρωστα και πυκνόφυλλα φυτά (Marzi, 1996). Οι βλαστοί του είναι όρθιας ανάπτυξης, τετραγωνικοί και καλά διακλαδιζόμενοι. Τα φύλλα είναι σχετικά μικρά σε σύγκριση με τα αντίστοιχα του είδους *O.onites*, με το μήκος τους να κυμαίνεται από 1,5 – 2,5 εκατοστά. Είναι αντίθετα, έμμισχα, ωοειδούς σχήματος και τριχωτά κυρίως στην άνω επιφάνειά τους. Το χρώμα τους είναι γκριζοπράσινο, ενώ λόγω των αδενικών ή μη τριχιδίων τους είναι υπεύθυνα για τη χαρακτηριστική μυρωδιά του είδους. Τα άνθη διατάσσονται σε σύνθετη λευκή ταξιανθία από μικρούς σπονδυλωτούς στάχεις που περιβάλλουν συνήθως το 1/3 του ανθοφόρου στελέχους (Δόρδας, 2012). Τα άνθη είναι μικρού μεγέθους και αποτελούνται από δίχειλη, συμπέταλη στεφάνη και από σωληνοειδή κάλυκα με πέντε οδόντες. Η έναρξη της ανθοφορίας λαμβάνει χώρα από τέλη Μαΐου – αρχές Ιουνίου, ενώ μπορεί να διαρκέσει έως και το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουλίου. Οι σπόροι του είδους *O.vulgare ssp. hirtum* είναι μικρού μεγέθους, και συγκεκριμένα μικρότεροι του 1 χιλιοστού. Είναι λείοι, ελλειψοειδούς σχήματος και χρώματος καφέ.

Η ελληνική ρίγανη αυτοφύεται από πλούσια έως και άγονα πετρώδη εδάφη, παρόλο που το συγκεκριμένο υποείδος προτιμά τα καλά αποστραγγιζόμενα και ασχεστούχα. Είναι ανθεκτική στη ξηρασία, με ένα άριστο εύρος θερμοκρασιών ανάπτυξης που κυμαίνεται από 18 – 22 °C. Για ικανοποιητική απόδοση σε φυτική δρόγη και αιθέριο έλαιο, συνιστάται η

καλλιέργειά της σε ημιορεινές, ξηρές και ηλιόλουστες περιοχές με δροσερό καλοκαίρι. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο, παραφυάδες καθώς και με μοσχεύματα από μητρική φυτεία (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013). Η φύτευση των τελευταίων μπορεί να λάβει χώρα στον αγρό την άνοιξη ή το φθινόπωρο, ανάλογα με τη περιοχή. Συνήθως δεν προσβάλλεται από μύκητες και έντομα.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το υπέργειο τμήμα του φυτού ξερένεται, ενώ το υπόγειο διατηρείται και αναβλαστάνει την άνοιξη. Συνήθως παρατηρείται παραλλακτικότητα μεταξύ ή ακόμα και στους ίδιους ανθοφόρους βλαστούς, με τα άνθη να μην ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι, μπορεί το κάτω μέρος του στάχου να φέρει σπόρους, ενώ το πάνω μέρος να βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της πλήρους άνθισης (Kokkini et al., 2003). Φύλλα και κάλυτες ξεχωρίζουν για τα εμφανή –ακόμα και με γυμνό μάτι- αδενικά τριχίδια που είναι αποκλειστικά υπεύθυνα για τη βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου (Δόρδας, 2012).

Κατά τους Fleisher & Sneer (1982), η ελληνική ρίγανη είναι η καλύτερη στον κόσμο. Η διάκριση αυτή οφείλεται στο γεγονός της ύπαρξης δύο φαινολικών τερπενίων, της καρβακρόλης και της θυμόλης. Σε αντίστοιχη μελέτη τους κατέληξαν ότι τα έλαια είναι κυρίως δυο τύπων: α) τύπου καρβακρόλης (>65%) και β) τύπου θυμόλης (>60-65%). Μορφολογικά οι δυο χημειότυποι δε διαφέρουν, παρά μόνο στη μυρωδιά. Το αιθέριο έλαιο της παίζει σημαντικό ρόλο στη Βιομηχανία Τροφίμων, αφ' ενός για τη βελτίωση ορισμένων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και αφ' ετέρου για την προστασία τους για τυχόν αλλοιώσεις. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω της αντιμικροβιακής και αντιμυκητιακής του δράσης, ενώ η τελευταία φαίνεται να ενισχύεται όταν τα επίπεδα της καρβακρόλης είναι υψηλά (Colin et al., 1989; Aligiannis et al., 2001). Είναι και αυτό το υποείδος μελισσοτροφικό φυτό, ενώ το ριγανέλαιο του χρησιμοποιείται ως συστατικό διατροφής των ζώων (Bampidis et al., 2005b). Θα πρέπει κλείνοντας να επισημανθεί, ότι τα τελευταία χρόνια το βιολογικό ελληνικό ριγανέλαιο έχει εισέλθει δυναμικά στη Βιομηχανία Τροφίμων λόγω της υψηλής ποσοστιαίας περιεκτικότητάς του σε καρβακρόλη (>78%), με τις τιμές του οποίου να φτάνουν σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι και 130€/κιλό (Κατιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

1.3.2 *Origanum onites* L.

Είναι είδος του φρυγανικού οικοσυστήματος της ΝΑ Ευρώπης, της Τουρκίας και της Συρίας (Makri, 2002). Σύμφωνα με τους Skoula & Harborne (2002) η εξάπλωση τους είδους είναι περιορισμένη σε ορισμένες περιοχές της ανατολικής Μεσογείου. Το είδος βρίσκεται σε αφθονία σε αρκετά νησιά του Αιγαίου και εκτείνεται έως την δυτική και νότια Τουρκία



Εικόνα 1.2 *Origanum onites* (κ. νησιώτικη ρίγανη)

(Kokkini *et al.*, 2003). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως και σε υψόμετρο 1400 μέτρων (Kokkini *et al.*, 2004).

Είναι πολυετής αρωματικός θάμνος, που μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και τα 50 εκατοστά. Η νησιώτικη ρίγανη είναι φυτό μακράς φωτοπεριόδου (LD), με τιμές άνω των 12 ωρών να δημιουργούν εύρωστα και πυκνόφυλλα φυτά (Marzi, 1996). Βλαστοί και φύλλα είναι χνουδωτά, καλυπτόμενα από πυκνά ευδιάκριτα αδενικά λέπια καθώς και από κοντές αδενικές τρίχες. Οι βλαστοί είναι όρθιας ανάπτυξης ή και μερικές φορές αναμπτώμενοι και καλά διακλαδιζόμενοι. Τα μεγάλα φύλλα κυμαίνονται από 10-20 x 5-12 χιλιοστά και είναι δύο ανά σπόνδυλο, ελλειψοειδή έως ευρέως ωοειδή. Τα όριά τους χαρακτηρίζονται ακέραια ή με οξεία οδόντωση, ενώ οι διαστάσεις των μίσχων τους κυμαίνονται από 2-5 χιλιοστά. Τα μικρά φύλλα είναι πολυάριθμα στο σπόνδυλο με διαστάσεις από 3-6 x 2-4 χιλιοστά, ενώ συνήθως είναι άμισχα. Χαρακτηρίζονται και αυτά με τη σειρά τους ως ακέραια. Η *O.onites* ξεχωρίζει από την λευκή ταξιανθία της η οποία αποτελείται από στάχεις κατανεμημένους σε ψευδοκόρυμβο στην κορυφή του βλαστού, σε σύγκριση με την αντίστοιχη του υποείδους *O.vulgare ssp. hirtum* (Kokkini *et al.*, 2003). Οι διαστάσεις των βρακτείων φύλλων κυμαίνονται από 2,5-3 x 2-3 χιλιοστά, ενώ είναι ελλειψοειδή έως ευρέως ωοειδή, άμισχα και κεραμιδοειδώς επικαλυπτόμενα. Αποτελείται από μονόχειλο καλύκα τις τάξεως των 2-2,5 χιλιοστών, ακέραιου ή αμυδρά οδοντωτού σχήματος και βλεφαριδωτού χείλους (Κουτσός, 2006). Διακρίνεται για τη λευκή δίχειλη στεφάνη της, με δύο λοβούς στο άνω και τρεις στο κάτω χείλος και με τις διαστάσεις να κυμαίνονται από 2,4 - 4 χιλιοστά. Η έναρξη της ανθοφορίας λαμβάνει χώρα στις αρχές – μέσα Μαΐου, ενώ μπορεί να διαρκέσει έως και το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο, παραφυάδες καθώς και με μοσχεύματα από μητρική φυτεία. Οι σπόροι του είδους *O.onites* είναι μικρού μεγέθους, και συγκεκριμένα μικρότεροι του 1 χιλιοστού. Είναι λείοι, ελλειψοειδούς σχήματος και χρώματος καφέ.

Οι ανθοφόροι και κατόπιν καρποφόροι βλαστοί, ξηραίνονται, αλλά στις αρχές του φθινοπώρου τα φυτά εκπτύσσουν νέους έρποντες βλαστούς οι οποίοι συνήθως μένουν πράσινοι όλο το χειμώνα έως την επόμενη άνοιξη, αποταμιεύοντας έτσι θρεπτικές ουσίες στο ριζικό τους σύστημα που θα χρησιμοποιηθούν στην μετέπειτα ανάπτυξη του φυτού. Οι

στάχεις σε κάθε ταξιανθία δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι, ενώ οι κάτω στάχεις του ανθοφόρου στελέχους έχουν ώριμους σπόρους, οι επάνω μπορεί να είναι ακόμη στο στάδιο της ανθοφορίας (Gonouz & Ozorgucu, 1998).

Έχει σχετικά υψηλές αποδόσεις αιθέριου ελαίου με ποσοστά της τάξεως των 1,8 – 4,5% (v/w), ενώ τα αντίστοιχα της καρβακρόλης κυμαίνονται από 51 – 84% (v/v). Το αιθέριο έλαιο της παίζει σημαντικό ρόλο στη Βιομηχανία Τροφίμων, αφ' ενός για τη βελτίωση ορισμένων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και αφ' ετέρου για την προστασία τους για τυχόν αλλοιώσεις. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω της αντιμικροβιακής και αντιμυκητιακής του δράσης, ενώ η τελευταία φαίνεται να ενισχύεται όταν τα επίπεδα της καρβακρόλης είναι υψηλά (Colin *et al.*, 1989; Aligiannis *et al.*, 2001). Αποτελεί και αυτό με τη σειρά του μελισσοτροφικό φυτό, ενώ το ριγανέλαιο του χρησιμοποιείται και ως συστατικό της διατροφής των ζώων (Bampidis *et al.*, 2005b).

1.3.3 *Origanum x intercedens*

Το είδος *Origanum x intercedens* είναι ένα υβρίδιο που δημιουργήθηκε στη φύση με τη σταυρεπικονίαση των ειδών *Origanum vulgare ssp. hirtum* και της *Origanum onites*.



Εικόνα 1.3 *Origanum x intercedens*

Η *O. x intercedens* έχει βρεθεί στην Εύβοια (Rechinger 1961), τη Λέσβο, τη Μύκονο, τη Νίσυρο (Kokkini & Vokou, 1993) καθώς και στη Δυτική, Ανατολική και Κεντρική Κρήτη (Gounaris *et al.*, 2002, Καρούσου, 1995, Skoula *et al.*, 1999). Φύεται σε αειθαλείς μεσογειακούς θαμνώνες, φρύγανα, ελαιώνες ή ασβεστολιθικές βραχώδεις θέσεις σε υψόμετρα 100-400 μέτρα. Στις περισσότερες περιπτώσεις λίγα, υβριδικής προελεύσεως, άτομα εντοπίστηκαν σε μικτούς πληθυσμούς των γονικών taxa. Εξαίρεση αποτελούν η Νίσυρος, όπου η *O. x intercedens* βρέθηκε ανάμεσα σε πληθυσμό *O.onites* και η Μύκονο, όπου το υβρίδιο

εντοπίστηκε ανάμεσα σε άτομα *O. vulgare ssp. hirtum*.

Στα νησιά αυτά το δεύτερο από τα γονικά taxa δεν έχει αναφερθεί. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί είτε στην εξαφάνιση του ενός γονέα ή, πιθανότερα, στην έλλειψη πληροφορίας σχετικά με την παρουσία των γονικών ειδών.

Η *O. x intercedens* είναι πολυετής αρωματικός θάμνος, όρθιας ανάπτυξης και το ύψος του κυμαίνεται συνήθως από 30 – 80 εκατοστά. Τα φύλλα είναι σχετικά μικρά σε σύγκριση με αυτά της *O. vulgare ssp. hirtum* με έντονες νευρώσεις στην κατω επιφάνεια του φύλλου. Είναι αντίθετα, έμμισχα, ωοειδούς σχήματος και τριχωτά κυρίως στην άνω επιφάνειά τους. Η ταξιανθία είναι βοτρυοειδής, παρόμοια με εκείνη της ελληνικής ρίγανης με τη διαφορά ότι οι στάχεις της ταξιανθίας είναι πιο επιμήκης από τους αντίστοιχους της *O. vulgare ssp. hirtum*, συχνά φέρει τρίχωμα παρόμοιο με αυτό της *O. onites*. οι κάλυκες είναι δίχειλοι, με τρεις οδόντες στο ανώτερο χείλος και δυο στο κατώτερο. Η έναρξη της ανθοφορίας λαμβάνει χώρα από τέλη Μαΐου – αρχές Ιουνίου, ενώ μπορεί να διαρκέσει μέχρι αρχές Ιουλίου.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το υπέργειο τμήμα του φυτού ξερένεται, ενώ το υπόγειο διατηρείται και αναβλαστάνει την άνοιξη. Συνήθως παρατηρείται παραλλακτικότητα μεταξύ ή ακόμα και στους ίδιους ανθοφόρους βλαστούς, με τα άνθη να μην ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι, μπορεί το κάτω μέρος του στάχου να φέρει σπόρους, ενώ το πάνω μέρος να βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της πλήρους άνθισης (Kokkini *et al.*, 2003). Φύλλα και κάλυκες ξεχωρίζουν για τα εμφανή – ακόμα και με γυμνό μάτι - αδενικά τριχίδια που είναι αποκλειστικά υπεύθυνα για τη βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου (Δόρδας, 2012).

Η εκατοστιαία απόδοση του υβριδίου σε αιθέριο έλαιο βρίσκεται ανάμεσα στα γονικά του είδη πλησιάζοντας περισσότερο την ελληνική ρίγανη (*O. vulgare ssp. hirtum*) με ποσοστά από 4,5 – 7,25 % (Gounaris Y. *et al.*, 2002). Όσον αφορά τις περιεχόμενες ουσίες του αιθέριου ελαίου, η *Origanum x intercedens* θεωρείται υψηλής ποιότητας έλαιο εξαιτίας την υψηλής περιεκτικότητας σε καρβακρόλη (Bosabalidis A. *et al.*, 1997) που μπορεί να φτάσει και το 97% σε ορισμένες περιπτώσεις.

1.4 Η Καλλιέργεια των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

1.4.1 Κλιματικές απαιτήσεις

Η γνώση ανάπτυξης των φυτών έχει θεμελιώδη σημασία, αφού άλλα είδη ευδοκιμούν μόνο σε ορισμένες κλιματικές συνθήκες και άλλα είναι περισσότερο ανθεκτικά σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες. Το υψόμετρο και το γεωγραφικό πλάτος μιας περιοχής έχουν αρκετές φορές καθοριστική σημασία στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.

Αρκετά από τα αυτοφυή φυτά της χλωρίδας ευδοκιμούν τόσο σε ζεστές όσο και σε ψυχρές περιοχές ενώ υπάρχουν και αρωματικά φυτά που είναι ευαίσθητα σε χαμηλές θερμοκρασίες, όπως το γιασεμί, το κύμινο, η λεβάντα, η μαντζουράνα και τα εσπεριδοειδή.

Για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά σημαντικό ρόλο στη 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 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 δύο 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).

Αναντίρρητα, για την πλειονότητα των αρωματικών φυτών κρίνεται πρόσφορο το έδαφος με μέση σύσταση και καλή αποστράγγιση, η οξύτητα του οποίου και η γονιμότητα δύναται να επηρεάσουν τις καλλιέργειες ως προς τις ανάγκες για πότισμα (Γκόλιαρης, 1992).

1.4.2 Πολλαπλασιασμός

Τα αρωματικά φυτά ανάλογα με το είδος τους, μπορούν να πολλαπλασιαστούν εγγενώς δηλαδή με σπόρο ή αγενώς δηλαδή με μοσχεύματα, παραφυάδες και ριζώματα ή και με τους δυο τρόπους (Σκρουμπής, 1998, Ody P., 1993).

1.4.2.1 Εγγενής πολλαπλασιασμός

Ο εγγενής πολλαπλασιασμός γίνεται με σπορά στο σπορείο ή απευθείας στο χωράφι και χρησιμοποιείται σπάνια, μόνο για είδη που πολλαπλασιάζονται δύσκολα αγενώς. Η περιορισμένη χρήση του εγγενούς πολλαπλασιασμού που παρατηρείται στα αρωματικά φυτά οφείλεται στο γεγονός ότι δεν έχουν μελετηθεί και βελτιωθεί όπως τα άλλα καλλιεργούμενα φυτά με αποτέλεσμα η χρήση σπόρου να έχει ως συνέπεια φυτείες με ανομοιόμορφα φυτά. Στα προαναφερόμενα αξίζει να σημειωθεί ότι το συγκομιζόμενο προϊόν δεν παρουσιάζει σταθερές ιδιότητες τόσο ως προς τα εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά όσο και ως προς την περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια. Σύμφωνα με τους παραπάνω λόγους συνίσταται η προμήθεια σπόρου να γίνεται από εξειδικευμένες σποροπαραγωγικές επιχειρήσεις όταν αυτό είναι δυνατό ή ακόμα και από την ίδια την καλλιέργεια. Συμπερασματικά, η απευθείας σπορά στο χωράφι απαιτεί λιγότερη εργασία, απ'ότι η σπορά στο σπορείο.

1.4.2.2 Αγενής πολλαπλασιασμός

Πρόκειται για τη μέθοδο εκείνη που εφαρμόζεται αρκετά συχνά στα αρωματικά φυτά γιατί τις περισσότερες φορές είναι πιο εύκολη και οικονομική απ' ό τι ο πολλαπλασιασμός με σπόρο και, επιπλέον, δίνει τη δυνατότητα λήψης φυτών τελείως ίδια με το μητρικό. Συνηθέστεροι τρόποι αγενούς πολλαπλασιασμού που εφαρμόζονται είναι (Κουτσός, 2006; Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010):

- η χρήση παραφυάδων
- η διαίρεση φυτών
- τα μοσχεύματα
- ο μικροπολλαπλασιασμός

Οι Putievsky *et al.* (1997) θεωρούν ότι, λόγω του μικρού μεγέθους των σπόρων των φυτών «ρίγανης» και της μικρής βλαστικής ικανότητας του αυτοφυούς γενετικού υλικού (Putievsky, 1983), ο καταλληλότερος τρόπος πολλαπλασιασμού φυτών «ρίγανης» είναι η δημιουργία μοσχευμάτων σύμφωνα με τις εργασίες των Kuris *et al.* (1980) και Kuris *et al.* (1981). Σύμφωνα με τον Baricevic (1997) λόγω της μεγάλης μορφολογικής και χημικής παραλλακτικότητας, ο καλύτερος τρόπος για γρήγορο και οικονομικό πολλαπλασιασμό της *O. vulgare* είναι ο μικροπολλαπλασιασμός.

1.4.3 Τεχνικός σχεδιασμός για την εγκατάσταση και την καλλιέργεια των ΦΑΦ

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:

1.4.3.1 Προετοιμασία αγρού

Η προετοιμασία του εδάφους αποσκοπεί στο να βελτιστοποιήσει την κλίση του εδάφους, να προετοιμάσει το έδαφος για την εγκατάσταση της καλλιέργειας με όποιον τρόπο και να γίνει (σπορά, φύτευση φυταρίων, ριζωμάτων κ.ά.). 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).

1.4.3.2 Εγκατάσταση φυτείας

Η καταλληλότερη εποχή για την εγκατάσταση της καλλιέργειας των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι 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 εκατοστά μεταξύ των γραμμών και 30 – 40 εκατοστά επί της γραμμής, τόσο στην *O.onites* όσο και στην *O. hirtum* (Κουτσός, 2006; Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010).

1.4.3.3 Έλεγχος ζιζανίων

Η καταπολέμηση των ζιζανίων 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 ανάπτυξή 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 σοκ του καψαλίσματος. Ο τρόπος αυτός δε βρήκε εφαρμογή στη χώρα μας. Θα μπορούσε ίσως να εφαρμοστεί σε καλλιέργεια δάφνης, λεβάντας κ.ά.. Ο πιο κλασικός τρόπος είναι τα σκαλίσματα τα οποία επειδή ανεβάζουν το κόστος παραγωγής στρέφουν τις προσπάθειες στην εξερεύνηση 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.

1.4.3.4 Συγκομιδή των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Κατά την ειδική περίοδο ωρίμανσης τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά συγκομίζονται όταν αυτά 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 ανάλυσή 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 χειρονακτική συγκομιδή περιορίζεται μόνο σε πολύ μικρούς κλήρους (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

1.4.3.5 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 συνέπεια 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 παράγεται από γεννήτριες. Χρησιμοποιείται σε βιομηχανικό επίπεδο όπου, όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι γύρω στους 50 °C, τότε η ξήρανση διαρκεί 26 – 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 Χρήσεις των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Οι κύριες χρήσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και των αιθερίων ελαίων ή άλλων βιοδραστικών συστατικών που παραλαμβάνονται από αυτά είναι (Κατσιώτης & Χαντζόπουλος, 2010):

- Στην μαγειρική σαν φρέσκα ή αποξηραμένα αρτύματα, βότανα, καρκεύματα και μπαχαρικά.
- 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.
- Στη ζαχαροπλαστική, την ποτοποιία και τη βιομηχανία τροφίμων σαν αρωματικά, βελτιωτικά.
- Στην ιατρική και την κτηνιατρική σαν συστατικά σκευασμάτων.
- Στη γεωργία σαν φυσικά προστατευτικά.

Οι ευεργετικές δράσεις των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών φαίνεται να αποδίδονται στα φαινολικά συστατικά των αιθερίων 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 τη θεραπεία γαστρεντερολογικών διαταραχών και του βήχα. Τα αιθέρια έλαια αυτού του φυτού βρέθηκε να είναι πλούσια σε γ-τερπινένιο και αρωματικά μονοτερπένια (Baser & Tumen, 1992). Φαίνεται λοιπόν ότι τα αιθέρια έλαια των φυτών και ιδιαίτερα αυτά που είναι πλούσια σε καρβακρόλη έχουν μια σειρά από ευεργετικές βιολογικές και φαρμακευτικές δράσεις, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια.

1.5.1 Αντιμυκητιακή δράση

Η αντιμυκητιακή δράση των αιθερίων ελαίων σχετίζεται άμεσα με τον τύπο του ελαίου, δηλαδή από τα συστατικά που περιέχει και την συγκέντρωσή τους (Deans & Svoboda, 1990; Thompson, 1990; Biondi *et al.*, 1993). Πιστεύεται ότι το πιο πιθανό αντιμικροβιακό 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 τους οποίους το αιθέριο έλαιο της *O.onites* πλούσιο σε καρβακρόλη, παρουσίασε μεγαλύτερη πιθανή αντιμυκητιακή δράση κατά των *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* και *Fusarium spp.* σε σχέση με αιθέριο έλαιο που περιείχε κατά κύριο λόγο γ-τερπινένιο και τερπινέν-4-ολη. Οι Daferera *et al.* (2000) αναφέρουν επίσης ότι τα φαινολικά συστατικά των αιθερίων 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 αιθερίων ελαίων φαίνεται να έχουν ανασταλτική δράση στη σποροποίηση ζυμών λόγω της εξάντλησης της κυτταρικής ενέργειας, η οποία προκαλείται από τη μείωση της αναπνοής. Αναφέρεται ότι το αιθέριο έλαιο ρίγανης μείωσε την αναπνευστική δραστηριότητα του *Saccharomyces cerevisiae*, καθώς παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής CO₂ και αιθανόλης (Conner *et al.*, 1984).

1.5.2 Αντιβακτηριακή δράση

Όμοια με την αντιμυκητιακή, η αντιβακτηριακή δράση των αιθερίων ελαίων των φυτών *Origanum vulgare ssp. 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; Siviropoulou *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 *Salmonella hadar* (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 στη φαινολική δομή φαίνεται να επηρεάζει την αντιμικροβιακή δράση των ελαίων (Dorman & Deans, 2000).

1.5.3 Αντιοξειδωτική δράση

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν σχετικά λίγες πληροφορίες για τους μηχανισμούς που προκαλούν αντιοξειδωτική δράση, ωστόσο τα φαινορικά συστατικά των ελαίων είναι αυτά που αναφέρονται συχνότερα ως υπεύθυνα για αυτή τη δράση (Madsen *et al.*, 1997; Moure *et al.*, 2001). Οι Moure *et al.* (2001) αναφέρουν ότι 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 τη 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.

1.5.4 Εντομοκτόνος, νηματοδοκτόνος και ζιζανιοκτόνος δράση

Τα ανώτερα φυτά και ιδιαίτερα τα αρωματικά και φαρμακευτικά, αποτελούν μια δυνητική πηγή καινούριων εντομοκτόνων. Αρκετά φυσικά συστατικά από διάφορα αρωματικά φυτά (ροτενόνη, πιρεθρίνη κ.ά.) διατίθενται ήδη στην αγορά (Barisevic & Bartol, 2002). Ανάμεσα στα διάφορα 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 (Barisevic *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, έλαιο *Origanum syriacum* παρουσίασε υψηλή καπνιστική δράση απέναντι στα θηλυκά των *Aphis gossypii* και *Tetranychus cinnabarinus* (Tuns & Sahinkaya, 1998).

Η ανθεκτικότητα και η 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 για τις καλλιέργειες για τις οποίες δεν υπάρχουν νηματοδοκτόνα 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 πειράματά τους ανέμειξαν 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 αιθερίων 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 στη βλάστηση σπόρων σιταριού και βλήτου. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Kotoulas *et al.* (2009) για τα αιθέρια έλαια των φυτών τύπου καρβακρόλης (*S.thymbra*, *O.hirtum*, *O.onites* και *C.capitatus*), τα οποία φαίνεται να παρεμποδίζουν την βλάστηση και την ανάπτυξη σπόρων αγριοβρώμης.

1.6 Αιθέρια Έλαια

Ως αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά, τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν δια αποστάξεως, εκπίεσεως 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 (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Σύμφωνα με το Σαρλή (1994) 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 του 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.

Η ποιότητα καλλιεργούμενων φυτών «ρίγανης» καθορίζεται κυρίως από την εκατοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και από την σύσταση αυτού. Οι δυο 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). 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 (Novak *et al.*, 2003).

1.6.1 Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στα φυτά

Τα μονοτερπένια και σισκίτερπένια ανέκαθεν θεωρούνταν ως μη λειτουργικά «άχρηστα μεταβολικά προϊόντα» (Paech, 1950; Sandermann, 1962). Παρόλα αυτά, μελέτες κατά τα τελευταία χρόνια έδειξαν ότι μπορούν να παίζουν διάφορους και σημαντικούς ρόλους, ως ενδιάμεσα των αλληλεπιδράσεων των φυτών με το περιβάλλον τους (Croteau, 1992). Για παράδειγμα τα μονοτερπένια 1,8 κινεόλη και καμφορά, έχει αποδειχθεί ότι αναστέλλουν το φύτρωμα και την ανάπτυξη των ανταγωνιστών εκδηλώνοντας με τον τρόπο αυτό φαινόμενα αλληλοπάθειας (Kelsey *et al.*, 1984). Οι Κατσιώτης & Χαντζοπούλου (2010) αναφέρουν ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες γενικά χρησιμεύουν στα φυτά ως μέσα προσαρμογής στις διακυμάνσεις των συνθηκών θερμοκρασίας και του φωτός (αντιοξειδωτικά), των συνθηκών καταπόνησης, μόλυνσης ή κατά των φυτοφάγων ζώων.

Όσον αφορά τη σχέση φυτών – ζώων αυτή φαίνεται να εκδηλώνεται με δύο τρόπους:

- α) προσέλκυση των ζώων που συντελούν στην επικονίαση και ως μέσα διασποράς των σπόρων (Kullenberg & Bergstrom, 1975)
- β) μηχανισμοί άμυνας εναντίων των φυτοφάγων ζώων. Πολλά κατώτερα τερπένια πααρουσιάζουν απωθητική και αντιτροφική δράση σε έντομα (Levin, 1973; Levin, 1976) και άλλα φυτοφάγα (Kerpner *et al.*, 1974).

Δεδομένου ότι σήμερα είναι γνωστές εκατοντάδες τέτοιες ουσίες είναι αδύνατο να προσδιοριστεί ο πιθανός ρόλος του κάθε μονοτερπενίου και σεσκιτερπενίου. Συνολικά όμως, 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:

- Προστασία των φυτών από τα έντομα και τα παράσιτα, αφού λόγω του αρώματός τους εμποδίζουν την εγκατάσταση τους στα φυτικά όργανα (Σκρουμπής, 1985; Werker, 1993; Mahmoud & Croteau, 2002)
- Προστασία των φυτών από τις υψηλές θερμοκρασίες διότι εξαιτίας της εξατμίσεώς τους, η θερμοκρασία ελαττώνεται (Σκρουμπής, 1985).

- Η σήψη των φυτικών ιστών αποφεύγεται από το ρητινώδες περιεχόμενο πολλών αιθαιρών φυτών που επιτυγχάνουν να καλύπτουν τις πληγές του φλοιού (Σκρουμπής, 1985).
- Επιτυγχάνεται καλύτερη γονιμοποίηση και διασταύρωση των μη αυτογονιμοποιούμενων φυτών, αφού το άρωμα των ανθέων που διαχέεται στο περιβάλλον προσελκύει τα έντομα (Σκρουμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).
- Επιδρούν στη βλάστηση και εδραίωση άλλων φυτών γύρω τους (Σκρουμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).

Από όλες αυτές τις θεωρίες καμιά δε δίνει σαφή απάντηση για το ρόλο που διαδραματίζουν τα αιθέρια έλαια στα φυτά. Πιθανόν ο ρόλος τους να είναι ο συνδυασμός αυτών που αναφεύθηκαν πιο πάνω (Σκρουμπής, 1985).

1.6.2 Παραγωγή του αιθέριου ελαίου

Όλα τα εναέρια μέρη και κυρίως τα φύλλα των *Lamiaceae* φέρουν μεγάλο αριθμό τριχών οι οποίες μπορεί να είναι αδενώδεις ή μη αδενώδεις.

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).

Υπάρχουν δυο ειδών αδενώδεις τρίχες στα *Lamiaceae*, οι κεφαλοειδείς ή μικρής διάρκειας και οι ασπιδοειδείς ή μακράς διάρκειας. 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 στη δέσμευση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης από το χλωροεγγυματικό μεσόφυλλο και την μεταφορά τους στην βάση των τριχών.

Οι κεφαλοειδείς τρίχες είναι μικρότερες από τις ασπιδοειδείς, (Εικόνα 1.4) εμφανίζονται σε πυκνότερους πληθυσμούς και παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραλλακτικότητα. Υπάρχουν τρεις τύποι κεφαλοειδών τριχών στα *Lamiaceae* (Werker *et al.*, 1985a): ο τύπος I (κοντός) στον οποίο η βάση της τρίχας αποτελείται από ένα κύτταρο, το στέλεχος από 1-2 κύτταρα και η κεφαλή από 1-2 κύτταρα, ο τύπος II (μεσαίος) στον οποίο η βάση της τρίχας αποτελείται από ένα κύτταρο, το στέλεχος από 1-2 κύτταρα και η κεφαλή από 1 κύτταρο και ο τύπος III (μακρύς) στον οποίο η βάση της τρίχας αποτελείται από ένα κύτταρο, το στέλεχος από 2-5 κύτταρα και η κεφαλή από ένα κύτταρο. Ο τύπος που απαντάται πιο συχνά στα *Lamiaceae* είναι ο τύπος I ο οποίος μπορεί να είναι και ο μοναδικός (*Satureja*, *Coridothymus*) ή να συνυπάρχει με τον τύπο II (*Origanum*) (Bosabalidis, 2002). Οι κεφαλοειδείς τρίχες φαίνεται ότι μπορούν να εκκρίνουν είτε αιθέριο έλαιο είτε κολλώδη ουσία (Modenesi *et al.*, 1984; Danilova & Kashina, 1989).



Εικόνα 1.4 Αδενώδης κεφαλωτή τρίχα η οποία περιέχει το αιθέριο έλαιο

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; Bourette *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 παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αιθέριου ελαίου (Maffey *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).

1.6.3 Βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων

Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου των φυτών ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα τερπένια και τα φαινυλ-προπάνια. Τα τερπένια είναι αυτά, τα οποία κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στη σύσταση του αιθέριου ελαίου εμφανιζόμενα σε μεγαλύτερη συχνότητα και αφθονία. Τα φαινυλοπροπάνια, όταν υπάρχουν, προσδίδουν στο έλαιο ιδιαίτερη οσμή και γεύση. Βιογενετικά τα τερπένια και τα φαινυλ-προπάνια προέρχονται από διαφορετικές πρόδρομες ουσίες και παράγονται μέσα από διαφορετικά βιοσυνθετικά μονοπάτια (Sangwan *et al.*, 2001). Τα πιο χαρακτηριστικά, ποικίλα και ίσως αυτά με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι τα μονοτερπένια και τα σεσκιτερπένια (Schery, 1972; Erickson, 1976).

1.6.3.1 Τερπένια των αιθέριων ελαίων φυτών «ρίγανης» και η μοριακή δομή τους

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 τερπινεν-4-όλη και το υδροσαβινένιο (Kokkini *et al.*, 1997; D'Antuono *et al.*, 2000; Skoula & Harborne, 2002).

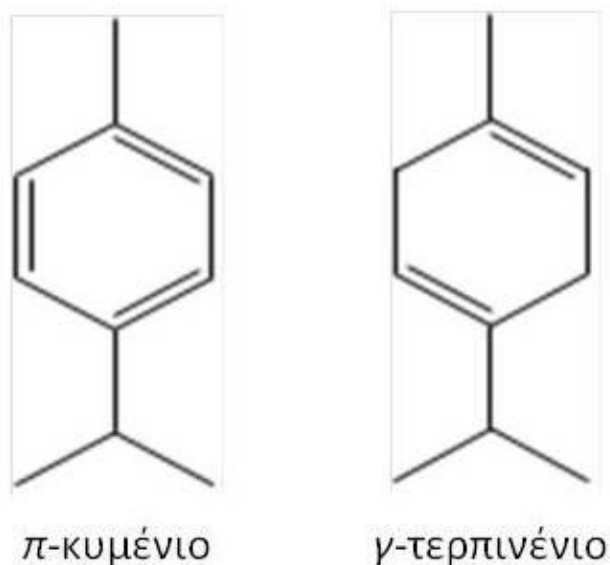
Παρατίθενται παραδείγματα των κυριότερων συστατικών (μονοτερπενίων και σεσκιτερπενίων) των αιθέριων ελαίων και η μοριακή τους δομή:

I. MONOTERPENIA

A. Υδρογονανθρακικά

Το p -κυμένιο είναι μια φυσική αρωματική οργανική ένωση. Είναι ταξινομημένο ως υδρογονάνθρακας σχετικός με τα μονοτερπένια. Η δομή του αποτελείται από ένα βενζολικό δακτύλιο (Ph), στον οποίο στη θέση p πραγματοποιείται αντικατάσταση με μια μεθυλική ομάδα και μια ισοπροπυλική ομάδα. Είναι αδιάλυτο στο νερό, αλλά αναμιγνύεται με την αιθανόλη και τον αιθέρα.

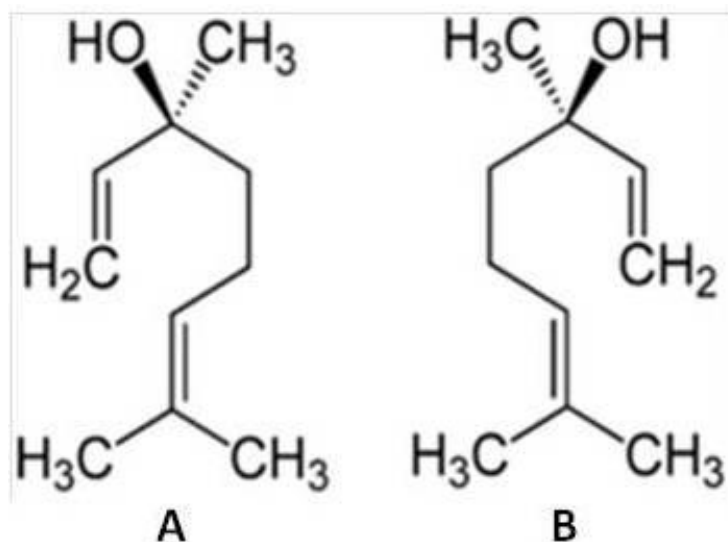
Τα τερπινένια είναι μια ομάδα ισομερών υδρογονανθράκων που είναι ταξινομημένοι και αυτοί στα τερπένια. Το καθένα από αυτά έχει το ίδιο μοριακό πλαίσιο, αλλά διαφέρουν στη θέση των διπλών δεσμών του άνθρακα (C=C). Το α -τερπινένιο απομονώνεται από το αιθέριο έλαιο του κάρδαμου και της μαντζουράνας, αλλά και από άλλες φυσικές πηγές. Το β -τερπινένιο δεν έχει καμία γνωστή φυσική πηγή προέλευσης, αλλά μπορεί να συντεθεί από το σαμπινένιο (C₁₀H₁₆). Το γ -τερπινένιο και το δ -τερπινένιο, θεωρούνται συστατικά φυσικής προελεύσεως και έχουν απομονωθεί από πολλά αιθέρια έλαια διαφόρων φυτικών ειδών.



Εικόνα 1.5 Χημική δομή των π-κυμένιο και γ-τερπινένιο

B. Υδρογονανθρακικές αλκοόλες

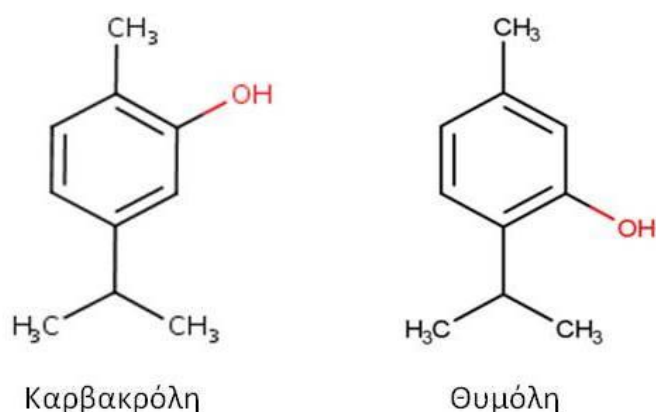
Η λιναλοόλη είναι μια μονοτερπενική αλκοόλη, ευρέως διαδεδομένη στη φύση και ιδιαίτερα γνωστή για το ευχάριστο άρωμά της. Το άρωμα της λιναλοόλης μοιάζει με αυτό του τριαντάφυλλου με μια ελαφρώς πικάντικη νότα. Στη φύση, βρίσκεται σε μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων στο σταφύλι και σε πολλά λουλούδια, ενώ εξαιτίας του ευχάριστου αρώματός της χρησιμοποιείται ευρέως στην παρασκευή τροφίμων (Clarke & Bakker, 2004). Η παρουσία της στον οίνο είναι επιθυμητή εξαιτίας των ευχάριστων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών που του προσφέρει. Η λιναλοόλη έχει δύο στερεοϊσομερή: (S)-(+)-λιναλοόλη και (R)-(-)-λιναλοόλη (Εικόνα 1.6). Η (S)-(+)-λιναλοόλη απαντάται συνήθως στο αιθέριο ελαίου του κολιάντρου, ενώ η (R)-(-)-λιναλοόλη παρουσιάζεται σε αυξημένες συγκεντρώσεις στη λεβάντα, στη δάφνη του Απόλλωνος και στον γλυκό βασιλικό.



Εικόνα 1.6 Χημική δομή των Α) (S)-(+)-λιναλοόλη και Β) (R)-(-)-λιναλοόλη

Γ. Υδρογονανθρακικές φαινόλες

Η θυμόλη ($C_{10}H_{14}O$) είναι μία φυσική μονοτερπενική φαινόλη και ισομερής με την καρβακρόλη, που βρίσκεται μέσα στο αιθέριο έλαιο αρκετών αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών με κύριο αντιπρόσωπο το θυμάρι (Εικόνα 1.7). Εξάγεται ως μια λευκή κρυσταλλική ουσία, με ευχάριστου αρώματος και με ισχυρές αντισηπτικές ιδιότητες. Η καρβακρόλη ($C_{10}H_{14}O$), και αυτή με τη σειρά της είναι μια φυσική μονοτερπενική φαινόλη (Εικόνα 1.7). Απαντάται σε ισχυρές συγκεντρώσεις στα αιθέρια έλαια φυτών «ρίγανης», και συγκεκριμένα σε αρκετά υποείδη του *Origanum vulgare*. Στο αιθέριο έλαιο του θυμαριού η ποσοστιαία περιεκτικότητα της καρβακρόλης κυμαίνεται συνήθως από 5-75% (v/v), ενώ στα διάφορα είδη ρίγανης μπορεί να ανέλθει έως και πάνω από 90% (v/v). Είναι γνωστό ότι το γ-τερπινένιο είναι η πρόδρομη ένωση του *p*-κυμενίου, και αυτό με τη σειρά του της θυμόλης και καρβακρόλης (Vernet *et al.*, 1986; Piccaglia & Marotti, 1993). Παρατίθεται σχετική απεικόνιση της βιοσύνθεσης των δύο ισομερών φαινολών.



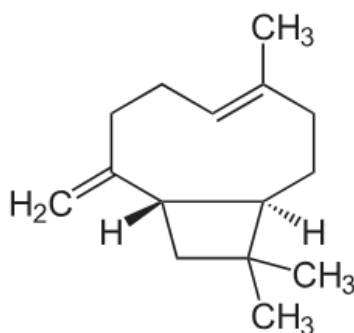
Εικόνα 1.7 Χημική δομή της καρβακρόλης και της θυμόλης

II. ΣΕΣΚΙΤΕΡΠΕΝΙΑ

A. Υδρογονανθρακικά

Τα σεσκιτερπένια αποτελούνται από 3 ισοπρενικές μονάδες (C_5H_8). Συνυπάρχουν μέσα στα αιθέρια έλαια μαζί με τα μονοτερπένια, αν και χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο σημείο τήξεως. Κατά τη διάρκεια της απόσταξης, πολλά μονοτερπένια και άλλες ασταθείς ουσίες μετατρέπονται σε σεσκιτερπένια. Για το λόγο αυτό, η ποσοστιαία συγκέντρωσή τους στο τελικό προϊόν της απόσταξης εξαρτάται από τη διάρκειά της. Τα σεσκιτερπένια αποτελούν σταθερές μονάδες, και σε αντίθεση με τα μονοτερπένια δεν κινδυνεύουν από τις υψηλές θερμοκρασίες της απόσταξης, η οποία και αποτελεί την καλύτερη μέθοδο απομόνωσής τους (Mc Murry, 2010).

Το β -καρνοφυλλένιο ή *trans*-καρνοφυλλένιο, είναι ένα φυσικό δικυκλικό σεσκιτερπένιο που είναι συστατικό πολλών αιθέριων ελαίων, όπως του γαρίφαλου, της κάνναβης και του δενδρολίβανου (Εικόνα 1.8). Συνήθως απαντάται ως μείγμα μαζί με το ισοκαρνοφυλλένιο και το α -καρνοφυλλένιο. Το β -καρνοφυλλένιο είναι ξεχωριστό από άποψη δομής, γιατί αποτελείται από ένα κυκλοβουτανικό δακτύλιο, γεγονός που συναντάται σπανίως στη φύση.



Εικόνα 1.8 Χημική δομή β -καρνοφυλλένιου

1.7 Παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα φυτά

Η μέθοδος η οποία ακολουθείται για την παραλαβή ενός αιθέριου ελαίου είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες διασφάλισης της ποιότητάς του. Σκοπός της επιλογής μεταξύ των μεθόδων είναι το τελικό προϊόν να είναι όσο το δυνατόν πλησιέστερο σε σύσταση με το αιθέριο έλαιο του φυτού. Κλειδί σε αυτή τη διαδικασία είναι οι ήπιες συνθήκες απομόνωσης, δηλαδή, η χαμηλή πίεση και θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της μεθόδου. Υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες καθώς και η χρήση διαλυτών μπορούν να αλλάξουν τη μοριακή δομή των ενώσεων, να καταστρέψουν τις φαρμακευτικές ιδιότητες και το άρωμα του αιθέριου ελαίου. Για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου λαμβάνονται υπόψιν τα εξής:

- Το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού
- Η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο
- Η αξία του αιθέριου ελαίου
- Η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου

1.7.1 Απόσταξη

Συνήθως, τα έλαια παραλαμβάνονται από το αντίστοιχο φυτικό υλικό (φύλλα, κορμός, κλαδιά, ρίζες, άνθη κλπ.) με τις παρακάτω τεχνικές απόσταξης:

- 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)

Η υδροαπόσταξη είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε εργαστηριακή κλίμακα (Εικόνα 1.9). Χαρακτηριστικό γνώρισμα της είναι ότι το φυτικό υλικό βρίσκεται σε νερό υπό βρασμό, οι ατμοί του οποίου τελικά εκχυλίζουν το αιθέριο έλαιο του φυτού. 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 απόσταξης ρυθμίζεται από την ένταση της θέρμανσης, η αύξηση της οποίας επιφέρει τη

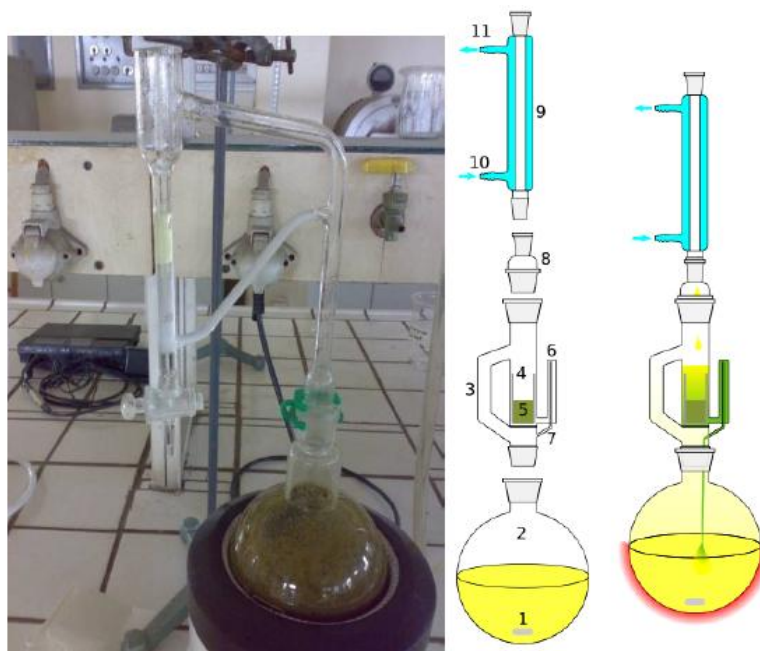
διάσπαση των διάφορων συστατικών του αιθέριου ελαίου και την υποβάθμιση της ποιότητάς του.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

1. Απλή χρήση
2. Μικρό κόστος της αποστακτικής συσκευής
3. Εύκολη μεταφορά της συσκευής
4. Είναι κατάλληλη και για υλικά όπως ρίζες, ξύλο και καρπούς

Μειονεκτήματα:

1. Δεν είναι κατάλληλη για μεγάλες ποσότητες φυτικού υλικού
2. Περισσότερο χρονοβόρα από άλλες μεθόδους
3. Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο είναι σχετικά μικρή
4. Η ποιότητα του αιθέριου ελαίου είναι κατώτερη λόγω διάσπασης ορισμένων ευαίσθητων συστατικών



Εικόνα 1.9 Συσκευή απόσταξης με υδρατμούς

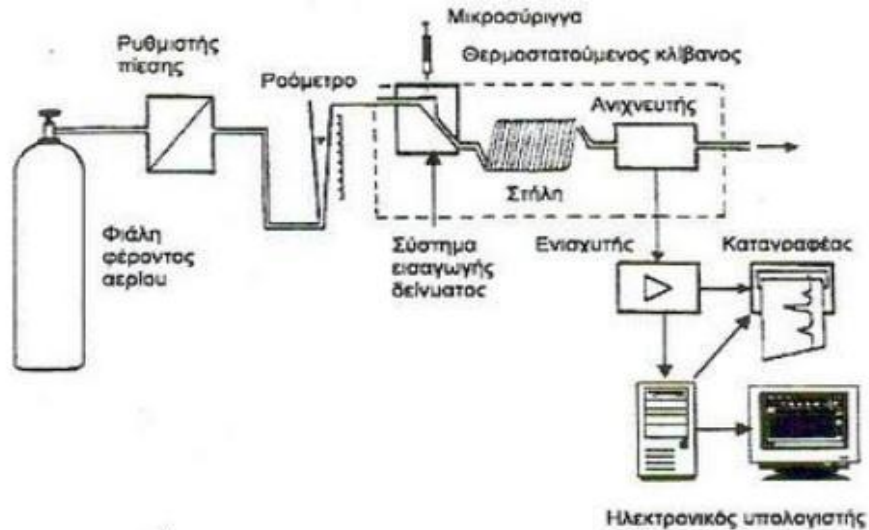
1.8 Ποιοτικός και Ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων.

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 (Gas Chromatography - GC) (ποιοτική 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 των διαφορετικών συστατικών στο προσροφημένο υγρό της στήλης με διαφορετικές ταχύτητες, οι οποίες εξαρτώνται από τις διαφορετικές τάσεις ατμών και αλληλεπιδράσεις με τη στατική φάση (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2007). Οι σημαντικότεροι παράμετροι στην αέρια χρωματογραφία είναι:

- Η θερμοκρασία 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 η 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 ή μη πολική.
- Το είδος του ανιχνευτή που χρησιμοποιείται. Ο ποσοτικός προσδιορισμός γίνεται συνήθως με την χρήση ανιχνευτών ιονισμού φλόγας (FID) ή φασματομετρίας μαζών (MS).



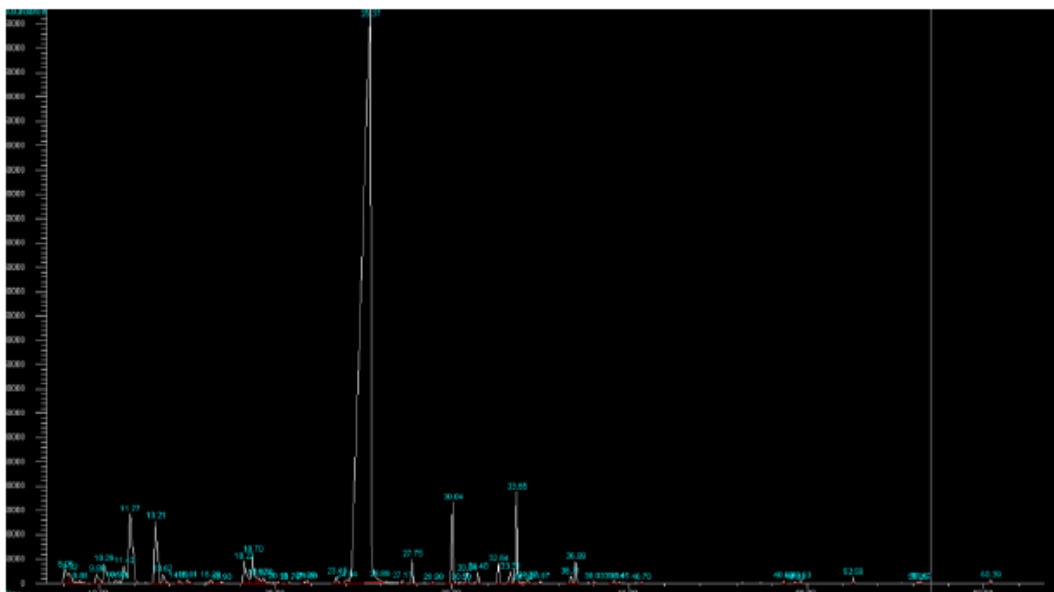
Εικόνα 1.10 Η διάταξη ενός αέριου χρωματογράφου



Εικόνα 1.11 Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-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 (συγκράτηση του χρόνου συγκράτησης t_{Rk} της άγνωστης ουσίας με το t_{RA} προτύπων αλκανίων) σε δυο στήλες διαφορετικής πολικότητας (Lahlou, 2003) ή στην ίδια στήλη με διαφορετικές θερμοκρασίες (Denayer & Tilquin, 1994).



Εικόνα 1.12 Αέριο χρωματογράφημα αέριας χρωματογραφίας

1.8.1 Φασματομετρία μαζών

Η αναλυτική τεχνική ταυτοποίησης και προσδιορισμού της αρχικής ουσίας από τις πληροφορίες που παρέχει το φάσμα μαζών της, ονομάζεται φασματομετρία μαζών (mass spectrometry, MS) και δεν αποτελεί φασματοσκοπική τεχνική. Η μορφή του φάσματος μαζών, που λαμβάνεται κάτω από αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες, είναι χαρακτηριστική της αρχικής ουσίας και χρησιμοποιείται για την ταυτοποίησή της.

Η φασματομετρία μαζών μπορεί να συνδυασθεί με την αέρια χρωματογραφία (GC) ή την υγρή χρωματογραφία (LC) και παρέχει στον αναλυτή τις ονομαζόμενες “συνδυασμένες τεχνικές GC/MS ή LC/MS”, που σήμερα αποτελούν τις συνηθέστερες τεχνικές για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση εξαιρετικά πολύπλοκων μειγμάτων οργανικών ενώσεων (Χατζηιωάννου και Κουμπάρης, 1990).

Τα κύρια τμήματα των φασματομέτρων μαζών είναι:

1. Σύστημα εισαγωγής δείγματος
2. Χρωματογραφικό σύστημα
3. Πηγή ιόντων (αέρια χρωματογραφία) ή διασύνδεση (υγρή χρωματογραφία)
4. Αναλυτής μαζών
5. Ανιχνευτής
6. Επεξεργαστής σήματος και σύστημα καταγραφής και ανάγνωσης πληροφοριών



Εικόνα 1.13 Σύστημα φασματομετρίας απλού τετραπόλου σε συνδυασμό με υγρή (Agilent) (κάτω) και με αέρια χρωματογραφία (πάνω).

1.9 Εμφάνιση παραλλακτικότητας σε είδη «ρίγανης»

Τα τρία εξεταζόμενα είδη χαρακτηρίζονται από σημαντική γεωγραφική εξάπλωση στην Ελλάδα σε συνδυασμό με αξιοσημείωτη μορφολογική και χημική παραλλακτικότητα. Τα εν λόγω φυτικά είδη εκτός από χαρακτηριστικούς εκπροσώπους της οικογένειας *Lamiaceae*, αποτελούν σημαντικά είδη της χλωρίδας του μεσογειακού οικοσυστήματος. Κατά τον Μάργαρη (1981), ο παράγοντας που ευθύνεται για την ποικιλομορφία των ειδών είναι το ίδιο το μεσογειακό οικοσύστημα, το οποίο χαρακτηρίζεται από περιορισμένους πόρους άρδευσης και ξηροθερμικές καλοκαιρινές περιόδους. Επόμενο είναι λοιπόν, οι

φυτικοί οργανισμοί να αναπτύξουν μηχανισμούς εγκλιματισμού, το οποίο μεταφράζεται σε διάφορες αλλαγές στη βιοχημεία, τη φυσιολογία και τη δομή τους. Ανάμεσα σ' αυτές τις αλλαγές περιλαμβάνεται η ποσοστιαία απόδοση και σύσταση των αιθέριων ελαίων τους (Kokkini *et al.*, 1991).

1.9.1 Εποχική παραλλακτικότητα

1.9.1.1 Εποχικός Διμορφισμός

Η βλάστηση στη μεσογειακή λεκάνη διακρίνεται κυρίως σε δύο τύπους: 1) Στη *μακκία* (macchia, maquis), η οποία καταλαμβάνει τις πιο υγρές περιοχές. 2) Στη *φρυγανώδη* (tomillares, gariga), χαρακτηριστική βλάστηση των πιο ξηρών περιοχών (Μάργαρης, 1981). Εκτός από την έλλειψη νερού, άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν τα φυτά είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, το έλλειμμα πίεσης υδρατμών του αέρα (vapour pressure deficit) καθώς και η υψηλή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών (Mendes *et al.*, 2001).

