

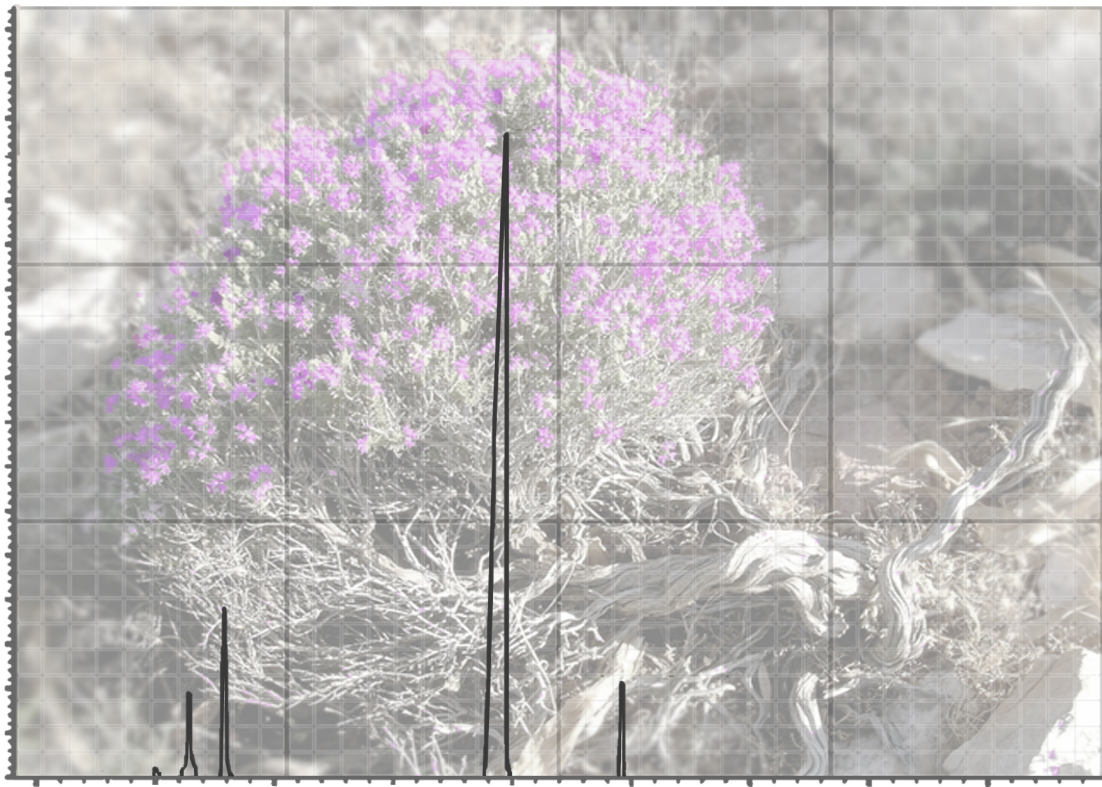


ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργίας

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

## ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Θέμα:** Μορφολογική, φαινολογική και χημειοτυπική διαφοροποίηση αυτοφυών πληθυσμών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου καρβακρόλης (*Origanum* spp., *Thymbra* spp. και *Satureja* spp.) προερχόμενων από την Ικαρία και την Κεφαλονιά.



Νικόλαος Π. Καδόγλου

Αθήνα  
2015

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: Μορφολογική, φαινολογική και χημειοτυπική διαφοροποίηση αυτοφύων πληθυσμών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου καρβακρόλης (*Origanum* spp., *Thymbra* spp. και *Satureja* spp.) προερχόμενων από την Ικαρία και την Κεφαλονιά.

### Εξεταστική επιτροπή

#### Επιβλέπουσα

Οικονόμου Γαρυφαλιά – Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

#### Μέλη

Ταραντίλης Πέτρος – Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α.

Τρίγκας Παναγιώτης – Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α.

Αθήνα  
2015

## Ευχαριστίες

Κατ' αρχήν θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στην Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα. Οικονόμου Γαρυφαλιά, τόσο για την ανάθεση της παρούσας μελέτης, όσο και την κριτική επίβλεψη και τις εύστοχες παρατηρήσεις της κατά τη διεξαγωγή και συγγραφή της, στοιχεία απαραίτητα για την ολοκλήρωσή της.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Εργαστηρίου Γενικής Χημείας του ΓΠΑ κ. Ταραντίλη Πέτρο, καθώς επίσης και την κα. Δαφερέρα Δήμητρα (ΕΔΠ) που με τις εύστοχες παρατηρήσεις τους σε συγκεκριμένα σημεία αυτής της μελέτης βοήθησαν σε μεγάλο βαθμό στην εκπόνησή της. Ακόμα, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον Επίκουρο Καθηγητή του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής του ΓΠΑ κ. Τρίγκα Παναγιώτη που βοήθησε σημαντικά στη βοτανική ταξινόμηση των μελετούμενων ειδών αυτής της έρευνας.

Εξχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω την Υποψήφιο Διδάκτορα Γαβριήλ Ελισσάβητ για την αμέριστη βοήθεια και συνδρομή της στα περισσότερα μέρη αυτής της μεταπτυχιακής μελέτης. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στους συναδέλφους Αλεξανδροπούλου Μιχαέλα και Φανουρίου Ελπίδα για την άποψη συνεργασία μας κατά την εκπόνηση του πειραματικού σκέλους αυτής της μελέτης. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στο μεταδιδακτορικό ερευνητή του Εργαστηρίου Γεωργίας του ΓΠΑ κ. Βαχαμίδα Πέτρο που η συνεισφορά του στην επεξεργασία των δεδομένων ήταν εξαιρετικά σημαντική.

Επίσης τις πολλές μου ευχαριστίες στα μέλη της εταιρείας SP-Diary για τις διορθώσεις σε συντακτικό και ορθογραφικό επίπεδο, αλλά και για την τελική εκτύπωση της μελέτης αυτής.

Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω την οικογένειά μου και την αγαπημένη μου συνάδελφο Κομπολίτη Σταυρούλα για την ηθική τους συμπαράσταση καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης και συγγραφής αυτής της μελέτης.

**Η ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας συγχρηματοδοτήθηκε μέσω της Πράξης Πρόγραμμα χορήγησης υποτροφιών ΙΚΥ για Μεταπτυχιακές Σπουδές Πρώτου Κύκλου (Μάστερ) - Οριζόντια Πράξη, από πόρους του ΕΠ «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου (ΕΚΤ) του ΕΣΠΑ, 2007-2013».**

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ABSTRACT	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
<b>1.1 Αρωματικά &amp; Φαρμακευτικά Φυτά</b>	9
1.1.1 Ιστορικά στοιχεία περί Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών	9
1.1.2 Ποια αποκαλούνται Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά;	10
1.1.3 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα	11
1.1.4 Ταξινόμηση Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών	13
<b>1.2 Οικογένεια Lamiaceae (Χειλανθή ή Χειλοστέφανα)</b>	14
1.2.1 Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά της Ελλάδας	14
1.2.2 Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά κυρίαρχα από καρβακρόλη	16
1.2.3 Κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά	18
<b>1.3 Βοτανική &amp; Γεωγραφική εξάπλωση μελετούμενων ειδών</b>	19
1.3.1 <i>Satureja thymbra</i> L.	19
1.3.2 <i>Thymbra capitata</i> (L.) Cav.	20
1.3.3 <i>Thymus holosericeus</i> Celak.	22
1.3.4 <i>Origanum onites</i> L.	23
1.3.5 <i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i> (Link) Ietsw.	25
<b>1.4 Αιθέρια έλαια</b>	26
1.4.1 Γενικά περί δευτερογενούς μεταβολισμού	26
1.4.2 Τι αποκαλείται αιθέριο έλαιο;	27
1.4.3 Ρόλος των αιθέριων ελαίων	28
1.4.4 Που απαντώνται τα αιθέρια έλαια;	29
1.4.5 Βιοσύνθεση αιθέριων ελαίων	32
<b>1.5 Εμφάνιση παραλλακτικότητας σε είδη «ρίγανης»</b>	37
1.5.1 Εποχική παραλλακτικότητα	38
1.5.2 Γεωγραφική παραλλακτικότητα	43
1.5.3 Γενετική παραλλακτικότητα	48
1.5.4 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε λοιπούς παράγοντες	49
1.5.5 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες	50
1.5.6 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε αβιοτικές καταπονήσεις (stress)	52
<b>1.6 Εγκλιματισμός &amp; προσαρμοστικότητα σε είδη «ρίγανης»</b>	53
<b>1.7 Σκοπός της μελέτης</b>	57
ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ	59
<b>2.1 Περιοχή μελέτης</b>	59
<b>2.2 Περιοχές προέλευσης των φυτών</b>	60
<b>2.3 Πειραματικοί αγροί</b>	62
2.3.1 Επιλογή και συλλογή φυτικού υλικού	62
2.3.2 Εγκατάσταση των πειραματικών αγρών	63

2.3.3	Στοιχεία των πειραματικών αγρών	65
<b>2.4</b>	<b>Καλλιεργητικές φροντίδες των πειραματικών αγρών</b>	66
<b>2.5</b>	<b>Μετρήσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου</b>	68
<b>2.6</b>	<b>Μετρήσεις κατά την ημερομηνία συλλογής του φυτικού υλικού</b>	70
<b>2.7</b>	<b>Παραλαβή των αιθέριων ελαίων με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης (hydrodistillation-HD)</b>	71
<b>2.8</b>	<b>Ποιοτικός &amp; ποσοτικός προσδιορισμός των συστατικών</b>	72
<b>2.9</b>	<b>Μετεωρολογικά δεδομένα</b>	73
<b>2.10</b>	<b>Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης</b>	74
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>		<b>75</b>
<b>3.1</b>	<b>Μετεωρολογικά δεδομένα</b>	75
<b>3.2</b>	<b>Φυτικά χαρακτηριστικά</b>	78
3.2.1	Μέσο μήκος βλαστών των φυτικών ειδών	78
3.2.2	Μέσο μήκος ταξιανθιών των φυτικών ειδών	80
3.2.3	Μέσος αριθμός ταξιανθιών/βλαστό των φυτικών ειδών	82
3.2.4	Μέσος αριθμός φύλλων/βλαστό των φυτικών ειδών	84
3.2.5	Μέσο ξηρό βάρος ανθέων των φυτικών ειδών	86
3.2.6	Μέσο ξηρό βάρος βλαστών των φυτικών ειδών	88
3.2.7	Μέσο ξηρό βάρος φύλλων των φυτικών ειδών	90
3.2.8	Μέσο μέγιστο ύψος των φυτικών ειδών	92
<b>3.3</b>	<b>Ρυθμοί αύξησης των φυτικών ειδών</b>	93
3.3.1	Μέσος ρυθμός αύξησης μήκους των βλαστών	93
3.3.2	Μέσος ρυθμός αύξησης ύψους των φυτών	95
3.3.3	Μέσος ρυθμός αύξησης διαμέτρου των φυτών	97
3.3.4	Μέσος ρυθμός αύξησης αριθμού φύλλων/βλαστό	99
<b>3.4</b>	<b>Αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο</b>	101
3.4.1	Μέση ποσοστιαία απόδοση ειδών της Ικαρίας	101
3.4.2	Μέση ποσοστιαία απόδοση ειδών της Κεφαλονιάς	102
<b>3.5</b>	<b>Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων</b>	103
3.5.1	Μέση ποσοστιαία σύσταση σε β-καρνοφυλλένιο	104
3.5.2	Μέση ποσοστιαία σύσταση σε γ-τερπινένιο	105
3.5.3	Μέση ποσοστιαία σύσταση σε καρβακρόλη	106
3.5.4	Μέση ποσοστιαία σύσταση σε p-κυμένιο	107
<b>3.6</b>	<b>Σχέσεις μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών &amp; αποδοτικών χαρακτηριστικών</b>	108
3.6.1	Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w)-X1: Νωπό Βάρος βλαστών (g)	108
3.6.2	Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w)-X2: Νωπό Βάρος ανθοταξιών (g)	109
3.6.3	Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w)-X3: Ξηρό Βάρος ανθοταξιών (g)	109
3.6.4	Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w)-X4: Νωπό Βάρος φύλλων (g)	110
3.6.5	Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w)-X5: Ξηρό Βάρος φύλλων (g)	111
3.6.6	Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w)-X6: Μήκος βλαστών (cm)	111
3.6.7	Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w)-X7: Μήκος ταξιανθιών (cm)	112
3.6.8	Y: Συγκέντρωση καρβακρόλης %(v/v)-X1: Νωπό Βάρος βλαστών (g)	113

3.6.9 Υ: Συγκέντρωση καρβακρόλης %(v/v)-X2: Μήκος βλαστών (cm)	113
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>115</b>
<b>4.1 Φυτικά χαρακτηριστικά</b>	115
<b>4.2 Ρυθμοί αύξησης των φυτικών ειδών</b>	116
<b>4.3 Αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο</b>	117
<b>4.4 Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων</b>	118
4.4.1 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε β-καρνοφυλλένιο	118
4.4.2 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε γ-τερπινένιο	118
4.4.3 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε καρβακρόλη	119
4.4.4 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε p-κυμένιο	119
<b>4.5 Σχέσεις μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών &amp; αποδοτικών χαρακτηριστικών</b>	120
4.5.1 Συσχετίσεις κατά Pearson της Απόδοσης αιθέριου ελαίου %(v/w)	120
4.5.2 Συσχετίσεις κατά Pearson της Συγκέντρωσης καρβακρόλης %(v/v)	120
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>121</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>123</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>134</b>
Πίνακες ανάλυσης διασποράς (ANOVA)	134
Συσχετίσεις μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών και αποδοτικών χαρακτηριστικών	142
Χρωματογραφήματα αιθέριων ελαίων	143
Παράθεση φωτογραφιών	155

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά (Α.Φ.Φ.) της χώρας μας έχουν αποτελέσει αντικείμενο πολλών ερευνών λόγω της ευρύτατης σημασίας τους ως στοιχείο της βιοποικιλότητας, αλλά και των θεραπευτικών ιδιοτήτων τους. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση και αξιολόγηση διαφορών ως προς τα φαινολογικά και χημειοτυπικά χαρακτηριστικά αυτοφυών πληθυσμών Α.Φ.Φ. τύπου καρβακρόλης, προερχόμενων από τα νησιά της Ικαρίας και της Κεφαλονιάς. Συγκεκριμένα, τα αυτοφυή είδη που μελετήθηκαν ήταν: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (κν. ελληνική ρίγανη), *Origanum onites* (κν. τούρκικη ρίγανη), *Thymbra capitata* (κν. ελληνικό θυμάρι, Syn.: *Coridothymus capitatus*) και *Satureja thymbra* (κν. θρούμπι) από την Ικαρία και *Thymbra capitata*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* και *Thymus holosericeus* (κν. λεμονοθύμαρο) από την Κεφαλονιά. Μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους ελήφθησαν στην πλήρη άνθιση, ενώ άλλες πραγματοποιούνταν καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Διαπιστώθηκαν διαφορές στα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν στα υπό εξέταση είδη των δύο περιοχών προέλευσης. Τα αιθέρια ελαία παρελήφθησαν με υδροαπόσταξη, μέσω συσκευής τύπου Clevenger. Όσον αφορά το ποσοστό συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου, το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* κυμάνθηκε από 3,8-5,0%(v/w) στα φυτά της Κεφαλονιάς και 8,2-9,4%(v/w) στα φυτά της Ικαρίας. Τα είδη *T.holosericeus* και *T.capitata* απέδωσαν από 1,5-1,7%(v/w) και 4,2-4,5%(v/w) αντίστοιχα. Το είδος *O.onites* κυμάνθηκε από 2,2-2,6%(v/w), αντιθέτως με το είδος *S.thymbra* που απέδωσε από 5,0-5,8%(v/w). Η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των συστατικών των αιθέριων ελαίων έγινε με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μαζών (GC/MS). Επιπλέον, η ποσοστιαία περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων σε καρβακρόλη κυμάνθηκε με μέσες τιμές από 20,26%(v/v) για το είδος *T.holosericeus* έως και πάνω από 95%(v/v) για τα *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *O.onites*. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η θυμόλη ανιχνεύτηκε μόνο στα είδη που προήλθαν από την Κεφαλονιά και συγκεκριμένα στα *T.holosericeus* και *O.vulgare* subsp. *hirtum* από τον Λαγκάδα, με μέσες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις μόλις 1,44%(v/v) και 1,24%(v/v) αντίστοιχα. Ο μεγαλύτερος βαθμός συσχέτισεως, εμφανίστηκε μεταξύ απόδοσης αιθέριου ελαίου - νωπού βάρους ανθέων και απόδοσης αιθέριου ελαίου - μήκος βλαστών με 0,53<sup>\*\*</sup> και στις δύο περιπτώσεις. Ακολουθώς, μεγάλος βαθμός συσχέτισεως εμφανίστηκε μεταξύ συγκέντρωσης καρβακρόλης - νωπού βάρους βλαστών και συγκέντρωσης καρβακρόλης - μήκος βλαστών με 0,64<sup>\*</sup> και 0,72<sup>\*</sup> αντίστοιχα. Όλα τα παραπάνω, συνηγορούν στο γεγονός ότι τα περισσότερα φυτικά είδη εγκλιματίστηκαν ικανοποιητικά στο περιβάλλον της Αττικής, με μόνη εξαίρεση το είδος *T.holosericeus* το οποίο και αποτελεί ενδημικό είδος των Ιονίων νήσων.

Εργαστήριο Γεωργίας του Γ.Π.Α.

Απρίλιος 2015

**Λέξεις κλειδιά:** Αρωματικά φυτά • αιθέριο έλαιο • αυτοφυές είδος • ξηρό βάρος • Clevenger

## ABSTRACT

The Medicinal & Aromatic Plants (MAPs) of our country have been greatly studied due to their huge importance as a part of biodiversity as long as their therapeutical attribute. The purpose of this study is to estimate and evaluate the phenological and chemotypical characteristics of “carvacrol type plants”, originated from the islands Ikaria and Kefalonia. In particular, the native species which were studied were: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Origanum onites*, *Thymbra capitata* (Syn.: *Coridothymus capitatus*) and *Satureja thymbra* from Ikaria and *Thymbra capitata*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* and *Thymus holosericeus* from Kefalonia. Measurements of the characteristics of the overground part were taken in full blooming stage, while others were carried out throughout the growing season. Differentiations in the studied characteristics of the species from the two areas were ascertained. Essential oils were extracted with hydrodistillation, using a device type Clevenger. As far as the percentage content of essential oil, the subspecies *O.vulgare* subsp. *hirtum* ranged from 3,8 to 5,0%(v/w) in the kefalonian species and from 8,2 to 9,4%(v/w) in the ikarian species. The species *T.holosericeus* and *T.capitata* yielded from 1,5 to 1,7%(v/w) and from 4,2 to 4,5%(v/w) respectively. The species *O.onites* ranged from 2,2 to 2,6%(v/w), in contrast with the *S.thymbra* which yielded from 5,0 to 5,8%(v/w). The quantitative and qualitative analysis of the components of the essential oils was pursued with gas chromatography and mass spectrometry (GC/MS). Furthermore, the percentage content of essential oils in carvacrol ranged with means from 20,26%(v/v) for the species *T.holosericeus* and over 95%(v/v) for *O.vulgare* subsp. *hirtum* and *O.onites*. It is worth to be mentioned, that thymol was detected only in the species which came from Kefalonia and particularly in *T.holosericeus* and *O.vulgare* subsp. *hirtum* from Lagada area, with average percentage content of just 1,44%(v/v) and 1,24%(v/v) respectively. The highest correlation grade came up between production of essential oil - fresh weight of flowers and production of essential oil - stem length 0,53\*\* in both occasions. Moreover high correlation grade came up between percentage content of carvacrol - fresh stem weight and percentage content of carvacrol - stem length with 0,64\* and 0,72\* respectively. All the above, conclude to the fact that the most plant species were sufficiently acclimatized in Athens, with the only exception of the species *T.holosericeus* which in any case is an indigenous species of Ionian islands.

Agronomy Laboratory of A.U.A.

April 2015

**Key words:** Culinary plants • essential oil • native species • dry weight • Clevenger



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### **1.1 Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά**

#### **1.1.1 Ιστορικά στοιχεία περί Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών**

Ο άνθρωπος γνώριζε την αποτελεσματικότητα πολλών φυτών χιλιάδες χρόνια πριν, πολύ νωρίτερα απ'ότι έμαθε τη χρήση της φωτιάς και να μαγειρεύει την τροφή του. Κατά την καθημερινή αναζήτηση τροφής, τα φυτά ελέγχονταν για τη βιωσιμότητά τους με τα μάτια και τη μύτη. Με αυτόν τον τρόπο οι άνθρωποι κέρδισαν ζωτικής σημασίας γνώσεις για το κατά πόσον κάποια φυτά ήταν δηλητηριώδη, βρώσιμα, ή ευχάριστα στη γεύση. Έτσι, ανακάλυπταν ότι πολλά από αυτά όχι μόνο διέθεταν ικανοποιητικά αποτελέσματα, αλλά άφηναν επίσης και μια ευχάριστη αίσθηση στο στομάχι, ενώ άλλα προκαλούσαν ναυτία και ενοχλήσεις.

Τα πρώτα στοιχεία θεραπευτικών εφαρμογών των φυτών και των αρωματικών ελαίων ανάγονται χιλιάδες χρόνια πριν και στην π.Χ. εποχή. Ένα από τα παλαιότερα θεραπευτικά εγχειρίδια στον κόσμο, που χρονολογείται από το έτος 2000 π.Χ. είναι αυτό του αυτοκράτορα Hang Ti. Πρόκειται για το κινέζικο βιβλίο με τίτλο «*Το Βιβλίο Εσωτερικής Ιατρικής του Κίτρινου Αυτοκράτορα*», που αναφέρεται τις αιτίες και στις θεραπείες ασθενειών δια της βελονοθεραπείας, των μαλάξεων (massage) και των αρωματικών ελαίων (Figueiredo *et al.*, 2008). Ο Ιπποκράτης (460 π.Χ.) ως «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 φαρμακευτικών φυτών, ενώ ο Διοσκουρίδης με τη σειρά του κατά τον 1ο αιώνα π.Χ. στο έργο του με τίτλο «*Περί ύλης ιατρικής*» αναφέρει περί τα 600 φαρμακευτικά φυτά. Οι Fleisher & Fleisher (1988) σε συγκριτική μελέτη τους για την παραδοσιακή χρήση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου «ρίγανης» στη μεσογειακή λεκάνη, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το φυτό ύσσωπος (hyssop) που αναφέρεται στη Βίβλο, είναι ο χημειότυπος καρβακρόλης του φυτικού είδους *Origanum syriacum* το οποίο το χρησιμοποιούσαν ως φάρμακο και καρύκευμα. Με την πάροδο των χρόνων βρέθηκαν αρκετά φυτικά είδη με παρόμοια σύσταση αιθέριου ελαίου με αυτή του υσσώπου, όπως για παράδειγμα τα είδη *Thymbra capitata* (Syn: *Coridothymus capitatus*), *Satureja thymbra* και *Origanum vulgare* (Baricevic & Bartol, 2002).

Κατά τον 18ο αιώνα τα αιθέρια έλαια μπήκαν δυναμικά στην επιστήμη της ιατρικής. Οι συνταγές για αρωματικά σκευάσματα στο βιβλίο με τίτλο «*Συνταγολόγιο*» του Salmon, είναι ένα μείγμα αγνών φυτικών φαρμάκων και κομπογιαννίτικων μέσων που απεικονίζουν ξεκάθαρα την κατάσταση εκείνης της εποχής. Σε αυτή την περίοδο τα φαρμακευτικά φυτά χάνουν πολύ από την υπόληψή τους (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013). Παρόλα αυτά όμως, οι γιατροί συνέχισαν επί μακρόν να χρησιμοποιούν ένα αρκετά μεγάλο αριθμό από φαρμακευτικά φυτά που

περιλαμβάνονταν σε βιβλία, με χαρακτηριστικότερο όλων αυτό του Joseph Miller (1772) με τίτλο «*Herbal*». Είναι πλέον διεθνώς εξακριβωμένο και αποδεκτό από πολλές μελέτες ότι φυτικά είδη με αυτές τις ιδιότητες συνθέτουν έναν υπερπολύτιμο χλωριδικό πλούτο, ενώ ταυτόχρονα αποτελούν και ένα ισχυρό «οπλοστάσιο» εκκίνησης για τη δημιουργία νέων δραστικών ουσιών (active ingredients) στις επιστήμες της Φαρμακευτικής και Ιατρικής.

### **1.1.2 Ποια αποκαλούνται Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά;**

Αποτελεί αναμφισβήτητο γεγονός, ότι τα Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά (Α.Α.Φ.) είχαν ανέκαθεν και εξακολουθούν να έχουν ιδιαίτερη θέση στη ζωή όλων των λαών του πλανήτη. Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να προβάλλεται ως αίτημα των καιρών η επιστροφή στη φύση. Η «νέα» αυτή τάση έχει οδηγήσει, στην Ελλάδα αλλά και παγκοσμίως, σε μια αύξηση της ζήτησης για φυσικά προϊόντα και ιδιαίτερα για Α.Α.Φ. Γι' αυτό, κρίνεται απαραίτητο στο συγκεκριμένο σημείο να λάβει χώρα μια όσο το δυνατόν καλύτερη διευκρίνηση των εννοιών, δεδομένου ότι δόκιμος ορισμός για το τι ακριβώς σημαίνει Α.Φ.Φ. δεν υπάρχει. Για το λόγο αυτό λοιπόν, είθισται τα φυτά να χαρακτηρίζονται είτε ως αρωματικά ή φαρμακευτικά, είτε ως αρωματικά-φαρμακευτικά εκ του σκοπού για τον οποίο χρησιμοποιούνται.

Κατά το παρελθόν πολλοί ήταν αυτοί που έδωσαν με τη σειρά τους από διάφορες μελέτες ορισμούς περί των Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών (Α.Φ.Φ.). Ο Φοίτος (1984) ισχυρίστηκε ότι αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό των αρωματικών φυτών ότι τα διάφορα φυτικά τους μέρη (φύλλα, ανθοταξίες) περιέχουν αιθέρια έλαια, τα οποία τους προσδίδουν την χαρακτηριστική για το είδος οσμή. Ακολουθώντας, ο Σκρουμπής (1985) ανέφερε ότι η χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων μπορεί να διαφέρει στα επιμέρους όργανα του ίδιου φυτού. Λόγου χάρη στην κανέλα, όπου το αιθέριο έλαιο των φύλλων περιέχει από 50-80% ευγενόλη, σε αντίθεση με το φλοιό που περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις κινναμωμικής αλδεΐδης.

Μια πιο ξεκάθαρη αναφορά περί των Α.Φ.Φ. δόθηκε από τον Σαρλή (1994). Ως **Αρωματικά φυτά** (Aromatic plants) θεωρούνται τα είδη του φυτικού βασιλείου με κοινό χαρακτηριστικό ότι περιέχουν στα διάφορα μέρη τους αιθέρια έλαια, ουσίες δηλαδή που όταν ελευθερωθούν εκλύουν χαρακτηριστική οσμή. Ως **Φαρμακευτικά φυτά** (Medicinal plants) καλούνται τα φυτά που περιέχουν ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά, τα οποία έχουν την ικανότητα να προλάβουν, να ανακουφίσουν ή/και να θεραπεύσουν ασθένειες.

Σωστό θα ήταν να μην παραληφθεί να ειπωθεί ένα πολύ λεπτό σημείο. Τα αρωματικά φυτά στο σύνολό τους είναι και φαρμακευτικά, σε αντίθεση με τα τελευταία που σε αρκετές των περιπτώσεων δεν ξεχωρίζουν για τις αρωματικές τους ιδιότητες. Σε αυτήν την κατηγορία εντάσσονται η ξυνίθα, το λιθόσπαστο, η μολόχα, το βαλσαμόχορτο, η μελαντόνα κ.α. Τα φαρμακευτικά φυτά, που δεν είναι αρωματικά είναι πολύ λίγα συγκρινόμενα με τον αριθμό των φυτών που συνδυάζουν τόσο αρωματικές, όσο και φαρμακευτικές ιδιότητες (Κουτσός, 2006).

Τα τελευταία χρόνια, καλώς ή κακώς, στη διεθνή ορολογία τα φυτά αυτά αναφέρονται ως **Medicinal & Aromatic Plants** (MAPs), ενώ αντιστοίχως στην Ελλάδα ως **Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά** (Α.Φ.Φ.). Η Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής της θέσης, διαθέτει ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες αλλά και εξαιτίας της γαιοκαταλληλότητά της (ξηροθερμικό μεσογειακό κλίμα) «εγκολπώνεται» την άριστη προσαρμογή και ανάπτυξη των Α.Φ.Φ., τα οποία αποδεικνύονται από την πλούσια αυτοφυή αρωματική-φαρμακευτική χλωρίδα της. Παρόλο το συγκριτικό αυτό πλεονέκτημα που διαθέτει έναντι των άλλων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), δυστυχώς ακόμη και σήμερα έχει αρνητικό εμπορικό ισοζύγιο στον τομέα αυτό (Γκόλιαρης, 2003).

### 1.1.3 Υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

Η πρώτη «επαφή» με καλλιέργειες αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών για τον ελλαδικό χώρο, ήταν η μελέτη του καθηγητή Γαζοπούλου (1923) για την τοποθεσία Μηλιές του Πηλίου, όπου και πρότεινε την εγκατάσταση πειραματικής καλλιέργειας με σκοπό την εξαγωγή ροδέλαιου. Ουσιαστικά όμως, η πρώτη προσπάθεια για συστηματική καλλιέργεια τέτοιων ειδών στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκε από τον καθηγητή Αλέξανδρο Σταυρόπουλο κατά την περίοδο 1968-1981, με την εγκατάσταση κυρίως λεβάντας στην Πελοπόννησο, καθώς και της δημιουργίας της πρώτης αποστακτικής μονάδας παραγωγής αιθέριων ελαίων το 1960 (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013; Δόρδας, 2012).

Κατά τη δεκαετία του 1970 στην περιοχή Ομαλών της νήσου Κεφαλονιάς, καλλιεργούνταν λεβάντα σε έκταση 150 στρεμμάτων με σκοπό την παραγωγή αιθέριου ελαίου από αποστακτική μονάδα της περιοχής. Επιπλέον, στο νομό Σερρών φαίνεται ότι καλλιεργούνταν λεβάντα και μέντα, ενώ τη διετία 1976-1978 ξεκινά η καθετοποιημένη μονάδα παραγωγής αιθέριων ελαίων του Αρίστιππου Φιλίππου έξω από την Καρδίτσα, η οποία υφίσταται ακόμα και σήμερα. Ακολούθως, ο κ. Δαμιανός εγκατέστησε στην Κομοτηνή τη μοναδική ως τότε, πλήρη και καθετοποιημένη Βιομηχανία Επεξεργασίας & Εκμετάλλευσης αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών τη VAROFYT, που περιλάμβανε μονάδες επεξεργασίας φυτικού υλικού με μηχανολογικό εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας και απόδοσης. Δυστυχώς όμως, αρκετά χρόνια τώρα έχει σταματήσει τις δραστηριότητές της (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

Το έτος 1996 ιδρύεται η ECOPHARM (ABEE) που τέθηκε σε λειτουργία δύο χρόνια αργότερα στην περιοχή του Κιλκίς υπό τον κ. Νίτσα. Πρόκειται για την μεγαλύτερη αποστακτική εν ενεργεία μονάδα στην Ελλάδα, ενώ συνεργάζεται σε συμβολαιακή βάση μόνιμα με περισσότερους από 100 καλλιεργητές ρίγανης. Η ετήσια παραγωγή ριγανελαιίου ξεπερνά τους 70 τόνους, το οποίο στο μεγαλύτερο ποσοστό του εξάγεται.

**Πίνακας 1:** Κύριες εξαγωγές ριγανελαίου κατά τα έτη 1997-2001 (Πηγή: Ecopharm Hellas S.A., 2000).

Έτη	Εξαγωγές (Kg)	Τιμή/Kg (Δρχ)
1997	1110	34.000
1998	1200	37.000
1999	1400	40.000
2000	4800	40.000
2001	6400	40.000

Σύμφωνα με στοιχεία του τμήματος Καπνού-Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥπΑΑΤ) και της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος (ΕΣΥΕ), εμφανίζονται αξιόλογα δεδομένα για τα τελευταία 35-40 χρόνια. Αναλυτικά, μπορούν να ειπωθούν με σχετική ακρίβεια τα παρακάτω:

- Μεταξύ των ετών 1981-1991 η καλλιέργεια αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών στον ελλαδικό χώρο μειώνεται κατά περίπου 55%.
- Από το 1981 η πορεία φαίνεται να είναι φθίνουσα, με έντονα χαρακτηριστικά τη δεκαετία 1980-1990.
- Από το 1991 έως και το 1997 μειώνεται ακόμη περισσότερο φτάνοντας μόλις τα 10.750 στρέμματα πανελλαδικά, δηλαδή μείωση κατά 72% μεταξύ 1981-1997.
- Από το έτος 1998 σημειώνεται σχετική αύξηση των εκτάσεων καλλιέργειας φτάνοντας το 2000 έως και 16.500 στρέμματα, με 9 κυρίως καλλιεργούμενα είδη και περαιτέρω αύξηση κατά περίπου 5.000 στρεμμάτων το 2002, κυρίως λόγω της αυξημένης καλλιέργειας ρίγανης (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).  
Από στοιχεία της ΕΣΥΕ και του ΥπΑΑΤ σχετικά με τα αιθέρια έλαια στην Ελλάδα αναφέρονται τα εξής:
- Η παραγόμενη ποσότητα αιθέριων ελαίων παρουσίασε εμφανή πτώση μεταξύ 1997-2000, της τάξεως περίπου του 30%.
- Η αξία των πωλήσεων παρουσίασε σημαντική αύξηση κατά 41% μεταξύ των ετών 1997-1998, ενώ αντίθετα μεταξύ 1998-2000 παρουσίασε μείωση της τάξεως του 43% περίπου.
- Οι πωλούμενες ποσότητες ελληνικών ελαίων παρουσίασαν πτώση για την περίοδο 1998-2000 μέχρι και 51%.
- Πάντως, η μέση τιμή πώλησης των αιθέριων ελαίων στην Ελλάδα αυξήθηκε για την περίοδο 1997-2000, έως και κατά 66%.

Στοιχεία του ΥπΑΑΤ (2003), αναφέρουν ότι η έκταση καλλιέργειας των Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών (Α.Α.Φ.) στην Ελλάδα κατά το έτος 2003 υπολογιζόταν περίπου στα 20 χιλιάδες στρέμματα, με κυρίαρχη αυτήν της ρίγανης (8.000 στρ.) και του κρόκου Κοζάνης (7.500 στρ.). Σε μικρότερες εκτάσεις καταγράφηκαν αυτές του μάραθου, του σιδερίτη (τσάι του βουνού), του δίκταμου και του γλυκάνισου. Περιστασιακά και κατά τόπους, στην περιφέρεια καλλιεργούνται μέχρι και σήμερα φυτικά είδη όπως: χαμομήλι, δάφνη του Απόλλωνος, λεβάντα, βασιλικός,

μέντα, δενδρολίβανο, φασκόμηλο και μελισσόχορτο. Δυστυχώς όμως, πρόκειται για μικρούς κλήρους που δεν μπορούν να αξιολογηθούν σαν δυναμικές παραγωγές (ΥπΑΑΤ, 2007).

#### 1.1.4 Ταξινόμηση Αρωματικών & 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:

- I. Φυτά ή μέρη αυτών που χρησιμοποιούνται άμεσα στην μαγειρική ως βότανα, αρτύματα και καρκεύματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η ρίγανη, ο μαϊντανός, το θυμάρι, ο δυόσμος, το δενδρολίβανο κ.α.
- II. 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 λουΐζα, το πατσουλί κ.α.
- III. 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 κοκκινοπίπερου και τζίντζερ (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

Πέραν των βοτάνων που χρησιμοποιούνται ως αρτύματα στη μαγειρική, υπάρχουν καταγεγραμμένα στον κατάλογο φυτά από τα οποία παραλαμβάνονται σημαντικά εμπορικά αιθέρια έλαια. Οι πιο σημαντικές οικογένειες αυτών των ειδών είναι οι εξής:

Η οικογένεια *Rinaceae*, απ'όπου παραλαμβάνεται το έλαιο με τη μεγαλύτερη κατ'όγκο παγκόσμια παραγωγή, το γνωστό σε όλους τερεβινθέλαιο. Οι οικογένειες *Gramineae* και η *Zingiberaceae*, που περιλαμβάνουν είδη όπως η λουΐζα, το τζίντζερ, το κάρδαμο και *citronella*. Όσον αφορά τα δικοτυλήδονα, οικογένειες των *Asteraceae* και *Lauraceae*, περιλαμβάνουν εξίσου εμπορικά είδη όπως το χαμομήλι, το εστραγκόν, η δάφνη του Απόλλωνος, η κανέλα και *davana*. Τέλος, τη σημερινή εποχή ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί σε φυτικά είδη των οικογενειών *Myrtaceae*, *Oleaceae* και *Rosaceae* με σημαντικότερα όλων τον ευκάλυπτο, το γιασεμί, και το τριαντάφυλλο (Verlet, 1994).

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 προέρχεται από καλλιιεργούμενα 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* (Χειλανθή ή Χειλοστέφανα)

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 αντιπρόσωποί της συναντιούνται σε ξηρές και θερμές περιοχές, όπως οι παραμεσόγειες. Περιλαμβάνει αρκετά αρωματικά-φαρμακευτικά 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. Αντιπροσωπευτικά γένη για την Ελλάδα είναι τα εξής: *Teucrium*, *Mentha*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Sideritis*, *Satureja*, *Origanum*, *Thymus* κ.α. (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 προσβάλλουν 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 ( $\text{PH}_3$  και  $\text{CH}_3\text{Br}$ ) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το λάδι από φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* θα μπορούσε να παίξει 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).

Λεπτομερής περιγραφή περί των αιθέριων ελαίων, καθώς και για το που απαντώνται στα διάφορα φυτικά όργανα κυρίως των ειδών της οικογένειας *Lamiaceae*, στην υποκείμενη παράγραφο.

### 1.2.1 Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά της Ελλάδας

Η χλωρίδα της Ελλάδας αποτελείται από περισσότερα από 6.308 είδη ανώτερων φυτών. Απ' αυτά τα 500 έως 600 χαρακτηρίζονται ως αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά,

γεγονός που μαρτυρεί ότι η Ελλάδα πλεονεκτεί σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες σε συνθήκες ανάπτυξης και τελικής προσαρμογής τέτοιου είδους φυτικών ειδών. Αυτό φαίνεται να οφείλεται, στις κατάλληλες εδαφοκλιματικές συνθήκες που ευνοούν ιδιαίτερα τον εγκλιματισμό φυτών της κατηγορίας των Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών (Α.Φ.Φ.), που έχει και ως αποτέλεσμα τα τελευταία να δίνουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας (Phitos *et al.*, 1995; Strid & Tan, 1997; Σκρουμπής, 1998).

Σύμφωνα με το Δόρδα (2012), τα κυριότερα είδη που καλλιεργούνται σχεδόν σε όλη την ελληνική επικράτεια είναι τα εξής: *Ocimum basilicum* (κν. βασιλικός), *Jasminum grandiflorum* (κν. γιασεμί), *Pimpinella anisum* (κν. γλυκάνισος), *Laurus nobilis* (κν. δάφνη του Απόλλωνος), *Rosmarinus officinalis* (κν. δενδρολίβανο), *Origanum dictamnus* (κν. δίκταμος), *Eucalyptus globulus* (κν. ευκάλυπτος), *Thymbra capitata* (κν. θυμάρι), *Capparis spinosa* (κν. κάππαρη), *Coriandrum sativum* (κν. κορίανδρος), *Lilium candidum* (κν. κρίνος), *Crocus sativus* (κν. κρόκος), *Cuminum cyminum* (κν. κύμινο), *Lavandula angustifolia* (κν. λεβάντα), *Foeniculum vulgare* (κν. μάραθος), *Origanum majorana* (κν. μαντζουράνα), *Melissa officinalis* (κν. μελισσόχορτο), *Mentha piperita* (κν. μέντα), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (κν. ελληνική ρίγανη), *Spartium junceum* (κν. σπάρτο), *Rosa damascena* (κν. τριαντάφυλλο), *Sideritis* sp. (κν. σιδερίτης), *Hyssopus officinalis* (κν. ύσσωπος), *Salvia officinalis* (κν. φασκόμηλο), *Tilia cordata* (κν. φλαμουριά) και *Matricaria chamomilla* (κν. χαμομήλι).

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία του ΥπΑΑΤ (2007), η καλλιεργούμενη έκταση με αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα κατά την περίοδο 2006-2007, ανήλθε στα 12.461 και 11.621 στρέμματα αντίστοιχα (Πίνακας: 2).

**Πίνακας 2:** Κύριες καλλιεργούμενες εκτάσεις και παραγόμενες ποσότητες αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, κατά την περίοδο 2006-2007 (Πηγή: Τμήμα Αγροτική Στατιστικής, ΥπΑΑΤ).

Φυτικό είδος	2006			2007		
	Καλλ. έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Αυτοφυής Παραγωγή (τόνοι)	Καλλ. έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Αυτοφυής Παραγωγή (τόνοι)
Χαμομήλι	30	5	20	35	4	19,5
Ρίγανη	7.583	893	210	6.765	755	215
Σιδερίτης	808	99	55	581	93	54,65
Δίκταμο	40	16	1,5	40	16	1,5
Κρόκος	4.000	1,6	0	4.200	1	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>12.461</b>	<b>1.014,6</b>	<b>286,5</b>	<b>11.621</b>	<b>869</b>	<b>290,65</b>

Οι κυριότερες χώρες προορισμού των ελληνικών προϊόντων είναι η: Κύπρος, Αλβανία, Βουλγαρία, Ισπανία, Ιταλία, Φιλιππίνες, Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και Γερμανία. Στις συγκεκριμένες χώρες, συνήθως εξάγονται προϊόντα όπως το φασκόμηλο, ο κορίανδρος, το θυμάρι, ο κρόκος Κοζάνης, η δάφνη του Απόλλωνος, η ελληνική ρίγανη, ο γλυκάνισος και ο μάραθος. Αντίστοιχα, οι κυριότερες χώρες από τις οποίες προμηθεύεται η Ελλάδα αντίστοιχα προϊόντα είναι η: Τουρκία, Βουλγαρία, Συρία, Ινδία, Αλβανία, Αυστρία και Ισπανία. Τα συνηθέστερα προϊόντα, είναι κυρίως ο κρόκος Περσίας, ο κορίανδρος, η ρίγανη, το κύμινο, ο γλυκάνισος, ο μάραθος, το θυμάρι και η δάφνη του Απόλλωνος (ΥπΑΑΤ, 2007).

Το κύριο εξαγωγίμο προϊόν τις τελευταίες δεκαετίες φαίνεται να εξακολουθεί να είναι ο κρόκος Κοζάνης με ποσοστό συμμετοχής της τάξεως του 51% επί του συνόλου αξίας των εξαγωγίμων προϊόντων για το έτος 2007, ενώ ακολουθεί η ελληνική ρίγανη με ποσοστό αντίστοιχο του 19%. Με βάση την ποσότητα των εξαγωγών, η ελληνική ρίγανη κατέχει πρωτεύουσα θέση με ποσοστό της τάξεως του 63%, ακολουθεί ο κρόκος Κοζάνης με αντίστοιχο ποσοστό 2% και ο κορίανδρος, το κύμινο και το θυμάρι με ποσοστά μόλις της τάξεως του 1% (ΥπΑΑΤ, 2007).

## **1.2.2 Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά κυρίαρχα από καρβακρόλη**

### **1.2.2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΧΗΜΕΙΟΤΥΠΟΣ;**

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 απ'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 θυμόλη. Όπου επικρατούν κατά κανόνα χαμηλές θερμοκρασίες στα είδη του γένους *Thymbra* υπερέχει 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 διαφορές κλιματικές συνθήκες (Tetenyi, 1992).



Το πιο κλασσικό παράδειγμα ενός αιθέριου ελαίου με διαφορετικούς χημειότυπους εντός του ίδιου βοτανικού είδους, είναι και εδώ του θυμαριού. Είναι σημαντικές οι διαφορές της 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 τερπινεν-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 θουγιόνη (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 χημική 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 καινούργια 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.