Τα αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά, προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις καταπονήσεις του μεσογειακού οικοσυστήματος, επιστρατεύουν ένα συνδυασμό στρατηγικής μεταξύ αποφυγής και ανθεκτικότητας (Καραμπουρνιώτης & Λιακόπουλος, 2009). Σύμφωνα με τον Καραμπουρνιώτη (2003), αναπτύσσουν ιδιαίτερα μορφολογικά, ανατομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά:

1. Πυκνό τρίχωμα στα νεαρά φύλλα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η διαπνοή, να διατηρούνται οι επιθυμητές θερμοκρασίες και να επιτυγχάνεται ικανοποιητική προστασία από την UV-B ακτινοβολία (Parker 1968, Fahn 1986, Savé *et al.*, 2000).
2. Μερική φυλλόπτωση στο τέλος της υγρής περιόδου (Parker, 1968)
3. Εποχικό διμορφισμό των φύλλων. Τα καλοκαιρινά φύλλα (βραχυβλάστες) παρουσιάζουν μικρότερο μέγεθος, μεγαλύτερο πάχος, διαφορετική ειδική μάζα φύλλου (LSM), διαφορετική κλίση ως προς τις ακτίνες του ήλιου και αυξημένο κυλινδρισμό έναντι των χειμερινών φύλλων (δολιχοβλάστες). Ο εποχικός διμορφισμός, είναι το πιο κοινό χαρακτηριστικό των φυτών που κυριαρχούν στα φρυγανικά οικοσυστήματα και συνδέεται με την εποχική μείωση των επιφανειών που διαπνέουν. (Margaris, 1979; Αϊβαλάκης, 2005).

Τα φυτά του είδους *O.vulgare*, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες παρουσιάζονται ψηλότερα σε σύγκριση με αυτά της άνοιξης, ενώ το φθινόπωρο φαίνεται να είναι πιο κοντά από ότι το καλοκαίρι. Επίσης, τα αδενώδη και μη αδενώδη τριχώματα παρουσιάζουν μία

αύξηση στην πυκνότητά τους στα φθινοπωρινά φύλλα, ενώ ο αριθμός των στομάτων αυξάνεται κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου (Kofidis *et al.*, 2003). Τέλος, σύμφωνα με τους Christodoulakis & Bazos (1990), τα καλοκαιρινά φύλλα που διαθέτουν μεγάλες ποσότητες δευτερογενών μεταβολιτών, αντικαθίστανται από φύλλα μάλλον μεσομορφικά τα οποία συνήθως δεν διακρίνονται για τις μεγάλες τους ποσότητες σε μεταβολίτες.

1.9.1.2 Εποχική απόδοση & σύσταση ελαίου

Το σύνολο των ερευνών μαρτυρά υψηλή διακύμανση περιεκτικότητας τόσο σε ποσοστιαία απόδοση, όσο και σε σύσταση του αιθέριου ελαίου, αναλόγως με το στάδιο του βιολογικού κύκλου του φυτού. Είναι λοιπόν, διεθνώς αποδεκτό ότι συνήθως το στάδιο της ανθοφορίας για το φυτό αποτελεί εκείνο με την υψηλότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (Baser *et al.*, 1993). Μελέτες σχετικά με τη απόδοση της *O.vulgare* subsp. *hirtum* έχουν δείξει ότι το είδος αυτό παράγει λιγότερο αιθέριο έλαιο κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, που συνοδεύεται από υγρασία και χαμηλές θερμοκρασίες και περισσότερο την περίοδο της ανθοφορίας, όταν επικρατούν ξηροθερμικές συνθήκες (Poulose & Croteau, 1978). Πράγματι, οι συνθήκες του μεσογειακού κλίματος φαίνεται να ευνοούν την παραγωγή αιθέριου ελαίου σε πολλά αρωματικά είδη της οικογένειας *Lamiaceae* (Margaris, 1981). Σε γενικές γραμμές, η εποχική παραλλακτικότητα συνδέεται άμεσα με τις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως η διαθεσιμότητα εδαφικής υγρασίας και θρεπτικών στοιχείων, η φωτοπερίοδος και η ποιότητα του φωτός (Trivino & Johnson, 2000).

***Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietsw.**

Έχει παρατηρηθεί στο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* μείωση της συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου το φθινόπωρο, καθώς και της σύστασης αυτού σε καρβακρόλη. Φαίνεται να οφείλεται εκτός των άλλων, στην ανάπτυξη του σε μικρές ημέρες (Putievsky *et al.*, 1997). Στο έλαιο της ελληνικής ρίγανης που συγκομίστηκε το φθινόπωρο, αναφέρθηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις σε *p*-κυμένιο (Kokkini *et al.*, 1997). Σύμφωνα με τους Economidou *et al.* (2011), στο στάδιο της πλήρους άνθισης η ελληνική ρίγανη φαίνεται να αποτελεί είδος με υψηλές ποσοστιαίες αποδόσεις αιθέριου ελαίου, με τιμές να κυμαίνονται από 5,50-10,00% (v/w), ενώ οι αντίστοιχες μέσες συγκεντρώσεις των *p*-κυμένιο και *γ*-τερπινένιο ήταν της τάξεως του 2,25% (v/v) και 3,09% (v/v) αντίστοιχα (Πίνακας 1.3).

Διάφορες έρευνες αναφέρουν, ότι η απόδοση της *O.vulgare* subsp. *hirtum* σε αιθέριο έλαιο μειώνεται καθώς τα φύλλα ωριμάζουν και ξηραίνονται στο διάστημα που ακολουθεί μετά την άνθιση. Ως προς τις φαινόλες, η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη μειώνεται ραγδαία από τα μέσα φθινόπωρου, ενώ το *p*-κυμένιο και *γ*-τερπινένιο εμφανίζουν έντονη διακύμανση, κάτι το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς αποτελούν πρόδρομες ενώσεις των πρώτων (Poulose & Croteau, 1978). Τους παραπάνω ισχυρισμούς, έρχεται να επαληθεύσει σε μεγάλο βαθμό η έρευνα των Gurudatt *et al.* (2010). Η μελέτη της πορείας της ποσοστιαίας συγκέντρωσης και σύστασης του ελαίου της *O.vulgare* στο χρόνο, έδειξε μια σαφή αύξηση της απόδοσης του ελαίου το διάστημα Ιουνίου-Ιουλίου με αντίστοιχη αύξηση της καρβακρόλης έως και το ποσοστό του 60,00% (v/v). Η μέση ποσοστιαία απόδοση σε αιθέριο έλαιο για το μήνα Ιούλιο ήταν της τάξεως του 13,00% (v/w), ενώ οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις των *p*-κυμένιο και *γ*-τερπινένιο είχαν καθοδικές πορείες μέχρι τα μέσα φθινοπώρου. Από εκεί και έπειτα, παρατηρήθηκε ραγδαία αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του *p*-κυμενίου με τη μέση τιμή του να φτάνει περίπου το 47,00% (v/v) στα μέσα της χειμερινής περιόδου.

Πίνακας 1.3 Εύρος και μέση ποσοστιαία απόδοση του αιθέριου ελαίου τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά (Πηγή: Economou *et al.*, 2011)

Είδη	Συγκέντρωση Αιθ. Ελαίου	
	Εύρος	% (v/w)
<i>Origanum onites</i>	3,00 – 4,30	3,62 b
<i>Satureja thymbra</i>	4,00 – 6,50	5,08 c
<i>Thymbra capitata</i>	3,70 – 5,60	4,40 bc
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	5,50 – 10,00	7,77 a

Πίνακας 1.4 Εύρος και μέση ποσοστιαία συγκέντρωση των αιθέριων ελαίων τεσσάρων φυτικών ειδών κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης στα βασικά συστατικά τους (Πηγή: Economou *et al.*, 2011)

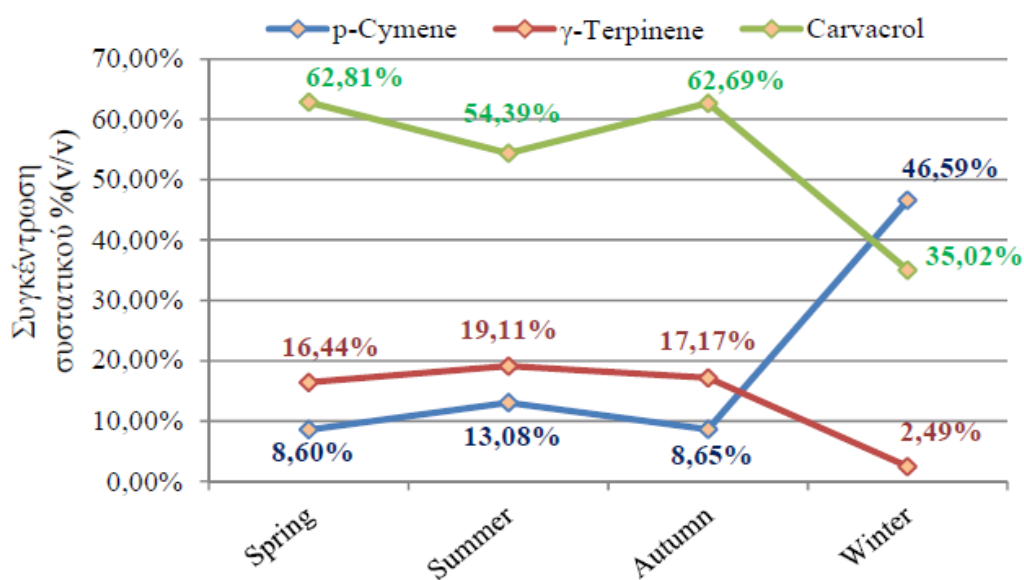
	<i>O.onites</i>		<i>S.thymbra</i>		<i>T.capitata</i>		<i>O.hirtum</i>	
	Εύρος	M.O.	Εύρος	M.O.	Εύρος	M.O.	Εύρος	M.O.
	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (v/v)							
π-κυμένιο	1,43-6,00	3,51	5,32-6,42	5,82	1,62-4,29	2,73	1,62-4,56	2,25
γ-τερπινένιο	1,37-6,51	3,89	16,04-24,36	20,77	1,31-5,65	3,26	1,31-4,90	3,09
Καρβακρόλη	72,25-89,22	79,63 a	46,53-58,00	51,90 b	82,87-90,89	87,54 c	84,36-93,83	90,26 c
trans-Καριοφυλλένιο	1,36-5,56	2,24	8,92-10,37	9,73	2,61-5,44	3,5	0,96-3,79	1,81

Origanum onites L.

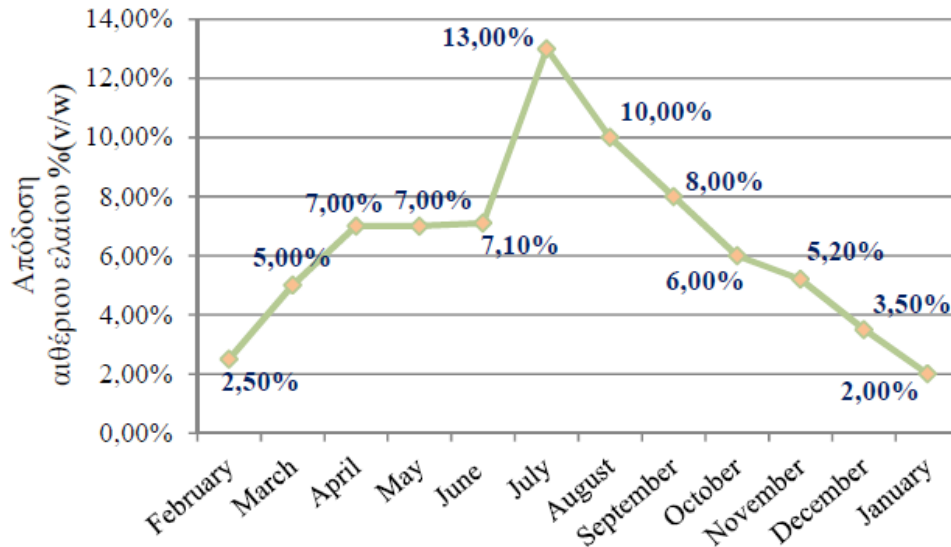
Η παραλλακτικότητα που χαρακτηρίζει το είδος *O.onites* είναι περίπου ίδια με την αντίστοιχη της ελληνικής ρίγανης. Η εκατοστιαία απόδοση της νησιώτικης ρίγανης σε αιθέριο έλαιο φαίνεται να είναι μέγιστη από το στάδιο της πλήρους άνθισης έως και το τέλος της, καθώς επίσης και στα αρχικά στάδια σποροπαραγωγής (Vokou *et al.*, 1988). Αντίστοιχα, οι Kofidis *et al.* (2003) διερευνώντας την ιδανικότερη χρονική στιγμή για τη συγκομιδή της, ανακάλυψαν ότι η υψηλότερη απόδοση των φύλλων σε αιθέριο έλαιο εμφανίστηκε στα μέσα Ιουλίου, καθώς επίσης και στα αρχικά στάδια της καρπόδεσης. Ακολούθως, η χαμηλότερη παρατηρήθηκε το μήνα Ιούνιο λίγο πριν την άνθιση. Ως προς τη χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου, οι μέγιστες τιμές των επιμέρους συστατικών εμφανίστηκαν τον Ιούλιο για την καρβακρόλη, το *p*-κυμένιο και το *γ*-τερπινένιο. Κάτι τέτοιο επαληθεύουν και οι Economidou *et al.* (2011), με τιμές να κυμαίνονται από 3,00-4,30% (v/w) για το αιθέριο έλαιο, ενώ οι αντίστοιχες μέσες συγκεντρώσεις των *p*-κυμένιο και *γ*-τερπινένιο ήταν της τάξεως του 3,51% (v/v) και 3,89% (v/v) αντίστοιχα (Πίνακας 1.4). Οι Dudai *et al.* (1989) αναφέρουν ότι καθώς το μήκος της ημέρας μεγαλώνει, η περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο αυξάνεται όπως και οι αντίστοιχες των φαινολικών στοιχείων. Αντίθετα, σε συνθήκες μικρής ημέρας η απόδοση του ελαίου μειώνεται και το συστατικό εκείνο το οποίο κυριαρχεί είναι το *p*-κυμένιο (Circella *et al.*, 1995). Τέλος, σε πειράματα που έγιναν στο είδος *O.onites* σχετικά με το στάδιο συγκομιδής, αλλά και την ώρα συλλογής των ανθοφόρων βλαστών του φυτού, έδειξαν ότι το ποσοστό καρβακρόλης ήταν μεγαλύτερο τις πρωινές ώρες σε αντίθεση με το ποσοστό της θυμόλης που παρουσίαζε χαμηλότερα ποσοστά την ίδια ακριβώς στιγμή (Πίνακας 1.5). Το γεγονός αυτό, υποδηλώνει ότι ακόμα και η χρονική στιγμή που θα γίνει η συλλογή των ανθοφόρων βλαστών των φυτών μπορεί να έχει επίδραση στη σύσταση του αιθέριου ελαίου τους (Toncer *et al.*, 2009).

Πίνακας 1.5 Ποσοστιαία περιεκτικότητα καρβακρόλης σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης και ώρες της ημέρας (Πηγή: Toncer *et al.*, 2009)

Χρόνος Συγκομιδής (ώρες)	Στάδια Ανάπτυξης			Μ.Ο.
	Βλαστητικό	Πλήρης Άνθιση	Απάνθιση	
6 ⁰⁰	24,66 ^h	38,83 ^{def}	50,42 ^{abc}	37,97
10 ⁰⁰	52,58 ^a	51,06 ^{ab}	40,76 ^{de}	48,13
12 ⁰⁰	41,81 ^{de}	43,63 ^{cde}	39,64 ^{def}	41,69
16 ⁰⁰	37,17 ^{efg}	32,78 ^{fg}	44,62 ^{bcd}	38,19
20 ⁰⁰	42,02 ^{de}	40,83 ^{de}	51,60 ^{ab}	44,82
24 ⁰⁰	30,97 ^{gh}	40,94 ^{de}	37,56 ^{defg}	36,99
Μ.Ο.	38,20	41,34	44,10	
LSD (0.05)*	Στάδια συγκομιδής* ώρες της ημέρας = 7,24			



Διάγραμμα 1.1 Εποχική διακύμανση των τριών βασικών συστατικών της *O. vulgare* (Πηγή: Gurudatt *et al.*, 2010)



Διάγραμμα 1.2 Διακύμανση της περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου της *O.vulgare* στη διάρκεια του χρόνου (Πηγή: Gurudatt *et al.*, 2010)

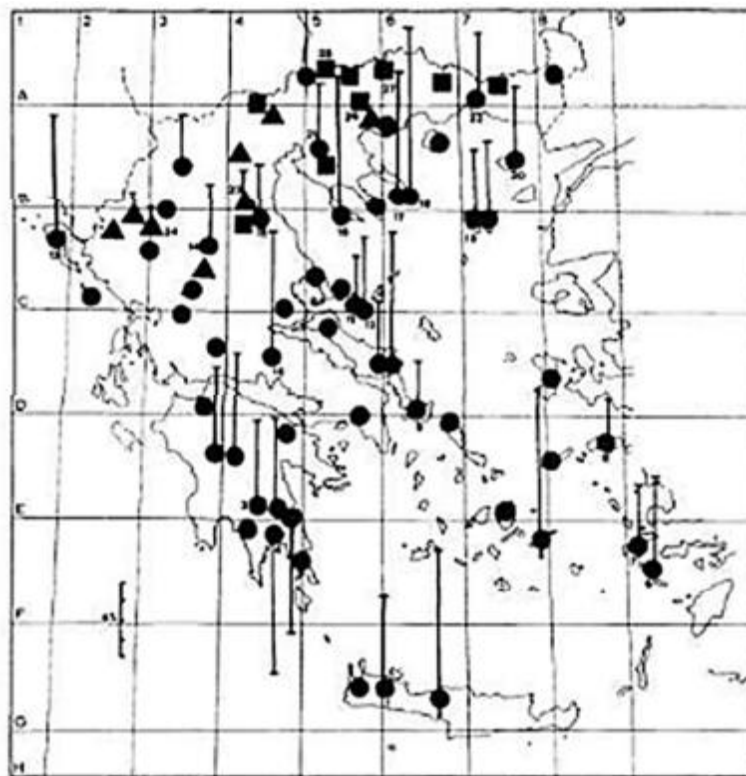
1.9.2 Γεωγραφική παραλλακτικότητα

Origanum vulgare ssp. *hirtum* (Link) Ietsw.

Το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* είναι το συνηθέστερο είδος ρίγανης που απαντάται στην Ελλάδα, παρουσιάζοντας μάλιστα ευρεία γεωγραφική εξάπλωση σε συνδυασμό με υψηλή μορφολογική ποικιλότητα (Kokkini *et al.*, 1991).

Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και η ποιοτική σύσταση αυτού –συγκέντρωση σε θυμόλη/καρβακρόλη- αυτοφυών πληθυσμών ελληνικής ρίγανης παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, αναλόγως με τη γεωγραφική προέλευση των ειδών (Kokkini *et al.*, 1994; Vokou *et al.*, 1993). Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός, ότι αρκετοί πληθυσμοί του ίδιου υποείδους εμφανίζουν αρκετές διαφορές τόσο σε αποδόσεις, όσο και σε σύσταση των ελαίων ακόμη και σε πολύ στενά γεωγραφικά όρια. Σύμφωνα με τον Γαβαλά (2004), υπεύθυνοι παράγοντες γι’ αυτό φαίνεται να είναι το κλίμα και το υψόμετρο. Οι Vokou *et al.* (1993) διερευνώντας 23 διαφορετικούς πληθυσμούς ελληνικής ρίγανης, κατέληξαν ότι οι υψηλότερες αποδόσεις καταγράφηκαν σε χαμηλότερα υψόμετρα και σε θερμότερα κλίματα, δηλαδή σε περιοχές αντιπροσωπευτικές των μεσογειακών οικοσυστημάτων (Εικόνα 1.16). Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Γαβαλάς (2004) και Ανδρονής (1989), οι οποίοι αναφέρουν ότι για πληθυσμούς του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* που αναπτύχθηκαν στη βόρεια και κεντρική Ελλάδα παρουσιάστηκαν υψηλότερες αποδόσεις στις περιοχές με ξηροθερμικές συνθήκες και χαμηλό υψόμετρο, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την τάση ελάττωσης της απόδοσης που παρατηρήθηκε στον Όλυμπο. Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται

και από τους Kofidis *et al.* (2003), με βάση την αρνητική συσχέτιση που παρατήρησαν μεταξύ του ύψους των φυτών αλλά και της φωτοσύνθεσης τους σε σχέση με το υψόμετρο σε φυτά ελληνικής ρίγανης. Τέλος, σύμφωνα με τον Ντάφη (1986), η θετική επίδραση της θερμοκρασίας φαίνεται να αποτελεί μια από τις σημαντικότερες κλιματικές παραμέτρους, εξηγώντας ότι σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες η εξάτμιση του εδαφικού νερού εντείνεται με αποτέλεσμα την έντονη διαπνοή των φυτών και κατ' επέκταση την αύξηση της απόδοσης του αιθέριου ελαίου.

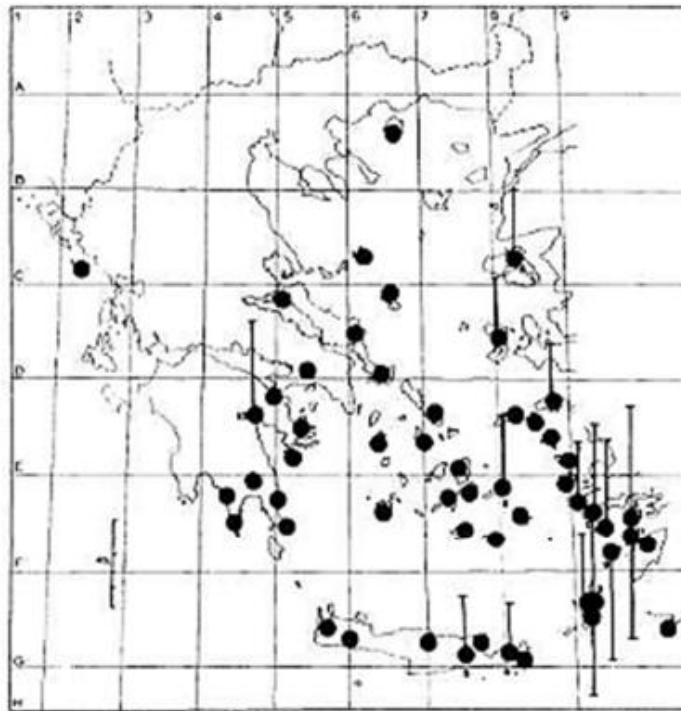


Εικόνα 1.14 Κατανομή της *O.vulgare* στην Ελλάδα και διακυμάνσεις του αιθέριου ελαίου της με βάση τα είδη: ● *O.hirtum*, ▲ *O.viridulum*, ■ *O.vulgare* (Πηγή: Vokou *et al.*, 1993)

***Origanum onites* L.**

Αυτοφύεται σε πετρώδεις τόπους της Δ. Στερεάς και Πελοποννήσου, των νησιών του Αιγαίου και της Κρήτης. Οι Chatzoroulou *et al.* (2004) ισχυρίζονται ότι το είδος διακρίνεται από υψηλή παραλλακτικότητα αποδόσεων και σύστασης αιθέριου ελαίου στον ελλαδικό χώρο (Εικόνα 1.17). Σύμφωνα με τους Vokou *et al.* (1993) η νησιώτικη ρίγανη βρίσκεται κυρίως στη νότια και ανατολική πλευρά της Ελλάδας, ενώ χαρακτηρίζεται από την ισχυρή παρουσία της καρβακρόλης με ποσοστιαίες τιμές που κυμαίνονται από 51,00-84,50% (v/v) στα διάφορα στάδια ανάπτυξης του είδους.

Σύμφωνα με τους Göpüz *et al.* (1998), η πιθανή ποικιλομορφία του φαινολογικού χαρακτήρα του είδους *O.onites*, ίσως να σχετίζεται με τις υψομετρικές διαφορές των περιοχών που αυτοφύεται το είδος. Το μήκος των βλαστών φαίνεται να ήταν αντιστρόφως ανάλογο του υψομέτρου. Ενώ, σε ορισμένες των περιπτώσεων φυτά με μεγάλους βλαστούς και καλλιεργούμενα σε σχετικά υψηλά για το είδος υψόμετρα, διέθεταν πολύ μικρότερα φύλλα στη βάση τους. Ακολούθως, φυτά σε μεγάλο υψόμετρο είχαν λιγότερες σε αριθμό ταξιανθίες, η οποίες διέθεταν με τη σειρά τους μακριά βράκτια φύλλα, πέταλα και καρπόφυλλα. Η αύξηση του υψόμετρου φαίνεται να συνάγει στην πάχυνση του κολεγχύματος και παρεγχύματος, με αποτέλεσμα τη γενικότερη αύξηση του πάχους της φυλλικής επιφάνειας (Göpüz *et al.*, 1998). Η ποσοστιαία απόδοση και σύσταση του αιθέριου ελαίου της *O.onites* φαίνεται να επηρεάζονται με τη σειρά τους από το υψόμετρο. Σύμφωνα με τους Göpüz & Ozorgoko (1998), παρατηρείται αύξηση -μέχρις ενός ορίου- στην εκατοστιαία απόδοση αιθέριου ελαίου όσο το υψόμετρο μεγαλώνει.



Εικόνα 1.15 Κατανομή της *O.onites* στην Ελλάδα και οι διακυμάνσεις απόδοσης στο αιθέριο έλαιο (Πηγή: Vokou *et al.*, 1993)

1.9.3 Γενετική παραλλακτικότητα

Οι περισσότεροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι μεγάλη διακύμανση που παρατηρείται στην ποσοστιαία περιεκτικότητα των συστατικών του αιθέριου ελαίου

οφείλεται τόσο στις εκάστοτε περιβαλλοντικές συνθήκες, όσο και σε γενετικούς παράγοντες. Ως προς τη δεύτερη άποψη, διάφορες έρευνες έδειξαν ότι υπάρχουν δύο αλληλόμορφα γονίδια υπεύθυνα για τη φύση του φαινολικού στοιχείου που τελικώς θα κυριαρχήσει (Vernet *et al.*, 1977). Ωστόσο, σύμφωνα με τους Vokou *et al.* (1993) για το είδος *O. vulgare* subsp. *hirtum* δεν φαίνεται με βεβαιότητα ότι η βιοσύνθεση καρβακρόλης/θυμόλης υπακούει σε ένα μόνο κληρονομικό κανόνα. Σχεδόν πάντα όμως όσον αφορά τα ελληνικά δεδομένα, τα δύο επικρατέστερα στοιχεία φαίνεται να είναι οι φαινόλες, με την καρβακρόλη τις περισσότερες των περιπτώσεων να κατέχει τα πρωτεία (Kokkini *et al.*, 1994).

Επίσης οι Gavalas *et al.* (2011), διακρίνουν τους διάφορους πληθυσμούς της ρίγανης που έχουν μελετηθεί σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας σε οικοτύπους. Ένας πρωταρχικός λόγος γι' αυτήν τη διάκριση, είναι πιθανόν ότι η παραγωγή αιθέριων ελαίων λαμβάνει χώρα για να αντιμετωπίσει το φυτό την περίοδο της ξηρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες. Αν η παραπάνω υπόθεση αληθεύει, τότε η διακύμανση εντός των αρωματικών ειδών που απαντώνται στην Ελλάδα είναι πολύ υψηλή, δεδομένου ότι η χώρα είναι εξαιρετικά μεταβλητή στο κλίμα και την τοπογραφία της (Kokkini *et al.*, 1994). Δεδομένου λοιπόν ότι η ρίγανη τα τελευταία χρόνια έχει κερδίσει έδαφος ως καθαρά εμπορική καλλιέργεια, οι πλέον κατάλληλοι οικοτύποι προς χρήση για παραγωγή αιθέριου ελαίου φαίνεται να είναι εκείνοι που έχουν προσαρμοστεί πλήρως στο ξηροθερμικό περιβάλλον της Μεσογείου. Οι πληθυσμοί που έχουν εξελιχθεί σε αυτό το περιβάλλον όχι μόνο έχουν υψηλότερη ποσοστιαία συγκέντρωση σε φαινόλες στο αιθέριο έλαιό τους, αλλά και αποδίδουν περισσότερο αιθέριο έλαιο/φυτό. Το γεγονός αυτό, δε φαίνεται να επηρεάζεται από τη συνήθως περιορισμένη φυτομάζα των φυτών σε τέτοιου είδους κλιματικές συνθήκες (Kokkini *et al.*, 1994).

1.9.4 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε λοιπούς παράγοντες

1.9.4.1 Αναλόγως το φυτικό μέρος

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η σύσταση του αιθέριου ελαίου εξαρτάται από το μέρος του φυτού που αναλύεται. Και συγκεκριμένα αν το έλαιο προήλθε από άνθη, πράσινα μέρη, φλοιούς, ρίζες κ.τ.λ. Σε αρκετά αρωματικά-φαρμακευτικά είδη της οικογένειας *Lamiaceae*, η μεγαλύτερη ποσοστιαία συγκέντρωση τερπενοειδών παρατηρείται στα αναπαραγωγικά όργανα κατά την περίοδο της πλήρους άνθισης. Τέλος εξαιτίας του

προστατευτικού τους ρόλου, φαίνεται ότι τα νεαρά φυτικά όργανα διαθέτουν αισθητά μεγαλύτερη συγκέντρωση τερπενοειδών απ' ό,τι τα περισσότερο ώριμα (Avato *et al.*, 2005).

1.9.4.2 Αναλόγως το εκκριτικό όργανο

Σε γενικές γραμμές, τα διάφορα αδενώδη τριχίδια των φυτών τύπου «ρίγανης» διαφέρουν στη χημική σύσταση των ουσιών που εκκρίνουν ή βιοσυνθέτουν, στη δομή τους, στη θέση που εντοπίζονται στο φυτό, αλλά και στη λειτουργία τους. Τα ασπιδοειδή αδενώδη τριχώματα φαίνεται να περιέχουν τις μεγαλύτερες ποσότητες των αιθέριων ελαίων, ενώ φαίνεται να συσσωρεύουν μονοτερπένια στον υποεφυμενιδικό τους χώρο. Από την άλλη πλευρά τα κεφαλοειδή αδενώδη τριχώματα είναι υπεύθυνα για τις μεγάλες ποσότητες πολυσακχαριτών (Mc Caskill *et al.*, 1992; Hallahan, 2000).

Είναι όμως πλέον διεθνώς αποδεκτό, ότι από τα ίδια εκκριτικά όργανα που απαντώνται σε διαφορετικά μέρη του ίδιου φυτού δεν βιοσυντίθενται πάντα οι ίδιες ενώσεις (Bosabalidis & Kokkini, 1997).

1.9.4.3 Αναλόγως τις καλλιεργητικές επεμβάσεις

Η συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών στο φυτό επηρεάζεται από πληγές που μπορεί να προκληθούν από εχθρούς, από καλλιεργητικές φροντίδες ή ακόμη και από την εφαρμογή χημικής φύσεως φυτοπροστατευτικών προϊόντων (ζιζανιοκτόνα, φυτοφάρμακα). Στις περιπτώσεις αυτές, αφενός μπορεί νέα συστατικά να παραχθούν, αφετέρου μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση/μείωση στην συγκέντρωση ή/και αλλαγή στις εκατοστιαίες αναλογίες των ήδη υπαρχόντων συστατικών. Η αντίδραση ενός υγιούς φυτού σε οποιαδήποτε είδους μηχανικής ή χημικής επέμβασης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, η διαθεσιμότητα νερού, η ηλιοφάνεια κ.τ.λ.

1.9.4.4 Αναλόγως τη μεταχείριση του υλικού και τη μέθοδο παραλαβής του αιθέριου ελαίου

Η μέθοδος παραλαβής επιδρά στο οργανοληπτικό προφίλ και στη σύνθεση των ελαίων, καθώς μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στις αντιμικροβιακές τους ιδιότητες. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται στα αιθέρια έλαια που εκχυλίζονται με εξάνιο (C₆H₁₄) σε σχέση με αντίστοιχα αποσταγμένα με ατμούς, καθότι τα πρώτα παρουσιάζουν μεγαλύτερες αντιμικροβιακές δράσεις (Packiyasothy & Kyle, 2002). Σε αντίστοιχη μελέτη, προέκυψε ότι το νωπό φυτικό υλικό απέδωσε υψηλότερες ποσοστιαίες περιεκτικότητες σε *p*-κυμένιο και *β*-

καρυοφυλλένιο, σε αντίθεση με το ξηρό που χαρακτηρίστηκε από τις αυξημένες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις του γ -τερπινενίου και καρβακρόλης (Γαβριήλ, 2013). Επίσης, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των δύο μεθόδων παραλαβής των αιθέριων ελαίων. Οι μεγαλύτερες ποσοστιαίες περιεκτικότητες του p -κυμενίου διαπιστώθηκαν στην ελληνική ρίγανη, στην νησιώτικη ρίγανη και στο θυμάρι με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης (HD), ενώ για στο θρούμπι με τη μέθοδο των υπερήχων (USE). Παράλληλα οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του γ -τερπινενίου διαπιστώθηκαν στην ελληνική ρίγανη και στο θυμάρι με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης (HD), ενώ στη νησιώτικη ρίγανη και στο θρούμπι με τη μέθοδο των υπερήχων (USE). Τέλος, φάνηκε ότι οι μεγαλύτερες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις της καρβακρόλης στην ελληνική ρίγανη, στο θυμάρι και στο θρούμπι παρατηρήθηκαν με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης (HD). Φαίνεται λοιπόν, ότι αναλόγως το συστατικό που ο εκάστοτε ερευνητής θέλει να μελετήσει, θα πρέπει πρωτίστως να λάβει υπόψιν του τη μεταχείριση του φυτικού υλικού καθώς και τη μετέπειτα μέθοδο παραλαβής του (Γαβριήλ, 2013).

1.9.5 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες

Η παραγωγή των αιθέριων ελαίων εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον ανάπτυξης του εκάστοτε είδους. Οι κλιματικές συνθήκες είναι ίσως ο μοναδικός παράγοντας που διαφεύγει του ανθρώπινου ελέγχου, γι' αυτό και θεωρείται καθοριστικός στη ποιότητα των αιθέριων ελαίων.

1.9.5.1 Φωτοπερίοδος και ποιότητα φωτός

Η συμμετοχή του φωτοσυνθετικά δεσμευμένου άνθρακα (C) αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό του φυσιολογικού μηχανισμού της βιοσύνθεσης του αιθέριου ελαίου. Επομένως, το φωτοσυνθετικό δυναμικό κάθε ιστού παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία διαθέσιμου C για τον αναβολισμό των συστατικών του αιθέριου ελαίου (Sangwan *et al.*, 2001).

Ο φωτοπεριοδισμός (photoperiodism) πιθανώς να ασκεί την επιρροή του μέσω της διαμόρφωσης του μεταβολικού μηχανισμού των φυτών, από την παραγωγή φωτοσυνθετικού C έως τον καθορισμό βιοσυνθετικού μονοπατιού που οδηγεί είτε στην επιλογή κλάσεως (τερπενοειδών/φαινυλοπροπανοειδών), είτε στην επιλογή ομάδας (μονοτερπένια, σεσκιτερπένια κ.τ.λ.). Κατά το Marzi (1996), φυτά του είδους *O. vulgare* subsp. *hirtum* που αναπτύσσονται σε φωτοπερίοδο τουλάχιστον 12 ώρες, είναι περισσότερο εύρωστα και ανθοφόρα. Πάντως οι ελαιώδεις αδένες δεν φαίνεται να επηρεάζονται τόσο από τη

φωτοπερίοδο, όσο από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και αυξάνουν σε αριθμό όσο το φυτό αναπτύσσεται (Marzi, 1996).

Η ποιότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας φαίνεται να επηρεάζει τη βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου αρκετών αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών. Η υπέρυθρη ακτινοβολία προκάλεσε τη βιογένεση αιθέριου ελαίου από εξωγενείς πρόδρομες ουσίες σε φυτά του είδους *Pelargonium graveolens* (Sangwan *et al.*, 2001). Η επίδραση της κβαντικής ακτινοβολίας στη βιογένεση αιθέριου ελαίου μελετήθηκε σε φυτά *S.officinalis* και *T.capitata*. Παρατηρήθηκε ότι τα φυτά της σάλβιας που αναπτύχθηκαν σε τιμές της τάξεως του 45% της ηλιακής ακτινοβολίας είχαν υψηλότερη ποσοστιαία περιεκτικότητα σε έλαιο, καθώς και υψηλότερα ποσοστά θουγιόνης σε σχέση με φυτά που αναπτύχθηκαν σε άλλα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας. Στο ελληνικό θυμάρι, τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε πλήρη ηλιακή ακτινοβολία είχαν αφενός μεγαλύτερη ποσοστιαία συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο, αλλά και αφετέρου μεγαλύτερο ποσοστό θυμόλης και μυρκενίου στο έλαιό τους.

1.9.5.2 Εδαφική σύσταση

Πολλοί ερευνητές θεωρούν τον τύπο και τη σύσταση του εδάφους ως ένα από τους παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν τη ποσοστιαία συγκέντρωση και σύσταση του αιθέριου ελαίου, με τα αποτελέσματά τους όμως να δίστανται (Figueiredo *et al.*, 2008). Είναι επίσης γνωστό ότι τα ενεργά συστατικά των αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών είναι μεταβολικά προϊόντα των φυτικών κυττάρων. Μερικά χημικά στοιχεία όπως το ασβέστιο (Ca^{+2}), το χρώμιο (Cr^{+3}), ο χαλκός (Cu^{+}), ο σίδηρος (Fe^{+2}), το μαγνήσιο (Mg^{+2}), ο μόλυβδος (Pb^{+2}), ο φωσφόρος (P^{+3}), το κάλιο (K^{+}), το σελήνιο (Se^{+2}), το νάτριο (Na^{+}) και ο ψευδάργυρος (Zn^{+2}) θεωρούνται απαραίτητα για τα φυτά (Gibbs, 1974).

Σε μελέτη φυτών του είδους *T.kotschyanus*, το ποσοστό της θυμόλης φαίνεται να εξαρτάται από το υψόμετρο της περιοχής, το ποσοστό της οργανικής ουσίας, την απορρόφηση Na^{+} , το ολικό άζωτο (N) και το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3). Συγκεκριμένα, υπάρχει γραμμική θετική συσχέτιση με το υψόμετρο της περιοχής, το ποσοστό της οργανικής ουσίας, την απορρόφηση Na^{+} και αρνητική με το ολικό άζωτο (N) και το ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3). Απ' ότι φαίνεται το άζωτο (N), ο φώσφορος (P) και το κάλιο (K) επηρεάζουν την ανάπτυξη και τη βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου στα αρωματικά-φαρμακευτικά είδη (Aminzadeh *et al.*, 2010). Αυτά τα στοιχεία επηρεάζουν τα επίπεδα ενζύμων, τα οποία είναι σημαντικά στην βιοσύνθεση τερπενοειδών όπως η καρβακρόλη (Sell, 2003). Από την άλλη πλευρά όμως, η εκατοστιαία περιεκτικότητα καλλιεργούμενων

φυτών *T.capitata* σε αιθέριο έλαιο δε φάνηκε να επηρεάστηκε από τη λίπανση με πλήρες λίπασμα (Shalaby & Razin, 1992). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται από τους Baranauskiene *et al.* (2003) και τους Sotiropoulou & Karamanos (2010), οι οποίοι αναφέρουν ότι η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων σε φυτά του είδους *T.capitata* και *O.vulgare* subsp. *hirtum* δεν επηρέασε την ποσοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, καθώς και την σύστασή του. Επιπλέον, η λίπανση φυτών ελληνικής ρίγανης με Ca και Mg δεν επηρέασε την ποσοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο (Dordas, 2009). Αντίθετα, οι Omidbaigi & Arjmandi (2002) αναφέρουν ότι λίπανση με N και P σε φυτά του είδους *T.capitata* επηρέασε σημαντικά την εκατοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, αλλά δεν είχε καμία επίδραση στην συγκέντρωση αυτού σε θυμόλη. Τέλος, έγινε αναφορά ότι η αζωτούχος λίπανση επηρέασε τη σύσταση του αιθέριου ελαίου σε φυτά του είδους *O.syriacum*, αυξάνοντας το ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης με μια στιγμιαία μείωση του ποσοστού του γ-τερπινενίου και του p-κυμενίου (Omer, 1999).

1.9.6 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε αβιοτικές καταπονήσεις (stress)

1.9.6.1 Εδαφική και σχετική υγρασία

Η έλλειψη υγρασίας περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών και την επιβίωση τους, ενώ παράλληλα προκαλεί διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές αντιδράσεις όπως κλείσιμο των στοματίων, μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων (Hughes *et al.*, 1989). Είναι διεθνώς αποδεκτό, ότι η βιοσύνθεση δευτερογενών μεταβολιτών που λαμβάνει χώρα στο φυτικό οργανισμό ευνοείται από περιβάλλοντα δύσκολα -ή/και μερικές φορές ακραία- ακόμα και για τη βιωσιμότητά του φυτού (stress conditions).

Αντίθετα, σύμφωνα με τους Tucker & Maciarello (1994) η υδατική καταπόνηση επηρέασε την ανάπτυξη φυτών του είδους *O.onites*, καθώς και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου τους. Οι Gouyon *et al.* (1986) υποστήριξαν ότι, όταν το είδος *T.capitata* βρισκόταν σε ξηρικά οικοσυστήματα εξέφραζε τους πιο σύνθετους χημειότυπους (θυμόλης/καρβακρόλης), καθώς και μικρή γενετική παραλλακτικότητα. Αντιθέτως, όταν αναπτυσσόταν σε περισσότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα υπήρξε μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα, ενώ καταγράφηκαν και άλλοι χημειότυποι. Τέλος, μέτρια υδατική καταπόνηση σε φυτά ελληνικής ρίγανης (60% της διαθέσιμης εδ.υγρασίας) προώθησε την παραγωγή αιθέριων ελαίων σε φυτά, ενώ έντονη υδατική καταπόνηση (40% της διαθέσιμης εδ.υγρασίας) μείωσε τη βιοσύνθεση τους (Said-Al Ahl *et al.*, 2009a; Fatima *et al.*, 2000; Singh *et al.*, 1997).

1.9.6.2 Εδαφική αλατότητα

Η αλατότητα αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα αγροπεριβαλλοντικά προβλήματα, καθώς περιορίζει τις αποδόσεις διαφόρων καλλιεργειών σε διάφορα μέρη του κόσμου. Όσον αφορά όμως στην περιεκτικότητα των αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών σε αιθέριο έλαιο, φαίνεται ότι και αυτός ο παράγοντας καταπόνησης επιδρά θετικά. Εφαρμογή NaCl σε συγκέντρωση 1.500ppm φάνηκε ότι επηρέασε σημαντικά το ποσοστό περιεκτικότητας φυτών του είδους *T.capitata* σε αιθέριο έλαιο και στις δυο πειραματικές χρονιές (Ezz El-Din *et al.*, 2009). Το γεγονός αυτό σύμφωνα με τους ερευνητές, μπορεί να αποδοθεί στο ότι η καταπόνηση από την αλατότητα επιτάχυνε την παραγωγή αιθέριου ελαίου.

1.9.6.3 Θερμοκρασία ατμόσφαιρας

Η θερμοκρασία φαίνεται να αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που καθορίζει τόσο την ποσοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, όσο και τη σύσταση αυτού. Ωστόσο, τα αποτελέσματα των ως τώρα μελετών δεν φαίνεται να συμφωνούν απόλυτα. Συγκεκριμένα, οι Said-Al Ahl *et al.* (2009a) αναφέρουν ότι τα φαινολικά συστατικά (καρβακρόλη/θυμόλη) αυξάνονται στις θερμές περιόδους σε βάρος των πρόδρομων ουσιών τους. Το ποσοστό της καρβακρόλης σε μελέτη φυτών του είδους *O.vulgare* ήταν αισθητά υψηλότερο τη δεύτερη χρονία, η οποία και χαρακτηριζόταν από υψηλότερες μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (Τμν). Λεπτομερή δεδομένα της εποχικής διακύμανσης για την ποσοστιαία απόδοση και σύσταση των αιθέριων ελαίων φυτών τύπου «ρίγανης» στην πορεία του χρόνου, στην παράγραφο που προηγήθηκε.

1.10 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η καταγραφή των μορφολογικών διαφοροποιήσεων μεταξύ των ειδών *Origanum vulgare ssp. hirtum*, *Origanum onites* και του υβριδίου μεταξύ των ειδών αυτών, του *Origanum x intercedens*. Καθώς επίσης την παραλλακτικότητα των ειδών σε συνθήκες καλλιέργειας ως προς την απόδοση σε αιθέριο έλαιο και την παραλλακτικότητα των συστατικών του.

Επιπλέον, μελετήθηκε η παραλλακτικότητα των φυτών εντός του ίδιου είδους και η διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου βάση της κλίμακας BBCH (Biologische, Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie). Οι αποδόσεις των ειδών σε αιθέριο έλαιο και τα επιμέρους συστατικά του εξετάστηκαν κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ενός έτους στον αγρό του Γ.Π.Α. και σε φυτεία τεσσάρων ετών στον αγρό των Σπάτων, το στάδιο απάνθισης και αιθέριων ελαίων ανθέων και φύλλων των μελετούμενων ειδών. Τα συστατικά στα οποία επικεντρώθηκε η παρούσα μελέτη ήταν η καρβακρόλη, το π -κυμένιο, το γ -τερπινένιο και το β -καρυοφυλλένιο ως τα βασικότερα συστατικά των αιθέριων ελαίων του γένους *Origanum*.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή Μελέτης: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Το κλίμα των Αθηνών χαρακτηρίζεται Μεσογειακό, με ζεστά ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες (Katsoulis, 1988). Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18 °C (Koutsoyiannis & Baloutsos, 2000). Η μέση 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 θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 31 °C (Katsoulis, 1987). Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι 400 mm και προκύπτει από τον Οκτώβριο έως τον Φεβρουάριο (Katsoulis, 1987).

Από γεωλογική άποψη, η λεκάνη αποτελείται από Μεσοζωικά (γκρίζο ασβεστόλιθο, αργιλικό σχιστόλιθο, ασβεστολιθικές μάργες) και Καινοζωικά (αργιλικά και μαργώδη καθιζήματα, 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 το συγγραφέα της παραπάνω μελέτης η παρουσία πολλών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προήλθαν από τους σταθμούς του Εθνικού Αστεροσκοπίου Αθηνών (ΕΑΑ) (<http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>). Παρατίθενται διαγραμματικά η ελάχιστη, η μέγιστη και η μέση θερμοκρασία ανά 10 ημέρες, καθώς και το ύψος βροχόπτωσης ανά 10 ημέρες από τον Μάρτιο 2017 (μήνας εγκατάστασης της φυτείας) έως και τον Αύγουστο του 2017 (τέλος βιολογικού κύκλου των φυτών) για την περιοχή της Αθήνας και για τα Σπάτα από το Σεπτέμβριο του 2016 έως και τον Αύγουστο του 2017 καθώς η φυτεία ήταν ήδη εγκατεστημένη εκεί.

2.3 Περιοχή προέλευσης φυτικού υλικού

Η Ικαρία είναι το δυτικότερο ελληνικό νησί του ανατολικού Αιγαίου. Έχει έκταση 255 km² και ορθογώνιο σχήμα (40 km μήκος και 9 km μέγιστο πλάτος). Ολόκληρο το νησί καταλαμβάνεται από το βουνό Αθέρας το οποίο χαρακτηρίζεται από μια απότομη νότια πλευρά και μια 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 το 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 το Απρίλιο έως και τον Οκτώβριο (Mavrokordopoulou *et al.*, 2006).

Η νήσος Ικαρία ανήκει στο Κυκλαδίτικο τόξο της γεωτεκτονικής ζώνης. Το δεύτερο 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 πετρωμάτων (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 οικογενείες *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Lamiaceae* και *Umbelliferae* εκπροσωπούνται ικανοποιητικά. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *Origanum onites* και *Origanum vulgare ssp. hirtum* απαντούνται στη νήσο Ικαρία (Cristodoulakis, 1996).

2.4 Επιλογή Φυτικού Υλικού

Τα είδη των ΑΦΦ που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν η ελληνική ρίγανη *Origanum vulgare ssp. hirtum* L., η νησιώτικη ρίγανη *Origanum onites* L. και το υβρίδιο μεταξύ των 2 αυτών ειδών το *Origanum x intercedens*, που ανήκουν στην οικογένεια *Lamiaceae*. Τα παραπάνω είδη προήλθαν από τη νήσο Ικαρία μετά από αξιολόγηση ως προς την απόδοσή τους σε αιθέριο έλαιο και την περιεκτικότητά του σε καρβακρόλη, για τις ανάγκες προηγούμενης διατριβής όπου είχε εγκατασταθεί πείραμα στο αγρόκτημα του Γ.Π.Α στα Σπάτα Αττικής.

Προκειμένου να επιτευχθεί ομοιομορφία στην καλλιέργεια των ειδών, χρησιμοποιήθηκε ο αγενής πολλαπλασιασμός των φυτών, κόβοντας τους πλάγιους βλαστούς από τα μητρικά φυτά που υπήρχαν στα Σπάτα δημιουργώντας έτσι μοσχεύματα τα οποία τοποθετήθηκαν σε θερμενόμενο θάλαμο υδρονέφωσης (Εικόνα 2.1.A), εντός υποστρώματος

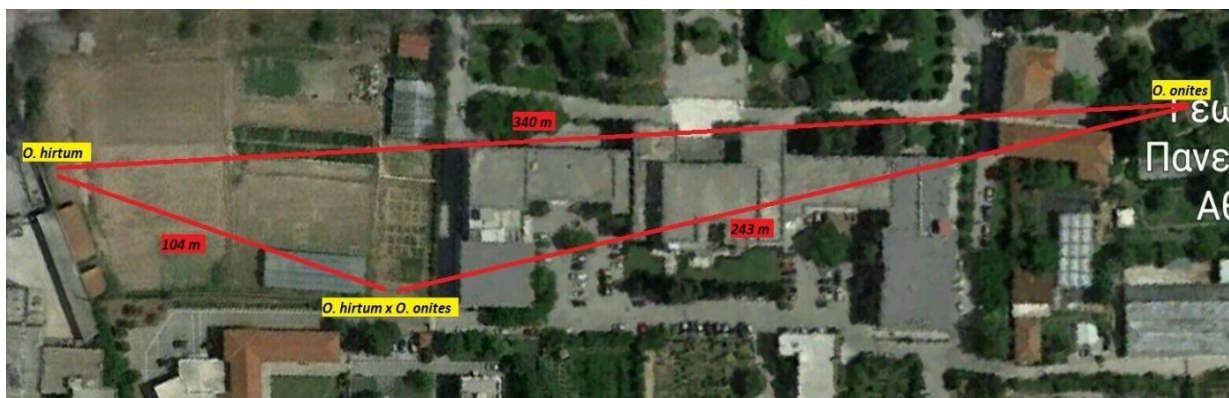
τύρφη και περλίτη (1:1) μετά από εμβάπτιση τους σε ορμόνη ριζοβολίας (IBA συγκέντρωσης 1000ppm) για 1 λεπτό. Έπειτα από 15 ημέρες τα μοσχεύματα είχαν ριζοβολήσει (Εικόνα 2.1.B) με ποσοστό επιτυχίας 95 – 100 % και τοποθετήθηκαν για εγκλιματισμό με σταδιακή έκθεσή τους σε συνθήκες περιβάλλοντος.



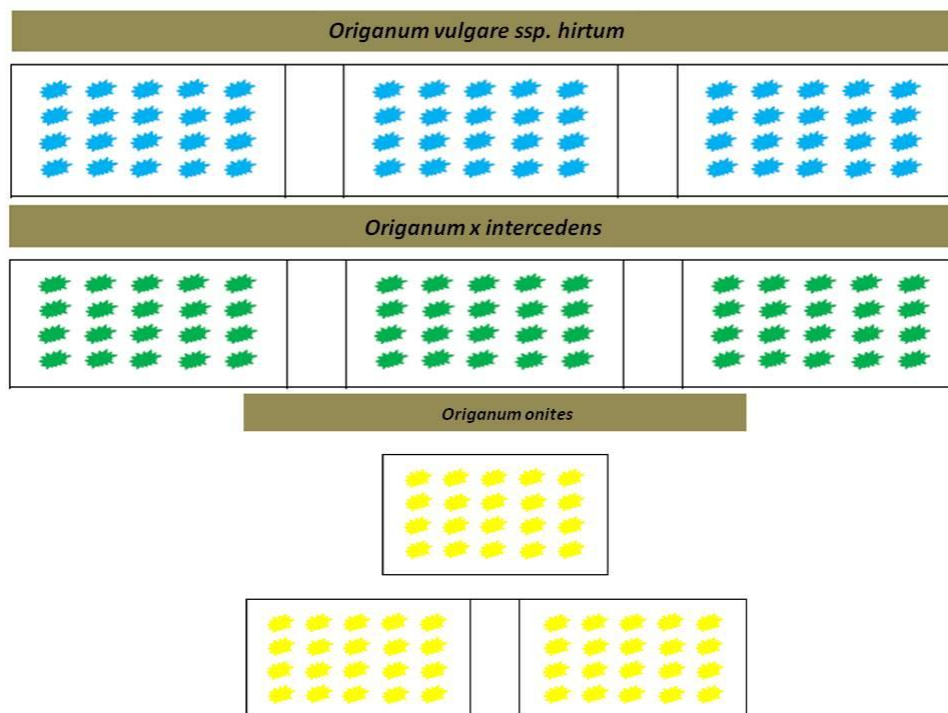
Εικόνα 2.1 Μοσχεύματα *O.hirtum* στην υδρονέφωση (Α). Ανάπτυξη ριζών 15 ημέρες μετά (Β).

2.5 Εγκατάσταση πειραματικών αγρών

Η εγκατάσταση των φυτειών έλαβε χώρα το Μάρτιο του 2017 σε διαφορετικά σημεία του πειραματικού αγρού του Εργαστηρίου Γεωργίας και του Εργαστηρίου της Ανθοκομίας του Γ.Π.Α. προκειμένου να αποφευχθεί ο εκ νέου υβριδισμός των ειδών αυτών. Η εγκατάσταση των φυτικών ειδών πραγματοποιήθηκε με βάση το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων με τρεις επαναλήψεις για κάθε φυτικό είδος. Δημιουργήθηκαν 3 πειραματικά τεμάχια (plots) (Εικόνα 2.3) για κάθε είδος, εκ των οποίων το κάθε τεμάχιο περιείχε 20 φυτά με αποστάσεις φύτευσης 40 cm μεταξύ των γραμμών και 40 cm επί της γραμμής.



Εικόνα 2.2 Κάτοψη του Γ.Π.Α. και σήμανση των τοποθεσιών των πειραματικών τεμαχίων.



Εικόνα 2.3 Πειραματικά σχέδια για την εγκατάσταση τριών ειδών



Εικόνα 2.4 Διάταξη των φυτειών στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. των ειδών: Α) *O. hirtum* Β) *O. intercedens* και Γ) *O. onites*

2.5.1 Στοιχεία για τον πειραματικό αγρό

Από την ανάλυση δειγμάτων του εδάφους από τον αγρό του Γ.Π.Α. προέκυψε ότι το έδαφος είναι αργιλοπηλώδες (άργιλος 40,0%, ιλύς 29,1% και άμμος 30,9%) , με pH 7.16, CaCO₃ 27.4%, οργανική ουσία 2,35% και ολικό N 0,20%.

Επειδή έγιναν δειγματοληψίες και από τον αγρό στα Σπάτα των ίδιων ειδών ηλικίας 4 ετών για την σύγκριση σε απόδοση αιθερίου ελαίου και την περιεκτικότητά του σε καρβακρόλη κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν τα αποτελέσματα των εδαφολογικών μετρήσεων όπου το έδαφος κρίθηκε αμμοπηλώδες (άργιλος 26%, ιλύς 40% και άμμος 34%) με pH 8,15 CaCO₃ 39,48%, οργανική ουσία 2,14% και ολικό N 0,0096%.

2.5.2 Καλλιεργητικές φροντίδες του πειραματικού αγρού

Η καλλιέργεια των φυτειών της ρίγανης *Origanum vulgare ssp. hirtum* L., *Origanum onites* L. και *Origanum x intercedens* πραγματοποιήθηκε υπό ξηρικές συνθήκες, καθώς άρδευση εφαρμόστηκε μόνο την πρώτη εβδομάδα της εγκατάστασης και 1 φορά το καλοκαίρι. Στην φυτεία δεν έγινε χρήση φυτοπραστατευτικών ουσιών και λιπασμάτων, στην προσπάθεια αξιολόγησης της παραγωγικότητας και ευρωστίας της φυτείας χωρίς τη βοήθεια εξωγενών παραγόντων. Η καταπολέμηση των ζιζανίων έγινε αποκλειστικά με καλλιεργητικά μέσα (σκάλισμα 1 φορά το μήνα). Τα ζιζάνια που καταγράφηκαν στον αγρό ήταν: η μολόχα (*Malva sylvestris*), η αγριοβρώμη (*Avena barbata*), το λόλιο (*Lolium perenne*), η τσουκνίδα (*Urtica urens*), το αγριοσίναπο (*Sinapis arvensis*), το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*), ο γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*), το χαμομήλι (*Chamomilla recutita*) και η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*).

2.6 Μετρήσεις πριν τη συγκομιδή

Κατά την εξέλιξη και ανάπτυξη των φυτειών πραγματοποιήθηκαν μορφολογικές μετρήσεις του υπέργειου μέρους των φυτικών ειδών. Επιλέχθηκαν τρία εύρωστα φυτά από κάθε είδος σε κάθ' ένα από τα plot έτσι ώστε οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών να είναι αντιπροσωπευτικές. Σε κάθε επιλεγμένο φυτό σημαδεύτηκαν τρεις βλαστοί οι οποίοι ήταν οι πιο αντιπροσωπευτικοί του είδους. Η σήμανση είχε ως σκοπό οι μετρήσεις να γίνονται πάντα στους ίδιους βλαστούς και έτσι να φαίνεται η πρόοδος στην ανάπτυξη.

Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα φυτά πριν την συγκομιδή ήταν οι εξής: Ύψος φυτού (cm), Μέση φυλλική επιφάνεια (cm²) και ο αριθμός των πλάγιων βλαστών.

Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιούνταν κάθε 7-10 ημέρες, πλην της πρώτης μέτρησης η οποία έγινε 15 ημέρες μετά την εγκατάσταση των φυτειών. Πιο συγκεκριμένα οι μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών ξεκίνησαν στις 10/4/2017 και ολοκληρώθηκαν στις 9/6/2017. Η έναρξη της άνθισης για τα φυτικά είδη πραγματοποιήθηκε με την εξής σειρά: η *Origanum vulgare ssp. hirtum* L. στις 28 Απριλίου 2017, η *Origanum onites* L. στις 5 Μαΐου 2017 και η *Origanum x intercedens* στις 26 Μαΐου 2017. Το στάδιο της πλήρους άνθισης εκτιμάται στο 80% της άνθισης των βλαστών των φυτών (Γκόλιαρης, 1992).

2.7 Μετρήσεις μετά τη συγκομιδή

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από ζωηρά, εύρωστα φυτά που ήταν αντιπροσωπευτικά του κάθε είδους. Η συλλογή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της πλήρους άνθισης των φυτών, όπου η συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο μεγιστοποιείται. Τα φυτά συλλέχθηκαν και από το καθένα επιλέχθηκαν τρεις βλαστοί όπου πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις: Μήκος κεντρικού βλαστού (cm), Μήκος σύνθετης ταξιανθίας (cm), Μήκος Απλής Ταξιανθίας (cm), Μήκος μεσογονάτιων διαστημάτων (cm), Αριθμός πλάγιων βλαστών, Αριθμός φύλλων, Εμβαδόν φύλλου (cm²), Αριθμός ανθέων ανά μονάδα στάχως, Αριθμός μονάδων στάχως ανά σύνθετη ταξιανθία, Νωπό και ξηρό βάρος του κεντρικού βλαστού (g), Νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων του κεντρικού βλαστού (g) και Νωπό και ξηρό βάρος της ταξιανθίας του κεντρικού βλαστού (g) (Εικόνα 2.4).

Οι μετρήσεις αυτές για το νωπό βάρος πραγματοποιήθηκαν αμέσως μετά τη συγκομιδή ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η απώλεια νερού και να ελαχιστοποιηθεί η υδατική καταπόνηση του φυτικού υλικού. Το ξηρό βάρος μετρήθηκε 15 ημέρες μετά την συσκομιδή όπου τα δείγματα ήταν απλωμένα στο υπόγειο του Εργαστηρίου Γεωργίας υπό σκιά σε καλά αεριζόμενο χώρο. Στις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν μέτρο σε εκατοστά (cm) και ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mattler B502 του εργαστηρίου.



Εικόνα 2.5 Διαχωρισμός του βλαστού από τα άνθη και τα φύλλα για η μέτρηση του νερού και ξηρού βάρους

2.8 Μέτρηση του ποσοστού υγρασίας των φυτικών δειγμάτων πριν την απόσταξη

Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο εκφράζεται σαν ποσοστό επί τοις εκατό του ξηρού βάρους του δείγματος που υποβλήθηκε σε υδροαπόσταξη, επομένως κρίθηκε απαραίτητο να προσδιοριστεί και το ποσοστό υγρασίας των δειγμάτων που μελετήθηκαν. Για να επιτευχθεί αυτό ζυγίστηκαν 50g από κάθε δείγμα πριν την έναρξη των αποστάξεων και τοποθετήθηκαν για 24 ώρες σε φούρνο (BINDER – ED 400) στους 100 °C (Εικόνα 2.5). Στη συνέχεια ζυγίστηκαν ξανά τα δείγματα και η διαφορά που βρέθηκε αποτελεί το ποσοστό υγρασίας που περιέχονταν στο δείγμα πριν την αποξήρανση στο φούρνο. Έτσι, για την *O. hirtum* το ποσοστό υγρασίας ήταν 13,2%, ακολούθησε η *O. intercedens* με 11,4% και τέλος η *O. onites* με 8,4% υγρασία.

Μετά τη μέτρηση του ξηρού βάρους με τον τρόπο αυτό τα δείγματα δεν χρησιμοποιήθηκαν για άλλο σκοπό (π.χ. υδροαπόσταξη).



Εικόνα 2.6 Φούρνος BINDER - ED 400 για την αποξήρανση των δειγμάτων

2.9 Παραλαβή Αιθέριων Ελαίων

Όλα τα φυτικά δείγματα υπέστησαν ήπια ξήρανση υπό σκιά σε καλά αεριζόμενους χώρους (Poludennij & Zhuravlen, 1989; Σαρλής, 1994) και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου στο σκοτάδι το πολύ έως είκοσι ημέρες μέχρι την υδροαπόσταξη (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.7 Αποξήρανση της συγκομιζόμενης δρόγης στο υπόγειο του Εργαστηρίου Γεωργίας για 20 μέρες.

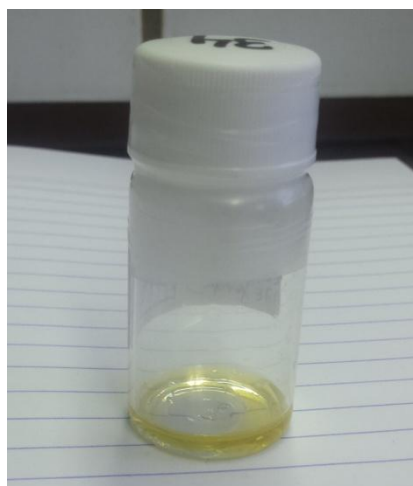
Φύλλα και άνθη από κάθε φυτικό δείγμα κονιορτοποιήθηκαν και 10 g ξηρού φυτικού υλικού χρησιμοποιούνται για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης με συσκευή Clevenger για 4 ώρες (Εικόνα 2.7). Το κονιορτοποιημένο φυτικό

υλικό τοποθετήθηκε σε σφαιρική φιάλη και προστέθηκε απιονισμένο νερό τόσο ώστε να καλύπτει το δείγμα (περίπου 1000ml). Χαρακτηριστικό της απόσταξης αυτής είναι ότι το προς απόσταξη φυτικό υλικό βρίσκεται σε άμεση επαφή με το νερό (Καλλαϊτζάκης, 1995). Κατά την διάρκεια της απόσταξης αποφεύχθηκε η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού που οδηγεί σε αλλοίωση των διαφόρων συστατικών του ελαίου. Επιπλέον, η ταχύτητα της απόσταξης πρέπει να είναι μικρή έτσι ώστε να λαμβάνεται το μέγιστο ποσοστό αιθέριου ελαίου. Η έναρξη της απόσταξης γινόταν τη χρονική στιγμή που άρχισαν να συμπυκνώνονται υδρατμοί στον ψυκτήρα και να πέφτει η πρώτη σταγόνα αιθέριου ελαίου. Τα πτητικά συστατικά του δείγματος συγκεντρώνονταν στο σωλήνα του κύριου μέρους της συσκευής, ενώ η υδατική φάση (υδατικό εκχύλισμα), μετά από ανακύκλωση επέστρεφε στη φιάλη με το φυτικό υλικό. Το αιθέριο έλαιο αποτελούσε την υπερκείμενη φάση στο σωλήνα του κυρίως σώματος της συσκευής λόγω της χαμηλότερης πυκνότητάς του σε σχέση με το νερό (Εικόνα 2.7). Έτσι γινόταν ο ποσοτικός προσδιορισμός του παραγόμενου ελαίου στη βαθμονομημένη συσκευή Clevenger.



Εικόνα 2.8 Συσκευές Clevenger κατά την απόσταξη (αριστερά), συγκέντρωση αιθέριου ελαίου στο σωλήνα του κύριου μέρους της συσκευής πάνω από το υδατικό εκχύλισμα (αριστερά)

Το έλαιο συλλέχθηκε με πιπέτες τύπου Pasteur σε ειδικά γυάλινα φιαλίδια (των 20 mL) τα οποία σηματοδοτήθηκαν με τις απαραίτητες πληροφορίες, αφού πρώτα προστέθηκε άνυδρο $MgSO_4$ ως απορροφητικό της υπολειπόμενης υγρασίας. Με την ολοκλήρωση της συλλογής, το φιαλίδιο με το αιθέριο έλαιο τοποθετήθηκε σε καταψύκτη σταθερής θερμοκρασίας στους $-18\text{ }^{\circ}C$ και το φιαλίδιο πληρωμένο με υδρόλυμα σε κοινό ψυγείο.



Εικόνα 2.9 Φιαλίδιο συλλογής αιθ. ελαίου

2.9.1 Ποσοτική και ποιοτική ανάλυση αιθέριων ελαίων

Η ποιοτική ανάλυση του ελαίου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του αέριου χρωματογράφου (Gas Chromatography – GC) (Hewlett Packard 5890 II) εξοπλισμένου με τριχοειδή στήλη (HP-5MS, crosslinked 5% PHMEsiloxane, 30m, 0.25mm i.d., 0.25mm film thickness) και φασματογράφο μάζας (Mass Spectrometry –MS) (HP 5972) ως ανιχνευτή. Το φέρον αέριο ήταν το ήλιο (He) 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.



Εικόνα 2.10 Συσκευή GC-MS στο Εργαστήριο Χημείας του Γ.Π.Α.

Ποσότητα 0,1 ml αραιωμένων διαλυμάτων των ελαίων (1/100 v/v) εγχέονταν χειροκίνητα και αδιαίρετα (Εικόνα 2.10). Ως διαλυτικό χρησιμοποιήθηκε ακετόνη

καθαρότητας 99,8%. Οι χρωματογραφικές κορυφές αναγνωρίζονταν από το χρόνο έκλουσης, από τα φάσματα μάζας πρότυπων ουσιών, όταν ήταν δυνατό, από τα φάσματα μάζας των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών των Nist 98 και Wiley 275, καθώς και με τη χρήση δημοσιευμένων δεδομένων (Adams 2007). Στο παράρτημα παρουσιάζεται από ένα χαρακτηριστικό χρωματογράφημα για κάθε είδος καθώς και οι πίνακες που προκύπτουν από την ταυτοποίηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου κάθε είδους.



Εικόνα 2.11 Ένεση εισαγωγής δείγματος στο GC-MS για ανάλυση

2.10 Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία και την παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα STATGRAPHICS Centurion XVI.I και το Microsoft Office Excel 2007. Η πειραματική διάταξη των τεμαχίων και ανάλυση των δεδομένων ακολούθησε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων. Διενεργήθηκαν αναλύσεις των διασπορών (ANOVA) στο σύνολο των μελετούμενων χαρακτηριστικών για την αξιολόγηση των στατιστικά σημαντικών διαφορών των μέσων μεταξύ των ειδών. Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (Least Significant Difference - LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Επιπλέον υπολογίστηκε ο Συντελεστής Παραλλακτικότητας (cv) των μορφολογικών χαρακτηριστικών για να διαπιστωθεί η ομοιογένεια της φυτείας και τέλος με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος IBM SPSS Statistics 22, έγινε ανάλυση διάκρισης (Discriminant Analysis) των δεδομένων σε ομάδες.

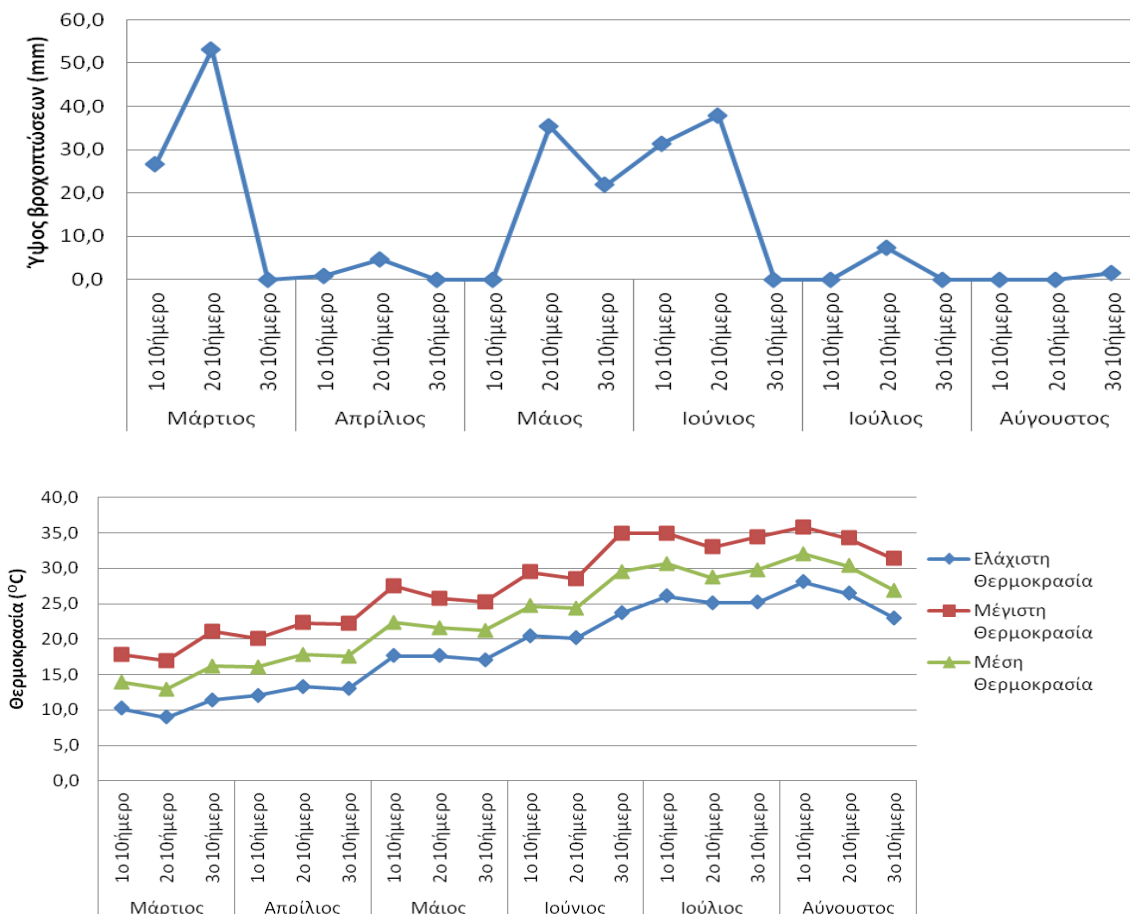
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής του Βοτανικού, όπου βρίσκεται το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών αλλά και των Σπάτων (περιοχή: Γιαλός), διότι μελετήθηκαν τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των πληθυσμών σε ήδη εγκατεστημένη φυτεία 4 ετών. Πιο συγκεκριμένα και για τις 2 περιοχές παρουσιάζονται οι ελάχιστες θερμοκρασίες, οι μέσες και οι μέγιστες θερμοκρασίες κάθε 10 ημέρες καθώς επίσης και το ύψος των βροχοπτώσεων. Τα δεδομένα αφορούν την περίοδο από Μάρτιο έως και Αύγουστο του 2017 για το Γ.Π.Α. και Σεπτέμβριο του 2016 έως και Αύγουστο του 2017 για τα Σπάτα. Οι πληροφορίες ελήφθησαν στις 17 Οκτωβρίου 2017 από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ) (<http://meteosearch.meteo.gr/stationInfo.asp>).

Από το διάγραμμα των βροχοπτώσεων παρατηρούμε αρχικά ότι το μήνα Μάρτιο όπου εγκαταστάθηκε η φυτεία είχαμε το μέγιστο ύψος των βροχοπτώσεων (79,8 mm) το πρώτο δεκαπενθήμερο και έτσι ευνοήθηκε η κατεργασία του εδάφους πριν την εγκατάσταση της φυτείας στις 23 Μαρτίου. Στη συνέχεια, καθώς τον μήνα Απρίλιο και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Μαΐου οι βροχοπτώσεις ήταν μηδαμινές, από τις 17 Μαΐου και μετά έχουμε υψηλές για την εποχή βροχοπτώσεις, με πιθανή αρνητική επιρροή στη βιολογική ανάπτυξη των φυτών καθώς και τα τρία είδη βρίσκονται στην έναρξη της ανθοφορίας και οι βροχές ίσως να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στις τελικές αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο και στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά. Αν και η συγκομιδή των *O.hirtum* και *O.intercedens* θα είχε πραγματοποιηθεί νωρίτερα, ωστόσο μια βροχόπτωση ύψους 34,2 mm από 16 έως 18 Μαΐου προκάλεσε ανθόρροια και έτσι περιμέναμε το δεύτερο κύμα ανθοφορίας για να κάνουμε τη συγκομιδή.

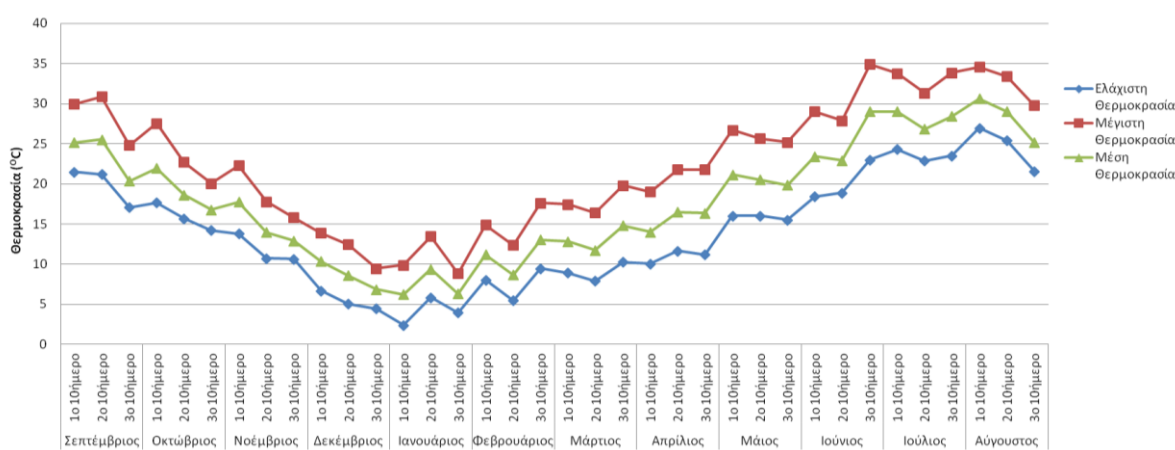
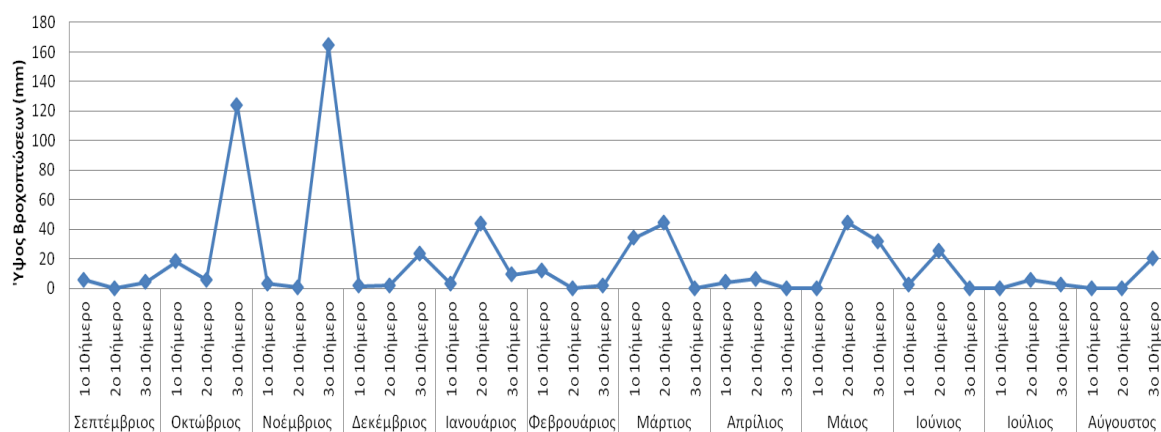
Όσον αφορά τις θερμοκρασίες ήταν απόλυτα φυσιολογικές για το κλίμα της περιοχής με την υψηλότερη να σημειώνεται το πρώτο δεκαήμερο του Αυγούστου με μέση θερμοκρασία τους 32 °C και την ελάχιστη μέση θερμοκρασία στα μέσα Μαρτίου στους 13 °C.



Διάγραμμα 3.1 Το ύψος των βροχοπτώσεων (πάνω), η μέγιστη, η ελάχιστη και η μέση θερμοκρασία (κάτω) από τον Μάρτιο 2017 έως τον Αύγουστο 2017 για την περιοχή της Αθήνας.

Παρατηρώντας τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής των Σπάτων τους κρίσιμους μήνες ανάπτυξης των φυτών, συμπαιραίνουμε ότι από τα μέσα Μαΐου όπου ξεκινά η ανθοφορία έχουμε υψηλές βροχοπτώσεις όμοιες με αυτές της περιοχής του Γ.Π.Α., όμως το μήνα Ιούνιο έχουμε λιγότερες. Σε αυτό οφείλεται το γεγονός ότι η συγκομιδή των *O.hirtum* και *O.intercedens* έγινε νωρίτερα από τη συγκομιδή στο Γ.Π.Α. με διαφορά σχεδόν ένα μήνα.

Οι θερμοκρασίες στην περιοχή των Σπάτων τους αντίστοιχους μήνες με την Αθήνα κυμάνθηκαν στα ίδια περίπου επίπεδα, ελάχιστα χαμηλότερες.



Διάγραμμα 3.2 Το ύψος των βροχοπτώσεων (πάνω) η μέγιστη, η ελάχιστη και η μέση θερμοκρασία (κάτω) από τον Σεπτέμβριο 2016 έως τον Αύγουστο 2017 για την περιοχή των Σπάτων.

3.2 Φυτικά Χαρακτηριστικά

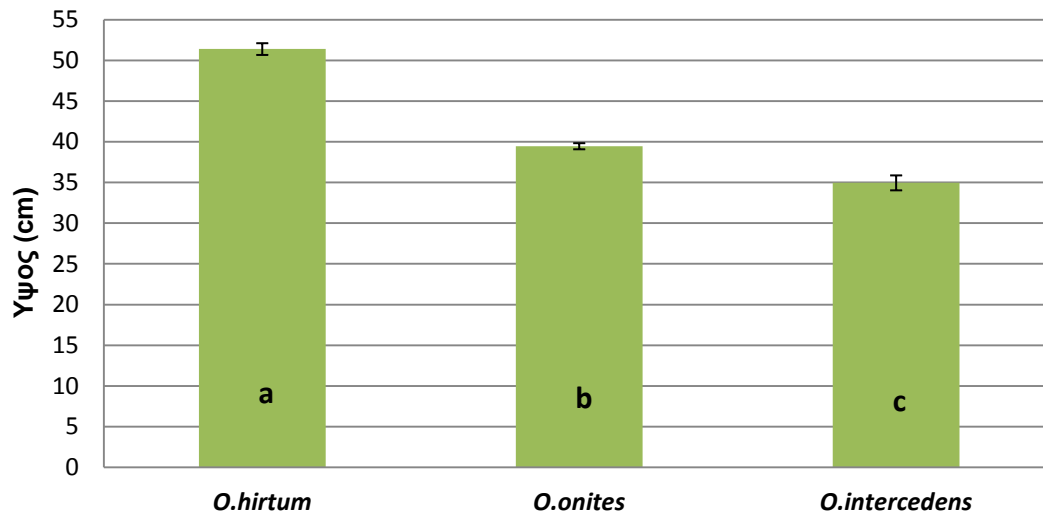
Για την μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών των βιοτύπων των ειδών *O.hirtum*, *O.onites* και *O.intercedens* μελετήθηκαν τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω.

3.2.1 Πριν τη Συγκομιδή

3.2.1.1 Ύψος φυτού

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του τελικού ύψους των φυτικών ειδών, προέκυψε ότι η καλλιεργούμενη ελληνική ρίγανη (*O.hirtum*) διέθετε φυτά που παρουσίασαν τους μεγαλύτερους μέσους όρους για το μελετούμενο χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα το ύψος της *O.hirtum* κυμάνθηκε από 49,8 cm έως 52,6 cm, ακολουθούμενη από την *O.onites* με μέγιστο ύψος τα 40,2 cm και ελάχιστο τα

38,7 cm, ενώ κοντότερο φαίνεται να είναι το υβρίδιο των προαναφερθέντων ειδών με ένα μέσο ύψος στα 35,0 cm. Αυτά τα αποτελέσματα αφορούν το τελικό ύψος των φυτών στο στάδιο της πλήρους άνθισης. Από τη διαδικασία των πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των πληθυσμών αυτών.

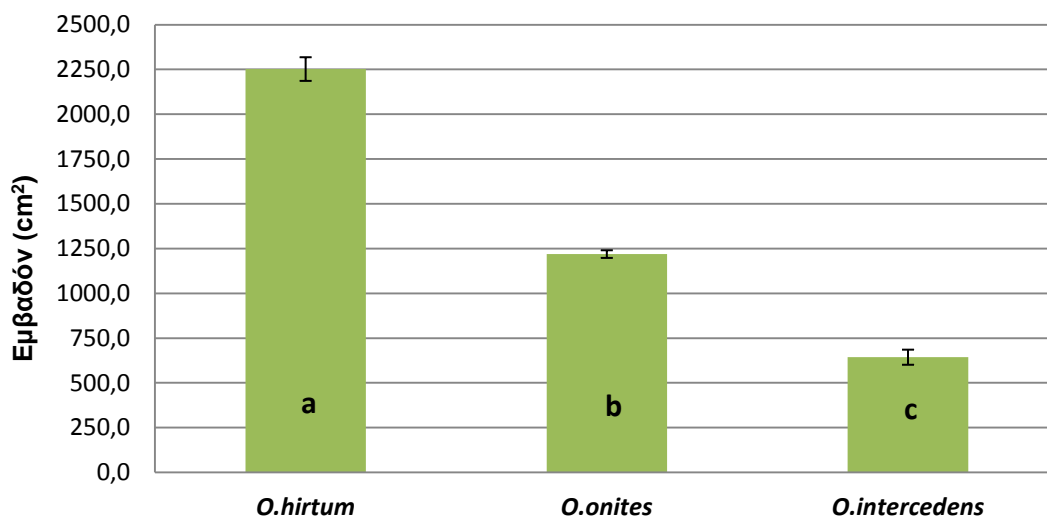


Διάγραμμα 3.3 Διαφοροποίηση του μέσου ύψους του φυτού των τριών ειδών ρίγανης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα, διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.2.1.2 Μέση Φυλλική Επιφάνεια του φυτού

Για το προσδιορισμό της μέσης φυλλικής επιφάνειας του φυτού μετρήθηκαν οι διαμέτροι της επιφάνειας του φυτού. Θεωρώντας το σχήμα της κόμης ως έλλειψη και χρησιμοποιώντας τον τύπο του εμβαδού της έλλειψης $E=\pi*r_1*r_2$, (όπου, $\pi=3,14$, r_1 και r_2 : οι ακτίνες της έλλειψης) προσδιορίστηκε η μέση φυλλική επιφάνεια σε τετραγωνικά εκατοστά (cm^2).

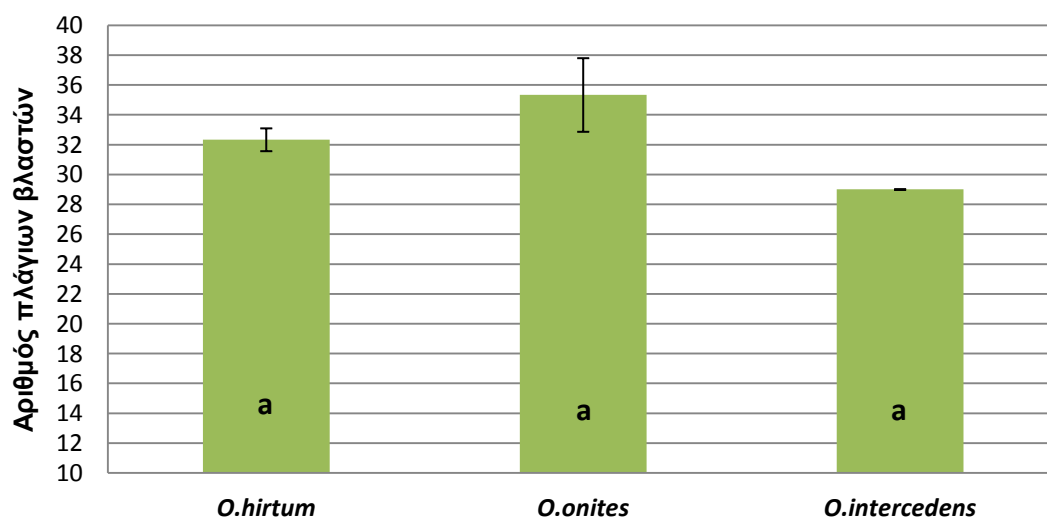
Επομένως, από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων της μέσης φυλλικής επιφάνειας των φυτικών ειδών προέκυψε ότι, όπως και στο ύψος έτσι και εδώ η *O.hirtum* φαίνεται να υπερτερεί των δύο άλλων με μέση φυλλική επιφάνεια $2252,3 \text{ cm}^2$, τη μικρότερη επιφάνεια καλύπτει το φυτό της *O.intercedens* με εμβαδόν $643,4 \text{ cm}^2$ και ανάμεσά τους βρίσκεται η νησιώτικη ρίγανη με ένα εύρος από $1170,7 \text{ cm}^2$ έως $1251,8 \text{ cm}^2$. Η διαφορά μεταξύ των ειδών όσο αφορά τη φυλλική επιφάνεια είναι αρκετά μεγάλη και από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων οι διαφορές αυτές επιβεβαιώθηκαν.



Διάγραμμα 3.4 Διαφοροποίηση της μέσης φυλλικής επιφάνειας του φυτού των τριών ειδών ρίγανης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.2.1.3 Αριθμός πλάγιων βλαστών

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του αριθμού των πλάγιων βλαστών του κεντρικού στελέχους του φυτού των διαφόρων φυτών προέκυψε ότι το είδος με τις περισσότερες διακλαδώσεις είναι η *O.onites* με μετρήσεις από 32 έως και 41 πλάγιους βλαστούς, ενώ ακολουθούν η *O.hirtum* και η *O.intercedens* με κατά μέσο όρο 32 και 29 πλάγιους βλαστούς αντίστοιχα. Από τη διαδικασία των πολλαπλών συγκρίσεων δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ειδών.



Διάγραμμα 3.5 Διαφοροποίηση του μέσου αριθμού των πλάγιων βλαστών του κεντρικού στελέχους των τριών ειδών ρίγανης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.2.2 Συντελεστής Παραλλακτικότητας

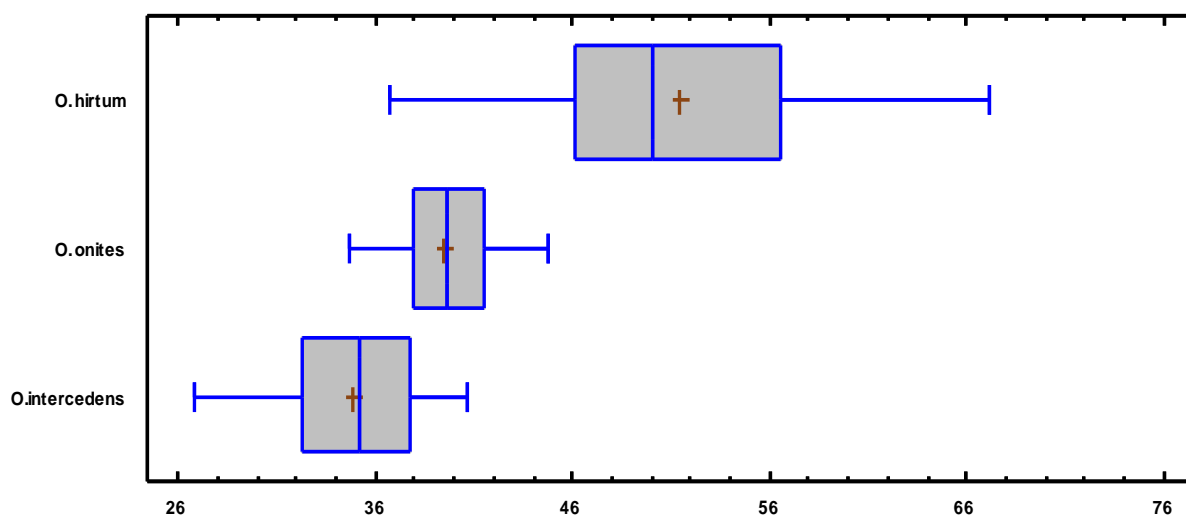
Προκειμένου να διαπιστωθεί η ομοιομορφία της καλλιέργειας υπολογίστηκε ο συντελεστής παραλλακτικότητας για το ύψος και τον αριθμό των πλάγιων βλαστών καθενός από τα τρία εξεταζόμενα είδη χωριστά.

3.2.2.1 Για το ύψος των φυτών

Ο αριθμός των παρατηρήσεων για το ύψος των φυτών ήταν 30, και η μέση τιμή του ύψους είναι 51,39cm για την *O.hirtum*, 39,49cm για την *O.onites* και 34,95cm για την *O.intercedens*. Οι συντελεστές παραλλακτικότητας για το ύψος των φυτών μεταξύ των τριών ειδών έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (συνδέονται με διαφορετικό λατινικό γράμμα) μετά από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων ($p < 0,05$). Όπως φαίνεται και από τον παραπάνω πίνακα καλύτερη ομοιομορφία έχουμε στην καλλιέργεια της *O.onites* καθώς έχει το μικρότερο συντελεστή παραλλακτικότητας (6,29%) , ακολουθούμενη από την *O.intercedens* (9,04%) και τέλος, η *O.hirtum* με το μεγαλύτερο συντελεστή που είναι 13,33%, όπου και σε αυτό το είδος δεν έχουμε μεγάλη παραλλακτικότητα καθώς ο συντελεστής βρίσκεται κάτω από το 20%. Επιπλέον, οι συντελεστές λοξότητας και κύρτωσης και για τα τρία είδη εφόσον είναι μικρότεροι του 2 και μεγαλύτεροι του -2 συμπεραίνουμε ότι τα δείγματά μας ακολουθούν κανονική κατανομή, γεγονός το οποίο συμπεραίνεται και από τα ακόλουθα θηκογράμματα των ειδών ρίγανης για το ύψος των φυτών (Διάγραμμα 3.6).

Πίνακας 3.1 Περιγραφική στατιστική για το ύψος των φυτών των τριών ειδών ρίγανης. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΙΜΕΣ		
	<i>O.hirtum</i>	<i>O.onites</i>	<i>O.intercedens</i>
Αριθμός παρατηρήσεων	30	30	30
Μέση τιμή	51,39	39,4933	34,9467
Τυπική απόκλιση	6,84853	2,48484	3,16018
Συντελεστής Παραλλακτικότητας	13,33% a	6,29% c	9,04% b
Ελάχιστη τιμή	36,8	34,7	26,8
Μέγιστη τιμή	67,1	44,8	40,6
Εύρος τιμών	30,3	10,1	13,8
Συντελεστής λοξότητας	0,59761	-0,222389	-1,08034
Συντελεστής κύρτωσης	-0,295426	-0,399689	0,062327



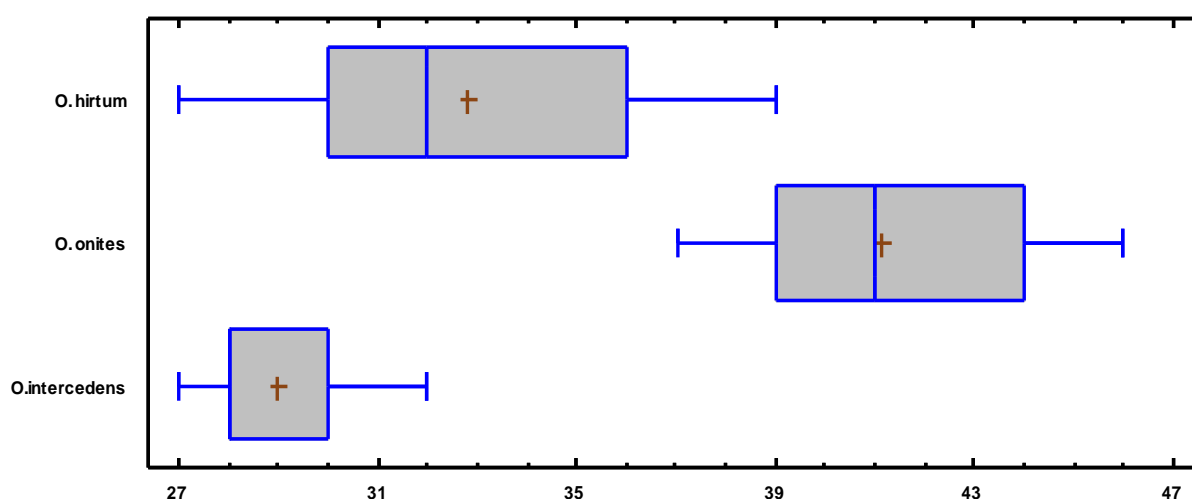
Διάγραμμα 3.6 Θηκογράμματα για το ύψος των τριών ειδών ρίγανης (Box & Whisker Plots).

3.2.2.2 Για τον αριθμό των πλάγιων βλαστών

Για την καταμέτρηση των πλάγιων βλαστών των φυτών μελετήθηκαν 9 φυτά από κάθε είδος και η μέση τιμή για την *O.hirtum* ήταν 32,78, για την *O.onites* 41,11 και για την *O.intercedens* 29. Οι συντελεστές παραλλακτικότητας διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, μετά από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων ($p < 0,05$). Το είδος με την καλύτερη ομοιομορφία, όσον αφορά τον αριθμό των πλάγιων βλαστών, είναι η *O.intercedens* (5,72%) ακολουθούμενη από την *O.onites* (8,55%), ενώ την μεγαλύτερη παραλλακτικότητα στον αριθμό των πλάγιων βλαστών παρουσιάζει η *O.hirtum* με συντελεστή 12,56%, χωρίς η παραλλακτικότητα αυτή να είναι υψηλή, αφού ο συντελεστής είναι μικρότερος του 20%. Όπως στο ύψος, έτσι και στον αριθμό των πλάγιων βλαστών τα δείγματα ακολούθησαν την κανονική κατανομή, καθώς οι συντελεστές λοξότητας και κύρτωσης είναι μεταξύ των τιμών 2 και -2, πράγμα το οποίο παρουσιάζεται και διαγραμματικά στα θηκογράμματα που ακολουθούν για τον αριθμό των πλάγιων βλαστών των ειδών της ρίγανης (Διάγραμμα 3.7).

Πίνακας 3.2 Περιγραφική στατιστική για τον αριθμό των πλάγιων βλαστών των τριών ειδών ρίγανης. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΙΜΕΣ		
	<i>O.hirtum</i>	<i>O.onites</i>	<i>O.intercedens</i>
Αριθμός παρατηρήσεων	9	9	9
Μέση τιμή	32,7778	41,1111	29
Τυπική απόκλιση	4,11636	3,51584	1,65831
Συντελεστής Παραλλακτικότητας	12,56% a	8,55% b	5,72% c
Ελάχιστη τιμή	27	37	27
Μέγιστη τιμή	39	46	32
Εύρος τιμών	12	9	5
Συντελεστής λοξότητας	0,198865	0,453024	1,03589
Συντελεστής κύρτωσης	-0,864737	-0,842184	-0,240033



Διάγραμμα 3.7 Θηκογράμματα για τον αριθμό των πλάγιων βλαστών των φυτών των τριών ειδών ρίγανης (Box & Whisker Plots).

3.2.3 Μετά τη Συγκομιδή

3.2.3.1 Ανάπτυξη Βλαστού

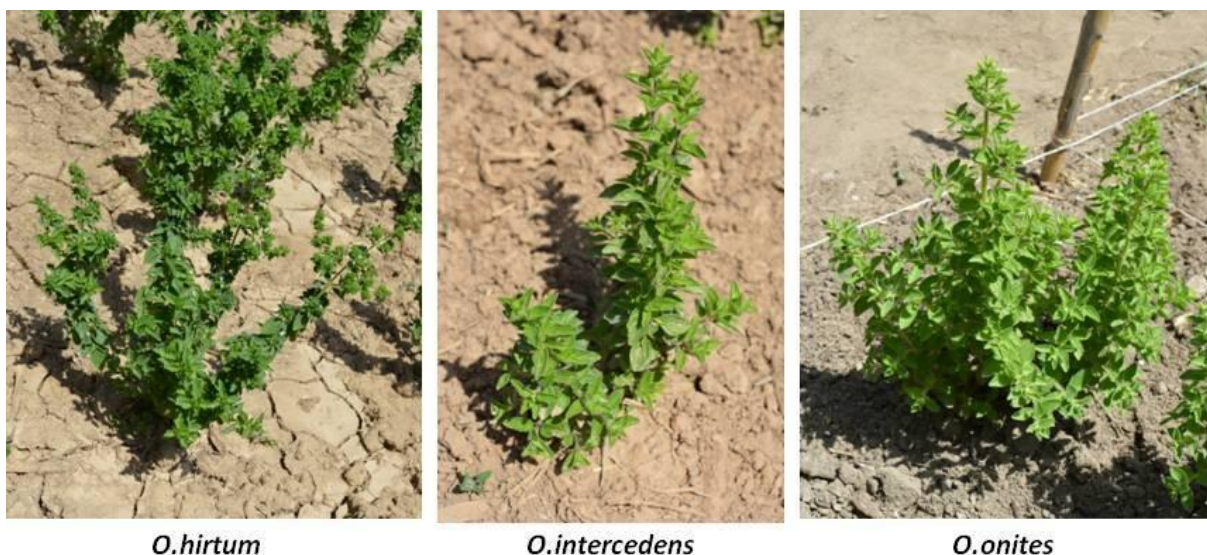
Μετά τη συγκομιδή των ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης, ο κεντρικός βλαστός του φυτού κόπηκε από την επιφάνεια του εδάφους και έγινε η μέτρηση του μήκους του, του δωδέκατου ($12^{ου}$) μεσογονάτιου διαστήματος και ο αριθμός των πλάγιων βλαστών πάνω σε αυτόν. Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων βρέθηκε ότι η *O.hirtum* είχε ένα μέσο ύψος στα 50,5 cm, παρουσιάζοντας στατιστικά

σημαντική διαφορά από τα άλλα δύο είδη (Εικόνα 3.2) του είχαν ύψος 35,0 cm για την *O.onites* και 38,7 cm για την *O.intercedens* χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Διάγραμμα 3.8.A).

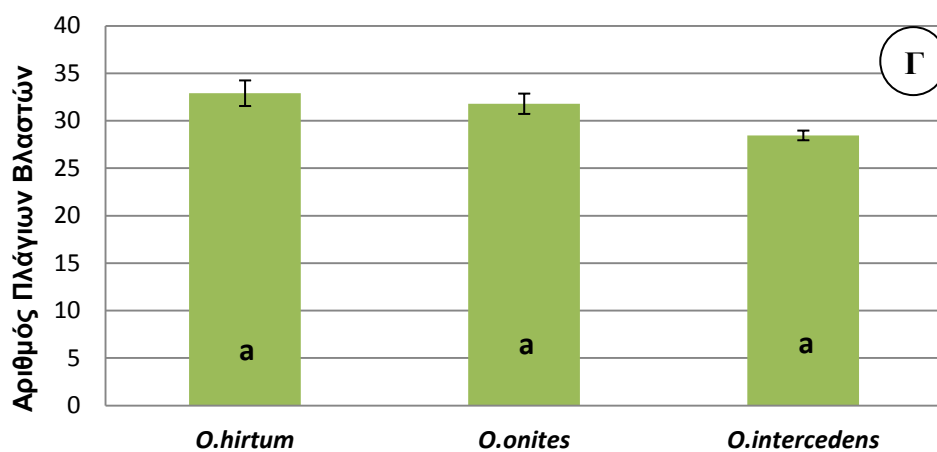
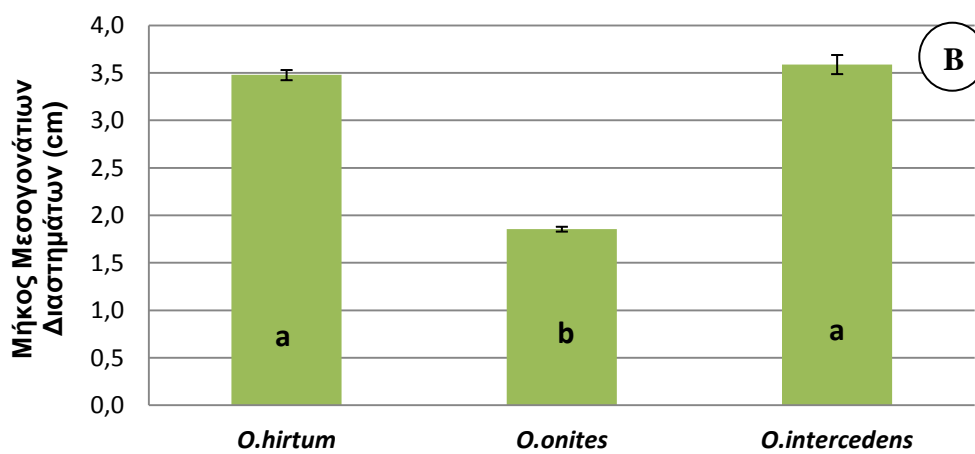
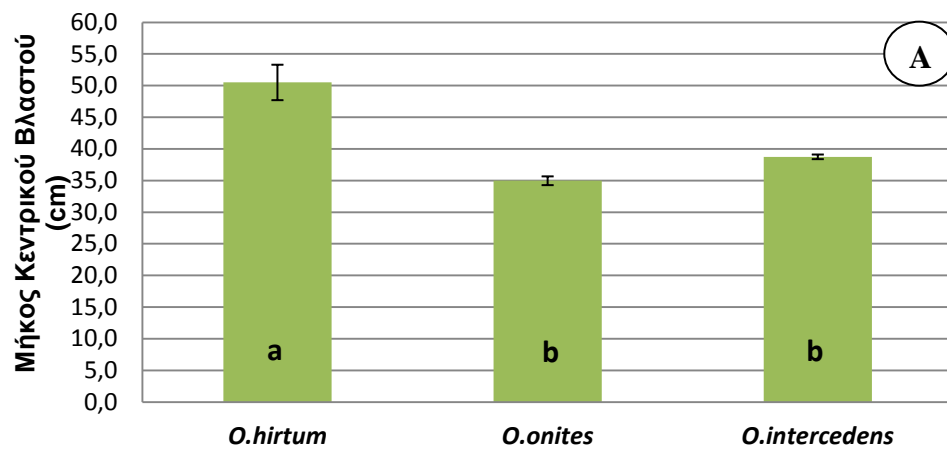
Όσον αφορά το μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων μετρήθηκε το ίδιο μεσογονάτιο διάστημα (12°) και στα τρία είδη για να γίνει η σύγκριση και παρατηρήθηκε ότι η *O.hirtum* και η *O.intercedens* είχαν μεσογονάτιο διάστημα μήκους 3,5 και 3,6 cm αντίστοιχα με στατιστικά σημαντική διαφορά από αυτό της *O.onites* που είχε μήκος 1,9 cm (Διάγραμμα 3.8.B).

Επιπρόσθετα, μετρήθηκε και ο αριθμός των πλάγιων βλαστών του κεντρικού στελέχους του φυτού, όπου, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών καθώς βρέθηκαν 33, 32 και 28 πλάγιοι βλαστοί για τις *O.hirtum*, *O.onites* και *O.intercedens* αντίστοιχα. Η νησιώτικη ρίγανη (*O.onites*) αν και κατά πολύ μικρότερου ύψους από την ελληνική ρίγανη (*O.hirtum*) είχαν σχεδόν τον ίδιο αριθμό πλάγιων βλαστών εξαιτίας της διαφοράς που είχαν στο μεσογονάτιο διάστημα, μικρότερα μεσογονάτια διαστήματα επομένως και μεγαλύτερος αριθμός πλάγιων βλαστών (Διάγραμμα 3.8.Γ).

Στην εικόνα που ακολουθεί απεικονίζονται τα φυτά των μελετούμενων ειδών κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους μετά την εγκατάσταση στον πειραματικό αγρό. Μπορεί εύκολα να διακρίνει κανείς τον έντονο διακλαδισμό στο φυτό της *O.onites* σε σύγκριση με τα άλλα δύο είδη καθώς επίσης και την πυκνότητα του φυλλώματος στο φυτό.



Εικόνα 3.1 Φυτά των μελετούμενων ειδών περίπου ένα μήνα μετά την εγκατάστασή τους στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α.



Διάγραμμα 3.8 Διαφοροποίηση Α) του μήκους του κεντρικού βλαστού, Β) του μήκους των μεσογονάτιων διαστημάτων και Γ) του αριθμού των πλάγιων βλαστών των ειδών ρίγανης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$



Εικόνα 3.2 Ενδεικτικοί βλαστοί των μελετούμενων ειδών με τις ταξιανθίες.

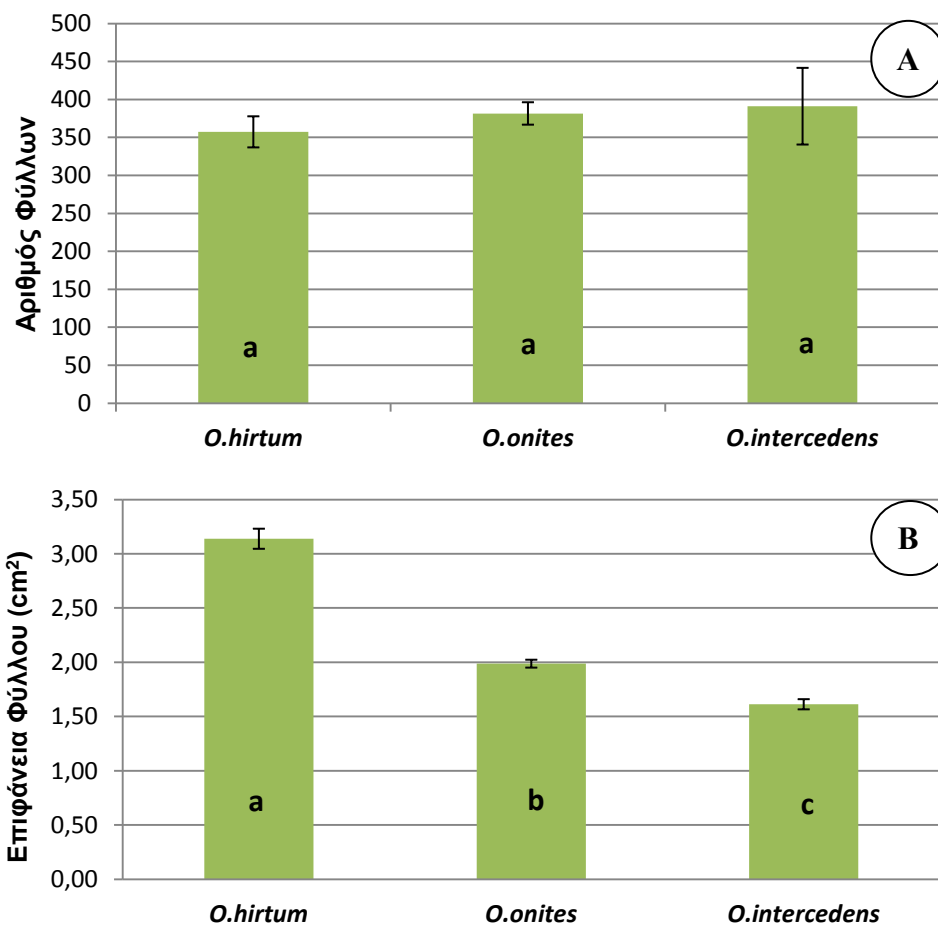
3.2.3.2 Ανάπτυξη Φύλλων

Ο αριθμός των φύλλων όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μετά από την ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων. Συγκεκριμένα, μεγαλύτερο αριθμό φύλλων παρουσιάζει το υβρίδιο (*O.intercedens*) με 391 φύλλα επί του κεντρικού βλαστού του φυτού, ακολουθούμενο από την *O.onites* με 382 φύλλα και τέλος την *O.hirtum* με 357 (Διάγραμμα 3.9.A).

Η επιφάνεια του φύλλου διαφέρει στατιστικά σημαντικά από είδος σε είδος, με την *O.hirtum* να διαθέτει το μεγαλύτερο σε μέγεθος φύλλο, επιφάνειας $3,14 \text{ cm}^2$, το μικρότερο φύλλο να είναι αυτό του υβριδίου, επιφάνειας $1,61 \text{ cm}^2$, ενώ η *O.onites* να βρίσκεται ενδιάμεσα περίπου στα 2.0 cm^2 (Εικόνα 3.3). Στη διαφοροποίηση της επιφάνειας του φύλλου ίσως να οφείλεται και η πυκνότητα των φύλλων στο βλαστό όπου η ελληνική ρίγανη διέθεται τα λιγότερα φύλλα και το υβρίδιο τα περισσότερα (Διάγραμμα 3.9.B).



Εικόνα 3.3 Πλήρως αναπτυγμένα φύλλα των μελετούμενων ειδών.