#### 1.2.2.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

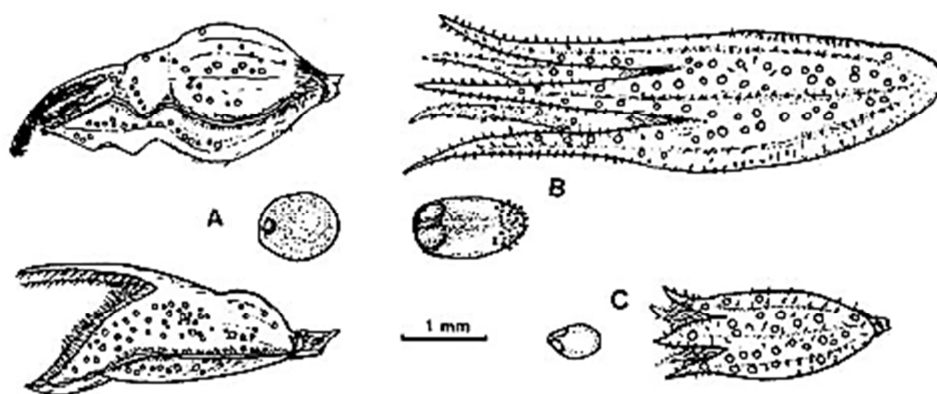
Στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται τουλάχιστον 61 είδη (17 γένη - 6 οικογένειες) στα οποία έχει επικρατήσει η κοινή ονομασία «ρίγανη». Η οικογένεια Lamiales αναφέρεται ως η πιο σημαντική, καθώς περιέχει το γένος *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά φυτά ρίγανης (Makri, 2002). Ο όρος «ρίγανη» 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). Κατά τον Lawrence (1984) σε παγκόσμιο επίπεδο, 4 φυτικά είδη χρησιμοποιούνται κυρίως υπό αυτήν την ονομασία. Τα συγκεκριμένα είδη είναι τα εξής: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (κν. ελληνική ρίγανη), *Thymbra capitata* (κν. ισπανική ρίγανη), *Origanum onites* (κν. τούρκικη ρίγανη) και *Lippia graveolens* (κν. μεξικάνικη ρίγανη).

Σε εκτεταμένες έρευνες στην Ελλάδα από τις Kokkini & Vokou (1989) αναγνωρίστηκαν 4 είδη ρίγανης με κυρίαρχο συστατικό την καρβακρόλη. Αναλυτικότερα, αυτά ήταν τα εξής: *Thymbra capitata*, *Satureja thymbra*, *Origanum onites* και *Origanum vulgare*. Τα ίδια είδη είναι ευρέως γνωστά και στην γειτονική Τουρκία όπου και χρησιμοποιούνται υπό την εμπορική ονομασία «kekik», ενώ ταυτόχρονα θεωρούνται με τη σειρά τους και πλούσια από καρβακρόλη (Kirimer, 1995).

### 1.2.3 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 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, αντινευρικά, διουρητικά ή καθαρτικά. Τέλος, πολλά σπέρματα φυτών περιέχουν δεψικές ουσίες, κόμμεα ή φυτικές βλεννώδεις ουσίες (Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999; Βαρδακάκης, 1993).



**Εικόνα 1:** Σπόρος και κάλυκας του *T. capitata* (A), *S. thymbra* (B) και *O. vulgare* subsp. *hirtum* (C). Ο κάλυκας του θυμαριού εμφανίζεται κλειστός (επάνω) και ανοιχτός (κάτω). Μικρές «φυσαλίδες» στις επιφάνειες του κάλυκα φανερώνουν ποσότητες αιθέριου ελαίου που περιέχουν οι κεφαλές από τα αδενώδη τριχίδια εκκρίσεως (Thanos *et al.*, 1995).

### 1.3 Βοτανική & Γεωγραφική εξάπλωση μελετούμενων ειδών

#### 1.3.1 *Satureja thymbra* L. (οικ. Lamiaceae)

Κοινώς: το θρούμπι, η θρούμπη  
Γαλλικά: sarriette

Αγγλικά: savory  
Ισπανικά: orégano cabruno



**Εικόνα 2:** Αντιπροσωπευτικό φυτό του καλλιεργούμενου είδους *S. thymbra* που υφίσταται έως και σήμερα στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. στη περιοχή των Σπάτων.

Γένος με 10 είδη κατ'εξοχήν αρωματικά, ιθαγενή ιδίως των περιοχών της Μεσογείου και των Βαλκανίων (Skoula *et al.*, 2005). Είναι γνωστό και ως γεροντόχορτο ή τραγορίγανη. Το θρούμπι είναι πολυετής ξυλώδης και ημιαιθαλής θάμνος, και αυτοφύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως και σε υψόμετρο 1600m (Εικόνα: 2). Συνήθως το ύψος του φτάνει περίπου τα 40cm, με διάμετρο όσο και το ύψος του. Τα φύλλα του είναι γκριζοπράσινα, επιμήκη διαστάσεων 9-14×3-5mm,

αρώματος χαρακτηριστικού με το αντίστοιχο του θυμαριού. Τα άνθη του είναι μικρά, σωληνοειδή, ρόδινου χρώματος που εκφύονται σε σπονδυλωτά στελέχη. Ο κάλυκας είναι τριχωτός. Η στεφάνη συνήθως είναι διαστάσεων από 8-12mm, έχει το άνω χείλος ευθύ, ακέραιο ή ακρόκοιλο, μικρότερο από το κάτω που είναι τρίλοβο. Ανθίζει στη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού (Απρίλιος-Ιούνιος). Πολλαπλασιάζεται με σπόρο το φθινόπωρο ή την άνοιξη, καθώς και με μοσχεύματα μαλακού ξύλου το καλοκαίρι. Ευδοκimeί σε ουδέτερα ή αλκαλικά, καλά αποστραγγιζόμενα και ηλιόλουστα εδάφη. Αντέχει ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες, μέχρι και της τάξεως των -5°C. Συνήθως δεν προσβάλλεται από μύκητες και έντομα (Κανταρτζής, 2007). Χαρακτηρίζεται από την αρχαιότητα για τις αντισηπτικές και αντιβακτηριδιακές του ιδιότητες, καθότι έφτιαχναν μ' αυτό το λεγόμενο «θρυμβήτη οίνο». Η χρήση του στην ιατρική σύμφωνα με τον Ιπποκράτη, ενδείκνυται επί πνευμονικών αποστημάτων. Βελτιώνει την πέψη, καταπραΰνει τις νευροπάθειες, συνιστάται για βρογχίτιδα και άσθμα, όπως επίσης για πληγές και τσιμπήματα εντόμων. Η ξηρή του δρόγη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αρτυματικό, ενώ αντίστοιχα το αιθέριο έλαιό του σε αρκετές των περιπτώσεων στη Βιομηχανία Τροφίμων για βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, όπως της οσμής και γεύσης. Τέλος, απαντάται και ως ανθοκομικό στην Αρχιτεκτονική Τοπίου, ως γλαστρικό φυτό για διακόσμηση παραθύρων, εξωστών και φυτοδωμάτων (green roofs). Συνδυάζεται πολύ καλά με άλλα αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά κυρίως στην πρώτη γραμμή του ανθώνα (Skoula *et al.*, 2005).

### 1.3.2 *Thymbra capitata* (L.) Cav. (οικ. Lamiaceae)

Συνώνυμο: *Coridothymus capitatus* (L.) Rchb. f.

Κοινώς: ελληνικό θυμάρι

Γαλλικά: farigoule

Αγγλικά: garden thyme

Ισπανικά: tomillo comun



**Εικόνα 3:** Αντιπροσωπευτικό φυτό του αυτοφυούς είδους *T.capitata* που υφίσταται έως και σήμερα στο οροπέδιο Φαγιά της νήσου Κεφαλονιάς.

Το θυμάρι ή θύμος όπως το ονόμαζαν οι αρχαίοι, προέρχεται από τη λέξη *θύμον* και σχετίζεται με τη λέξη *θυμός* (πνεύμα) που αρχικά σήμαινε «κάπνισμα» από το λατινικό *fumus* (καπνός) -εξ ου και το perfume- και το ρήμα *θύειν* με σύγχρονη εκδοχή του θεραπεύω, καπνίζω, θυσιάζω, θυμιάζω (Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια, 1960). Θυμός κατά την αρχαιότητα δε σήμαινε οργή, αλλά ζωτική δύναμη και βούληση, όπως μας επαληθεύουν οι λέξεις λιπόθυμος, εύθυμος και πρόθυμος. Πρόσθετα όμως φαίνεται το άρωμά του να συνδέεται με το παλαιό αιγυπτιακό *tham*, υποδεικνύοντας ότι χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν σε διαδικασίες μουμιοποίησης.

Παγκοσμίως τα είδη του ξεπερνούν τα 100, ενώ στην Ελλάδα αυτοφύονται 3 και μάλιστα το 1 από αυτά έχει χαρακτηριστεί ως ενδημικό (*T.calostachya*). Είναι πολυετής φρυγανώδης θάμνος με σύνηθες ύψος από 25-50cm (Εικόνα: 3). Οι βλαστοί του είναι διακλαδιζόμενοι όρθιας ανάπτυξης, ισχυροί, τετραγωνικού σχήματος και με λίγο χνούδι (Κανταρτζής, 2007). Τα φύλλα του είναι γραμμοειδή, σχεδόν λεία, άμισχα και διαστάσεων περίπου από 2-8mm. Τα άνθη του είναι μικρά και ροδόχρωμα, ενώ διατάσσονται σε 2-4 στάχεις στους τελευταίους σπονδύλους των βλαστών. Ανθίζει συνήθως από αρχές Ιουνίου έως και τέλη Ιουλίου-αρχές Αυγούστου (Κανταρτζής, 2003). Αυτοφύεται σε λιβάδια και χερσαίες εκτάσεις της Μεσογείου από την επιφάνεια της θάλασσας μέχρι και σε υψόμετρο 2000m. Αναπτύσσεται καλά σε ξηρικά εδάφη μέτριας γονιμότητας, ενώ σε ποτιστικά αποδίδει περισσότερο σε φυτική δρόγη και χαμηλής ποιότητας αιθέριο έλαιο (Cainadas, 1999). Ακατάλληλα εδάφη θεωρούνται αυτά που χαρακτηρίζονται από αυξημένη υγρασία. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και παραφυάδες. Συγκεκριμένα το σπορείο δημιουργείται από τις αρχές Αυγούστου, ενώ η μεταφύτευση τον Οκτώβριο-Νοέμβριο. Οι παραφυάδες αποσπώνται γύρω στο Μάρτιο-Απρίλιο του επόμενου χρόνου με σκοπό να μεταφυτευτούν (Κουτσός, 2006). Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες έως και της τάξεως των -12°C, ενώ δεν έχει γίνει ιδιαίτερη αναφορά προσβολής του από μύκητες και έντομα.

Το θυμάρι είναι σήμερα από τα πλέον σημαντικά αρωματικά φυτά. Είναι πολύτιμο μελισσοκομικό φυτό, ενώ στο φλοιό της ρίζας του αποδίδονται φαρμακευτικές ιδιότητες (Davis, 1982). Πολλοί το χρησιμοποιούν ως ρίγανη γιατί έχει παρόμοια οσμή λόγω της καρβακρόλης, ενώ η ξηρή δρόγη ή το αιθέριο έλαιό του παίζουν σημαντικό ρόλο στη Βιομηχανία Τροφίμων για βελτίωση οργανοληπτικών χαρακτηριστικών (Δαφερέρα, 2006). Μειώνει αποτελεσματικά τα επίπεδα τριγλυκεριδίων και χοληστερίνης στο αίμα γι'αυτούς που πάσχουν από καρδιαγγειακά προβλήματα (Σκρουμπής, 1978). Αποτελεί συστατικό σκευασμάτων για αντιμετώπιση νευραλγιών, καθώς επίσης και για την αντισηψία του στόματος. Διακρίνεται για τα μεγάλα ποσοστά περιεκτικότητάς του σε φαινόλες, με τις καρβακρόλη και θυμόλη να είναι οι επικρατέστερες για την αντισηπτική του δράση. Κατά τον Σκρουμπή (1978), η θυμόλη φαίνεται να είναι υπεύθυνη για τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες.

Τέλος, απαντάται και ως ανθοκομικό στην Αρχιτεκτονική Τοπίου, ως γλαστρικό φυτό για διακόσμηση παραθύρων, εξωστών και φυτοδωμάτων (green roofs). Συνδυάζεται πολύ καλά με άλλα αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά κυρίως στην πρώτη

γραμμή του ανθώνα, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και σε βραχόκηπους (Skoula *et al.*, 2005).

### 1.3.3 *Thymus holosericeus* Celak. (οικ. Lamiaceae)

Συνώνυμο: *Thymus striatus* subsp. *holosericeus* (Čelak.) Nyman

Χαρακτηρισμός: ενδημικό Ιονίων νήσων

Κοινώς: λεμονοθύμαρο



**Εικόνα 4:** Αντιπροσωπευτικό φυτό του αυτοφυούς είδους *T.holosericeus* που υφίσταται έως και σήμερα στον επωνομαζόμενο βιότοπο CORINE του όρους Αίνος της νήσου Κεφαλονιάς.

Το είδος *T.holosericeus* αποτελεί ενδημικό είδος των Ιονίων νήσων, με κύρια εξάπλωση στις νήσους Κεφαλονιά και Λευκάδα (Εικόνα: 4). Το λεμονοθύμαρο αυτοφύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως και σε υψόμετρο που κυμαίνεται από 800-1000m. Συγκεκριμένα, απαντάται στις εξής περιοχές της νήσου Κεφαλονιάς: Α) Στον επωνομαζόμενο βιότοπο CORINE, που εκτείνεται στις κορυφές του όρους Αίνος και Ρούδι. Β) Στον χαρακτηρισμένο βιότοπο NATURA, και συγκεκριμένα στον Καλόν όρος. Γ) Στον «Εθνικό Δρυμό» της οροσειράς του Αίνου. Δ) Στην Αγία Δυνατή, όπου και αυτή με τη σειρά της χαρακτηρίστηκε ως NATURA. Πρόσφατες αναφορές κάνουν λόγο για εμφάνισή του στο όρος Σταυρωτά της νήσου Λευκάδας και σε ορεινές θέσεις της Ζακύνθου, σε μικρούς όμως πληθυσμούς (Λάζαρη & Κρίγκας, 2009).

Το λεμονοθύμαρο φτάνει σε ύψος έως και τα 12cm. Είναι χλωρόδες στα ανώτερα σημεία των βλαστών και αντίστοιχα ξυλώδες στη βάση του. Οι βλαστοί του κυμαίνονται από 3-6cm, με μικρά μεσογονάτια διαστήματα καθότι φαίνεται να είναι από τα πιο πυκνόφυλλα του γένους *Thymus*. Οι διαστάσεις των φύλλων συνήθως κυμαίνονται από 10-15×1,5-2mm. Είναι στενού σχήματος, οξεία και συχνά οδοντωτά, ενώ η βάση τους κατά το ήμισυ χαρακτηρίζεται ως βλεφαριδωτή. Οι ταξιανθίες είναι πολύ πυκνές με επιμήκη βράκτεια φύλλα διαστάσεων συνήθως 9×4mm. Το σχήμα τους ως επί των πλείστον είναι ωοειδές και ξεχωρίζουν για το ανοιχτό μπλε-γκρί και πράσινο χρώμα. Ο κάλυκας συνήθως είναι μεγέθους 4-5mm με σωλήνα λιγότερο ή περισσότερο

κυλινδρικό. Περιβάλλεται από πολλά μακριά αδενώδη τριχίδια ή από ένα παχύ στρώμα λείων τριχών, ανάλογα τη ζωηρότητα του εκάστοτε βλαστού. Τα άνω χείλη των ανθέων είναι μήκους μόλις 0,5mm, στενώς λογχοειδή με βλεφαριδωτή στεφάνη της τάξεως των 7-9mm και είναι χαρακτηριστικά έντονου ροζ-μωβ χρώματος. Η έναρξη της ανθοφορίας πραγματοποιείται γύρω στις αρχές-μέσα Ιουνίου, ενώ μπορεί να διαρκέσει έως και το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουλίου. Πολλαπλασιάζεται κυρίως αγενώς, με παραφυάδες ή με ζωηρά μοσχεύματα που προέρχονται από φυτά πλήρως εγκλιματισμένα στις εδαφοκλιματικές συνθήκες των υπό μελέτη περιοχών.

Θα πρέπει βέβαια να γίνει αντιληπτό, ότι αρκετά από τα παραπάνω δεν θα μπορούσαν να είναι πλήρως τεκμηριωμένα βιβλιογραφικά, καθότι αποτελούν πληροφορίες προσωπικών μας συλλογών για το είδος. Το είδος *T.holosericeus*, η βοτανική περιγραφή του καθώς και η παράθεση των σχετικών αποτελεσμάτων του γίνονται με την όποια επιφύλαξη, ενώ ταυτόχρονα καθιστούν αυτή τη διατριβή ως μια από τις πρώτες που μελέτησαν το ενδημικό αυτό είδος των Ιονίων νήσων.

#### 1.3.4 *Origanum onites* L. (οικ. Lamiaceae)

Συνώνυμο: *Majorana onites* (L.) Benth.

Κοινώς: τούρκικη/νησιώτικη ρίγανη

Γαλλικά: marjolaine sauvage

Αγγλικά: wild oregano

Ισπανικά: orégano



**Εικόνα 5:** Αντιπροσωπευτικό φυτό του καλλιεργούμενου είδους *O.onites* που υφίσταται έως και σήμερα στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. στη περιοχή των Σπάτων.

Είναι είδος του φρυγανικού οικοσυστήματος της ΝΑ Ευρώπης, της Τουρκίας και της Συρίας (Makri, 2002). Σύμφωνα με τους Skoula & Harborne (2002) η εξάπλωση του 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 (Kokkini *et al.*, 2003). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως και σε υψόμετρο των 1400m (Kokkini *et al.*, 2004).

Είναι πολυετής αρωματικός θάμνος, που μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και τα 50cm (Εικόνα: 5). Η τούρκικη ρίγανη είναι φυτό μακράς φωτοπεριόδου (LD), με τιμές άνω των 12h 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 ανακαμπτώμενοι και καλά διακλαδιζόμενοι. Τα μεγάλα φύλλα κυμαίνονται από 10-20×5-12mm 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 2-5mm. Τα μικρά φύλλα είναι πολυάριθμα στο σπόνδυλο με διαστάσεις από 3-6×2-4mm, 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* subsp. *hirtum* (Kokkini *et al.*, 2003). Οι διαστάσεις των βρακτείων φύλλων κυμαίνονται από 2,5-3×2-3mm, ενώ είναι ελλειψοειδή έως ευρέως ωοειδή, άμισχα και κεραμιδοειδώς επικαλυπτόμενα. Αποτελείται από μονόχειλο κάλυκα τις τάξεως των 2-2,5mm, 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 της να κυμαίνονται από 2,5-4mm. 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 1mm. 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 έλαιό 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 ριγανέλαιό του χρησιμοποιείται και ως συστατικό διατροφής των ζώων (Bampidis *et al.*, 2005a).



### 1.3.5 *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietsw. (οικ. Lamiaceae)

Συνώνυμο: *Origanum hirtum* Link

Κοινώς: ελληνική ρίγανη

Γαλλικά: marjolaine bâtarde

Αγγλικά: greek oregano

Ισπανικά: oregano comun



**Εικόνα 6:** Αντιπροσωπευτικό φυτό του καλλιεργούμενου υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* που υφίσταται έως και σήμερα στον πειραματικό αγρό του Γ.Π.Α. στη περιοχή των Σπάτων.

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 των 1500m (Kokkini *et al.*, 2004).

Το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* είναι πολυετής αρωματικός θάμνος, όρθιας ανάπτυξης και το ύψος του κυμαίνεται συνήθως από 30-80cm (Εικόνα: 6). Η ελληνική ρίγανη είναι φυτό μακράς φωτοπεριόδου (LD), με τιμές άνω των 12h 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 1,5-2,5cm. 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 σποδυλωτούς 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* subsp. *hirtum* είναι μικρού μεγέθους, και συγκεκριμένα μικρότεροι του 1mm. 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 ασβεστούχα. 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 ξεραίνεται, 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 στάχυ 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).

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 θυμόλης. Σε αντίστοιχη μελέτη τους κατέληξαν ότι τα έλαια είναι κυρίως δύο τύπων: Α) τύπου καρβακρόλης (>65%). Β) τύπου θυμόλης (>60-65%). Μορφολογικά οι δύο χημειότυποι δε διαφέρουν, παρά μόνο στη μυρωδιά. Το αιθέριο έλαιό 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 ριγανέλαιό του χρησιμοποιείται και ως συστατικό διατροφής των ζώων (Bampridis *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 των περιπτώσεων μέχρι τα 130€/Kg (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

## **1.4 Αιθέρια έλαια**

### **1.4.1 Γενικά περί δευτερογενούς μεταβολισμού**

Τα φυτά συνθέτουν μια πολυπληθή ομάδα ενώσεων με ετερόκλητη μοριακή δομή, τα προϊόντα του λεγόμενου *δευτερογενούς μεταβολισμού*. Αυτές οι ενώσεις, φαίνεται να εμπλέκονται σε μια σειρά φυσιολογικών λειτουργιών. Η παραδοσιακή διάκριση του μεταβολισμού σε πρωτογενή και δευτερογενή, οφείλεται στο γεγονός ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες δεν εμπλέκονται άμεσα σε ζωτικές διαδικασίες που

σχετίζονται με την ανάπτυξη και τη διαχείριση ενέργειας των φυτικών κυττάρων. Εκτός αυτού, κατά το παρελθόν δεν είχαν διασαφηνιστεί οι ρόλοι τους οποίους επιτελούν και υπήρχε ως εκ τούτου η αντίληψη ότι οι ενώσεις αυτές αποτελούν περιττά υποπροϊόντα του πρωτογενούς μεταβολισμού (Buchanan *et al.*, 2000; Mizutani, 1999).

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των δευτερογενών μεταβολιτών είναι το γεγονός ότι συμμετέχουν σε εξειδικευμένες λειτουργίες, συσσωρεύονται κατά περίπτωση σε κύτταρα και ιστούς, οι μοριακές δομές τους παραλλάσσουν ευρέως μεταξύ των φυτικών ειδών και η παρουσία τους συνήθως συνδέεται με τη μορφολογική και φυσιολογική εξειδίκευση των κυττάρων (Λιακόπουλος, 2003; Haslam, 1986). Αν και ο δευτερογενής μεταβολισμός αποτελεί γενικά μόλις το 10% του συνολικού μεταβολισμού στα φυτά, εντούτοις τα προϊόντα του χαρακτηρίζονται από ισχυρή φαρμακευτική δράση. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες εμπλέκονται σε μια σειρά από οικοφυσιολογικούς ρόλους που θα αναφερθούν πιο εκτενώς παρακάτω.

#### **1.4.2 Τι αποκαλείται αιθέριο έλαιο;**

Είναι δύσκολο να δοθεί ένας μόνο ορισμός, καθότι «Δεν υπάρχει μόνο μια, αλλά πολλές απαντήσεις σ' αυτήν την ερώτηση» σύμφωνα με τον καθηγητή Naves (1970). Η έννοια του αιθέριου ελαίου, μπορεί να αποδοθεί αναλόγως με την αντίληψη που έχουν οι επιστήμονες διαφορετικών ειδικοτήτων.

Κατά τον Σαρλή (1994), τα αιθέρια έλαια είναι οργανικές πτητικές ενώσεις σε υγρή μορφή, με ελαιώδη εμφάνιση, και χημική σύσταση που διαφέρει κάθε φορά. Σύμφωνα με τους Κατσιώτη & Χατζοπούλου (2013), ως **αιθέρια έλαια** (essential oils) 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. Πιο συνοπτικά, το αιθέριο έλαιο είναι ένα πτητικό μείγμα οργανικών ενώσεων που παραλαμβάνεται με φυσικούς τρόπους από ένα φυτικό υλικό που μυρίζει. Δεδομένου ότι είναι πτητικές τα μόριά τους εξατμίζονται εύκολα, και διασκορπίζόμενα στον ατμοσφαιρικό αέρα έρχονται σε επαφή με τα όργανα όσφρησης, τα οποία και διεγείρουν. Προκαλούν έτσι, συνήθως μια ευχάριστη αίσθηση χαρακτηριστική για το κάθε είδος.

Η ποιότητα των αιθέριων ελαίων φυτών τύπου «ρίγανης», καθορίζεται κυρίως από την ποσοστιαία περιεκτικότητα και τη χημική σύστασή τους. Οι δύο αυτοί παράγοντες παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα ανάλογα με τους γονότυπους των ειδών, 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 το γονότυπο, σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες που ευθύνονται για μικρότερο ποσοστό παραλλακτικότητάς του (Novak *et al.*, 2003).

### 1.4.3 Ρόλος των αιθέριων ελαίων

Τα μονοτερπένια και σεσκιτερπένια δεκαετίες πριν, θεωρούνταν ως μη λειτουργικά και άχρηστα μεταβολικά προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού (Paech, 1950; Sandermann, 1962). Παρόλα αυτά, μελέτες των τελευταίων χρόνων έδειξαν ότι μπορούν να παίξουν 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 αποδειχτεί ότι αναστέλλουν το φύτρωμα και την ανάπτυξη ανταγωνιστικών φυτών, εκδηλώνοντας με τον τρόπο αυτό φαινόμενα αλληλοπάθειας (Kelsey *et al.*, 1984). Οι Κατσιώτης & Χαντζοπούλου (2013) αναφέρουν ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες γενικά χρησιμεύουν στα φυτά ως μέσα προσαρμογής στις διακυμάνσεις των συνθηκών θερμοκρασίας και του φωτός, των συνθηκών καταπόνησης, μόλυνσης ή κατά των φυτοφάγων ζώων. Όσον αφορά στη σχέση φυτών-ζώων, αυτή φαίνεται να εκδηλώνεται με τους εξής δύο τρόπους: Α) Προσέλκυση των ζώων-εντόμων που συντελούν στην επικονίαση και ως μέσα διασποράς των σπόρων (Kullenberg & Bergstrom, 1975). Β) Μηχανισμοί άμυνας εναντίων των φυτοφάγων ζώων. Πολλά κατώτερα τερπένια παρουσιάζουν απωθητική και αντιτροφική δράση σε έντομα και άλλα φυτοφάγα ζώα (Levin, 1973; Levin, 1976; Kerper *et al.*, 1974).

Δεδομένου ότι σήμερα είναι γνωστές εκατοντάδες τέτοιες ουσίες, αποτελεί αδύνατο να προσδιοριστεί ο πιθανός ρόλος του κάθε μονοτερπενίου και σεσκιτερπενίου. Συνολικά όμως, τα μονοτερπένια και τα σεσκιτερπένια, φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο και στην επιβίωση των φυτών (Croteau, 1992). Υπάρχει όμως και μια πιο σύγχρονη υπόθεση, ότι αυτή η χημική άμυνα των δευτερογενών μεταβολιτών μπορεί να είναι και απέναντι σε αβιοτικές καταπονήσεις (stress) όπως η έλλειψη νερού και οι ακραίες κλιματικές συνθήκες (Holopainen, 2004).

Αρκετοί ερευνητές πιθανολογούν για διάφορους άλλους ρόλους των αιθέριων ελαίων:

- Προστατεύουν τα φυτά από την υψηλή θερμοκρασία μέσω της εξάτμισής τους, καθώς έτσι μειώνεται η θερμοκρασία τους (Werker, 1993).
- Το ρητινώδες περιεχόμενό τους συμβάλλει στην κάλυψη των πληγών του φλοιού, και έτσι αποφεύγεται η σήψη των φυτικών ιστών (Σκρουμπής, 1985).
- Κάνουν τα φυτά πιο ανθεκτικά στις ξηροθερμικές συνθήκες ελαττώνοντας τη διαπνοή με την ύπαρξή τους στους μεσοκυττάριους χώρους (Mahmoud & Croteau, 2002).
- Αυξάνουν με τη σειρά τους την ταχύτητα κυκλοφορίας των θρεπτικών στοιχείων που ρυθμίζουν το μεταβολισμό του φυτού.
- Δρουν καταλυτικά στο μεταβολισμό των γλυκοζιτών και άλλων ουσιών (Wink, 1997).
- Ίσως δρουν και ως ορμόνες σε διάφορες λειτουργίες του φυτού.
- Προστατεύουν τα φυτά από το ψύχος, γιατί λόγω της εξάτμισής τους σχηματίζουν προστατευτικό νέφος γύρω τους (Δόρδας, 2012).
- Επιδρούν θετικά στην ανάπτυξη και εδραίωση άλλων φυτών γύρω από αυτά (Σκρουμπής, 1985).

Καμία από τις παραπάνω υποθέσεις δε δίνει μια σαφή απάντηση για τον ακριβή ρόλο που διαδραματίζουν τα αιθέρια έλαια στα φυτά. Πιθανόν, ο ρόλος τους να είναι ο συνδυασμός όλων των παραπάνω (Σκρουμπής, 1985; Wink, 2003).

#### **1.4.4 Που απαντώνται τα αιθέρια έλαια;**

##### 1.4.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα αιθέρια έλαια μπορεί να βρίσκονται σε οποιοδήποτε φυτικό κυτταρικό ιστό ή σε ειδικά κύτταρα, αδένες ή αγωγούς που απαντώνται σε διάφορα μέρη του φυτού όπως στα φύλλα, στις ρίζες, στα άνθη, στους καρπούς ή τους σπόρους (Εικόνα: Π7, Παράρτημα). Οι τύποι των δομών στα φυτικά μέρη που περιέχεται το αρωματικό έλαιο είναι διαφορετικοί, και εξαρτώνται από τον τύπο του φυτού και την οικογένεια του είδους. Για παράδειγμα τα είδη των οικογενειών Lamiaceae, Verbanaceae και Geraniaceae διαθέτουν προεξέχοντα αδενικά τριχίδια τα οποία είναι υπεύθυνα για την παρουσία του αιθέριου ελαίου, ενώ των Apiaceae διαθέτουν ελαιοαγωγούς στους καρπούς και σε εσωτερικές εκκριτικές κοιλότητες, γνωστές σαν σχιζογενείς κοιλότητες, στα φύλλα και στις ρίζες τους (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013). Σύμφωνα με τον Denny (1991), οι εκκριτικές δομές μπορούν να καταταχθούν σε δύο κατηγορίες, στις *επιφανειακές* και *υποδόριες* δομές. Μετά βεβαιότητας μπορεί να ειπωθεί, ότι σε διάφορα φυτικά μέρη των ειδών της οικογένειας Lamiaceae υφίστανται επιφανειακά αιθέρια έλαια, και συγκεκριμένα στα αδενώδη τριχίδια (Werker, 2000).

##### 1.4.4.2 ΜΗ ΑΔΕΝΩΔΗ ΤΡΙΧΙΔΙΑ

Τα *μη αδενώδη τριχίδια* (non-glandular hairs) μπορεί να είναι μονοκύτταρα ή πολυκύτταρα, διακλαδιζόμενα ή μη. Τα πολυκύτταρα μη αδενώδη τριχώματα μπορεί να αποτελούνται από μια, δύο ή πολλές σειρές κυττάρων. Μπορεί να διαφέρουν σε μήκος, μέγεθος και σχήμα, να είναι συμμετρικά ή ασύμμετρα, ομοιόμορφα στο πλάτος ή το πλάτος τους να αλλάζει κατά μήκος του τριχώματος, να συγκλίνουν ή να αποκλίνουν οι κορυφές τους. Προσφέρουν προστασία όχι μόνο στα φύλλα, αλλά και στα μικρότερα σε μέγεθος αδενώδη τριχώματα (Werker, 2000). Στα μη αδενώδη τριχώματα κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξής τους συσσωρεύονται δευτερογενείς μεταβολίτες, και συγκεκριμένα φαινολικές ουσίες, οι οποίες προσφέρουν προστασία όχι μόνο έναντι των παθογόνων αλλά και της υπεριώδους ακτινοβολίας (Tevini, 1994; Bornman, 1999). Επομένως, αφ' ενός αποτελούν φράγματα μηχανικής και χημικής προστασίας έναντι εντόμων και παθογόνων, αλλά και αφ' ετέρου συνιστούν αποτελεσματικά φίλτρα έναντι της υπεριώδους ακτινοβολίας (Καραμπουρνιώτης, 2003). 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 τους να απαντάται στην κάτω επιφάνεια (Bosabalidis, 2002).

##### 1.4.4.3 ΑΔΕΝΩΔΗ ΤΡΙΧΙΔΙΑ

Τα *αδενώδη τριχίδια* (glandular hairs) διαφέρουν στη χημική σύσταση των ουσιών που εκκρίνουν ή βιοσυνθέτουν, στη δομή τους, στη θέση που εντοπίζονται στο φυτό,

αλλά και στη λειτουργία τους. Όπως ισχύει και για τα μη αδενώδη τριχώματα, υπάρχουν μονοκύτταρα ή πολυκύτταρα, με μία ή πολλές σειρές κυττάρων. Μια τυπική αδενώδης πολυκύτταρη τρίχα αποτελείται από: 1) Μία εκκριτική κεφαλή, η οποία περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα εκκριτικά κύτταρα. 2) Ένα μίσχο μονοκύτταρο ή πολυκύτταρο. 3) Ένα ή περισσότερα κύτταρα βάσης. 4) Ένα ή περισσότερα κύτταρα λαιμού ανάμεσα στα κύτταρα του μίσχου και της κεφαλής.

Σε πολλά είδη της οικογένειας Lamiaceae, σύμφωνα με το σχήμα της εκκριτικής κεφαλής εντοπίζονται δύο κύριοι τύποι αδενωδών τριχωμάτων: Α) Τα ασπιδοειδή ή μακράς διάρκειας αδενώδη τριχώματα (peltate hairs). Β) Τα κεφαλοειδή ή μικρής διάρκειας αδενώδη τριχώματα (capitate hairs). Όπως αναφέρεται από τους Ascensão & Pais (1998), ένας αδένας χαρακτηρίζεται ως κεφαλοειδής, αν και εφόσον το μήκος του μίσχου του είναι πάνω από το μισό του ύψους της κεφαλής του.

Τα ασπιδοειδή αδενώδη τριχώματα αποτελούνται από ένα επιδερμικό κύτταρο βάσης, κοντό μονοκύτταρο μίσχο με εφυμενιωμένα αντικλινή πλευρικά τοιχώματα και μεγάλες κεφαλές, περίπου 60-90μm σε διάμετρο. Ο μίσχος είναι πολύ κοντός και βυθίζεται ουσιαστικά μέσα στην επιδερμίδα. Η κεφαλή σε πολλά από τα είδη των Lamiaceae αποτελείται από δύο ευδιάκριτους ομόκεντρους κύκλους κυττάρων, τέσσερα στη μέση σε έναν ενιαίο δίσκο και έναν μεταβλητό αριθμό 12-18 περιφερειακών κυττάρων που τα περιβάλλουν. Αναφέρεται ότι στο *T.capitata* η κεφαλή των τριχών έχει 14 κύτταρα, ενώ στην *O.vulgare* και *S.thymbra* 12 κύτταρα (Werker *et al.*, 1985a, b). 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).

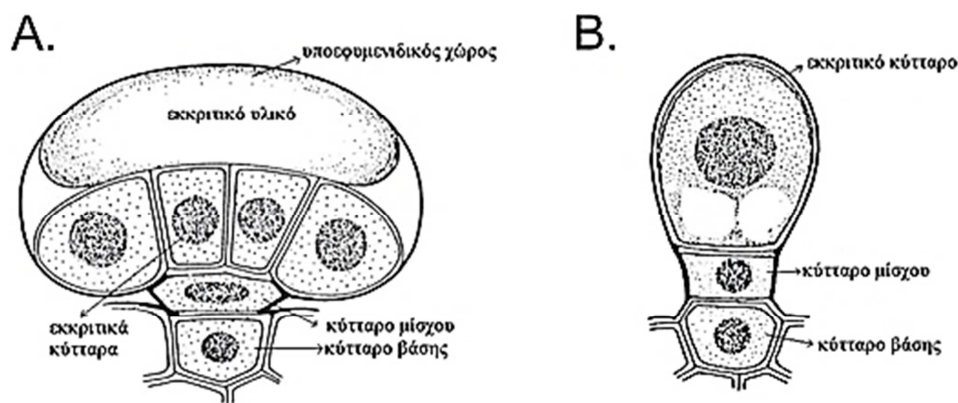
Τα κεφαλοειδή αδενώδη τριχώματα της οικογένειας Lamiaceae έχουν κατηγοριοποιηθεί σε τρία είδη, αναλόγως με τη δομή τους. Ο τύπος I τρίχας (κοντός) αποτελείται από ένα κύτταρο βάσης, έναν σχετικά κοντό μονοκύτταρο μίσχο και μια ευμεγέθη εκκριτική κεφαλή που αποτελείται από ένα ή δύο κύτταρα, καλυμμένα με μια λεπτή εφυμενίδα. Ο τύπος II τρίχας (μεσαίος) αποτελείται από ένα κύτταρο βάσης σχετικά κοντό, έναν μονο/δικύτταρο μίσχο, ένα βραχύ κύτταρο λαιμού και μια εκκριτική κεφαλή, η οποία αποτελείται από ένα επίμηκες κύτταρο ίδιας διαμέτρου καλυμμένο με παχιά εφυμενίδα. Ο τύπος III τρίχας (μακρύς) είναι ευμεγέθης, με ένα μακρύ μίσχο που αποτελείται από 1-3 κύτταρα με κωνική μορφή, ένα κύτταρο λαιμού και μια μονοκύτταρη κεφαλή. Οι κεφαλοειδείς τρίχες είναι μικρότερες σε μέγεθος από τις ασπιδοειδείς, εμφανίζονται σε πυκνότερους πληθυσμούς και παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραλλακτικότητα. Ο τύπος που απαντάται πιο συχνά στα Lamiaceae είναι ο τύπος I, ο οποίος μπορεί να είναι είτε μοναδικός όπως στα γένη *Satureja* και *Thymbra*, είτε να συνυπάρχει με τον τύπο II όπως στο γένος *Origanum*. (Bosabalidis, 2002). Υπάρχουν όμως και εξαιρέσεις, όπως στο φασκόμηλο και στο σιδερίτη που διαθέτουν και τριχίδια τύπου III (Modenesi *et al.*, 1984; Danilova & Kashina, 1989).

Η κύρια λειτουργία των αδενωδών τριχωμάτων είναι η παραγωγή και η απέκκριση δευτερογενών μεταβολιτών, οι οποίοι είτε είναι τοξικοί για τα παθογόνα και τα φυτοφάγα ζώα, είτε μεσολαβούν στην επικονίαση. Τα προϊόντα αυτά είναι συνήθως πτητικά μίγματα (αιθέρια έλαια) μονοτερπενίων και διτερπενίων (Καραμπουρνιώτης, 2003). 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 ειδών της οικογένειας Lamiaceae όπως στον κάλυκα, στην στεφάνη, στους στήμονες και στα καρπόφυλλα (Modenesi *et al.*, 1984; Servettaz *et al.*, 1994).

Οι δύο τύποι αδένων διαφέρουν εκτός από τη μορφολογία τους και:

1. **Στη διάρκεια της εκκριτικής δραστηριότητας.** Στα κεφαλοειδή αδενώδη τριχώματα η παραγωγή των ελαίων ξεκινά και σταματά ταχύτατα και έχει ως στόχο την προστασία των νεαρών οργάνων του φυτού, ενώ τα ασπιδοειδή συνεχίζουν την σταδιακή παραγωγή και συσσωρεύσή τους με σκοπό την προστασία των ώριμων οργάνων του φυτού (Werker *et al.*, 1985a; Russo *et al.*, 1998).
2. **Στον τύπο της έκκρισης.** Στα κεφαλοειδή αδενώδη τριχώματα, τα έλαια εκκρίνονται στον εξωτερικό χώρο, ενώ στα ασπιδοειδή συσσωρεύονται σε έναν υποεφυμενιδικό χώρο και δεν εκκρίνονται, εκτός και αν κάποιος εξωτερικός παράγοντας καταστρέψει τον αδένα (Werker, 1993).
3. **Στο είδος των εκκρινόμενων ενώσεων.** Τα ασπιδοειδή αδενώδη τριχώματα φαίνεται να περιέχουν τις μεγαλύτερες ποσότητες των αιθερίων ελαίων, αν και οι Ascensão *et al.* (1999) αναφέρουν ότι και σε κάποια είδη κεφαλοειδή τριχώματα εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες αιθερίων ελαίων (Kokkini *et al.*, 1994). Όμως μόνο τα ασπιδοειδή αδενώδη τριχώματα, σύμφωνα με τους McCaskill *et al.* (1992) και Hallahan (2000) φαίνεται να συσσωρεύουν μονοτερπένια στον υποεφυμενιδικό χώρο, ενώ τα κεφαλοειδή αδενώδη τριχώματα εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες πολυσακχαριτών.

Στα νεαρά άνθη, ο κάλυκας είναι πυκνά καλυμμένος στην αποαξονική επιφάνειά του από όλους τους τύπους των αδένων. Κατά τη διάρκεια της άνθισης σε είδη όπως το *O. vulgare* και σε ορισμένα του γένους *Salvia*, στη στεφάνη παρατηρούνται κεφαλοειδείς αδένες στην αποαξονική επιφάνεια. Υπάρχει όμως μεγάλη διαφοροποίηση όσον αφορά στη θέση και στον τύπο των αδενωδών τριχωμάτων στην προσαξονική επιφάνεια της στεφάνης (Werker, 1993). Στο είδος *O. vulgare*, το ποσοστό των αιθερίων ελαίων αλλά και ο αριθμός των ασπιδοειδών αδένων είναι μεγαλύτερος στα άνθη από ότι στα φύλλα, και μάλιστα αυτό το φαινόμενο είναι πιο έντονο στο χημειότυπο της θυμόλης (Werker *et al.*, 1985a).



**Εικόνα 7:** Τυπικά αδενώδη τριχώματα της οικογένειας Lamiales. Α) Ασπιδοειδές αδενώδες τριχώμα Β) Κεφαλοειδές αδενώδες τριχώμα (Πηγή: Fahh, 2000).

## 1.4.5 Βιοσύνθεση αιθέριων ελαίων

### 1.4.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

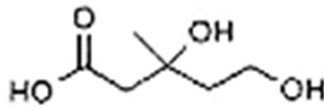
Οι δευτερογενείς μεταβολίτες κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες ομάδες: τα τερπενοειδή, τις αζωτούχες ενώσεις και τα φαινολικά συστατικά. Η κατάταξη γίνεται με βάση τη βιοσυνθετική προέλευση του βασικού ανθρακικού σκελετού και την ιδιαίτερη δομή κάθε μορίου (Buchanan *et al.*, 2000). Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου των φυτών της οικογένειας Lamiales ανήκουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τα *τερπένια* και τα *φαινυλοπροπάνια*. Τα τερπένια, είναι αυτά που κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό στην σύσταση του αιθέριου ελαίου, καθότι εμφανίζονται σε μεγαλύτερη συχνότητα και αφθονία (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013). Τα τερπένια συνιστούν την πολυπληθέστερη κατηγορία δευτερογενών μεταβολιτών με περίπου 25.000 μέλη (Buchanan *et al.*, 2000). Τα φαινυλοπροπάνια όταν υπάρχουν, προσδίδουν στο έλαιο ιδιαίτερη οσμή και γεύση. Βιογενετικά, τα τερπένια και τα φαινυλοπροπάνια προέρχονται από διαφορετικές πρόδρομες ουσίες και παράγονται μέσα από διαφορετικά βιοσυνθετικά μονοπάτια (Sangwan *et al.*, 2001). Θα γίνει μια προσπάθεια συνοπτικής περιγραφής της βιοσύνθεσης των πρώτων, καθότι τα *μονοτερπένια* και *σεσκιτερπένια* αποτελούν δύο ομάδες με εξαιρετικά οικονομική σημασία.