Διάγραμμα 3.9 Διαφοροποίηση Α) του αριθμού των φύλλων και Β) της επιφάνειάς τους για τα τρία είδη της ρίγανης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

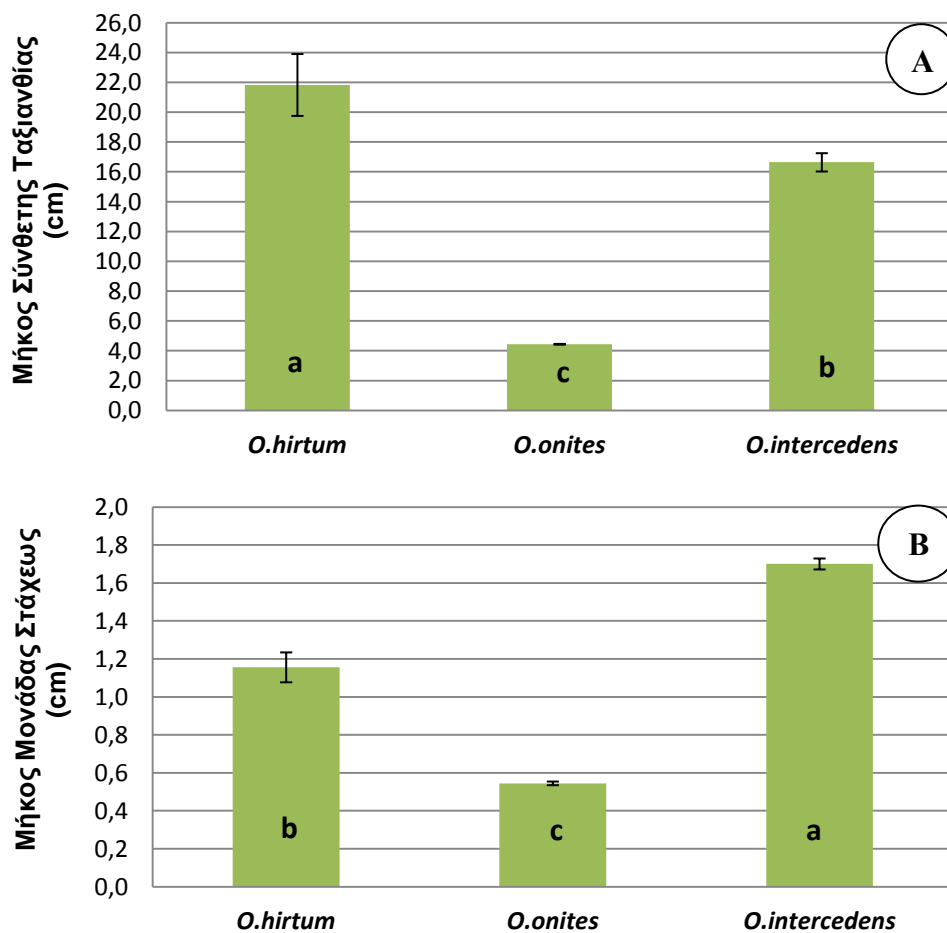
3.2.3.3 Ανάπτυξη Ταξιανθίας

Το σημαντικότερο μέρος του φυτού για την παραγωγή αιθέριου ελαίου αποτελεί η ταξιανθία, έτσι είναι απαραίτητη η σύγκριση του μεγέθους της ταξιανθίας ανάμεσα στα τρία εξεταζόμενα είδη. Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι το μήκος της ταξιανθίας για την *O.hirtum* είναι κατά μέσο όρο 21,8 cm με στατιστικά σημαντική διαφορά από αυτή του *O.intercedens* που ακολουθεί με μέσο μήκος ταξιανθίας 16,6 cm, ενώ τη μικρότερη σε μέγεθος ταξιανθία φέρει η *O.onites* με μόλις 4,4 cm (Εικόνα 3.4). Μπορούμε να πούμε λοιπόν ότι για την *O.hirtum* και την *O.intercedens* το μήκος της ταξιανθίας αποτελεί περίπου το 43% του συνολικού μήκους του βλαστού ενώ για την *O.onites* μόνο το 13% (Διάγραμμα 3.10.Α).



Εικόνα 3.4 Διαφοροποίηση της ταξιανθίας των μελετούμενων ειδών.

Επίσης σημαντικό ρόλο έχει και το μήκος της μονάδας του στάχως που αποτελούν την σύνθετη ταξιανθία (Εικόνα 3.5) όπου το υβρίδιο φαίνεται να ξεπερνά την ελληνική ρίγανη με 1,7 cm μήκος για την πρώτη, ενώ για τη δεύτερη 1,2 cm, όσο αναφορά την *O. onites* φαίνεται να διαθέτει το μικρότερο μήκος στάχως με μήκος 0,5 cm (Διάγραμμα 3.10.B).

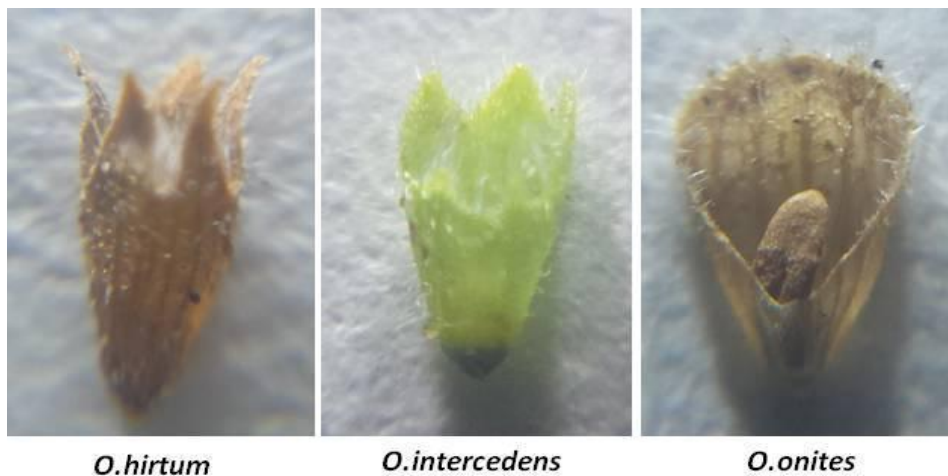


Διάγραμμα 3.10 Διαφοροποίηση Α) του μήκους της δύνθετης ταξιανθίας και Β) του μήκους της μονάδας στάχως στην ταξιανθία για τα τρία είδη της ρίγανης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD $\alpha=0,05$.



Εικόνα 3.5 Διαφοροποίηση του μεγέθους της μονάδος στάχewος.

Ένας επιπλέον παράγοντας που έχει σημαντικό ρόλο στην αξιολόγηση της ταξιανθίας εκτός από το μέγεθός της είναι και η πυκνότητά της. Επομένως όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3.11), η *O. hirtum* διαθέτει έναν πολύ μεγάλο αριθμό στάχewων ανά σύνθετη ταξιανθία περίπου 587, σε αντίθεση με την *O. onites* που διαθέτει μόνο 50, ενώ το υβρίδιο φτάνει περίπου τους 200 στάχewες ανά σύνθετη ταξιανθία. Επομένως και τα τρία είδη έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους αφού συνδέονται με διαφορετικό λατινικό γράμμα όπως υπολογίστηκε από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων μεταξύ των πληθυσμών (Διάγραμμα 3.11.A).

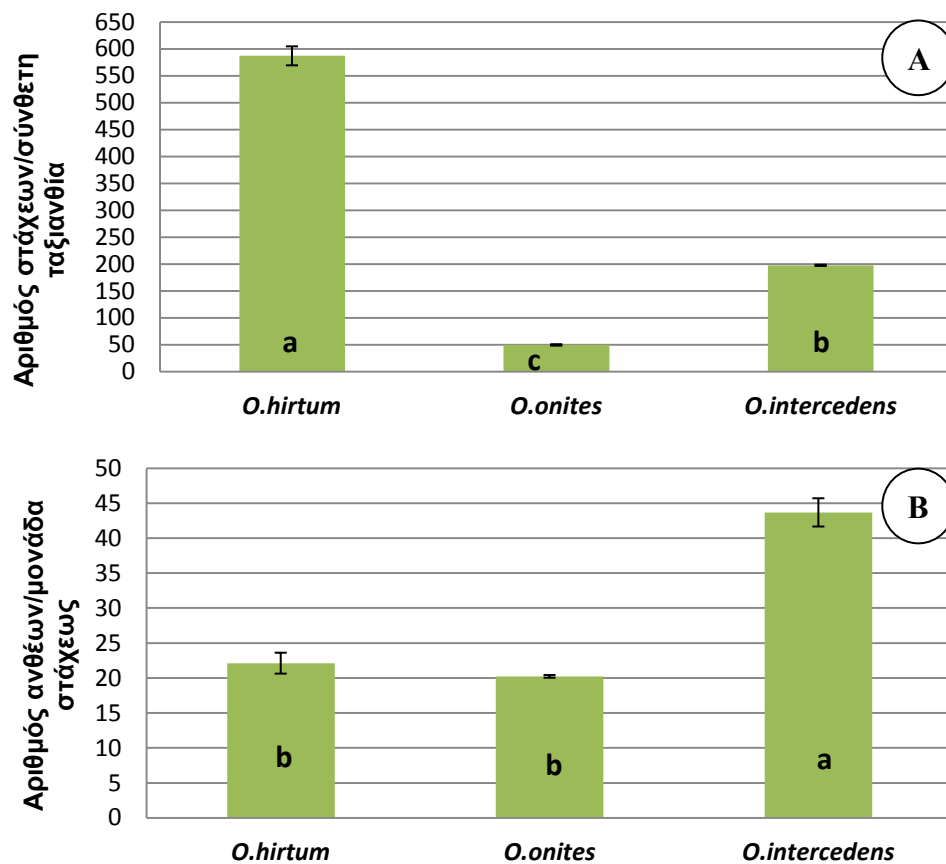


Εικόνα 3.6 Διαφοροποίηση του κάλυκα των τριών μελετούμενων ειδών.

Στην παραπάνω εικόνα διακρίνεται η διαφοροποίηση του κάλυκα των ειδών *O. hirtum*, *O. intercedens* και *O. onites*. Η παραλλακτικότητα αυτή στους κάλυκες αποτέλεσε βασικό χαρακτηριστικό στο διαχωρισμό των ειδών *O. hirtum* από την *O. intercedens*. Ο κάλυκας στην *O. hirtum* είναι σωληνοειδής με πέντε ισομήκεις οδόντες, ενώ στην *O. intercedens* ο κάλυκας αποτελείται από τρεις ισομήκεις και δύο κοντύτερους οδόντες. Αντίθετα η *O. onites* αποτελείται από ένα μονόχειλο κάλυκα, ακέραιου σχήματος και βλεφαριδωτού χείλους.

Αξίζει επιπλέον να παρατηρηθεί ότι ο αριθμός των ανθέων ανά μονάδα στάχewος του *O. intercedens* διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα άλλα δυο είδη έχοντας 44 άνθη, ενώ 22

και 20 για την *O.hirtum* και *O.onites* αντίστοιχα (Διάγραμμα 3.11.B), γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί και από τη σύγκριση του μήκους των στάχων, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

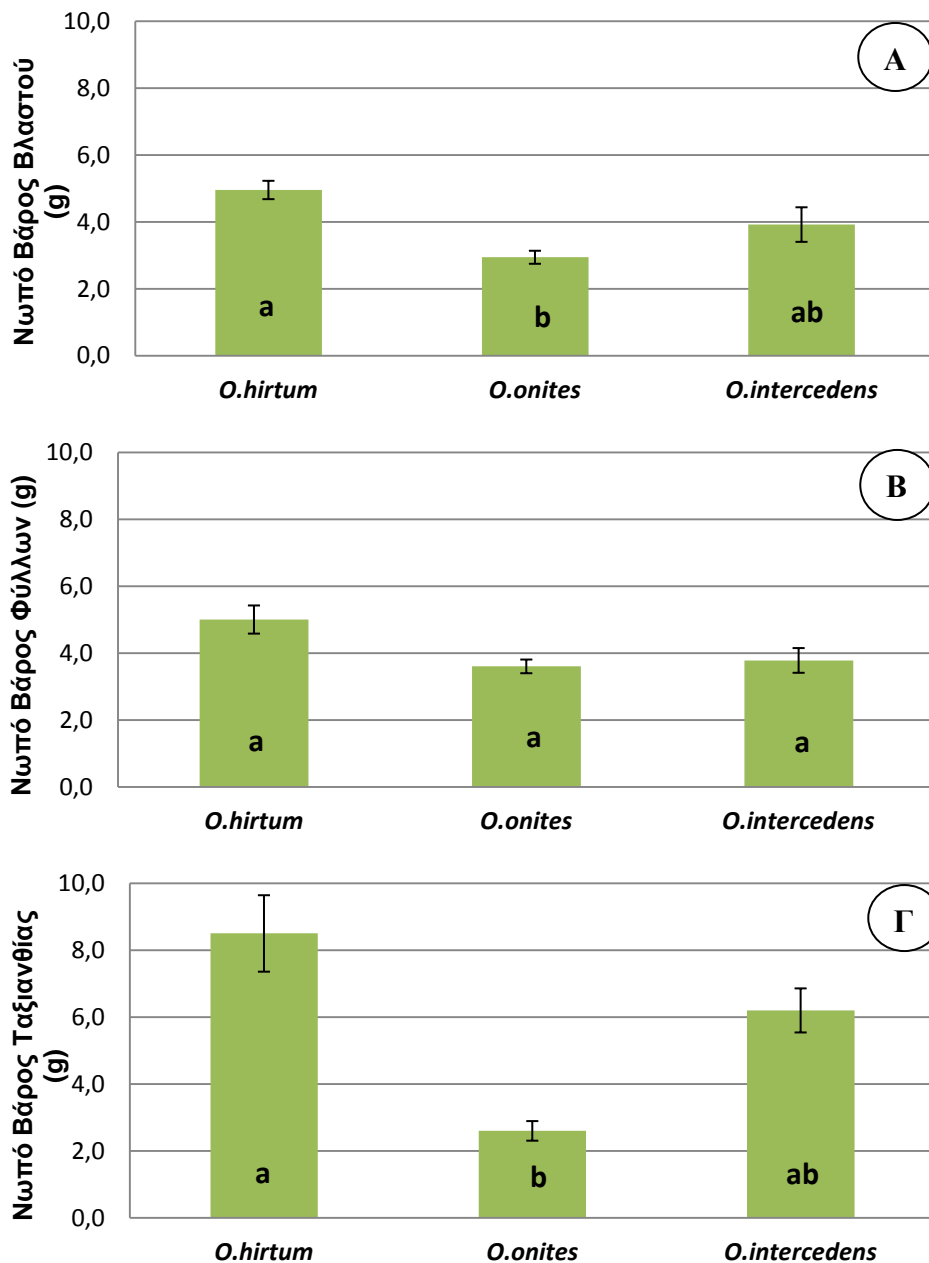


Διάγραμμα 3.11 Διαφοροποίηση Α) του αριθμού των στάχων ανά σύνθετη ταξιανθία και Β) του αριθμού των ανθέων ανά μονάδα στάχως για τα τρία είδη ρίγανης στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.2.3.4 Νωπό Βάρος

Αμέσως μετά τη συγκομιδή έγιναν οι επιμέρους μετρήσεις του νωπού βάρους για την λιγότερη απώλεια υγρασίας από το φυτικό υλικό, ο λόγος για τον οποίο παρουσιάζεται το νωπό βάρος είναι επειδή είναι ένας σημαντικός παράγοντας που μας δείχνει την ευρωστία του φυτού του κάθε είδους συγκριτικά με το άλλο. Από την ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων βρέθηκε, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, ότι το νωπό βάρος του βλαστού της *O.hirtum* διαφέρει στατιστικά σημαντικά σε σχέση με αυτό της *O.onites* με βάρος 5,0 g για την πρώτη και 2,9 g για την τελευταία, ενώ το υβρίδιο δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές με κανένα από τα άλλα δύο είδη έχοντας βάρος 3,9 g κατά μέσο όρο (Διάγραμμα 3.12.A). Όσο αναφορά το νωπό βάρος των φύλλων δεν παρουσιάστηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ειδών, επομένως ούτε και στατιστικά

σημαντικές διαφορές καθώς το μέσο βάρος των νωπών φύλλων ήταν 5,0 , 3,6 και 3,8 g για τις *O.hirtum*, *O.onites* και *O.intercedens* αντίστοιχα. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσίασε η διαφοροποίηση του νωπού βάρους των ταξιανθιών μεταξύ των ειδών, καθώς βαρύτερη ταξιανθία φέρει η *O.hirtum* με 8,5 g βάρος, ακολουθεί το υβρίδιο με 6,2 g χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά, όπως φάνηκε από την δοκιμασία των πολλαπλών συγκρίσεων, ενώ τελευταία στην κατάταξη έρχεται η *O.onites* με στατιστικά σημαντική διαφορά από την πρώτη έχοντας βάρος ταξιανθίας, μόλις 2,6 g (Διάγραμμα 3.12.Γ).



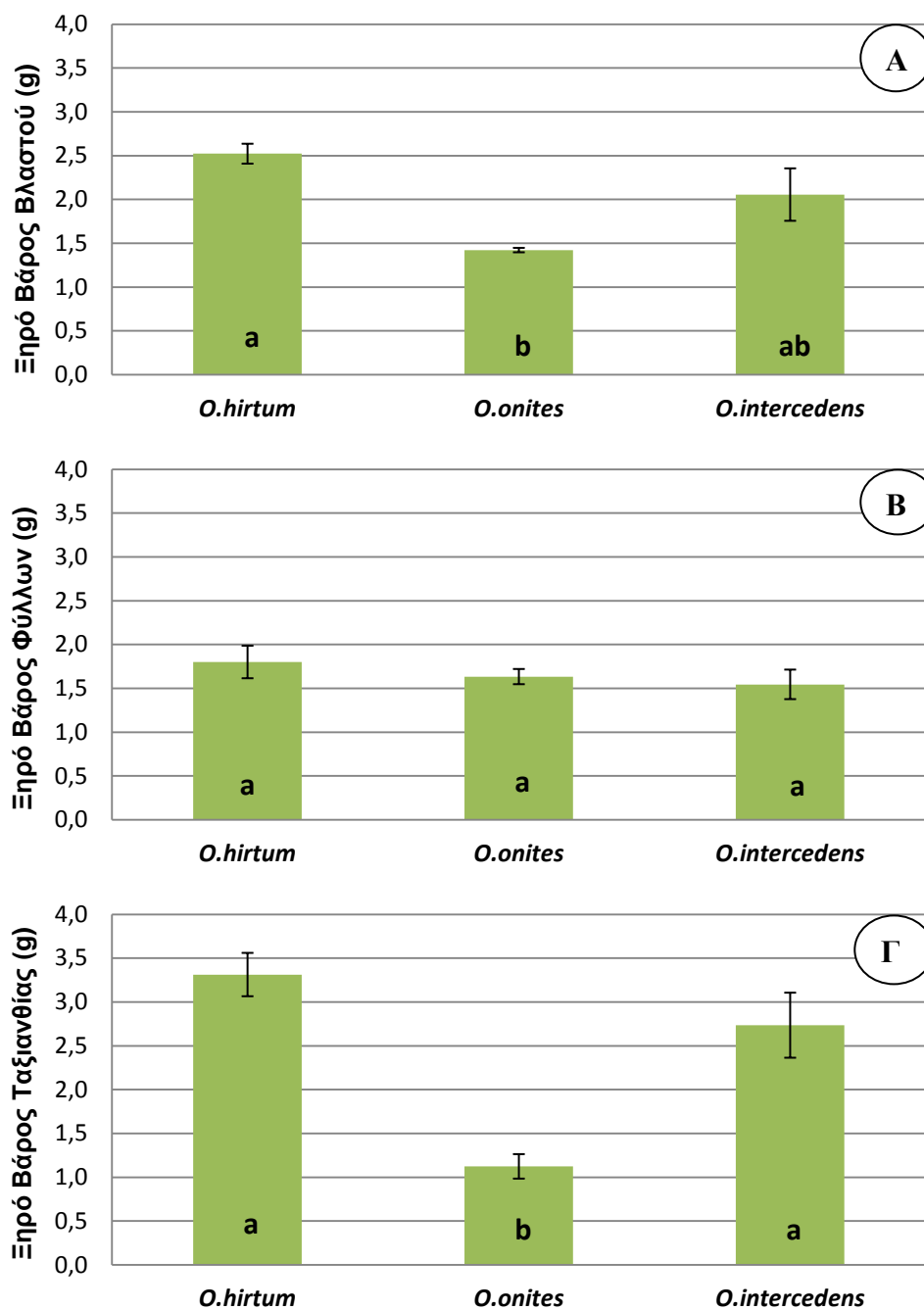
Διάγραμμα 3.12 Διαφοροποίηση του νωπού βάρους Α) του βλαστού, Β) των φύλλων και Γ) της ταξιανθίας για τα τρία είδη της ρίγανης στον αγρό του Γ.Π Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.



Εικόνα 3.7 Διαχωρισμός των φύλλων και των ανθέων από τον βλαστό για τη μέτρηση του νωπού και ξηρού βάρους τους.

3.2.3.5 Ξηρό Βάρος

Αντίστοιχες μετρήσεις και στα ίδια φυτικά δείγματα με αυτά του νωπού βάρους έγιναν και μετά το πέρας 15 ημερών από τη συγκομιδή όπου τα δείγματα είχαν τοποθετηθεί για αποξήρανση. Έτσι, από την ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων η *O.hirtum* είχε το υψηλότερο ξηρό βάρος στο βλαστό 2,5 g, το μικρότερο βάρος είχε η *O.onites* 1,4 g παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά από το πρώτο μετά από τη δοκιμασία των πολλαπλών συγκρίσεων, και ανάμεσά τους βρίσκεται η *O.intercedens* με 2,1 g χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά με κανένα από τα άλλα δυο είδη (Διάγραμμα 3.13.A). Όσο αναφορά το ξηρό βάρος στα φύλλα οι τιμές κυμάνθηκαν στα ίδια επίπεδα, χωρίς να παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών, πιο συγκεκριμένα οι μέσοι όροι των ξηρών βάρων των φύλλων ήταν 1,8 , 1,6 και 1,5 g για τις *O.hirtum*, *O.onites* και *O.intercedens* αντίστοιχα. Όπως στο νωπό έτσι και στο ξηρό βάρος των ταξιανθιών μεγαλύτερο βάρος είχαν η ελληνική ρίγανη και το υβρίδιο με 3,3 και 2,7 g αντίστοιχα χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ η *O.onites* διέφερε σημαντικά, λόγω και του μεγέθους της ταξιανθίας, φτάνοντας μόλις τα 1,1 g ξηρού βάρους (Διάγραμμα 3.13.Γ).

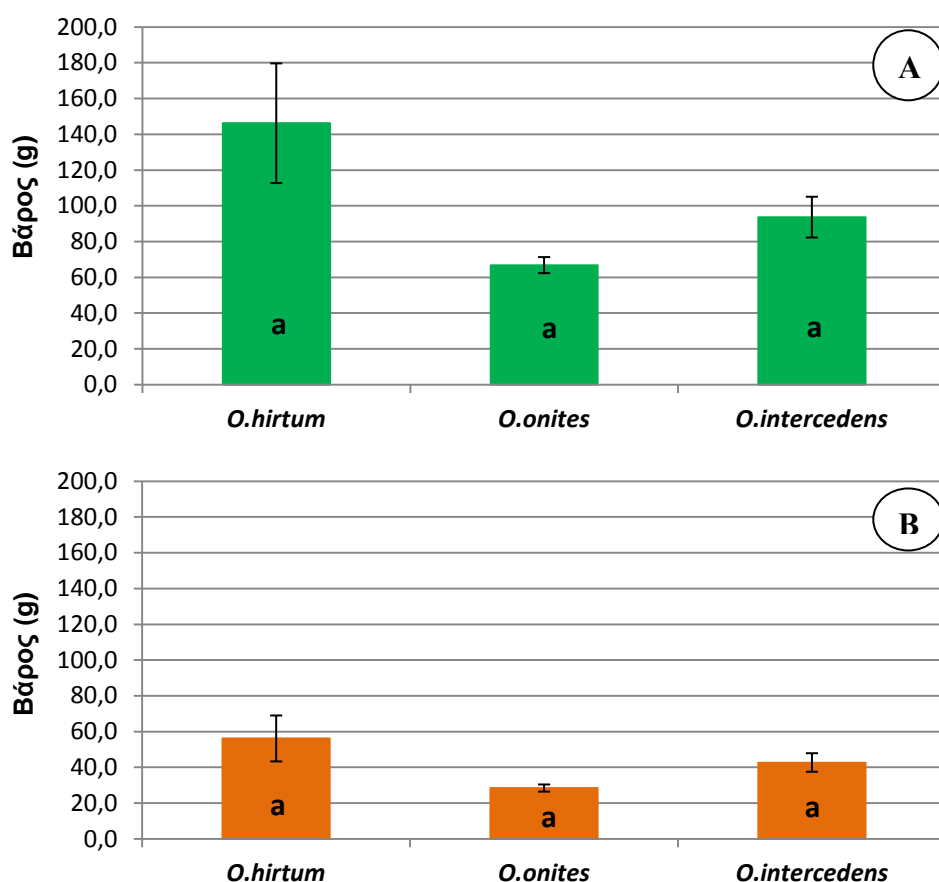


Διάγραμμα 3.13 Διαφοροποίηση του ξηρού βάρους Α) του βλαστού, Β) των φύλλων και Γ) της ταξιανθίας για τα τρία είδη ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.2.4 Απόδοση ανα φυτό

Αξίζει να αναφερθούμε και στην μέση απόδοση ανά φυτό για τα τρία εξεταζόμενα είδη όπου σε νωπή δρόγη η *O.hirtum* έφτασε τα 146,2 g κατά μέσο όρο ανά φυτό, η *O.onites* τα 66.8 g και η *O.intercedens* τα 93,7 g, αλλά μετά από την δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν παρουσιάστικαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών. Αντίστοιχα και για την απόδοση σε ξηρά δρόγη η *O.hirtum* απέδωσε 56,1 g, ακολούθησε η

O.intercedens με 42,7 g και τέλος η *O.onites* με 28,4 g ξηράς δρόγης ανά φυτό, όπου και σε αυτή την περίπτωση οι διαφορές μεταξύ των πληθυσμών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.



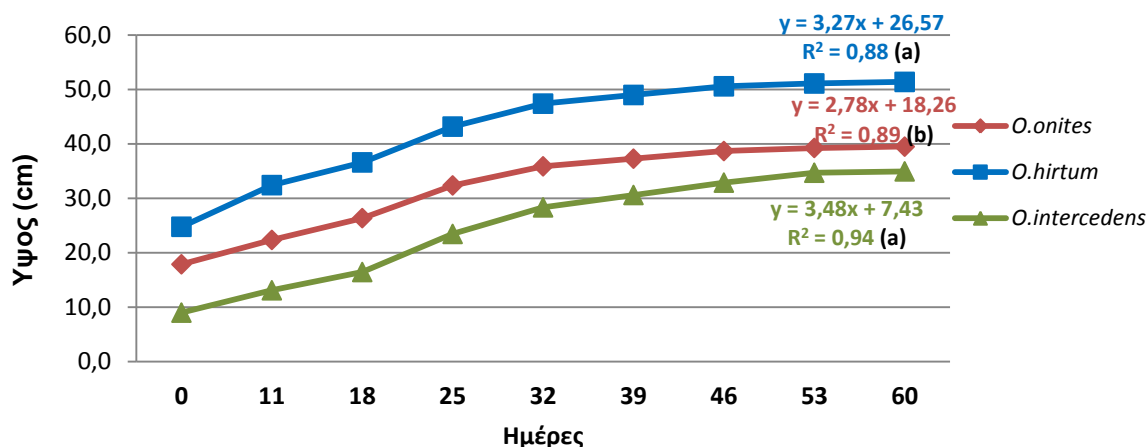
Διάγραμμα 3.14 Διαφοροποίηση της απόδοσης αα φυτό σε Α) νωπή και Β) ξηρή δρόγη για τα τρία είδη της ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Συγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.2.5 Ρυθμοί Ανάπτυξης

3.2.5.1 Ρυθμός Αύξησης Ύψους

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται οι τρεις ρυθμοί αύξησης του ύψους για τα τρία είδη της ρίγανης καθώς και οι γραμμικές τους εξισώσεις. Όπως παρατηρείται το είδος με τον μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης είναι αυτός της *O.intercedens* με ρυθμό 3,48 και άριστη προσαρμογή στην γραμμική εξίσωση ($R^2=0,94$), ακολουθεί η *O.hirtum* με ρυθμό 3,27 και $R^2=0,88$, χωρίς να παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά από αυτόν του πρώτου πληθυσμού, ενώ μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης φαίνεται να έχει η *O.onites* με ρυθμό 2,78 αλλά με μια εξίσου πολύ καλή προσαρμογή στην εξίσωση ($R^2=0,89$). Γενικά από την επεξεργασία

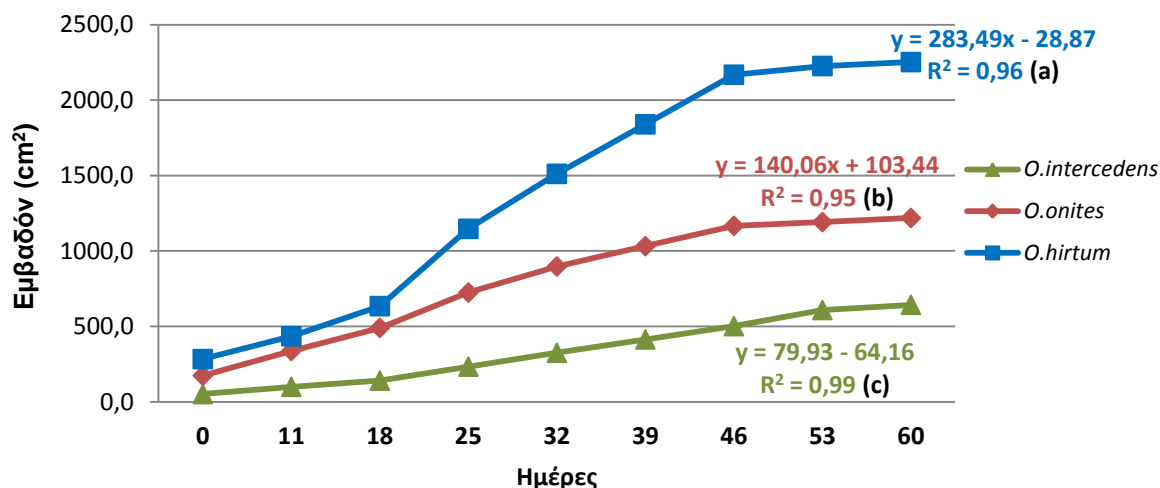
των δεδομένων το ύψος της *O.hirtum* αυξήθηκε κατά 26,6 cm, η *O.intercedens* κατά 26,0 cm και η *O.onites* κατά 21,6 cm.



Διάγραμμα 3.15 Διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης του ύψους (cm) των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.2.5.2 Ρυθμός Αύξησης της Μέσης Φυλλικής Επιφάνειας του Φυτού

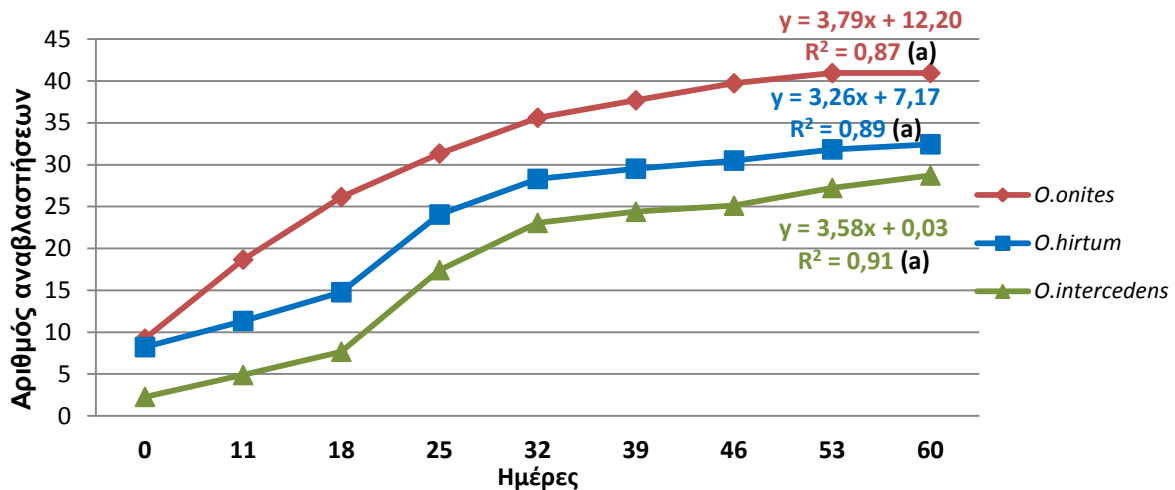
Από την ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές στον ρυθμό αύξησης της μέσης φυλλικής επιφάνειας μεταξύ των ειδών και με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, μετά τη δοκιμασία των πολλαπλών συγκρίσεων. Πιο συγκεκριμένα, η *O.hirtum* είχε ρυθμό αύξησης 283,49 και η *O.onites* και *O.intercedens* 140,06 και 79,93 αντίστοιχα. Και για τα τρία είδη πάντως τα δεδομένα φάνηκε να έχουν πολύ καλή προσαρμογή στην γραμμική εξίσωση με το R^2 να κυμαίνεται από 0,95 έως και 0,99. Από τις μετρήσεις φάνηκε ότι σε 60 ημέρες η μέση φυλλική επιφάνεια κάλυψης της *O.hirtum* αυξήθηκε κατά 1969,0 cm², η *O.onites* κατά 1045,2 cm², ενώ τη μικρότερη αύξηση είχε η *O.intercedens* με μόλις 591,8 cm² αύξηση.



Διάγραμμα 3.16 Διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης της επιφάνειας του φυτού (cm²) των τριών ειδών της ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για α=0,05.

3.2.5.3 Ρυθμός αύξησης πλάγιων βλαστών

Όσο αναφορά τον ρυθμό αύξησης των πλάγιων βλαστών παρατηρήθηκαν μικρές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών οι οποίες δεν είναι στατιστικά σημαντικές, όπως συμπεράναμε μετά τη δοκιμασία των πολλαπλών συγκρίσεων. Περισσότερους πλάγιους φαίνεται να εκπύσει η *O. onites* με ρυθμό 3,79, ακολουθούμενο από την *O. intercedens* με 3,58 και τέλος την *O. hirtum* με 3,26. Η προσαρμογή των δεδομένων στις αντίστοιχες γραμμικές εξισώσεις ήταν πολύ ικανοποιητικές καθώς το R^2 για την *O. hirtum* ήταν 0,89, για την *O. onites* 0,87 και για την *O. intercedens* 0,91. Κατά μέσο όρο κατά τη διάρκεια των μετρήσεων εκπύχθηκαν 34 πλάγιοι βλαστοί για την *O. onites*, 26 για την *O. intercedens* και 24 για την *O. hirtum*.



Διάγραμμα 3.17 Διαφοροποίηση του ρυθμού αύξησης των πλάγιων βλαστών των τριών ειδών της ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

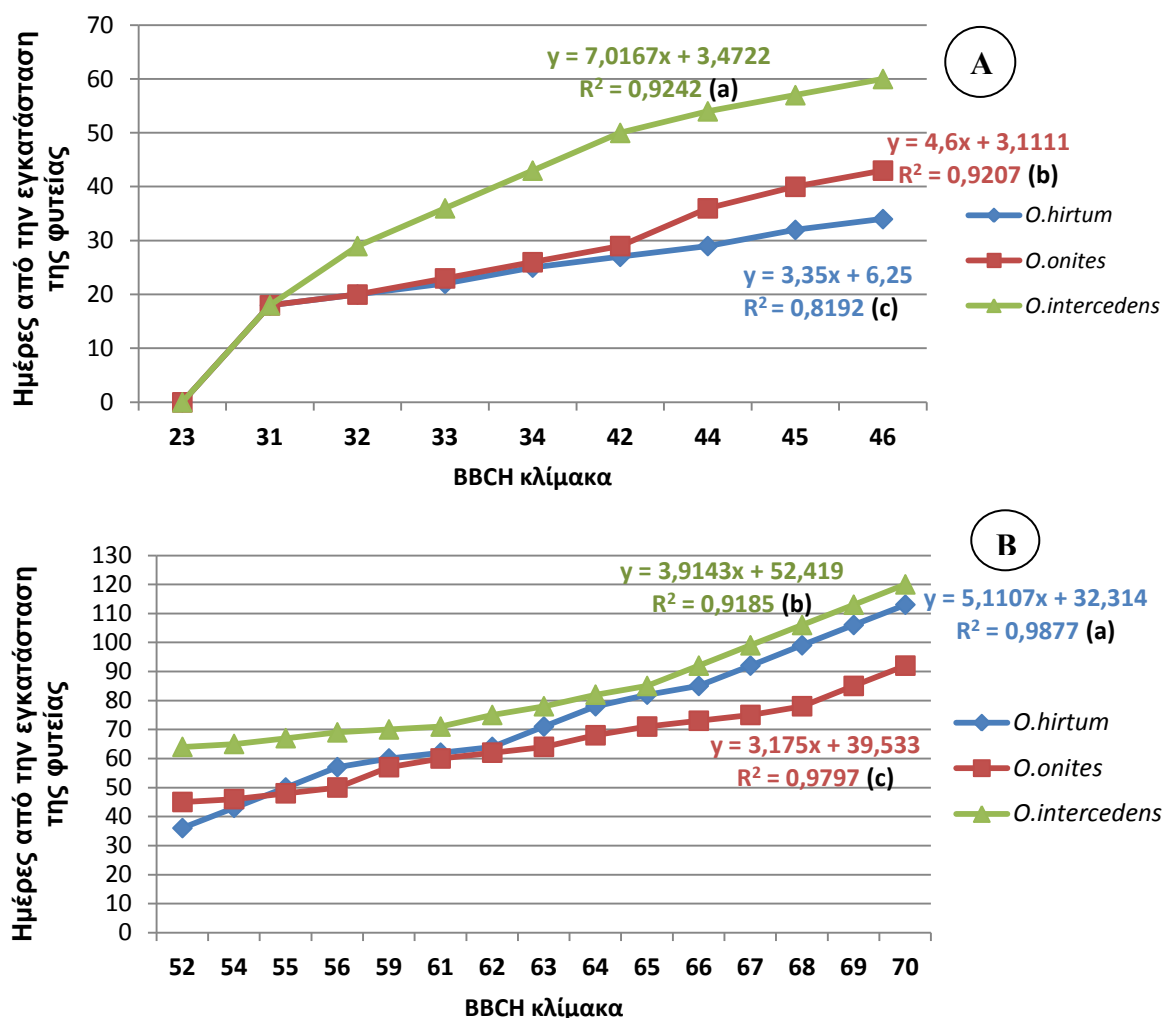
3.2.5.4 Ρυθμός φαινολογικών σταδίων (Κλίμακα BBCH)

Στο διάγραμμα 3.18.A παρουσιάζεται ο ρυθμός των φαινολογικών σταδίων κατά το βλαστητικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Σύμφωνα με τις γραμμικές εξισώσεις των ευθειών, η *O.intercedens* αναπτύσσεται πολύ γρήγορα αφού έχει τον υψηλότερο συντελεστή 7,0167 ακολουθεί η *O.onites* με συντελεστή 4,6 και τέλος η *O.hirtum* με συντελεστή αύξησης 3,35. Και οι τρεις συντελεστές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μετά από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων, και παράλληλα τα δεδομένα προσαρμόζονται ικανοποιητικά με το R^2 να παίρνει τιμές μεγαλύτερες από 0,80.

Κατά το αναπαραγωγικό στάδιο όμως τα δεδομένα αλλάζουν, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3.18.B, καθώς η *O.hirtum* παρουσιάζει πλέον το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης από τα τρία εξεταζόμενα είδη με ρυθμό 5,1107 και ακολουθεί η *O.intercedens* με ρυθμό 3,9143 με στατιστικά σημαντική διαφορά από την πρώτη, μετά τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων, ενώ το μικρότερο ρυθμό πλέον παρουσιάζει η *O.onites* με ρυθμό 3,175 με στατιστικά σημαντική διαφορά από τα άλλα 2 είδη. Οι αντίστοιχοι βαθμοί προσαρμογής των δεδομένων στην γραμμική εξίσωση είναι 0,9185 για την *O.intercedens*, 0,9797 για την *O.onites* και 0,9877 για την *O.hirtum*, πολύ ικανοποιητικό επίπεδο προσαρμογής και για τα τρία είδη.

Τέλος, από το διάγραμμα 3.18.B γίνεται αντιληπτή η χρονική διάρκεια του βιολογικού κύκλου κάθε είδους καθώς η *O.onites* φτάνει στο στάδιο της απάνθισης (70 της BBCH κλίμακας) στις 92 ημέρες περίπου μετά τη μεταφύτευσή της στον αγρό, ακολουθεί η

O.hirtum στις 113 ημέρες και τέλος η *O.intercedens* στις 120 ημέρες (Περιγραφή της κλίμακας BBCH που χρησιμοποιήσαμε γίνεται στο παράρτημα).



Διάγραμμα 3.18 Διαφοροποίηση των φαινολογικών σταδίων των τριών ειδών της ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α. βάση της κλίμακας BBCH για το Α) Βλαστικό στάδιο και για το Β) αναπαραγωγικό στάδιο. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

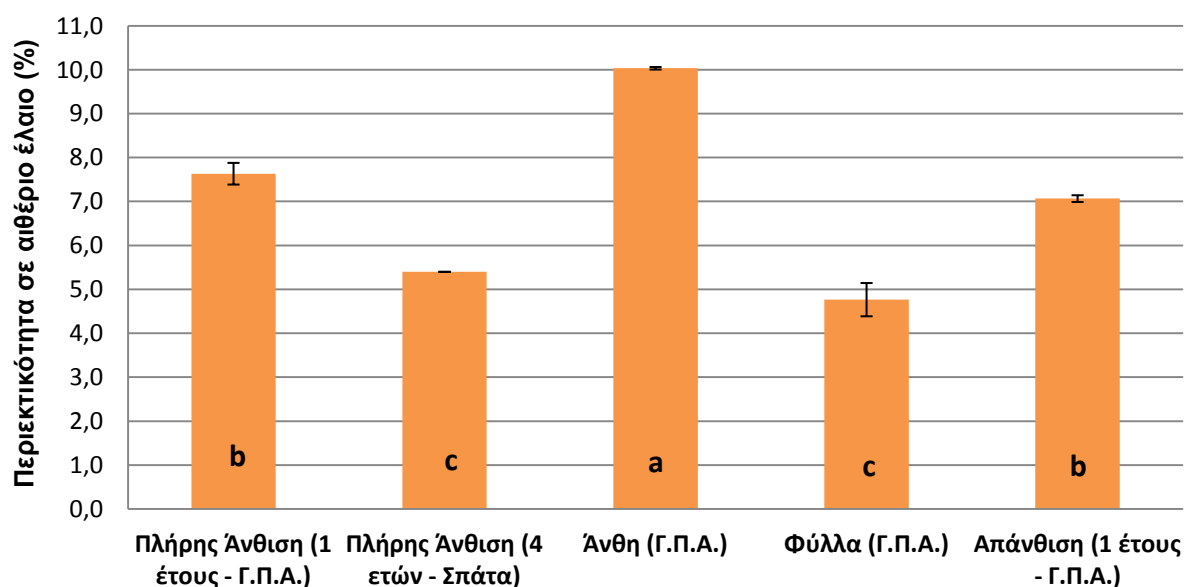
3.3 Περιεκτικότητα σε Αιθέριο Έλαιο

Για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων περί εκατοστιαίας περιεκτικότητας αιθερίου ελαίου των φυτικών ειδών πραγματοποιήθηκαν 3 υδροαποστάξεις των 10 gr ξηράς δρόγης για κάθε μια από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις των τριών μελετούμενων ειδών: **α)** στο στάδιο της πλήρους άνθισης στο Γ.Π.Α. ηλικίας 1 έτους, **β)** στο στάδιο της πλήρους άνθισης στα Σπάτα ηλικίας 4 ετών, **γ)** από άνθη (Γ.Π.Α.), **δ)** από φύλλα (Γ.Π.Α.) και **ε)** στο στάδιο

της απάνθισης στο Γ.Π.Α. ηλικίας 1 έτους. Επιπλέον, για την *O.intercedens* εξετάστηκαν ακόμα δυο περιπτώσεις από την καλλιέργεια στα Σπάτα (ηλικίας 4 ετών) πριν την άνθιση και κατά την απάνθιση των φυτών. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα των μέσων όρων που προέκυψαν παρατίθενται παρακάτω.

3.3.1 Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα της *Origanum vulgare ssp. hirtum* L.

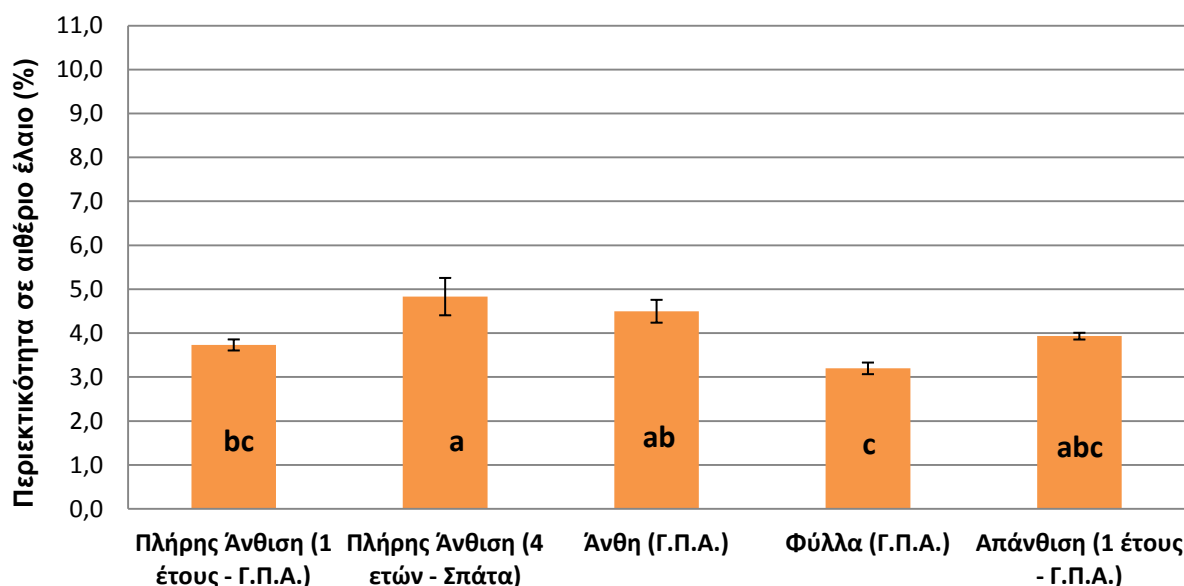
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των ανθέων της *O.hirtum* σε αιθέριο έλαιο ήταν υψηλότερη φτάνοντας το 10,0 % και με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις άλλες περιπτώσεις. Ακολούθησε η περιεκτικότητα στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης από τον αγρό του Γ.Π.Α. ηλικίας 1 έτους με διαφορά μη στατιστικά σημαντική μεταξύ τους καθώς στην πλήρη άνθιση περιείχε 7,6 % αιθέριο έλαιο ενώ κατά την απάνθιση 7,1%. Το δείγμα του προήλθε από τα Σπάτα ήταν από φυτά ηλικίας τεσσάρων ετών και στο στάδιο της πλήρους άνθισης, όμως η περιεκτικότητά του ήταν χαμηλότερη από αυτή στον αγρό του Γ.Π.Α., περιείχε μόλις 5,4% αιθέριο έλαιο. Τελευταίο στη σειρά είναι η περιεκτικότητα των φύλλων του φυτού, καθώς στα φύλλα υπάρχουν λιγότερες αδενώδεις κεφαλωτές τρίχες που περιέχουν αιθέριο έλαιο, σε σχέση με τα άνθη και έτσι περιείχε 4,8 % αιθέριο έλαιο. Με τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 3.19 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου της *O.hirtum* σε κάθε μια από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.3.2 Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα της *Origanum onites* L.

Οι περιεκτικότητες της *O.onites* δεν παρουσιάζει μεγάλες διαφορές ανά περίπτωση όπως στην *O.hirtum*. Πιο συγκεκριμένα την υψηλότερη περιεκτικότητα αιθερίου ελαίου παρουσίασε η *O.onites* που βρισκόταν στα Σπάτα στο στάδιο της πλήρους άνθισης από φυτά ηλικίας τεσσάρων ετών με περιεκτικότητα 4,8%. Ακολούθησε η περιεκτικότητα των ανθέων με ποσοστό 4,5% αιθέριο έλαιο, ενώ από τον αγρό του Γ.Π.Α. η *O.onites* περιείχε περισσότερο αιθέριο έλαιο στο στάδιο της απάνθισης από ότι στο στάδιο της πλήρους άνθισης χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά με ποσοστά 3,9% και 3,7%, αντίστοιχα. Όπως στην *O.hirtum*, έτσι και στην *O.onites* το χαμηλότερο ποσοστό αιθερίου ελαίου είχαν τα φύλλα του φυτού, με ποσοστό 3,2%. Με τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

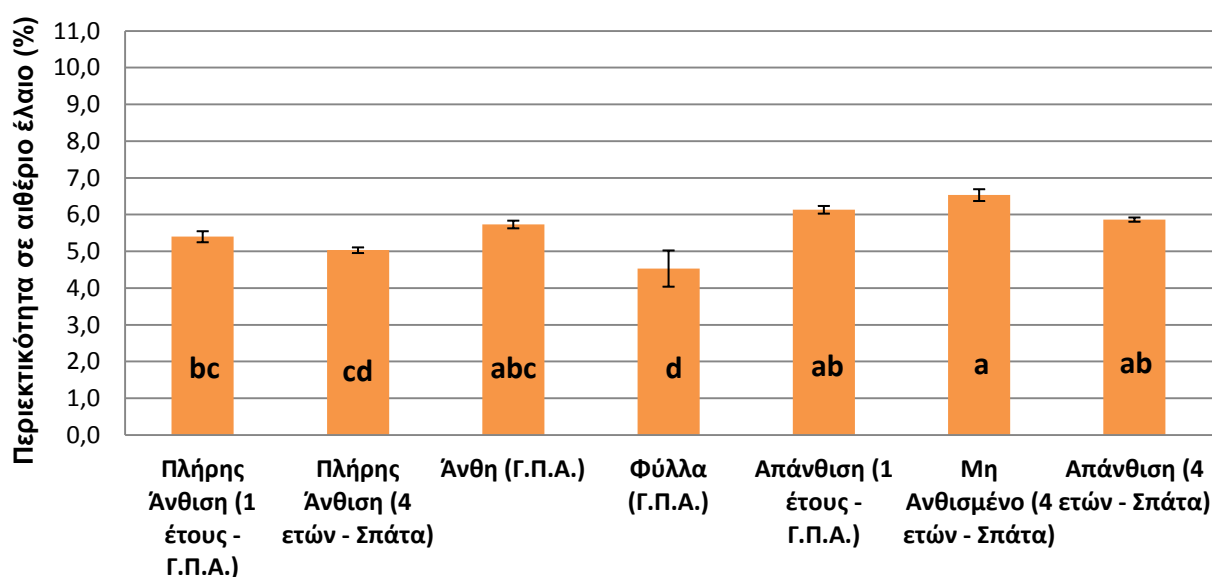


Διάγραμμα 3.20 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο της *O.onites* σε κάθε μία από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.3.3 Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα της *Origanum x intercedens*

Για την *O.intercedens* μελετήθηκαν περισσότερες περιπτώσεις από ότι στα άλλα είδη διότι υπήρχε μεγαλύτερη ποσότητα φυτικού υλικού από τον εγκατεστημένο πληθυσμό στον αγρό των Σπάτων. Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα το υβρίδιο παρουσιάζει υψηλότερη περιεκτικότητα στον πειραματικό αγρό των Σπάτων πριν την πλήρη άνθισή του με ποσοστό 6,5% και ακολούθησε το στάδιο της απάνθισης στον αγρό που βρίσκεται στα Σπάτα αλλά και στον αγρό του Γ.Π.Α με περιεκτικότητες 5,9% και 6,1% αντίστοιχα. Η

απόσταξη από τα άνθη περιείχε 5,7% αιθέριο έλαιο, ποσοστό ελαφρώς υψηλότερο από αυτό του δείγματος στην πλήρη άνθιση από τον αγρό του Γ.Π.Α που ήταν 5,4%. Στο στάδιο της πλήρους άνθισης από τον αγρό των Σπάτων περιείχε ακόμα χαμηλότερο ποσοστό αιθερίου ελαίου έχοντας 5,0%, ενώ όπως ήταν αναμενόμενο τα φύλλα του φυτού είχαν τη χαμηλότερη περιεκτικότητα με μόλις 4,5% αιθέριο έλαιο. Με τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



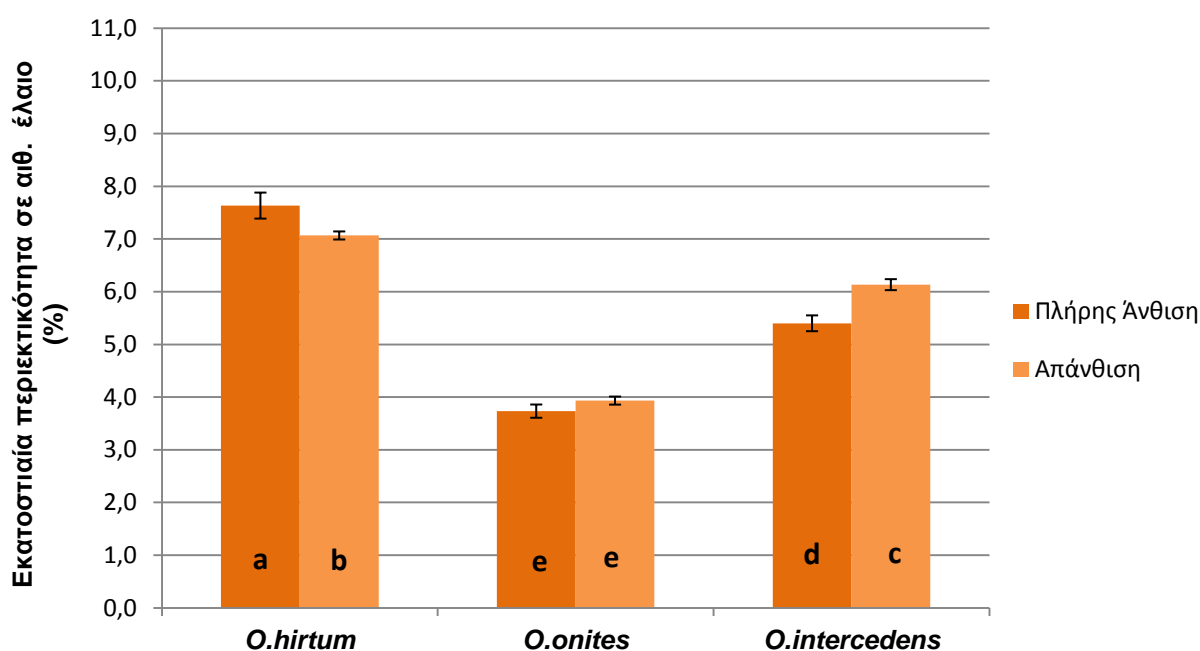
Διάγραμμα 3.21 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο της *O.intercedens* σε κάθε μία από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.3.4 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας αιθερίου ελαίου στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται συγκριτικά οι εκατοστιαίες περιεκτικότητες σε αιθέριο έλαιο των τριών εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης από τον αγρό του Γ.Π.Α.

Η *O.hirtum* φαίνεται να είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο τόσο στο στάδιο της πλήρους άνθισης (7,6%) όσο και στο στάδιο της απάνθισης (7,1%) με στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα άλλα δυο είδη. Την ελληνική ρίγανη ακολούθησε το υβρίδιο (*O.intercedens*) με μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα 5,4% και 6,1% στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης αντίστοιχα. Τέλος, η χαμηλότερη περιεκτικότητα σημειώθηκε στην *O.onites* με σημαντικές διαφορές από τα άλλα δυο είδη αλλά όχι

σημαντικές μεταξύ των σταδίων που συγκομίστηκαν καθώς περιείχαν 3,7% και 3,9% για το στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης αντίστοιχα. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι, καθώς η περιεκτικότητα της *O.hirtum* μειώθηκε από την πλήρη άνθιση στην απάνθιση στα άλλα δυο είδη η περιεκτικότητα αυξήθηκε. Οι περιεκτικότητες των τριών ειδών είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους σύμφωνα με τη διαδικασία των πολλαπλών συγκρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

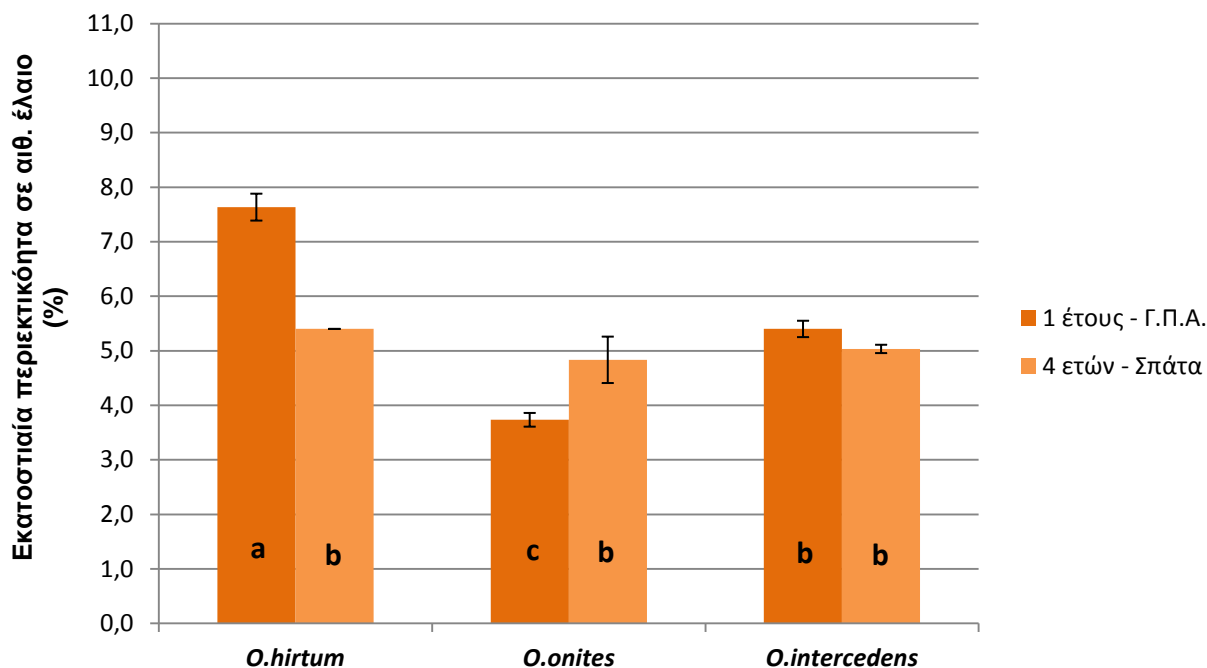


Διάγραμμα 3.22 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.3.5 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου φυτών ηλικίας 1 (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα)

Για τη μελέτη της επίδρασης του παράγοντα ηλικία στην περιεκτικότητα των μελετούμενων ειδών σε αιθέριο έλαιο εξετάστηκαν δείγματα από τον πειραματικό αγρό των Σπάτων όπου υπάρχει φυτεία ηλικίας 4 ετών σε σύγκριση με τη φυτεία 1 έτους στον αγρό του Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης. Τα αποτελέσματα των περιεκτικοτήτων παρατίθενται στο παρακάτω διάγραμμα, στο οποίο παρατηρείται ότι η *O.hirtum* κατά το πρώτο έτος της φυτείας είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο με στατιστικά σημαντικές διαφορές από αυτή στο τέταρτο έτος με ποσοστό 7,6%. Η χαμηλότερη περιεκτικότητα σημειώθηκε στην *O.onites* κατά το πρώτο έτος της φυτείας με ποσοστό μόλις 3,7% και στατιστικά σημαντική διαφορά από την περιεκτικότητα του είδους στο τέταρτο έτος από την εγκατάσταση με περιεκτικότητα 4,8%. Αντίθετα δεν σημειώθηκε σημαντική

διαφορά μεταξύ των δυο φυτειών για την *O.intercedens* με περιεκτικότητες 5,4% (1^ο έτος) και 5,0% (4^ο έτος). Πρέπει όμως να αναφερθεί και το γεγονός ότι ο παράγοντας ηλικία δεν είναι ο μόνος που μπορεί να επηρεάσει την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο αλλά και η διαφοροποίηση των εδαφοκλιματικών συνθηκών ανάπτυξης των ειδών.



Διάγραμμα 3.23 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

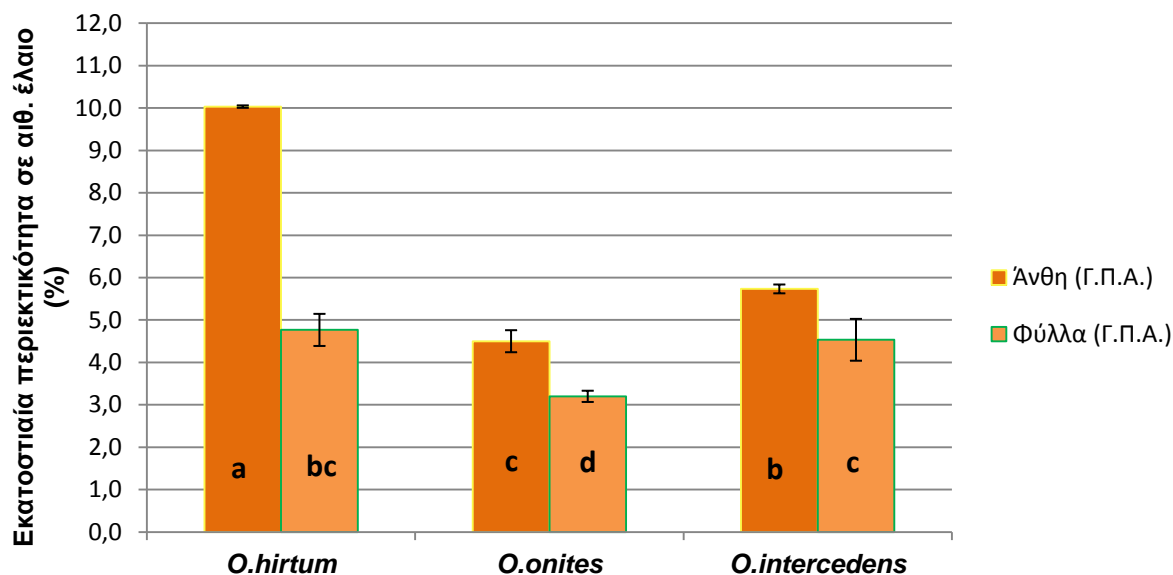
3.3.6 Εκατοστιαία περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου ανθέων και φύλλων

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζονται συγκριτικά οι εκατοστιαίες περιεκτικότητες των τριών εξεταζόμενων ειδών που καλλιεργήθηκαν στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους) από άνθη και φύλλα.

Οι αποστάξεις από άνθη των εξεταζόμενων ειδών είχαν υψηλότερες περιεκτικότητες. Για την *O.hirtum* η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο έφτασε στο 10,0% ακολούθησε το υβρίδιο (*O.intercedens*) με ποσοστό 5,7% και τη χαμηλότερη περιεκτικότητα είχε η *O.onites* με ποσοστό 4,5%. Τα είδη είχαν αρκετά μεγάλες διαφορές μεταξύ τους οι οποίες ήταν και στατιστικά σημαντικές μετά τη διαδικασία των πολλαπλών συγκρίσεων σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Αντίθετα τα φύλλα είχαν τις μικρότερες περιεκτικότητες. Στη συγκεκριμένη περίπτωση και τα τρία είδη δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους καθώς οι

διαφορές ήταν μικρές. Η *O.hirtum* περιείχε 4,8% ακολούθησε η *O.intercedens* με ποσοστό 4,5% και τέλος, η *O.onites* με 3,2% περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο.



Διάγραμμα 3.24 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών από άνθη και φύλλα από τον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται συγκεντρωτικά οι περιεκτικότητες των μελετούμενων ειδών στα διάφορα στάδια συγκομιδής. Έτσι γίνεται αντιληπτό ότι σε κάθε περίπτωση η *O.hirtum* είχε τις υψηλότερες περιεκτικότητες σε αιθέριο έλαιο σε σύγκριση με άλλα 2 είδη. Επιπλέον για κάθε είδος ξεχωριστά παρατηρείται ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα για την *O.hirtum* σημειώθηκε στα άνθη, για την *O.onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης στη φυτεία ηλικίας 4 ετών στα Σπάτα ενώ για την *O.intercedens* στο στάδιο της απάνθισης στη εγκατεστημένη φυτεία στο Γ.Π.Α.

Πίνακας 3.3 Συγκεντρωτικός πίνακας περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου των τριών ειδών στα διάφορα στάδια συγκομιδής.

Εκατοστιαία περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου (%)			
	<i>O.hirtum</i>	<i>O.onites</i>	<i>O.intercedens</i>
Πλήρης Άνθιση (1 έτους – Γ.Π.Α.)	7,6	3,7	5,4
Πλήρης Άνθιση (4 ετών – Σπάτα)	5,4	4,8	5,0
Άνθη	10,0	4,5	5,7
Φύλλα	4,8	3,2	4,5
Απάνθιση (1 έτους – Γ.Π.Α.)	7,1	3,9	6,1

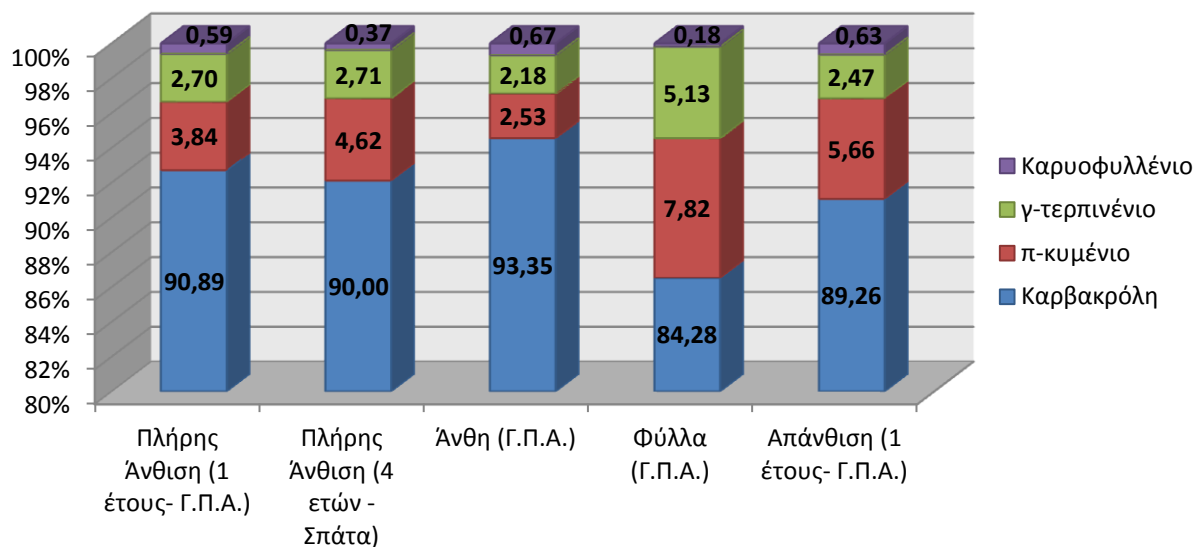
3.4 Ποσοτικός και Ποιοτικός Προσδιορισμός των Αιθέριων Ελαίων

Ο προσδιορισμός των χημειοτυπικών προφίλ των φυτικών ειδών στο σύνολό τους πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της αέριας χρωματογραφία και φασματομετρίας μαζών (GC-MS). Τα συστατικά ταυτοποιήθηκαν με σύγκριση του χρόνου συγκράτησης (Retention Time, R.T.) και του φάσματος μάζας τους, με τις αντίστοιχες βιβλιοθήκες του λογισμικού του μηχανήματος και την βιβλιογραφία. Οι δείκτες συγκράτησης (Kovats index, K.I.) των παρακάτω πινάκων προέρχονται από τη βιβλιογραφία (Adams 4th Edition). Στη συνέχεια παρατίθενται συγκεντρωτικά διαγράμματα για κάθε εξεταζόμενο είδος χωριστά με όλες τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν για τα τέσσερα κυρίαρχα συστατικά του αιθέριου ελαίου τους: Καρβακρόλη, γ -τερπινένιο, π -κυμένιο και β -καρνοφυλλένιο, καθώς και οι πίνακες των ουδιών που ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο.

3.4.1 *Origanum vulgare ssp. hirtum* L.

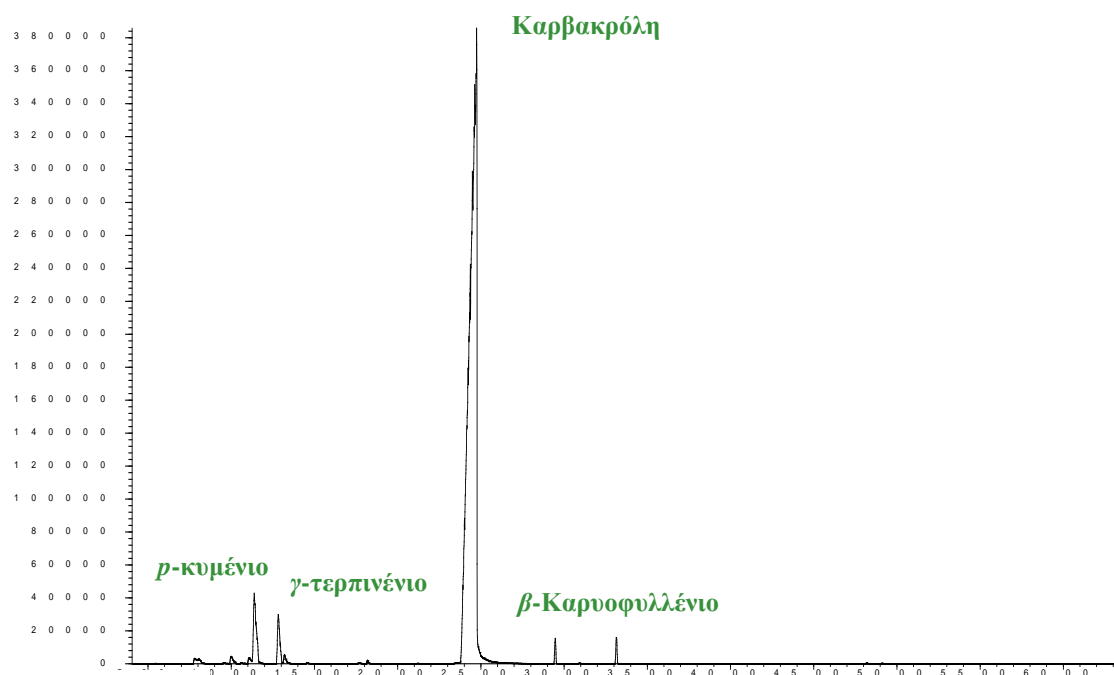
Κυρίαρχο συστατικό του αιθέριου ελαίου είναι η καρβακρόλη με εύρος περιεκτικότητας από 84,28% έως 93,35% ανάλογα την εξεταζόμενη περίπτωση. Το χαμηλότερο ποσοστό εμφανίζεται στα φύλλα και το υψηλότερο ποσοστό αντιστοιχεί στα άνθη. Η περιεκτικότητα της καρβακρόλης τόσο στο στάδιο της πλήρους άνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους) και στα Σπάτα (ηλικίας 4 ετών) όσο και στο στάδιο της απάνθισης (Γ.Π.Α.) είναι στο 90%.

Όσο αναφορά στην περιεκτικότητα σε π -κυμένιο φαίνεται να είναι αντιστρόφως ανάλογη με αυτή της καρβακρόλης, καθώς το υψηλότερο ποσοστό παρατηρείται στα φύλλα (7,82%), και το χαμηλότερο στα άνθη (2,53%). Ανάλογη είναι και η διακύμανση των ποσοστών για το γ -τερπινένιο με εύρος τιμών από 2,18% έως και 5,13%. Τέλος, το β -καρνοφυλλένιο ήταν σε σταθερά επίπεδα περιεκτικότητας σε όλες τις περιπτώσεις και το ποσοστό περιεκτικότητάς του δεν ξεπερνούσε το 1%.



Διάγραμμα 3.25 Διαφοροποίηση των επιμέρους συστατικών του αιθέριου ελαίου της *O. hirtum* για όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις.

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλυσης

Διάγραμμα 3.26 Ενδεικτικό αέριο χρωματογράφημα από την ανάλυση του αιθέριου ελαίου της *O. hirtum* στο στάδιο της πλήρους άνθισης (1 έτους – Γ.Π.Α.).

Πίνακας 3.4 Συγκεντρωτικός πίνακας των συστατικών που ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο της *O.hirtum*.

A/A	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος Συγκράτησης (R.T.)	Ουσία	Πλήρης Άνθιση (1 έτος - Γ.Π.Α.)	Πλήρης Άνθιση (4 ετών - Σπάτα)	Άνθη	Φύλλα	Απάνθιση
1	930	7.77	α-θουγένιο	0,27	0,36	0,42	0,36	0,27
2	937	7.98	α-πινένιο	0,31	0,36	0,41	0,37	0,24
3	991	9.97	β-μυρκένιο	0,40	0,45	0,44	0,51	0,49
4	1018	11.02	α-τερπινένιο	0,27	0,30	0,42	0,51	0,32
5	1027	11.35	π-κυμένιο	3,85	4,61	2,83	6,69	5,66
6	1061	12.76	γ-τερπινένιο	2,27	2,38	1,90	3,99	2,11
7	1070	13.14	Υδροσαβινένιο	0,43	0,50	0,45	0,35	0,36
8	1098	14.48	β-φιλανδρένιο	0,27	-	-	-	-
9	1179	18.14	Τερπιν-4-ολη	0,12	0,10	0,11	0,13	0,15
10	1321	24.75	Καρβακρόλη	90,89	90,00	92,57	86,47	89,26
11	1426	29.42	β-καρυοφυλλένιο	0,59	0,37	0,66	0,22	0,62
12	1512	33.14	β-μπισαμπολένιο	0,61	0,63	0,52	0,87	0,52

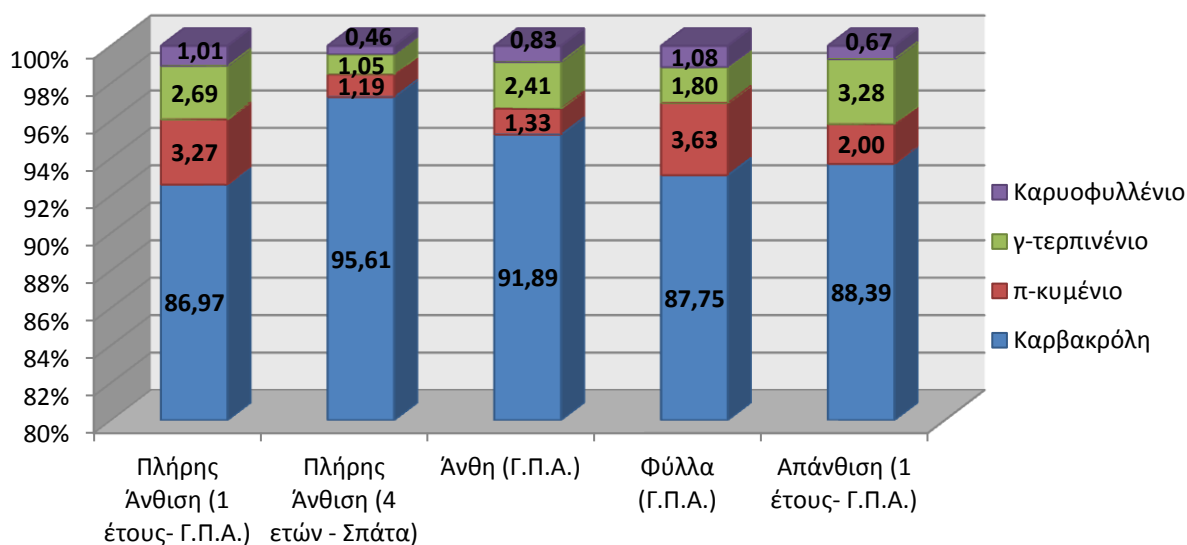
*N/D : Not Determined (Δεν έχει καθοριστεί)

3.4.2 *Origanum onites* L.

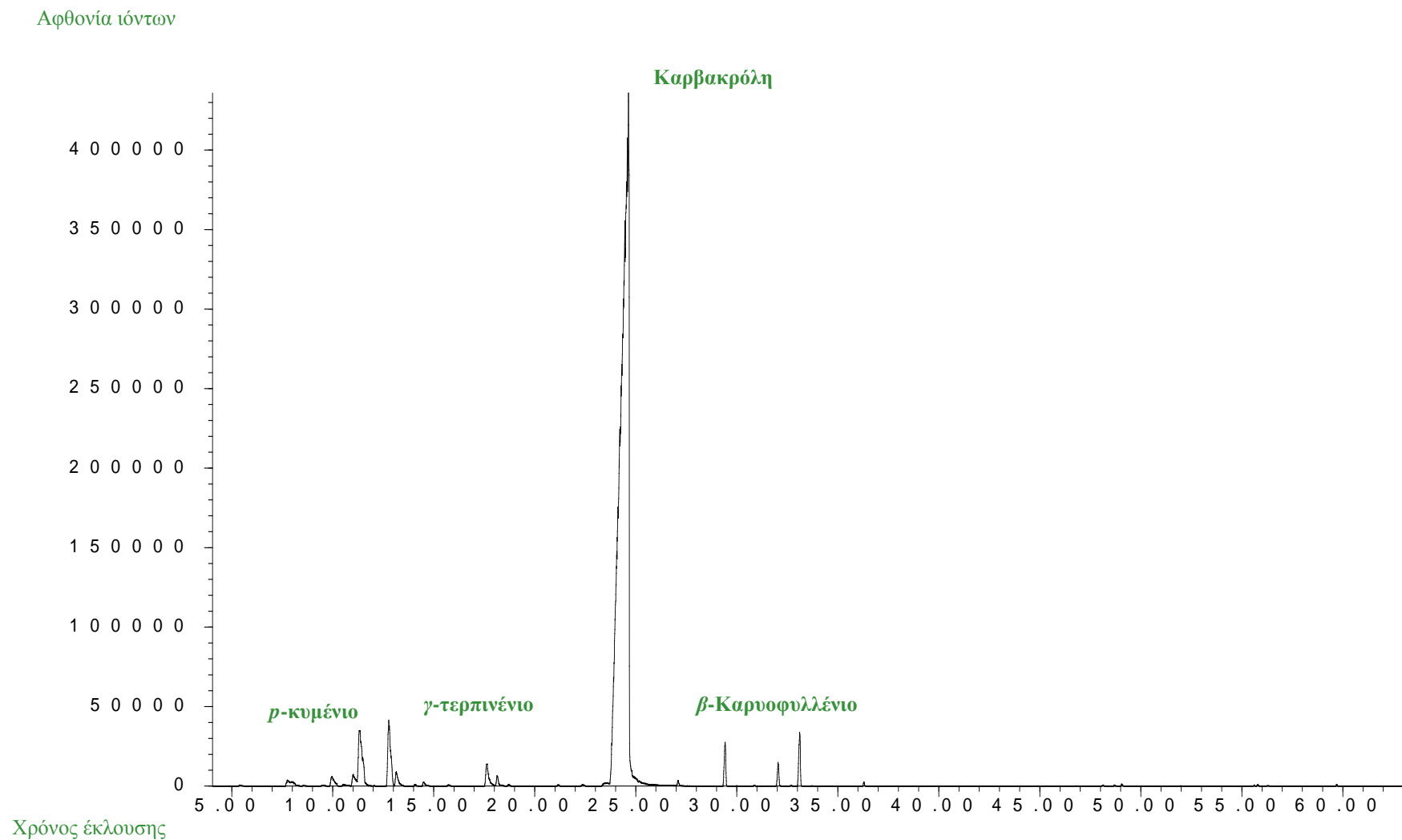
Η *O.onites* φαίνεται να έχει μεγαλύτερη διαφοροποίηση στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου της σε καρβακρόλη ανά περίπτωση. Συγκεκριμένα, το ποσοστό της καρβακρολης κυμάνθηκε από 86,97% έως και 95,61% για το στάδιο της πλήρους άνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους) και των Σπάτων (ηλικίας 4 ετών) αντίστοιχα.

Χαμηλότερα ποσοστά περιεκτικότητας σε π -κυμένιο, συγκριτικά με την *O.hirtum*, φαίνεται να παρουσιάζει το αιθέριο έλαιο της *O.onites*, ακολουθώντας όμως και πάλι αντιστόφως ανάλογα ποσοστά με την καρβακρόλη. Το π -κυμένιο επομένως κυμάνθηκε από 1,19% έως 3,63%. Όσο αναφορά στο γ -τερπινένιο το μικρότερο ποσοστό παρατηρήθηκε στο στάδιο της πλήρους άνθισης από τον αγρό στα Σπάτα (ηλικίας 4 ετών) ενώ το υψηλότερο στο στάδιο της απάνθισης από την καλλιέργεια της φυτείας στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Τέλος, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη περιεκτικότητα β -καρυοφυλλενίου στο αιθέριο έλαιο της *O.onites*, κυρίως στα φύλλα, φτάνοντας το 1,08%.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην *O.onites* ανιχνεύθηκε μικρή ποσότητα θυμόλης στην καλλιέργεια στον αγρό του Γ.Π.Α. εκτός από το αιθέριο έλαιο των ανθέων και της καλλιέργειας στα Σπάτα (ηλικίας 4 ετών).



Διάγραμμα 3.27 Διαφοροποίηση των επιμέρους συστατικών του αιθέριου ελαίου της *O.onites* για όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις.



Διάγραμμα 3.28 Ενδεικτικό αέριο χρωματογράφημα από την ανάλυση του αιθέριου ελαίου της *O. onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης (1 έτους – Γ.Π.Α.).

Πίνακας 3.5 Συγκεντρωτικός πίνακας των συστατικών που ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο της *O.onites*.

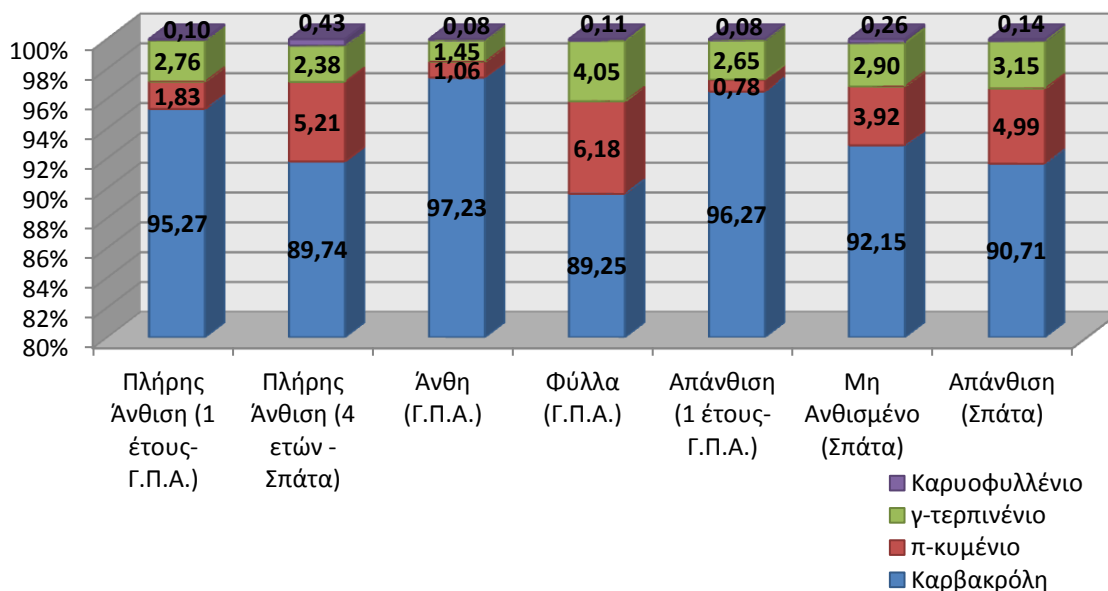
A/A	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος Συγκράτησης (R.T.)	Ουσία	Πλήρης Άνθιση (1 έτος - Γ.Π.Α.)	Πλήρης Άνθιση (4 ετών - Σπάτα)	Άνθη	Φύλλα	Απάνθιση
1	930	7.77	α-θουγένιο	0,31	-	0,13	0,22	0,23
2	937	7.98	α-πινένιο	0,26	-	-	0,22	0,34
3	991	9.97	β-μυρκενίο	0,45	-	0,29	0,29	0,25
4	1018	11.02	α-τερπινένιο	0,47	0,16	0,41	0,33	0,47
5	1027	11.35	π-κυμένιο	3,27	1,19	1,33	3,63	2,00
6	1061	12.76	γ-τερπινένιο	2,69	1,05	2,42	1,80	3,28
7	1070	13.14	Υδροσαβινένιο	0,50	0,32	0,41	0,38	0,25
8	1098	14.48	β-φιλλανδρένιο	0,16	-	-	0,15	-
9	1169	17.63	Βορνεόλη	0,90	0,77	0,78	1,01	2,07
10	1179	18.14	Τερπιν-4-ολη	0,32	0,16	0,22	0,42	0,09
11	1191	18.72	N/D*	-	-	-	0,09	-
12	1292	23.42	Θυμόλη	0,25	-	-	0,36	0,36
13	1321	24.75	Καρβακρόλη	87,08	95,61	91,90	87,39	88,03
14	1373	27.08	Εστέρας Καρβακρόλης	0,14	-	0,19	0,08	0,18
15	1426	29.42	β-καρυοφυλλένιο	1,00	0,46	0,83	1,08	0,68
16	1486	32.06	δ-γερμακρένιο	0,66	-	0,23	0,68	0,43
17	1512	33.14	β-μπισαμπολένιο	1,55	0,28	0,86	1,52	1,09
18	1588	36.29	Οξείδιο του καρυοφυλλενίου	0,06	-	-	0,18	0,16
19	1934	49.09	N/D*	-	-	-	-	0,12
20	2135	55.63	N/D*	-	-	-	0,09	-
21	2140	55.81	N/D*	-	-	-	0,15	-
22	2270	59.72	N/D*	-	-	-	0,10	-

*N/D : Not Determined (Δεν έχει καθοριστεί)

3.4.3 *Origanum x intercedens*

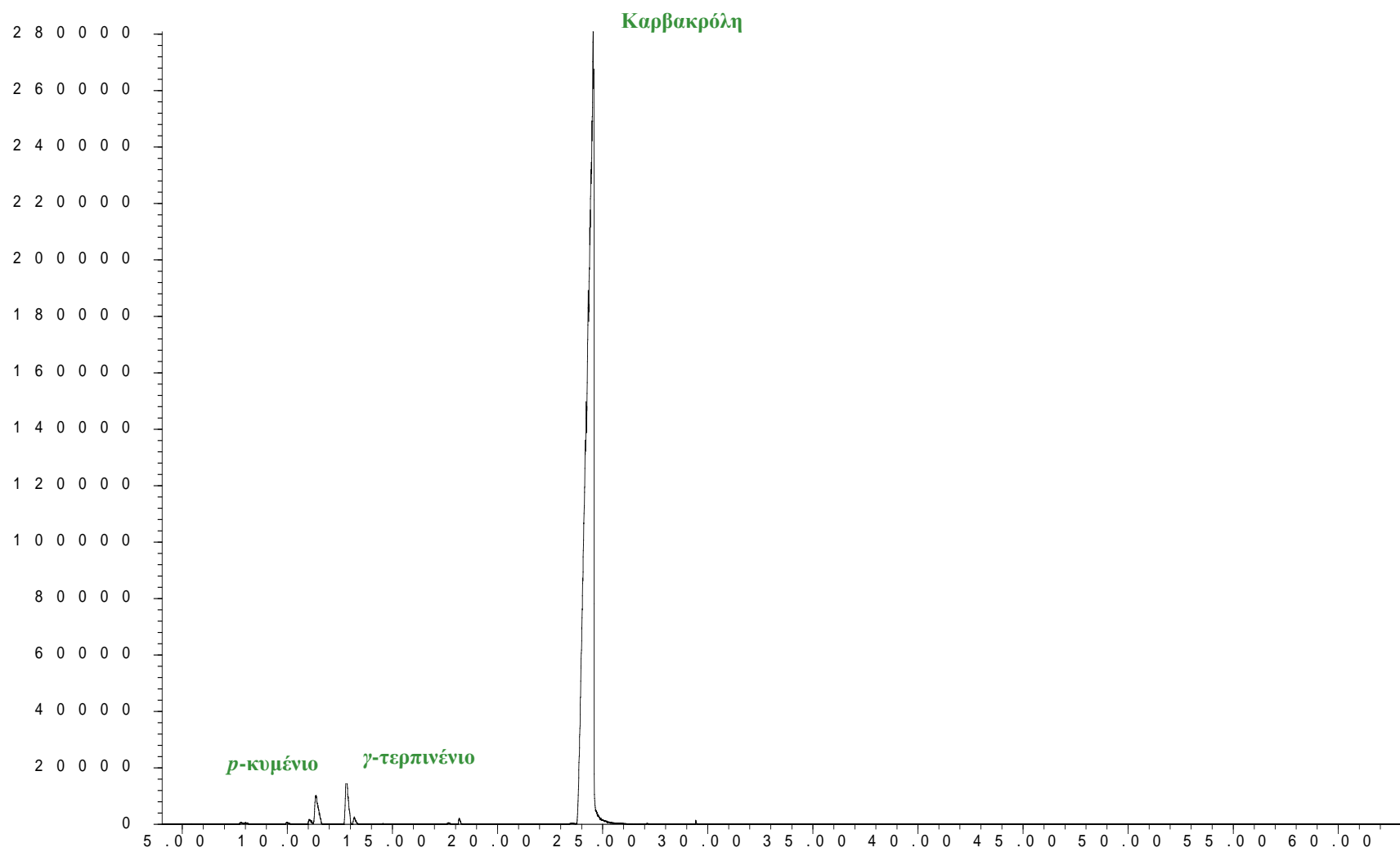
Το υβρίδιο (*Origanum x intercedens*) ξεπέρασε σχεδόν σε κάθε περίπτωση την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη και τα δυο προηγούμενα είδη. Το υψηλότερο ποσοστό που σημειώθηκε ήταν 97,23% περιεκτικότητα σε καρβακρόλη και αφορούσε στα άνθη του είδους, ενώ το αμέσως επόμενο ήταν αυτό στο στάδιο της απάνθισης από την καλλιέργεια στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους) φτάνοντας το 96,27%. Το χαμηλότερο ποσοστό σε καρβακρόλη, όπως και στα άλλα είδη, ήταν αυτό που προήλθε από τα φύλλα του είδους.

Στην *O.intercedens* παρατηρήθηκε και η μεγαλύτερη διακύμανση, από τα τρία είδη σε π-κυμένιο με εύρος τιμών από 0,78% έως και 6,18% που ανήκουν στο στάδιο της απάνθισης από τον αγρό του Γ.Π.Α. και στα φύλλα του είδους αντιστοίχως. Τα επίπεδα περιεκτικότητας του γ-τερπινενίου ήταν παρόμοια με των άλλων δυο ειδών, με το μεγαλύτερο ποσοστό να σημειώνεται στα φύλλα 4,05% και το μικρότερο στα άνθη 1,45%. Τέλος, η *O.intercedens* είχε τη μικρότερη περιεκτικότητα σε β-καρυοφυλλένιο μη ξεπερνώντας το 0,5% σε καμία από τις εξεταζόμενες περιπτώσεις.



Διάγραμμα 3.29 Διαφοροποίηση των επιμέρους συστατικών του αιθέριου ελαίου της *O.intercedens* για όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις.

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλουσης

Διάγραμμα 3.30 Ενδεικτικό χρωματογράφημα από την ανάλυση του αιθέριου ελαίου της *O.onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης (1 έτους – Γ.Π.Α.).

Πίνακας 3.6 Συγκεντρωτικός πίνακας των συστατικών που ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο της *O.intercedens*.

A/A	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος Συγκράτησης (R.T.)	Ουσία	Πλήρης Άνθιση (1 έτος - Γ.Π.Α.)	Πλήρης Άνθιση (4 ετών - Σπάτα)	Άνθη	Φύλλα	Απάνθιση	Μη Ανθισμένο (4 ετών - Σπάτα)	Απάνθιση (4 ετών - Σπάτα)
1	930	7.77	α-θουγένιο	-	0,19	-	-	-	0,10	0,25
2	991	9.97	β-μυρκένιο	-	0,27	-	-	-	0,28	0,34
3	1018	11.02	α-τερπινένιο	0,26	0,30	1,15	0,33	0,23	0,38	0,40
4	1027	11.35	π-κυμένιο	1,90	4,84	1,06	6,18	0,78	3,28	4,99
5	1061	12.76	γ-τερπινένιο	2,44	1,73	1,13	3,56	2,30	2,05	2,71
6	1070	13.14	Υδροσαβινένιο	0,40	0,42	0,31	0,48	0,35	0,40	0,45
7	1169	17.63	Βορνεόλη	-	0,28	-	-	-	-	-
8	1179	18.14	Τερπιν-4-ολη	0,17	0,16	0,15	0,16	0,17	0,12	0,13
9	1321	24.75	Καρβακρόλη	94,79	90,55	97,22	89,30	96,27	93,43	90,71
10	1426	29.42	β-καρυοφυλλένιο	0,09	0,41	0,08	0,12	0,09	0,26	0,14
11	1512	33.14	β-μπισαμπολένιο	-	0,96	-	-	-	-	-
12	1588	36.29	Οξείδιο του καρυοφυλλενίου	-	-	-	0,05	-	-	-
13	2140	55.81	N/D*	-	-	-	0,11	-	-	0,18
14	2270	59.72	N/D*	-	-	-	-	-	-	0,09

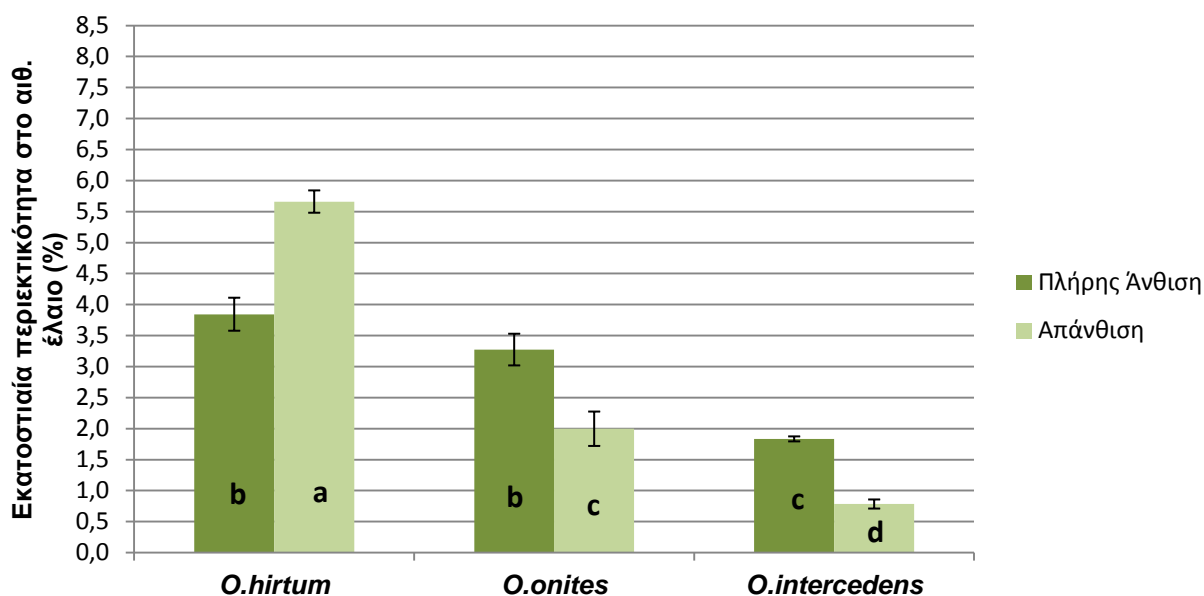
*N/D : Not Determined (Δεν έχει καθοριστεί)

3.4.4 Περιεκτικότητα σε π-κυμένιο

3.4.4.1 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας π-κυμένιου στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης

Στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3.31) απεικονίζεται η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου των τριών ειδών της ρίγανης σε π-κυμένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης για τα καλλιεργούμενα είδη στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους).

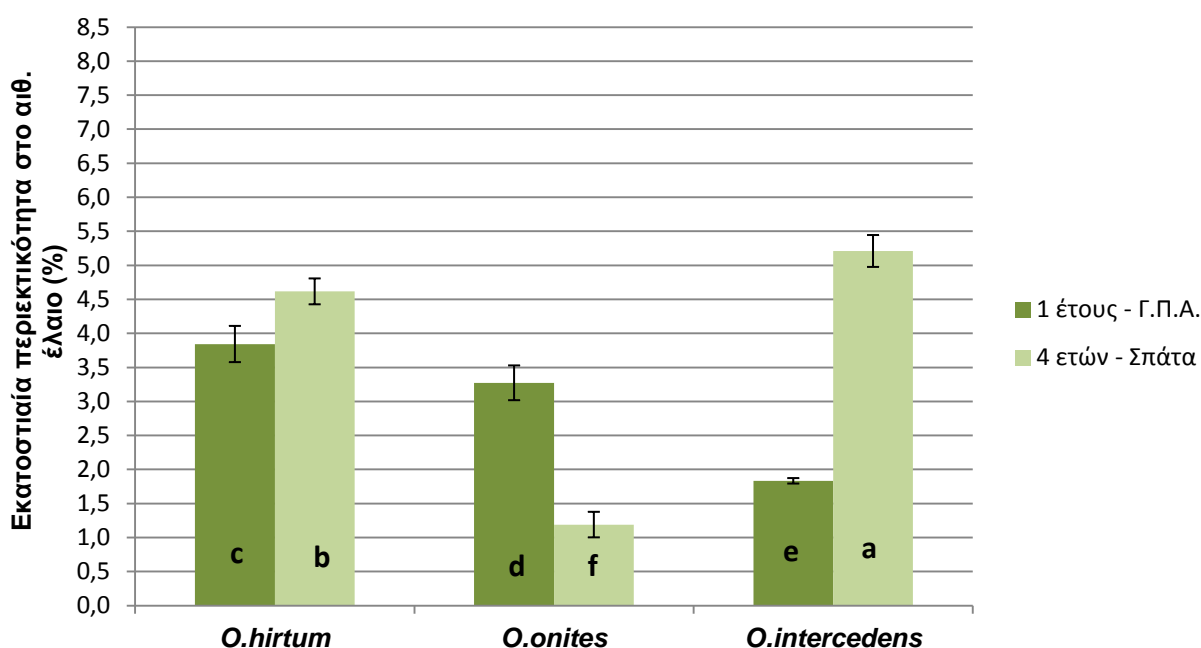
Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα υπάρχουν πολλές διαφοροποιήσεις και μεταξύ των ειδών αλλά και ανάλογα με το στάδιο στο οποίο έγινε η συγκομιδή ως προς την περιεκτικότητα σε π-κυμένιο. Η *O.hirtum* έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε π-κυμένιο στο στάδιο της απάνθισης με ποσοστό 5,66% και μάλιστα με στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα άλλα είδη. Τα χαμηλότερα ποσοστά π-κυμένιου σημειώθηκαν στην *O.intercedens* τόσο στο στάδιο της πλήρους άνθισης (1,83%) όσο και στο στάδιο της απάνθισης (0,78%). Όσον αφορά στην *O.onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης περιέχονταν 3,27% π-κυμένιο στο αιθέριο έλαιο με στατιστικά σημαντική διαφορά από την περιεκτικότητά του στο στάδιο της απάνθισης η οποία ήταν κατά μέσο όρο 2,0%. Αξίζει τέλος να παρατηρήσουμε ότι καθώς στην *O.onites* και την *O.intercedens* η περιεκτικότητα σε π-κυμένιο μειώνεται στο στάδιο της απάνθισης, στην *O.hirtum* αυξάνεται κατακόρυφα. Μετά από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων τα ποσοστά που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 3.31 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε π-κυμένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.4.2 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας π-κυμένιου στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα)

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα στο 4^ο έτος από την εγκατάσταση της φυτείας στον αγρό των Σπάτων η *O.intercedens* και η *O.hirtum* σημείωσαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε π-κυμένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης με ποσοστά 5,21% και 4,62% αντίστοιχα και μάλιστα με στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Αντίθετα η χαμηλότερη περιεκτικότητα παρατηρήθηκε κατά το 4^η χρονιά στην *O.onites* με ποσοστό (1,19%). Σαν γενικότερη παρατήρηση, η *O.onites* κινήθηκε αντίθετα στην περιεκτικότητα σε π-κυμένιο μεταξύ 1^{ου} και 4^{ου} έτους εγκατάστασης από ότι τα άλλα δύο εξεταζόμενα είδη.

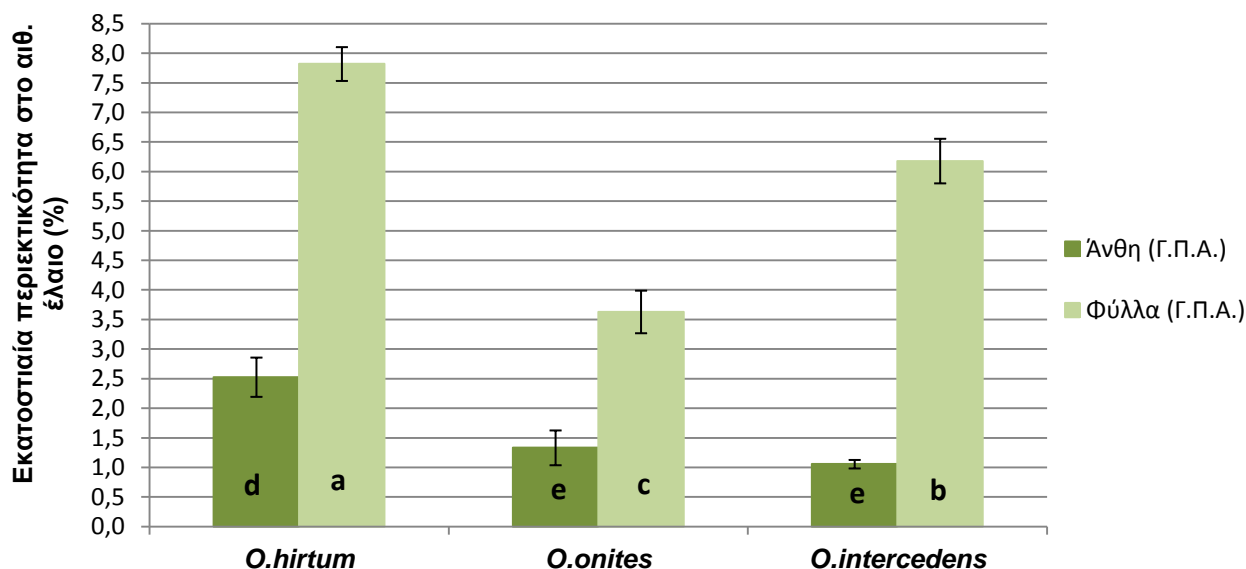


Διάγραμμα 3.32 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε π-κυμένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.4.3 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας σε π-κυμένιο στα άνθη και τα φύλλα των ειδών

Όσο αναφορά το αιθέριο έλαιο των ανθέων και των φύλλων υπάρχει μεγάλος διαχωρισμός, καθώς στα φύλλα φαίνεται να συγκεντρώνεται η πλειοψηφία του π-κυμένιου. Συγκεκριμένα, στο αιθέριο έλαιο των φύλλων καταγράφηκαν συγκεντρώσεις μέχρι και 7,82% στην *O.hirtum* ενώ τη χαμηλότερη περιεκτικότητα είχε η *O.onites* με 3,63%. Αντίθετα, στο αιθέριο έλαιο των ανθέων η συγκέντρωση δεν φαίνεται να ξεπερνά το 2,53% για την *O.hirtum* και για την *O.intercedens* μόλις 1,06%, η χαμηλότερη καταγραφόμενη τιμή.

Μετά από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων τα ποσοστά που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

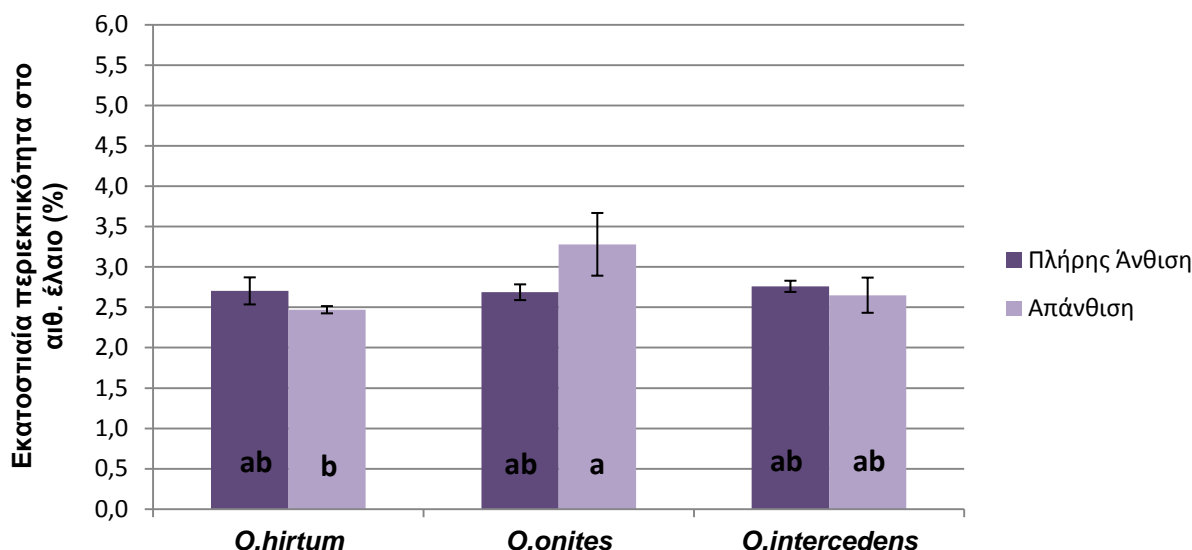


Διάγραμμα 3.33 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε π-κυμένιο στο αιθέριο έλαιο των ανθέων και των φύλλων των εξεταζόμενων ειδών από τον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.5 Περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο

3.4.5.1 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας γ -τερπινενίου στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης

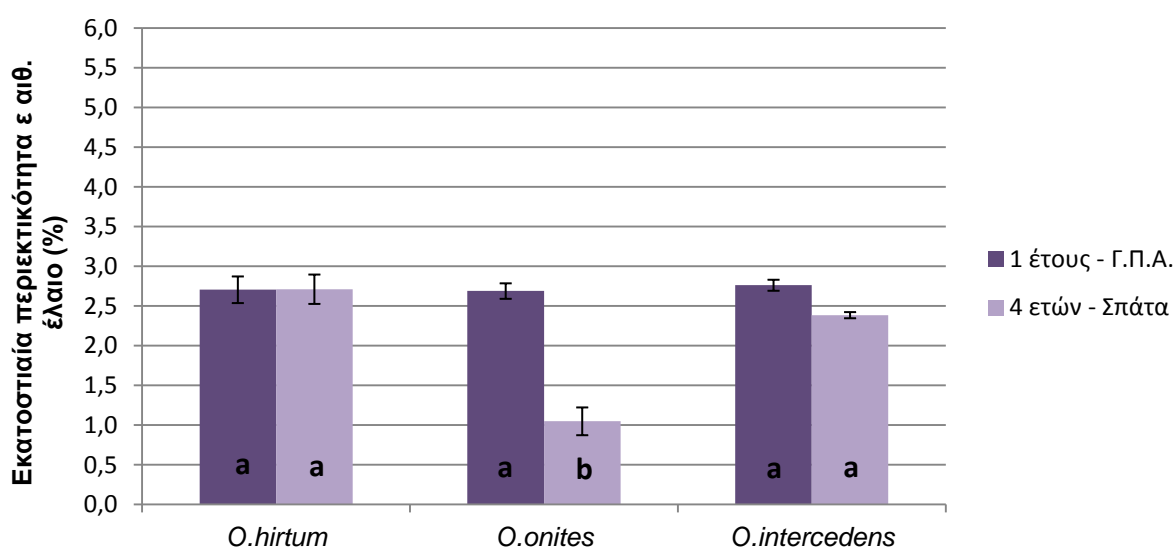
Από την ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων το γ -τερπινένιο δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των πληθυσμών ούτε μεταξύ των σταδίων συγκομιδής και παραλαβής του αιθέριου ελαίου. Συγκεκριμένα οι μόνες διαφοροποιήσεις που παρατηρήθηκαν ήταν στην *O. onites* όπου σημειώθηκε η υψηλότερη τιμή γ -τερπινενίου με ποσοστό 3,28% κατά το στάδιο της απάνθισης και η χαμηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στην *O. hirtum* με ποσοστό 2,47% κατά το ίδιο στάδιο συγκομιδής. Όσον αφορά στην *O. intercedens* δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της πλήρους άνθισης και της απάνθισης με ποσά 2,76% και 2,65% αντίστοιχα. Μετά από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων τα ποσοστά που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 3.34 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε γ -τερπινένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.5.2 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας γ -τερπινενίου στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα)

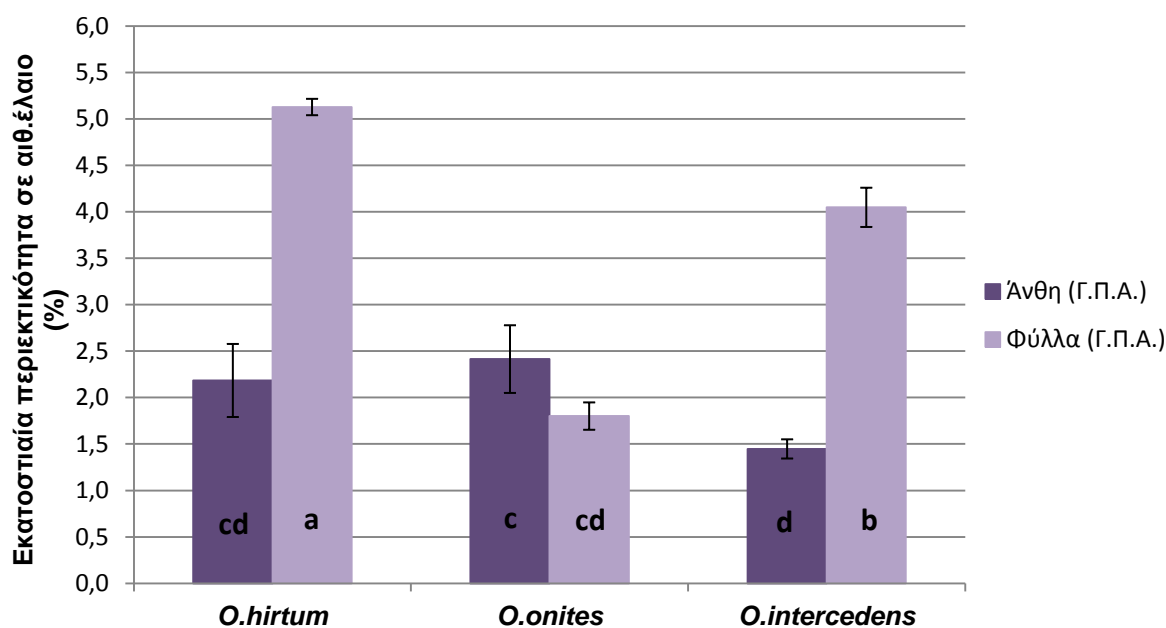
Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών ηλικίας ενός έτους και αυτών που ήταν τεσσάρων ετών. Πιο συγκεκριμένα οι τιμές του γ -τερπινενίου κυμάνθηκαν από 2,38% έως 2,76% πλην όμως της *O. onites* στον αγρό των Σπάτων που ήταν ηλικίας 4 ετών στην οποία περιέχονταν μόλις 1,05% γ -τερπινένιο.