### 1.4.5.2 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΤΕΡΠΕΝΙΩΝ

Η βιογένεσή τους ξεκινά από δύο προϊόντα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας του φυτικού οργανισμού, και συγκεκριμένα τα: πυρουβικό και σικιμικό οξύ. Καθότι προϊόν μεταβολισμού των σακχάρων, το πρώτο μετασχηματίζεται σε ακετύλο-CoA. Η συμπύκνωση τριών μορίων αυτού του συνενζύμου δίνει με τη σειρά της το *μεβαλονικό οξύ* (Εικόνα: 8). Αυτό το οξύ μετασχηματίζεται σε δύο μονάδες πυροφωσφορικού ισοπρενίου (IPP), ενώ από τα τελευταία προκύπτει το φωσφορικό διμεθυλ-αλλύλιο (DMAPP). Από αντιδράσεις και μετασχηματισμούς αυτών των δύο, παράγεται το πυροφωσφορικό γερανύλιο (GPP) όπου δίνει και αυτό με τη σειρά του γερανιόλη και άλλα μονοτερπένια. Ταυτόχρονα, από τη συμπύκνωση του GPP με το πυροφωσφορικό ισοπεντενύλιο προκύπτει το πυροφωσφορικό φαρνεσύλιο, το οποίο είναι πρόδρομο των σεσκιτερπενίων (Samuelsson, 1994). Γυρνώντας πίσω, κατά τη δημιουργία του

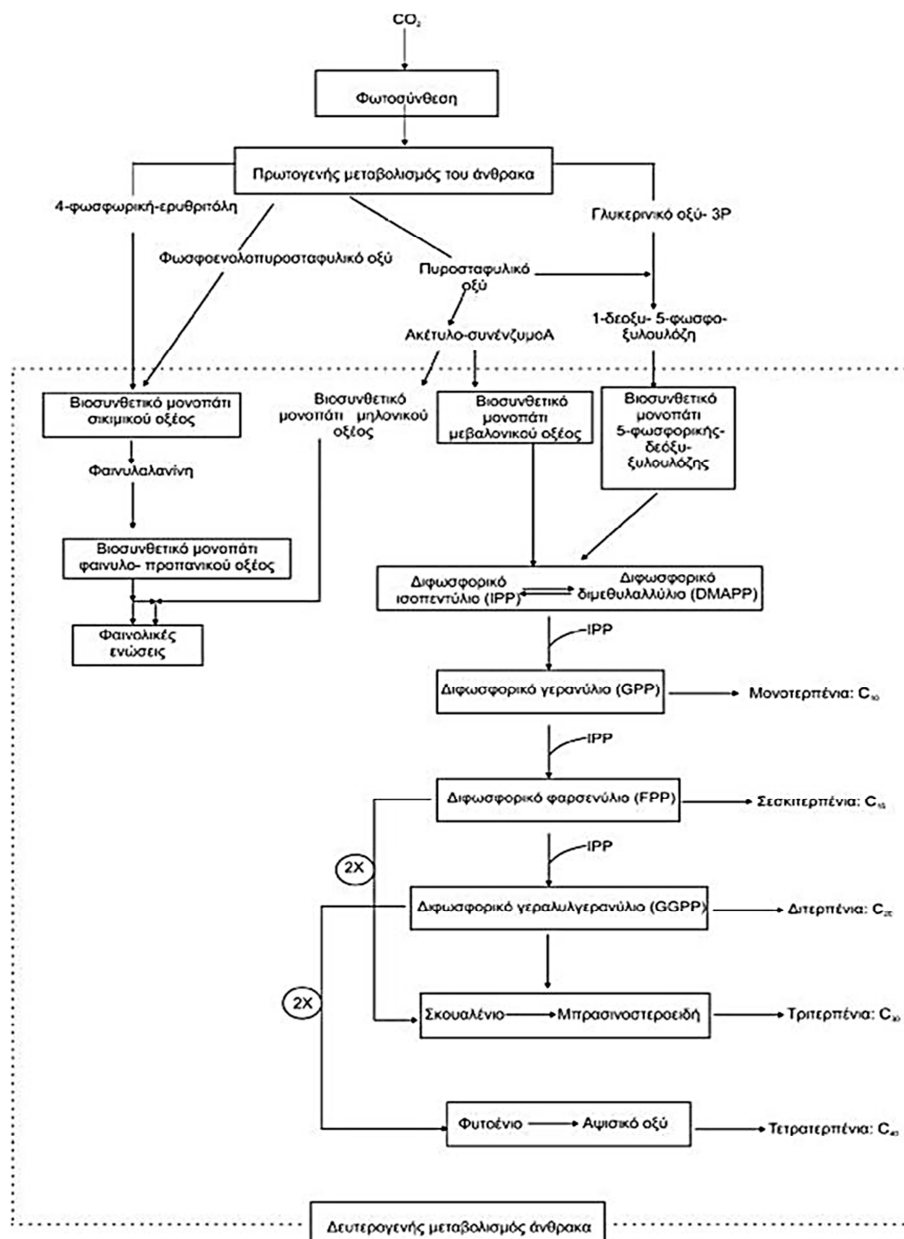


μεβαλονικού οξέος ελάμβαναν χώρα ταυτοχρόνως ευθύγραμμες συμπυκνώσεις μονάδων ακετύλου-CoA, δίνοντας ως αποτέλεσμα λιπαρά οξέα και ακετογενίνες (Ruzicka *et al.*, 1953).



**Εικόνα 8:** Συντακτικός τύπος του μεβαλονικού οξέος.

Από το σικιμικό οξύ ξεκινούν βιοσυνθετικοί οδοί που καταλήγουν σε αρωματικά αμινοξέα, με κυριότερο όλων τη φαινυλαλαμίνη. Από τα αρωματικά οξέα παράγονται τα φαινυλοπροπάνια, όπου και αυτά με τη σειρά τους βοηθούν στη βιοσύνθεση φαινολικών ενώσεων. Μια σχετική απεικόνιση όλων των παραπάνω παρατίθενται.



**Εικόνα 9:** Σχηματική απεικόνιση βιοσύνθεσης τερπενικών και φαινολικών ενώσεων (Πηγές: Buchanan *et al.*, 2000; Κανελλής, 2005).

### 1.4.5.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΕΡΠΙΕΝΙΩΝ

Ο όρος τερπένια προέρχεται από το “terpen” και αποδίδεται στον Kekule, ο οποίος χρησιμοποίησε τον όρο αυτό για να περιγράψει τους υδρογονάνθρακες με μοριακό τύπο  $C_{10}H_{16}$  που βρίσκονται στο τερεβινθέλαιο (Pollard & Heron, 1996). Τα τερπένια ή τερπενοειδή αποτελούν την πιο πολυάριθμη ομάδα συστατικών των αιθέριων ελαίων, και προέρχονται από τη συνένωση δύο ή περισσότερων μονάδων ισοπρενίου ή ισοπεντανίου ( $C_5H_8$ ). Σύμφωνα με τους Wallach (1887) και Ruzicka *et al.* (1953) για τον σχηματισμό τους ισχύει ο κανόνας του ισοπρενίου: όπου μπορεί να θεωρηθεί ότι τα τερπένια προέρχονται από την συνένωση “κεφαλής-ουράς” (head to tail) μονάδων ισοπρενίου (2- μεθυλο-1,3-βουταδιένιο), με τον 1<sup>ο</sup> άνθρακα ως κεφαλή και τον 4<sup>ο</sup> ως ουρά. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα μυρκένιο και  $\alpha$ -πινένιο.

Η ταξινόμησή τους, γίνεται ανάλογα με τον αριθμό των ισοπρενικών μονάδων ( $C_5H_8$ ) που περιέχουν στο μόριο τους (Πίνακας: 3). Έτσι, τα *μονοτερπένια* είναι ενώσεις με 10 άτομα άνθρακα και βιοσυντίθενται από δύο μονάδες ισοπρενίου, τα *σεσκιτερπένια* έχουν 15 άτομα άνθρακα και προέρχονται από τρία μόρια ισοπρενίου κ.ο.κ.

**Πίνακας 3:** Ταξινόμηση τερπενίων με βάση τον αριθμό μονάδων ισοπρενίου που περιέχουν (Πηγή: Γαλάτης, 2003; McMurry, 2010).

Αριθμός ατόμων C	Μονάδες ισοπρενίου ( $C_5H_8$ )	Ταξινόμηση
10	2	Μονοτερπένιο ( $C_{10}H_{16}$ )
15	3	Σεσκιτερπένιο ( $C_{15}H_{24}$ )
20	4	Διτερπένιο ( $C_{20}H_{32}$ )
25	5	Σεστερτερπένια ( $C_{25}H_{40}$ )
30	6	Τριτερπένιο ( $C_{30}H_{48}$ )
40	8	Τετρατερπένια ( $C_{40}H_{64}$ )
>40	n	Πολυτερπένια ( $C_5H_8$ ) <sub>n</sub>

Τα επιμέρους τερπενικά συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες: στα *οξυγονούχα* και στα *μη οξυγονούχα*. Στα μη οξυγονούχα τερπένια ανήκουν οι υδρογονάνθρακες και ειδικότερα: Α) Μονοτερπένια:  $\beta$ -πινένιο,  $\alpha$ -πινένιο, μυρκένιο, λιμονένιο,  $\gamma$ -τερπινένιο,  $\alpha$ -τερπινένιο, σαβινένιο κ.α. Β) Σεσκιτερπένια: καρυοφυλλένιο, ελεμένιο, χουμουλένιο, γερμακρένιο κ.α. Στα οξυγονούχα τερπένια ανήκουν: Α) Αλκοόλες: κιτρονελλόλη, βορνεόλη, γερανιόλη,  $\alpha$ -τερπινεόλη κ.α. Β) Κετόνες: καρβόνη, πουλεγόνη, καμφορά κ.α. Γ) Φαινόλες: καρβακρόλη, θυμόλη κ.α. Δ) Φαινολικοί αιθέρες: ανηθόλη, σαφρόλη, κ.α. Ε) Αλδεΐδες: βενζοϊκή, κιτράλη, βανιλινική κ.α. (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2013).

### 1.4.5.4 ΤΕΡΠΙΕΝΟΕΙΔΗ ΜΕΛΕΤΟΥΜΕΝΩΝ ΕΙΔΩΝ

Το αιθέριο έλαιο των φυτών «ρίγανης» χαρακτηρίζεται από ισχυρή παρουσία καρβακρόλης ή/και θυμόλης, ενώ συνήθως ακολουθούν το  $\gamma$ -τερπινένιο, το  $p$ -κυμένιο, η λιναλοόλη, η τερπινεν-4-όλη και το υδροσαβινένιο (Kokkini *et al.*, 1997; D’Antuono *et al.*, 2000; Skoula & Harborne, 2002). Όσον αφορά τη συγκεκριμένη μελέτη το

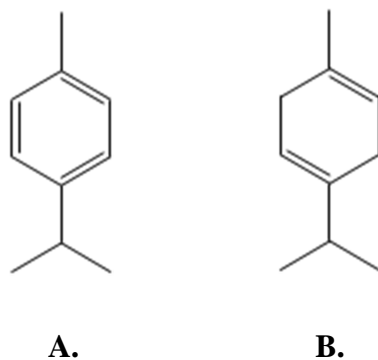
κυρίαρχο φαινολικό συστατικό ήταν η καρβακρόλη, ενώ σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις ακολούθησαν τα:  $\gamma$ -τερπινένιο,  $p$ -κυμένιο,  $\beta$ -καρυοφυλλένιο και λιναλοόλη. Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή των κυριότερων μελετούμενων συστατικών.

## ΜΟΝΟΤΕΡΠΕΝΙΑ

### **A. Υδρογονανθρακικά**

Το  $p$ -κυμένιο είναι μια φυσική αρωματική οργανική ένωση (Εικόνα: 10). 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  $\alpha$ -τερπινένιο απομονώνεται από το αιθέριο έλαιο του κάρδαμου και της μαντζουράνας, αλλά και από άλλες φυσικές πηγές. Το  $\beta$ -τερπινένιο δεν έχει καμία γνωστή φυσική πηγή προέλευσης, αλλά μπορεί να συντεθεί από το σαμπινένιο (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>). Το  $\gamma$ -τερπινένιο και το  $\delta$ -τερπινένιο, θεωρούνται συστατικά φυσικής προελεύσεως και έχουν απομονωθεί από πολλά αιθέρια έλαια διαφόρων φυτικών ειδών (Εικόνα: 10).

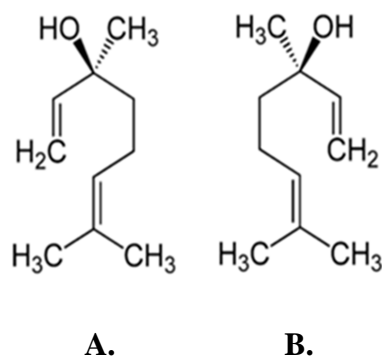


**Εικόνα 10:** Συντακτικός τύπος των: A)  $p$ -κυμένιο και B)  $\gamma$ -τερπινένιο.

### **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: 11). Η ( $S$ )-(+)-λιναλοόλη απαντάται συνήθως στο αιθέριου ελαίου του κολιάντρου, ενώ η ( $R$ )-(-)-

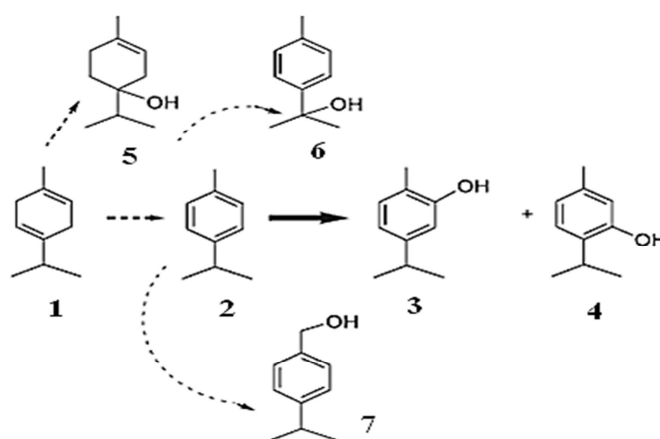
λιναλοόλη παρουσιάζεται σε αυξημένες συγκεντρώσεις στη λεβάντα, στη δάφνη του Απόλλωνος και στον γλυκό βασιλικό.



**Εικόνα 11:** Συντακτικός τύπος των: A) (S)-(+)-λιναλοόλη και B) (R)-(-)-λιναλοόλη.

### Γ. Υδρογονανθρακικές φαινόλες

Η θυμόλη (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>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: 12). Εξάγεται ως μια λευκή κρυσταλλική ουσία, με ευχάριστου αρώματος και με ισχυρές αντισηπτικές ιδιότητες. Η καρβακρόλη (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O), και αυτή με τη σειρά της είναι μια φυσική μονοτερπενική φαινόλη (Εικόνα: 12). 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.



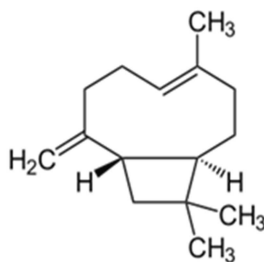
**Εικόνα 12:** Βιοσύνθεση θυμόλης-καρβακρόλης: 1) γ-τερπινένιο 2) *p*-κυμένιο 3) καρβακρόλη 4) θυμόλη 5) τερπινεν-4-όλη 6) *p*-κυμένιο-8-όλη και 7) κουμινλική αλκοόλη (Πηγή: Jordán *et al.*, 2006).

## ΣΕΣΚΙΤΕΡΠΕΝΙΑ

### **A. Υδρογονανθρακικά**

Τα σεσκιτερπένια αποτελούνται από 3 ισοπρενικές μονάδες (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>). 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 (McMurry, 2006).

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: 13). 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 13:** Συντακτικός τύπος του *β*-καρνοφυλλενίου.

### **1.5 Εμφάνιση παραλλακτικότητας σε είδη «ρίγανης»**

Τα τέσσερα εξεταζόμενα είδη χαρακτηρίζονται από σημαντική γεωγραφική εξάπλωση στην Ελλάδα σε συνδυασμό με αξιοσημείωτη μορφολογική και χημική παραλλακτικότητα. Εξαιρέση όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί το είδος *T.holosericeus* για τους ευνόητους λόγους. 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).

## 1.5.1 Εποχική παραλλακτικότητα

### 1.5.1.1 ΕΠΟΧΙΚΟΣ ΔΙΜΟΡΦΙΣΜΟΣ

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*, *garíga*), 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 (*vaPOR pressure deficit*) καθώς και η υψηλή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών (Mendes *et al.*, 2001).

Τα αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά, προκειμένου να αντεπεξέλθουν 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.

### 1.5.1.2 ΕΠΟΧΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ & ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΛΑΙΟΥ

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).

#### 1.5.1.2.1 *Origanum vulgare* subsp. *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 ανάπτυξή 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 Economou *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: 4,5). 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*-κυμένιου με τη μέση τιμή του να φτάνει περίπου το 47,00%(v/v) στα μέσα της χειμερινής περιόδου (Διάγραμμα: 2,3).

**Πίνακας 4:** Εύρος και μέση ποσοστιαία απόδοση του αιθέριου ελαίου των 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).

Species	Essential oil concentration %(v/w)	
	Range	Mean
<i>Origanum onites</i>	3,00 - 4,30	3,62b
<i>Satureja thymbra</i>	4,00 - 6,50	5,08c
<i>Thymbra capitata</i>	3,70 - 5,60	4,40bc
<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>	5,50 - 10,00	7,77a

**Πίνακας 5:** Εύρος και μέση ποσοστιαία συγκέντρωση των αιθέριων ελαίων των 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>	
	Percentage Content (v/v)							
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
<i>p</i> -Cymene	1,43-6,00	3,51	5,32-6,42	5,82	1,62-4,29	2,73	1,62-4,56	2,25
$\gamma$ -Terpinene	1,37-6,51	3,89	16,04-24,36	20,77	1,31-5,65	3,26	1,31-4,90	3,09
Carvacrol	72,25-89,22	79,63a	46,53-58,00	51,90b	82,87-90,89	87,54c	84,36-93,83	90,26c
<i>trans</i> -Caryophyllene	1,36-5,56	2,24	8,92-10,37	9,73	2,61-5,44	3,5	0,96-3,79	1,81

#### 1.5.1.2.2 *Origanum onites* L.

Η παραλλακτικότητα που χαρακτηρίζει το είδος *O.onites* είναι περίπου ίδια με την αντίστοιχη της ελληνικής ρίγανης. Η εκατοστιαία απόδοση της τούρκικης 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  $\gamma$ -τερπινένιο. Κάτι τέτοιο επαληθεύουν και οι Economou *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  $\gamma$ -τερπινένιο ήταν της τάξεως του 3,51%(v/v) και 3,89%(v/v) αντίστοιχα (Πίνακας: 4,5). 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: 6). 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 6:** Ποσοστιαία περιεκτικότητα καρβακρόλης σε συγκεκριμένες φάσεις ανάπτυξης και ώρες της ημέρας (Source: Toncer *et al.*, 2009).

Development stages				
Collecting times (h)	Pre-Flowering	Full-Flowering	Post-Flowering	Mean
6 <sup>00</sup>	24,66 <sup>h</sup>	38,83 <sup>def</sup>	50,42 <sup>abc</sup>	37,97
10 <sup>00</sup>	52,58 <sup>a</sup>	51,06 <sup>ab</sup>	40,76 <sup>de</sup>	48,13
12 <sup>00</sup>	41,81 <sup>de</sup>	43,63 <sup>cde</sup>	39,64 <sup>def</sup>	41,69
16 <sup>00</sup>	37,17 <sup>efg</sup>	32,78 <sup>fg</sup>	44,62 <sup>bcd</sup>	38,19
20 <sup>00</sup>	42,02 <sup>de</sup>	40,83 <sup>de</sup>	51,60 <sup>ab</sup>	44,82
24 <sup>00</sup>	30,97 <sup>gh</sup>	40,94 <sup>de</sup>	37,56 <sup>defg</sup>	36,99
Mean	38,20	41,34	44,10	
LSD (0,05)*	Harvest stages* hours of day = 7,24			

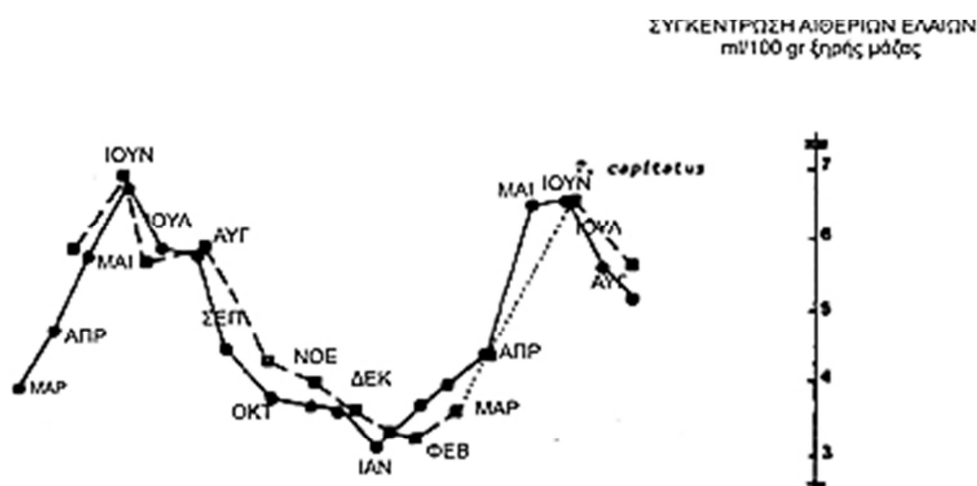
#### 1.5.1.2.3 *Satureja thymbra* L.

Σύμφωνα με τη Γαρδέλη (2009) για το είδος *S.thymbra*, η μικρότερη ποσοστιαία απόδοση αιθέριου ελαίου παρατηρήθηκε πριν την περίοδο της άνθισης με μέση τιμή της τάξεως μόλις 1,80%(v/w), ενώ η μεγαλύτερη στις περιόδους της πλήρους άνθισης και καρποφορίας με αντίστοιχη τιμή της τάξεως του 4,80%(v/w). Η μεγαλύτερη ποσοστιαία συγκέντρωση του *p*-κυμενίου παρατηρήθηκε λίγο πριν την άνθιση, με μια μέση τιμή της τάξεως του 32,20%(v/v). Την ίδια περίοδο, η μέση συγκέντρωση του *γ*-τερπινένιου ήταν μόλις στο ποσοστό του 5,60%(v/v). Σύμφωνα με τους Economou *et al.* (2011), στο στάδιο της πλήρους άνθισης το θρούμπι φαίνεται να αποτελεί είδος με υψηλές ποσοστιαίες αποδόσεις αιθέριου ελαίου, με τιμές να κυμαίνονται από 4,00-6,50%(v/w), ενώ οι αντίστοιχες μέσες συγκεντρώσεις των *p*-κυμένιο και *γ*-τερπινένιο ήταν της τάξεως του 5,82%(v/v) και 20,77%(v/v) αντίστοιχα (Πίνακας: 4,5). Όσον αφορά το είδος *S.thymbra*, βρέθηκε ότι καθώς πλησιάζει η περίοδος πλήρους ανθοφορίας υφίσταται σταδιακή μείωση των συστατικών *p*-κυμένιο και *γ*-τερπινένιο, και ταυτόχρονη αύξηση στους φαινολικούς μεταβολίτες καρβακρόλη και θυμόλη (Chronianopoulos *et al.*, 2006). Συγκεκριμένα στο στάδιο της προάνθισης, τα αιθέρια έλαια περιείχαν θυμόλη ως βασικό συστατικό, ενώ η περίοδος ανθοφορίας συμπίπτει με μια απότομη μείωση των επιπέδων της καρβακρόλης και την επικράτηση της θυμόλης ως το κύριο συστατικό του αιθέριου ελαίου. Οι Kokkini & Vokou (1989), διαπίστωσαν ότι το είδος *S.thymbra* χαρακτηρίζεται από χαμηλές συγκεντρώσεις καρβακρόλης, σε σχέση με άλλα αρωματικά είδη. Τέλος, αξίζει να ειπωθεί ότι σχεδόν σε όλες τις μελέτες

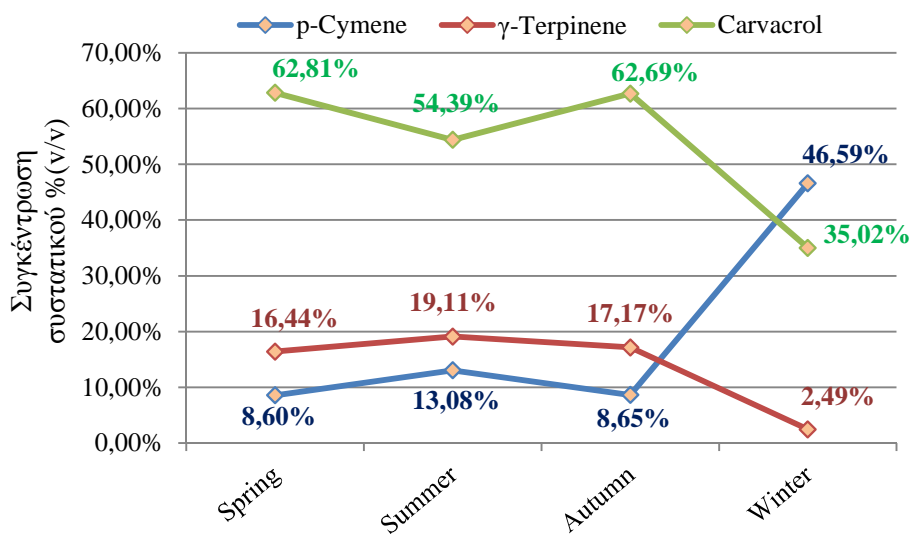
το άθροισμα των δύο φαινολικών μονοτερπενίων και των δύο βιοσυνθετικών προδρόμων τους, εμφάνισε σταθερότητα ασχέτως του πότε πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή του είδους (Γαβριήλ, 2013; Γαρδέλη, 2009).

#### 1.5.1.2.4 *Thymbra capitata* (L.) Cav. (Syn: *Coridothymus capitatus*)

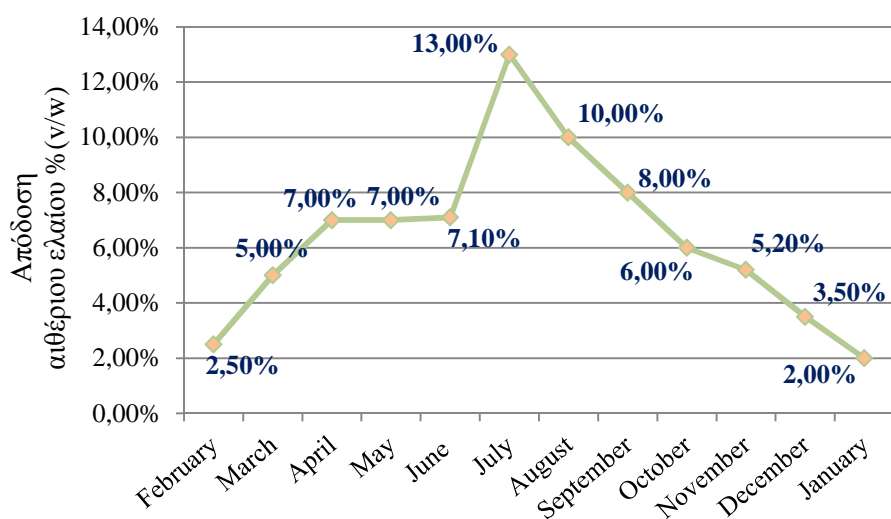
Σύμφωνα με τους Vokou et al. (1984), το υψηλό ποσοστό της συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου που παρατηρείται κατά την περίοδο Ιουλίου-Αυγούστου μειώνεται στο διάστημα των επομένων πέντε μηνών, λόγω φυσικών και βιολογικών διαδικασιών που συμβαίνουν κατά τον διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού (Διάγραμμα: 1). Οι αποδόσεις που προέκυψαν από την έρευνα της Γαρδέλη (2009) κυμάνθηκαν από 1,50-1,70%(v/w) την περίοδο πριν της άνθισης, ενώ αυξήθηκαν σε μεγάλο βαθμό στο στάδιο της καρποφορίας με αντίστοιχες τιμές από 3,50-3,80%(v/w). Η μικρότερη ποσοστιαία συγκέντρωση του γ-τερπινενίου παρατηρήθηκε λίγο πριν την άνθιση, με τιμές που κυμάνθηκαν από 0,80-1,60%(v/v). Την ίδια περίοδο, η μέση συγκέντρωση του p-κυμενίου ήταν μέγιστη, με αντίστοιχες τιμές από 8,00-8,10%(v/v). Κυρίαρχο συστατικό ήταν η καρβακρόλη με ποσοστά που κυμάνθηκαν από 75,70-75,80%(v/v) στο στάδιο της πλήρους άνθισης, ενώ η θυμόλη φαίνεται να μην ανιχνεύτηκε. Κάτι τέτοιο επαληθεύουν και οι Economou et al. (2011), με τιμές να κυμαίνονται από 3,70-5,60%(v/w) για το αιθέριο έλαιο, ενώ οι αντίστοιχες μέσες συγκεντρώσεις των p-κυμένιο και γ-τερπινένιο ήταν της τάξεως του 2,73%(v/v) και 3,26%(v/v) αντίστοιχα (Πίνακας: 4,5). Τέλος, αξίζει να ειπωθεί ότι σε αρκετές μελέτες του είδους *T.capitata* το άθροισμα των δύο φαινολικών μονοτερπενίων και των δύο βιοσυνθετικών προδρόμων τους, εμφάνισε σταθερότητα καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. (Γαβριήλ, 2013; Γαρδέλη, 2009; Kokkini et al., 1997). Με βάση τα παραπάνω, καλύτερη εποχή για συγκομιδή του θυμαριού, τόσο από απόψεως απόδοσης όσο και από περιεκτικότητας σε φαινόλες, είναι κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά την πλήρη άνθιση (Cabo et al., 1987; Economou et al., 2011).



**Διάγραμμα 1:** Εποχικές διακυμάνσεις της συγκέντρωσης αιθερίων ελαίων από τα φύλλα του φυτού *T.capitata*. Οι κύκλοι αντιστοιχούν στο χρονικό διάστημα 1978-1979 και τα τετράγωνα στο χρονικό διάστημα 1981-1982 (Vokou & Margaris, 1986).



**Διάγραμμα 2:** Εποχική διακύμανση των τριών βασικών συστατικών της *O.vulgare* (Source: Gurudatt *et al.*, 2010).



**Διάγραμμα 3:** Διακύμανση της περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου της *O.vulgare* στη διάρκεια του χρόνου (Πηγή: Gurudatt *et al.*, 2010).

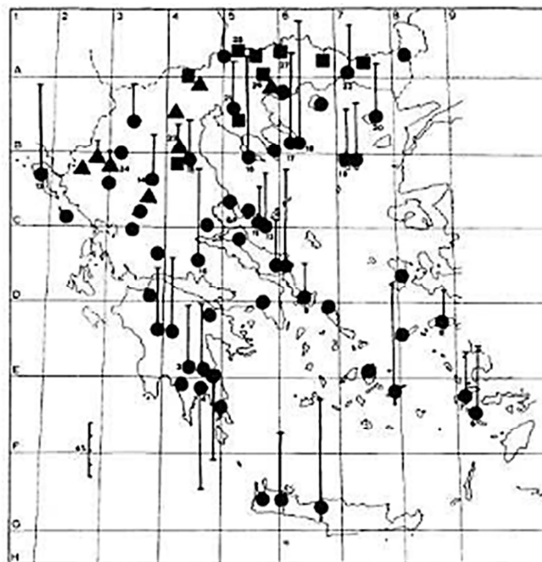
## 1.5.2 Γεωγραφική παραλλακτικότητα

### 1.5.2.1 *Origanum vulgare* subsp. *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: 14). 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.

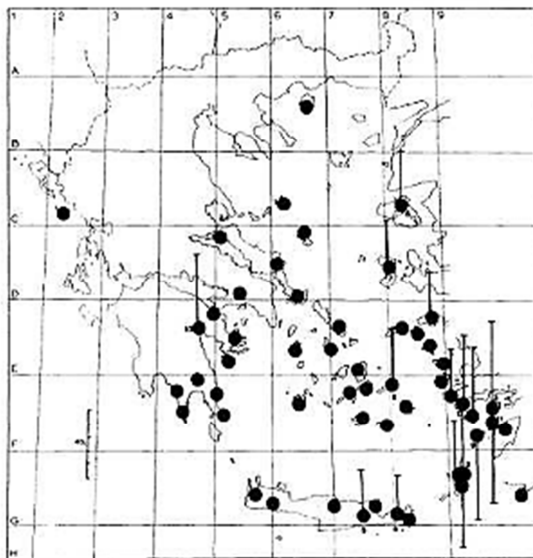


**Εικόνα 14:** Κατανομή της *O.vulgare* στην Ελλάδα και διακυμάνσεις του αιθέριου ελαίου της με βάση το είδος: ● subsp.*hirtum*, ▲ subsp.*viridulum*, ■ subsp.*vulgare* (Πηγή: Vokou *et al.*, 1993).

### 1.5.2.2 *Origanum onites* L.

Αυτοφύεται σε πετρώδεις τόπους της Δ.Στερεάς και Πελοποννήσου, των νησιών του Αιγαίου και της Κρήτης. Οι Chatzopoulou et al. (2004) ισχυρίζονται ότι το είδος διακρίνεται από υψηλή παραλλακτικότητα αποδόσεων και σύστασης αιθέριου ελαίου στον ελλαδικό χώρο (Εικόνα: 15). Σύμφωνα με τους Vokou et al. (1993) η τούρκικη 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 Göniüz et al. (1999), 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 βράκτεια 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 (Göniüz et al., 1999). Η ποσοστιαία απόδοση και σύσταση του αιθέριου ελαίου της *O.onites* φαίνεται να επηρεάζονται με τη σειρά τους από το υψόμετρο. Σύμφωνα με τους Göniüz & Ozorgoko (1999), παρατηρείται αύξηση -μέχρις ενός ορίου- στην εκατοστιαία απόδοση αιθέριου ελαίου όσο το υψόμετρο μεγαλώνει (Πίνακας: 7).



**Εικόνα 15:** Κατανομή της *O.onites* στην Ελλάδα και οι διακυμάνσεις απόδοσης στο αιθέριο έλαιο (Πηγή: Vokou et al., 1993).

**Πίνακας 7:** Μέση ποσοστιαία συγκέντρωση των αιθέριων ελαίων του φυτικού είδους *O.onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης (Πηγή: Gönüz & Ozorgoko, 1999).

Locality	Altitude (m)	Essential oil concentration %(v/w)
Manisa Spil mountain	180	2,60±1,02
	700	3,70±3,44
Kemalpaşa Nif mountain	300	3,40±0,79
	610	3,90±1,54
Salihli Bozdağ	900	4,50±0,91
	400	3,80±0,45
İzmir Çatalkaya	900	4,30±1,04
	270	3,50±0,16
	1020	4,10±0,83

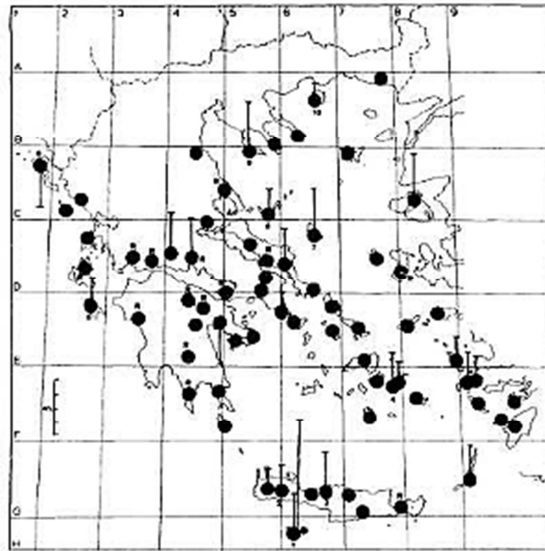
#### 1.5.2.3 *Satureja thymbra* L.

Αυτοφύεται σε πετρώδεις τόπους της Ν.Ελλάδας με χαρακτηριστικούς αντιπροσώπους τη Ν.Πελοπόννησο, τις νήσους των Κυκλάδων και την Κρήτη. Οι Karousou et al. (2005) σε μελέτη της επίδρασης του φυσικού περιβάλλοντος στη σύσταση των αιθέριων ελαίων 13 πληθυσμών του είδους *S.thymbra* σε περιοχές της Κρήτης, διετύπωσαν ότι το γεωγραφικό πλάτος έπαιξε ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο, καθώς οι πληθυσμοί στο νοτιότερο τμήμα του νησιού εμφανίστηκαν παραγωγικότεροι σε σχέση με αυτούς που φύονται βορειότερα, και συγκεκριμένα στην κεντρική και ανατολική Κρήτη (Εικόνα: 16). Επίσης, πέρα από την αντίστροφη σχέση απόδοσης και υψομέτρου παρατηρήθηκε ότι τα δείγματα που συλλέχθηκαν από ξηρούς και θαμνώδεις σχηματισμούς πεδινών περιοχών εμφάνισαν υψηλή ποσοστιαία περιεκτικότητα καρβακρόλης με τιμές έως και 75,70%(v/v), ενώ άλλα που προήλθαν από ορεινές περιοχές εμφάνισαν υψηλότερη ποσοστιαία συγκέντρωση θυμόλης με τιμές έως και 65,60%(v/v). Το θρούμπι απαντάται σχεδόν σ'όλη την Ελλάδα εκτός από τις βόρειες περιοχές, καθώς είναι πλήρως προσαρμοσμένο είδος στο φρυγανικό οικοσύστημα.

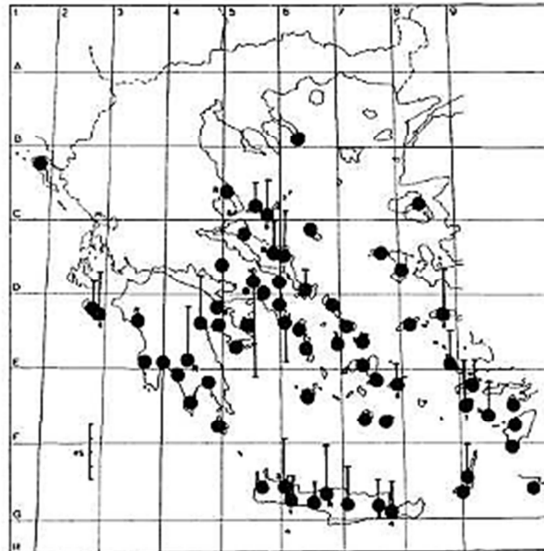
#### 1.5.2.4 *Thymbra capitata* (L.) Cav. (Syn: *Coridothymus capitatus*)

Σύμφωνα με τους Vokou et al. (1993), το είδος *T.capitata* απαντάται σχεδόν σε όλη την επικράτεια εκτός από την Β.Ελλάδα, και αυτό γιατί το είδος είναι πλήρως προσαρμοσμένο στο ξηροθερμικό κλίμα της μεσογειακής λεκάνης (Εικόνα: 17). Σε αρκετές των περιπτώσεων φαίνεται να συνυπάρχει σε μεγάλους πληθυσμούς με το θρούμπι. Σε αντίστοιχο πείραμα 13 πληθυσμών του είδους *T.capitata* σε περιοχές της Κρήτης, φαίνεται ότι και εδώ το γεωγραφικό πλάτος έπαιξε ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο, καθώς οι πληθυσμοί στο νοτιότερο τμήμα του νησιού εμφανίστηκαν παραγωγικότεροι σε σχέση με αυτούς που φύονται βορειότερα, και συγκεκριμένα στην κεντρική και ανατολική Κρήτη. Τα δείγματα που συλλέχθηκαν από ξηροθερμικές πεδινές περιοχές εμφάνισαν υψηλή ποσοστιαία περιεκτικότητα καρβακρόλης με τιμές έως και 72,50%(v/v), ενώ άλλα που προήλθαν από ορεινές περιοχές εμφάνισαν υψηλότερη ποσοστιαία συγκέντρωση θυμόλης με τιμές έως και 61,80%(v/v). Το συγκεκριμένο είδος αποτελεί λαμπρό παράδειγμα, καθώς ο αριθμός των χημειοτύπων του είναι

αρκετά μεγάλος αναλόγως την περιοχή που αυτοφύεται το είδος. Το παραπάνω έρχονται να επιβεβαιώσουν οι De Lisi et al. (2011), οι οποίοι διέκριναν 3 διαφορετικά χημειοτυπικά προφίλ σε υπό εξέταση πληθυσμούς του είδους *T.capitata* που προήλθαν από περιοχές της κεντρικής και βόρειας Ιταλίας. Τα δείγματα που προήλθαν από περιοχές με υγρό κλίμα, χαρακτηρίστηκαν από ισχυρή παρουσία λιναλοόλης με μια μέση τιμή της τάξεως του 58,00%(v/v). Αντιθέτως, δείγματα που προήλθαν από περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες σχεδόν καθ'όλη τη διάρκεια του έτους, είχαν ως κυρίαρχο συστατικό τη γερανιόλη με μια αντίστοιχη τιμή έως και 37,79%(v/v). Τέλος, όπως είναι φυσικό η ισχυρή παρουσία των δύο φαινολών ανιχνεύτηκε σε δείγματα των ξηρών νοτιο-ανατολικών περιοχών, με τις ποσοστιαίες τιμές τους να κυμαίνονται από 38,60-53,60%(v/v). Αντίστοιχα αποτελέσματα προέκυψαν και σε προηγούμενη μελέτη αυτοχθόνων πληθυσμών του είδους που έλαβε χώρα σε περιοχές της Ν.Γαλλίας (Passet, 1971).



**Εικόνα 16:** Κατανομή του *S.thymbra* στην Ελλάδα και οι διακυμάνσεις απόδοσης στο αιθέριο έλαιο (Πηγή: Vokou et al., 1993).



**Εικόνα 17:** Κατανομή του *T.capitata* στην Ελλάδα και οι διακυμάνσεις απόδοσης στο αιθέριο έλαιο (Πηγή: Vokou *et al.*, 1993).

#### 1.5.2.5 *Thymus holosericeus* Celak.

Όπως προαναφέρθηκε το είδος *T.holosericeus* αποτελεί ενδημικό είδος των Ιονίων νήσων, όπου και αυτοφύεται στους βιοτόπους της νήσου Κεφαλονιάς και στο όρος Σταυρωτά της Λευκάδας. Επίσης πρόσφατες αναφορές κάνουν λόγο για εμφάνισή του σε ορεινές θέσεις της Ζακύνθου, σε μικρούς όμως πληθυσμούς (Παράγραφος: 1.3.3). Τα μόνα δεδομένα περί παραλλακτικότητας σε ποσοστιαία απόδοση και σύσταση του αιθέριου ελαίου για το λεμονοθύμαρο, είναι αυτά που δημοσιεύτηκαν από τους Λάζαρη & Κρίγκα (2009). Συγκεκριμένα, δείγματα του είδους *T.holosericeus* που προήλθαν από τη νήσο Ζάκυνθο χαρακτηρίστηκαν από ισχυρή παρουσία λιναλοόλης με ποσοστιαίες τιμές έως και της τάξεως του 82,77%(v/v). Ακολουθως, δείγματα που προήλθαν από τη νήσο Κεφαλονιά φάνηκε να ξεχωρίζουν για τα υψηλά ποσοστά καρβακρόλης, με ποσοστιαίες τιμές έως και 35,34%(v/v). Επίσης, τα αιθέρια έλαια που προέκυψαν από πληθυσμούς του ίδιου είδους της νήσου Λευκάδας χαρακτηρίστηκαν από την ισχυρή παρουσία λιναλοόλης, που σε ορισμένες των περιπτώσεων η τελευταία έφτασε το ποσοστό του 40,37%(v/v). Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός, ότι το φυτικό υλικό που προήλθε απ' τις νήσους Κεφαλονιά και Λευκάδα παρουσίασε σχετικά αυξημένες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις σε γερανιόλη, με τιμές που κυμάνθηκαν από 23,98-39,42%(v/v).

### 1.5.3 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 οικότυποι 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).

#### **1.5.4 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε λοιπούς παράγοντες**

##### **1.5.4.1 ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

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' ότι τα περισσότερα ώριμα (Avato *et al.*, 2005).

##### **1.5.4.2 ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΟ ΕΚΚΡΙΤΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ**

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 αιθερίων 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 (McCaskill *et al.*, 1992; Hallahan, 2000). Είναι όμως πλέον διεθνώς αποδεκτό, ότι από τα ίδια εκκριτικά όργανα που απαντώνται σε διαφορετικά μέρη του ιδίου φυτού δεν βιοσυντίθενται πάντα οι ίδιες ενώσεις

(Bosabalidis & Kokkini, 1997). Αναλυτικά, λεπτομερής περιγραφή των εκκριντικών οργάνων στην παράγραφο που προηγήθηκε (Παράγραφος: 1.4.4).

#### 1.5.4.3 ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

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, αφ' ενός μπορεί νέα συστατικά να παραχθούν, αφ' ετέρου 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.

#### 1.5.4.4 ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ & ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

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 ( $C_6H_{14}$ ) 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*-καρνοφυλλένιο, 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*-κυμένιου διαπιστώθηκαν στην ελληνική ρίγανη, στην τούρκικη 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 τούρκικη 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 υπ' όψιν του τη μεταχείριση του φυτικού υλικού καθώς και τη μετέπειτα μέθοδο παραλαβής του (Γαβριήλ, 2013).

#### 1.5.5 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες

Η παραγωγή των αιθερίων 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 αιθερίων ελαίων. Λεπτομερή

δεδομένα των τεσσάρων ειδών τύπου «ρίγανης» στην παράγραφο που προηγήθηκε (Παράγραφος: 1.5.2).

#### 1.5.5.1 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ & ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΩΤΟΣ

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 12h, 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 υπέρυθη 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 αφ' ενός μεγαλύτερη ποσοστιαία συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο, αλλά και αφ' ετέρου μεγαλύτερο ποσοστό θυμόλης και μυρκενίου στο έλαιό τους.

#### 1.5.5.2 ΕΔΑΦΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

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 ( $\text{Ca}^{+2}$ ), το χρώμιο ( $\text{Cr}^{+3}$ ), ο χαλκός ( $\text{Cu}^{+}$ ), ο σίδηρος ( $\text{Fe}^{+2}$ ), το μαγνήσιο ( $\text{Mg}^{+2}$ ), ο μόλυβδος ( $\text{Pb}^{+2}$ ), ο φωσφόρος ( $\text{P}^{+3}$ ), το κάλιο ( $\text{K}^{+}$ ), το σελήνιο ( $\text{Se}^{+2}$ ), το νάτριο ( $\text{Na}^{+}$ ) και ο ψευδάργυρος ( $\text{Zn}^{+2}$ ) 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  $\text{Na}^+$ , το ολικό άζωτο (N) και το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ). Συγκεκριμένα, υπάρχει γραμμική θετική συσχέτιση με το υψόμετρο της περιοχής, το ποσοστό της οργανικής ουσίας, την απορρόφηση  $\text{Na}^+$  και αρνητική με το ολικό άζωτο (N) και το ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ). 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 Baranauskienė *et al.* (2002) 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.syracum*, αυξάνοντας το ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης με μια στιγμιαία μείωση του ποσοστού του  $\gamma$ -τερπινενίου και του *p*-κυμενίου (Omer, 1999).

### **1.5.6 Παραλλακτικότητα που οφείλεται σε αβιοτικές καταπονήσεις (stress)**

#### **1.5.6.1 ΕΔΑΦΙΚΗ & ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**

Η έλλειψη υγρασίας περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών και την επιβίωσή 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).

#### 1.5.6.2 ΕΔΑΦΙΚΗ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

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.

#### 1.5.6.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

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 εις 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 ( $T_{μν}$ ). 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 (Παράγραφος: 1.5.1.2).

## 1.6 Εγκλιματισμός & προσαρμοστικότητα σε είδη «ρίγανης»

### 1.6.1 ΓΙΑΤΙ ΔΙΕΘΝΩΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΕΡΕΥΝΕΣ ΠΕΡΙ ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ;

Τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί παγκοσμίως η ζήτηση για τα αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά. Σε αυτό έχει συμβάλει η συνειδητοποίηση του ρόλου που μπορούν να παίξουν τα είδη αυτής της κατηγορίας στην έρευνα για καινούργια ενεργά συστατικά που θα αξιοποιηθούν από τις βιομηχανίες φαρμάκων, τροφίμων και καλλυντικών, παράλληλα με το αίτημα των καιρών για “επιστροφή στη φύση”. Οι περισσότερες ευεργετικές δράσεις των αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών, φαίνεται να αποδίδονται πρωτίστως στις ποσοστιαίες συγκεντρώσεις των φαινολικών συστατικών (καρβακρόλη/θυμόλη) των αιθέριων ελαίων τους (Bullerman *et al.*, 1977; Pellequer *et al.*, 1980; Sivropoulou *et al.*, 1996; Moure *et al.*, 2001). Μπορεί να γίνει ευκόλως κατανοητό, για ποιους λόγους πολλοί ερευνητές εργαστηρίων αρκετών Ανωτάτων

Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων (Α.Ε.Ι.), Οργανισμών του ΥπΑΑΤ (ΕΛ.Γ.Ο. “ΔΗΜΗΤΡΑ” & πρώην ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.), καθώς και του Ινστιτούτου Γεωπονικών Επιστημών (Ι.Γ.Ε.) δίνουν «τεράστιο βάρος» στη μελέτη του *εγκλιματισμού* (acclimatization) και *προσαρμοστικότητας* (adaptation) των Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών (Α.Φ.Φ.) της Ελλάδος.

## 1.6.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΕΓΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ & ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ;

Στο συγκεκριμένο σημείο της μελέτης, κρίνεται ως σωστό η παράθεση των δύο αυτών εννοιών καθότι δυστυχώς σε αρκετές των περιπτώσεων διεθνώς γίνεται η ταύτισή τους.

### 1.6.2.1 Γενικά

Οι δυσμενείς επιδράσεις του περιβάλλοντος, οι οποίες τείνουν να παρεμποδίσουν την κανονική λειτουργία των φυσιολογικών μηχανισμών του φυτού ονομάζονται *παραγόντες καταπόνησης*. Η εκτίμηση της καταπόνησης γίνεται με διάφορους τρόπους όπως μέσω της επιβίωσης ή όχι του φυτού, της συσσώρευσης βιομάζας, του παραγόμενου τελικού προϊόντος κ.α. Επίσης, μπορεί να γίνει με τη βοήθεια μορφολογικών ή φυσιολογικών δεικτών όπως ο δείκτης σκληροφυλλίας, ο παχυμορφισμός ή η φωτοσυνθετική ταχύτητα, η φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II, το δυναμικό του νερού των ιστών κ.α. Βασικά χαρακτηριστικά που ο εκάστοτε ερευνητής θα πρέπει να λάβει υπ’όψιν είναι το είδος της καταπόνησης, η διάρκειά της, η ένταση και κατανομή της στο χώρο και το χρόνο, καθώς επίσης και ο συνδυασμός της με άλλους παράγοντες καταπόνησης (Καραμπουρνιώτης, 2011).

Σε αντίθεση με τους ζωικούς οργανισμούς, τα φυτά διαθέτουν ως μοναδική επιλογή την αντιμετώπιση των παραγόντων καταπόνησης οι οποίοι επικρατούν στο περιβάλλον ανάπτυξής τους. Η ακολουθία των μηχανισμών οι οποίοι καθορίζονται γενετικά και δίνουν την δυνατότητα επιβίωσης σε έναν φυτικό οργανισμό σε ένα δεδομένο περιβάλλον ονομάζεται *στρατηγική αντιμετώπισης*. Πιο αναλυτικά λοιπόν:

- I. **Στρατηγική της διαφυγής:** Επιλέγεται από ετήσιες ή εφήμερες μορφές ζωής. Τα φυτά αυτά ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα στα στενά όρια της ευνοϊκής περιόδου όπου υπάρχει επάρκεια νερού. Στη διάρκεια της δυσμενούς περιόδου απαντούν σε ληθαργικές μορφές (π.χ. σπέρματα). Χαρακτηριστικά φυτά που επιλέγουν τη στρατηγική της διαφυγής είναι ο ασφόδελος, καθώς επίσης και ορισμένοι θάμνοι του γένους *Euphorbia* της ελληνικής χλωρίδας οι οποίοι αποβάλλουν τα φύλλα τους κατά τη διάρκεια της δυσμενούς περιόδου (Καραμπουρνιώτης, 2011).
- II. **Στρατηγική της αποφυγής:** Επιλέγεται από ετήσιες ή πολυετείς μορφές ζωής. Τα φυτά της κατηγορίας αυτής, παρουσία υδατικής καταπόνησης διατηρούν το δυναμικό νερού των κυττάρων τους σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Επομένως τα κύτταρα των ιστών τους δεν έχουν την εμπειρία της αφυδάτωσης, έναντι της οποίας παρουσιάζονται σχετικά ευαίσθητα. Χαρακτηριστικά φυτά που επιλέγουν

τη στρατηγική της διαφυγής είναι τα φρύγανα και τα αείφυλλα σκληρόφυλλα είδη της μεσογειακής βλάστησης. Χαρακτηριστικά των φύλλων τους αναφορικά με την αντιμετώπιση του ξηροθερμικού μεσογειακού κλίματος είναι ο μειωμένος λόγος επιφάνειας/όγκο, η μεγάλη συμμετοχή σκληρεγχυματικών ιστών, τα ολιγάριθμα στομάτια, η μεσημβρινή καταστολή της φωτοσύνθεσης, το πυκνό στρώμα τριχώματος στα νεαρά φύλλα, η μερική φυλλόπτωση στο τέλος της υγρής περιόδου, ο εποχικός διμορφισμός και η ύπαρξη αδένων με αιθέρια έλαια στα φύλλα (Παράγραφος: 1.4.4 & 1.5.1.1).

**III. Στρατηγική της ανθεκτικότητας:** Τα φυτά τα οποία χαρακτηρίζονται από τη στρατηγική αυτή, διαθέτουν την ικανότητα να διατηρούν στοιχειώδη μεταβολική δραστηριότητα ακόμη και αν το δυναμικό νερού του κυτταροπλάσματος πέσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Ορισμένα από αυτά, σε συνθήκες παρατεταμένης και έντονης αφυδάτωσης μεταβαίνουν στην λεγόμενη κατάσταση *αναβίωσης* η οποία χαρακτηρίζεται από συνθήκες σχεδόν πλήρους αφυδάτωσης των κυττάρων. Κρίσιμο βήμα για τη μετάβαση αυτή αποτελεί η σύνθεση ορισμένων μορίων υδατανθράκων (ραφινόζη/τρεαλόζη), τα οποία προσφέρουν προστασία στα φωσφορολιπίδια των μεμβρανών (Καραμπουρνιώτης, 2011).

#### **1.6.2.2 Πώς όμως επιλέγεται και υλοποιείται η κάθε στρατηγική;**

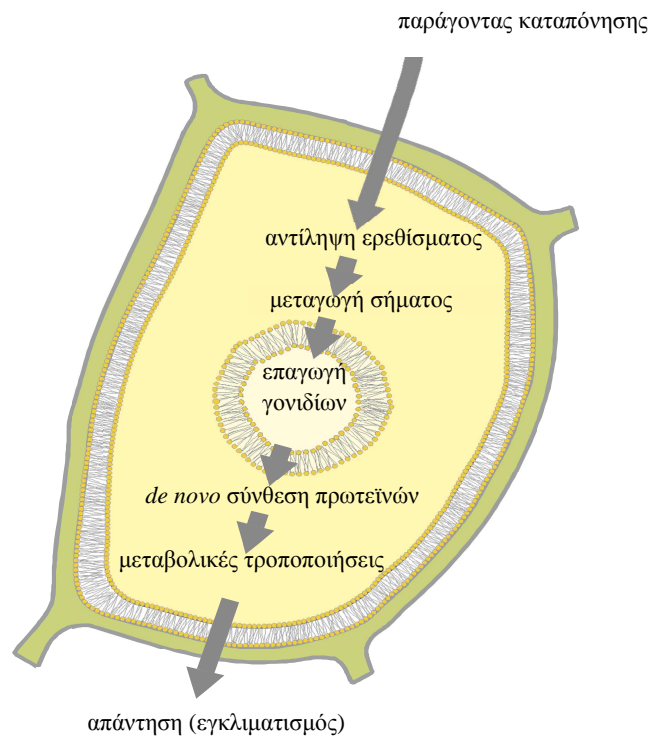
Η επιλογή και υλοποίηση των προαναφερθέντων στρατηγικών αντιμετώπισης των διαφόρων καταπονήσεων, πραγματοποιείται μέσω της ύπαρξης κατάλληλων χαρακτηριστικών *εγκλιματισμού* (acclimatization) και *προσαρμοστικότητας* (adaptation) σε επίπεδο δομών και λειτουργιών (Καραμπουρνιώτης, 2011).

Ο *εγκλιματισμός* (acclimatization) αναφέρεται σε επίκτητες τροποποιήσεις δομών και λειτουργιών οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου ενός φυτού ή πληθυσμού φυτών, ως απάντηση στην ύπαρξη ενός ή περισσότερων παραγόντων καταπόνησης. Η ικανότητα εγκλιματισμού των φυτικών οργανισμών, εκπορεύεται από προσαρμοστικούς μηχανισμούς και συνεπώς έχει γενετική βάση. Ωστόσο, οι επαγόμενες αυτές τροποποιήσεις δεν μεταβιβάζονται ως χαρακτήρες στην επόμενη γενεά (Καραμπουρνιώτης, 2011). Τα στάδια που μεσολαβούν από την έκθεση ενός φυτού σε δυσμενείς συνθήκες έως την εκδήλωση χαρακτηριστικών εγκλιματισμού σε κυτταρικό επίπεδο παρατίθενται συνοπτικά παρακάτω (Εικόνα: 18):

A) Δράση εξωτερικού ερεθίσματος: Μπορεί να είναι οποιαδήποτε μορφής καταπόνηση όπως ακραίες υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, υπερεπάρκεια ή έλλειψη εδαφικής υγρασία, υψηλές εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας κ.α.

B) Αντίληψη ερεθίσματος από δέκτη: Μεταβάλλονται ορισμένες ιδιότητες του δέκτη, με αποτέλεσμα την έναρξη μεταγωγής σήματος.

Γ) Μεταγωγή σήματος: Συνήθως, αφορά στην μεταφορά εξειδικευμένων μορίων από την περιοχή του δέκτη προς την περιοχή απάντησης.



**Εικόνα 18:** Τα στάδια που μεσολαβούν έως τη στιγμή εκδήλωσης του εγκλιματισμού σε κυτταρικό επίπεδο (Πηγή: Καραμπουρνιώτης, 2011).

Δ) Επαγωγή ή καταστολή γονιδίων: Ουσιαστικά αφορά σε μεταβολές των μεταγραφημάτων των γονιδίων (μεταγράφομα).

Ε) de novo σύνθεση πρωτεϊνών ή τροποποίηση υπάρχοντων: Μεταβάλλεται η συγκέντρωση πρωτεϊνών, η σύστασή τους και η δραστηκότητά τους (πρωτέωμα).

ΣΤ) Μεταβολικές τροποποιήσεις: Αλλάζει η σύσταση και η χρήση των μεταβολικών προϊόντων του κυττάρου (μεταβόλωμα).

Ζ) Μορφολογικές & φυσιολογικές τροποποιήσεις: Συνιστά την έκβαση της διαδικασίας, δηλαδή τον *εγκλιματισμό* (acclimatization) του φυτικού οργανισμού (Καραμπουρνιώτης, 2011).

Συνήθη αποτελέσματα εγκλιματισμού των φυτών του μεσογειακού οικοσυστήματος απέναντι σε δυσμενείς περιβαλλοντικές καταστάσεις είναι η μείωση της επιφάνειας των αναπτυσσόμενων φύλλων, η μεταβολή του λόγου υπέργειου/υπόγειου τμήματος του φυτού, η αποβολή των γηραιότερων φύλλων, η συστροφή των φύλλων, η αύξηση των αντιστάσεων στη διάχυση του νερού με κλείσιμο των στοματίων, η επαγωγή του όξινου μεταβολισμού σε φυτά της οικογένειας Crassulaceae (CAM), οι τροποποιήσεις του πρωτεώματος που σχετίζονται με την μεταφορά νερού και την προστασία ευαίσθητων στόχων από την αφυδάτωση, η οσμωτική εξισορρόπηση ή οσμωρύθμιση των κυττάρων κ.α (Καραμπουρνιώτης, 2011).

Από την άλλη πλευρά, η *προσαρμογή* ή *προσαρμοστικότητα* (adaptation) αναφέρεται στους μηχανισμούς που καθορίζονται γενετικά μέσω της *φυσικής επιλογής* (natural selection) σε διάστημα ικανού αριθμού γενεών και οι οποίοι επιτρέπουν την



προϋπαρξη ή την εμφάνιση στην διάρκεια του βιολογικού κύκλου ενός φυτού κατάλληλων χαρακτηριστικών (Καραμπουρνιώτης, 2011). Στηριζόμενοι λοιπόν στα όσα υπώθησαν παραπάνω, αυτό μπορεί να γίνει πλήρως κατανοητό αν αναλογιστεί ο καθένας το πώς και το γιατί ένας αυτοφυής πληθυσμός υφίσταται ακόμα με την πάροδο των δεκαετιών -και υπό τις κατά καιρούς δυσμενείς επιδράσεις- στο περιβάλλον ανάπτυξής του. Τέλος, παρατίθενται χαρακτηριστικά παραδείγματα τα οποία και αποτελούν αποτελέσματα προσαρμοστικότητας (adaptation) φυτικών ειδών τύπου «ρίγανης». Πιο συγκεκριμένα:

1. Φυτά του ίδιου είδους που αναπτύσσονται στο ίδιο φυσικό ενδιαίτημα παρουσιάζουν παρόμοιους ρυθμούς ανάπτυξης, περιόδους έναρξης και διάρκειας της ανθοφορίας, σχετικά ίδιο σποροπαραγωγικό δυναμικό καθώς επίσης και παρόμοια σύσταση αιθέριων ελαίων (D'Antuono *et al.*, 2000; Novak *et al.*, 2003).
2. Φυτά του ίδιου είδους που αναπτύσσονται σε διαφορετικούς φυσικούς χώρους φαίνεται να μην παρουσιάζουν όλα τα προαναφερθέντα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τόσο από μορφολογικής, όσο και από χημειοτυπικής παραλλακτικότητας αποτελεί το είδος *T.capitata* (κν. ελληνικό θυμάρι) που προαναφέρθηκε (Παράγραφος: 1.5.2).
3. Φυτά διαφορετικών ειδών που αναπτύσσονται στον ίδιο φυσικό χώρο φαίνεται να πληρούν όλα τα παραπάνω. Συγκεκριμένα, όσον αφορά την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου τους το ελληνικό θυμάρι και το θρούμπι όταν αναπτύχθηκαν σε πεδινές περιοχές ήταν κυρίαρχα από καρβακρόλη, ενώ τα ίδια φυτά όταν αναπτύχθηκαν σε ορεινές περιοχές ήταν πλούσια σε θυμόλη (Karousou *et al.*, 2005; Novak *et al.*, 2003).

## 1.7 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της μελέτης ήταν πρωτίστως η σύγκριση των 2 φυτειών τόσο σε επίπεδο ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου, όσο και σε σύσταση του τελευταίου σε καρβακρόλη. Ενώ δευτερευόντως, η εκτίμηση του βαθμού εγκατάστασης των κεφαλονίτικων ειδών στην περιοχή των Σπάτων.

Η μελέτη εστίασε σε διαφορές περί φαινολογικών, μορφολογικών και χημειοτυπικών χαρακτηριστικών αυτοφυών πληθυσμών Αρωματικών & Φαρμακευτικών Φυτών (Α.Φ.Φ.) τύπου καρβακρόλης, προερχόμενων από τα νησιά της Ικαρίας και της Κεφαλονιάς. Συγκεκριμένα, τα αυτοφυή είδη που μελετήθηκαν κατά την καλλιεργητική περίοδο 2013-2014 ήταν: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (κν. ελληνική ρίγανη), *Origanum onites* (κν. τούρκικη ρίγανη), *Thymbra capitata* (κν. ελληνικό θυμάρι, Syn.: *Coridothymus capitatus*) και *Satureja thymbra* (κν. θρούμπι) από την Ικαρία και *Thymbra capitata*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* και *Thymus holosericeus* (κν. λεμονοθύμαρο) από την Κεφαλονιά.

Το σύνολο των μετρήσεων καθώς και η ανάλυση των αντίστοιχων αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκαν για να εξακριβωθεί αν και κατά πόσο τα φυτικά είδη, από τη μια ή την άλλη φυτεία μπορούν να αξιοποιηθούν σε εκτατικού τύπου καλλιέργειες. Επίσης, για να αναδειχτούν ορισμένα χαρακτηριστικά τους, η βελτιστοποίηση των οποίων δύναται να οδηγήσει στο χαρακτηρισμό ή/και στη δημιουργία «δυναμικών» βιοτύπων αυξημένης απόδοσης και σύστασης σε αιθέριο έλαιο.

Τέλος, όπως προαναφέρθηκε για το μελετούμενο είδος *T.holosericeus*, η βοτανική περιγραφή του καθώς και η παράθεση των σχετικών αποτελεσμάτων του γίνονται με την όποια επιφύλαξη, ενώ ταυτόχρονα καθιστούν αυτή τη διατριβή ως μια από τις πρώτες που μελέτησαν το ενδημικό αυτό είδος των Ιονίων νήσων (Παράγραφος: 1.3.3).

## ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 Περιοχή μελέτης

#### Λεκανοπέδιο Αττικής

Η λεκάνη των Αθηνών έχει συντεταγμένες 37°58' N, 23°43' E και βρίσκεται στο νοτιο-ανατολικότερο τμήμα της κεντρικής Ελλάδας (Katsoulis, 1987). Η λεκάνη αυτή καλύπτει μια έκταση 383km<sup>2</sup>. Στην νότια και νοτιοδυτική πλευρά της ανοίγεται στον Σαρωνικό κόλπο, ενώ η υπόλοιπη περιβάλλεται από βουνά μερικά από τα οποία έχουν σημαντικό υψόμετρο. Η λεκάνη των Αθηνών περιβάλλεται από το όρος Πάρνηθα στο βόρειο τμήμα της, από το όρος Πεντελικό στο βόρειοδυτικό, από το όρος Υμηττός στο ανατολικό και νοτιοανατολικό και από το όρος Αιγάλεω στο δυτικό και νοτιοδυτικό τμήμα της. Επιπλέον η λεκάνη χωρίζεται σε ανατολικά και δυτικά τμήματα από μια σειρά λόφων όπως η Ακρόπολη, ο Λυκαβηττός, ο Φιλοπάππου και κάποιοι άλλοι μικρότεροι (Sarlis, 1994).

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

Από γεωλογικής απόψεως η λεκάνη αποτελείται από Μεσοζωικά (γκρίζο ασβεστόλιθο, αργιλικό σχιστόλιθο και 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 τον συγγραφέα της παραπάνω μελέτης η παρουσία πολλών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Μερικά από αυτά όπως τα *Chamomilla recutita*, *Crocus* ssp., *Laurus nobilis*, *Lavandula stoechas*, *Salvia* ssp., *Styrax officinalis*, *Verbena officinalis*, *Satureja thymbra*, *Mentha pulegium*, *Tussilago farfara*, *Taraxacum officinale* και *Thymbra capitata* (Syn: *Coridothymus capitatus*) ήταν πολύ κοινά στις υπό μελέτη περιοχές. Συγκεκριμένα, το *Satureja thymbra* εντοπίστηκε στις περιοχές Πάρνηθα, Φιλοπάππου, Ακρόπολη, Δάφνη, Τατόι, Υμηττός, Πεντελικό και Αιγάλεω, το *Thymbra capitata* εντοπίστηκε στις περιοχές Πάρνηθα, Δάφνη, Τατόι, Υμηττός, Πεντελικό και Αιγάλεω, ενώ το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* εντοπίστηκε στη Δάφνη, στο Τατόι, στον Υμηττό, στο Πεντελικό και στο όρος Αιγάλεω.

Ο πειραματικός αγρός όπου και εκπονήθηκε η συγκεκριμένη μελέτη ανήκει στο Δήμο Σπάτων-Αρτέμιδος, ο οποίος και εκτείνεται από την πεδιάδα των Μεσογείων, στην καρδιά της Αττικής Μεσογειακής γης έως και τα παράλια του Ν. Ευβοϊκού, περιοχή που ορίζει την κεντρική ανατολική Αττική ενώ διαχωρίζεται από άλλες ευρύτερες χωρικές περιοχές (Β.Α Αττική – Λεκανοπέδιο – Ν & Ν.Α Αττική), σε ανάπτυγμα ημικυκλίου από τα φυσικά «φράγματα» του Πεντελικού όρους, του Υμηττού και της Μερέντας.

## 2.2 Περιοχές προέλευσης των φυτών

### Νήσος Ικαρία

Η Ικαρία είναι το δυτικότερο ελληνικό νησί του ανατολικού Αιγαίου. Βρίσκεται 19km μακριά από την νήσο Σάμο και έχει συντεταγμένες 37°30' - 37°41'N, 25°28' - 26°22'E. Το νησί καταλαμβάνει συνολική έκταση 255km<sup>2</sup> και χαρακτηρίζεται από ορθογώνιο σχήμα (40km μήκος και 9km μέγιστο πλάτος). Ολόκληρο το νησί καταλαμβάνεται από το βουνό Αθήρας το οποίο χαρακτηρίζεται από μια απότομη νότια πλευρά και μία πιο ομαλή βόρεια (Christodoulakis, 1996).

Το κλίμα της Ικαρίας χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό με ήπιους χειμώνες και παρατεταμένα ξηρά και ζεστά καλοκαίρια. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18,9°C. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται τον Φεβρουάριο (9°C) και η μέση μέγιστη τον Ιούλιο (29,3°C). Οι επικρατούντες άνεμοι το καλοκαίρι είναι κυρίως βόρειοι και βορειο-ανατολικοί ενώ το χειμώνα νότιοι και νοτιο-ανατολικοί. Η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι της τάξεως των 579,8mm. Το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης παρατηρείται τον μήνα Ιανουάριο ενώ το μικρότερο τον Αύγουστο. Η ξηρή περίοδος διαρκεί από τον μήνα Απρίλιο έως τον Οκτώβριο (Mavrokordopoulou *et al.*, 2006).

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

Η χλωρίδα της νήσου Ικαρίας συνίσταται από 829 taxa από 92 οικογένειες και 401 γένη. Περίπου το 1/3 των taxa που υπάρχουν στην Ικαρία ανήκουν σε τρεις οικογένειες (Fabaceae, Asteraceae και Poaceae). Οι οικογένειες των Caryophyllaceae, Cruciferae, Lamiales και Umbelliferae εκπροσωπούνται ικανοποιητικά. Τέλος, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά *T.capitata*, *O.onites*, *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *S.thymbra* απαντώνται στην νήσο Ικαρία (Christodoulakis, 1996).

## Νήσος Κεφαλονιά

Η νήσος Κεφαλονιά (Κεφαλληνία) είναι το μεγαλύτερο και πιο ορεινό νησί των Επτανήσων και το τρίτο σε πληθυσμό μετά την Κέρκυρα και τη Ζάκυνθο. Βρίσκεται απέναντι από την είσοδο του Πατραϊκού Κόλπου, βόρεια της Ζακύνθου, νότια της Λευκάδας και δυτικά της Ιθάκης. Έχει συντεταγμένες 38°12'44"N - 20°32'00"E. Το νησί έχει έκταση περίπου 781km<sup>2</sup> και σε αυτό κατοικούν περίπου 35.800 κάτοικοι. Μεγάλο μέρος της έκτασης του καταλαμβάνει η οροσειρά Αίνος χαρακτηρισμένη ως «Εθνικός Δρυμός» με σημαντικότερες κορυφές τις Μέγας Σωρός (1.628m), Αγία Δυνατή (1.131m), Ευμορφία (1.043m) και Κόκκινη Ράχη (1.078m). Οι σημαντικότερες πεδιάδες είναι αυτές της Κραναίας, της χερσονήσου Παλικής, του Αρακλείου και της Σάμης.

Ο Αίνος είναι η μεγαλύτερη σε ύψος οροσειρά του Ιονίου με υψόμετρο άνω των 1.600m. Είναι γνωστό βουνό αφ' ενός για το υψόμετρό του, και αφ' ετέρου για την παρουσία του δάσους με κυρίαρχο είδος το *Abies cephalonica* που αποτελεί βασικό στοιχείο φυτοκάλυψης στο μεγαλύτερο υψόμετρο του βουνού. Το είδος *Abies cephalonica* είναι ένα ελληνικό ενδημικό είδος. Η ευρύτερη περιοχή του Εθνικού Δρυμού αποτελείται από τα εξής τρία ενδιαιτήματα: α) Το δάσος ελάτης, που πολύ συχνά σε μέτρια υψόμετρα αναμειγνύεται με είδη μακκίας βλάστησης. β) Οι βραχώδεις πλαγιές που χαρακτηρίζονται από αραιή βλάστηση, αλλά και με ελάχιστα πολύ σημαντικά φυτικά είδη. γ) Την βραχώδη κορυφή και μη-δασική περιοχή που φιλοξενεί τα περισσότερα από τα ενδημικά είδη της κεφαλληνιακής και Ιόνιας χλωρίδας. Η έκταση της περιοχής έχει χαρακτηριστεί ως «Εθνικό Πάρκο».

Από γεωλογικής απόψεως, ασβεστόλιθοι και δολομίτες αποτελούν τον Εθνικό Δρυμό και ειδικότερα το Καλόν όρος. Οι πλαγιές της νότιας και νοτιο-δυτικής έκθεσης έχουν απότομες κλίσεις, ενώ όλες οι άλλες χαρακτηρίζονται από ήπιες κλίσεις.

Η χλωρίδα της νήσου Κεφαλονιάς στην ελληνική βιοποικιλότητα συνεισφέρει με 1088 taxa, εκ των οποίων τα 61 είναι ενδημικά όλων των κατηγοριών (στενότοπα της Κεφαλονιάς, ενδημικά Ιονίων νήσων και της Ελλάδας). Ερευνήθηκαν, καταγράφηκαν και ταυτοποιήθηκαν 53 taxa αλλόχθονων φυτών. Τα ποσοστά των αλλόχθονων επί της τοπικής χλωρίδας, είναι περίπου παρόμοια με εκείνα των αλλόχθονων επί του συνόλου της ελληνικής χλωρίδας. Εντοπίστηκε η ύπαρξη μικρής συστάδας ατόμων του είδους *Pinus nigra* (κν.μαύρη πεύκη) στον Αίνο μέσα σε πυκνόφυτη τοποθεσία του είδους *Abies cephalonica*. Αξιολογήθηκε ότι αυτό το σπάνιο για το νησί εύρημα αποτελεί μοναδική μαρτυρία ότι στη δασοκάλυψη του Αίνου συμμετείχε και το εν λόγω είδος, του οποίου η παρουσία ανιχνεύθηκε στα ανθρακολογικά κατάλοιπα του νεολιθικού σπηλαίου της Δράκαινας. Όπως είναι φυσικό από τη χλωρίδα της Κεφαλονιάς δε θα μπορούσαν να λείπουν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Αρκετοί αυτοφυείς πληθυσμοί των τελευταίων υφίσταται κατά την πάροδο του χρόνου. Είδη όπως το *T.capitata*, *O.onites*, *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *S.thymbra* απαντούνται σε αρκετές περιοχές του νησιού, όπως στο οροπέδιο Φαγιά καθώς και στην τοποθεσία Λαγκάδας. Τέλος, ένα ακόμη πολύτιμο ενδημικό είδος των Ιονίων νήσων το *T.holosericus*

φαίνεται ότι αυτοφύεται ακόμα σε πολλές τοποθεσίες, όπως για παράδειγμα στις παρυφές του «Εθνικού Δρυμού» της οροσειράς του Αίνου.

## 2.3 Πειραματικοί αγροί

### 2.3.1 Επιλογή και συλλογή φυτικού υλικού

Τρεις ερευνητικές αποστολές που πραγματοποιήθηκαν στις 28-30 Απριλίου, στις 24-28 Μαΐου και στις 10-14 Ιουλίου του 2008 στην Αρέθουσα της νήσου Ικαρίας είχαν σαν αποτέλεσμα τον εντοπισμό και τη συλλογή κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης των εξής τεσσάρων αυτοφυών φυτικών ειδών της κατηγορίας των ΑΦΦ: *T.capitata*, *O.onites*, *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *S.thymbra*. Έγινε αξιολόγηση των φυτών στο σύνολό τους αφ' ενός ως προς την ποσοστιαία περιεκτικότητα τους σε αιθέριο έλαιο και αφ' ετέρου στην ποσοστιαία συγκέντρωση αυτών σε καρβακρόλη. Οι δύο καλύτεροι βιότυποι που προέκυψαν από κάθε είδος σύμφωνα με την παραπάνω πειραματική διαδικασία επιλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν υπό συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας σε δύο διαφορετικές περιοχές (Αθήνα-Ικαρία). Η εκπόνηση όλων των παραπάνω είχε αποτέλεσει σημαντικό μέρος διδακτορικής μελέτης στο παρελθόν. Τον Νοέμβριο του 2008 πραγματοποιήθηκε η τελευταία αποστολή στη νήσο Ικαρία, όπου και έγινε συλλογή μητρικών φυτών από τους επιλεγμένους βιοτύπους για το κάθε είδος. Έτσι, προέκυψε με διαίρεσή τους το απαραίτητο φυτικό υλικό για τη δημιουργία του πειραματικού αγρού του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.). Από τον συγκεκριμένο πειραματικό αγρό ελήφθησαν τον Νοέμβριο του 2013 τα έρριζα μοσχεύματα των παραπάνω φυτικών ειδών. Ακολούθησε η εγκατάσταση τους και η δημιουργία του 1<sup>ου</sup> πειραματικού αγρού στην τοποθεσία Γυαλός των Σπάτων.

Όσον αφορά τα φυτικά είδη που προήλθαν από την νήσο Κεφαλονιά, τρεις ερευνητικές αποστολές πραγματοποιήθηκαν στις 21-24 Ιανουαρίου, στις 21-28 Μαρτίου και στις 19-25 Απριλίου του 2014 που είχαν ως αποτέλεσμα τον εντοπισμό και τη συλλογή των εξής τριών φυτικών ειδών της κατηγορίας των ΑΦΦ: *T.capitata*, *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *T.holosericeus*. Τα φυτά των *T.capitata* και *O.vulgare* subsp. *hirtum* προήλθαν από το όρος Φαγιά καθώς και από την τοποθεσία Λαγκάδας, ενώ τα αντίστοιχα του *T.holosericeus* προήλθαν από τις παρυφές του «Εθνικού Δρυμού» της οροσειράς του Αίνου. Από αυτά τα φυτικά είδη προέκυψε τον μήνα Απρίλιο του 2014 ο 2<sup>ος</sup> πειραματικός αγρός στην τοποθεσία Γυαλός των Σπάτων. Τέλος, ο εντοπισμός και η συλλογή των αντίστοιχων αυτοφυών φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς έλαβε χώρα στις 20-21 Ιανουαρίου, στις 25-26 Φεβρουαρίου και στις 25-27 Μαρτίου του ίδιου έτους, καθότι και αυτά με τη σειρά τους αποτέλεσαν αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

### 2.3.2 Εγκατάσταση των πειραματικών αγρών

Το πρώτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου του 2013 πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση των δύο καλύτερων βιοτύπων από κάθε είδος της νήσου Ικαρίας, στο πρώτο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.) στην τοποθεσία Γυαλός των Σπάτων. Όπως προαναφέρθηκε, τα έρριζα μοσχεύματα προέκυψαν από τις διαίρεσεις των εξής φυτικών ειδών: *T.capitata*, *O.onites*, *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *S.thymbra*. Η εγκατάσταση των φυτών και διάταξη των πειραματικών μονάδων ακολούθησε το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο.) με 3 επαναλήψεις για τον κάθε βιότυπο. Σκόπιμο θα ήταν να αναφερθεί ότι για λόγους συντομίας αυτής της διατριβής, δεν κατέσται δυνατό να ληφθούν υπ' όψιν κατά την εκπόνησή της οι βιότυποι των ειδών. Τα φυτά τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια με αποστάσεις 40cm επάνω και 60cm μεταξύ των γραμμών φύτευσης (40×60).

Το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Απριλίου του 2014 ξεκίνησε η εγκατάσταση των φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς στο δεύτερο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.) στην τοποθεσία Γυαλός των Σπάτων, όπου και λίγες μέρες αργότερα ολοκληρώθηκε. Όπως προαναφέρθηκε, τα έρριζα μοσχεύματα προέκυψαν από τις διαίρεσεις των εξής φυτικών ειδών: *T.capitata*, *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *T.holosericeus*. Η εγκατάσταση των φυτών και διάταξη των πειραματικών μονάδων ακολούθησε και εδώ το πειραματικό σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο.) με 3 επαναλήψεις για το κάθε φυτικό είδος. Τα φυτά και σε αυτό το πείραμα τοποθετήθηκαν στα πειραματικά τεμάχια με αποστάσεις 40cm επάνω και 60cm μεταξύ των γραμμών φύτευσης (40×60).



**Εικόνα 1:** Ο πρώτος πειραματικός αγρός στη σημερινή του κατάσταση στην περιοχή των Σπάτων. Τα πειραματικά του τεμάχια αποτελούνται από φυτά της νήσου Ικαρίας.



**Εικόνα 2:** Ο δεύτερος πειραματικός αγρός στη σημερινή του κατάσταση στην περιοχή των Σπάτων. Τα πειραματικά του τεμάχια αποτελούνται από φυτά της νήσου Κεφαλονιάς.

Παρατίθενται παρακάτω σε σχηματική απεικόνιση και για τα δύο πειράματα η διάταξη των πειραματικών τους τεμαχίων.

#### ΦΥΤΕΙΑ ΚΕΦΑΛΟΝΙΑΣ

<i>T.holosericeus</i>	<i>T.capitata</i>
<i>O.hirtum</i> (Φαγιά)	<i>O.hirtum</i> (Λαγκάδα)

1<sup>η</sup> ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

<i>O.hirtum</i> (Λαγκάδα)	<i>T.holosericeus</i>
<i>T.capitata</i>	<i>O.hirtum</i> (Φαγιά)

2<sup>η</sup> ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

<i>T.capitata</i>	<i>O.hirtum</i> (Φαγιά)
<i>O.hirtum</i> (Λαγκάδα)	<i>T.holosericeus</i>

3<sup>η</sup> ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ



## ΦΥΤΕΙΑ ΙΚΑΡΙΑΣ

3<sup>η</sup> ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

2<sup>η</sup> ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

1<sup>η</sup> ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ

<i>S.thymbra</i>	<i>O.hirtum</i>	<i>O.onites</i>
<i>T.capitata</i>	<i>T.capitata</i>	<i>O.hirtum</i>
<i>O.onites</i>	<i>S.thymbra</i>	<i>S.thymbra</i>
<i>S.thymbra</i>	<i>O.onites</i>	<i>O.onites</i>
<i>O.onites</i>	<i>T.capitata</i>	<i>T.capitata</i>
<i>O.hirtum</i>	<i>O.onites</i>	<i>T.capitata</i>
<i>T.capitata</i>	<i>S.thymbra</i>	<i>O.hirtum</i>
<i>O.hirtum</i>	<i>O.onites</i>	<i>S.thymbra</i>

### 2.3.3 Στοιχεία των πειραματικών αγρών

Οι πειραματικοί αγροί στην περιοχή των Σπάτων ήταν σε αγρανάπαυση για αρκετά χρόνια. Οπότε όπως ήταν φυσικό προηγήθηκε εδαφολογική ανάλυση, η οποία έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.). Από την ανάλυση των δειγμάτων προέκυψε ότι το έδαφος στα Σπάτα είναι μέσης σύστασης και συγκεκριμένα πυλώδες (άργιλος: 26,10%, ιλύς: 40,00%, άμμος: 34,12%) με pH: 8.15, CaCO<sub>3</sub>: 39,48%, Οργανική ουσία: 2,14% και NNO<sub>3</sub>: 96,48ppm.

Επιπλέον, ήταν απαραίτητο να γίνουν αντίστοιχες εδαφολογικές αναλύσεις των περιοχών απ' όπου προήλθαν τα φυτικά είδη της νήσου Κεφαλονιάς. Συνοπτικά προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

1. Λαγκάδας Κεφαλονιάς: CaCO<sub>3</sub>: 61,50%, pH: 7.97, Ολικό N: 0,175%, Οργανική ουσία: 5,09%, Κάλιο: 285μg/g και Φώσφορος: 7,67μg/g. Το έδαφος είναι αργιλοπηλώδες (άργιλος: 33,64%, ιλύς: 34,00%, άμμος: 32,36%).
2. Όρος Φαγιά («Εθνικός Δρυμός» οροσειράς Αίνου): CaCO<sub>3</sub>: 30,50%, pH: 7.80, Ολικό N: 0,406%, Οργανική ουσία: 7,26%, Κάλιο: 142 μg/g και Φώσφορος: 8,92μg/g. Το έδαφος είναι πηλώδες (άργιλος: 16,64%, ιλύς: 42,00%, άμμος: 41,36%).

Συγκεκριμένα, τα εδαφικά δείγματα ελήφθησαν από τις επιμέρους περιοχές της νήσου Κεφαλονιάς στις 25 Μαρτίου 2014. Αναλυτικά τα αποτελέσματα των επιμέρους μετρήσεων των εδαφολογικών αναλύσεων για κάθε περιοχή προέλευσης των φυτικών ειδών σε μορφή πινάκων στο μέρος Παράρτημα.

## 2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες των πειραματικών αγρών

Η καλλιέργεια των δύο φυτειών έγινε ουσιαστικά υπό ξηρικές συνθήκες. Μόνο σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα πραγματοποιήθηκαν αρδεύσεις, αφού προηγουμένως είχαν παρατηρηθεί επιμέρους χλωρωτικές κηλίδες στα υπό εξέταση φυτικά είδη λόγω της θερμικής τους καταπόνησης (stress) την περίοδο εκείνη. Αναλυτικότερα, η πρώτη άρδευση έγινε στις 13/5/2014, ενώ η τελευταία στο πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιουλίου του ίδιου έτους. Η χρονική περίοδος που συνήθως απείχαν μεταξύ τους τα ποτίσματα ήταν περίπου εννέα έως δέκα μέρες. Από τα μέσα Ιουλίου και έπειτα, όποτε και όταν κρινόταν απαραίτητο οι αρδεύσεις πραγματοποιήθηκαν από σύστημα αυτόματου ποτίσματος.

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων έγινε τις περισσότερες φορές με βοτανίσματα, ενώ δεν ήταν λίγες οι φορές που επιστρατεύτηκαν μηχανικές μέθοδοι για την μείωση του πληθυσμού τους (Εικόνα: 3). Σε ελάχιστες των περιπτώσεων τοποθετήθηκε ειδικό γεωφάσμα περιμετρικά των σημαδεμένων φυτών, με σκοπό τη διευκόλυνση για τη λήψη των μετρήσεων (Εικόνα: 4). Πιο συγκεκριμένα, τα σκαλίσματα και οι μικρές φρέζες ξεκίνησαν την καταπολέμηση του ζιζανιοτάπητα από το δεύτερο δεκαήμερο του Μαρτίου του ίδιου έτους και συνεχίζονται μέχρι και σήμερα.

Τα επικρατέστερα είδη ζιζανίων που παρατηρήθηκαν στους πειραματικούς αγρούς των Σπάτων ήταν: *Malva sylvestris* (κν.μολόχα), *Fumaria officinalis* (κν.καπνόχορτο), *Lolium spp.* (κν.λόλιο), *Avena sterilis* (κν.αγριοβρώμη), *Chamomilla recutita* (κν.χαμομήλι), *Papaver rhoeas* (κν.παπαρούνα), *Solanum nigrum* (κν.αγριοτοματιά), *Urtica urens* (κν.μικρή τσουκνίδα) και *Cynodon dactylon* (κν.αγριάδα).