Διάγραμμα 3.35 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε γ -τερπινένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.5.3 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας σε γ-τερπινένιου στα άνθη και τα φύλλα των ειδών

Ανάλογα με το π-κυμένιο κυμάνθηκε και η περιεκτικότητα του γ-τερπινένιου στα άνθη και τα φύλλα. Η με διαφορά υψηλότερη συγκέντρωση γ-τερπινένιου καταγράφηκε στα φύλλα της *O.hirtum* με ποσοστό 5,13% και ακολούθησε η *O.intercedens* με ποσοστό 4,05% και τέλος η *O.onites* με 1,8%. Στα άνθη οι τιμές του γ-τερπινένιου ήταν χαμηλότερες για την *O.hirtum* και την *O.intercedens* με ποσοστά 2,18% και 1,45% αντίστοιχα, ενώ για την *O.onites* η περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο αυξήθηκε σε σχέση με τα φύλλα στο 2,41% (Διάγραμμα 3.36). Μετά από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων τα ποσοστά που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

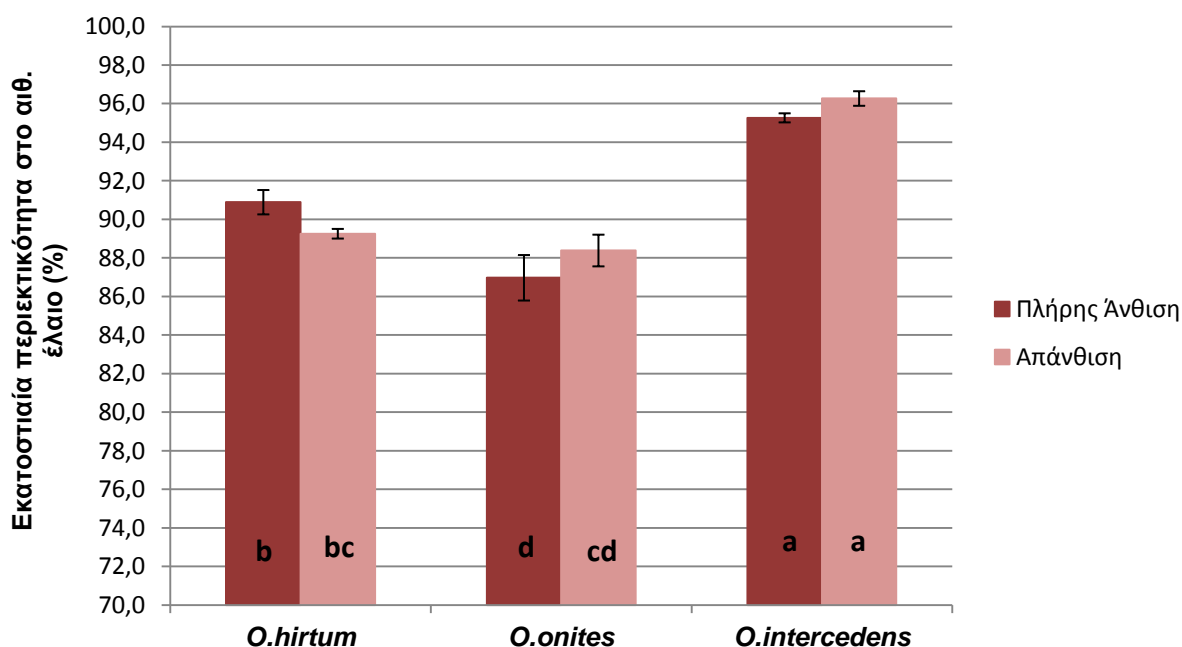


Διάγραμμα 3.36 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε γ-τερπινένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών από άνθη και φύλλα από τον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.6 Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη

3.4.6.1 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας καρβακρόλης στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης

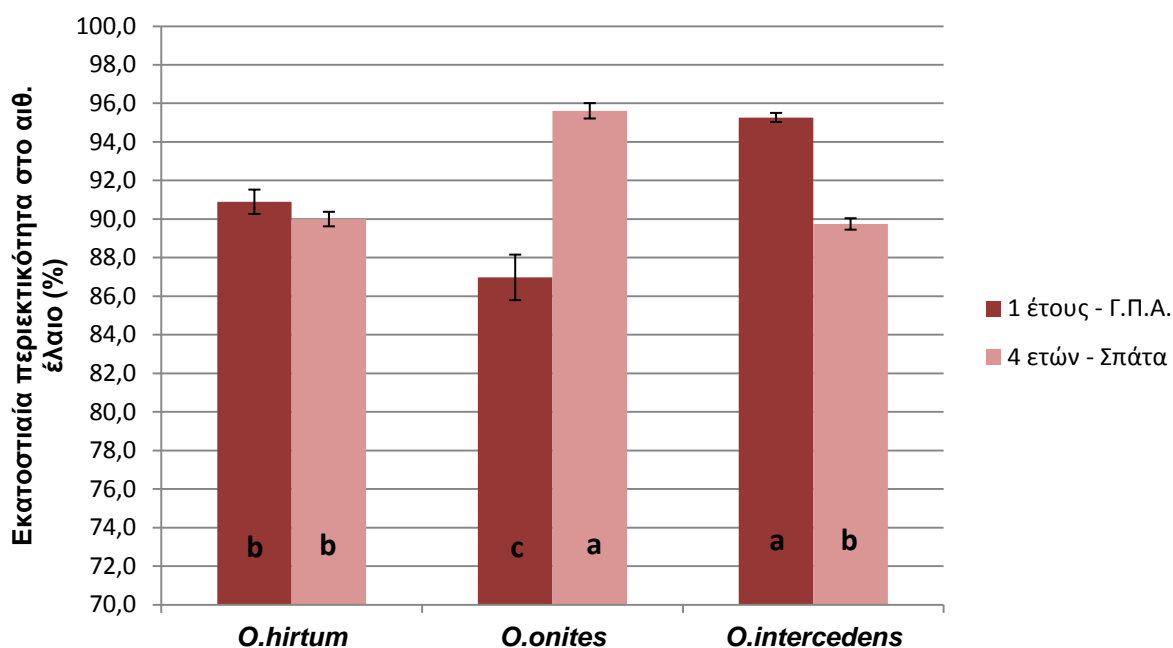
Η καρβακρόλη είναι το κύριο συστατικό του αιθερίου ελαίου της ρίγανης και το πιο βασικό κριτήριο για την ποιότητά της. Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι το υβρίδιο (*O.intercedens*) κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους) έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη με τα ποσοστά να φτάνουν στο 95,27% και 96,27% αντίστοιχα, και μάλιστα με στατιστικά σημαντική διαφορά από τα άλλα είδη. Στη συνέχεια ακολούθησε η *O.hirtum* στο στάδιο της πλήρους άνθισης με ποσοστό 90,89% και με μικρή μείωση κατά το στάδιο της απάνθισης φτάνοντας το 89,26%. Τελευταίο στην κατάταξη των ειδών όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε καρβακρόλη έρχεται η *O.onites* με ποσοστά 86,97% και 88,39% κατά την πλήρη άνθιση και την απάνθιση αντίστοιχα. Με μια πιο προσεκτική ματιά στο διάγραμμα παρατηρούμε ότι η *O.intercedens* και η *O.onites* είχαν μια μικρή αύξηση από την πλήρη άνθιση στην απάνθιση αντίθετα από την *O.hirtum* της οποίας η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη μειώθηκε από το ένα στάδιο στο άλλο.



Διάγραμμα 3.37 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε καρβακρόλη στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Συγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.6.2 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας καρβακρόλης στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα)

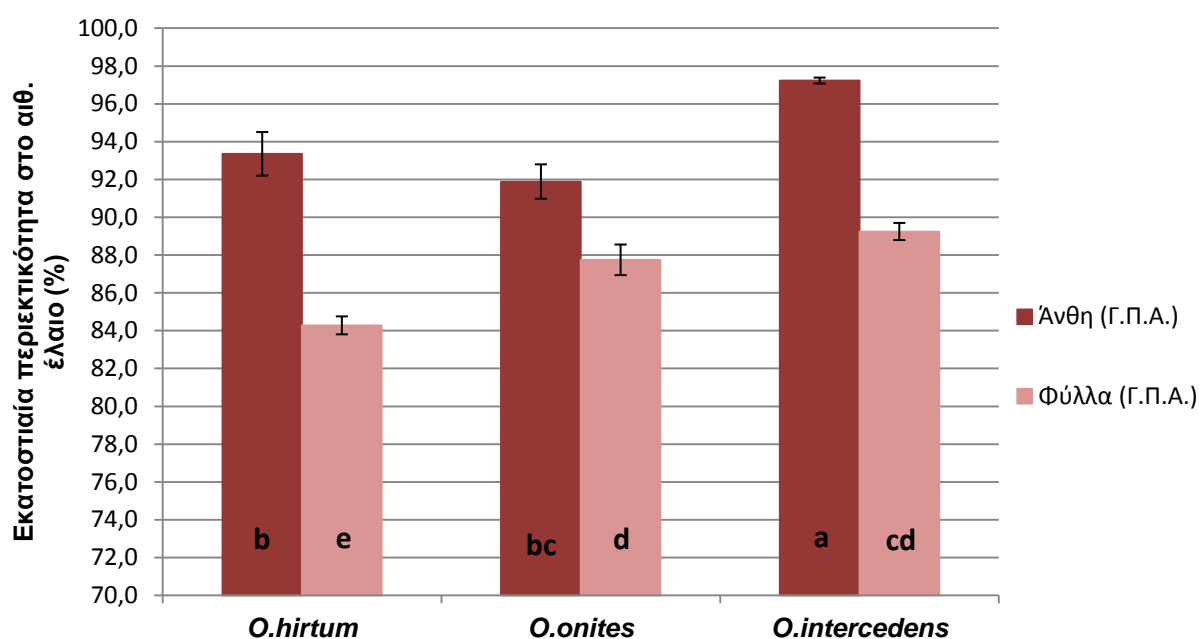
Στο πρώτο έτος της εγκατάστασης της φυτείας η κατάταξη των μελετούμενων ειδών σχετικά με την περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη κατά φθίνουσα σειρά είναι ως εξής: *O.intercedens*, *O.hirtum* και *O.onites* με τα αντίστοιχα ποσοστά καρβακρόλης 95,27%, 90,89% και 86,97% και με διαφορές που χαρακτηρίστηκαν ως στατιστικά σημαντικές μετά από την ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων. Η κατάταξη αυτή και οι διαφορές μεταξύ των ειδών στην περιεκτικότητα τους σε καρβακρόλη διαφοροποιείται εντελώς στο τέταρτο έτος από την εγκατάσταση της φυτείας. Έτσι, η υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη σημειώνεται στην *O.onites* με ποσοστό 95,61% και με στατιστικά σημαντική διαφορά από τα άλλα είδη που περιείχαν 90,0% και 89,74% για την *O.hirtum* και την *O.intercedens* αντίστοιχα. Πρέπει να αναφερθεί ότι η ηλικία ίσως να μην είναι ο μόνος λόγος για τον οποίο η *O.onites* είχε υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στα Σπάτα αλλά και οι γενικότερες εδαφοκλιματικές συνθήκες ανάπτυξης των φυτών. Μπορούμε όμως να συμπεράνουμε ότι η *O.onites* ήταν αυτή που εγκαταστάθηκε και προσαρμόστηκε πλήρως ούτως ώστε να αποδώσει ένα τόσο υψηλό ποσοστό καρβακρόλης.



Διάγραμμα 3.38 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε καρβακρόλη στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μεθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.6.3 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας καρβακρόλης στα άνθη και τα φύλλα των ειδών

Από την ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων για την περιεκτικότητα των ανθέων και των φύλλων της ρίγανης σε καρβακρόλη, η *O.intercedens* είναι αυτή που έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα στα άνθη και με στατιστικά σημαντική διαφορά από τα άλλα είδη με ποσοστό 97,23%, ακολουθεί η *O.hirtum* και η *O.onites* με ποσοστά 93,35% και 91,89% αντίστοιχα (Διάγραμμα 3.39). Τα δείγματα που αποτελούνταν από φύλλα, όπως είναι φυσικό, είχαν αρκετά χαμηλότερα ποσοστά με το μεγαλύτερο να σημειώνεται ξανά στην *O.intercedens* (89,25%) και το μικρότερο στην *O.hirtum* (84,28%) (Διάγραμμα 3.39).



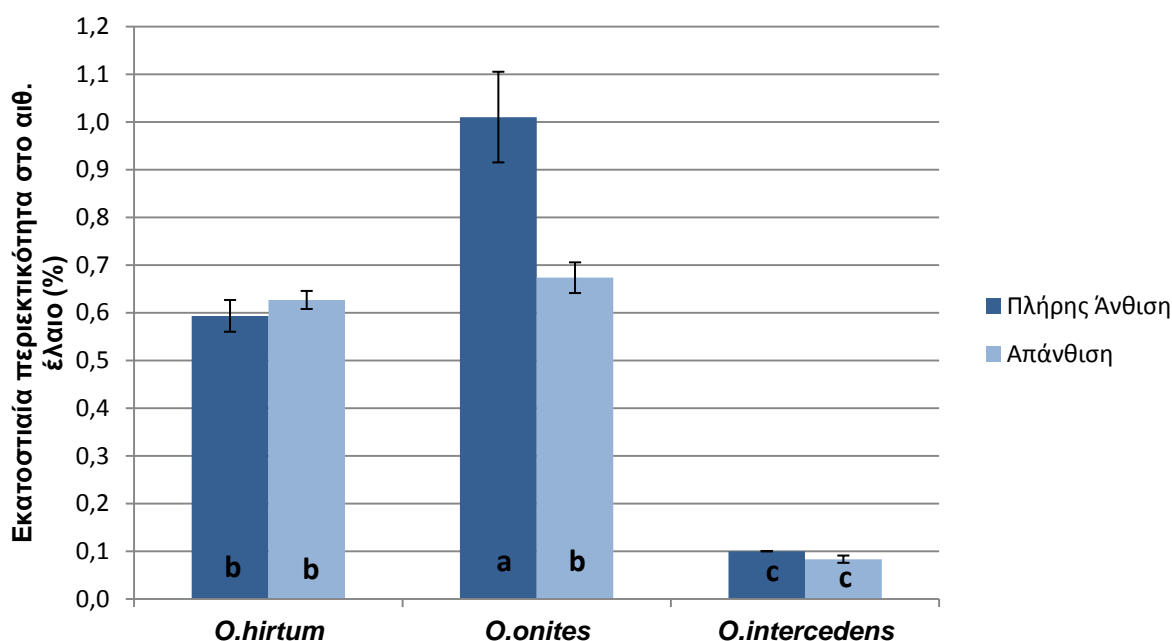
Διάγραμμα 3.39 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε καρβακρόλη στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών από άνθη και φύλλα από τον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.7 Περιεκτικότητα σε β -καρνοφυλλένιο

3.4.7.1 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας β -καρνοφυλλενίου στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης

Το β -καρνοφυλλένιο είναι ένα συστατικό το οποίο ανιχνεύθηκε σε πολύ χαμηλά ποσοστά, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων κάτω του 1%, με τα υψηλότερα ποσοστά να καταγράφονται στην *O.onites* και τα χαμηλότερα ποσοστά στην *O.intercedens* (Διάγραμμα

3.40, 3.41 και 3.42). Πιο συγκεκριμένα κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης η *O.onites* περιείχε 1,0% β -καρυοφυλλένιο, το μεγαλύτερο ποσοστό που καταγράφηκε μεταξύ των ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης αλλά και της απάνθισης. Κατά το στάδιο της απάνθισης η *O.onites* όπως και η *O.hirtum* περιείχαν 0,67% και 0,63% αντίστοιχα, χωρίς η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Όσον αφορά στην *O.intercedens* ανιχνεύθηκαν τα χαμηλότερα ποσοστά β -καρυοφυλλενίου καθώς τόσο στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης η περιεκτικότητα δεν ξεπέρασε το 0,1%.

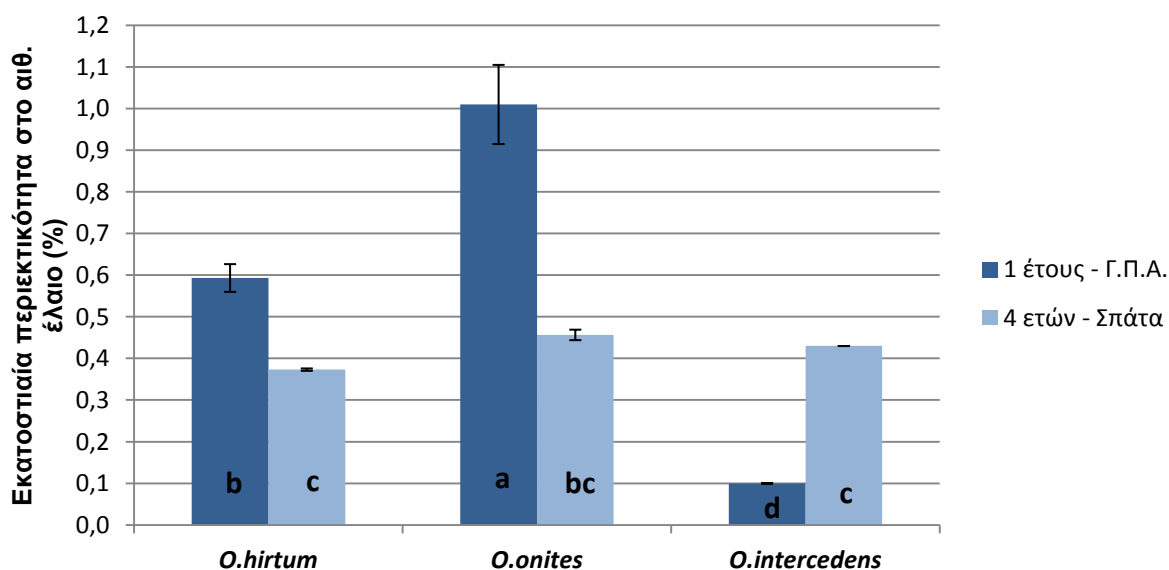


Διάγραμμα 3.40 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε β -καρυοφυλλένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη βοήθεια LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.7.2 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας β -καρυοφυλλενίου στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα)

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης στο πρώτο έτος εγκατάστασης της φυτείας σημειώθηκαν μεγάλες διαφοροποιήσεις στη μέση περιεκτικότητα των ειδών σε β -καρυοφυλλένιο με την υψηλότερη να ανιχνεύεται στην *O.onites* (1,0%) και τη χαμηλότερη στην *O.intercedens* (0,10%). Κατά το 4^ο έτος από την εγκατάσταση στον πειραματικό αγρό των Σπάτων αν και η *O.onites* έχει και πάλι την υψηλότερη περιεκτικότητα, ωστόσο η διαφορά της από τα άλλα είδη δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς ανιχνεύτηκαν ποσοστά 0,46%, 0,43% και 0,37% για την *O.onites*, την *O.intercedens* και την *O.hirtum* αντίστοιχα. Μετά από τη διαδικασία πολλαπλών συγκρίσεων

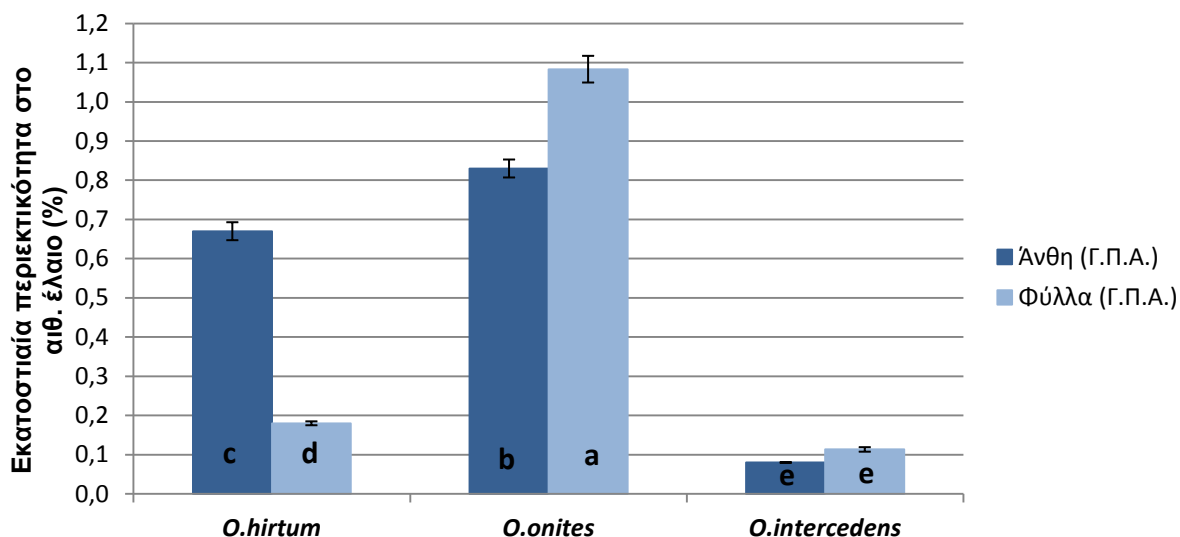
τα ποσοστά που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα στο παρακάτω διάγραμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.



Διάγραμμα 3.41 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε β-καροφυλλένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

3.4.7.3 Διαφοροποίηση της περιεκτικότητας β-καροφυλλενίου στα άνθη και τα φύλλα των ειδών

Την ίδια διακύμανση μεταξύ των ειδών με τα παραπάνω παρατηρήθηκε στα άνθη και στα φύλλα που εξετάστηκαν. Στα αιθέρια έλαια των ανθέων η περιεκτικότητα σε β-καροφυλλένιο ήταν 0,83% για την *O.onites*, 0,67% για την *O.hirtum* και μόλις 0,08% για τη *O.intercedens*. Η *O.hirtum* περιείχε χαμηλότερο ποσοστό β-καροφυλλενίου στο αιθέριο έλαιο των φύλλων της από ότι στα άνθη (0,18%) ενώ στα αντίστοιχα δείγματα των άλλων δυο ειδών υπήρχε αύξηση του αντίστοιχου ποσοστού με 1,08% και 0,11% για την *O.onites* την *O.intercedens* αντίστοιχα.



Διάγραμμα 3.42 Διαφοροποίηση της εκατοστιαίας σε β-καρυοφυλλένιο στο αιθέριο έλαιο των εξεταζόμενων ειδών από άνθη και φύλλα από τον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους). Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

Πίνακας 3.7 Συγκεντρωτικός πίνακας με το εύρος και το μέσο όρο (Μ.Ο.) των κύριων συστατικών που ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο των μελετούμενων ειδών.

Κύρια συστατικά	<i>Origanum vulgare</i> <i>ssp.hirtum</i> (%)		<i>Origanum onites</i> (%)		<i>Origanum x intercedens</i> (%)	
	Εύρος	Μ.Ο.	Εύρος	Μ.Ο.	Εύρος	Μ.Ο.
π-κυμένιο	2,8-6,7	4,7	1,2-3,6	2,3	0,8-6,2	3,3
γ-τερπινένιο	1,9-4,0	2,5	1,1-3,3	2,3	1,1-3,6	2,3
Θυμόλη	-	-	0,2-0,4	0,3	-	-
Καρβακρόλη	86,5-92,6	89,8	87,1-95,6	90,0	86,3-97,2	93,2
β-καρυοφυλλένιο	0,2-0,9	0,5	0,5-1,1	0,8	0,1-0,4	0,2

3.5 Διάκριση των ειδών (Discriminant analysis)

Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται τα αποτελέσματα από την διακρίνουσα ανάλυση (Discriminant analysis) των εξεταζόμενων ειδών *O.hirtum*, *O.onites* και *O.intercedens*. Η αξιολόγηση των ειδών βασίστηκε στη δυνατότητα διάκρισής τους με τη χρήση σημαντικών παραμέτρων που μετρήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος.

3.5.1 Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά

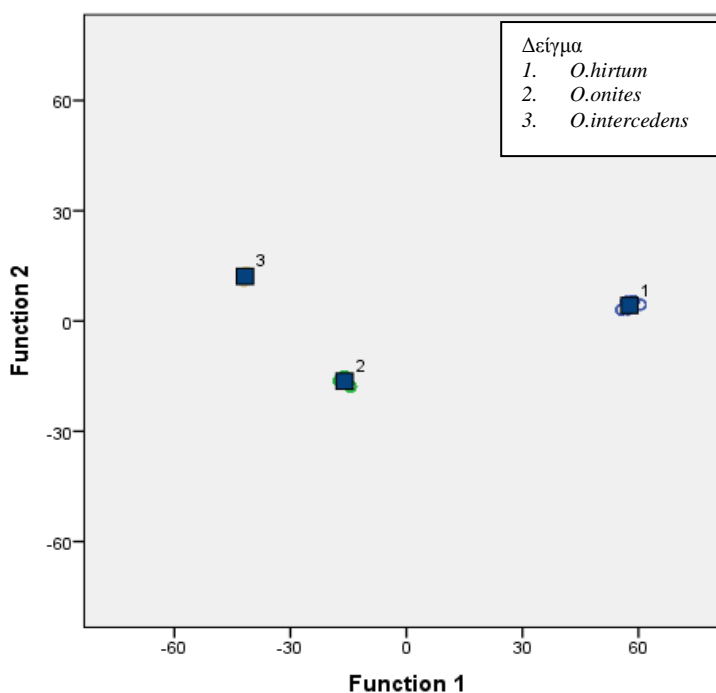
Με βάση τις τιμές των τυποποιημένων συντελεστών διακρίνουσας ανάλυσης οι παράγοντες που έχουν το σημαντικότερο ρόλο στο διαχωρισμό των τριών εξεταζόμενων ειδών για τη συνάρτηση 1 (Function 1) είναι το μήκος της απλής ταξιανθίας, το μήκος της σύνθετης ταξιανθίας, ο αριθμός των μονάδων στάχewς ανά σύνθετη ταξιανθία και ο ρυθμός του βιολογικού κύκλου κάθε εξεταζόμενου είδους, ενώ για τη συνάρτηση 2 (Function 2) σημαντικότεροι παράγοντες είναι ο αριθμός των φύλλων, ο αριθμός των ανθέων ανά μονάδα ταξιανθίας, το μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων και ο αριθμός των μονάδων στάχewς ανά σύνθετη ταξιανθία (Πίνακας 3.8). Η συνάρτηση 1 (Function 1) εξηγεί το 92,5 % της διακύμανσης των ειδών, ενώ μόνο το 7,5 % τη συνάρτηση 2 (Function 2). Η πρώτη συνάρτηση (Function 1) οφείλεται για τον ξεκάθαρο διαχωρισμό μεταξύ των τριών ειδών, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.

Πίνακας 3.8 Τυποποιημένοι συντελεστές των συναρτήσεων διακρίνουσας ανάλυσης (Συνάρτηση 1 και 2).

	Συνάρτηση	
	1	2
Μήκος Σύνθετης Ταξιανθίας	3,736	-0,140
Μήκος Απλής Ταξιανθίας	-5,536	-0,184
Μήκος Μεσογονάτιων Διαστημάτων	1,240	1,240
Αριθμός Φύλλων	-0,581	1,324
Αριθμός Ανθέων ανά Μονάδα Ταξιανθίας	0,565	1,265
Αριθμός Μονάδων Στάχewς ανά Σύνθετη Ταξιανθία	2,856	0,255
Ρυθμός Βιολογικού Κύκλου	-1,536	-0,172

Πίνακας 3.9 Ιδιοτιμές των κανονικών συναρτήσεων διακρίνουσας ανάλυσης.

Συνάρτηση	Ιδιοτιμή	Ποσοστό Διακύμανσης (%)	Αθροιστική Συχνότητα (%)	Κανονική Συσχέτιση
1	1805,208	92,5	92,5	1,000
2	146,837	7,5	100,0	0,997



Διάγραμμα 3.43 Διάγραμμα των δυο πρώτων συναρτήσεων (Function 1 και Function 2) διακρίνουσας ανάλυσης των τριών εξεταζόμενων ειδών. (1) *O. hirtum* (2) *O.onites* (3) *O.intercedens*.

3.5.2 Με βάση τα χημικά χαρακτηριστικά

Ο διαχωρισμός των ειδών με βάση την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του κάθε είδους διαφοροποιείται. Έτσι, με βάση τις τιμές των τυποποιημένων συντελεστών διακρίνουσας ανάλυσης, οι δυο κύριοι παράγοντες που διαχωρίζουν τα είδη είναι η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο κατά το στάδιο της απάνθισης από τον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους) και η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης από την ίδια τοποθεσία σύμφωνα με τη συνάρτηση 1 (Function 1), ενώ για τη συνάρτηση 2 (Function 2) σημαντικότερο ρόλο στο διαχωρισμό έχουν η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης από τη φυτεία στα Σπάτα (ηλικίας 4 ετών) και η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των φύλλων. Η συνάρτηση 1 (Function 1) εξηγεί το

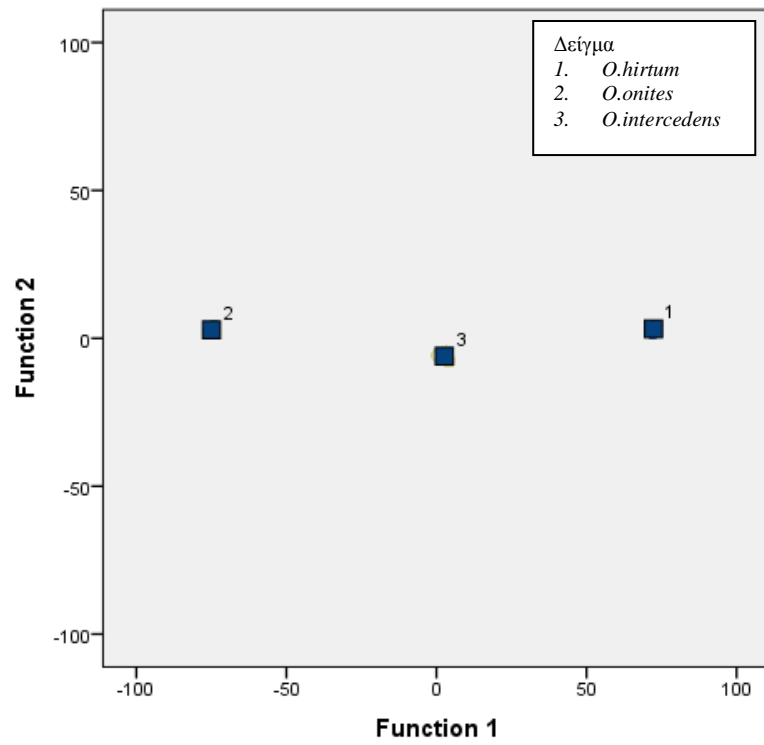
99,5 % της διακύμανσης των ειδών, ενώ αντίθετα η συνάρτηση 2 (Function 2) μόλις το 0,5%. Επομένως, βάση της συνάρτησης 1 και των χημειοτυπικών χαρακτηριστικών το υβρίδιο (*O.intercedens*) τοποθετείται ανάμεσα στα είδη από τα οποία προήλθε, όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.

Πίνακας 3.10 Τυποποιημένοι συντελεστές των συναρτήσεων διακρίνουσας ανάλυσης (Συνάρτηση 1 και 2).

	Συνάρτηση	
	1	2
Περιεκτικότητα Αιθέριου Ελαίου στη Πλήρη Άνθιση (1 έτους – ΓΠΑ)	2,988	-0,148
Περιεκτικότητα Αιθέριου Ελαίου στη Πλήρη Άνθιση (4 ετών – Σπάτα)	-1,031	0,955
Περιεκτικότητα Αιθέριου Ελαίου στην Απάνθιση (1 έτους – ΓΠΑ)	4,032	-0,632
Περιεκτικότητα Αιθέριου Ελαίου Ανθέων (1 έτους – ΓΠΑ)	1,403	0,828
Περιεκτικότητα Αιθέριου Ελαίου Φύλλων (1 έτους – ΓΠΑ)	-1,859	0,419
Καρβακρόλη Αιθέριου Ελαίου στην Πλήρη Άνθιση (4 ετών – Σπάτα)	0,315	0,358

Πίνακας 3.11 Ιδιοτιμές των κανονικών συναρτήσεων διακρίνουσας ανάλυσης.

Συνάρτηση	Ιδιοτιμή	Ποσοστό Διακύμανσης (%)	Αθροιστική Συχνότητα (%)	Κανονική Συσχέτιση
1	3680,924	99,5	99,5	1,000
2	18,598	0,5	100,0	0,974



Διάγραμμα 3.44 Διάγραμμα των δυο πρώτων συναρτήσεων (Function 1 και Function 2) διακρίνουσας ανάλυσης των τριών εξεταζόμενων ειδών. (1) *O.hirtum* (2) *O.onites* (3) *O.intercedens*.

4. Συζήτηση

4.1 Μορφολογική Παραλλακτικότητα

Οι μορφολογικές μετρήσεις έδειξαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών *Origanum vulgare ssp. hirtum*, *Origanum onites* και *Origanum x intercedens*. Σχετικά με το ύψος των φυτών η *O.hirtum* φάνηκε το υψηλότερο από τα εξεταζόμενα είδη και με στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα άλλα δύο. Δεδομένου ότι η ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare ssp. hirtum*) αυτοφύεται σε όλο σχεδόν τον ελλαδικό χώρο, και λόγω της αυξημένης προσαρμοστικότητάς του είναι δικαιολογημένες οι υψηλότερες τιμές στα περισσότερα χαρακτηριστικά όπως είναι το ύψος των φυτών και η μέση φυλλική επιφάνεια των φυτών (Kokkini *et al.*, 2004).

Από τον υπολογισμό του συντελεστή παραλλακτικότητας μορφολογικών χαρακτηριστικών εντός του ίδιου είδους, εξήλθε το συμπέρασμα ότι υπάρχει ομοιομορφία εντός της καλλιέργειας του ίδιου είδους. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα φυτάρια προήλθαν από αγνή πολλαπλασιασμό (μοσχεύματα), επιβεβαιώνοντας τις βιβλιογραφικές αναφορές ότι με τον αγνή πολλαπλασιασμό επιτυγχάνεται η ομοιομορφία μιας καλλιέργειας, χαρακτηριστικό απαραίτητο στην καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

Όσον αφορά στα υπόλοιπα μορφολογικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν μετά την συγκομιδή στο στάδιο της πλήρους άνθισης, όπως το μήκος του μεσογονάτιου διαστήματος, τον αριθμό των πλάγιων βλαστών και τον αριθμό των φύλλων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της *O.hirtum* και της *O.intercedens*. Μεγάλη διαφοροποίηση σημειώθηκε στο μέγεθος των φύλλων και με στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, με την *O.hirtum* να έχει φύλλο μεγέθους 3,14 cm² και την *O.intercedens* 1,61 cm². Κύριο χαρακτηριστικό διαφοροποίησης των ειδών αποτελεί το μήκος της σύνθετης ταξιανθίας, με 21,8 εκατοστά μήκος στην *O.hirtum*, 16,6 στην *O.intrcedens* και μόλις 4,4 στην *O.onites*. Μεταξύ της ελληνικής ρίγανης και του υβριδίου, επιπλέον ειδοποιό διαφορά αποτελεί και το μήκος των μονάδων στάχewας από τις οποίες αποτελείται η σύνθετη ταξιανθία με το μήκος στο υβρίδιο να φτάνει το 1,7 cm και στην ελληνική ρίγανη το 1,2 cm.

4.1.1 Ρυθμοί αύξησης

Σε αρκετές μελέτες κατά το παρελθόν χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση Richards για την εκτίμηση των ρυθμών ανάπτυξης φυτικών ειδών (Karamanos et al., 2009; Βαχαμίδης, 2013). Στο ύψος των φυτών, στη μέση φυλλική επιφάνεια του φυτού και στον αριθμό των πλάγιων βλαστών υπολογίστηκε ο ρυθμός αύξησης για τα τρία μελετούμενα είδη και τα δεδομένα είχαν πολύ καλή προσαρμογή στην εξίσωση με το R^2 να κυμαίνεται από 0,87-0,99. Όσον αφορά στο ύψος η *O.intercedens* αν και χαμηλότερου ύψους έχει μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης από τα άλλα είδη. Αντίστοιχες μετρήσεις μορφολογικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν και από την Σωτηροπούλου (2008), όπου τα αποτελέσματα της έρευνάς της για το είδος *O.hirtum* ταυτίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό με αυτά της συγκεκριμένης μελέτης. Σημαντική διαφορά παρατηρείται μεταξύ των ειδών στον ρυθμό αύξησης της μέσης φυλλικής επιφάνειας του φυτού με την κατά μέσο όρο μεγαλύτερη αύξηση να παρατηρείται στην *O.hirtum*. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι βλαστοί της *O.hirtum* δεν είναι εντελώς ορθόκλαδοι, αλλά αρχίζουν και πλαγιάζουν, σε αντίθεση με τα άλλα δύο είδη ρίγανης. Στο ρυθμό αύξησης των πλάγιων βλαστών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το γεγονός ότι στα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν οι τιμές ήταν αρκετά ικανοποιητικές, οφείλεται στον χαμηλό βαθμό μεταφυτευτικής καταπόνησης (stress) που υπέστησαν τα φυτά κατά τους πρώτους μήνες εγκατάστασής τους στον αγρό του Γ.Π.Α. (Hughes et al., 1989; Beemnet et al., 2014). Η μικρή, μη στατιστικά σημαντική διαφορά που έχει η *O.onites* σε σχέση με τα άλλα είδη στον ρυθμό αύξησης των πλάγιων βλαστών οφείλεται σύμφωνα με τη βιβλιογραφία στο ότι η νησιώτικη ρίγανη όντας φυτό φωτόφιλο, αρέσκεται στη δημιουργία πλούσιας φυλλικής κόμης και εύρωστων φυτών (Gönüz et al., 1999; Marzi, 1996).

Με βάση την κλίμακα BBCH για τα φαινολογικά στάδια των πλατύφυλλων φυτών, προσδιορίστηκε ο βιολογικός κύκλος των φυτών. Η *O.onites* ολοκληρώνει το βιολογικό της κύκλο στις 90 ημέρες από την εγκατάσταση της φυτείας, (τέλη Μαΐου), η *O.hirtum* σε 110 ημέρες (μέσα Ιουνίου) και η *O.intercedens* σε 120 ημέρες (τέλη Ιουνίου). Διαχωρίζοντας τα φαινολογικά στάδια σε βλαστητική και σε αναπαραγωγική περίοδο, παρατηρήθηκε ότι η *O.intercedens* αυξάνεται με πολύ μεγάλο ρυθμό σε σχέση με τα άλλα δύο είδη, ενώ κατά το αναπαραγωγικό στάδιο η *O.onites* είναι αυτή που «βιάζεται» να ολοκληρώσει το βιολογικό της κύκλο και η *O.intercedens* αυτή που καθυστερεί. Τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύονται με αντίστοιχα προηγούμενων ερευνών σχετικά με το βιολογικό κύκλο των ειδών και την εποχή που είναι στο στάδιο της πλήρους άνθισης (Gönüz et al., 1999; Gavalas et al., 2011).

4.2 Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Όπως είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία και ισχύει για όλα τα πολυετή φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά, η εκατοστιαία απόδοση κάθε είδους φτάνει στο μέγιστο όταν η καλλιέργεια βρίσκεται στο τρίτο έτος από την εγκατάσταση. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης εξετάστηκε η περιεκτικότητα στο πρώτο έτος της εγκατάστασης των τριών εξεταζόμενων ειδών στον αγρό του Γ.Π.Α. κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης, καθώς επίσης και κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης στον αγρό των Σπάτων από φυτεία ηλικίας τεσσάρων ετών. Επιπλέον, εξετάστηκε και η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των άνθεων και των φύλλων των ειδών. Αυτό που παρατηρήθηκε κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης είναι ότι η *Origanum vulgare ssp. hirtum* είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα από τα άλλα 2 είδη φτάνοντας το 7,6% (v/w) γεγονός που αποδεικνύει ότι το είδος προσαρμόστηκε ικανοποιητικά στον αγρό του Γ.Π.Α., καθώς παρόμοια ποσοστά είχαν βρεθεί και σε παλαιότερες μελέτες (Παναγόπουλος, 2012) όμως έχουν σημειωθεί και αρκετά υψηλότερα ποσοστά (Καδόγλου, 2015). Σύμφωνα με τον Καδόγλου (2015) κατά το πρώτο έτος εγκατάστασης στον αγρό στα Σπάτα η *Origanum onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης περιείχε 2,43% (v/w) αιθέριο έλαιο και στο πρώτο έτος στον αγρό του Γ.Π.Α. στην παρούσα μελέτη 3,7% (v/w), επομένως συμπεραίνουμε ότι οι εδαφοκλιματικές συνθήκες στο Γ.Π.Α ήταν περισσότερο ευνοϊκές στην προσαρμογή της *O.onites*. Πληροφορίες για την περιεκτικότητα του υβριδίου (*O.intercedens*) δεν υπάρχουν πολλές στη βιβλιογραφία, καθώς δεν έχει μελετηθεί αρκετά. Στο νησί της Νισύρου από αυτοφυείς πληθυσμούς της *O.intercedens* σύμφωνα με τους Kokkini *et al.*, (1993) η περιεκτικότητα ήταν στο 4,5% (v/w) ενώ στον αγρό που Γ.Π.Α. η περιεκτικότητα του υβριδίου έφτασε στο 5,4% (v/w), το οποίο αποδεικνύει την άριστη προσαρμογή του είδους σε συνθήκες καλλιέργειας, υπό τις δεδομένες εδαφοκλιματικές δυνάμεις.

Οι Ozkan *et al.*, (2009) και Baranauskiene *et al.*, (2013) αναφέρουν στις μελέτες τους για την *O.hirtum* και την *O.onites* ότι μετά το στάδιο της πλήρους άνθισης η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο μειώνεται. Το ίδιο διαπιστώθηκε και στην παρούσα μελέτη καθώς η περιεκτικότητα της *O.hirtum* μειώθηκε στο 7,1% (v/w) και της *O.onites* φάνηκε να σταθεροποιείται στο 3,8% (v/w). Αντίθετα, τον κανόνα δεν ακολούθησε η *O.intercedens* η οποία σημείωσε αύξηση της περιεκτικότητας κατά το στάδιο της απάνθισης φτάνοντας στο 6,1% (v/w).

Δεδομένου ότι το αιθέριο έλαιο παράγεται στις κεφαλωτές αδενώδεις τρίχες που βρίσκονται στα άνθη και στα φύλλα των φυτών, έγινε διερεύνηση για το ποσοστό του αιθέριου ελαίου που βρίσκεται στα άνθη και στα φύλλα χωριστά. Έτσι, διαπιστώθηκε ότι η περιεκτικότητα 10gr ανθέων είναι υψηλότερη από 10gr άνθη και φύλλα μαζί. Πιο συγκεκριμένα, τα άνθη της *O.hirtum* είχαν περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο 10% (v/w), της *O.intercedens* 5,7% (v/w) και της *O.onites* 4,5% (v/w). Αντίθετα 10gr φύλλων από κάθε είδος χωριστά είχε πολύ χαμηλότερη περιεκτικότητα μη ξεπερνώντας το 5% (v/w) ούτε στην *O.hirtum*. Σε αντίστοιχη μελέτη που είχε πραγματοποιηθεί από τους Gounaris et al., (2002) παρουσιάστηκε η ίδια διαφοροποίηση μεταξύ των περιεκτικότητων των ανθέων και των φύλλων των τριών εξεταζόμενων ειδών τα οποία βρέθηκαν σε αυτοφυής πληθυσμούς στην Επισκοπή Κρήτης. Επομένως, σαν συμπέρασμα εξάγεται το ότι στα άνθη των ειδών υπάρχει μεγαλύτερη πυκνότητα αδενωδών κεφαλωτών τριχών με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη απόδοση σε αιθέριο έλαιο από ότι στα φύλλα του φυτού.

4.3 Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων

Από τα τρία εξεταζόμενα είδη, εκείνο με το πλουσιότερο σε ουσίες αιθέριο έλαιο είναι η *O.onites* καθώς ανιχνεύθηκαν και ταυτοποιήθηκαν 17 διαφορετικές ουσίες, ενώ στην *O.hirtum* και την *O.intercedens* 12 και 10 αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα σημαντικό συστατικό το οποίο έχει εντοπιστεί στην *O.onites* και δεν έχει εντοπιστεί στα άλλα είδη είναι η θυμόλη με ποσοστό 0,3% κατά μέσο όρο. Η θυμόλη είναι ουσία που έχει ανιχνευτεί σε αυτοφυής πληθυσμούς που έχουν μελετηθεί στην Κρήτη και τη Νίσυρο όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία (Kokkini and Vokou,1993; Gounaris et al., 2002). Όσον αφορά στα υπόλοιπα συστατικά το π-κυμένιο και γ-τερπινένιο ανιχνεύθηκαν σε υψηλότερα ποσοστά στη *O.hirtum*, το β-καρνοφυλλένιο κυρίως στην *O.onites*, ενώ το υψηλότερο ποσοστό καρβακρόλης ανιχνεύθηκε στην *O.intercedens*, γεγονός που το καθιστά ένα πολύ ενδιαφέρον είδος.

4.3.1 Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε π-κυμένιο

Συγκρίνοντας την εκατοστιαία περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων των τριών μελετούμενων ειδών κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στο πρώτο έτος καλλιέργειας στο Γ.Π.Α και στο 4^ο έτος στα Σπάτα, υψηλότερη τιμή καταγράφηκε στην *O.hirtum* με ποσοστό 5,66% (v/v) και το μικρότερο ποσοστό στην *O.intercedens* με ποσοστό μόλις 0,78% (v/v). Τα αποτελέσματα δεν συμφωνούν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα των

Economou et al. (2011) καθότι στην έρευνά τους οι χαμηλότερες ποσοστιαίες τιμές π -κυμένου προέκυψαν από τα φυτά του είδους *O.hirtum*, με τη διαφορά ότι στη συγκεκριμένη έρευνα είχαν μελετηθεί αυτοφυείς πληθυσμοί στο νησί της Ικαρίας. Ομοίως, και στην μελέτη των Kokkini and Vokou (1993) η *O.onites* είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε π -κυμένο φτάνοντας το 8,4% ενώ το χαμηλότερο ποσοστό είχε το υβρίδιο (*O.intercedens*) με ποσοστό 3.1%, τα δείγματα που εξετάστηκαν στη συγκεκριμένη έρευνα ήταν αυτοφυείς πληθυσμοί από τη Νίσυρο. Οι μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν όταν εξετάστηκαν δείγματα ανθέων και φύλλων των μελετούμενων ειδών με σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε π -κυμένο, όπου στα φύλλα η περιεκτικότητα ξεπέρασε το 7,5% (v/v) στην *O.hirtum* και ενώ στα άνθη το ποσοστό δεν ξεπέρασε το 2,5% (v/v) στο ίδιο είδος. Σε προγενέστερη μελέτη των Gounaris et al. (2002) υπήρξαν αντίστοιχες διαφοροποιήσεις μεταξύ των φύλλων και των ανθέων των τριών ειδών που εξετάστηκαν. Όσον αφορά στο σύνολο των δεδομένων, αυτά ταυτίζονται σε μεγάλο βαθμό με αντίστοιχες παλαιότερες μελέτες, οι οποίες υποστηρίζουν ότι και κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στο π -κυμένο και στην καρβακρόλη (Vokou et al., 1993; Bendahou et al., 2008; Azizi et al., 2009).

4.3.2 Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο

Αντίθετα από το π -κυμένο στο γ -τερπινένιο δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ειδών που εξετάστηκαν ούτε μεταξύ των σταδίων συγκομιδής και παραλαβής του αιθέριου ελαίου. Η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή σημειώθηκαν στην *O.onites* με τιμές 3,28% (v/v) και 1,05% (v/v) αντίστοιχα. Σε παλαιότερη έρευνα στο στάδιο της πλήρους άνθισης η περιεκτικότητα της *O.onites* σε γ -τερπινένιο είχε φτάσει το 6,3% (v/v) ενώ η *O.hirtum* μόλις το 1,1% (v/v) (Kokkini and Vokou, 1993). Οι περιεκτικότητες των φύλλων σχετικά με τα άνθη είναι πολύ υψηλότερες για την *O.hirtum* και για την *O.intercedens* όμως δεν ισχύει το ίδιο και για την *O.onites* στην οποία η περιεκτικότητα των ανθέων είναι υψηλότερη από αυτή των φύλλων. Αντίθετα αποτελέσματα παρουσιάζουν οι Gounaris et al. (2002) στην έρευνά τους, όπου στην *O.hirtum* η περιεκτικότητα των φύλλων φτάνει το 7,13% (v/v) και των ανθέων το 9,68% (v/v) και η μεγαλύτερη διαφοροποίηση παρουσιάζεται στην *O.onites* με τα φύλλα να περιέχουν 10,0% (v/v) και τα άνθη μόλις 3,69% (v/v). Οι μεγάλες αυτές διαφοροποιήσεις οφείλονται τόσο στην ηλικία των φυτών, όσο στις διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες και στο γεγονός ότι στην μια έρευνα πρόκειται για αυτοφυή είδη

και στην άλλη για συνθήκες καλλιέργειας όπου οι δευτερογενείς μεταβολίτες παραλλάσσονται.

4.3.3 Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη

Η καρβακρόλη αποτελεί την κυρίαρχη ουσία των ειδών του γένους *Origanum*. Το υβρίδιο (*O.intercedens*) κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. (ηλικίας 1 έτους) έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη με ποσοστό 95,27% και 96,27% (v/v) αντίστοιχα. Επίσης υψηλό ποσοστό καρβακρόλης σημειώθηκε στην *O.onites* από τον αγρό των Σπάτων (ηλικίας 4 ετών) φτάνοντας το 95,61% (v/v), ενώ η τα ποσοστά της *O.hirtum* κυμάνθηκαν από 89,26% έως 90,89%. Σε παλαιότερες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε αυτοφυείς πληθυσμούς στη Νίσυρο από τους Kokkini and Vokou (1993) τα ποσοστά των μελετούμενων ειδών ήταν χαμηλότερα καθώς η *O.onites* δεν ξεπέρασε το 63,8% (v/v) σε καρβακρόλη και η *O.hirtum* το 87,5% (v/v). Επιπλέον και σε επισκόπηση σε διαφορετικούς βιότυπους στο νησί της Ικαρίας, περιοχή προέλευσης και των ειδών που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, από τους Economou *et al.* (2014) η καρβακρόλη στην *O.onites* κυμάνθηκε από 72,56% - 84,98% και στην *O.hirtum* από 70,15% - 86,24%. Οι διαφοροποιήσεις αυτές οδηγούν στο συμπέρασμα αφενός ότι υπάρχει παραλλακτικότητα στην περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων σε καρβακρόλη εξαιτίας εδαφοκλιματικών και περιβαλλοντικών συνθηκών και αφετέρου εξαιτίας στο γεγονός ότι τα είδη εγκαταστάθηκαν πλήρως στις συνθήκες καλλιέργειας στον αγρό του Γ.Π.Α. Όσον αφορά στην περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων των ανθέων και των φύλλων των ειδών οι τιμές διαχωρίζονται πλήρως καθώς η περιεκτικότητα έφτασε στο 97,23% στην *O.intrecedens* και 93,35% και 91,89% για την *O.hirtum* και την *O.onites* αντίστοιχα. Αντίθετα στα φύλλα το χαμηλότερο ποσοστό σημειώθηκε στην *O.hirtum* (84,28%) ενώ το υψηλότερο στην *O.intercedens* (89,25%). Τα ποσοστά αυτά φαίνονται πολύ υψηλά σε σύγκριση με αντίστοιχα ποσοστά των ανθέων και των φύλλων σε πληθυσμούς της Κρήτης από τους Gounaris *et al.* (2002) καθώς τα φύλλα στην *O.onites* περιείχαν μόλις 58,73% καρβακρόλης και στην *O.hirtum* 70,39%. Στα άνθη, από την αλλαγή, το υβρίδιο (*O.intercedens*) είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα με 77,56% ενώ η *O.hirtum* το χαμηλότερο ποσοστό 75,49%. Οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των περιεκτικότητων σε καρβακρόλη εξηγούνται από το γεγονός ότι στην έρευνα των Gounari *et al.* (2002) τα αντίστοιχα ποσοστά του γ-τερπινένιου και π-κυμένιου είναι υψηλότερα από την παρούσα έρευνα.

4.3.4 Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο

Τα υψηλότερα ποσοστά καρυοφυλλένιου σημειώθηκαν στην *O.onites* με ποσοστό που έφτασε το 1,01% (v/v), ενώ τα χαμηλότερα ποσοστά σημειώθηκαν στην *O.intercedens* στο στάδιο της απάνθισης (ηλικίας 1 έτους) με ποσοστό 0,1%. Σύμφωνα με τους Economou *et al.* (2011) η *O.onites* έφτασε το 2,24% (v/v) κατά μέσο όρο ενώ για την *O.hirtum* 1,81% (v/v) σε αυτοφυείς πληθυσμούς στο νησί της Ικαρίας, ενώ στην έρευνα των Kokkini and Vokou (1993) τα ποσοστά αυτά ήταν 1,4% για την *O.hirtum* και το υβρίδιο (*O.intercedens*) και για την *O.onites* 1,2%. Ανάλογα ήταν και τα ποσοστά του καρυοφυλλένιου στο αιθέριο έλαιο των ανθέων και των φύλλων με τα υψηλότερα ποσοστά να σημειώνονται στη *O.onites* 0,83% και 1,08% (v/v) αντίστοιχα. Ενώ, και σε αυτή την περίπτωση τα χαμηλότερα ποσοστά σημειώθηκαν στην *O.intercedens* με 0,11% (v/v) για τα φύλλα και 0,08% (v/v) για τα άνθη. Σε αυτοφυείς πληθυσμούς της Κρήτης τα ποσοστά ήταν υψηλότερα με την *O.onites* να περιέχει 0,87% καρυοφυλλένιο στα φύλλα και 0,59% στα άνθη, αντίθετα από την *O.hirtum* η οποία περιείχε 0,38% στα φύλλα και 0,61% στα άνθη, ενώ το υβρίδιο (*O.intercedens*) περιείχε εξίσου στα άνθη και στα φύλλα 0,52% καρυοφυλλένιο. Όπως και στις προηγούμενες ουσίες έτσι και στο καρυοφυλλένιο παρατηρείται η παραλλακτικότητα στην περιεκτικότητα των ουσιών στα επιμέρους συστατικά εξαιτίας της γεωγραφικής θέσης και των εδαφοκλιματικών συνθηκών κάτω από τις οποίες αναπτύσσονται τα φυτικά είδη.

4.3.5 Διάκριση των ειδών (Discriminant analysis)

Με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS έγινε μια διακρίνουσα ανάλυση (Discriminant analysis) μεταξύ των μελετούμενων ειδών *O.hirtum*, *O.onites* και *O.intercedens* με σκοπό τη συσχέτιση του υβριδίου με τα μητρικά του είδη βάσει των μορφολογικών και των χημειοτυπικών χαρακτηριστικών σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν κατά το πρώτο έτος εγκατάστασης της φυτείας. Βάσει των μορφολογικών χαρακτηριστικών η *O.intercedens* πλησιάζει περισσότερο με την *O.onites* από ότι με την *O.hirtum*. Αντίθετα βάση της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο το υβρίδιο βρίσκεται ανάμεσα στα μητρικά του είδη, πλησιάζοντας λίγο περισσότερο την περιεκτικότητα της *O.hirtum*. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Kokkini and Vokou (1993) από την έρευνά τους σε αυτοφυείς πληθυσμούς στη Νίσυρο, με τη μόνη διαφορά ότι στο νησί υπήρχε μόνο η *O.onites* και η *O.intercedens* τα οποία συγκρίθηκαν με πληθυσμούς της *O.hirtum* από διάφορα μέρη στην υπόλοιπη Ελλάδα. Επιπλέον, για τις περιεχόμενες στο

αιθέριο έλαιο ουσίες αναφέρουν ότι εντοπίστηκαν 10 ουσίες κοινές και στα τρία είδη, έξι επιπλέον ουσίες κοινές του υβριδίου (*O.intercedens*) με την *O.onites* και μόνο μία ουσία επιπλέον κοινή της *O.intercedens* με την *O.hirtum*. Στο ίδιο συμπέρασμα φαίνεται να καταλήγει και έρευνα που διεξήχθη στην Κρήτη (Gounaris *et al.*, 2002) με επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων από την αποτύπωση του DNA των ειδών μέσω των RAPD εκκινήτων. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι υβρίδια τα οποία περιέχουν αιθέριο έλαιο, πολύ συχνά το χημειοτυπικό τους προφίλ είναι όμοιο με ενός από τους δυο γονείς (Ruberto *et al.*, 1994; Sakamoto *et al.*, 1994; Egerton-Warburton *et al.*, 1998; Gavalas *et al.*, 1998).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα.

Η *Origanum vulgare ssp. hirtum* φάνηκε να έχει το μεγαλύτερο ύψος βλαστού και τη μεγαλύτερη μέση φυλλική επιφάνεια με στατιστικά σημαντικές διαφορές. Από τον υπολογισμό του συντελεστή παραλλακτικότητας μέσα στο ίδιο είδος παρατηρήθηκε ομοιομορφία μεταξύ των φυτών του ίδιου είδους και αυτό οφείλεται στον αγενή πολλαπλασιασμό που χρησιμοποιήθηκε. Όσον αφορά στη μορφολογία του βλαστού το υβρίδιο (*O. x intercedens*) φαίνεται να πλησιάζει σε μήκος την *Origanum onites* αλλά το μήκος του μεσογονάτιου ήταν το ίδιο με την *O. hirtum*. Τα φύλλα της *O. hirtum* έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τα άλλα δυο είδη, καθώς επίσης η πυκνότητα των φύλλων είναι όμοια στην *O. onites* με αυτή του υβριδίου (*O. intercedens*) λόγω και του μεγέθους του βλαστού τους.

Η *O. hirtum* έχει τη μεγαλύτερη ταξιανθία σε σχέση με τα άλλα δυο είδη, με το υβρίδιο (*O. intercedens*) να την πλησιάζει αρκετά. Ειδοποιός διαφορά στην ταξιανθία μεταξύ των *O. hirtum* και της *O. intercedens* είναι το μήκος της μονάδος στάχews με το μεγαλύτερο να εμφανίζεται στο υβρίδιο (*O. intercedens*). Η ταξιανθία της *O. hirtum* είναι πυκνότερη από τις άλλες ταξιανθίες με πολύ μεγάλο αριθμό στάχewων ανά σύνθετη ταξιανθία. Όμως, επειδή η μονάδα των στάχewων είναι μεγαλύτερη σε μήκος από τα άλλα είδη, ο στάχης του υβριδίου (*O. intercedens*) έχει περισσότερα άνθη.

Από την εγκατάσταση των φυτειών έως την ημέρα της συγκομιδής ο ρυθμός αύξησης του ύψους της *O. intercedens* μαζί με την *O. hirtum* είχαν τον μεγαλύτερο ρυθμό. Αντίθετα, ο ρυθμός της μέσης φυλλικής επιφάνειας στην *O. intercedens* ήταν μικρότερος και στην *O. hirtum* μεγαλύτερος. Η *O. onites* έχει το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης των πλάγιων βλαστών, γεγονός που οφείλεται στον αυξημένο αριθμό αναβλαστήσεων του είδους.

Ένας ακόμα σημαντικός ρυθμός που υπολογίστηκε ήταν ο ρυθμός των φαινολογικών σταδίων βάσει της κλίμακας BBCH. Διαπιστώθηκε ότι η *O. onites* έχει το μικρότερο βιολογικό κύκλο, ο οποίος βάσει των δεδομένων εδαφοκλιματικών συνθηκών στο Γ.Π.Α. το 2017, ολοκληρώθηκε σε 92 ημέρες από την εγκατάσταση της φυτείας. Ο βιολογικός κύκλος των *O. hirtum* και *O. intercedens* διέφερε κατά 1 εβδομάδα μεταξύ τους. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι κατά το βλαστητικό στάδιο, ο ρυθμός των φαινολογικών σταδίων ήταν ραγδαίος για την *O. intercedens* ενώ κατά το αναπαραγωγικό στάδιο πιο γρήγορα αυξανόταν

ο ρυθμός της *O.hirtum*. Φαίνεται ότι τα φυτά αυτού του είδους προσπάθησαν να «αναπληρώσουν» το χρόνο της καταπόνησης από τη μεταφύτευση καθώς είχαν το μικρότερο ρυθμό κατά το βλαστητικό στάδιο.

Μελετώντας την περιεκτικότητα των ειδών σε αιθέριο έλαιο παρατηρήθηκε μεγάλη παραλλακτικότητα. Για την *O.hirtum* η υψηλότερη απόδοση σημειώθηκε στα άνθη των φυτών, για την *O.onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 4 ετών (Σπάτα) και στο υβρίδιο (*O.intercedens*) πριν το στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 4 ετών (Σπάτα). Συγκρίνοντας τις περιεκτικότητες στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης, τα είδη κατατάσσονται κατά φθίνουσα σειρά ως εξής: *Origanum vulgare ssp. hirtum*, *Origanum onites* και *Origanum x intercedens*. Μεταξύ των φυτειών ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. και 4 ετών στα Σπάτα στο στάδιο της πλήρους άνθισης παρατηρήθηκε ότι για την *O.hirtum* και την *O.intercedens* η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου ήταν υψηλότερη στο 1 ετός σε αντιθεση με την *O.onites*. Από το γεγονός αυτό συμπαιρένουμε ότι οι εδαφοκλιματικές συνθήκες στο Γ.Π.Α. ήταν ευνοϊκότερες για την *O.hirtum* και το υβρίδιο. Τέλος, όπως ήταν αναμενόμενο η περιεκτικότητα των ανθέων ήταν υψηλότερη από αυτή των φύλλων και στα τρία μελετούμενα είδη με την υψηλότερη να σημειώνεται στην *O.hirtum*.

Βασικό κριτήριο για την ποιότητα του αιθέριου ελαίου της ρίγανης είναι η χημική του σύσταση. Στα μελετούμενα είδη βασικά συστατικά ήταν η καρβακρόλη, το π-κυμένιο, το γ-τερπινένιο και το β-καρνοφυλλένιο.

Για την περιεκτικότητα σε π-κυμένιο στο στάδιο τη πλήρους άνθισης και της απάνθισης παρατηρήθηκε ότι υψηλότερη συγκέντρωση σημειώθηκε στην *O.hirtum* στο στάδιο της απάνθισης. Αντίθετα για την *O.onites* και την *O.intercedens* σημειώθηκε υψηλότερη συγκέντρωση κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης. Από την άλλη η *O.onites* είχε τη χαμηλότερη συγκέντρωση στη φυτεία των 4 ετών στα Σπάτα με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις να σημειώνονται στην *O.hirtum* και την *O.intercedens* στην φυτεία των Σπάτων ηλικίας 4 ετών. Κατά το 1^ο έτος εγκατάστασης η περιεκτικότητα π-κυμένιου στα είδη κατατάσσονται κατά φθίνουσα σειρά ως εξής: *O.hirtum*, *O.onites* και *O.intercedens*. Τέλος, όπως φαίνεται η πλειοψηφία του π-κυμένιου συγκεντρώνεται στα φύλλα των ειδών και οι μικρότερες στα άνθη.

Σε αντίθεση με την υψηλή παραλλακτικότητα του π-κυμένιου, το γ-τερπινένιο παρουσίασε μικρή παραλλακτικότητα μεταξύ των ειδών και ως προς το στάδιο συγκομιδής και ως προς την ηλικία των φυτών. Αξίζει να σημειωθεί ότι στα φύλλα των *O.hirtum* και *O.intercedens* σημειώθηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις σε γ-τερπινένιο, αντίθετα από την *O.onites* της οποίας τα άνθη έδειξαν υψηλότερη περιεκτικότητα από τα φύλλα.

Η *O.intercedens* φαίνεται να είναι ένα πολλά υποσχόμενο είδος λόγω της πολύ υψηλής συγκέντρωσης σε καρβακρόλη τόσο στο στάδιο της πλήρους άνθισης όσο και στο στάδιο της απάνθισης. Ακολούθησε η *O.hirtum* με μικρή διαφορά στη συγκέντρωση καρβακρόλης μεταξύ των δύο σταδίων συγκομιδής και τέλος η *O.onites* με το στάδιο της απάνθισης να υπερέχει του σταδίου της πλήρους άνθισης σε καρβακρόλη. Μεταξύ του 1^{ου} και 4^{ου} έτους μόνο η *O.onites* σημείωσε υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στα φυτά ηλικίας τεσσάρων ετών αντίθετα από τα άλλα δύο μελετούμενα είδη των οποίων η υψηλότερη περιεκτικότητα σημειώθηκε στο πρώτο έτος της φυτείας. Το γεγονός αυτό φεύεται και στην προσαρμογή των ειδών στις εκάστοτε εδαφοκλιματικές συνθήκες. Τέλος, όπως είναι φυσικό σχετικά με την συγκέντρωση των ανθέων και των φύλλων σε καρβακρόλη, η υψηλότερη σημειώθηκε στα άνθη κατατάσσοντας τα είδη σε φθίνουσα σειρά ως εξής: *O.intercedens*, *O.hirtum*, *O.onites*.

Όσον αφορά στη συγκέντρωση του β-καρνοφυλλένιου στα αιθέρια έλαια των ειδών τα ποσοστά δεν ξεπέρασαν το 1,1% (v/v) με την υψηλότερη συγκέντρωση να σημειώνεται στο είδος *O.onites* σε κάθε περίπτωση. Αξίζει να σημειωθεί όμως ότι «φτωχότερο» σε περιεκτικότητα β-καρνοφυλλένιου ήταν η *O.intercedens*, όπου τις περισσότερες φορές δεν ξεπέρασε το 0,1%.

Σαν γενικότερο συμπέρασμα μπορούμε να πούμε ότι το υβρίδιο (*Origanum x intercedens*) παρουσιάζει ομοιότητες και με τα δυο μητρικά του είδη. Ως προς τη μορφολογία του βλαστού και των φύλλων πλησιάζει την *O.onites* και ως προς την μορφολογία της ταξιανθίας την *O.hirtum*. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του υβριδίου βρίσκεται ανάμεσα στην *O.hirtum* και την *O.onites*, ενώ οι συγκεντρώσεις των επιμέρους συστατικών του αιθέριου ελαίου της *O.intercedens* είναι όμοιες με αυτές της *O.hirtum*.

Τέλος, σε κάθε περίπτωση η *Origanum x intercedens* αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο είδος για την βιομηχανία των Φαρμακευτικών και Αρωματικών φυτών με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, αιθέριο έλαιο και υψηλή συγκέντρωση καρβακρόλης, σημαντικής ουσίας για τη φαρμακοβιομηχανία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ., Φασσέας, Κ. 2005. Γενική Βοτανική. Εκδόσεις Έμβρυο.
- Βαρδακάκης, Μ. 1993. *ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ (ΚΡΥΠΤΟΓΑΜΑ – ΣΠΕΡΜΑΤΟΦΥΤΑ*. Τόμος 1, 4η Έκδοση. Εκδόσεις: Δ.Κ. Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη. 811 σελ.
- Βαχαμίδης Π., 2013. Μελέτη της επίδρασης διαφορετικού βαθμού υδατικής καταπόνησης στην αναπαραγωγική ανάπτυξη εγχώριων πληθυσμών και ποικιλιών σκληρού σιταριού *Triticum turgidum ssp. durum*.
- Γαβαλάς Π. Ν., 2004. Πληθυσμοί Ρίγανης (*Origanum vulgare* L.) στη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα: Επίδραση Αβιοτικών Παραγόντων στα Φαινοτυπικά Γνωρίσματά τους, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας, Θεσσαλονίκη.
- Γαβριήλ, Ε. 2013. Φαινολογική και χημειοτυπική διαφοροποίηση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών των ειδών *Origanum vulgare* (Link) *letsvaart*, *Coridothymus capitatus* (L.), *Origanum onites* (L.) και *Satureja thymbra* (L.) σε καλλιέργεια τριών ετών.
- Γαλάτης, Β., Δ. Γανωτάκης, Κ. Γκανή-Σπυροπούλου, Γ. Καραμπουρνιώτης, Κ. Κοτζαμπάσης, Ε.Ι. Κωνσταντινίδου, Ι. Μανέτας και Κ. Ρουμπελάκη- Αγγελάκη 2003. *Φυσιολογία φυτών. Από το μόριο στο περιβάλλον*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο. 708 σελ.
- Γκόλιαρης, Α. 1992. Η καλλιέργεια της ρίγανης. *Γεωργία και ανάπτυξη* 2: 39-42.
- Γκολιάρης, Α. 2003. Αρωματικά Φυτά. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ). σελ. 31.
- Δόρδας, Χ. 2012. *Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά*. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. σ. 358.
- Ζερλέντης, Κ. 1981. Συστηματική Βοτανική Μέρος 2ον (Αγγειόσπερμα). Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών-Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Αθήνα.
- Καδόγλου, Ν. 2015. Μορφολογική, φαινολογική και χημειοτυπική διαφοροποίηση αυτοφυών πληθυσμών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου καρβακρόλης (*Origanum ssp.*, *Thymbra ssp.* και *Satureja ssp.*) προερχόμενων από την Ικαρία και την Κεφαλονιά.
- Κανέλης, Α. 2005. Ρύθμιση βιοσύνθεσης δευτερογενών μεταβολιτών – Εφαρμογές της μεταβολικής μηχανικής και λειτουργικής γονιδιωματικής στη φαρμακογνωσία. *Εφαρμοσμένη Φαρμακογνωσία II*. Εκδόσεις ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Καραμπουρνιώτης, Γ. 2003. *Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών*. Εκδόσεις: Έμβρυο, Αθήνα. 275 σελ.

- Καραμπουρνιώτης, Γ.Α. 2011. Σημειώσεις ηλεκτρονικής μορφής περί Φυσιολογίας Φυτών.
- Καραμπουρνιώτης, Γ.Α., Λιακόπουλος, Γ. 2009. Οικοφυσιολογία Μεσογειακών Φυτικών Ειδών. Σημειώσεις Εργαστηρίου Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών.
- Καράταγλης, Σ. 1994. *Φυσιολογία φυτών*. Εκδόσεις: Art of Text, Θεσσαλονίκη. 472 σελ.
- Κατσιώτης, Σ. & Χατζοπούλου, Π. 2013. *Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια*. Εκδόσεις: Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 973.
- Κουτσός, Θ.Β. 2006. *Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. σελ. 349.
- Ντάφης, Σ. 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδι-Γιαπούλι, Θεσσαλονίκη.
- Παναγόπουλος, Γ. 2012. Χημειοτυπικός προσδιορισμός, χωρική αποτύπωση και αξιολόγηση του παραγωγικού δυναμικού αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών των γενών *Origanum*, *Satureja* και *Coridothymus* της νήσου Ικαρίας. σ. 255.
- Πολυσιού, Μ. (επιμέλεια) 2002. *Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα*, Υ.Ε.Ο., Γ.Π.Α., Αθήνα. 218 σελ.
- Πολυσιού, Μ. Γ. και Π.Α. Ταραντίλης 2007. *Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα Ενόργανη Ανάλυση*. Εκδόσεις Γ.Π.Α, Αθήνα. 72 σελ.
- Σαρχής, Γ. 1994. *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*. Εκδόσεις: Γεωπονικού Πανεπιστήμιου Αθηνών, Αθήνα.
- Σκρουμπής, Β. 1998. *Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας*. Εκδόσεις: Αγροτύπος, Αθήνα. 256 σελ.
- Σκρουμπής, Β. Γ. 1985. *Αρωματικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια*. Εκδόσεις: OFFSET. Γιαχούδη Ο.Ε., Θεσσαλονίκη. 349 σελ.
- Στεφανάκη-Νικηφοράκη Μαρία. 1999. «Συστηματική Βοτανική» Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Σωτηροπούλου Δ., 2008. Μελέτη ανάπτυξης αποδόσεων και τεχνολογικών χαρακτηριστικών ρίγανης (*Origanum heracleoticum* = *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) σε διαφορετικά επίπεδα αζώτου.
- Υπ.Α.Α.Τ. 2007. Προοπτικές ανάπτυξης τομέα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών (Με βάση προτάσεις & συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ).

Ξένη Βιβλιογραφία

- Aligiannis, N., Kalpotzakis, E., Mitaku, S. and Chinou, IB. 2001. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of two *Origanum* species. *J Agric Food Chem* 40: 4168-4170.
- Aminzadeh, M., F. Amiri, A.E. Abadi, K. Mahdevi and Sh. Fadai 2010. Factors Affecting on Essential Chemical Composition of *Thymus kotschyanus* in Iran. *World Appl. Sci. J.* 8(7): 847-856.
- 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. *J. Essent. Oil Res.* 5(1): 71-77.
- Avato, P., Rosito, I., Papadia, P. & Fanizzi, F. P. (2005). Cyanolipid-rich seed oils from *Allophylus natalensis* and *A. dregeanus*. *Lipids* Vol. 40, 10, pp. 1051-1056.
- 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. *Ind. Crops Prod.* 29: 554–561.
- Bampidis, V. A., Christodolou, V., Christaki, E., Florou-Paneri, P. and Spais, A.B. 2005. Effect of dietary garlic bulb and garlic husk supplementation on performance and carcass characteristics of growing lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 121: 273-283.
- Bampidis, V. A., Christodolou, V., Christaki, E., Florou-Paneri, P. and Spais, A.B. 2005. Effect of dietary dried oregano leaves supplementation on performance and carcass characteristics of growing lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 121: 285-295.
- Baranauskiene, R., R.P. Venskutonis, P. Viskelis and E. Dambrauskiene, 2003. Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). *J. Agric. Food Chem.* 41: 7751-7758
- Baranauskiene, R., R.P. Venskutonis, E. Dambrauskiene and P. Viskelis 2013. Harvesting time influences the yield and oil composition of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* and ssp. *hirtum*. *Industrial Crops and Products* 49: 43-51.
- Baricevic, D., 1997. Experiences with oregano (*Origanum* ssp.) in Slovenia. In: S. Padulosi, ed., *Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 110–120, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- 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). *Int. J. Horticultural Sci.* 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. *J. Essent. Oil Res.* 4: 139-142
- 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.

- Baser, K. H. C., T. Ozek, G. Tumen and E. Sezik (1993). Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance. *Journal of Essential Oil Research*. 5(6):619-623.
- Baydar, H, O. Sagdic, G. Ozkan and T. Karadogan (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*. 15:169–172.
- Beemnet, M. K., Samuel, T., Zewdinesh, D. Z., Zinash, T., Mihret, M. and Bekri, M. 2014. Morpho-agronomic Characteristics, Essential Oil Content and Essential Oil Yield of Oregano (*Origanum vulgare* L.) in Ethiopia. *Scholarly Journal of Agricultural Science* Vol. 4(12), pp. 565-571.
- Bendahou, M., Muselli, A., Grignon-Dubois, M., Benyoucef, M., Desjobert J.M., Bernardini, A.F., Costa, J. 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. essential oil and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation. *Food Chemistry*, 106: 132-139.
- Biondi, D., P. Cianci, C. Geraci, G. Ruberto and M. Piattelli 1993. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flav. Frag. J.* 8(6): 331-337.
- 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.
- Bosabalidis, A.M. and S. Kokkini. 1997. Intraspecific variation of leaf anatomy in *Origanum vulgare* grown wild in Greece. *Bot. J. Linn. Soc.* 123: 353-362.
- Bourett, T.M., R.J. Howard, D.P. O’Keefe and D.L Hallahan 1994. Gland devevelopment on leaf surface of *Nepeta racemosa*. *Int. J. Plant Sci.* 155: 623- 632.
- Bozin B, Mimica-Dukie N, Simin N, Anackov G. 2006. Characterization of the volatil composition of essential oil of some Lamiaceae species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. *J Agri. Food Chem.* 54, 1822-1828.
- Buchanan, B.B., W. Gruissem and R.L. Jones 2000. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. MD: American Society of Plant Physiologists, Rockville.
- 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. *J. Food Sci.* 42: 1107-1109.
- Charai, M., M. Mosaddak and M. Faid 1996. Chemical composition and antimicrobial activity of two aromatic plants: *Origanum majorana* L. and *Origanum compactum* Benth. *J. Essent. Oil Res.* 8(6): 657-664.
- Chatzopoulou, P. S., Koutsos, T.V., Katsiotis, S.T. 2004. Determination of the essential oil content and composition of some *Origanum* species cultivated in Greece. 3rd

Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southern European Countries. Nitra, Slovakia, 6-9 September, pp. 55-56.

- Christodoulakis, D. 1996. The flora of Ikaria (Greece, E. Aegean Islands). *Phyton* (Horn, Austria) 36: 63–91.
- Christodoulakis, N. and Bazos, J. 1990. Leaf anatomy of three seasonally dimorphic subshrubs. *Acta Oecologica* 11 (2): 291-296.
- Circella, G., Franz, C., Novak, J. & Resch, H. 1995. Influence of day length and leaf insertion on the composition of Marjoram Essential Oil. *Flavour and Fragrance Journal*. 10: 371-374.
- Colin, M. E., Ducos de Lahitte, J., Larribau, E. and Boue, T. 1989. Activity of essential oils of Labiateae on *Ascospaera apis* and treatment of an apiary. *Apidologie* 20 (3): 221-228.
- 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. *Int. J. Food Microbiol.* 1(2): 63-74.
- Croteau, R. 1992. Biochemistry of Monoterpenes and Sesquiterpenes of the Essential Oils. In *Herbs, Spices and Medicinal Plants Vol. 1*. L. Cracer and J. Simon Editors, Food Products Press, NY.
- 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*. *J. Agric. Food Chem.* 48(6): 2576-2581.
- Daferera, D.J., B.N. Ziogas and M.G. Polissiou 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. *Crop Prot.* 22: 39–44.
- Danilova, M.F. and T.K. Kashina. 1989. Ultrastructure of glandular hairs in *Perilla ocymoides* (Lamiaceae) in connection with their possible involvement in photoperiodic induction of flowering. *Phytomorphology* 39: 265-275.
- Daw, Z.Y., G.E. El-Baroty and A.M. Ebtasam 1994. Inhibition of *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin production by some essential oils. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 16(5/6): 129-135.
- 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). *Ann. Bot.-Lond.* 86: 471– 478.
- Deans, S.G. and K.P. Svoboda 1990. The antimicrobial properties of marjoram (*Origanum majorana* L.) volatile oil. *Flav. Frag. J.* 5(3): 187-190
- De Lisi, A., Tedone, L., Montesano, V., Sarli, G., Negro, D. 2011. Chemical characterization of *Thymus* populations belonging from Southern Italy. *Food Chemistry*. 125: 1284-1286.

- Demos, A., C. Petrakis, P. Kefalas and D. Boskou 1998. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Res. Int.* 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.
- Dordas, Ch. 2009. Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). *Ind. Crops Prod.* 29: 599-608.
- Dorman, H.J.D. and S.G. Deans 2000. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oil. *J. Appl. Microbiol.* 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. *J. Chem. Ecol.* 25(5): 1079-1089.
- Economou, G., Panagopoulos, G., Tarantilis, P., Kalivas, D., Kotoulas, V., Travlos, I.S., Polysiou, M., Karamanos, A. 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. *Industrial Crops and Products.* 33: 236-241.
- Economou, G., Panagopoulos G., Karamanos A., Tarantilis P., Kalivas D., Kotoulas V. 2014. An assessment of behavior of carvacrol – rich wild Lamiaceae species from the eastern Aegean under cultivation in two different environments. *Industrial Crops and Products.* 54: 62-69.
- Egerton-Warburton, L.M., Ghisalberti, E.L., Burton, N.C., 1998. Intergeneric hybridism between *Chamelaucium* and *Verticordia* (Myrtaceae) based on analysis of essential oils and morphology. *Aust. J. Bot.* 46, 201-208.
- Elakovich, 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.
- Ezz El-Din, A.A., E.E. Aziz, S.F. Hendawy and E.A. Omer 2009. Response of *Thymus vulgaris* L. to salt stress and alar (B₉) in newly reclaimed soil. *J. Appl. Sci. Res.* 5(12): 2165-2170.
- Fahn, A. 1986. Structural and Functional Properties of trichome of xeromorphic leaves. *Annals of Botany* 57: 631-637.
- 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). *J. Med. Aromatic Plant Sci.* 22(1B): 563-567.

- Figueiredo, A.C., J.G. Barroso, L.G. Pedro and J.J.C. Scheffer. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. *Flav. Fragr. J.* 23: 213-226.
- 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.
- Fleisher, A. and Z. Fleisher. 1988. Identification of Biblical Hyssop and origin of the traditional use of oregano-group herbs in the Mediterranean region. *Econ. Bot.* 42(2): 232-241.
- 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*. *Isr. J. Plant Sci.* 46: 27-33.
- Gavalas, N., Kalburtji, K., Kokkini, S., Mamolos, A., Veresoglou, D., 2011. Ecotypic variation in plant characteristics for *Origanum vulgare subsp. hirtum* populations. *Biochemical Systems and Ecology.* 39: 562-569.
- Gergis, V., V. Spiliotis and C. Poulos 1990. Antibacterial activity of essential oils from Greek *Sideritis* species. *Pharmazie* 45: 70
- Gonuz, A. and B. Ozorgucu 1998. An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Tr. J. of botany.* 23: 19-32.
- Gershenzon, J., M. Maffei and R. Croteau 1989. Biochemical and historical localization of monoterpene biosynthesis in the glandular trichome of spearmint (*Mentha spicata*). *Plant Physiol.* 89: 1351-1357.
- Gibbs, D.R. 1974. *Chemotaxonomy of Flowering Plants*, Vol. 1, McGill-Queen's University Press, Montreal and London.
- Gonuz, A. and B. Ozorgucu. 1999. An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Tr. J. of botany.* 23: 19-32.
- Gounaris Y., Skoula M., Fournaraki C., Drakakaki G., Makris A., (2002), Comparison of essential oils and genetic relationship of *Origanum x intercedens* to its parental taxa in the island of Crete. *Biochem. System. Ecol.* 30(3): 249-258
- Gouyon, P. H., P.H. Vernet, J.L. Guillermin and G. Valdeyron 1986. Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. *Heredity* 57: 59-66.
- Gurudatt, P.S., Priti, V., Shweta, S., Ramesha, B.T., Ravikanth, G., Vasudeva, R. 2010. Changes in the essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. during annual growth from Kumaon Himalaya. *Current science*, vol. 98, no 8, 25 April 2010.
- Hitokoto, H., S. Morozumi, T. Wauke, S. Sakai and H. Kurata 1980. Inhibitory effects of spices on growth and toxin production of toxigenic fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* 39: 818-822.
- Hughes, S.G., J.A. Bryant and N. Smirnoff 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 Univ. Press, New York.
- Huie C.W. 2002. A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medical plants. *Anal. Bioanal. Chem.* 373: 23-30.
- Hussein, A.S.M. 1990. Antibacterial and antifungal activities of some Lybian aromatic plants. *Planta medica* 56: 644-645.
- Jordán, J. M., Martínez, M. R. , Goodner, L. K., Baldwin, A. E. & Sotomayor, A. J. 2006. Seasonal variation of *Thymus hyemalis* Lange and Spanish *Thymus vulgaris* L. essential oils composition. *Industrial Crops and Products*, 24, 253-263.
- Karamanos, A.J., P.T. Papastylianou, J. Stavrou, and C. Avgoulas. 2009. Effects of water shortage and air temperature on seed yield and seed performance of lucerne (*Medicago sativa* L.) in a Mediterranean environment. *Journal of Agronomy and Crop Science* 195 (6), 408-419.
- 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. *J. Agric. Food Chem.* 46(3): 1111-1115.
- Katsiotis, S. & Economou, G.N. 1984. Qualitative and quantitative comparative gas liquid chromatographic analysis of the essential oil *Salvia triloba* grown in Greece. *Pharm Acta Helv.* 59,29.
- 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. *Meteorol. Atmos. Phys.* 39: 203-212.
- Kaufmann B. and Christen P. 2002. Recent Techniques for Natural Products: Microwave assisted Extraction and Pressurized Solvent Extraction. *Phytochem. Anal.* 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.
- Kepner, R.E., B.O. Ellison, M. Breckenridge, G. Connoly, S.C. Madden and C.J. Muller. 1974 Volatile terpenew in California bay foliage. Changes in composition during maturation. *J. Agric. Food Chem.* 22: 781-784.
- 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. *Chem. Nat Comp.* 31(1): 37-41.
- Kofidis, G, Bosabalidis, A., Moustakas, M. 2003. Contemporary Seasonal and altitudinal Variations of leaf Structural Features in Oregano (*Origanum vulgare* L.). *Annals of Botan* 92: 635-645.
- 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. *Biochem. Syst. Ecol.* 21: 397-403.
- Kokkini, S. 1997. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. In: S. Padulosi, ed., Oregano. *Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano*, pp. 2-12, 8-12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Kokkini, S., Karousou, R., Hanlidou, E. and Lanaras, T. 2004. Essential oil composition of Greek (*Origanum vulgare* ssp *hirtum*) and Turkish (*O. onites*) oregano: A tool for their distinction. *J. Essential Oil Res.* 16(4): 334-338.
- Kokkini, S., Karousou, R., Vokou, D. 1994. Pattern of geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochem. Syst. Ecol.* 22, 517-528.
- 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., Vokou, D. 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flavour. Frag. J.* 4, 1-7.
- Kokkini, S., Vokou, D., Karousou, R. 1991. Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. *Bot. Chronika* 10, 337-346.
- 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 agroecosystems*, p. 16, September 7-10, Santorini, Greece.
- Koutsogiannis, D. and G. Baloutsos. 2000. Analysis of a Long Record of Annual Maximum Rainfall in Athens, Greece, and Design Rainfall Inferences. *Nat. Hazards* 29: 29-48.
- Kullenberg, G. and G. Bergstrom. 1975. Chemical communication between living organisms. *Endeavor* 34: 59-66.
- Kuris, A., A. Altman and E. Putievsky 1980. Rooting and initial establishment of stem cutting of oregano, peppermint and balm. *Scientia Hort.* 13: 53-59.
- Kuris, A., A. Altman and E. Putievsky 1981. Root formation in oregano (*Origanum vulgare* L.) stem cuttings. *Scientia Hort.* 14: 151-156.

- Lahlou M. 2003. Composition and molluscicidal properties of essential oils of five Moroccan Pinaceae. *Pharm. Biol.* 41: 207–210.
- Lamiri A., Lhaloui S., Benjilali B. & Berrada M., 2001. Insecticidal effects of essential oil against Hessian fly, *Mayetiola Destructor* (Say). *Field Crops Res.*, 71, 9-15.
- Lawrence, B.M., 1984. The botanical and chemical aspects of Oregano. *Perfum. Flavor.* 9: 41-51.
- Lawrence, B.M., 1993. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavor and fragrance industries. In Janick, J., Simon, J.E. (Eds) *New crop*. John Wiley and Sons, Inc., New York, USA. pp. 620-627.
- Levin, D.A. 1973. The role of trichomes in plant defence. *Quart. Rev. Biol.* 48: 3-15.
- Levin, D.A. 1976. The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 7: 121-159.
- 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 Phytol.* 111: 707-716.
- Mahmoud, S. S. and R. B. Croteau. 2002. Strategies for transgenic manipulation of monoterpene biosynthesis in plants. *Trends Plant Sci.* 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. 1979. Non-structural Carbohydrate status in a Phrygic (East Mediterranean) Ecosystem. *Int. J. Biometeor.* vol. 4: 337-342.
- Marston, A. and K. Hostettmann 2009. Natural Product Analysis over the Last Decades. *Planta Med.* 75: 672–682.
- Marzi, V. 1996. Agricultural practices for oregano. In *Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano 8-12 May 1996, CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy*-Editor S. Padulosi.
- 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. Gerschenson 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.

- Mc Murry, J. 2010. Οργανική Χημεία. Τόμος I & II. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτη. σ. 1525.
- Mendes M.M., Gazarini L.C., Rodrigues M.L. 2001. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments-effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. *Environmental and experimental botany* 45: 165-178.
- 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 Chem.* 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.
- 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.). *Flav. Fragr. J.* 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 Paech, K., 1950. *Biologie und Physiologie der Sekundären Pflanzenstoffe*. Springer-Verlag, Berlin.
- Omer, E.A. 1999. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in a sandy soil. *J. Plant Nutr.* 22: 103–114.
- Omidbaigi, R. and A. Arjmandi 2002. Effects of NP supply on growth, development, yield and active substances of garden thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Acta Hort.* 576: 263-265.
- Ozkan, G., Baydar, H. and Erbas, S. 2009. The influence of harvest time on essential composition, phenolic constituents and antioxidant properties of Turkish oregano (*Origanum onites* L.). *J. Sci. Food Agric.* 90: 205-209.
- Paech, K. 1950. *Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe*. Springer, Berlin Heidelberg.
- Parker, J. 1968. Drought Resistance mechanisms. In: *Water Stresses in Plants* ed. by T. T. Kozlowski, Academic Press Inc., New York, 195-234.
- 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. *J. Agric. Food Chem.* 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. *Flav. Fragr. J.* 8: 115-117.
- Poludennij, L.V. and Ju.P. Zhuravlev 1989. *Medicinal Plants i the Home Garden*, Moskovskij Rabotchij, Moscow.
- Poulose, A.J. and R. Croteau 1978. Biosynthesis of aromatic monoterpenes. Conversion of terpinene to p-cymene and thymol in *Thymus vulgaris* L. *Arch. Biochem. Biophys.* 187: 307-314
- Putievsky, E. 1983. Temperature and day-length influences on the growth and germination of sweet basil and oregano. *J. Hort. Sci.* 58: 583-587.
- Putievsky, E., D. Nativ and R. Uzi. 1997. Cultivation, selection and conservation of oregano species in Israel. In: S. Padulosi, ed., *Oregano*. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, pp. 103-110, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- 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 J. Nematology* 21(2): 156-157.
- Rechinger, K. H. fil. 1965. *Flora Aegaea*. Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturwiss. Kl., Denkscht: 105(1), 531-532.
- 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. Ettayeb and A. Tantaoui-Elaraki 1993. Improved method for the determination of antimicrobial activity of essential oils in agar medium. *J. Essent. Oil Res.* 5(2): 179-184.
- Ruberto, G., Biondi, D., Piattelli, M., Rapisarda, P., Starrantino, A., 1994. Essential oil of the new citrus hybrid, Citrus clementina x C. Limon. *J. Ess. Oil Res.* 6, 1-8.
- 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) Jetswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. *J. Agric. Food Chem.* 46: 3741-3746.
- Ruzicka, L., A. Eschenmoser and H. Heusser. 1953. The isoprene rule and the biogenesis of terpenic compounds. *Experientia* 9: 357-396.
- Sakamoto, K., Inoue, A., Yoshiwa, T., Morimoto, K., Nakatani, S., Kozuka, H., 1994. Proportions of peel oil components in hybrid citrus seedlings. *Nippon Nogeik. Kaishi* 68, 815 – 820.
- 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, N.Y.

- Sangwan, N.S., A.H.A. Farooqi, F. Shabih and R.S. Sangwan. 2001. Regulation of essential oil production in plants. *J. Plant Growth Regul.* 34: 3-21.
- 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. *Int. AgropHysics* 23: 269-275.
- Savé R, Biel C, de Herralde F. 2000. Leaf pubescence, water relations and chlorophyll florescence in two subspecies of *Lotus creticus* L. *Biologia plantarum* 43:239-244.
- Schery, R.W. 1972. *Plants for man*. 2^{ed}, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. Sell C.S. 2003. *A fragrant introduction to terpenoid chemistry*. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Scientific Park, Milton Road, Cambridge, UK. pp. 410.
- 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 Bot.* 107: 416-421.
- Shaaya, E., Kostjukovsky, M., Eilberg, J., Sukprakarn, C. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research* 33, 7-15.
- 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 Hortic.* 344: 131-137.
- Shalaby, A. and A.M. Razin 1992. Dense cultivation and fertilization for higher yield of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 168: 243-248.
- 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. *J. Essent. Oil Res.* 9: 569-574.
- Sivropoulou, A., E. Papanikolaou, C. Nikolaou, S. Kokkini, T. Lanaras and M. Arsenakis 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 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.
- 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). *Ind. Crops Prod.* 32(3): 450-457.
- Taiz, L. and E. Zeiger 1991. *Plant physiology*. Sinauer Associates, Inc.
- Tetenyi, P. 1992. Chemotaxonomic Aspects of Essential oils. In: L. Craker, and J. Simon, eds, *Herbs Spices and Medicinal Plants*, Vol. 1, pp. 11-32, Food Products Press, N.Y.
- Thompson, D.P. 1990. Influence on pH on the fungitoxic activity of naturally occurring compounds. *J. Food Prot.* 53: 428-429.

- Toncer, O., S. Karaman and E. Diraz. 2009. An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. *J. Med. Plants Res.* 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. *Entomol. Exp. et Appl.* 86(2): 183-187.
- Turrill, W.B. 1929. The plant-life of the Balkan Peninsula. A phytogeographical study. Clarendon Press, Oxford.
- Verlet, N. 1994. Les huiles essentielles françaises d'Outre-mer. Congrès de l'IFEAT, Avignon.
- Verlet, N., 1993. Commercial aspects. In: Hay, R.K.M., Waterman, P.G. (Eds.), *Volatile Oil Crops: Their Biology, Biochemistry and Production*. Longman, Essex, UK, pp. 137–174.
- Vernet, Ph., Gouyon, H.P. & Valdeyron G. 1986. Genetic control of the oil content in *Thymus vulgaris* L.: a case of polymorphism in a biosynthetic chain. *Genetica*, 69, 227 – 231.
- Vokou, D., S. Kokkini, and J.M. Bessiere. 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: distribution, volatile oil yield, and composition. *Econ. Bot.* 42: 407–412.
- 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.
- Wallach, O. 1887. Zur Kenntnifs der Terpene und der ätherischen Oele. *Justus Liebigs Ann. Chem.* 239: 1-54.
- Werker, E. 1993. Function of essential oil secreting glandular hairs in aromatic plants of Lamiaceae - a review. *Flav. Fragr. J.* 8: 249-255.
- Werker, E., E. Putievsky and U. Ravid. 1985b. The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. *Ann. Bot.* 55: 793-801.
- 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 Labiateae. *Isr. J. Bot.* 34: 31-45.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ

Σύντμηση	Αγγλική ονομασία	Ελληνική ονομασία
Γ.Π.Α.		Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
ΦΑΦ ή ΑΦΦ		Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά
Στρ.		Στρέματα
NA		Νότιο-Ανατολικά
Τμν		Μηνιαίες Θερμοκρασίες
ΕΑΑ		Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
AUA	Agricultural University of Athens	Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
GC	Gas Chromatography	Αέρια Χρωματογραφία
MS	Mass Spectrometry	Φασματομετρία Μαζών
cm	centimeter	εκατοστά
mm	millimeter	χιλιοστά
g	gram	γραμμάρια
mL	milliliter	χιλιοστόλιτρο
μL	microliter	μικρόλιτρο
min	minute	λεπτό
mg	milligram	χιλιοστόγραμμα
Kg	Kilogram	κιλό
Km	Kilometer	χιλιόμετρο
v/w	volum/weight	όγκος/βάρος
v/v	volum/volum	όγκος/όγκος
LD	Long Day	Μακράς Ημέρας
SD	Steam Distillation	Απόσταξη με ατμό
HD	Hydro Distillation	Υδροαπόσταξη
MSDE	Micro-Steam Distillation Extraction	Μικρο-απόσταξη με υδρατμούς, εκχύλιση με οργανικό διαλύτη
VHSD	Vacuum Head Space Distillation	Απόσταξη με κενό
MAE	Microwave Assisted Extraction	Εκχύλιση υποβοηθούμενη με μικροκύματα
FID	Flame Ionization Detector	Ανιχνευτής Ιοντισμού Φλόγας
LC	Liquid Chromatography	Υγρή χρωματογραφία
IBA	Indole-3-butiric acid	Ινδυλοβουτυρικό οξύ (ορμόνη ριζοβολίας)
CV	Coefficient of Variation	Συντελεστής Παραλλακτικότητας
LSD	Least Significant Difference	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά
eV	electron Volt	Ηλεκτρονιοβόλτ

ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (ΑΝΟΒΑ)

Στο συγκεκριμένο μέρος παρατίθενται αναλυτικά οι πίνακες ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) για όλα τα μελετούμενα χαρακτηριστικά, καθώς επίσης το σύνολο των χρωματογραφήματων με το σύνολο των συστατικών των αιθέριων ελαίων.

Φυτικά Χαρακτηριστικά

Πριν τη Συγκομιδή

Πίνακας 1. Αποτελέσματα της ANOVA για το ύψος των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	432,709	2	216,354	87,91	0,0005
Επαναλήψεις	2,16889	2	1,08444	0,44	0,6715
Σφάλμα	9,84444	4	2,46111		
Σύνολο (Διορθωμένο)	444,722	8			

Πίνακας 2. Αποτελέσματα της ANOVA για την μέση φυλλική επιφάνεια των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	3,98725E6	2	1,99363E6	160,62	0,0002
Επαναλήψεις	3111,8	2	1555,9	0,13	0,8855
Σφάλμα	49649,2	4	12412,3		
Σύνολο (Διορθωμένο)	4,04002E6	8			

Πίνακας 3. Αποτελέσματα της ANOVA για τον αριθμό των πλάγιων βλαστών των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	60,2222	2	30,1111	3,13	0,1518
Επαναλήψεις	14,8889	2	7,44444	0,77	0,5196
Σφάλμα	38,4444	4	9,61111		
Σύνολο (Διορθωμένο)	113,556	8			

Μετά τη Συγκομιδή

Πίνακας 4. Αποτελέσματα της ANOVA για το μήκος του κεντρικού βλαστού των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	394,687	2	197,343	20,41	0,0080
Επαναλήψεις	28,1667	2	14,0833	1,46	0,3347
Σφάλμα	38,6667	4	9,66667		
Σύνολο (Διορθωμένο)	461,52	8			

Πίνακας 5. Αποτελέσματα της ANOVA για το μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	5,58222	2	2,79111	132,21	0,0002
Επαναλήψεις	0,0288889	2	0,0144444	0,68	0,5552
Σφάλμα	0,0844444	4	0,0211111		
Σύνολο (Διορθωμένο)	5,69556	8			

Πίνακας 6. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον αριθμό των πλάγιων βλαστών του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	30,8889	2	15,4444	4,09	0,1079
Επαναλήψεις	10,8889	2	5,44444	1,44	0,3378
Σφάλμα	15,1111	4	3,77778		
Σύνολο (Διορθωμένο)	56,8889	8			

Πίνακας 7. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον αριθμό των φύλλων του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	1812,67	2	906,333	0,16	0,8576
Επαναλήψεις	2738,67	2	1369,33	0,24	0,7963
Σφάλμα	22698,7	4	5674,67		
Σύνολο (Διορθωμένο)	27250,0	8			

Πίνακας 8. Αποτελέσματα από την ANOVA για την επιφάνεια του φύλλου του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	11,4083	2	5,70414	80,47	0,0000
Επαναλήψεις	0,4214	8	0,052675	0,74	0,6544
Σφάλμα	1,13418	16	0,0708861		
Σύνολο (Διορθωμένο)	12,9639	26			

Πίνακας 9. Αποτελέσματα από την ANOVA για το μήκος της σύνθετης ταξιανθίας του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	480,149	2	240,074	54,00	0,0013
Επαναλήψεις	19,8156	2	9,90778	2,23	0,2237
Σφάλμα	17,7844	4	4,44611		
Σύνολο (Διορθωμένο)	517,749	8			

Πίνακας 10. Αποτελέσματα από την ANOVA για το μήκος της μονάδας στάχως ταξιανθίας του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	2,16	2	1,08	129,60	0,0002
Επαναλήψεις	0,0266667	2	0,0133333	1,60	0,3086
Σφάλμα	0,0333333	4	0,00833333		
Σύνολο (Διορθωμένο)	2,22	8			

Πίνακας 11. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον αριθμό των στάχων ανά σύνθετη ταξιανθία των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	462373,	2	231186,	535,57	0,0000
Επαναλήψεις	834,667	2	417,333	0,97	0,4544
Σφάλμα	1726,67	4	431,667		
Σύνολο (Διορθωμένο)	464934,	8			

Πίνακας 12. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον αριθμό των ανθέων ανά μονάδα στάχου των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	1003,56	2	501,778	42,60	0,0020
Επαναλήψεις	2,88889	2	1,44444	0,12	0,8878
Σφάλμα	47,1111	4	11,7778		
Σύνολο (Διορθωμένο)	1053,56	8			

Πίνακας 13. Αποτελέσματα από την ANOVA για το νωπό βάρος βλαστού του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	6,00222	2	3,00111	6,26	0,0586
Επαναλήψεις	1,18222	2	0,591111	1,23	0,3827
Σφάλμα	1,91778	4	0,479444		
Σύνολο (Διορθωμένο)	9,10222	8			

Πίνακας 14. Αποτελέσματα από την ANOVA για το νωπό βάρος των φύλλων του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	3,44	2	1,72	4,30	0,1008
Επαναλήψεις	1,34	2	0,67	1,68	0,2962
Σφάλμα	1,6	4	0,4		
Σύνολο (Διορθωμένο)	6,38	8			

Πίνακας 15. Αποτελέσματα από την ANOVA για το νωπό βάρος της ταξιανθίας του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	53,6956	2	26,8478	9,42	0,0307
Επαναλήψεις	3,04889	2	1,52444	0,53	0,6225
Σφάλμα	11,3978	4	2,84944		
Σύνολο (Διορθωμένο)	68,1422	8			

Πίνακας 16. Αποτελέσματα από την ANOVA για το ξηρό βάρος βλαστού του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	1,82	2	0,91	7,91	0,0407
Επαναλήψεις	0,32	2	0,16	1,39	0,3478
Σφάλμα	0,46	4	0,115		
Σύνολο (Διορθωμένο)	2,6	8			

Πίνακας 17. Αποτελέσματα από την ANOVA για το ξηρό βάρος των φύλλων του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	0,115556	2	0,0577778	1,00	0,4444
Επαναλήψεις	0,295556	2	0,147778	2,56	0,1926
Σφάλμα	0,231111	4	0,0577778		
Σύνολο (Διορθωμένο)	0,642222	8			

Πίνακας 18. Αποτελέσματα από την ANOVA για το ξηρό βάρος της ταξιανθίας του κεντρικού στελέχους των φυτών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	7,57556	2	3,78778	10,64	0,0250
Επαναλήψεις	0,168889	2	0,0844444	0,24	0,7992
Σφάλμα	1,42444	4	0,356111		
Σύνολο (Διορθωμένο)	9,16889	8			

Πίνακας 19. Αποτελέσματα από την ANOVA για την απόδοση σε νοπή δρόγη ανά φυτό των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	9770,06	2	4885,03	3,07	0,1553
Επαναλήψεις	3796,44	2	1898,22	1,19	0,3919
Σφάλμα	6354,62	4	1588,65		
Σύνολο (Διορθωμένο)	19921,1	8			

Πίνακας 20. Αποτελέσματα από την ANOVA για την απόδοση σε ξηρά δρόγη ανά φυτό των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	1154,08	2	577,041	2,37	0,2093
Επαναλήψεις	590,042	2	295,021	1,21	0,3875
Σφάλμα	973,118	4	243,279		
Σύνολο (Διορθωμένο)	2717,24	8			

Ρυθμοί Αύξησης

Πίνακας 21. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον ρυθμό αύξησης του ύψους των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	0,772606	2	0,386303	9,99	0,0278
Επαναλήψεις	0,0408936	2	0,0204468	0,53	0,6255
Σφάλμα	0,154672	4	0,0386681		
Σύνολο (Διορθωμένο)	0,968172	8			

Πίνακας 22. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον ρυθμό αύξησης της μέσης φυλλικής επιφάνειας των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	65626,3	2	32813,1	100,67	0,0004
Επαναλήψεις	281,997	2	140,998	0,43	0,6760
Σφάλμα	1303,75	4	325,937		
Σύνολο (Διορθωμένο)	67212,0	8			

Πίνακας 23. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον ρυθμό αύξησης των πλάγιων βλαστών των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	0,431454	2	0,215727	2,37	0,2094
Επαναλήψεις	0,0755386	2	0,0377693	0,41	0,6859
Σφάλμα	0,364051	4	0,0910129		
Σύνολο (Διορθωμένο)	0,871044	8			

Πίνακας 24. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον ρυθμό των φαινολογικών σταδίων βάσει της κλίμακας BBCH (Βλαστητικό στάδιο) των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	20,2563	2	10,1281	2787,56	0,0000
Επαναλήψεις	0,0098	2	0,0049	1,35	0,3567
Σφάλμα	0,0145333	4	0,00363333		
Σύνολο (Διορθωμένο)	20,2806	8			

Πίνακας 25. Αποτελέσματα από την ANOVA για τον ρυθμό των φαινολογικών σταδίων βάσει της κλίμακας BBCH (Αναπαραγωγικό στάδιο) των τριών ειδών ρίγανης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	5,97136	2	2,98568	1562,27	0,0000
Επαναλήψεις	0,0214889	2	0,0107444	5,62	0,0689
Σφάλμα	0,00764444	4	0,00191111		
Σύνολο (Διορθωμένο)	6,00049	8			

ΚΛΙΜΑΚΑ BBCH

Η κλίμακα BBCH που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των φαινολογικών σταδίων των ειδών στην παρούσα μελέτη (ΠΗΓΗ: BBCH Monograph by Uwe Meier, 2001. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry).

BBCH Κλίμακα	Περιγραφή
23	3 ορατοί πλάγιοι βλαστοί
24	4 ορατοί πλάγιοι βλαστοί
25	5 ορατοί πλάγιοι βλαστοί
....
30	Μέγεθος φυτού
31	10% του τελικού μεγέθους του φυτού
32	20% του τελικού μεγέθους του φυτού
33	30% του τελικού μεγέθους του φυτού
34	40% του τελικού μεγέθους του φυτού
35	50% του τελικού μεγέθους του φυτού
....
40	Εμφάνιση Ταξιανθίας
41	10% των φυτών εμφάνισε ταξιανθία
42	20% των φυτών εμφάνισε ταξιανθία
43	30% των φυτών εμφάνισε ταξιανθία
44	40% των φυτών εμφάνισε ταξιανθία
45	50% των φυτών εμφάνισε ταξιανθία
....
50	Έναρξη Ανθοφορίας
51	10% των φυτών στην έναρξη ανθοφορίας
52	20% των φυτών στην έναρξη ανθοφορίας
53	30% των φυτών στην έναρξη ανθοφορίας
54	40% των φυτών στην έναρξη ανθοφορίας
55	50% των φυτών στην έναρξη ανθοφορίας
....
60	Άνθιση
61	10% άνθιση
62	20% άνθιση
63	30% άνθιση
64	40% άνθιση
65	50% άνθιση
....
70	Απάνθιση

Εκαοσטיαία Περιεκτικότητα σε Αιθέριο Έλαιο

Πίνακας 26. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκαοσטיαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο για κάθε μια από τις περιπτώσεις της *Origanum vulgare ssp. hirtum* L.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	51,4573	4	12,8643	82,29	0,0000
Επαναλήψεις	0,436	2	0,218	1,39	0,3023
Σφάλμα	1,25067	8	0,156333		
Σύνολο (Διορθωμένο)	53,144	14			

Πίνακας 27. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκαοσטיαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο για κάθε μια από τις περιπτώσεις της *Origanum onites* L.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	4,956	4	1,239	4,71	0,0300
Επαναλήψεις	0,196	2	0,098	0,37	0,7003
Σφάλμα	2,104	8	0,263		
Σύνολο (Διορθωμένο)	7,256	14			

Πίνακας 28. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκαοσטיαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο για κάθε μια από τις περιπτώσεις της *Origanum x intercedens*.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	8,22952	6	1,37159	6,48	0,0031
Επαναλήψεις	0,0409524	2	0,0204762	0,10	0,9085
Σφάλμα	2,53905	12	0,211587		
Σύνολο (Διορθωμένο)	10,8095	20			

Πίνακας 29. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκαοσטיαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο για τα εξεταζόμενα είδη στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	38,5717	5	7,71433	87,66	0,0000
Επαναλήψεις	0,0933333	2	0,0466667	0,53	0,6041
Σφάλμα	0,88	10	0,088		
Σύνολο (Διορθωμένο)	39,545	17			

Πίνακας 30. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο για τα εξεταζόμενα είδη στο στάδιο της πλήρους άνθισης σε φυτεία ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα).

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	24,5961	5	4,91922	26,37	0,0000
Επαναλήψεις	0,421111	2	0,210556	1,13	0,3614
Σφάλμα	1,86556	10	0,186556		
Σύνολο (Διορθωμένο)	26,8828	17			

Πίνακας 31. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο για τα εξεταζόμενα είδη από άνθη και φύλλα στον αγρό του Γ.Π.Α.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	85,0761	5	17,0152	58,29	0,0000
Επαναλήψεις	0,947778	2	0,473889	1,62	0,2451
Σφάλμα	2,91889	10	0,291889		
Σύνολο (Διορθωμένο)	88,9428	17			

Ποσοτικός και Ποιοτικός Προσδιορισμός του Αιθέριου Ελαίου

Πίνακας 32. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε π-κυμένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	45,2427	5	9,04854	68,53	0,0000
Επαναλήψεις	0,697233	2	0,348617	2,64	0,1200
Σφάλμα	1,3203	10	0,13203		
Σύνολο (Διορθωμένο)	47,2603	17			

Πίνακας 33. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε π-κυμένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης φυτών ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα) για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	36,8286	5	7,36573	81,74	0,0000
Επαναλήψεις	1,20934	2	0,604672	6,71	0,0142
Σφάλμα	0,901122	10	0,0901122		
Σύνολο (Διορθωμένο)	38,9391	17			

Πίνακας 34. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε π-κυμένιο από άνθη και φύλλα για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	111,224	5	22,2448	68,97	0,0000
Επαναλήψεις	1,21121	2	0,605606	1,88	0,2031
Σφάλμα	3,22519	10	0,322519		
Σύνολο (Διορθωμένο)	115,661	17			

Πίνακας 35. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε γ-τερπινένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	1,12552	5	0,225103	1,71	0,2193
Επαναλήψεις	0,626533	2	0,313267	2,38	0,1425
Σφάλμα	1,3146	10	0,13146		
Σύνολο (Διορθωμένο)	3,06665	17			

Πίνακας 36. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε γ-τερπινένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης φυτών ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα) για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	6,68898	5	1,3378	28,54	0,0000
Επαναλήψεις	0,400533	2	0,200267	4,27	0,0456
Σφάλμα	0,468733	10	0,0468733		
Σύνολο (Διορθωμένο)	7,55825	17			

Πίνακας 37. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε γ-τερπινένιο σε άνθη και φύλλα για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	30,9631	5	6,19262	22,14	0,0000
Επαναλήψεις	0,178744	2	0,0893722	0,32	0,7336
Σφάλμα	2,79679	10	0,279679		
Σύνολο (Διορθωμένο)	33,9386	17			

Πίνακας 38. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	215,667	5	43,1333	31,08	0,0000
Επαναλήψεις	7,93231	2	3,96616	2,86	0,1043
Σφάλμα	13,8792	10	1,38792		
Σύνολο (Διορθωμένο)	237,478	17			

Πίνακας 39. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη στο στάδιο της πλήρους άνθισης φυτών ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα) για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	171,72	5	34,344	31,93	0,0000
Επαναλήψεις	7,12421	2	3,56211	3,31	0,0788
Σφάλμα	10,7573	10	1,07573		
Σύνολο (Διορθωμένο)	189,602	17			

Πίνακας 40. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη σε άνθη και φύλλα για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	309,316	5	61,8632	25,29	0,0000
Επαναλήψεις	1,68754	2	0,843772	0,34	0,7164
Σφάλμα	24,4641	10	2,44641		
Σύνολο (Διορθωμένο)	335,467	17			

Πίνακας 41. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε β-καρυοφυλλένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης και της απάνθισης στον αγρό του Γ.Π.Α. για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	1,94178	5	0,388356	55,09	0,0000
Επαναλήψεις	0,0221778	2	0,0110889	1,57	0,2547
Σφάλμα	0,0704889	10	0,00704889		
Σύνολο (Διορθωμένο)	2,03444	17			

Πίνακας 42. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε β-καρυοφυλλένιο στο στάδιο της πλήρους άνθισης φυτών ηλικίας 1 έτους (Γ.Π.Α.) και 4 ετών (Σπάτα) για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	1,35423	5	0,270846	47,06	0,0000
Επαναλήψεις	0,0248444	2	0,0124222	2,16	0,1663
Σφάλμα	0,0575556	10	0,00575556		
Σύνολο (Διορθωμένο)	1,43663	17			

Πίνακας 43. Αποτελέσματα από την ANOVA για την εκατοστιαία περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου σε β-καρυοφυλλένιο σε άνθη και φύλλα για τα εξεταζόμενα είδη.