**Εικόνα 3:** Πειραματικά τεμάχια της ικαριώτικης φυτείας, αφού προηγουμένως υπέστησαν φρεζάρισμα και σκάλισμα.



**Εικόνα 4:** Πειραματικό τεμάχιο της ικαριώτικης φυτείας αποτελούμενο από το φυτικό είδος *S.thymbra*. Το σημαδεμένο φυτό καλυμένο περιμετρικά με γεώφασμα.

## 2.5 Μετρήσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

Οι μορφολογικές αυτές μετρήσεις του υπέργειου μέρους των φυτικών ειδών στο σύνολό τους έλαβαν χώρα από τις 20/2/2014 για την ικαριώτικη φυτεία, και από τις 20/6/2014 για την αντίστοιχη κεφαλονίτικη. Η ημερομηνία λήξης των μετρήσεων αυτών για το κάθε είδος, ήταν η ημέρα συλλογής του προς απόσταξη φυτικού υλικού τους. Οι ημέρες συλλογής των ειδών ήταν μέσα στην περίοδο της πλήρους άνθησής τους. Έτσι λοιπόν η τελευταία μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 23/5/2014 για το είδος *S.thymbra*, στις 13/6/2014 για το είδος *O.onites*, στις 1/7/2014 για το είδος *T.capitata*, στις 7/7/2014 για το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* και στις 14/7/2014 για το είδος *T.holosericus*.

Για τη διευκόλυνση της διεξαγωγής των συγκεκριμένων μετρήσεων επιλέχθηκαν τρία εύρωστα φυτά για το κάθε είδος, δηλαδή ένα φυτό σε κάθε επανάληψη. Τα επιλεγμένα φυτικά είδη σημαδεύτηκαν, ενώ σε τακτά χρονικά διαστήματα πραγματοποιήθηκαν βοτανίσματα περιμετρικά τους με σκοπό την αντικειμενικότερη εκτίμηση των αποτελεσμάτων λόγω της αλληλοπαθητικής δράσης των ζιζανίων. Από το κάθε φυτό επιλέχθηκαν και σημαδεύτηκαν με τη σειρά τους οι τρεις πιο αντιπροσωπευτικοί βλαστοί, με σκοπό οι μετρήσεις να γίνονται συνέχεια πάνω στους ίδιους βλαστούς (Εικόνα: 5,6). Πιο αναλυτικά, ελήφθησαν οι εξής μετρήσεις στα φυτά και των δύο φυτειών: **Ύψος του φυτού (cm)**, **Διάμετρος του φυτού (cm)**, **Μήκος του κάθε βλαστού (cm)** καθώς και **Αριθμός των φύλλων/βλαστό**. Αυτές οι μετρήσεις λάμβαναν χώρα και για τους δύο πειραματικούς αγρούς αρχικά κάθε 12-15 μέρες το χειμώνα, ενώ από το μήνα Απρίλιο και έπειτα κάθε 7-8 μέρες αντίστοιχα.

Από όλα τα παραπάνω προέκυψαν οι ρυθμοί αύξησης χαρακτηριστικών τόσο των φυτών, όσο και των βλαστών για το κάθε φυτικό είδος. Αναλυτικά όλα τα ραβδογράμματα παρατίθενται στο μέρος Αποτελέσματα (Παράγραφος: 3.3).



**Εικόνα 5:** Σημαδεμένο κεφαλονίτικο φυτό του είδους *T.holosericeus*. Φαίνονται ξεκάθαρα οι τρεις αντιπροσωπευτικοί βλαστοί απ' όπου και ελήφθησαν οι μετρήσεις.



**Εικόνα 6:** Σημαδεμένο κεφαλονίτικο φυτό του υποείδους *O.vulgare subsp.hirtum*. Φαίνονται ξεκάθαρα οι τρεις αντιπροσωπευτικοί βλαστοί απ' όπου και ελήφθησαν οι μετρήσεις.

## 2.6 Μετρήσεις κατά την ημερομηνία συλλογής του φυτικού υλικού

Η συλλογή του προς απόσταξη φυτικού υλικού γινόταν από εύρωστα και ζωηρά φυτά, αντιπροσωπευτικά για το κάθε είδος. Φυτά και βλαστοί στο στάδιο της πλήρους άνθισης, εκεί όπου η συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο φαίνεται να μεγιστοποιείται (Εικόνα: Π1-Π5, Παράρτημα). Από το σύνολο του συλλεχθέντος υλικού για την κάθε επανάληψη επιλέγονταν έξι εύρωστοι βλαστοί. Οι τρεις σηματοδύνονταν, με σκοπό να ξεχωρίζουν απο τους άλλους τρεις. Ακολουθούσαν οι εξής μετρήσεις των ειδών και για τις δύο φυτείες: **Μήκος του κάθε βλαστού (cm), Μήκος των ταξιανθιών (cm), Αριθμός των ταξιανθιών/βλαστό, Αριθμός των φύλλων/βλαστό, Νωπό & ξηρό βάρος των βλαστών (g), Νωπό & ξηρό βάρος των ανθέων (g) καθώς και Νωπό & ξηρό βάρος των φύλλων (g).** Οι νωπές μετρήσεις στο σύνολό τους λάμβαναν χώρα σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο του Εργαστηρίου Γεωργίας σε ένα διάστημα περίπου μίας ώρας από τη στιγμή κοπής του προς απόσταξη φυτικού υλικού, και αυτό για την επίτευξη της ελάχιστης δυνατής υδατικής του καταπόνησης (stress).

Με το πέρας δύο περίπου βδομάδων, και αφού το εκάστοτε φυτικό υλικό είχε υποστεί ήπια ξήρανση υπό σκιά σε καλά αεριζόμενους χώρους του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α., πραγματοποιούνταν οι αντίστοιχες ξηρές μετρήσεις.

Στο σύνολό τους οι νωπές και ξηρές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mattler B502. Αναλυτικά όλα τα ραβδογράμματα που προέκυψαν παρατίθενται στο μέρος Αποτελέσματα.

## 2.7 Παραλαβή των αιθέριων ελαίων με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης (hydrodistillation-HD)

Όπως προαναφέρθηκε το υποψήφιο φυτικό υλικό για απόσταξη έμενε σε χάρτινες σακούλες και σε καλά αεριζόμενους χώρους του Εργαστηρίου Γεωργίας, υπό σκιά για ένα χρονικό διάστημα περίπου δύο βδομάδων. Με το πέρας αυτού του χρονικού διαστήματος στο ήδη ξηρό φυτικό υλικό ακολουθούσε η κονιτοποίησή του. Η υγρασία του προς απόσταξη ξηρού δείγματος τη δεδομένη στιγμή κυμαινόταν από 10-12%. Στο κονιτοποιητή τοποθετούνταν κυρίως φύλλα και ταξιανθίες του εκάστοτε φυτικού είδους, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων όπου χρησιμοποιήθηκαν και βλαστοί λόγω της σχετικής έλλειψης του είδους στον πειραματικό αγρό. Στη συνέχεια 10g ξηρής δρόγης τοποθετούνταν στο κάτω μέρος εντός της σφαιρικής φιάλης θέρμανσης συνολικού όγκου 1000ml, η οποία και συνδεόταν με τον ψυκτήρα της συσκευής απόσταξης τύπου Clevenger.

Το μείγμα φυτικό υλικό-νερό παρέμενε σε ηρεμία για περίπου 20min, αφού προηγουμένως είχε προστεθεί απεσταγμένο νερό κατά τα 3/4 περίπου της σφαιρικής φιάλης. Ταυτόχρονα οι δύο οπές του ψυκτήρα της Clevenger συνδεόντουσαν στη βρύση με διαφανή λάστιχα, με σκοπό την επίτευξη της συνεχούς ροής ύδατος στην ψηκτική περιοχή της συσκευής. Ακολουθούσε το άνοιγμα του θερμομανδύα στη τελική ένδειξη έντασης, μέχρι και τη στιγμή όπου στο μείγμα παρατηρούνταν κοχλασμοί. Τη δεδομένη στιγμή έπεφτε η πρώτη σταγόνα του παρασυρμένου από τους υδρατμούς αιθέριου ελαίου, ενώ ταυτόχρονα η θέρμανση μειωνόταν λίγο πιο πάνω απ'την αρχική ένδειξη έντασης. Η τροποποιημένη διαδικασία της υδροαπόσταξης μέσω συσκευής τύπου Clevenger λάμβανε χώρα για ένα χρονικό διάστημα 3-3½ ωρών, καθότι έτσι εξασφαλιζόταν η όσο το δυνατόν υψηλότερη ποσότητα συλλογής αιθέριου ελαίου (Economou *et al.*, 2011).

Οι συλλογές των αιθέριων ελαίων γίνονταν γυρνώντας προσεκτικά την τελική στρόφιγγα της βαθμονομημένης στήλης, και αυτό γιατί προηγούνταν τα υδρολύματα των ελαίων λόγω της διαφορετικής τους πυκνότητας. Τα έλαια συλλέγονταν σε ειδικά σημαδεμένα φιαλίδια με τη βοήθεια πιπετών τύπου Pasteur, αφού προηγουμένως είχε προστεθεί μικρή ποσότητα άνυδρου  $MgSO_4$  ως φίλτρο της υπολλειπόμενης υγρασίας. Τέλος, τα αιθέρια έλαια αποθηκεύονταν σε καταψύκτη σταθερής θερμοκρασίας στους  $-18^{\circ}C$ , ενώ τα εναπομείναντα υδρολύματα σε κοινό ψυγείο. Ο αριθμός των επαναλήψεων της διαδικασίας της υδροαπόσταξης ήταν 3 για το κάθε φυτικό είδος.



**Εικόνα 7:** Κατά τη διάρκεια δύο αποστάξεων με τη χρήση θερμομανδύα και συσκευής τύπου Clevenger στην ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα του Εργαστηρίου Γεωργίας του ΓΠΑ.

## 2.8 Ποιοτικός & ποσοτικός προσδιορισμός των συστατικών

Η ανάλυση των αιθέριων ελαίων για τον προσδιορισμό του χημειότυπου τους πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γενικής Χημείας του Γ.Π.Α. με τη χρήση αέριου χρωματογράφου και φασματόμετρου μαζών (GC/MS). Είχε προηγηθεί βέβαια προετοιμασία του εκάστοτε δείγματος, διοχετεύοντας ποσότητα 990μl καθαρής ακετόνης (99,8%) και 10μl αιθέριου ελαίου σε μικρά φιαλίδια. Αναλυτικά, ο διαχωρισμός των συστατικών των αιθέριων ελαίων πραγματοποιήθηκε με την χρήση αέριου χρωματογράφου (Hewlett Packard 5890 II) εξοπλισμένου με τριχοειδή στήλη (HP-5MS, crosslinked 5% PH ME siloxane, 30m, 0.25mm i.d., 0.25mm film thickness) και η ανίχνευσή τους με φασματόμετρο μαζών (HP 5972) όπου η ενέργεια ιονισμού ήταν της τάξεως των 70eV. 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 της τάξεως των 3°C/min. Οι θερμοκρασίες του εγχυτήρα και της γραμμής διαβίβασης (MS transfer line) ήταν 220°C και 290°C αντίστοιχα.

Ποσότητα 1μl δείγματος αιθέριου ελαίου (1:100v/v) εγχέονταν χειροκίνητα με ειδική μικροσύριγγα (Agilent PN5190-1466). Η συνολική διάρκεια της μεθόδου ανερχόταν στα 63,33min. Οι τελικές ταυτοποιήσεις των συστατικών των αιθέριων ελαίων πραγματοποιούνταν με βάση τις βιβλιοθήκες Adams07, Wiley275, Nist98 καθώς επίσης και με την χρήση δημοσιευμένων δεδομένων βιβλιοθήκης (Adams 2007, 4<sup>η</sup> Έκδοση), λαμβάνοντας πάντα υπ' όψιν τόσο τον σχετικό χρόνο έκλυσης (RT<sub>x</sub>) όσο και το φάσμα μάζας της «άγνωστης» ουσίας.



Αναλυτικότερα στο μέρος Παράρτημα επισυνάπτονται το σύνολο των χρωματογραφημάτων, καθώς επίσης και οι πίνακες με το σύνολο των συστατικών των αιθέριων ελαίων για το κάθε φυτικό είδος.



**Εικόνα 8:** Σύστημα GC/MS του Εργαστηρίου Γενικής Χημείας του Γ.Π.Α. που χρησιμοποιήθηκε για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των αιθέριων ελαίων.

## 2.9 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για τους πειραματικούς αγρούς στην περιοχή των Σπάτων προήλθαν από τον αντίστοιχο σταθμό (ΚΣ: 16741) της Ελληνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ) στην Αθήνα. Αναλυτικά, στο μέρος Αποτελέσματα παρατίθενται σε επεξεργασμένη μορφή ιστογραμμάτων τα εξής δεδομένα για την καλλιεργητική περίοδο 2013-14: **Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)**, **Μηνιαία σχετική υγρασία (%)**, **Συνολικό μηνιαίο ύψος νετού (mm)**.

Έτσι, για τον προσδιορισμό της επίδρασης του κλίματος στην εκατοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, στην ποσοστιαία σύσταση αυτού, καθώς και στα μελετούμενα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου τμήματός τους χρησιμοποιήθηκαν τα παραπάνω δεδομένα για τους αμέσως προηγούμενους δύο μήνες από τη συγκομιδή του κάθε φυτικού είδους. Τέλος, όσον αφορά τις μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών χρήσιμο θα ήταν να ειπωθεί ότι συνεκτιμήθηκαν τα κλιματικά δεδομένα των πρώτων μηνών εγκατάστασης των φυτών στα αγροκτήματα καθώς επίσης και τα δεδομένα που προέκυψαν από την εδαφολογική ανάλυση της περιοχής Γυαλός των Σπάτων, με σκοπό την όσο το δυνατόν αντικειμενικότερη εκτίμηση των αποτελεσμάτων τους.

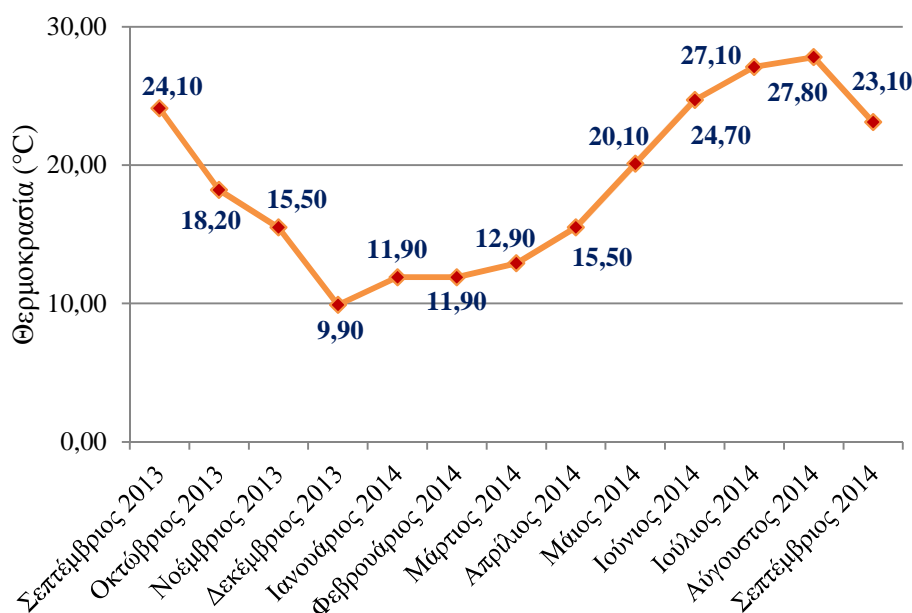
## 2.10 Μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης

Για τη στατιστική επεξεργασία και την παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα **JMP 8.0.2** (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Η πειραματική διάταξη των τεμαχίων και ανάλυση των δεδομένων των δύο πειραμάτων ακολούθησε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο.). Διενεργήθηκαν αναλύσεις των διασπορών (ANOVA) στο σύνολο των μελετούμενων χαρακτηριστικών για την αξιολόγηση των στατιστικά σημαντικών διαφορών των μέσων μεταξύ των ειδών και για τις δύο περιοχές προέλευσης. Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων έγιναν με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

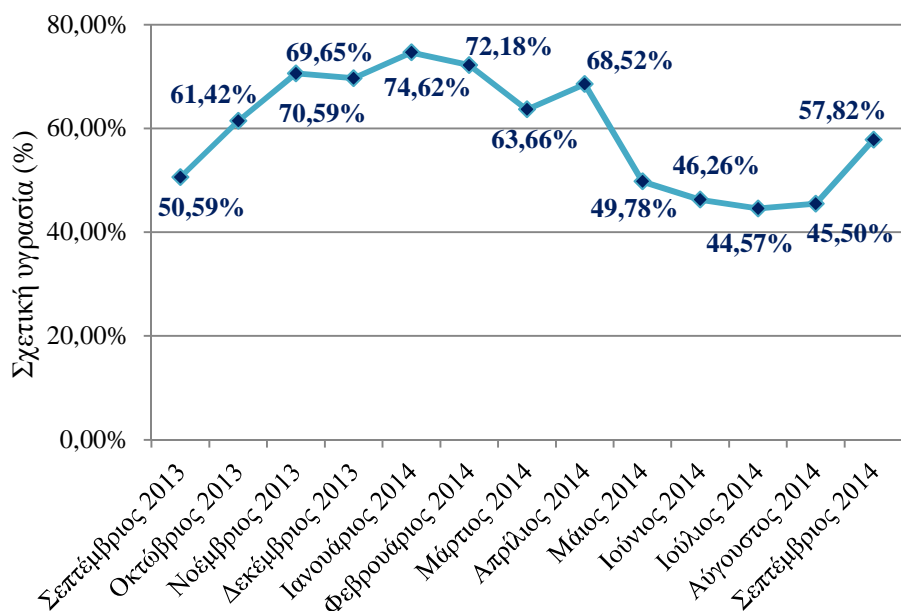
Στα διαγράμματα που ακολουθούν δίνονται με αναλυτικό τρόπο οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.) στα Σπάτα κατά την καλλιεργητική περίοδο 2013-14. Τα δεδομένα προήλθαν από σταθμό της Ελληνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY-Ελ. Βενιζέλου 14, 16777 Αθήνα) που εδρεύει στα Σπάτα. Αποτελούν χρήσιμη πηγή πληροφόρισης για την εξαγωγή προσσότερο αντικειμενικών συμπερασμάτων, τόσο για τα διάφορα φυτικά χαρακτηριστικά των μελετούμενων ειδών και αιθέρια έλαιά τους αλλά και για εξακρίβωση τελικώς του χειμειοτυπικού τους προφίλ. Παρατίθενται η μέση μηνιαία θερμοκρασία ( $T_{μν}$ ), η μέση μηνιαία σχετική υγρασία (RH) καθώς και το μηνιαίο συνολικό ύψος νετού της ατμόσφαιρας.



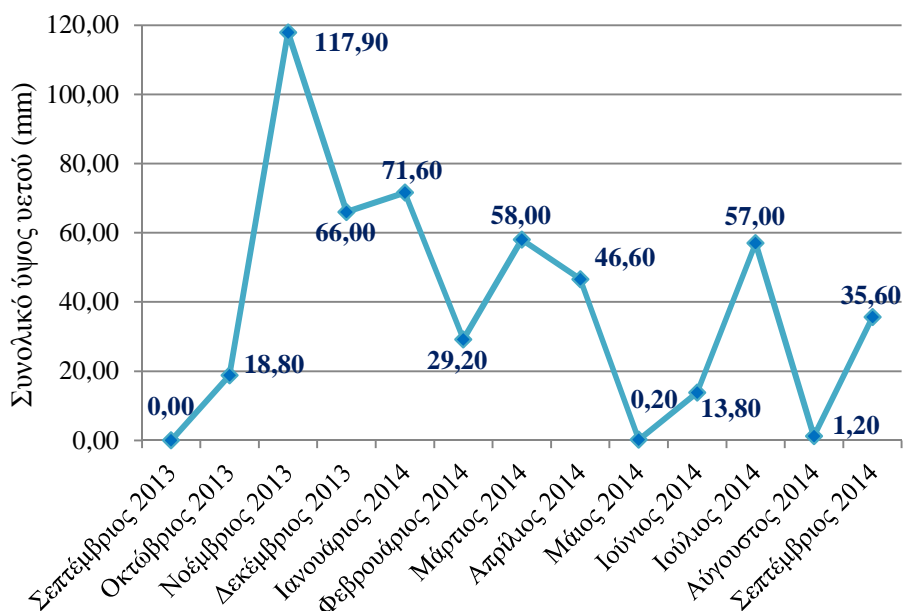
**Διάγραμμα 1:** Ετήσια διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας ( $T_{μν}$ ) της ατμόσφαιρας της περιόδου 2013-14 για την περιοχή των Σπάτων (Πηγή: EMY).

Κατά την εγκατάσταση των φυτικών ειδών που προήλθαν από την Ικαρία στο αγρόκτημα το Νοέμβριο του 2013, παρατηρείται μέση μηνιαία θερμοκρασία της τάξεως των 15,50°C, τιμή αρκετά ικανοποιητική. Παρόμοιες τιμές θερμοκρασίας εμφανίστηκαν και το μήνα Απρίλιο του 2014, όπου και πραγματοποιήθηκε η μεταφύτευση των ειδών της Κεφαλονιάς. Κατά το χρονικό διάστημα της συγκομιδής, αλλά και της πλήρους άνθησης των φυτικών ειδών οι τιμές των θερμοκρασιών κινήθηκαν σε ολοένα και υψηλότερα επίπεδα. Συγκεκριμένα στις 23/5/2014 όπου και άνθησε πλήρως το είδος *S.thymbra*, η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν μόλις 20,10°C.

Ενώ στις 13/6/2014 και από 1/7/2014 έως 14/7/2014 του ίδιου έτους, παρατηρήθηκε η πλήρης άνθηση στα είδη *O.onites* και *O.vulgare* subsp. *hirtum*, *T.capitata* και *T.holosericus* αντίστοιχα. Οι μέσες τιμές θερμοκρασίας για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κυμάνθηκαν από 24,70°C έως 27,10°C.



**Διάγραμμα 2:** Ετήσια διακύμανση της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας (RH) της ατμόσφαιρας της περιόδου 2013-14 για την περιοχή των Σπάτων (Πηγή: EMY).



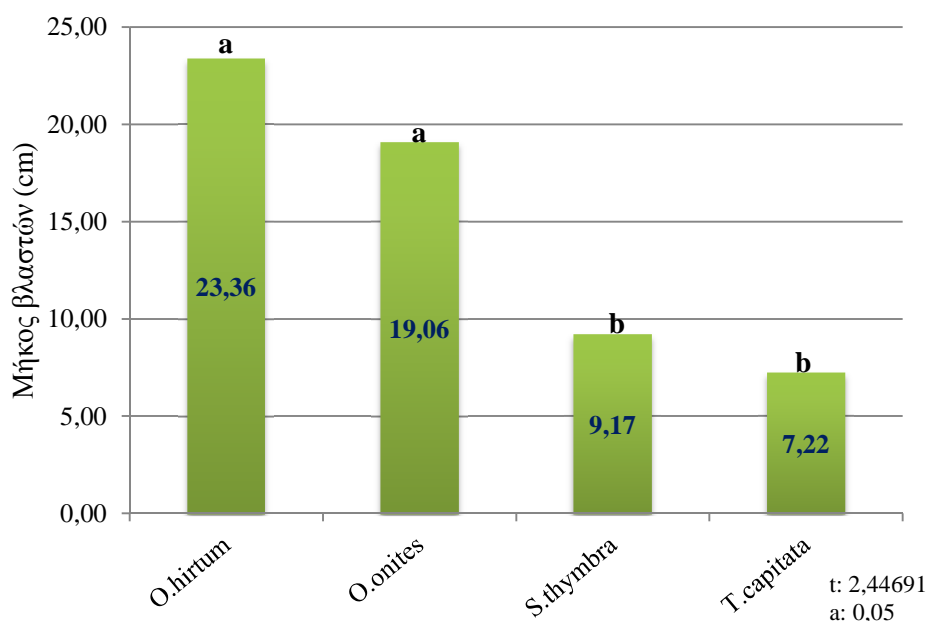
**Διάγραμμα 3:** Ετήσια διακύμανση του μηνιαίου συνολικού ύψους νετού της ατμόσφαιρας της περιόδου 2013-14 για την περιοχή των Σπάτων (Πηγή: EMY).

Η μέση σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας καθώς και το συνολικό ύψος βροχόπτωσης το μήνα της εγκατάστασης των φυτικών μοσχευμάτων της Ικαρίας στο αγρόκτημα των Σπάτων, ήταν της τάξεως των 69,65% και 117,90mm αντίστοιχα. Η τιμή της μέσης σχετικής υγρασίας εμφανίστηκε στα ίδια περίπου επίπεδα για το μήνα Απρίλιο με τιμή της τάξεως του 68,52%, σε αντίθεση με το αντίστοιχο συνολικό ύψος βροχόπτωσης που ήταν μόλις 46,60mm. Το συνολικό ύψος νετού για το μήνα Νοέμβριο του 2013 ήταν και το υψηλότερο της καλλιεργητικής περιόδου. Στη συγκομιδή του είδους *O.onites* το μήνα Ιούνιο, οι τιμές όπως είναι φυσικό κυμάνθηκαν σε αισθητά χαμηλότερα επίπεδα, της τάξεως των 46,26% και 13,80mm αντίστοιχα. Κάτι παρόμοιο φαίνεται να συνέβη και τον προηγούμενο μήνα κατά τη συλλογή του είδους *S.thymbra*. Το συνολικό ύψος βροχόπτωσης το μήνα Μάιο του 2014 ήταν σχεδόν αμελητέο, μόλις της τάξεως των 0,20mm. Είναι η αμέσως χαμηλότερη τιμή νετού, μετά την αντίστοιχη του Σεπτεμβρίου του 2013 όπου και δεν είχε παρατηρηθεί βροχόπτωση. Τέλος, σε μέτρια επίπεδα μέσης σχετικής υγρασίας και συνολικού ύψους βροχής κινήθηκε ο μήνας Ιούλιος του 2014 όπου συλλέχθηκαν τα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum*, *T.capitata* και *T.holosericeus*, με τιμές 44,57% και 57,00mm αντίστοιχα.

## 3.2 Φυτικά χαρακτηριστικά

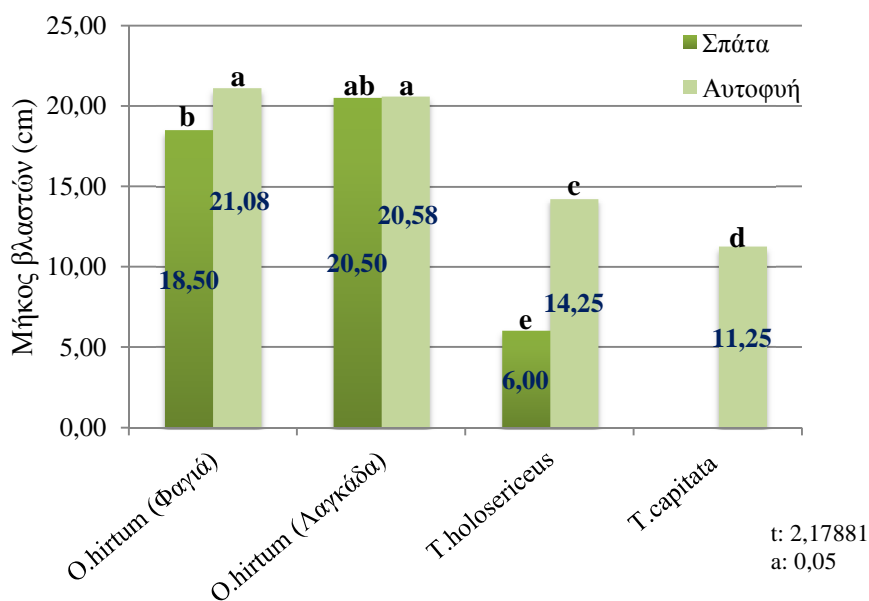
Για την μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών τόσο της νήσου Ικαρίας, όσο και της Κεφαλονιάς μελετήθηκαν ορισμένα φυτικά χαρακτηριστικά. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω.

### 3.2.1 Μέσο μήκος βλαστών των φυτικών ειδών



**Διάγραμμα 4:** Διαφοροποίηση του μέσου μήκους των βλαστών των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

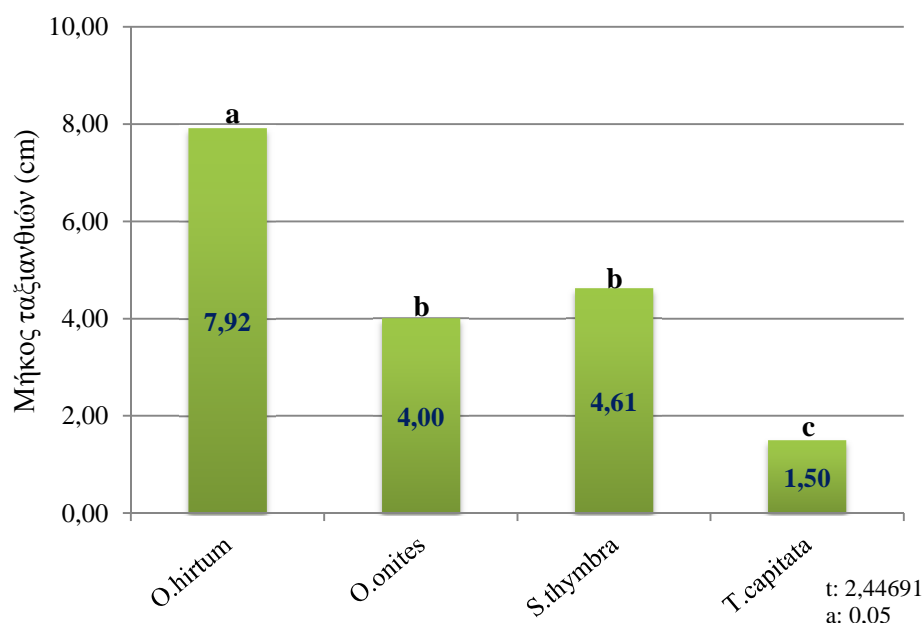
Από το παραπάνω διάγραμμα (Διάγραμμα: 4) προκύπτει ολοφάνερα ότι το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* από την Ικαρία διαθέτει τους μεγαλύτερους σε μήκος βλαστούς, με μέση τιμή της τάξεως του 23,36cm. Τελευταίο στη σειρά φαίνεται να ήρθε το θυμάρι. Το είδος *T.capitata* σημείωσε αντίστοιχες τιμές της τάξεως του 7,22cm, ενώ σε ενδιάμεσα επίπεδα κινήθηκαν τα είδη *O.onites* και *S.thymbra* με τιμές μέσου μήκους βλαστών 19,06cm και 9,17cm αντίστοιχα. Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς, καθώς και από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων προκύπτουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum*, *O.onites* με τα *S.thymbra* και *T.capitata* (Πίνακας: 1, Παράρτημα). Αντιθέτως, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ειδών ρίγανης από την Ικαρία. Τέλος, το ίδιο φαίνεται να ισχύει και για τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata*.



**Διάγραμμα 5:** Διαφοροποίηση του μέσου μήκους των βλαστών των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Από το διάγραμμα (Διάγραμμα: 5) φαίνεται ότι η ελληνική ρίγανη από το όρος Φαγιά κινήθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα, με μέσες τιμές μήκους βλαστών της τάξεως των 18,50cm και 21,08cm για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Παρόμοιες τιμές φαίνεται να έδωσε και η άλλη ρίγανη από το Λαγκάδα. Εκεί οι μέσοι όροι του μήκους των βλαστών ήταν 20,50cm και 20,58cm για τη ρίγανη των Σπάτων και την αυτοφυή αντίστοιχα. Τους χαμηλότερους βλαστους σε μήκος είχε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus*, με μέση τιμή μόλις της τάξεως των 6,00cm. Σε ενδιάμεσα επίπεδα κινήθηκαν τα αυτοφυή είδη *T.holosericeus* και *T.capitata*, τα οποία και έδωσαν αντίστοιχως μέσες τιμές μήκους βλαστών 14,25cm και 11,25cm. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 2, Παράρτημα). Όπως και πριν, έτσι και στην κεφαλονίτικη φυτεία παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών. Συγκεκριμένα, φαίνεται να υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* και από τις δύο περιοχές προέλευσης, με τους αντίστοιχους των ειδών *T.holosericeus* και *T.capitata*. Λαμβάνοντας περισσότερο υπ' όψιν τον τόπο εγκατάστασης τους, φαίνεται ότι οι δύο μέσοι όροι της ρίγανης από το όρος Φαγιά διαφέρουν σημαντικά. Σε αντίθεση με τη ρίγανη που προέρχεται από το Λαγκάδα, όπου κάτι αντίστοιχο δεν υφίσταται. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί η αντίστοιχη σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μέσων του είδους *T.holosericeus*.

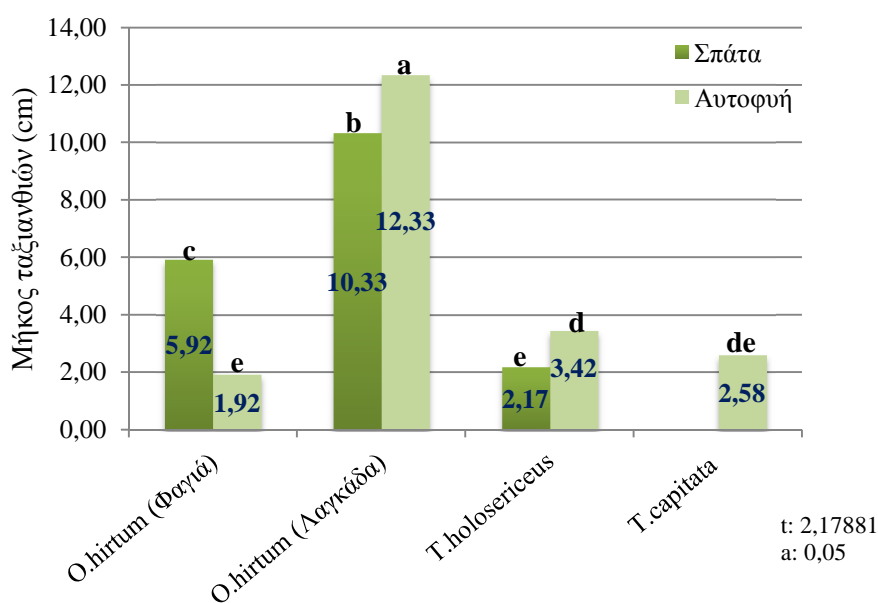
### 3.2.2 Μέσο μήκος ταξιανθιών των φυτικών ειδών



**Διάγραμμα 6:** Διαφοροποίηση του μέσου μήκους των ταξιανθιών των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Όπως και πριν, έτσι και εδώ το προερχόμενο από την Ικαρία υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* κατέχει τα πρωτεία. Φαίνεται να διαθέτει τις μεγαλύτερες σε μήκος ταξιανθίες, με μέση τιμή της τάξεως του 7,92cm (Διάγραμμα: 6). Τελευταίο στη σειρά και σε αυτή τη μέτρηση ήρθε το θυμάρι. Το είδος *T.capitata* σημείωσε αντίστοιχες τιμές μόλις της τάξεως του 1,50cm. Σε ενδιάμεσα επίπεδα όσον αφορά το μέσο μήκος των ταξιανθιών κινήθηκαν τα είδη *O.onites* και *S.thymbra* με τιμές 4,00cm και 4,61cm αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους μέσους (Πίνακας: 3, Παράρτημα). Μόνη εξαίρεση αποτελεί η άγρια ρίγανη και το θρούμπι από τη νήσο Ικαρία, τα οποία φαίνεται ότι δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους αφού συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα στο παραπάνω διάγραμμα (Διάγραμμα: 6). Συγκεκριμένα, είναι ολοφάνερο ότι ο μέσος του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* διαφέρει σημαντικά τόσο με τα είδη *O.onites* και *S.thymbra*, όσο και με το είδος *T.capitata*. Τέλος, παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές των ειδών *O.onites* και *S.thymbra* με το είδος *T.capitata*, αφού η τιμή του τελευταίου απέχει κατά πολύ των δύο προαναφερθέντων.

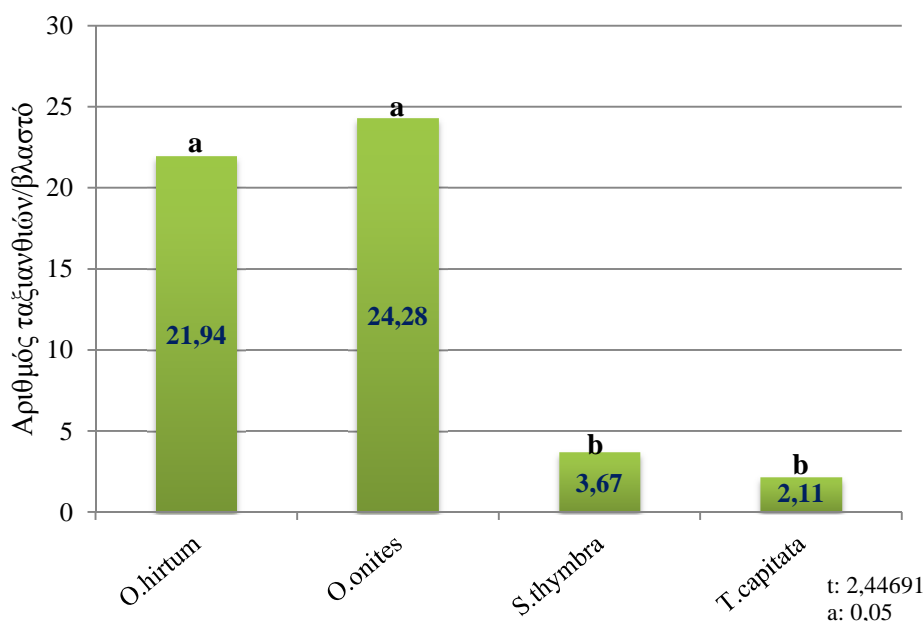




**Διάγραμμα 7:** Διαφοροποίηση του μέσου μήκους των ταξιανθιών των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

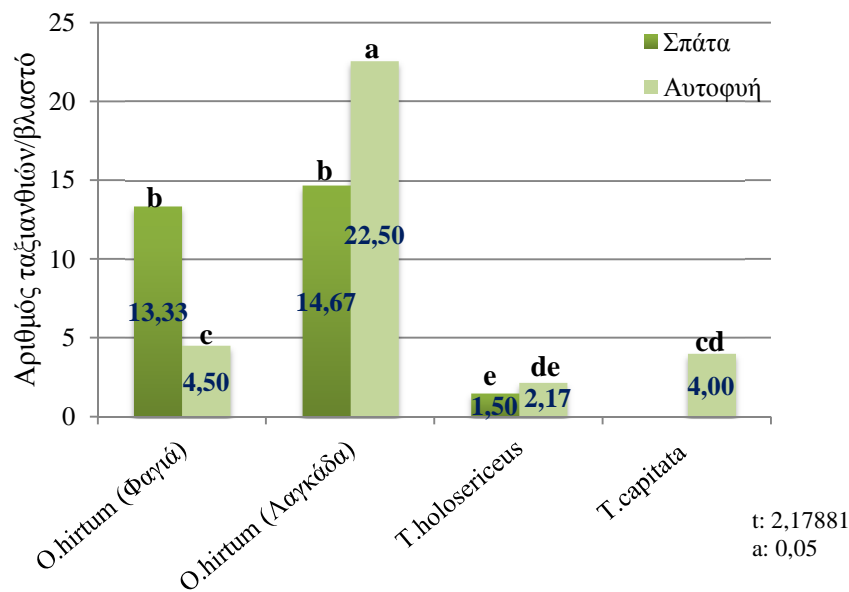
Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η ελληνική ρίγανη από το Λαγκάδα κινήθηκε σε αισθητά υψηλά επίπεδα, με μέσες τιμές μήκους ταξιανθιών της τάξεως των 10,33cm και 12,33cm για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα (Διάγραμμα: 7). Στη συνέχεια ακολουθεί η ελληνική ρίγανη που προήλθε από το όρος Φαγιά της νήσου Κεφαλονιάς. Αναλυτικότερα, οι μέσοι όροι των μετρήσεων για το μήκος των ταξιανθιών εκτιμήθηκαν στο 5,92cm και 1,92cm για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Τις χαμηλότερες ταξιανθίες σε μήκος είχε το αυτοφυές είδος *T.capitata*, με μέση τιμή μόλις της τάξεως των 2,58cm. Τέλος, σε ενδιάμεσα επίπεδα όσον αφορά το μήκος των ταξιανθιών κυμάνθηκε το *T.holosericus* με μέσες τιμές που εκτιμήθηκαν στο 2,17cm και 3,42cm για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών και σε αυτή την περίπτωση (Πίνακας: 4, Παράρτημα). Είναι εύκολα παρατηρήσιμο ότι η ρίγανη που προήλθε από το Λαγκάδα διέφερε σημαντικά με όλα τα υπόλοιπα κεφαλονίτικα είδη, είτε αυτά ήταν καλλιεργούμενα στην περιοχή των Σπάτων είτε σε αυτοφυή μορφή, καθότι παρουσίασε τις υψηλότερες μέσες τιμές για το μελετούμενο χαρακτηριστικό. Λαμβάνοντας όμως περισσότερο υπ' όψιν τον τόπο εγκατάστασής της, φαίνεται ότι οι δύο μέσοι όροι της ρίγανης από το Λαγκάδα διαφέρουν σημαντικά. Κάτι αντίστοιχο παρατηρείται και στα υποείδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά και *T.holosericus*. Τέλος, αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός ότι υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του αυτοφυούς είδους *T.capitata* με τα καλλιεργούμενα είδη ρίγανης που προήλθαν από το όρος Φαγιά και τον Λαγκάδα της Κεφαλονιάς, καθώς και με την αντίστοιχη αυτοφυή μορφή του ίδιου είδους από το Λαγκάδα.

### 3.2.3 Μέσος αριθμός ταξιανθιών/βλαστό των φυτικών ειδών



**Διάγραμμα 8:** Διαφοροποίηση του μέσου αριθμού ταξιανθιών/βλαστό των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Σε προηγούμενες μετρήσεις μελετούμενων χαρακτηριστικών στα φυτικά είδη της Ικαρίας, τις μεγαλύτερες μέσες τιμές έδωσε η ελληνική ρίγανη. Στη περίπτωση αυτή φαίνεται πως το είδος *O.onites* διαθέτει τις περισσότερες ταξιανθίες ανά βλαστό, με μέση τιμή της τάξεως των 24,28 ταξιανθιών (Διάγραμμα: 8). Στο αμέσως χαμηλότερο επίπεδο κυμάνθηκε το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* με έναν ικανοποιητικό μέσο όρο της τάξεως των 21,94 ταξιανθιών στο βλαστό. Τελευταία στην κατάταξη φαίνεται ότι εκτιμήθηκαν τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata* με μέσες τιμές 3,67 και 2,11 ταξιανθίες ανά βλαστό αντίστοιχα. Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς, καθώς και από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων προκύπτουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum*, *O.onites* με τα *S.thymbra* και *T.capitata* (Πίνακας: 5, Παράρτημα). Αντιθέτως, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ειδών ρίγανης από την Ικαρία. Τέλος, το ίδιο φαίνεται να ισχύει και για τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata*.