<i>Πηγή Παραλλακτικότητας</i>	<i>Άθροισμα Τετραγώνων</i>	<i>Βαθμοί Ελευθερίας</i>	<i>Μέσο Τετράγωνο</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Δείγμα	2,71823	5	0,543646	620,91	0,0000
Επαναλήψεις	0,00937778	2	0,00468889	5,36	0,0262
Σφάλμα	0,00875556	10	0,000875556		
Σύνολο (Διορθωμένο)	2,73636	17			

ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Βιότυπος: *Origanum vulgare ssp. hirtum*

Τοποθεσία: Σπάτα

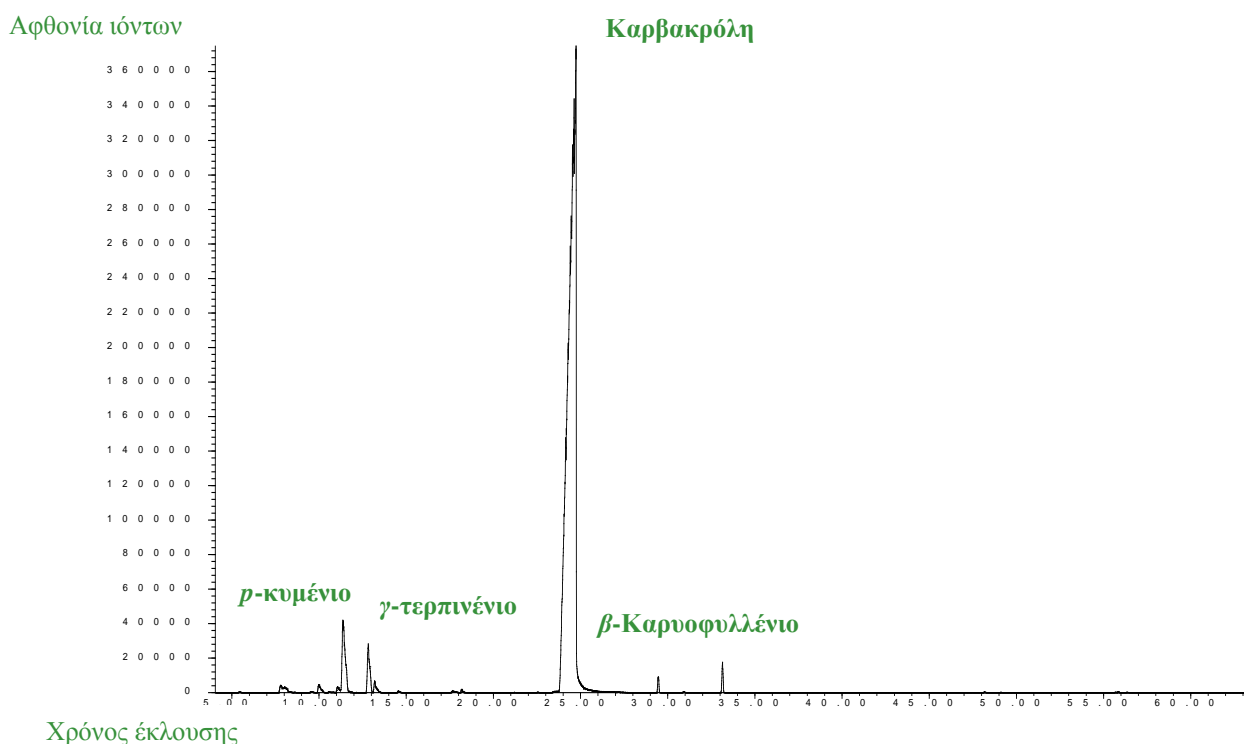
Ηλικία φυτείας: 4 ετών

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (13%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

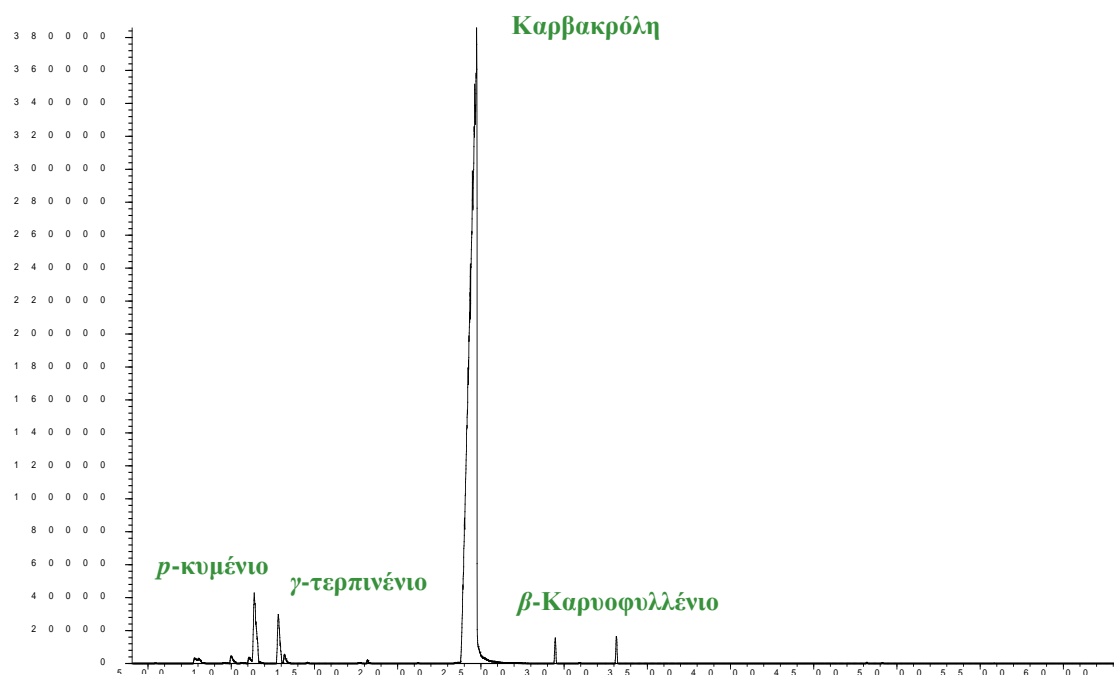


Πίνακας 44. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιερούμενο είδος *O.hirtum* ηλικίας 4 ετών στα Σπάτα στο στάδιο της πλήρους άνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,36	α -θουγένιο
2	937	7.98	0,36	α -πινένιο
3	991	9.97	0,45	β -μυρκένιο
4	1018	11.02	0,30	α -τερπινένιο
5	1027	11.35	4,61	<i>p</i> -κυμένιο
6	1061	12.76	2,38	γ -τερπινένιο
7	1070	13.14	0,50	Υδροσαβινένιο
8	1179	18.14	0,10	Τερπιν-4-ολη
9	1321	24.75	90,00	Καρβακρόλη
10	1426	29.42	0,37	β -Καρνοφυλλένιο
11	1512	33.14	0,63	β -μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum vulgare ssp. hirtum*
Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης
Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)
Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger
Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



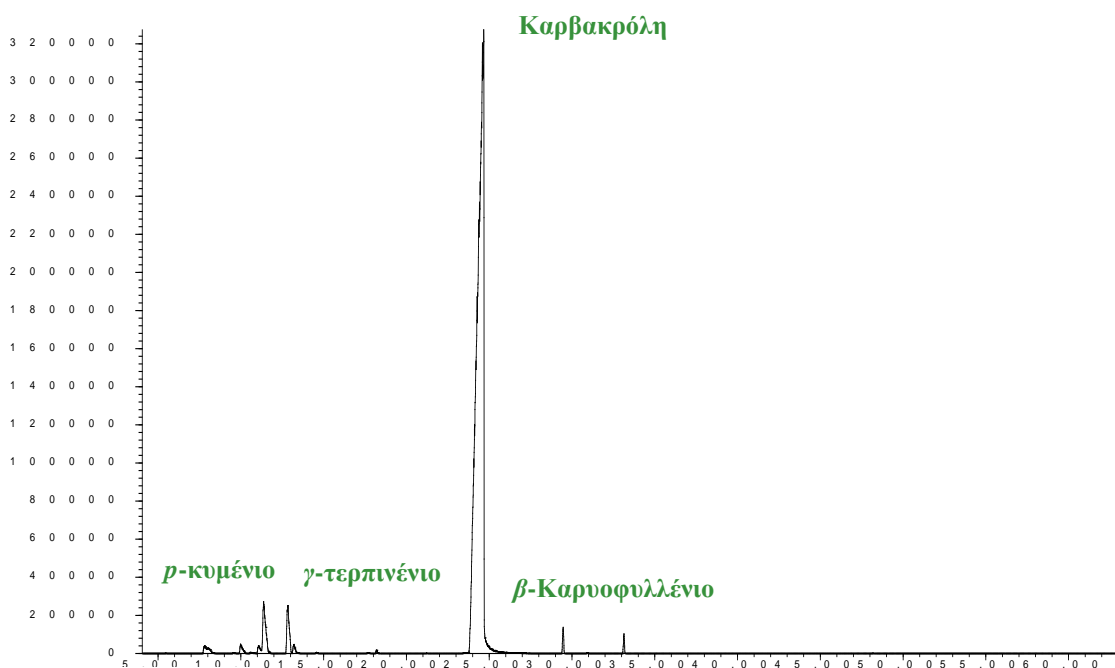
Χρόνος έκλουσης

Πίνακας 45. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιερούμενο είδος *O.hirtum* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,27	α-θουγένιο
2	937	7.98	0,31	α-πινένιο
3	991	9.97	0,40	β-μυρκενίο
4	1018	11.02	0,27	α-τερπινένιο
5	1027	11.35	3,85	p-κυμένιο
6	1061	12.76	2,27	γ-τερπινένιο
7	1070	13.14	0,43	Υδροσαβινένιο
8	1098	14.48	0,27	β-φιλλανδρένιο
9	1179	18.14	0,12	Τερπιν-4-ολη
10	1321	24.75	90,89	Καρβακρόλη
11	1426	29.42	0,59	β-Καρνοφυλλένιο
12	1512	33.14	0,61	β-μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum vulgare ssp. hirtum*
Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης
Τύπος Δείγματος: Στάδιο πλήρους άνθισης (Άνθη)
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)
Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger
Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



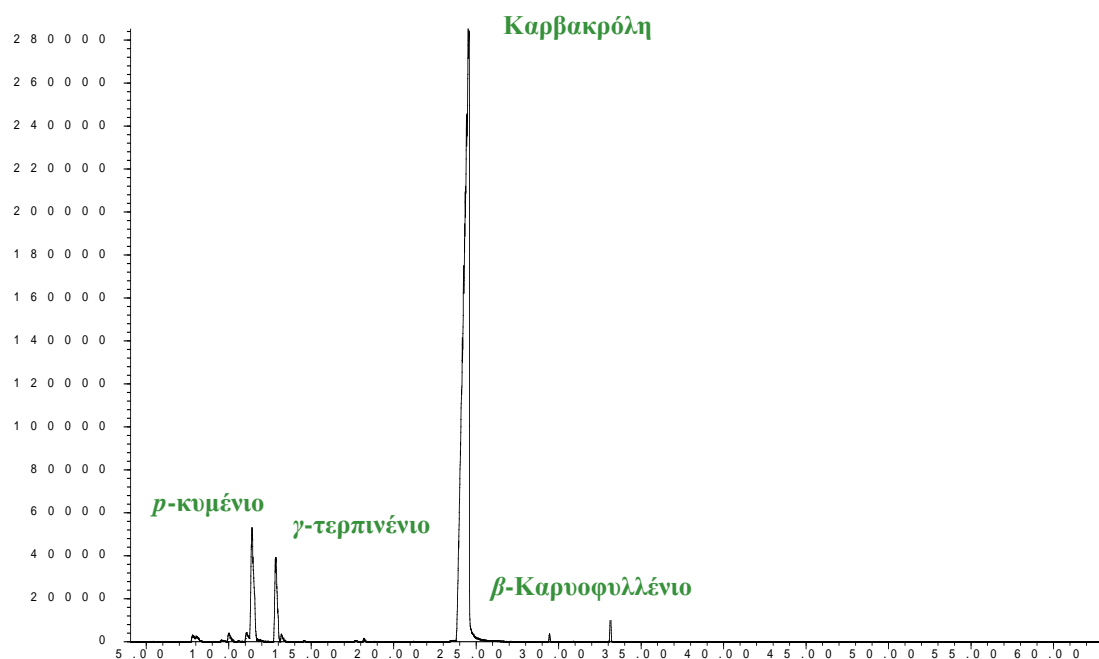
Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 46. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιερούμενο είδος *O.hirtum* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης από δείγμα ανθέων.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,42	α-θουγένιο
2	937	7.98	0,41	α-πινένιο
3	991	9.97	0,44	β-μυρκένιο
4	1018	11.02	0,42	α-τερπινένιο
5	1027	11.35	2,83	p-κυμένιο
6	1061	12.76	1,90	γ-τερπινένιο
7	1070	13.14	0,45	Υδροσαβινένιο
8	1179	18.14	0,11	Τερπιν-4-ολη
9	1321	24.75	92,57	Καρβακρόλη
10	1426	29.42	0,66	β-Καροφυλλένιο
11	1512	33.14	0,52	β-μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum vulgare ssp. hirtum*
Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης
Τύπος Δείγματος: Στάδιο πλήρους άνθισης (Φύλλα)
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)
Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger
Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



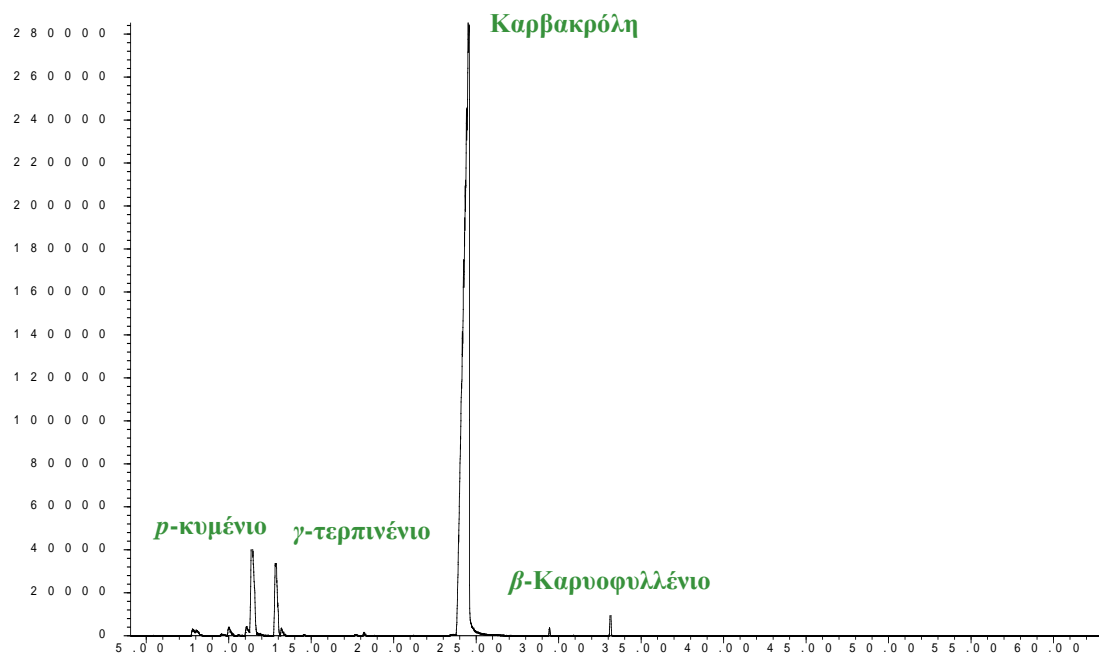
Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 47. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιερούμενο είδος *O.hirtum* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης από δείγμα φύλλων.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,36	α-θουγένιο
2	937	7.98	0,37	α-πινένιο
3	991	9.97	0,51	β-μυρκένιο
4	1018	11.02	0,51	α-τερπινένιο
5	1027	11.35	6,69	p-κυμένιο
6	1061	12.76	3,99	γ-τερπινένιο
7	1070	13.14	0,35	Υδροσαβινένιο
8	1179	18.14	0,13	Τερπιν-4-ολη
9	1321	24.75	86,47	Καρβακρόλη
10	1426	29.42	0,22	β-Καροφυλλένιο
11	1512	33.14	0,87	β-μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum vulgare ssp. hirtum*
Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης
Τύπος Δείγματος: Στάδιο Απάνθισης
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (13%)
Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger
Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 48. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιερούμενο είδος *O.hirtum* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της Απάνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,27	α-θουγένιο
2	937	7.98	0,24	α-πινένιο
3	991	9.97	0,49	β-μυρκενίο
4	1018	11.02	0,32	α-τερπινένιο
5	1027	11.35	5,66	p-κυμένιο
6	1061	12.76	2,11	γ-τερπινένιο
7	1070	13.14	0,36	Υδροσαβινένιο
8	1179	18.14	0,15	Τερπιν-4-ολη
9	1321	24.75	89,26	Καρβακρόλη
10	1426	29.42	0,62	β-Καρυοφυλλένιο
11	1512	33.14	0,52	β-μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum onites*

Τοποθεσία: Σπάτα

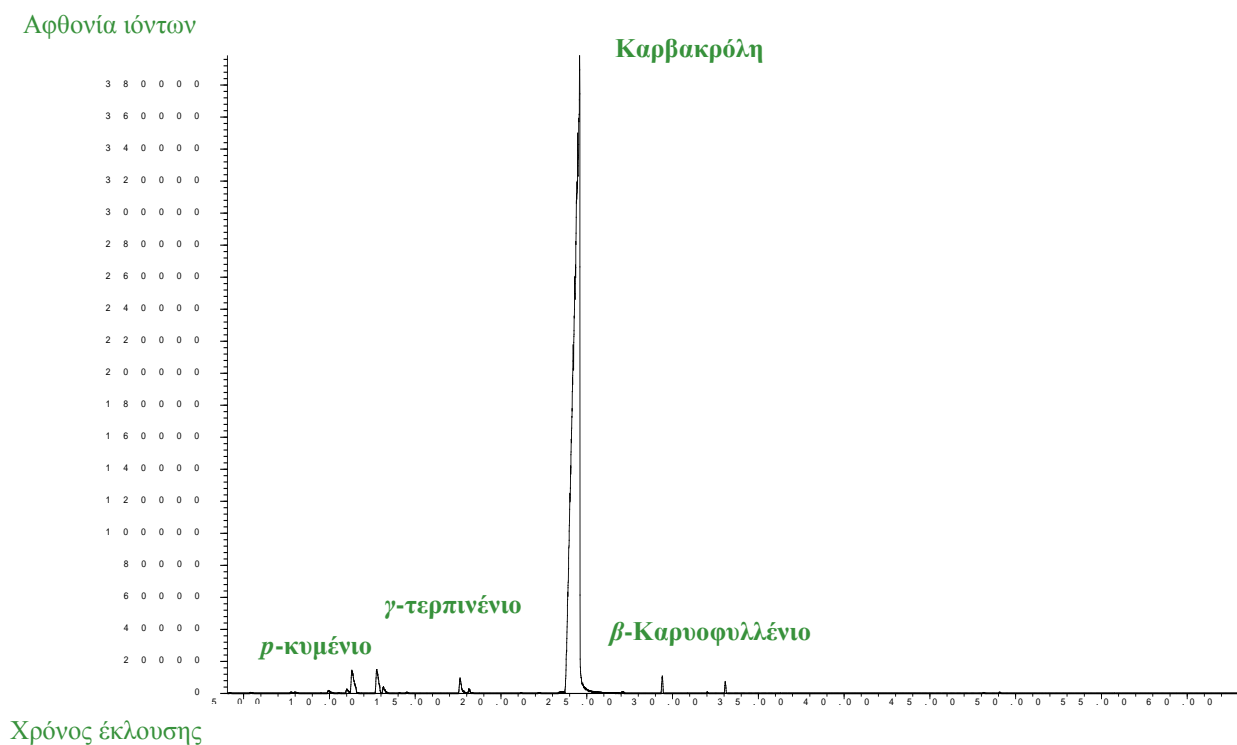
Ηλικία φυτείας: 4 ετών

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS



Πίνακας 49. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιερούμενο είδος *O.onites* ηλικίας 4 ετών στα Σπάτα στο στάδιο της πλήρους άνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	1018	11.02	0,16	α -τερπινένιο
2	1027	11.35	1,19	<i>p</i> -κυμένιο
3	1061	12.76	1,05	γ -τερπινένιο
4	1070	13.14	0,32	Υδροσαβινένιο
5	1169	17.63	0,77	Βορνεόλη
6	1179	18.14	0,16	Τερπιν-4-ολη
7	1321	24.75	95,61	Καρβακρόλη
8	1426	29.42	0,46	β -Καρνοφυλλένιο
9	1512	33.14	0,28	β -μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum onites*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

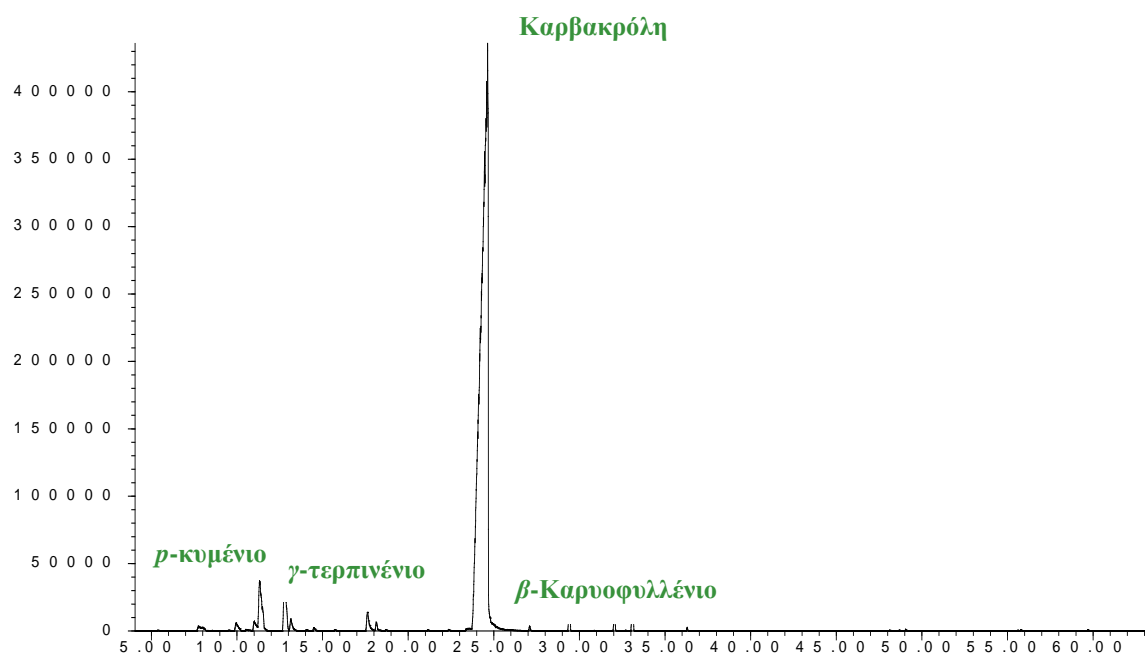
Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 50. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.onites* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,31	α -θουγένιο
2	937	7.98	0,26	α -πινένιο
3	991	9.97	0,45	β -μυρκένιο
4	1018	11.02	0,47	α -τερπινένιο
5	1027	11.35	3,27	<i>p</i> -κυμένιο
6	1061	12.76	2,69	γ -τερπινένιο
7	1070	13.14	0,50	Υδροσαβινένιο
8	1098	14.48	0,16	β -φιλλανδρένιο
9	1169	17.63	0,90	Βορνεόλη
10	1179	18.14	0,32	Τερπιν-4-ολη
11	1292	23.42	0,25	Θυμόλη
12	1321	24.75	87,08	Καρβακρόλη
13	1373	27.08	0,14	Εστέρας Καρβακρόλης
14	1426	29.42	1,00	β -Καροφυλλένιο

15	1486	32.06	0,66	δ-γερμακρένιο
16	1512	33.14	1,55	β-μπισαμπολένιο
17	1588	36.29	0,06	Οξείδιο του Καρυοφυλλενίου

Βιότυπος: *Origanum onites*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

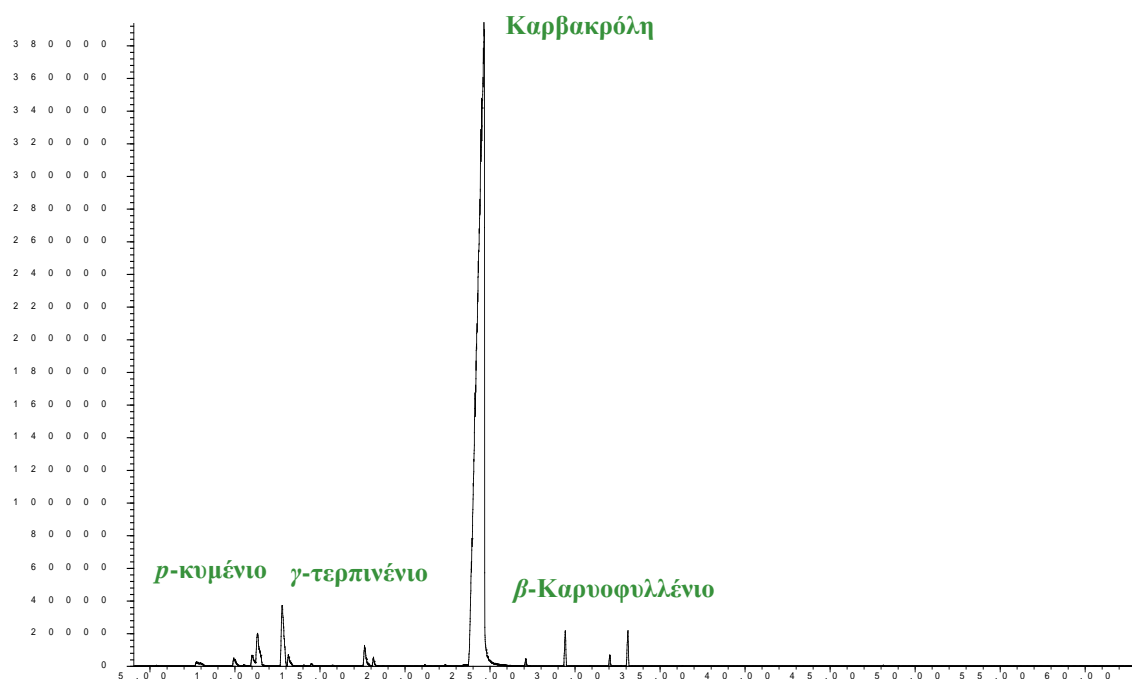
Τύπος Δείγματος: Στάδιο πλήρους άνθισης (Άνθη)

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 51. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.onites* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης από δείγμα ανθέων.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,13	α-θουγένιο
2	991	9.97	0,29	β-μυρκένιο
3	1018	11.02	0,41	α-τερπινένιο
4	1027	11.35	1,33	π-κυμένιο
5	1061	12.76	2,42	γ-τερπινένιο
6	1070	13.14	0,41	Υδροσαβινένιο
7	1169	17.63	0,78	Βορνεόλη
8	1179	18.14	0,22	Τερπιν-4-ολη
9	1321	24.75	91,90	Καρβακρόλη
10	1373	27.08	0,19	Εστέρας Καρβακρόλης
11	1426	29.42	0,83	β-Καρνοφυλλένιο
12	1486	32.06	0,23	δ-γερμακρένιο
13	1512	33.14	0,86	β-μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum onites*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

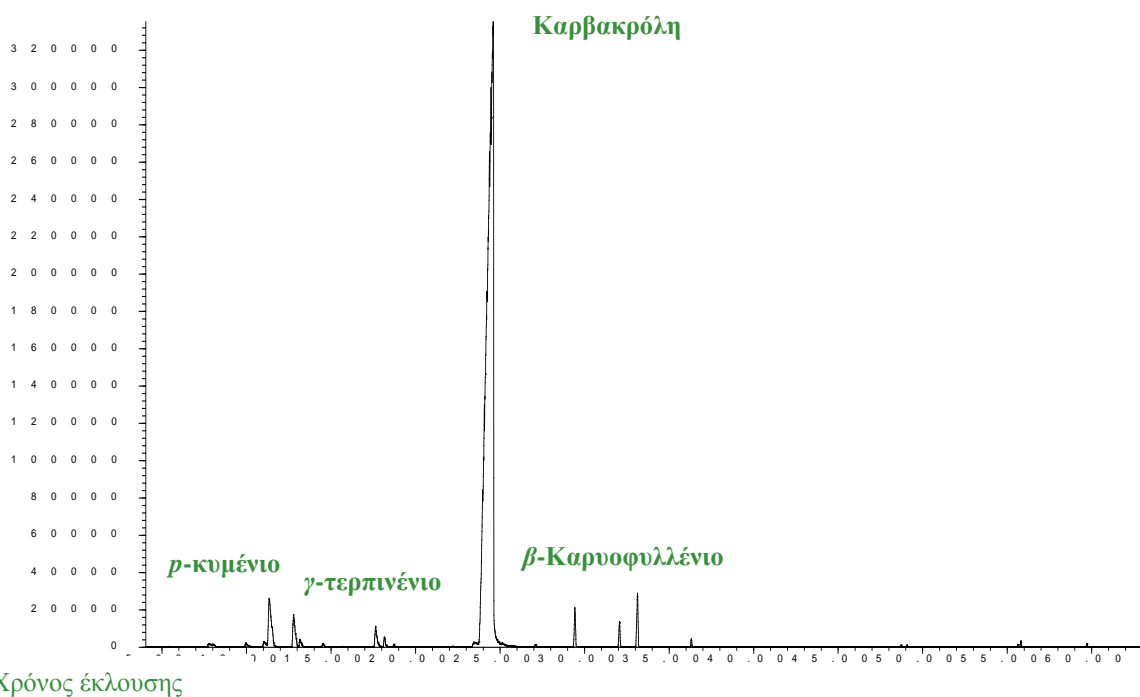
Τύπος Δείγματος: Στάδιο πλήρους άνθισης (Φύλλα)

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Πίνακας 52. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.onites* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης από δείγμα φύλλων.

Κορυφή	Κovats Index (Κ.Ι.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,22	α -θουγένιο
2	937	7.98	0,22	α -πινένιο
3	991	9.97	0,29	β -μυρκένιο
4	1018	11.02	0,33	α -τερπινένιο
5	1027	11.35	3,63	<i>p</i> -κυμένιο
6	1061	12.76	1,80	γ -τερπινένιο
7	1070	13.14	0,38	Υδροσαβινένιο
8	1098	14.48	0,15	β -φιλλανδρένιο
9	1169	17.63	1,01	Βορνεόλη
10	1179	18.14	0,42	Τερπιν-4-ολη
11	1191	18.72	0,09	N/D*
12	1292	23.42	0,36	Θυμόλη
13	1321	24.75	87,39	Καρβακρόλη
14	1373	27.08	0,08	Εστέρας Καρβακρόλης

15	1426	29.42	1,08	<i>β</i> -Καρυοφυλλένιο
16	1486	32.06	0,68	δ-γερμακρένιο
17	1512	33.14	1,52	<i>β</i> -μπισαμπολένιο
18	1588	36.29	0,18	Οξείδιο του Καρυοφυλλενίου
19	2135	55.63	0,09	N/D*
20	2140	55.81	0,15	N/D*
21	2270	59.72	0,10	N/D*

*N/D : Not Determined (Δεν έχει καθοριστεί)

Βιότυπος: *Origanum onites*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

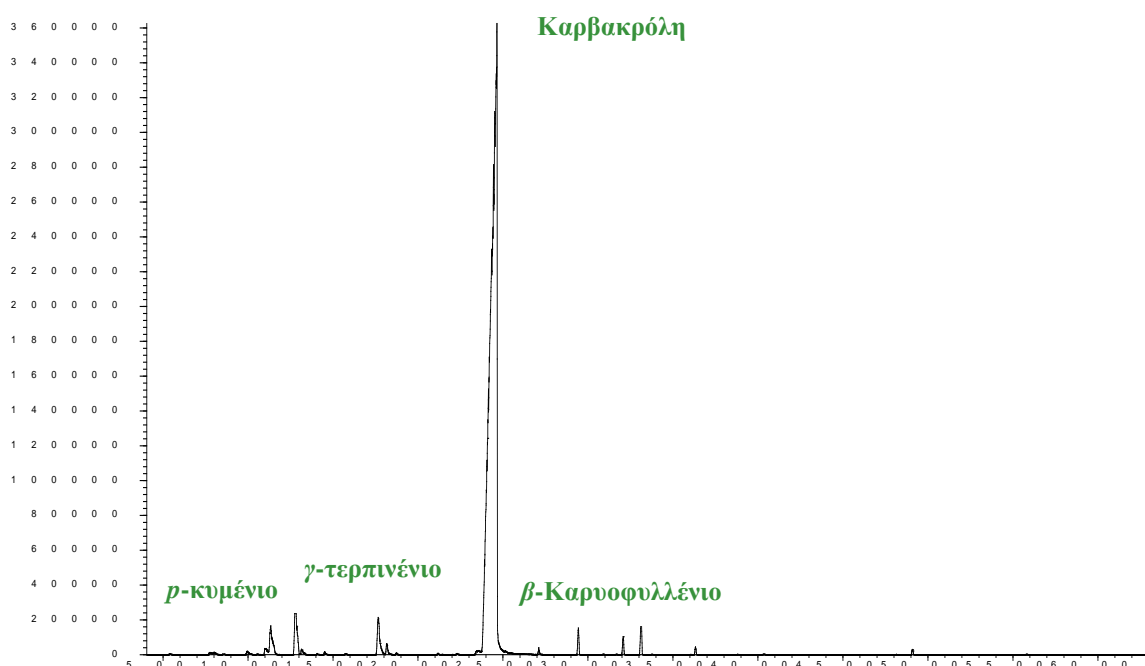
Τύπος Δείγματος: Στάδιο Απάνθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλουσης

Πίνακας 53. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.onites* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της Απάνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,23	α-θουγένιο
2	937	7.98	0,34	α-πινένιο
3	991	9.97	0,25	β-μυρκενίου
4	1018	11.02	0,47	α-τερπινένιο
5	1027	11.35	2,00	p-κυμένιο
6	1061	12.76	3,28	γ-τερπινένιο
7	1070	13.14	0,25	Υδροσαβινένιο
8	1169	17.63	2,07	Βορνεόλη
9	1179	18.14	0,09	Τερπιν-4-ολη
10	1292	23.42	0,36	Θυμόλη
11	1321	24.75	88,03	Καρβακρόλη
12	1373	27.08	0,18	Εστέρας Καρβακρόλης
13	1426	29.42	0,68	β-Καρυοφυλλένιο

14	1486	32.06	0,43	δ-γερμακρένιο
15	1512	33.14	1,09	β-μπισαμπολένιο
16	1588	36.29	0,16	Οξείδιο του Καρυοφυλλενίου
17	1934	49.09	0,12	N/D*

*N/D : Not Determined (Δεν έχει καθοριστεί)

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

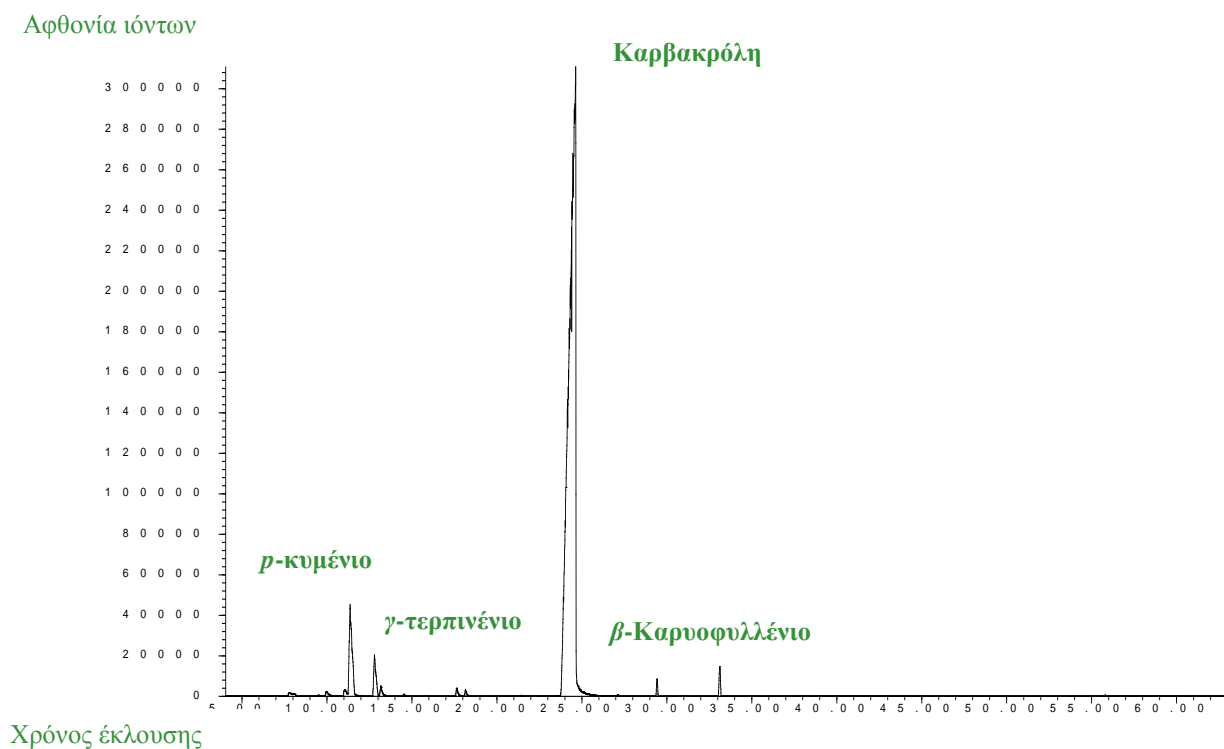
Ηλικία φυτείας: 4 ετών

Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Άνθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS



Πίνακας 54. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιερούμενο είδος *O.intercedens* ηλικίας 4 ετών στα Σπάτα στο στάδιο της πλήρους άνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,19	α -θουγένιο
2	991	9.97	0,27	β -μυρκένιο
3	1018	11.02	0,30	α -τερπινένιο
4	1027	11.35	4,84	π -κυμένιο
5	1061	12.76	1,73	γ -τερπινένιο
6	1070	13.14	0,42	Υδροσαβινένιο
7	1169	17.63	0,28	Βορνεόλη
8	1179	18.14	0,16	Τερπιν-4-ολη
9	1321	24.75	90,55	Καρβακρόλη
10	1426	29.42	0,41	β -Καρνοφυλλένιο
11	1512	33.14	0,96	β -μπισαμπολένιο

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

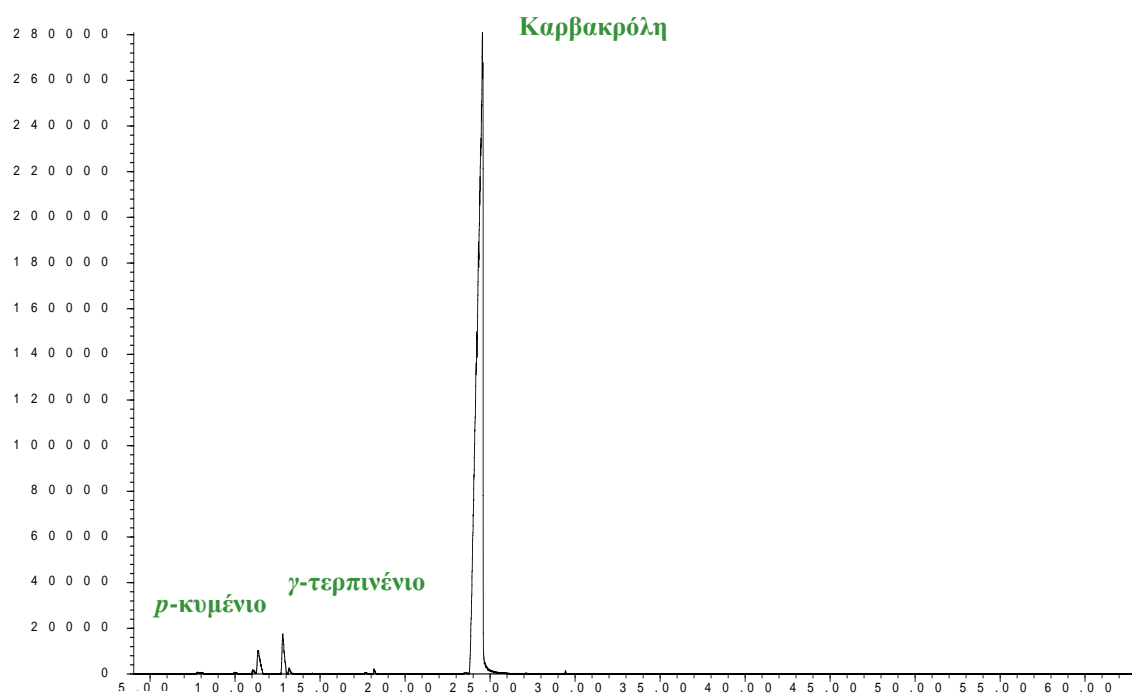
Τύπος Δείγματος: Στάδιο Πλήρους Ανθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 55. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.intercedens* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	1018	11.02	0,26	α -τερπινένιο
2	1027	11.35	1,90	π -κυμένιο
3	1061	12.76	2,44	γ -τερπινένιο
4	1070	13.14	0,40	Υδροσαβινένιο
5	1179	18.14	0,17	Τερπιν-4-ολη
6	1321	24.75	94,79	Καρβακρόλη
7	1426	29.42	0,09	β -Καρυοφυλλένιο

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

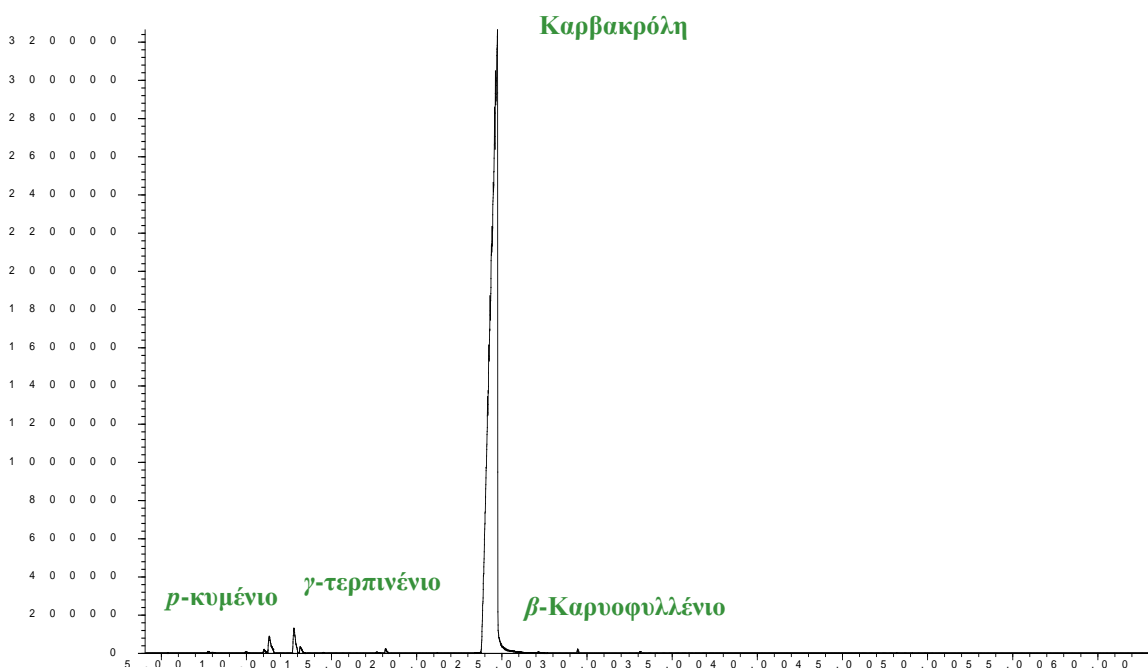
Τύπος Δείγματος: Στάδιο πλήρους άνθισης (Άνθη)

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 56. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.intercedens* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης από δείγμα ανθέων.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	1018	11.02	1,15	<i>α</i> -τερπινένιο
2	1027	11.35	1,06	<i>π</i> -κυμένιο
3	1061	12.76	1,13	<i>γ</i> -τερπινένιο
4	1070	13.14	0,31	Υδροσαβινένιο
5	1179	18.14	0,15	Τερπιν-4-ολη
6	1321	24.75	97,22	Καρβακρόλη
7	1426	29.42	0,08	<i>β</i> -Καρνοφυλλένιο

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

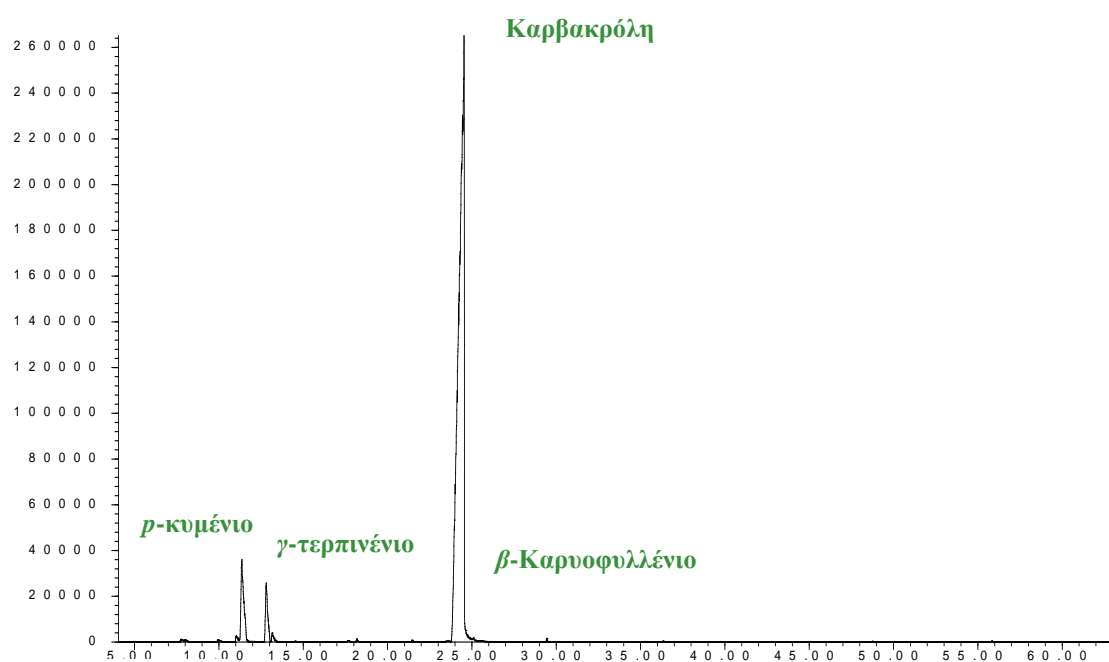
Τύπος Δείγματος: Στάδιο πλήρους άνθισης (Φύλλα)

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλυσης

Πίνακας 57. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.intercedens* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της πλήρους άνθισης από δείγμα φύλλων.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλυσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	1018	11.02	0,33	<i>α</i> -τερπινένιο
2	1027	11.35	6,18	<i>π</i> -κυμένιο
3	1061	12.76	3,56	<i>γ</i> -τερπινένιο
4	1070	13.14	0,48	Υδροσαβινένιο
5	1179	18.14	0,16	Τερπιν-4-ολη
6	1321	24.75	89,30	Καρβακρόλη
7	1426	29.42	0,12	<i>β</i> -Καρνοφυλλένιο
8	1588	36.29	0,05	Οξείδιο του Καρνοφυλλενίου
9	2140	55.81	0,11	N/D*

*N/D : Not Determined (Δεν έχει καθοριστεί)

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ηλικία φυτείας: 1^ο έτος εγκατάστασης

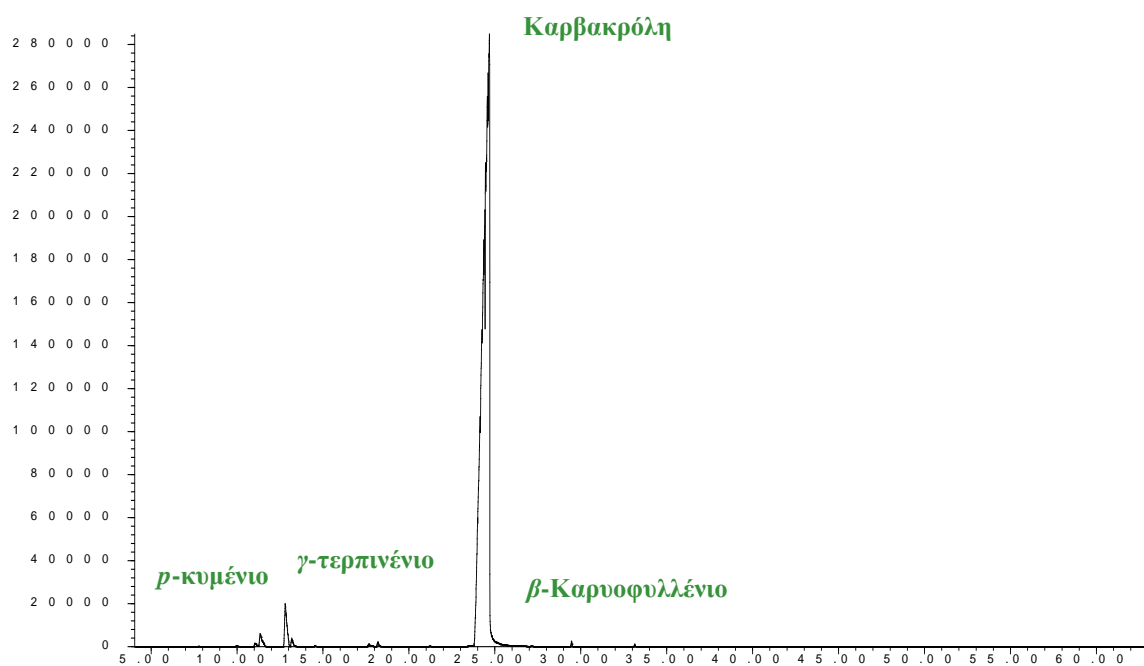
Τύπος Δείγματος: Στάδιο Απάνθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλουσης

Πίνακας 58. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.intercedens* ηλικίας 1 έτους στο Γ.Π.Α. στο στάδιο της Απάνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	1018	11.02	0,23	<i>α</i> -τερπινένιο
2	1027	11.35	0,78	<i>π</i> -κυμένιο
3	1061	12.76	2,30	<i>γ</i> -τερπινένιο
4	1070	13.14	0,35	Υδροσαβινένιο
5	1179	18.14	0,17	Τερπιν-4-ολη
6	1321	24.75	96,27	Καρβακρόλη
7	1426	29.42	0,09	<i>β</i> -Καρνοφυλλένιο

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

Ηλικία φυτείας: 4 ετών

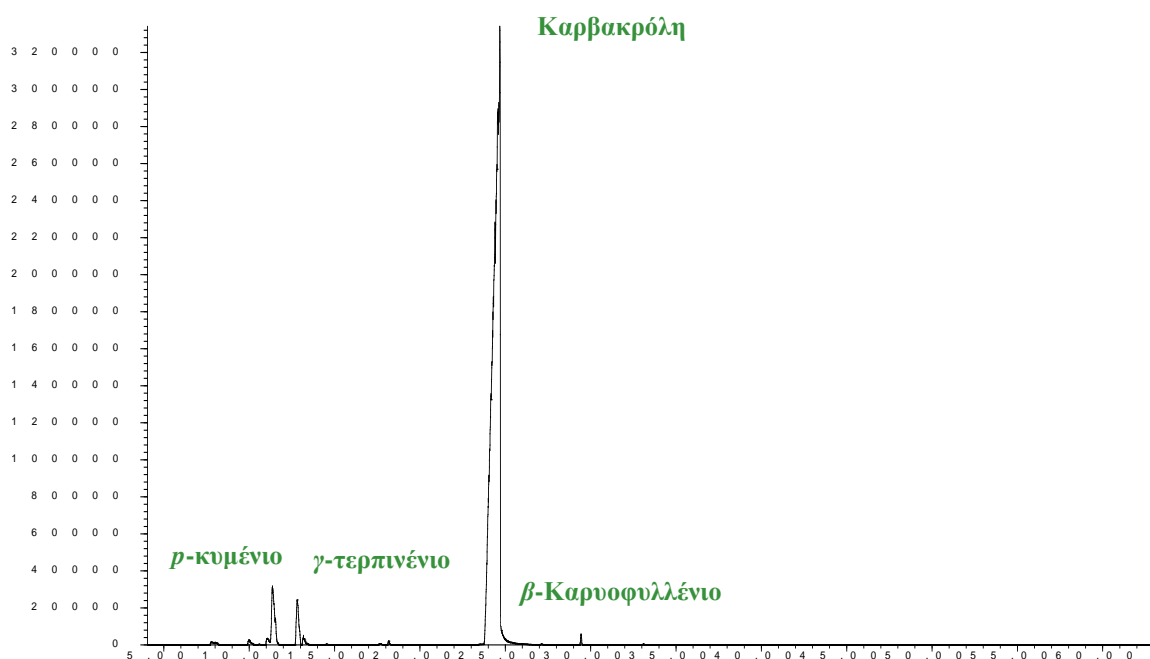
Τύπος Δείγματος: Βλασθητικό Στάδιο Ανάπτυξης (Πριν την Άνθιση)

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλουσης

Πίνακας 59. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.intercedens* ηλικίας 4 ετών στα Σπάτα στο βλασθητικό στάδιο ανάπτυξης (πριν την άνθιση).

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,10	α -θουγένιο
2	991	9.97	0,28	β -μυρκένιο
3	1018	11.02	0,38	α -τερπινένιο
4	1027	11.35	3,28	π -κυμένιο
5	1061	12.76	2,05	γ -τερπινένιο
6	1070	13.14	0,40	Υδροσαβινένιο
7	1179	18.14	0,12	Τερπιν-4-ολη
8	1321	24.75	93,43	Καρβακρόλη
9	1426	29.42	0,26	β -Καρυοφυλλένιο

Βιότυπος: *Origanum x intercedens*

Τοποθεσία: Σπάτα

Ηλικία φυτείας: 4 ετών

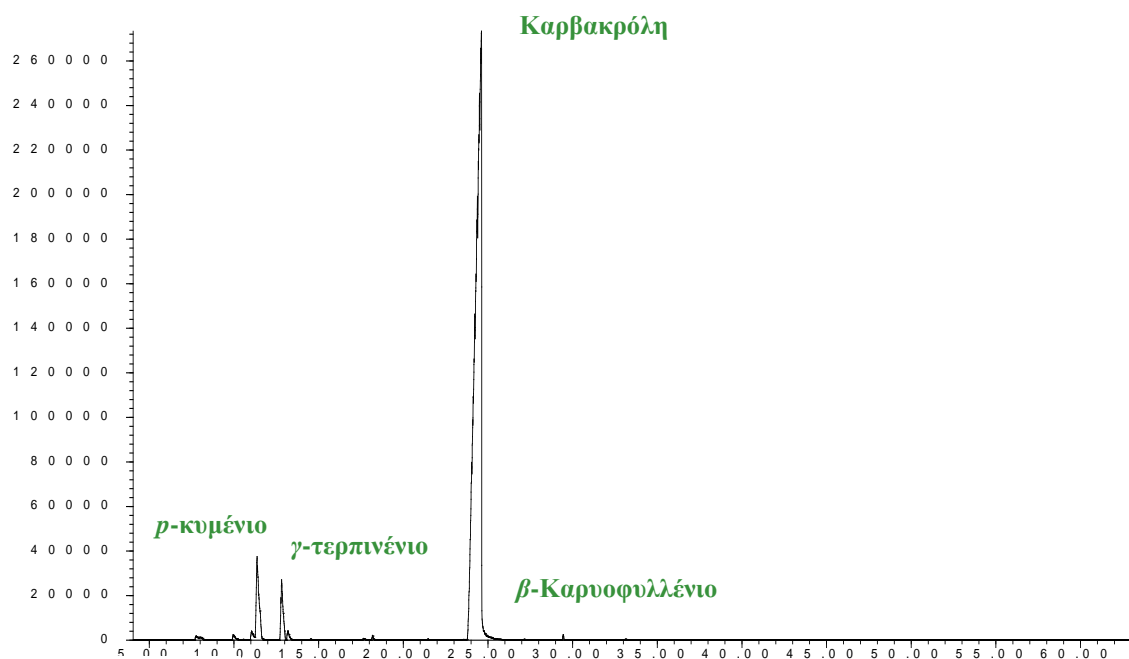
Τύπος Δείγματος: Στάδιο Απάνθισης

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (12%)

Τεχνική Απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική Ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



Χρόνος έκλουσης

Πίνακας 60. Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για τον καλλιερούμενο είδος *O.intercedens* ηλικίας 4 ετών στα Σπάτα στο στάδιο της απάνθισης.

Κορυφή	Kovats Index (K.I.)	Χρόνος έκλουσης (λεπτά)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικά
1	930	7.77	0,25	α -θουγένιο
2	991	9.97	0,34	β -μυρκένιο
3	1018	11.02	0,40	α -τερπινένιο
4	1027	11.35	4,99	π -κυμένιο
5	1061	12.76	2,71	γ -τερπινένιο
6	1070	13.14	0,45	Υδροσαβινένιο
7	1179	18.14	0,13	Τερπιν-4-ολη
8	1321	24.75	90,71	Καρβακρόλη
9	1426	29.42	0,14	β -Καρυοφυλλένιο
10	2140	55.81	0,18	N/D*
11	2270	59.72	0,09	N/D*

*N/D : Not Determined (Δεν έχει καθοριστεί)