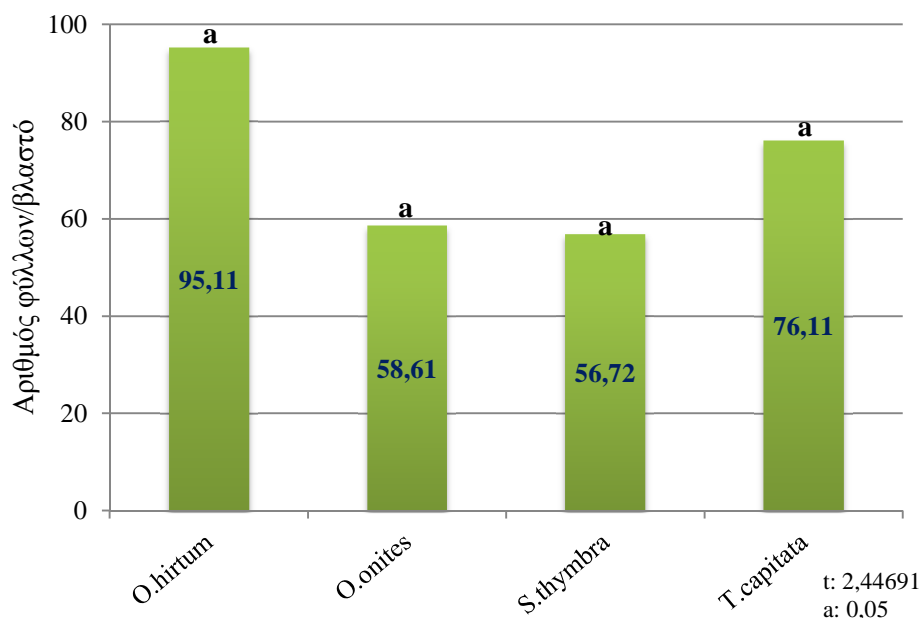


**Διάγραμμα 9:** Διαφοροποίηση του μέσου αριθμού ταξιανθιών/βλαστό των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Και σε αυτή τη μέτρηση φαίνεται ότι η ελληνική ρίγανη από το Λαγκάδα κινήθηκε σε αισθητά υψηλά επίπεδα, με μέσες τιμές αριθμού ταξιανθιών ανά βλαστό της τάξεως των 14,67 και 22,50 ταξιανθιών για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα (Διάγραμμα: 9). Και σε αυτή την περίπτωση ακολούθησε σε σειρά το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από το όρος Φαγιά της νήσου Κεφαλονιάς. Πιο συγκεκριμένα, οι μέσοι όροι των μετρήσεων για τον αριθμό των ταξιανθιών ανά βλαστό εκτιμήθηκαν στους 13,33 και 4,50 ταξιανθίες για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Τις λιγότερες σε αριθμό ταξιανθίες ανά βλαστό είχε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus*, με μέση τιμή μόλις της τάξεως των 1,50 ταξιανθιών. Τέλος, σε ενδιάμεσα επίπεδα όσον αφορά τον αριθμό των ταξιανθιών στο βλάστο κυμάνθηκαν τα αυτοφυή είδη *T.holosericeus* και *T.capitata* με μέσες τιμές που εκτιμήθηκαν στις 2,17 και 4,00 ταξιανθίες αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών και σε αυτή την περίπτωση (Πίνακας: 6, Παράρτημα). Φαίνεται ότι η ελληνική ρίγανη που προέρχεται από το Λαγκάδα διέφερε σημαντικά με όλα τα υπόλοιπα κεφαλονίτικα είδη, καλλιεργούμενα και μη, καθότι παρουσίασε την υψηλότερη μέση τιμή για το μελετούμενο χαρακτηριστικό. Μόνη εξαίρεση αποτέλεσε το καλλιεργούμενο στα Σπάτα υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από το όρος Φαγιά, αφού παρουσίασε παραπλήσια μέση τιμή με την αντίστοιχη της καλλιεργούμενης ρίγανης από το Λαγκάδα της Κεφαλονιάς. Κάτι αντίστοιχο παρατηρήθηκε και ανάμεσα στα αυτοφυή είδη *T.holosericeus* και *T.capitata*. Τέλος, αξιοσημείωτο για άλλη μια φορά είναι το γεγονός της ύπαρξης

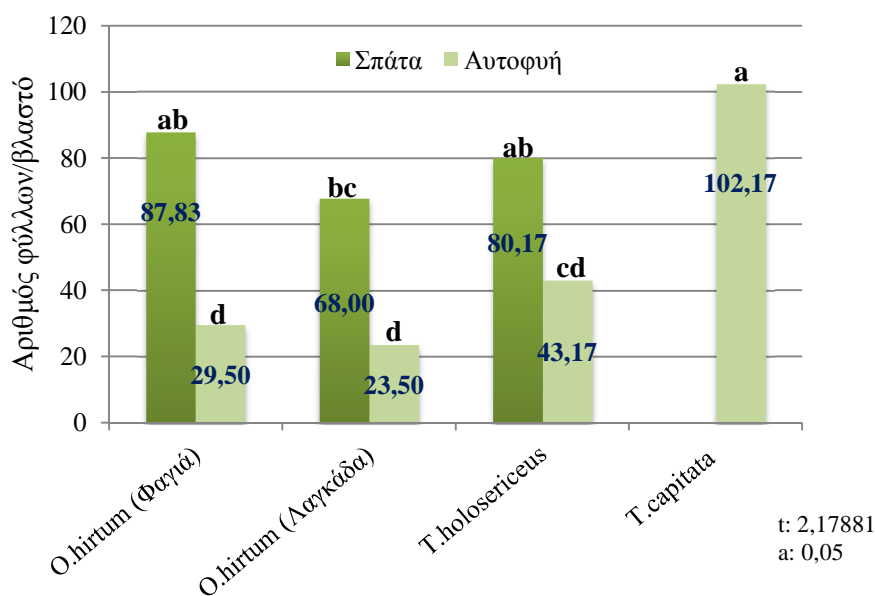
σημαντικής διαφοράς ανάμεσα στους δύο μέσους της ρίγανης που κατάγεται από το Λαγκάδα της νήσου Κεφαλονιάς.

### 3.2.4 Μέσος αριθμός φύλλων/βλαστώ των φυτικών ειδών



**Διάγραμμα 10:** Διαφοροποίηση του μέσου αριθμού φύλλων/βλαστώ των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

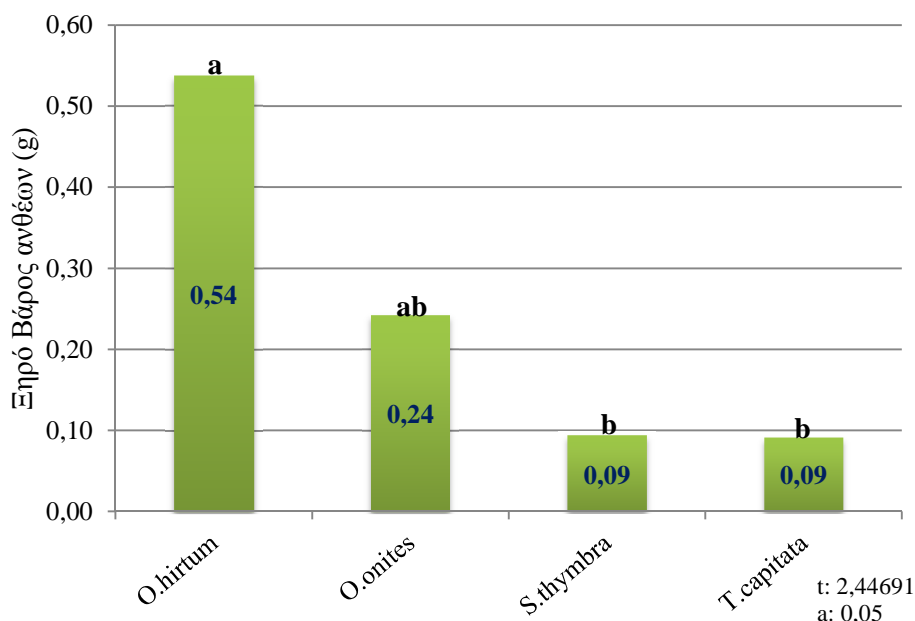
Το προερχόμενο από την Ικαρία υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* φάνηκε να συγκέντρωσε τα περισσότερα σε αριθμό φύλλα ανά βλαστό, με μέση τιμή της τάξεως των 95,11 φύλλων (Διάγραμμα: 10). Στη συνέχεια έναν ικανοποιητικό μέσο όρο κατείχε το θυμάρι. Πιο συγκεκριμένα, η μέση μέτρηση για τον αριθμό των φύλλων στο βλαστό εκτιμήθηκε στα 76,11 φύλλα. Τέλος, σε ενδιάμεσα επίπεδα όσον αφορά τον αριθμό των φύλλων ανά βλάστο κινήθηκαν τα είδη *O.onites* και *S.thymbra* με μέσες τιμές της τάξεως των 58,61 και 56,72 φύλλων αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών σε αυτή την περίπτωση (Πίνακας: 7, Παράρτημα). Φαίνεται ότι η ελληνική ρίγανη αν και κατέχει τα πρωτεία σε μέσο αριθμό φύλλων ανά βλαστό, δε διαφέρει σημαντικά με κανένα από τα υπόλοιπα μελετούμενα είδη. Αντίστοιχα, το ίδιο ισχύει και για το είδος *T.capitata*, όπου κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων συνδέθηκε με το ίδιο λατινικό γράμμα που εμφάνισαν τα υπόλοιπα είδη (Διάγραμμα: 10). Τέλος, φαίνεται να μην αποτελούν εξαίρεση τα φυτικά είδη *O.onites* και *S.thymbra*, αφού όπως είναι εύκολα παρατηρήσιμο ο μέσος αριθμός φύλλων στο βλαστό τους είναι παραπλήσιος.



**Διάγραμμα 11:** Διαφοροποίηση του μέσου αριθμού φύλλων/βλαστό των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

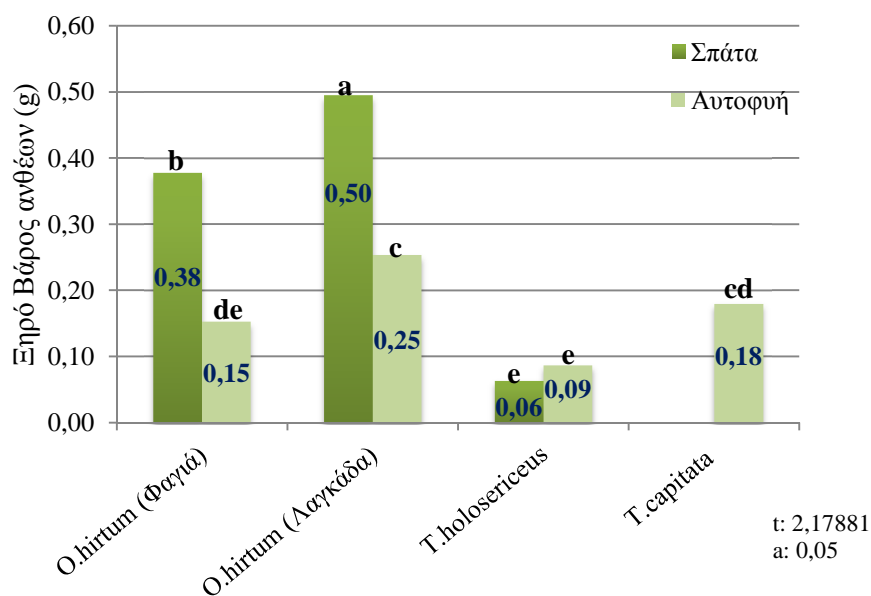
Σε προηγούμενες μετρήσεις μελετούμενων χαρακτηριστικών στα φυτικά είδη της νήσου Κεφαλονιάς, τις μεγαλύτερες μέσες τιμές έδωσε η ελληνική ρίγανη προερχόμενη από το όρος Φαγιά και το Λαγκάδα. Στη περίπτωση αυτή φαίνεται πως το αυτοφυές είδος *T.capitata* διαθέτει τα περισσότερα φύλλα ανά βλαστό, με μέση τιμή της τάξεως των 102,17 φύλλων (Διάγραμμα: 11). Ακολούθως, η καλλιεργούμενη ρίγανη από το όρος Φαγιά και το Λαγκάδα, αλλά και το καλλιεργούμενο λεμονοθύμαρο στην περιοχή των Σπάτων κυμάνθηκαν σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Συγκεκριμένα, οι αντίστοιχες μέσες τιμές εκτιμήθηκαν στα 87,83 και 68,00 φύλλα για τις ρίγανες και 80,17 φύλλα για το λεμονοθύμαρο. Τέλος, αισθητά χαμηλότερες τιμές παρουσίασαν τα αντίστοιχα αυτοφυή είδη των παραπάνω. Ο μέσος αριθμός φύλλων ανά βλαστό βρέθηκε στα 43,17 φύλλα για το λεμονοθύμαρο, ενώ 29,50 και 23,50 φύλλα για τις ρίγανες από το όρος Φαγιά και το Λαγκάδα αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 8, Παράρτημα). Φαίνεται ότι το αυτοφυές είδος *T.capitata* διέφερε σημαντικά με όλα τα υπόλοιπα κεφαλονίτικα είδη, καλλιεργούμενα και μη, καθότι παρουσίασε την υψηλότερη μέση τιμή για το μελετούμενο χαρακτηριστικό. Μόνη εξαίρεση αποτέλεσαν τα καλλιεργούμενα στα Σπάτα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *T.holosericeus*, αφού παρουσίασαν μέσες τιμές πολύ κοντά με αυτή του αυτοφυούς θυμαριού. Αξιοσημείωτο για άλλη μια φορά το γεγονός ότι παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργούμενων και αυτοφυών ειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *T.holosericeus*. Αντιθέτως, στα καλλιεργούμενα και στα αυτοφυή είδη των παραπάνω φαίνεται να μην παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές.

### 3.2.5 Μέσο ξηρό βάρος ανθέων των φυτικών ειδών



**Διάγραμμα 12:** Διαφοροποίηση του μέσου ξηρού βάρους των ανθέων των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

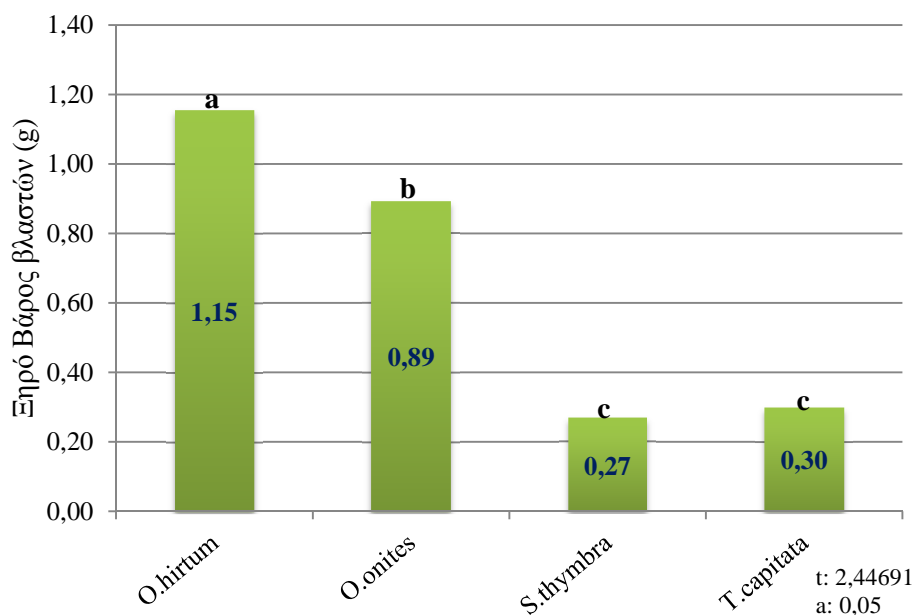
Και εδώ φάνηκε ξεκάθαρα ότι το προερχόμενο από την Ικαρία υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* είχε τις μεγαλύτερες σε ξηρό βάρος ταξιανθίες, με μέση τιμή της τάξεως των 0,54g (Διάγραμμα: 12). Τη μικρότερη μακράν μέση τιμή, όσον αφορά το ξηρό βάρος των ταξιανθιών, εμφάνισαν τα φυτικά είδη *S.thymbra* και *T.capitata* με βάρη της τάξεως των 0,09g. Σε ενδιαμέσα αλλά αρκετά ικανοποιητικά επίπεδα κυμάνθηκε το είδος *O.onites*, με μέσο ξηρό βάρος ανθέων που μετρήθηκε στα 0,24g. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς καθώς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφάνισαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ικαριώτικων ειδών και σε αυτή την περίπτωση (Πίνακας: 9, Παράρτημα). Πιο συγκεκριμένα, προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum*, *O.onites* με τα *S.thymbra* και *T.capitata*. Αντιθέτως, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ειδών ρίγανης από την νήσο Ικαρία, και αυτό γιατί συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα. Τέλος, το ίδιο φαίνεται να ισχύει και στην περίπτωση των ειδών *S.thymbra* και *T.capitata*, αφού οι μέσοι όροι τους είναι ακριβώς ίδιοι.



**Διάγραμμα 13:** Διαφοροποίηση του μέσου ξηρού βάρους των ανθέων των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Είναι ξεκάθαρο ότι το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα κινήθηκε στα υψηλότερα επίπεδα, με μέσες τιμές ξηρού βάρους ταξιανθιών της τάξεως των 0,50 και 0,25g για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα (Διάγραμμα: 13). Και σε αυτή την περίπτωση ακολούθησε σε σειρά το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από το όρος Φαγιά της νήσου Κεφαλονιάς. Πιο συγκεκριμένα, οι μέσοι όροι των μετρήσεων για το ξηρό βάρος των ταξιανθιών εκτιμήθηκαν στους 0,38 και 0,15g για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Τις μικρότερες σε ξηρό βάρος ταξιανθίες φαίνεται να είχε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus*, με μέση τιμή μόλις της τάξεως των 0,06g. Τέλος, σε ενδιάμεσα επίπεδα κυμάνθηκαν τα αυτοφυή είδη *T.holosericeus* και *T.capitata* με μέσες τιμές που εκτιμήθηκαν στα 0,09 και 0,18g αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών και σε αυτή τη μέτρηση (Πίνακας: 10, Παράρτημα). Φαίνεται ότι το εγκατεστημένο στα Σπάτα υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από το Λαγκάδα της Κεφαλονιάς διαφέρει σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη, αφού σημείωσε τη μεγαλύτερη μέση τιμή στο μελετούμενο χαρακτηριστικό. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και για την καλλιεργούμενη ρίγανη που προήλθε από το όρος Φαγιά, καθότι η μέση τιμή της απείχε κατά πολύ από τις αντίστοιχες άλλες των καλλιεργούμενων και αυτοφυών ειδών. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μέσων του είδους *T.holosericeus*, γιατί οι τιμές τους ήταν παραπλήσιες. Τέλος, το αυτοφυές είδος *T.capitata* δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές με τα δύο αυτοφυή υποείδη του *O.vulgare* subsp. *hirtum*.

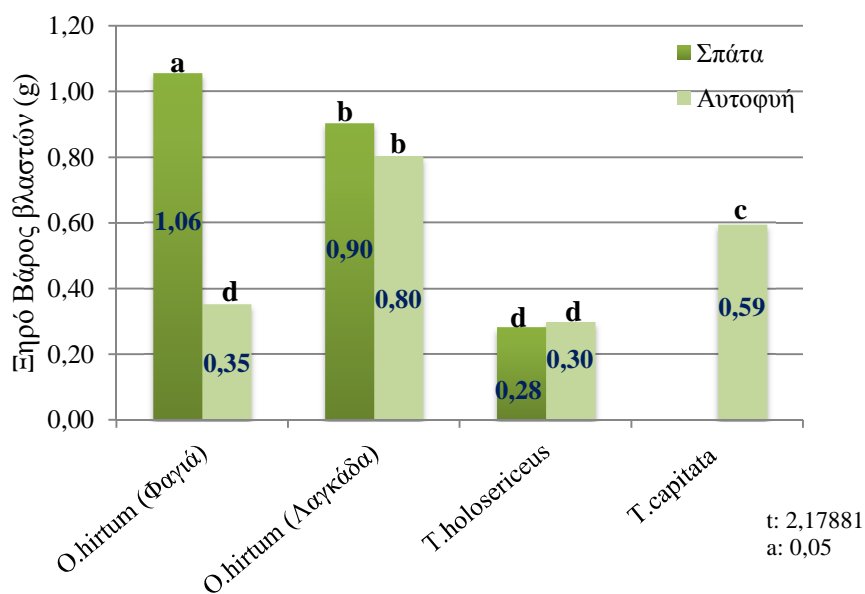
### 3.2.6 Μέσο ξηρό βάρος βλαστών των φυτικών ειδών



**Διάγραμμα 14:** Διαφοροποίηση του μέσου ξηρού βάρους των βλαστών των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Σε αυτή τη μέτρηση το προερχόμενο από την Ικαρία υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* είχε τους μεγαλύτερους σε ξηρό βάρος βλαστούς, με μέση τιμή της τάξεως των 1,15g (Διάγραμμα: 14). Τελευταία στην κατάταξη φαίνεται ότι εκτιμήθηκαν τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata* με μέσες τιμές βάρους βλαστών 0,27 και 0,30g αντίστοιχα. Τέλος, το φυτικό είδος *O.onites* παρουσίασε ικανοποιητικό μέσο όρο της τάξεως των 0,89g κατά τη ζύγιση των ξηρών βλαστών του. Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς καθώς και τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ικαριώτικων ειδών και σε αυτή την περίπτωση (Πίνακας: 11, Παράρτημα). Μόνη εξαίρεση αποτέλεσαν το θυμάρι και το θρούμπι από τη νήσο Ικαρία, τα οποία φαίνεται ότι δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους αφού συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα στο παραπάνω διάγραμμα (Διάγραμμα: 14). Συγκεκριμένα, είναι ολοφάνερο ότι ο μέσος του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* διέφερε σημαντικά τόσο με τα είδη *O.onites* και *S.thymbra*, όσο και με το είδος *T.capitata*. Τέλος, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές του είδους *O.onites* με τα *S.thymbra* και *T.capitata*, αφού η τιμή του πρώτου απείχε κατά πολύ των δύο προαναφερθέντων.

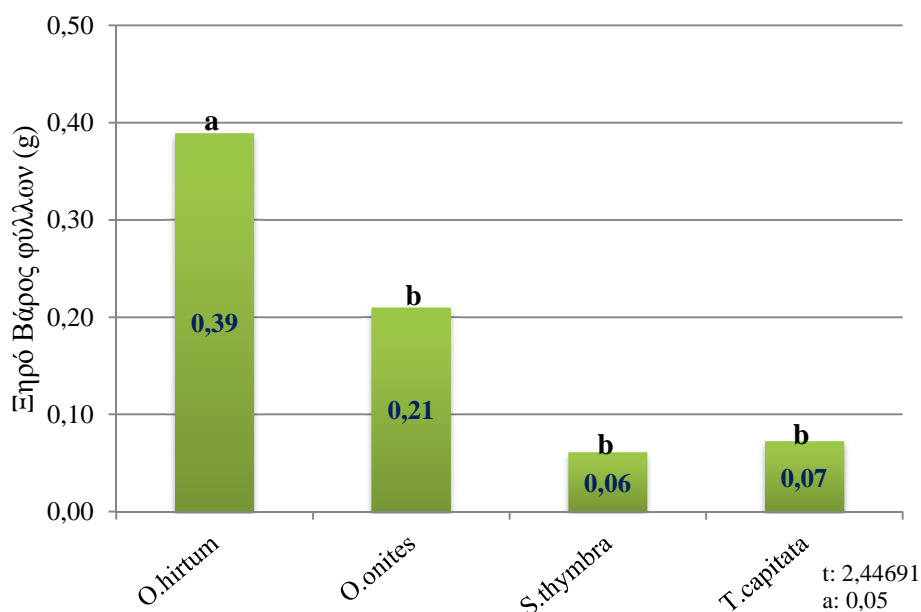




**Διάγραμμα 15:** Διαφοροποίηση του μέσου ξηρού βάρους των βλαστών των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

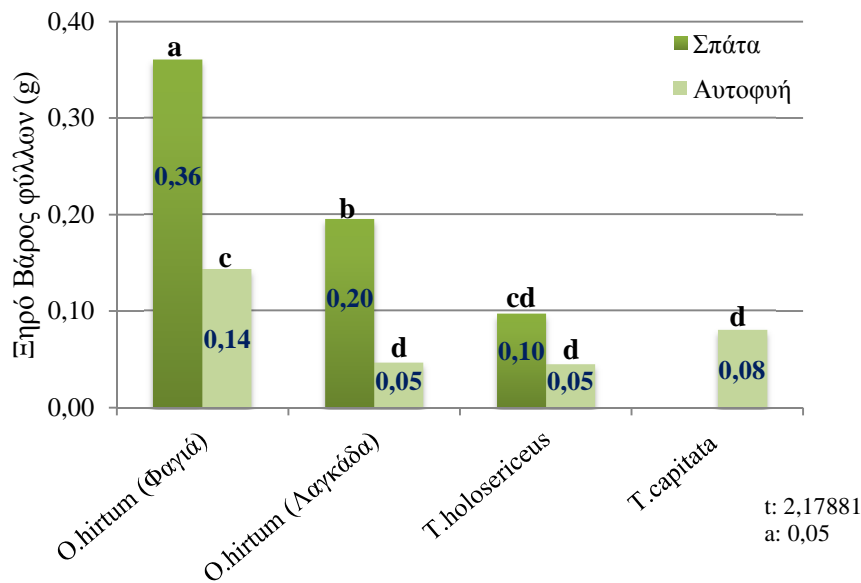
Σε προηγούμενες μετρήσεις μελετούμενων χαρακτηριστικών στα φυτικά είδη της νήσου Κεφαλονιάς, οι μεγαλύτερες μέσες τιμές συνήθως προέκυπταν από την ελληνική ρίγανη που προήλθε από την περιοχή Λαγκάδα. Στη περίπτωση αυτή φαίνεται πως το καλλιεργούμενο υποείδος *O. vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά διαθέτει τους μεγαλύτερους σε ξηρό βάρος βλαστούς, με μέση τιμή της τάξεως των 1,06g (Διάγραμμα: 15). Οι μικρότεροι σε ξηρό βάρος βλαστοί παρατηρήθηκαν στο είδος *T. holosericeus*, με μέσες τιμές της τάξεως των 0,28 και 0,30g για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Σε αισθητά υψηλά επίπεδα κυμάνθηκε η ρίγανη από το Λαγκάδα, με μέσο ξηρό βάρος βλαστών της τάξεως των 0,90 και 0,80g για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Αντιθέτως, τα αυτοφυή υποείδη του *O. vulgare* subsp. *hirtum* με καταγωγή από το όρος Φαγιά παρουσίασαν μέσο ξηρό βάρος βλαστών μόλις 0,35g. Τέλος, ικανοποιητικό ξηρό βάρος εμφάνισαν οι βλαστοί του αυτοφυούς είδους *T. capitata* με μέση τιμή τα 0,59g. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 12, Παράρτημα). Φαίνεται ότι το εγκατεστημένο στα Σπάτα υποείδος *O. vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από το οροπέδιο Φαγιά της Κεφαλονιάς διέφερε σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη, αφού σημείωσε τη μεγαλύτερη μέση τιμή στο μελετούμενο χαρακτηριστικό. Λαμβάνοντας περισσότερο υπ'όψιν τον τόπο εγκατάστασης των φυτών, δεν εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο μέσων στα είδη *O. vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα και *T. holosericeus*. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός της ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών του αυτοφυούς είδους *T. capitata* με τα υπόλοιπα κεφαλονίτικα είδη.

### 3.2.7 Μέσο ξηρό βάρος φύλλων των φυτικών ειδών



**Διάγραμμα 16:** Διαφοροποίηση του μέσου ξηρού βάρους των φύλλων των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

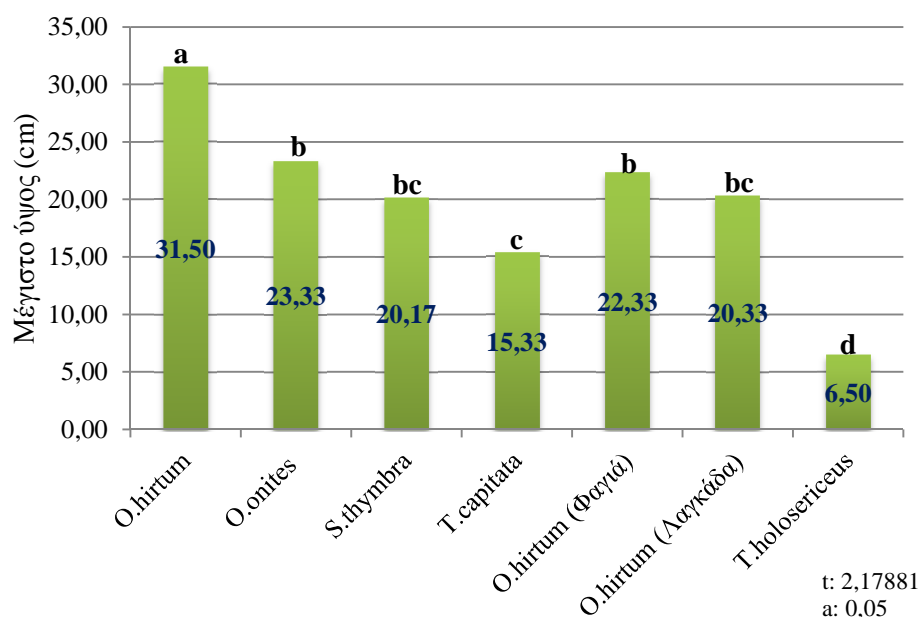
Για άλλη μια φορά στην ικαριώτικη φυτεία τα πρωτεία πήρε το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum*, με μέσο ξηρό βάρος φύλλων της τάξεως των 0,39g (Διάγραμμα: 16). Την τελευταία θέση σε κατάταξη για το μελετούμενο χαρακτηριστικό έλαβαν τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata*, με μέσο ξηρό βάρος φύλλων 0,06 και 0,07g αντίστοιχα. Τέλος, το φυτικό είδος *O.onites* παρουσίασε ικανοποιητικό μέσο όρο της τάξεως των 0,21g κατά τη ζύγιση των ξηρών φύλλων του. Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς, καθώς και από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* και των υπόλοιπων ικαριώτικων ειδών, και αυτό γιατί η ελληνική ρίγανη έδωσε μακράν την υψηλότερη μέση τιμή για το μελετούμενο χαρακτηριστικό (Πίνακας: 13, Παράρτημα). Τέλος, κάτι αντίστοιχο φάνηκε να μην ισχύει για τα είδη *O.onites*, *S.thymbra* και *T.capitata*, αφού κατά τη σύγκριση των μέσων τους συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα (Διάγραμμα: 16).



**Διάγραμμα 17:** Διαφοροποίηση του μέσου ξηρού βάρους των φύλλων των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Και σε αυτή την περίπτωση αυτή φάνηκε πως το καλλιεργούμενο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά διαθέτει τις μεγαλύτερες σε ξηρό βάρος ταξιανθίες με μέση τιμή της τάξεως των 0,36g, σε αντίθεση με προηγούμενες μετρήσεις που τα πρωτεία συνήθως είχε η ρίγανη που προήλθε από το Λαγκάδα της νήσου Κεφαλονιάς (Διάγραμμα: 17). Οι μικρότερες σε ξηρό βάρος ταξιανθίες παρατηρήθηκαν στα αυτοφυή είδη *T.holosericeus* και *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα, με μέσες τιμές της τάξεως των 0,05g. Σε αισθητά υψηλά επίπεδα κυμάνθηκε η καλλιεργούμενη στα Σπάτα ρίγανη από το Λαγκάδα, με μέσο ξηρό βάρος ανθέων της τάξεως των 0,20g. Επιπλέον, σε χαμηλότερα επίπεδα όσον αφορά το μέσο βάρος των ταξιανθιών τους κινήθηκαν τα αυτοφυή υποείδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το οροπέδιο Φαγιά και *T.capitata*, με τιμές 0,14 και 0,08g αντίστοιχα. Τέλος, παραπλήσιο μέσο όρο με το αυτοφύες θυμάρι έδωσε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus*, με τιμή της τάξεως των 0,10g. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφάνισαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων και σε αυτή την περίπτωση (Πίνακας: 14, Παράρτημα). Λαμβάνοντας υπ' όψιν τον τόπο εγκατάστασης των φυτών, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργούμενων στα Σπάτα ειδών και των αυτοφυών του *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά και το Λαγκάδα. Κάτι αντίστοιχο, φάνηκε να ισχύει και για το είδος *T.holosericeus*. Αντιθέτως, δεν εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους μέσους των αυτοφυών ειδών *T.capitata*, *T.holosericeus* και *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα της νήσου Κεφαλονιάς.

### 3.2.8 Μέσο μέγιστο ύψος των φυτικών ειδών



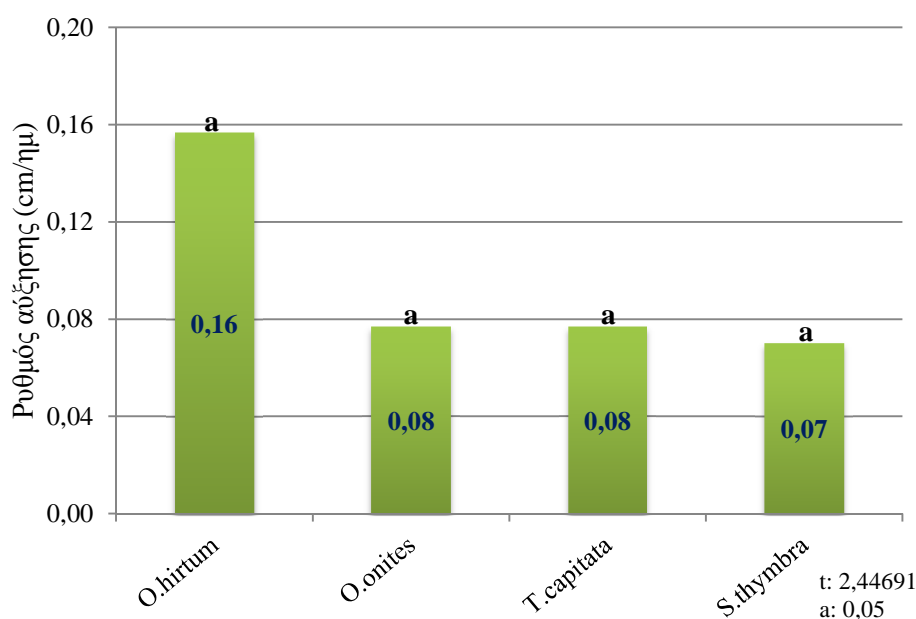
**Διάγραμμα 18:** Διαφοροποίηση του μέσου μέγιστου ύψους των φυτικών ειδών του πειραματικού αγρού των Σπάτων. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων του τελικού ύψους των φυτικών ειδών, προέκυψε ότι η καλλιεργούμενη ελληνική ρίγανη δέχεται φυτά που παρουσίασαν τους μεγαλύτερους μέσους όρους για το μελετούμενο χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα, το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* από την Ικαρία είχε μέσο μέγιστο ύψος της τάξεως των 31,50cm. Ακολούθως, η ελληνική ρίγανη από το όρος Φαγιά και το Λαγκάδα της Κεφαλονιάς εκτιμήθηκε στα 22,33 και 20,33cm αντιστοίχως. Επόμενο στη κατάταξη είδος φάνηκε ότι ήταν το *O.onites*, με μέγιστα ύψη φυτών παραπλήσια αυτών του *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το οροπέδιο Φαγιά της νήσου Κεφαλονιάς. Τον μικρότερο σε ύψος μέσο όρο φάνηκε ότι κατείχε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus*, με τιμή μόλις 6,50cm. Τέλος, σε ενδιάμεσα επίπεδα κυμάνθηκαν τα μέγιστα ύψη των καλλιεργούμενων ειδών *S.thymbra* και *T.capitata*, με μέσες τιμές της τάξεως των 20,17 και 15,33cm αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 15, Παράρτημα). Κατά τη σύγκριση των μέσων φάνηκε πως το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* από την Ικαρία διέφερε σημαντικά από τα υπόλοιπα φυτικά είδη, καθότι παρουσίασε μακράν τον υψηλότερο μέσο όρο. Κάτι αντίστοιχο φάνηκε να ισχύει και για το είδος *T.holosericeus*. Αντιθέτως, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το οροπέδιο Φαγιά και το Λαγκάδα, *O.onites* και *S.thymbra*. Τέλος ομοίως, τα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα, *S.thymbra* και *T.capitata* δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους.

### 3.3 Ρυθμοί αύξησης των φυτικών ειδών

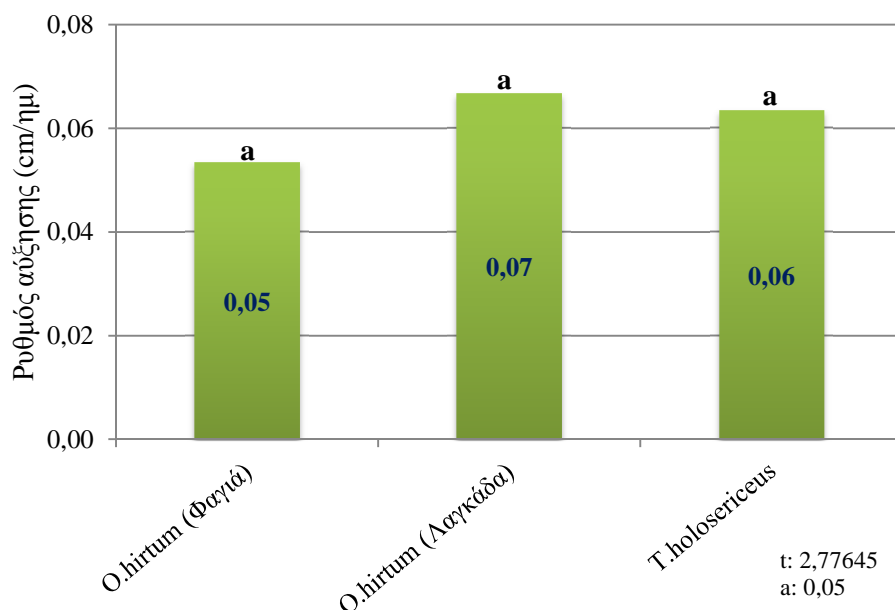
Για την αξιολόγηση της πορείας αύξησης στο χρόνο χαρακτηριστικών τόσο των φυτών, όσο και των βλαστών των φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας και της Κεφαλονιάς, έλαβαν χώρα συγκεκριμένες μετρήσεις. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω.

#### 3.3.1 Μέσος ρυθμός αύξησης μήκους των βλαστών



**Διάγραμμα 19:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης του μήκους των βλαστών των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

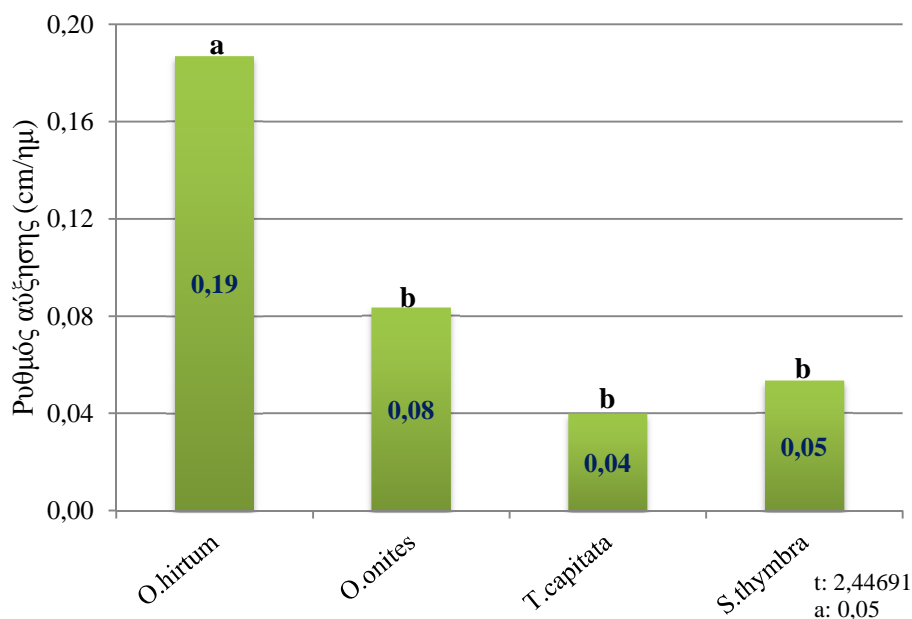
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις κλίσεις των ευθειών για το κάθε καλλιεργούμενο φυτικό είδος έδειξαν ότι η ελληνική ρίγανη που προήλθε από τη Ικαρία παρουσίασε μακράν το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης βλαστών, με μέση τιμή της τάξεως των 0,16cm/ημέρα (Διάγραμμα: 19). Ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα της φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν σε καλύτερο βαθμό στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,92$ ), σε σύγκριση με τα υπόλοιπα φυτικά είδη. Τελευταίο στη κατάταξη ήρθε το είδος *S.thymbra* με μέσο ρυθμό αύξησης βλαστών 0,07cm/ημέρα, ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα του δεν προσαρμόστηκαν στον ίδιο βαθμό στην εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,79$ ). Σε ενδιάμεσα επίπεδα κινήθηκαν τα καλλιεργούμενα είδη *O.onites* και *T.capitata*, με τιμές μέσων ρυθμών αύξησης βλαστών τα 0,08cm/ημέρα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 16, Παράρτημα).



**Διάγραμμα 20:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης του μήκους των βλαστών των τριών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

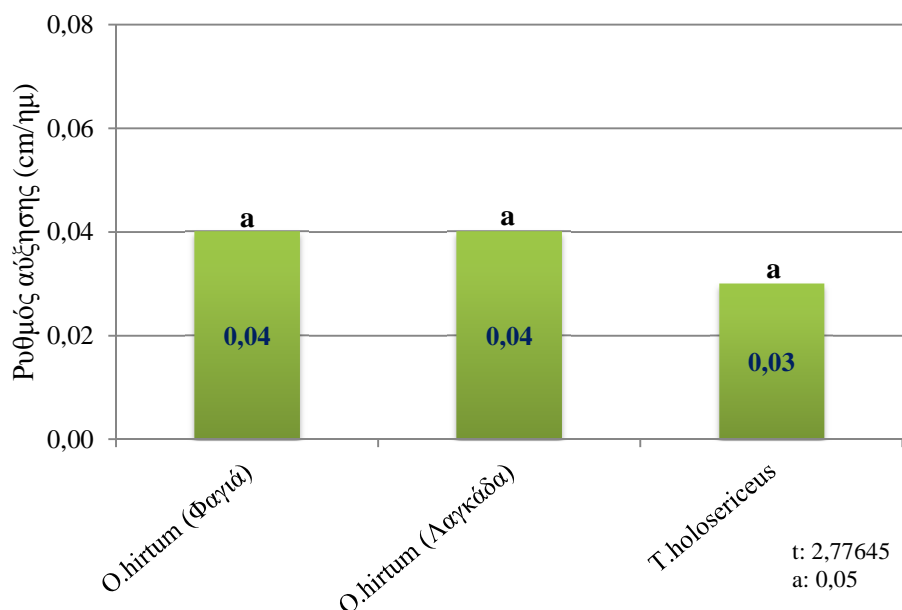
Και στη κεφαλονίτικη φυτεία τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις κλίσεις των ευθειών για το κάθε καλλιεργούμενο φυτικό είδος έδειξαν ότι η ελληνική ρίγανη που προήλθε από το Λαγκάδα παρουσίασε μακράν το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης βλαστών, με μέση τιμή της τάξεως των 0,07cm/ημέρα (Διάγραμμα: 20). Ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα της φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,86$ ). Τελευταίο στη κατάταξη ήρθε το καλλιεργούμενο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το οροπέδιο Φαγιά με μέσο ρυθμό αύξησης βλαστών 0,05cm/ημέρα, ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα του προσαρμόστηκαν σε μεγάλο βαθμό στην εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,84$ ). Τέλος, σε ενδιάμεσα επίπεδα κυμάνθηκε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericus* με μέσο ρυθμό αύξησης βλαστών της τάξεως των 0,06 cm/ημέρα. Άξιο να σημειωθεί το γεγονός ότι τα δεδομένα του τελευταίου φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν στον υψηλότερο βαθμό στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,91$ ), σε σύγκριση με τα υπόλοιπα καλλιεργούμενα φυτικά είδη που προήλθαν από τη νήσο Κεφαλονιά. Και σε αυτήν την περίπτωση ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 17, Παράρτημα).

### 3.3.2 Μέσος ρυθμός αύξησης ύψους των φυτών



**Διάγραμμα 21:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης του ύψους των τεσσάρων ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις κλίσεις των ευθειών για το κάθε καλλιεργούμενο φυτικό είδος έδειξαν ότι η ελληνική ρίγανη που προήλθε από τη Ικαρία παρουσίασε μακράν το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης σε ύψος, με μέση τιμή της τάξεως των 0,19cm/ημέρα (Διάγραμμα: 21). Ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα της φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,89$ ). Τελευταίο στη κατάταξη ήρθε το καλλιεργούμενο είδος *T.capitata* με μέσο ρυθμό αύξησης ύψους 0,04cm/ημέρα, ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα του προσαρμόστηκαν αναλόγως στην εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,89$ ). Τέλος, σε ενδιάμεσα επίπεδα κινήθηκαν τα καλλιεργούμενα είδη *O.onites* και *S.thymbra*, με τιμές μέσων ρυθμών αύξησης ύψους τα 0,08 και 0,04cm/ημέρα. Αξιοσημείωτο ήταν το γεγονός ότι ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 18, Παράρτημα). Συγκεκριμένα, η καλλιεργούμενη στα Σπάτα ελληνική ρίγανη που προήλθε από τη νήσο Ικαρία φάνηκε ότι διέφερε σημαντικά από τα υπόλοιπα φυτικά είδη για το μελετούμενο χαρακτηριστικό (Διάγραμμα: 21).

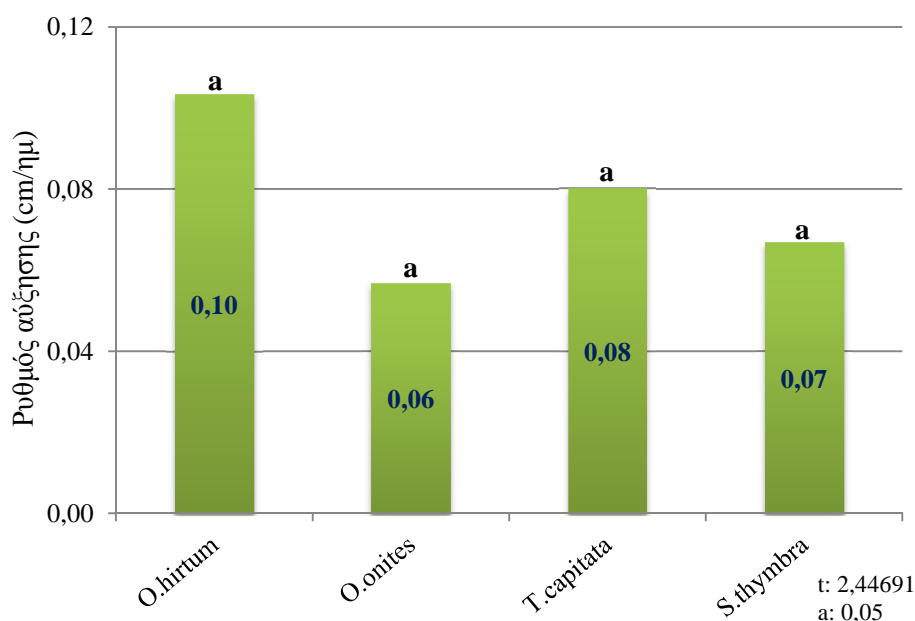


**Διάγραμμα 22:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης του ύψους των τριών καλλιεργούμενων ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις κλίσεις των ευθειών για το κάθε καλλιεργούμενο φυτικό είδος έδειξαν ότι η ελληνική ρίγανη που προήλθε από το Λαγκάδα και το όρος Φαγιά της Κεφαλονιάς παρουσίασε το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης σε ύψος, με μέση τιμή της τάξεως των 0,04cm/ημέρα (Διάγραμμα: 22). Τέλος, σε ακόμα πιο χαμηλά επίπεδα κυμάνθηκε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericus* με μέσο ρυθμό αύξησης ύψους της τάξεως των 0,03cm/ημέρα. Αξιοσημείωτο στη συγκεκριμένη μέτρηση είναι το γεγονός, ότι τα δεδομένα των φυτικών ειδών στο σύνολό τους δεν προσαρμόστηκαν ικανοποιητικά στις αντίστοιχες εξισώσεις των ευθειών τους ( $R^2:0,65$ ). Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς, καθώς και από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών της νήσου Κεφαλονιάς, καθότι και οι τρεις μέσοι όροι συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 19, Παράρτημα).

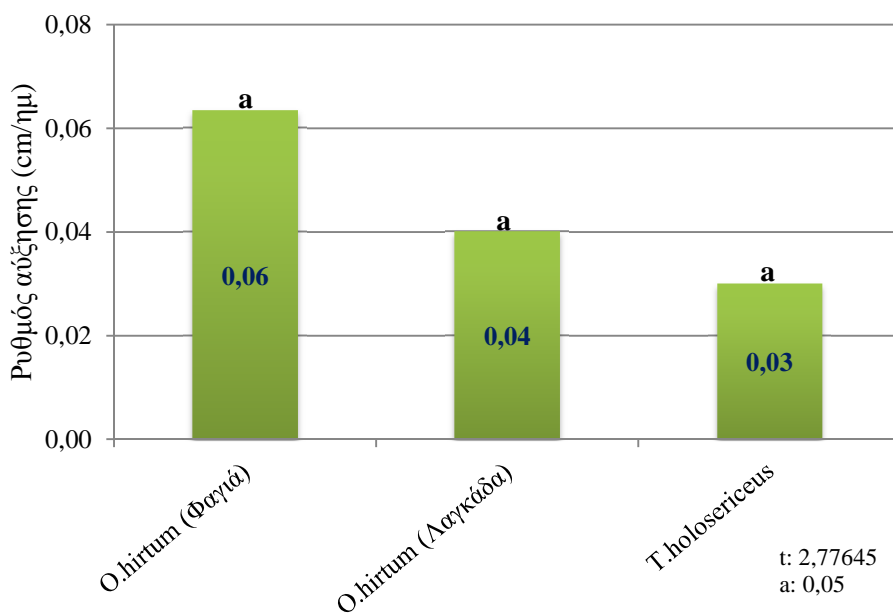


### 3.3.3 Μέσος ρυθμός αύξησης διαμέτρου των φυτών



**Διάγραμμα 23:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης της διαμέτρου των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

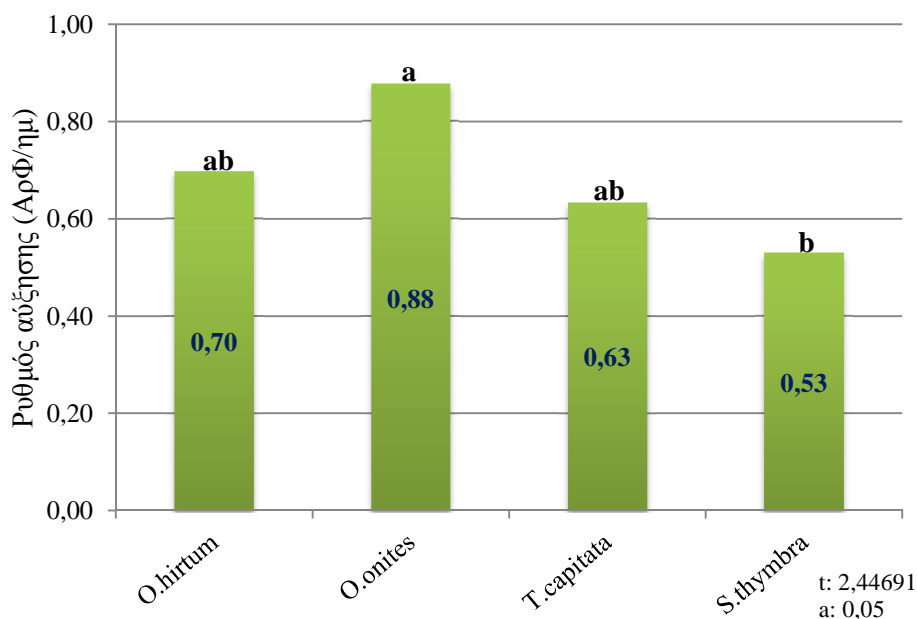
Τα αποτελέσματα και σε αυτήν την περίπτωση που προέκυψαν έδειξαν ότι τα πρωτεία στον ρυθμό αύξησης της διαμέτρου των φυτικών ειδών κατείχε η καλλιεργούμενη ελληνική ρίγανη της νήσου Ικαρίας, με μέση τιμή της τάξεως των 0,10cm/ημέρα (Διάγραμμα: 23). Τα δεδομένα της φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,98$ ). Αμέσως μετά ακολούθησε το καλλιεργούμενο είδος *T.capitata*, με μέσο ρυθμό αύξησης διαμέτρου 0,08cm/ημέρα. Τα δεδομένα και γι' αυτό το φυτικό είδος προσαρμόστηκαν αναλόγως στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,94$ ). Ακολούθησε το καλλιεργούμενο είδος *S.thymbra* με αντίστοιχη μέση τιμή της τάξεως των 0,07cm/ημέρα, ενώ η προσαρμογή των δεδομένων του στην εξίσωση της ευθείας ήταν επίσης πολύ υψηλή ( $R^2:0,95$ ). Τέλος, σε ακόμα πιο χαμηλά επίπεδα κυμάνθηκε το καλλιεργούμενο είδος *O.onites* με μέσο ρυθμό αύξησης διαμέτρου της τάξεως των 0,06cm/ημέρα. Αξιοσημείωτο στη συγκεκριμένη μέτρηση είναι το γεγονός, ότι τα δεδομένα του τελευταίου προσαρμόστηκαν στο μεγαλύτερο βαθμό σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,99$ ). Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς, καθώς και από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών της νήσου Ικαρίας, καθότι και οι τέσσερις μέσοι όροι συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 20, Παράρτημα).



**Διάγραμμα 24:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης της διαμέτρου των τριών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

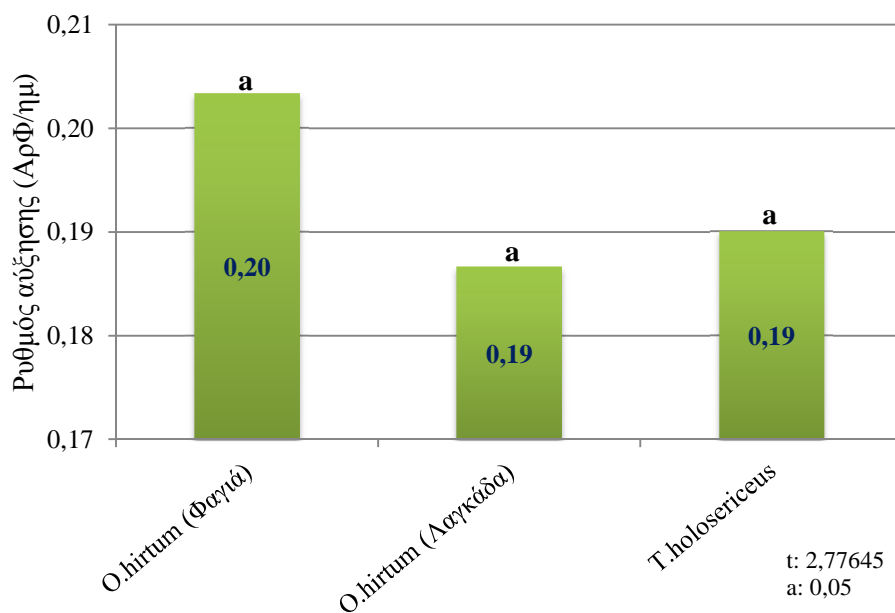
Στη κεφαλονίτικη φυτεία τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις κλίσεις των ευθειών για το κάθε καλλιεργούμενο φυτικό είδος έδειξαν ότι η ελληνική ρίγανη που προήλθε από το όρος Φαγιά παρουσίασε μακράν το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου, με μέση τιμή της τάξεως των 0,06cm/ημέρα (Διάγραμμα: 24). Ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα της φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,82$ ). Ακολούθησε το άλλο καλλιεργούμενο είδος ρίγανης από το Λαγκάδα, με αντίστοιχη μέση τιμή της τάξεως των 0,04cm/ημέρα. Άξιο να σημειωθεί το γεγονός, ότι τα δεδομένα του τελευταίου προσαρμόστηκαν στον υψηλότερο βαθμό σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,97$ ). Τελευταίο στη κατάταξη ήρθε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus* με μέσο ρυθμό αύξησης διαμέτρου 0,03cm/ημέρα, ενώ ταυτόχρονα τα δεδομένα του δεν προσαρμόστηκαν αρκετά στην εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,65$ ). Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς, καθώς η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών της νήσου Κεφαλονιάς, καθότι και οι τρεις μέσοι όροι συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 21, Παράρτημα).

### 3.3.4 Μέσος ρυθμός αύξησης αριθμού φύλλων/βλαστό



**Διάγραμμα 25:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης του αριθμού των φύλλων/βλαστό των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Στις προηγούμενες μετρήσεις στα φυτικά είδη της Ικαρίας, τις μεγαλύτερες μέσες τιμές έδωσε η ελληνική ρίγανη. Στη περίπτωση αυτή φαίνεται πως το καλλιεργούμενο είδος *O.onites* διαθέτει μακράν το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης φυλλικής κόμης, με μέση τιμή της τάξεως των 0,88φύλλα/ημέρα (Διάγραμμα: 25). Ταυτοχρόνως, τα δεδομένα του φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,78$ ). Τη σειρά ακολούθησε το καλλιεργούμενο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* με μέσο ρυθμό αύξησης αριθμού φύλλων 0,70φύλλα/ημέρα, ενώ η προσαρμογή των δεδομένων του στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ήταν πολύ υψηλή ( $R^2:0,87$ ). Τελευταίο στην κατάταξη κυμάνθηκε το θρούμπι, με μέσο όρο της τάξεως των 0,53φύλλα/ημέρα. Τα δεδομένα του φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν στον ίδιο βαθμό με αυτόν του καλλιεργούμενου υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* ( $R^2:0,87$ ). Σε ενδιάμεσα επίπεδα κινήθηκε το καλλιεργούμενο είδος *T.capitata*, όπου παρουσίασε μέση τιμή της τάξεως των 0,63φύλλα/ημέρα. Αξιοσημείωτο στη συγκεκριμένη μέτρηση είναι το γεγονός, ότι τα δεδομένα του τελευταίου προσαρμόστηκαν στο μεγαλύτερο βαθμό σε σύγκριση με τα υπόλοιπα ικαριώτικα είδη στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,91$ ). Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς καθώς και από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων, μόνο στην περίπτωση των καλλιεργούμενων ειδών *O.onites* και *S.thymbra* (Πίνακας: 22, Παράρτημα).



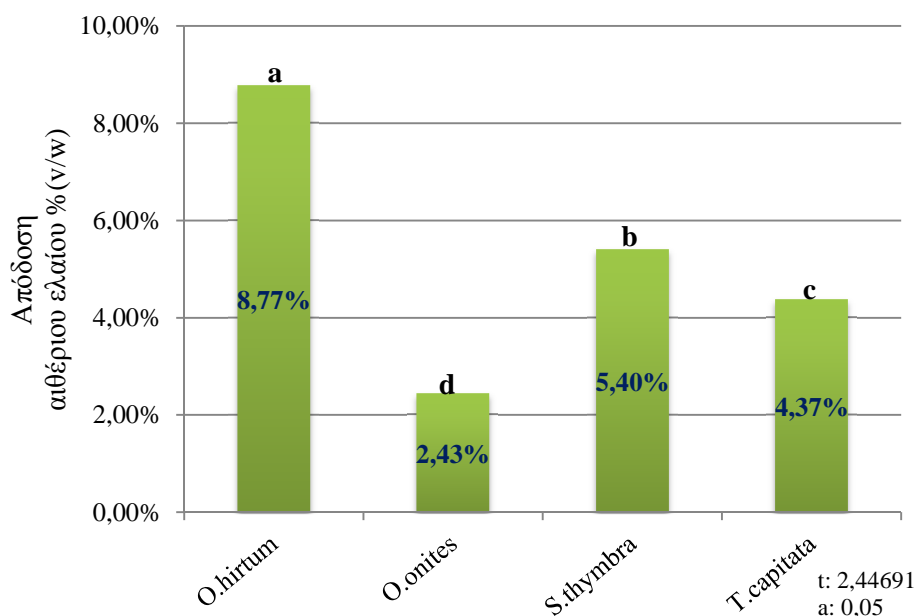
**Διάγραμμα 26:** Διαφοροποίηση του μέσου ρυθμού αύξησης του αριθμού των φύλλων/βλαστών των τριών καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Για άλλη μια φορά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις κλίσεις των ευθειών για το κάθε καλλιεργούμενο φυτικό είδος έδειξαν ότι η ελληνική ρίγανη που προήλθε από το όρος Φαγιά παρουσίασε το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης φυλλικής κόμης, με μέση τιμή της τάξεως των 0,20 φύλλα/ημέρα (Διάγραμμα: 26). Αξιοσημείωτο για μια ακόμη φορά το γεγονός ότι τα δεδομένα της φάνηκε ότι προσαρμόστηκαν σχεδόν πλήρως στην αντίστοιχη εξίσωση της ευθείας ( $R^2:0,99$ ). Τη σειρά της κατάταξης ακολούθησαν τα καλλιεργούμενα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα και *T.holosericeus*, με μέσους ρυθμούς αύξησης αριθμού φύλλων 0,19 φύλλα/ημέρα. Τα δεδομένα των δύο τελευταίων φυτικών ειδών προσαρμόστηκαν σε πολύ υψηλό βαθμό στις αντίστοιχες εξισώσεις των ευθειών τους ( $R^2:0,96$ ). Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς, καθώς η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιεργούμενων ειδών της νήσου Κεφαλονιάς, καθότι και οι τρεις μέσοι όροι συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 23, Παράρτημα).

### 3.4 Αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο

Για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων περί ποσοστιαίας συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας και Κεφαλονιάς, έλαβαν χώρα 3 υδροαποστάξεις των 10g ξηρής δρόγης η καθεμία για κάθε είδος. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα των μέσων όρων που προέκυψαν παρατίθενται παρακάτω.

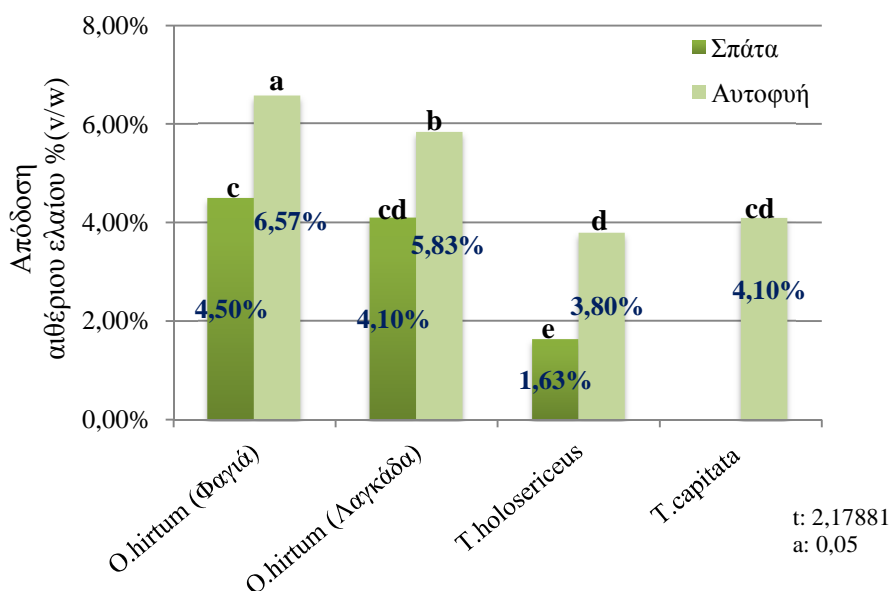
#### 3.4.1 Μέση ποσοστιαία απόδοση ειδών της Ικαρίας



**Διάγραμμα 27:** Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας απόδοσης του αιθέριου ελαίου των τεσσάρων φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Όπως στα περισσότερα αποτελέσματα των φυτικών χαρακτηριστικών, έτσι και εδώ η ελληνική ρίγανη που προήλθε από τη νήσο Ικαρία φαίνεται ότι κατείχε τα πρωτεία (Διάγραμμα: 27). Πιο συγκεκριμένα, εμφάνισε μακράν τις υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου για τα ικαριώτικα είδη, με μέση ποσοστιαία απόδοση της τάξεως των 8,77%(v/w). Σε ικανοποιητικά επίπεδα κυμάνθηκε το θρούμπι, με μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα της τάξεως των 5,40%(v/w). Τη σειρά ακολούθησε το καλλιεργούμενο είδος *T.capitata*, με αντίστοιχες μέσες τιμές της τάξεως των 4,37%(v/w). Τέλος, στο χαμηλότερο των επιπέδων κυμάνθηκε το είδος *O.onites*, που απέδωσε μέση ποσοστιαία συγκέντρωση μόλις 2,43%(v/w). Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς καθώς η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφάνισαν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των ειδών της νήσου Ικαρίας, διότι σε καμία των περιπτώσεων δεν υπήρξαν συνδεδεμένοι μέσοι όροι με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 24, Παράρτημα).

### 3.4.2 Μέση ποσοστιαία απόδοση ειδών της Κεφαλονιάς



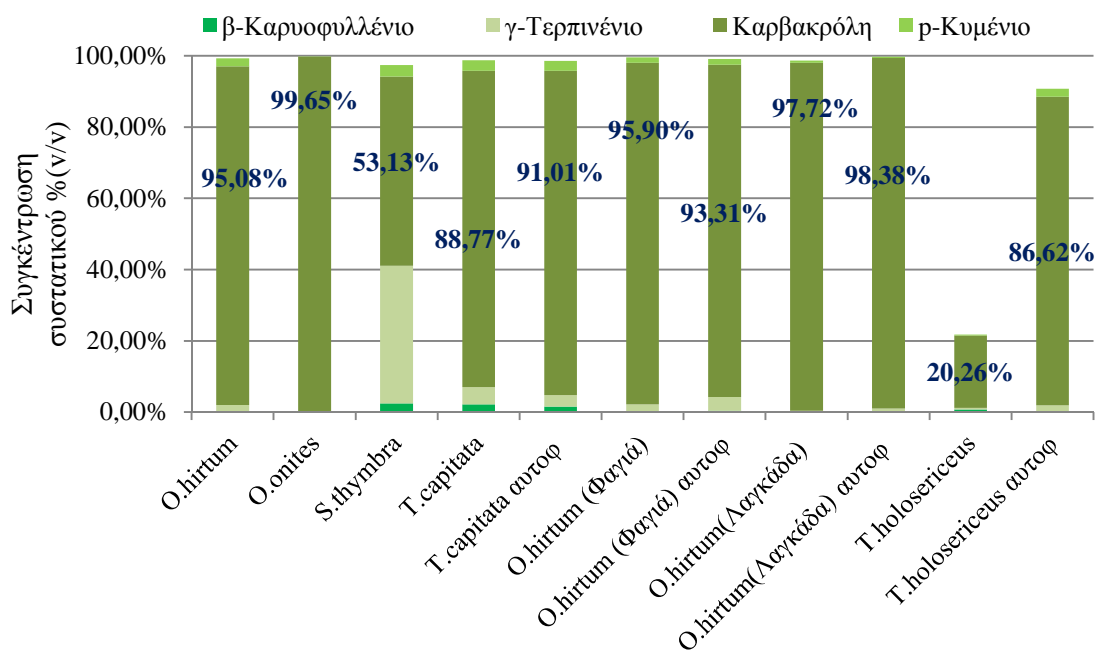
**Διάγραμμα 28:** Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας απόδοσης του αιθέριου ελαίου των επτά φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Και στην κεφαλονίτικη φυτεία φάνηκε πως η ελληνική ρίγανη που προήλθε από το οροπέδιο Φαγιά και το Λαγκάδα εμφάνισε μακράν τις υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου (Διάγραμμα: 28). Τα αυτοφυή υποείδη απέδωσαν μέσες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις της τάξεως των 6,57%(v/w) και 5,83%(v/w) αντίστοιχα. Ακολούθησαν τα αντίστοιχα καλλιεργούμενα υποείδη στην περιοχή των Σπάτων, με μέσα ποσοστά περιεκτικότητας ελαίου της τάξεως των 4,50%(v/w) και 4,10%(v/w) αντίστοιχα. Παραπλήσια περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο με την καλλιεργούμενη ρίγανη από το Λαγκάδα, φάνηκε ότι είχε το αυτοφυές είδος *T.capitata*. Τέλος, τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις παρουσίασε το είδος *T.holosericus*, με μέσες εκατοστιαίες αποδόσεις της τάξεως των 1,63%(v/w) και 3,80%(v/w) για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 25, Παράρτημα). Στο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* οι μέσοι όροι διαφέρουν σημαντικά, τόσο οι αυτοφυείς μορφές μεταξύ τους όσο και τα αυτοφυή με τα αντίστοιχα υποείδη που είναι εγκατεστημένα στα Σπάτα. Φαίνεται ότι δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα καλλιεργούμενα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* και στο αυτοφυές είδος *T.capitata*. Τέλος, είναι ολοφάνερο ότι όλα τα είδη της Κεφαλονιάς διαφέρουν σημαντικά από το είδος *T.holosericus* που είναι εγκατεστημένο στα Σπάτα, καθότι το τελευταίο απέδωσε τις μικρότερες

ποσότητες αιθέριων ελαίων. Αναλυτικότερα, το εύρος των τιμών για τις ποσοστιαίες συγκεντρώσεις σε αιθέριο ελαίο για το κάθε είδος στο μέρος Παράρτημα (Πίνακας: 12).

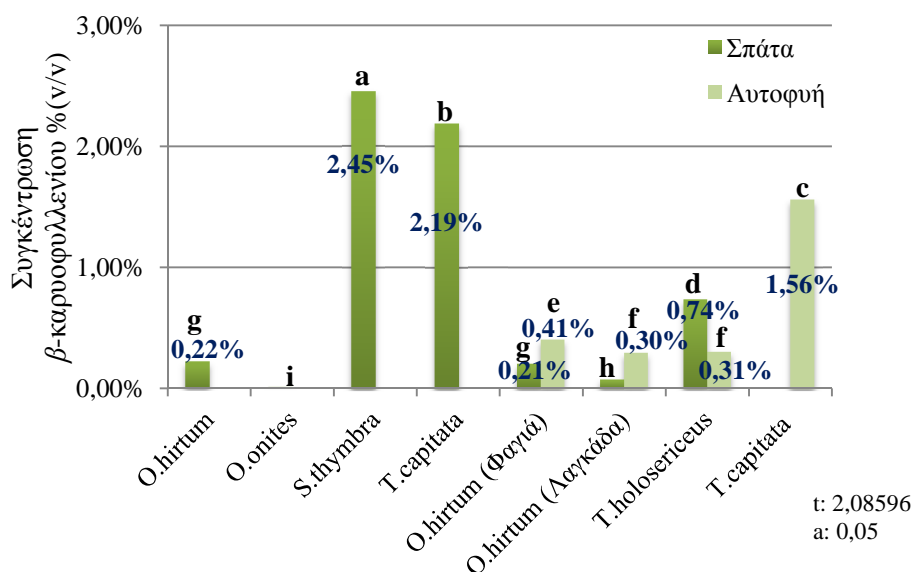
### 3.5 Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων

Ο προσδιορισμός των χημειοτυπικών προφίλ των φυτικών ειδών στο σύνολό τους πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μαζών (GC/MS). Η τελική ταυτοποίηση των συστατικών έγινε με βάση τις βιβλιοθήκες Adams07, Wiley275 και Nist98. Ακολουθεί παράθεση συγκεντρωτικού πίνακα της μέσης ποσοστιαίας περιεκτικότητας όλων των αιθέριων ελαίων στα 4 κυρίαρχα συστατικά.



**Διάγραμμα 29:** Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας συγκέντρωσης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών στα 4 κυρίαρχα συστατικά. Τα ποσοστά που αναγράφονται για κάθε είδος αντιστοιχούν στους μέσους όρους της καρβακρόλης.

### 3.5.1 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε $\beta$ -καρνοφυλλένιο



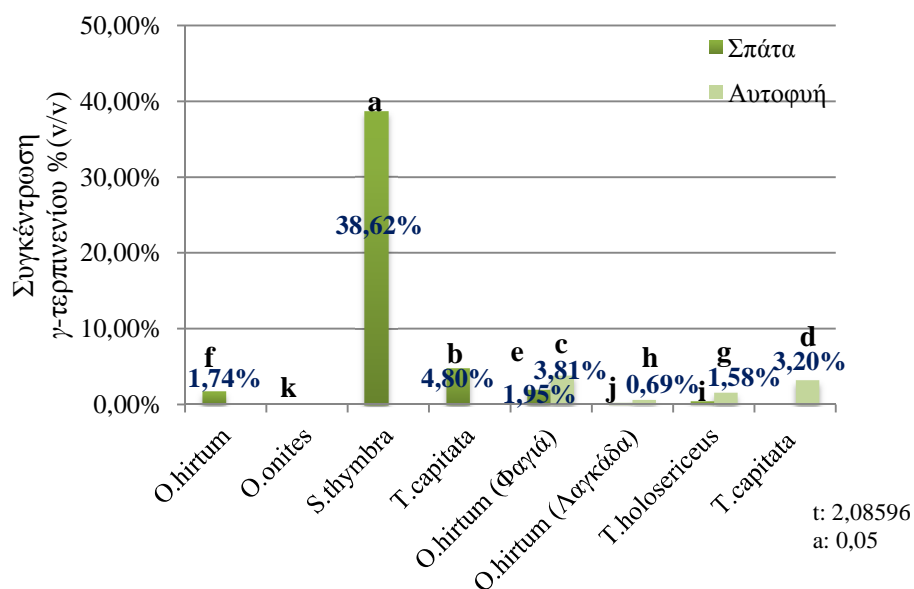
**Διάγραμμα 30:** Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε  $\beta$ -καρνοφυλλένιο. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Τα πρωτεία για τις συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων σε  $\beta$ -καρνοφυλλένιο φαίνεται ότι κατείχαν δύο είδη της ικαριώτικης φυτείας (Διάγραμμα: 30). Τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata* εμφάνισαν μακράν τις μεγαλύτερες περιεκτικότητες, με μέσες ποσοστιαίες τιμές της τάξεως των 2,45%(v/v) και 2,19%(v/v) αντίστοιχα. Τη σειρά ακολούθησε το αυτοφυές είδος *T.capitata* που προήλθε από την Κεφαλονιά, με αντίστοιχη μέση τιμή της τάξεως του 1,56%(v/v). Σε ακόμα πιο χαμηλά επίπεδα κυμάνθηκε το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus*, με μέση ποσοστιαία συγκέντρωση της τάξεως του 0,74%(v/v). Το ίδιο φάνηκε να ισχύει και για τα αυτοφυή υποείδη του *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά και το Λαγκάδα, με μέσες ποσοστιαίες περιεκτικότητες 0,41%(v/v) και 0,30%(v/v) αντίστοιχα. Η χαμηλότερη σύσταση ελαίου σε  $\beta$ -καρνοφυλλένιο παρατηρήθηκε στο είδος *O.onites*, με μέση τιμή μόλις 0,01%(v/v). Παραπλήσιες τιμές προσδιορίστηκαν και στο καλλιεργούμενο είδος ελληνικής ρίγανης από το Λαγκάδα, με μέσο όρο της τάξεως του 0,08%(v/v). Τέλος, σε ελαφρώς πιο υψηλά επίπεδα κινήθηκαν τα καλλιεργούμενα υποείδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* από Ικαρία και όρος Φαγιά καθώς και το αυτοφυές είδος *T.holosericeus*, με μέσες εκατοστιαίες συγκεντρώσεις που κυμάνθηκαν από 0,21-0,31%(v/v). Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 26, Παράρτημα). Αυτό φάνηκε να μην ισχύει για τα καλλιεργούμενα είδη ρίγανης από την νήσο Ικαρία και το όρος Φαγιά, αφού συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα (Διάγραμμα: 29). Παρόμοια



αποτελέσματα εμφάνισε και η σύγκριση των αυτοφυών ειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* το Λαγκάδα και *T.holosericeus*.

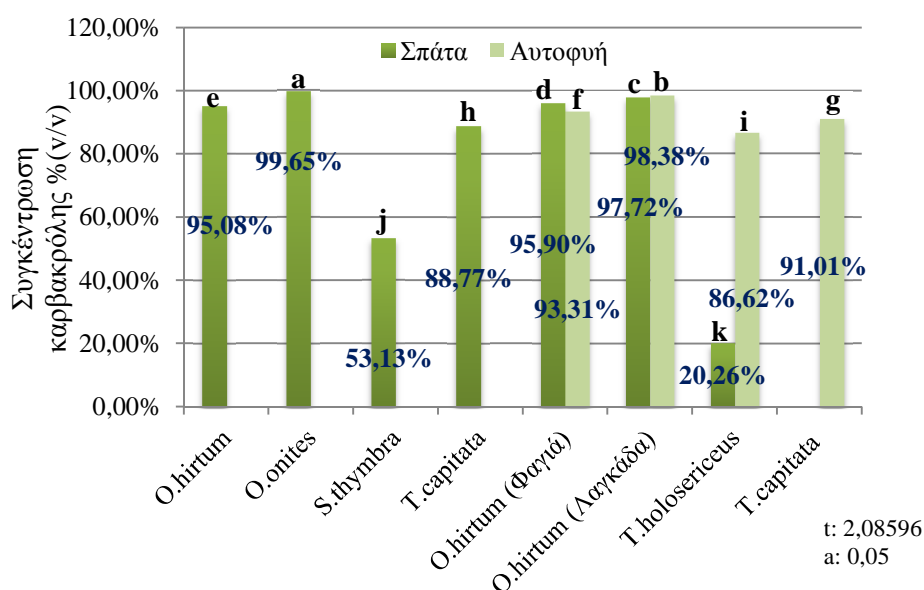
### 3.5.2 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε $\gamma$ -τερπινένιο



**Διάγραμμα 31:** Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε  $\gamma$ -τερπινένιο. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Όπως και πριν έτσι και εδώ, τα πρωτεία για τις συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων σε  $\gamma$ -τερπινένιο φαίνεται ότι πήραν δύο είδη της ικαριώτικης φυτείας (Διάγραμμα: 31). Τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata* εμφάνισαν μακράν τις μεγαλύτερες περιεκτικότητες, με μέσες ποσοστιαίες τιμές της τάξεως των 38,62%(v/v) και 4,80%(v/v) αντίστοιχα. Τη σειρά ακολούθησαν τα αυτοφυή είδη *T.capitata* και *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά, με αντίστοιχες μέσες τιμές της τάξεως των 3,20%(v/v) και 3,81%(v/v) αντιστοίχως. Παραπλήσιες περιεκτικότητες σε  $\gamma$ -τερπινένιο φάνηκε ότι είχαν τα αιθέρια έλαια των καλλιεργούμενων υποειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* από την Ικαρία και το όρος Φαγιά, καθώς του αυτοφυούς είδους *T.holosericeus*. Οι μέσες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις των παραπάνω κυμάνθηκαν από 1,95-1,58%(v/v). Τέλος, σε ακόμα πιο χαμηλά επίπεδα κινήθηκαν τα καλλιεργούμενα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα, *T.holosericeus* και *O.onites*, με μέσες εκατοστιαίες συγκεντρώσεις που κυμάνθηκαν από 0,48-0,06%(v/v). Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς καθώς η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των φυτικών ειδών, διότι σε καμία των περιπτώσεων δεν υπήρξαν συνδεδεμένοι μέσοι όροι με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 27, Παράρτημα).

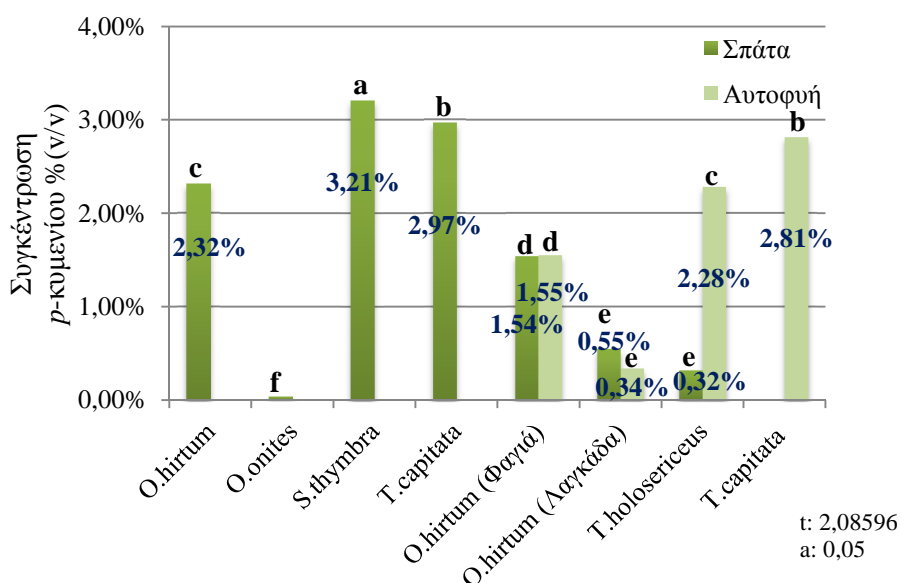
### 3.5.3 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε καρβακρόλη



**Διάγραμμα 32:** Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε καρβακρόλη. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Σε γενικές γραμμές η ποσοστιαία περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων σε καρβακρόλη κυμάνθηκε με μέσες τιμές από 20,26%(v/v) για το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus* έως και πάνω από 95%(v/v) για τα είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *O.onites* από την Ικαρία (Διάγραμμα: 32). Κάτι αντίστοιχο φάνηκε να ισχύει και για τα αιθέρια έλαια της ρίγανης που προήλθε από το οροπέδιο Φαγιά και το Λαγκάδα, με μέσες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις από 93,31-98,38%(v/v). Σε ελαφρώς χαμηλότερα επίπεδα κινήθηκε το είδος *T.capitata*, με μέσο όρο εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε καρβακρόλη 91,01%(v/v) και 88,77%(v/v) για τα αυτοφυή και τα καλλιεργούμενα είδη αντίστοιχα. Τέλος, σε ικανοποιητικά επίπεδα περιεκτικότητας του ελαίου σε καρβακρόλη κυμάνθηκαν τα καλλιεργούμενα είδη του *S.thymbra* και του αυτοφυούς *T.holosericeus*, με μέσες τιμές της τάξεως των 53,13%(v/v) και 86,62%(v/v) αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς καθώς η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των φυτικών ειδών, διότι σε καμία των περιπτώσεων δεν υπήρξαν συνδεδεμένοι μέσοι όροι με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 28, Παράρτημα).

### 3.5.4 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε *p*-κυμένιο



**Διάγραμμα 33:** Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε *p*-κυμένιο. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για  $\alpha=0,05$ .

Τα πρωτεία για τις συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων σε *p*-κυμένιο φαίνεται ότι πήραν δύο είδη της ικαριώτικης φυτείας (Διάγραμμα: 33). Τα καλλιεργούμενα είδη *S.thymbra* και *T.capitata* εμφάνισαν μακράν τις μεγαλύτερες περιεκτικότητες, με μέσες ποσοστιαίες τιμές της τάξεως των 3,21%(v/v) και 2,97%(v/v) αντίστοιχα. Τη σειρά της κατάταξης ακολούθησαν το αυτοφυές είδος *T.capitata* και το καλλιεργούμενο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* από την Ικαρία, με αντίστοιχες μέσες τιμές της τάξεως των 2,81%(v/v) και 2,32%(v/v) αντίστοιχα. Παραπλήσιες τιμές συγκέντρωσης σε *p*-κυμένιο έδωσε το αυτοφυές είδος *T.holosericus*, με μέσο ποσοστό της τάξεως του 2,28%(v/v). Σε χαμηλότερα επίπεδα κινήθηκαν οι ρίγανες από το όρος Φαγιά και το Λαγκάδα της νήσου Κεφαλονιάς, με μέσες εκατοστιαίες συγκεντρώσεις που κυμάνθηκαν από 0,34-1,55%(v/v). Τέλος, οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε *p*-κυμένιο παρατηρήθηκαν στα αιθέρια έλαια των καλλιεργούμενων ειδών *T.holosericus* και *O.onites*, με μέσες ποσοστιαίες περιεκτικότητες της τάξεως των 0,32%(v/v) και 0,04%(v/v) αντίστοιχα. Ο πίνακας ανάλυσης της διασποράς και η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων υπέδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων (Πίνακας: 29, Παράρτημα). Αυτό φάνηκε να μην ισχύει για το υποείδος ρίγανης από το Λαγκάδα και το καλλιεργούμενο *T.holosericus*, αφού και οι τρεις μέσοι όροι συνδέθηκαν με το ίδιο λατινικό γράμμα (Διάγραμμα: 32). Παρόμοια αποτελέσματα εμφάνισε και η σύγκριση των δύο μέσων του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά. Κάτι αντίστοιχο εμφανίστηκε και στη σύγκριση των μέσων του καλλιεργούμενου *O.vulgare* subsp. *hirtum* από την Ικαρία και του αυτοφυούς *T.holosericus*, καθότι παρουσίασαν παραπλήσιες συγκεντρώσεις σε *p*-κυμένιο. Τέλος, δεν φάνηκε ότι προέκυψαν

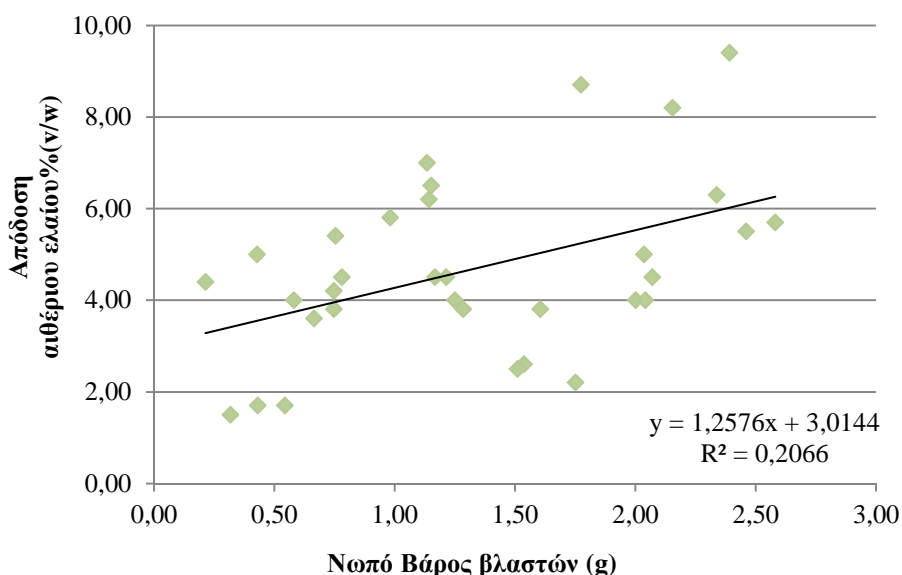
σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων του είδους *T.capitata* από Ικαρία και Κεφαλονιά αντίστοιχα.

Αναλυτικά στο μέρος Παράρτημα επισυνάπτονται το σύνολο των χρωματογραφήματων, οι πίνακες με το σύνολο των συστατικών για το κάθε αιθέριο έλαιο καθώς επίσης και πίνακας με τις μέσες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων για το κάθε είδος στα τέσσερα μελετούμενα συστατικά (Πίνακας: 13).

### 3.6 Σχέσεις μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών & αποδοτικών χαρακτηριστικών

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της *ανάλυσης συσχέτισης* (correlation analysis), η οποία έλαβε χώρα σε δύο επίπεδα σημαντικότητας με σκοπό την εξακρίβωση του βαθμού σχέσεως των υπό μελέτη μεταβλητών (Πίνακας: 30, Παράρτημα). Κρίθηκε λοιπόν απαραίτητο στις περιπτώσεις των σημαντικών συσχέτισεων, να πραγματοποιηθεί *ανάλυση παλινδρομής* (regression analysis) με σκοπό να περιγραφεί επακριβώς το είδος της σχέσης μεταξύ εξαρτημένης (Y) και ανεξάρτητης ( $X_n$ ) μεταβλητής.

#### 3.6.1 Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w) – X1: Νωπό Βάρος βλαστών (g)

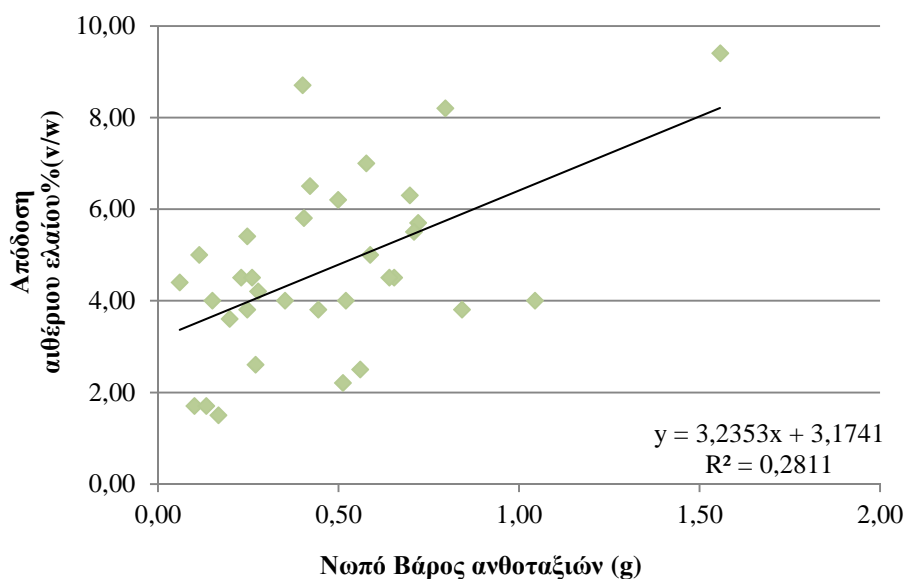


**Διάγραμμα 34:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου και του νωπού βάρους των βλαστών.

Από το παραπάνω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Απόδοσης αιθέριου ελαίου%(v/w) και του Νωπού Βάρους βλαστών (Διάγραμμα: 34). Η τιμή του  $R^2$  ισούται με 0,21. Συνεπώς, το 21% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας

απόδοσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών μπορεί να αποδοθεί στο νωπό βάρος των βλαστών τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 1,26. Άρα στην περίπτωση αύξησης του νωπού βάρους των βλαστών κατά 1g, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου κατά 1,26%(v/w).

### 3.6.2 Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w) – X2: Νωπό Βάρος ανθοταξιών (g)



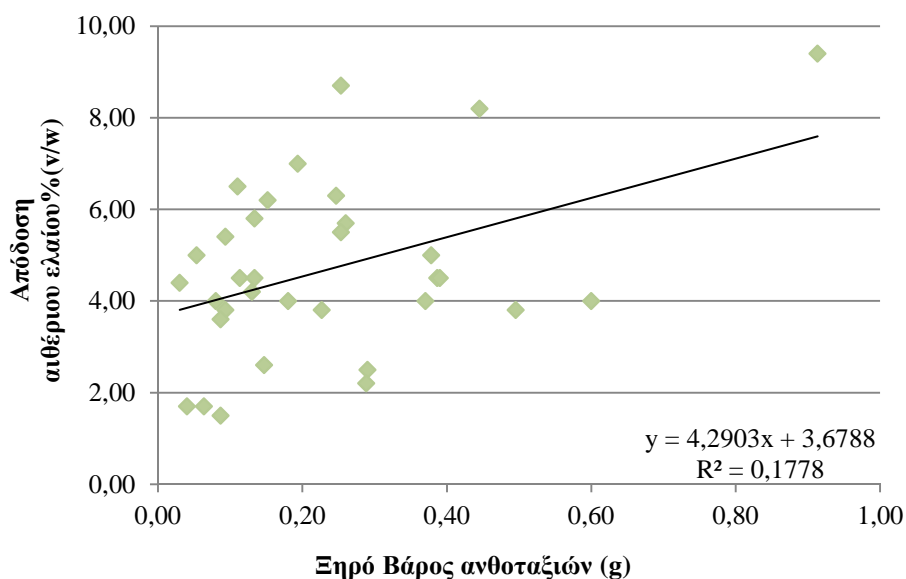
**Διάγραμμα 35:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου και του νωπού βάρους των ανθοταξιών.

Από το παραπάνω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Απόδοσης αιθέριου ελαίου%(v/w) και του Νωπού Βάρους ανθοταξιών (Διάγραμμα: 35). Η τιμή του  $R^2$  ισούται με 0,28. Συνεπώς, το 28% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών μπορεί να αποδοθεί στο νωπό βάρος των ταξιανθιών τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 3,24. Άρα στην περίπτωση αύξησης του νωπού βάρους των ανθοταξιών κατά 1g, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου κατά 3,24%(v/w).

### 3.6.3 Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w) – X3: Ξηρό Βάρος ανθοταξιών (g)

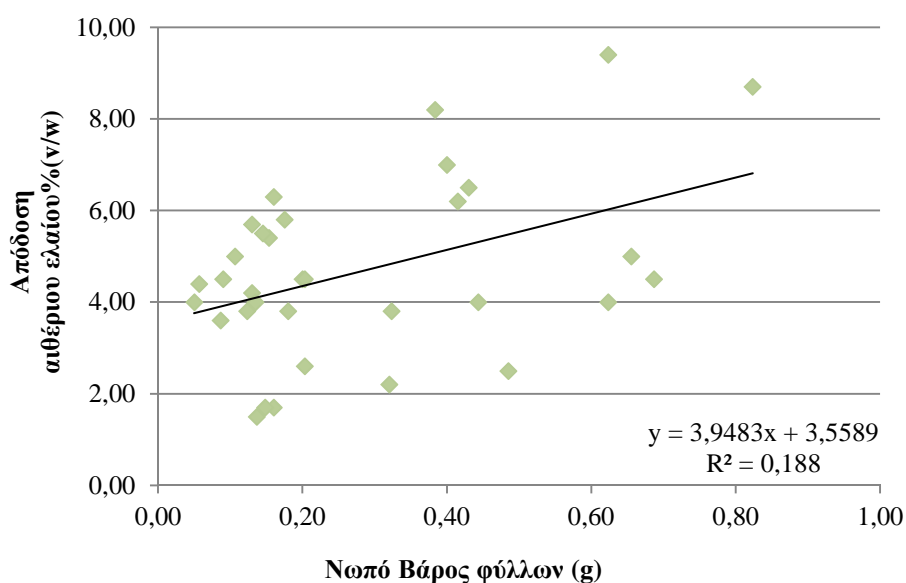
Από το παρακάτω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Απόδοσης αιθέριου ελαίου%(v/w) και του Ξηρού Βάρους ανθοταξιών (Διάγραμμα: 36). Η τιμή του  $R^2$  ισούται με 0,18. Συνεπώς, το 18% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών μπορεί να αποδοθεί στο ξηρό βάρος των ταξιανθιών τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας

ισούται με 4,29. Άρα στην περίπτωση αύξησης του ξηρού βάρους των ανθοταξιών κατά 1g, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου κατά 4,29%(v/w).



**Διάγραμμα 36:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου και του ξηρού βάρους των ανθοταξιών.

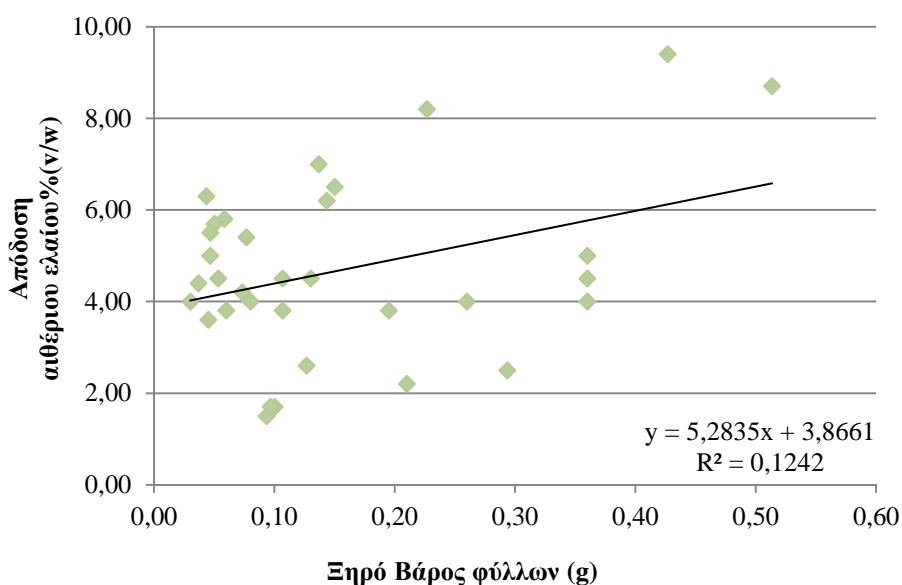
### 3.6.4 Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w) – X4: Νωπό Βάρος φύλλων (g)



**Διάγραμμα 37:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου και του νωπού βάρους των φύλλων.

Από το παραπάνω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Απόδοσης αιθέριου ελαίου%(v/w) και του Νωπού Βάρους φύλλων (Διάγραμμα: 37). Η τιμή του  $R^2$  ισούται με 0,19. Συνεπώς, το 19% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών μπορεί να αποδοθεί στο νωπό βάρος των φύλλων τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 3,95. Άρα στην περίπτωση αύξησης του νωπού βάρους των φύλλων κατά 1g, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου κατά 3,95%(v/w).

### 3.6.5 Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w) – X5: Ξηρό Βάρος φύλλων (g)



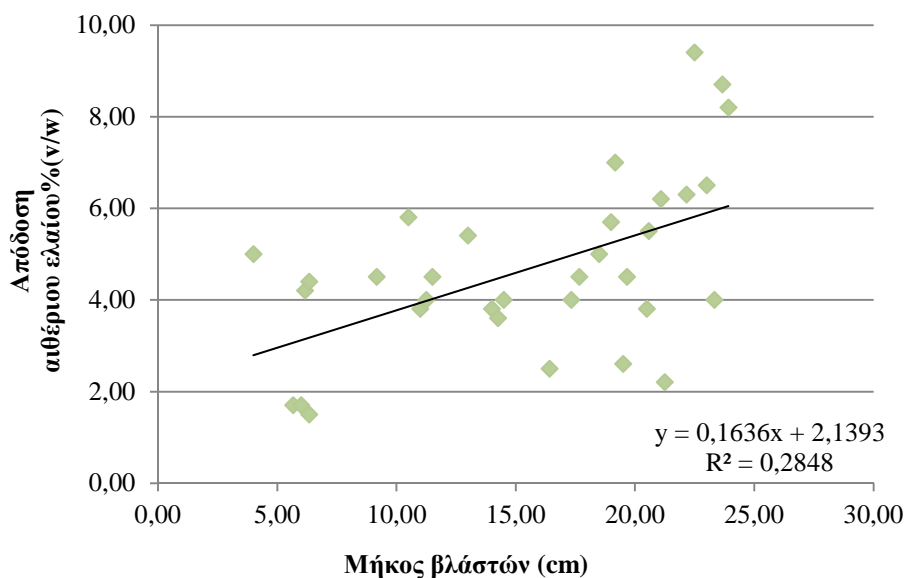
**Διάγραμμα 38:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου και του ξηρού βάρους των φύλλων.

Από το παραπάνω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Απόδοσης αιθέριου ελαίου%(v/w) και του Ξηρού Βάρους φύλλων (Διάγραμμα: 38). Η τιμή του  $R^2$  ισούται με 0,12. Συνεπώς, το 12% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών μπορεί να αποδοθεί στο ξηρό βάρος των φύλλων τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 5,28. Άρα στην περίπτωση αύξησης του ξηρού βάρους των φύλλων κατά 1g, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου κατά 5,28%(v/w).

### 3.6.6 Y: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w) – X6: Μήκος βλαστών (cm)

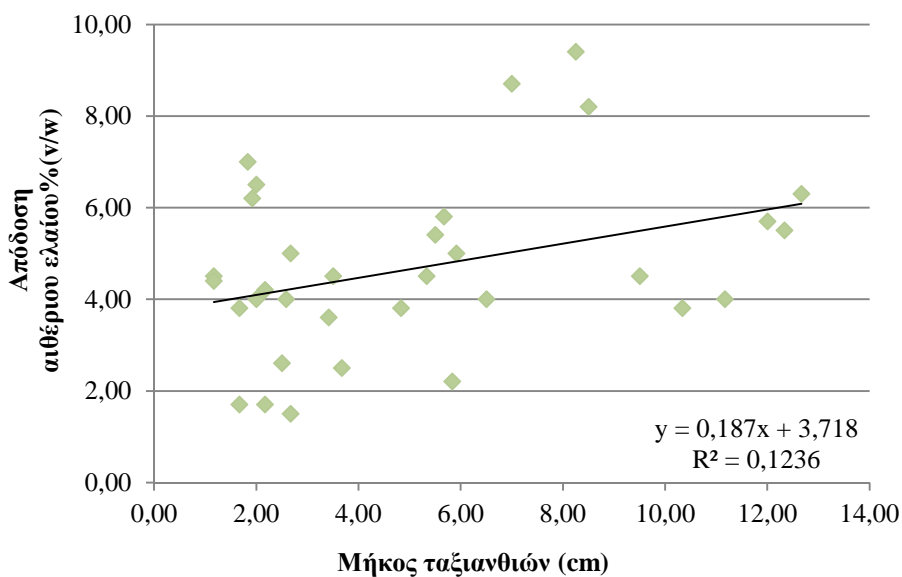
Από το παρακάτω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Απόδοσης αιθέριου ελαίου%(v/w) και του Μήκους βλαστών (Διάγραμμα: 39). Η τιμή

του  $R^2$  ισούται με 0,28. Συνεπώς, το 28% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών μπορεί να αποδοθεί στο μήκος των βλαστών τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 0,16. Άρα στην περίπτωση αύξησης του μήκους των βλαστών κατά 1cm, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου κατά 0,16%(v/w).



**Διάγραμμα 39:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου και του μήκους των βλαστών.

### 3.6.7 Υ: Απόδοση αιθέριου ελαίου %(v/w) – X7: Μήκος ταξιανθιών (cm)

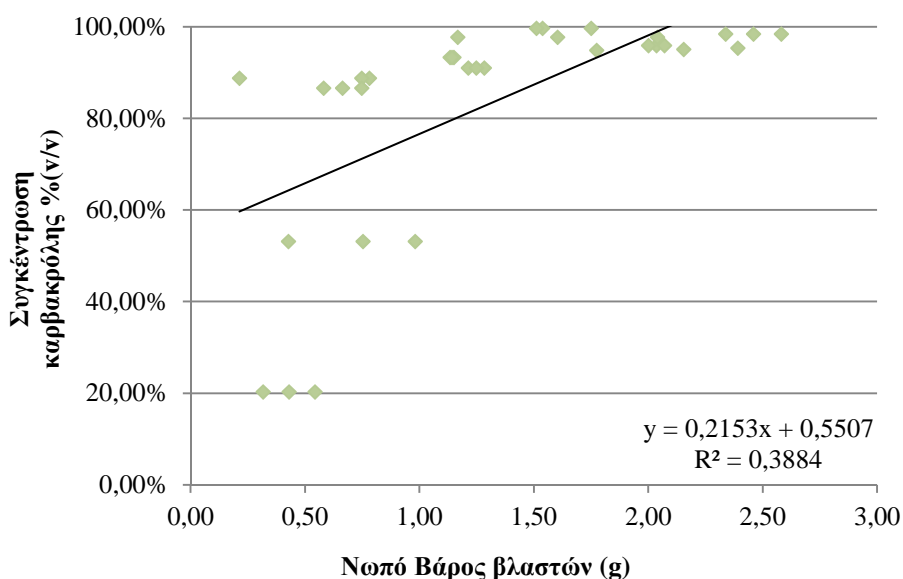


**Διάγραμμα 40:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου και του μήκους των ταξιανθιών.



Από το παραπάνω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Απόδοσης αιθέριου ελαίου%(v/w) και του Μήκους ταξιανθιών (Διάγραμμα: 40). Η τιμή του  $R^2$  ισούται με 0,12. Συνεπώς, το 12% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών μπορεί να αποδοθεί στο μήκος των ταξιανθιών τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 0,19. Άρα στην περίπτωση αύξησης του μήκους των ταξιανθιών κατά 1cm, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου κατά 0,19%(v/w).

### 3.6.8 Y: Συγκέντρωση καρβακρόλης %(v/v) – X1: Νωπό Βάρος βλαστών (g)



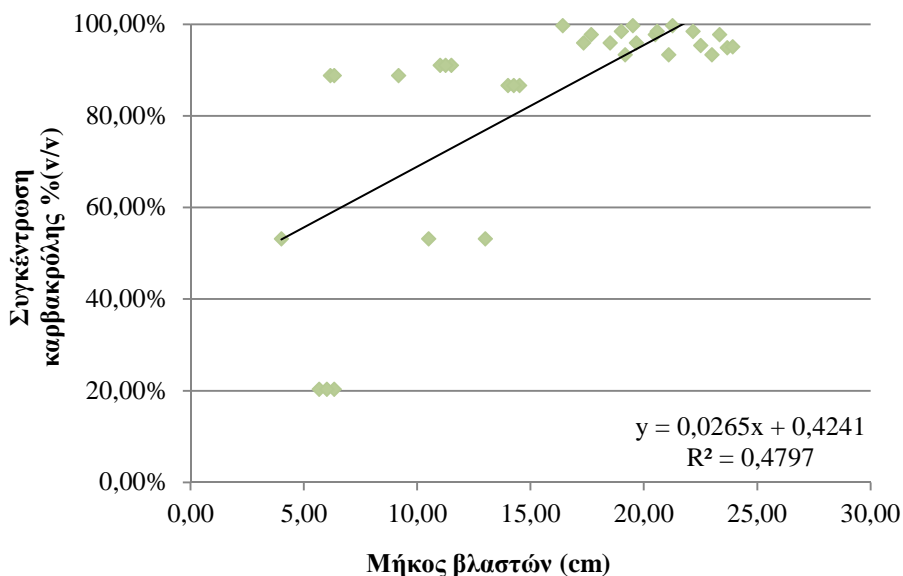
**Διάγραμμα 41:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας συγκέντρωσης καρβακρόλης και του νωπού βάρους των βλαστών.

Από το παραπάνω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Συγκέντρωσης καρβακρόλης%(v/v) και του Νωπού Βάρους βλαστών (Διάγραμμα: 41). Η τιμή του  $R^2$  ισούται με 0,39. Συνεπώς, το 39% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας περιεκτικότητας σε καρβακρόλη των αιθέριων ελαίων μπορεί να αποδοθεί στο νωπό βάρος των βλαστών τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 0,22. Άρα στην περίπτωση αύξησης του νωπού βάρους των βλαστών κατά 1g, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη κατά 0,22%(v/v).

### 3.6.9 Y: Συγκέντρωση καρβακρόλης %(v/v) – X2: Μήκος βλαστών (cm)

Από το παρακάτω διάγραμμα διασκορπίσεως προκύπτει θετική σχέση μεταξύ της Συγκέντρωσης καρβακρόλης%(v/v) και του Μήκους βλαστών (Διάγραμμα: 42). Η τιμή

του  $R^2$  ισούται με 0,48. Συνεπώς, το 48% της παραλλακτικότητας της ποσοστιαίας περιεκτικότητας σε καρβακρόλη των αιθέριων ελαίων μπορεί να αποδοθεί στο μήκος των βλαστών τους. Ο συντελεστής παλινδρόμησης ή κλίση της ευθείας ισούται με 0,03. Άρα στην περίπτωση αύξησης του μήκους των βλαστών κατά 1cm, θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση της ποσοστιαίας περιεκτικότητας του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη κατά 0,03% (v/v).



**Διάγραμμα 42:** Η γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της ποσοστιαίας συγκέντρωσης καρβακρόλης και του μήκους των βλαστών.

Τέλος, στο μέρος Παράρτημα επισυνάπτονται το σύνολο των συντελεστών συσχετίσεως μεταξύ μορφολογικών χαρακτηριστικών, ποσοστιαίας απόδοσης και σύστασης σε καρβακρόλη των αιθέριων ελαίων για  $a: 0,01$  και  $a: 0,05$  (Πίνακας: 30).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### **4.1 Φυτικά χαρακτηριστικά**

Όπως είναι φυσικό, οι μέσοι όροι των φυτικών ειδών διαφοροποιήθηκαν σχεδόν σε όλα τα υπό μελέτη χαρακτηριστικά που έλαβαν χώρα ακριβώς στο στάδιο της συγκομιδής και για τις δύο περιοχές προέλευσης. Οι μεγαλύτερες τιμές μέσω των όρων παρατηρήθηκαν αναμφισβήτητα στο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από τις νήσους Ικαρία και Κεφαλονιά. Αναλογιζόμενοι αφ' ενός ότι η ελληνική ρίγανη αυτοφύεται σχεδόν σε όλο τον ελλαδικό χώρο και ότι οι πειραματικοί αγροί στην περιοχή των Σπάτων διακρίνονται από την αυξημένη παρουσία  $\text{CaCO}_3$ , αλλά και αφ' ετέρου ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες μέχρι και το στάδιο της πλήρους άνθισης ήταν ιδανικές για το υποείδος, δικαίως τα φυτά της *O.vulgare* subsp. *hirtum* έδωσαν τις υψηλότερες τιμές στα περισσότερα μελετούμενα χαρακτηριστικά κατά τη συγκομιδή τους (Kokkini *et al.*, 2004). Σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις, όπως στον αριθμό φύλλων και ταξιανθιών/βλαστό τα πρωτεία μαζί με την ελληνική ρίγανη κατείχαν τα είδη *T.capitata* (Syn: *C.capitatus*) απ' τις νήσους Ικαρία και Κεφαλονιά και *O.onites* από την Αρέθουσα της Ικαρίας αντίστοιχα. Με τη σειρά τους, οι μικρότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στα καλλιεργούμενα φυτικά είδη *T.capitata* και *T.holosericeus* που προήλθαν από την Ικαρία και Κεφαλονιά αντίστοιχα. Το συγκεκριμένο γεγονός, επαληθεύεται απ' το ότι το καλλιεργούμενο είδος *T.capitata* που προήλθε από τις περιοχές της Κεφαλονιάς δεν κατάφερε να εγκατασταθεί επιτυχώς στον πειραματικό αγρό. Αυτό ίσως να οφείλεται στις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν κατά το μήνα μεταφύτευσης (Απρίλιος 2014) των κεφαλονίτικων ειδών, οι οποίες δεν ήταν σε μεγάλο βαθμό ευνοϊκές (Cainadas, 1999; Κουτσός, 2006). Στα μελετούμενα χαρακτηριστικά όπως του αριθμού φύλλων/βλαστό και του ξηρού βάρους των ανθοταξιών, βλαστών και φύλλων οι τιμές των καλλιεργούμενων ειδών *S.thymbra* και *T.capitata* από την Ικαρία παρουσιάστηκαν κατά πολύ μικρότερες σε σύγκριση με τα υπόλοιπα υπό εξέταση είδη. Όσον αφορά το είδος *T.holosericeus*, τα καλλιεργούμενα φυτά εμφάνισαν αισθητά υψηλότερες τιμές στα μελετούμενα χαρακτηριστικά του αριθμού των φύλλων/βλαστό και του ξηρού βάρους των φύλλων, γεγονός που δίνει έναυσμα για περετέρω εξαγωγή συμπερασμάτων γύρω από τον εποχικό διμορφισμό των φύλλων του συγκεκριμένου ενδημικού είδους (Καραμπουρνιώτης, 2003; Αϊβαλάκης, 2005). Πιο συγκεκριμένα για την ελληνική ρίγανη που προήλθε από τις δύο περιοχές της νήσου Κεφαλονιάς, μόνο στην περίπτωση του μήκους των βλαστών τα καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη παρουσίασαν παραπλήσιες τιμές. Σε όλα τα υπόλοιπα μελετούμενα χαρακτηριστικά φάνηκε πως ο παράγοντας τόπος εγκατάστασης επέδρασε σημαντικώς στα φυτά του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* (Kokkini *et al.*, 1991; Beemnet *et al.*, 2014). Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι τα δεδομένα που προέκυψαν από τις περισσότερες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της πλήρους άνθισης για τα φυτικά είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum*, *O.onites* και *S.thymbra* ήρθαν σε σύγκρουση με προηγούμενες μελέτες, καθότι κινήθηκαν σε αισθητά

υψηλότερα επίπεδα (Μαργέλου, 2005; Σωτηροπούλου, 2008). Λαμβάνοντας υπ' όψιν την προέλευση των φυτικών ειδών του *T.capitata* και ότι οι μέσοι όροι τους που προέκυψαν δεν συγκρίθηκαν μεταξύ τους, στις περισσότερες των περιπτώσεων τα δύο θυμάρια δεν παρουσίασαν παραπλήσιες τιμές. Μόνο στη μέτρηση του ξηρού βάρους των φύλλων τα φυτά του είδους *T.capitata* που κατάγονταν και από τα δύο νησιά εμφάνισαν σχεδόν ίδιες μέσες τιμές, γεγονός που φανερώνει ότι ο τόπος προέλευσης και εγκατάστασης δεν επέδρασε στο χαρακτηριστικό αυτό.

Η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων (LSD) για τα περισσότερα υπό μελέτη χαρακτηριστικά των φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας, υπέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις στους μέσους μεταξύ των ειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *O.onites* και των υπολοίπων του ίδιου πειράματος. Μόνο στις μετρήσεις του μήκους των ταξιανθιών και του ξηρού βάρους των βλαστών και φύλλων, παρουσιάστηκαν εκτός των άλλων και σημαντικές διαφορές μεταξύ των *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *O.onites*. Όσον αφορά τη φυτεία της Κεφαλονιάς και συνεκτιμώντας πάντα τον παράγοντα του τόπου εγκατάστασης των φυτών, παρατηρήθηκαν επιπλέον στατιστικώς σημαντικές διαφορές εντός του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* σχεδόν σε όλες τις μετρήσεις που έλαβαν χώρα. Το συγκεκριμένο γεγονός φάνηκε να μην υφίσταται κατά τις μετρήσεις του μήκους των βλαστών και του αριθμού των ταξιανθιών/βλαστό, όπου στην πρώτη περίπτωση μόνο η καλλιεργούμενη ελληνική ρίγανη από το όρος Φαγιά διέφερε σημαντικά με τις υπόλοιπες και στη δεύτερη όπου οι αντίστοιχοι μέσοι της ελληνικής ρίγανης από το όρος Φαγιά και Λαγκάδα δεν διαφοροποιήθηκαν. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν τα δεδομένα του ενδημικού είδους *T.holosericeus* του συμπλέγματος των Επτανήσων. Στις περιπτώσεις του αριθμού ταξιανθιών/βλαστό και του ξηρού βάρους ανθέων, βλαστών και φύλλων οι μέσοι των καλλιεργούμενων και αυτοφυών φυτών δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικώς.

## 4.2 Ρυθμοί αύξησης των φυτικών ειδών

Σωστή θα ήταν η επισήμανση ότι τα δεδομένα που προέκυψαν από τις μετρήσεις που πραγματοποιούνταν καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου δεν προσαρμόστηκαν στην εξίσωση Richards, η οποία και χρησιμοποιήθηκε σε αρκετές μελέτες κατά το παρελθόν για εκτίμηση των ρυθμών ανάπτυξης φυτικών ειδών (Karamanos *et al.*, 2009; Βαχαμίδης, 2013). Πιθανότατα αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μετρήσεις δεν ξεκίνησαν ταυτόχρονα με την έναρξη της βλαστικής φάσης, με αποτέλεσμα να μην αποτυπωθεί η πρώτη φάση υστέρησης που υπάρχει στις περιπτώσεις σιγμοειδούς αύξησης. Όσον αφορά την πορεία αύξησης των μελετούμενων χαρακτηριστικών στο χρόνο, οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάστηκαν στο καλλιεργούμενο υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* προερχόμενο και από τις δύο νήσους. Το γεγονός αυτό πιθανώς να οφείλεται στον αισθητά χαμηλότερο βαθμό μεταφυτευτικής καταπόνησης (stress) των φυτών της ελληνικής ρίγανης κατά τους πρώτους μήνες εγκατάστασής τους στην περιοχή των Σπάτων (Hughes *et al.*, 1989; Beemnet *et al.*, 2014). Η μοναδική περίπτωση που δεν συνέβη αυτό, ήταν στον ρυθμό

αύξησης του αριθμού των φύλλων/βλαστό όπου το καλλιεργούμενο είδος *O.onites* φάνηκε ότι αύξανε τον αριθμό των φύλλων του με έναν μέσο ρυθμό 0,88 φύλλα/ημέρα. Ένα αποτέλεσμα που επαληθεύει το γεγονός ότι η τούρκικη ρίγανη όντας φυτό φωτόφιλο, αρέσκειται στη δημιουργία πλούσιας φυλλικής κόμης και εύρωστων φυτών (Göniüz *et al.*, 1999; Marzi, 1996). Σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών παρατηρήθηκαν μόνο στους μέσους ρυθμούς αύξησης του ύψους των φυτών της Ικαρίας. Συγκεκριμένα, το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* έδειξε τον υψηλότερο μέσο ρυθμό αύξησης με τιμή 0,19 cm/ημέρα, ενώ ταυτόχρονα διέφερε σημαντικά με τα υπόλοιπα καλλιεργούμενα είδη. Ορισμένες αντίστοιχες μετρήσεις μορφολογικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν και από τη Σωτηροπούλου (2008), όπου τα αποτελέσματα της έρευνάς της για το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* ταυτίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό με αυτά της συγκεκριμένης μελέτης. Τέλος, όσον αφορά το καλλιεργούμενο ενδημικό είδος *T.holosericus* παρουσίασε σχεδόν σε όλα τα μετρήσιμα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους χαμηλότερους ρυθμούς αύξησης, εκτός από την περίπτωση του μήκους των βλαστών όπου ο μέσος ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο του καλλιεργούμενου υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από το όρος Φαγιά της Κεφαλονιάς. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων του ενδημικού λεμονοθύμαρου δεν θα πρέπει να είναι σε καμία περίπτωση μονοδιάστατη, αναλογιζόμενοι πάντα ότι πρόκειται για είδος πλήρως προσαρμοσμένο στις Ιονίους νήσους και ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες το μήνα της μεταφύτευσής του (Απρίλιος 2014) στην περιοχή των Σπάτων δεν ήταν ευνοϊκές.

### 4.3 Αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο

Τα αποτελέσματα περί ποσοστιαίας συγκέντρωσης των φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας σε αιθέριο έλαιο, πλησίασαν κατά πολύ αντίστοιχα όρια που στο παρελθόν είχαν θέσει άλλες μελέτες (Γαβριήλ, 2013; Παναγιώπουλος, 2012; Kokkini & Vokou, 1989). Αυτό το γεγονός ίσως να οφείλεται στον εγκλιματισμό των ικαριώτικων ειδών στο λεκανοπέδιο της Αττικής, λόγω της εξάχρονης παρουσίας τους στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α. Λαμβάνοντας υπ'όψιν ότι τα είδη που προήλθαν από τη νήσο Κεφαλονιά μελετήθηκαν για πρώτη φορά, τα δεδομένα που ελήφθησαν για τα φυτά των *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *T.capitata* κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα συγκρινόμενα με αντίστοιχα άλλων ερευνών (Economou *et al.*, 2011; Γαβριήλ, 2013; Γαρδέλη, 2009). Η μέση ποσοστιαία απόδοση αιθέριου ελαίου για το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* ήταν της τάξεως του 8,77%(v/w) προερχόμενο από την Ικαρία, ενώ οι αντίστοιχες τιμές κυμάνθηκαν από 4,10-6,57%(v/w) προερχόμενο από το Λαγκάδα και το όρος Φαγιά της Κεφαλονιάς. Τιμές που ήρθαν σε αντίθεση με τις αντίστοιχες του ίδιου υποείδους σε άλλες μελέτες, καθότι μόνο η ελληνική ρίγανη της νήσου Ικαρίας απέδωσε περισσότερο αιθέριο έλαιο (Economou *et al.*, 2011; Gurudatt *et al.*, 2010). Αντιθέτως, το είδος *O.onites* απέδωσε μέση συγκέντρωση αιθέριου ελαίου μόλις 2,43%(v/w), ενώ το *S.thymbra* 5,40%(v/w) αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα του πρώτου ήρθαν σε σύγκρουση με τους Economou *et al.* (2011), ενώ του δεύτερου με τους Economou *et al.* (2011) και Γαρδέλη (2009).

Φαίνεται λοιπόν ότι το πιθανότερο οι ποσοστιαίες αποδόσεις της ελληνικής ρίγανης από την Κεφαλονιά, της τούρκικης ρίγανης και της θρούμπας από την Ικαρία σε αιθέριο έλαιο να επηρεάστηκαν αρνητικώς από τις μεταβολές των κλιματικών συνθηκών που ελάμβαναν χώρα στο περιβάλλον των Σπάτων καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Γαβριήλ, 2013; Kokkini & Vokou, 1989). Οι μέσες συγκεντρώσεις για το είδος *T.capitata* εκτιμήθηκαν στο 4,37%(v/w) και 4,10%(v/w) για φυτά από τη νήσο Ικαρία και Κεφαλονιά αντίστοιχα, ποσοστά που συγκλίνουν πολύ με τα αντίστοιχα των Economou et al. (2011) και Kirimer et al. (1995). Όσον αφορά το ενδημικό είδος *T.holosericeus*, τα μέσα ποσοστά περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου ήταν της τάξεως του 1,63%(v/w) και 3,80%(v/w) για καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη αντίστοιχα. Η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων (LSD) υπέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ όλων των ειδών της νήσου Ικαρίας. Από την άλλη πλευρά και συνεκτιμώντας πάντα τον παράγοντα του τόπου εγκατάστασης των φυτών, παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές εντός του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* με καταγωγή από την Κεφαλονιά. Αντίστοιχο φαινόμενο φάνηκε να μην υπήρξε ανάμεσα στα καλλιεργούμενα είδη ελληνικής ρίγανης και του αυτοφυούς θυμαριού. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν οι μέσοι όροι του ενδημικού είδους *T.holosericeus*, οι οποίοι και διέφεραν σημαντικώς.

## 4.4 Κυρίαρχα συστατικά αιθέριων ελαίων

### 4.4.1 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε $\beta$ -καρνοφυλλένιο

Κατά τη σύγκριση των αιθέριων ελαίων στο σύνολό τους, οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης σε  $\beta$ -καρνοφυλλένιο παρατηρήθηκαν στο καλλιεργούμενο είδος της ικαριώτικης φυτείας *S.thymbra* με μέσο ποσοστό της τάξεως του 2,45%(v/v). Τελευταίο στην κατάταξη ήρθε το είδος *O.onites* με μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα μόλις 0,01%(v/v). Τα συγκεκριμένα δεδομένα συμφωνούν πλήρως με αντίστοιχα της Γαβριήλ (2013), ενώ μερικώς με τους Economou et al. (2011) καθότι στην έρευνά τους οι χαμηλότερες ποσοστιαίες τιμές  $\beta$ -καρνοφυλλενίου προέκυψαν από φυτά του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum*. Λαμβάνοντας υπ'όψιν τον τόπο εγκατάστασης των φυτών, αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι το ζεύγος των μέσων όρων των ειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά και Λαγκάδα και *T.holosericeus* διέφεραν σημαντικά.

### 4.4.2 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε $\gamma$ -τερπινένιο

Ομοίως και στην ποσοστιαία περιεκτικότητα σε  $\gamma$ -τερπινένιο, οι μέσες μέγιστες και ελάχιστες τιμές προήλθαν από τα ικαριώτικα είδη *S.thymbra* και *O.onites* με 38,62%(v/v) και 0,06%(v/v) αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά ήρθαν σε μερική σύγκρουση με τους Economou et al. (2011) και Γαβριήλ (2013), καθότι οι χαμηλότερες μέσες τιμές σε  $\gamma$ -τερπινένιο εμφανίστηκαν σε φυτά του *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *T.capitata* αντιστοίχως. Τα χαμηλά ποσοστά συγκέντρωσης του συγκεκριμένου συστατικού σχεδόν σε όλα τα μελετούμενα φυτικά είδη στο στάδιο της πλήρους άνθισης, φαίνεται να σχετίζονται με την ισχυρή παρουσία της καρβακρόλης, καθότι το

γ-τερπινένιο αποτελεί πρόδρομη ουσία των δύο φαινολικών μεταβολιτών (Vokou *et al.*, 1993; Azizi *et al.*, 2009). Όπως και πριν έτσι και εδώ, οι μέσοι όροι των καλλιεργούμενων ειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά και Λαγκάδα και *T.holosericeus* διέφεραν σημαντικώς με τους αντίστοιχους μέσους των αυτοφυών.

#### 4.4.3 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε καρβακρόλη

Οι υψηλότερες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων σε καρβακρόλη παρουσιάστηκαν σε καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά των *O.onites* και *O.vulgare* subsp. *hirtum*, με μέσες τιμές έως και πάνω από 95%(v/v). Αντιθέτως, οι χαμηλότερες εκατοστιαίες περιεκτικότητες εμφανίστηκαν σε φυτά του καλλιεργούμενου ενδημικού είδους *T.holosericeus* με μέσο ποσοστό συγκέντρωσης μόλις 20,26%(v/v), ενώ φάνηκε ότι σαν κυρίαρχο συστατικό ήταν η γερανιόλη στο ποσοστό της τάξεως του 75,80%(v/v). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτέλεσε το γεγονός, ότι αντίστοιχο φαινόμενο δεν παρατηρήθηκε στα αυτοφυή φυτά του ιδίου ενδημικού είδους. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός της άστοχης χρονικά συγκομιδής του φυτικού δείγματος, που ως κυρίαρχο συστατικό τη δεδομένη περίοδο περιείχε τη γερανιόλη έναντι της καρβακρόλης (De Lisi *et al.*, 2011; Λάζαρη & Κρίγκας, 2009). Τα αποτελέσματα για τα υπόλοιπα φυτικά είδη δεν συμφωνούν με τις έρευνες των Economidou *et al.* (2011) και Γαβριήλ (2013), αφού οι τιμές τους κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα. Τα αυξημένα αυτά ποσοστά της καρβακρόλης στα φυτικά είδη της συγκεκριμένης μελέτης φαίνεται να οφείλονται στο συνδιασμό του σταδίου ανάπτυξης των φυτών, καθώς επίσης και στις τότε περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν στο περιβάλλον εγκατάστασης των ειδών. Το γεγονός αυτό μπορεί να επαληθευτεί από τις ταυτόχρονες χαμηλές εκατοστιαίες συγκεντρώσεις των συστατικών γ-τερπινένιο και *p*-κυμένιο κατά το στάδιο της πλήρους ανθοφορίας (Vokou *et al.*, 1993; Esen *et al.*, 2007). Τέλος, αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός ότι το ζεύγος των μέσων όρων των ειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά και Λαγκάδα και *T.holosericeus* διέφεραν σημαντικά, λαμβάνοντας πάντα υπ' όψιν τον τόπο εγκατάστασης των φυτών.

#### 4.4.4 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε *p*-κυμένιο

Κατά τη σύγκριση των αιθέριων ελαίων στο σύνολό τους, οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης σε *p*-κυμένιο παρατηρήθηκαν στο καλλιεργούμενο είδος της ικαριώτικης φυτείας *S.thymbra* με μέσο ποσοστό της τάξεως του 3,21%(v/v). Τελευταίο στην κατάταξη ήρθε το είδος *O.onites* με μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα μόλις 0,04%(v/v). Τα συγκεκριμένα δεδομένα συμφωνούν πλήρως με αντίστοιχα της Γαβριήλ (2013), ενώ μερικώς με τους Economidou *et al.* (2011) καθότι στην έρευνά τους οι χαμηλότερες ποσοστιαίες τιμές *p*-κυμενίου προέκυψαν από φυτά του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum*. Όσον αφορά το σύνολο των δεδομένων, αυτά ταυτίζονται σε μεγάλο βαθμό με αντίστοιχα από προγενέστερες μελέτες, οι οποίες υποστηρίζουν ότι και κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στο *p*-κυμένιο και στην καρβακρόλη (Vokou *et al.*, 1993; Bendahou *et al.*, 2008; Azizi *et al.*, 2009). Λαμβάνοντας υπ' όψιν τον τόπο εγκατάστασης των φυτών, αξιοσημείωτο

αποτελεί το γεγονός ότι μόνο στο ζεύγος των μέσων όρων του είδους *T.holosericeus* παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

## **4.5 Σχέσεις μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών & αποδοτικών χαρακτηριστικών**

### **4.5.1 Συσχετίσεις κατά Pearson της Απόδοσης αιθέριου ελαίου %(v/w)**

Παρατηρήθηκαν σε αρκετές περιπτώσεις στατιστικώς σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών. Ο μεγαλύτερος βαθμός συσχέτισεως, εμφανίστηκε μεταξύ Απόδοσης αιθέριου ελαίου %(v/w)-Νωπού Βάρους ανθέων και Απόδοσης αιθέριου ελαίου %(v/w)-Μήκος βλαστών με 0,53<sup>\*\*</sup> και στις δύο περιπτώσεις. Με τη σειρά τους οι δύο εξαρτημένες μεταβλητές (X2,X6) συσχετίστηκαν σημαντικώς με το νωπό & ξηρό βάρος των βλαστών, ενώ επιπλέον για το Μήκος βλαστών (X6) με το νωπό & ξηρό βάρος των ανθέων και φύλλων (Πίνακας: 30, Παράρτημα). Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης συμφώνησαν πλήρως με τα αντίστοιχα των Yavari et al. (2010) για το είδος *T.migricus*, ενώ μερικώς με τους Karimi et al. (2014) για το είδος *S.mutica*. Τέλος, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί ότι ορισμένοι συντελεστές συσχέτισης σχεδόν ταυτίστηκαν με τους αντίστοιχους των Azizi et al. (2010) για το μελετούμενο είδος *O.vulgare*.

### **4.5.2 Συσχετίσεις κατά Pearson της Συγκέντρωσης καρβακρόλης %(v/v)**

Παρατηρήθηκαν σε δύο περιπτώσεις στατιστικώς σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών. Ο μεγαλύτερος βαθμός συσχέτισεως, εμφανίστηκε μεταξύ Συγκέντρωσης καρβακρόλης %(v/v)-Νωπού Βάρους βλαστών και Συγκέντρωσης καρβακρόλης %(v/v)-Μήκος βλαστών με 0,64<sup>\*</sup> και 0,72<sup>\*</sup> αντίστοιχα. Με τη σειρά του η μεταβλητή Μήκος βλαστών (X2) συσχετίστηκε σημαντικώς με το νωπό & ξηρό βάρος των βλαστών, ανθέων και φύλλων (Πίνακας: 30, Παράρτημα).



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το υποείδος *O. vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθε από την Αρέθουσα της Ικαρίας και από το όρος Φαγιά και Λαγκάδα της Κεφαλονιάς, παρουσίασε τις μέγιστες τιμές στις μετρήσεις του μήκους των βλαστών και ταξιανθιών. Η ελληνική ρίγανη προερχόμενη από τις περιοχές της Κεφαλονιάς και την Ικαρία, εμφάνισε υψηλότερες τιμές στον αριθμό των ταξιανθιών και φύλλων/βλαστό αντίστοιχα. Τα καλλιεργούμενα φυτά του υποείδους *O. vulgare* subsp. *hirtum* με καταγωγή από την Αρέθουσα και το όρος Φαγιά, παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές κατά τις μετρήσεις του ξηρού βάρους των βλαστών και φύλλων. Μόνο στην περίπτωση του ξηρού βάρους των ανθέων, τα πρωτεία μεταξύ των άλλων κατείχε και το καλλιεργούμενο υποείδος *O. vulgare* subsp. *hirtum* από τον Λαγκάδα της νήσου Κεφαλονιάς. Επιπλέον, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στους μέσους της καλλιεργούμενης και αυτοφυούς ελληνικής ρίγανης που προήλθε από τις δύο περιοχές της Κεφαλονιάς στα μελετούμενα χαρακτηριστικά του αριθμού των ταξιανθιών/βλαστό και του ξηρού βάρους των ανθέων και φύλλων. Μόνο στις περιπτώσεις του αριθμού των φύλλων/βλαστό και του μήκους των ταξιανθιών, εκτός των άλλων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο μέσων του ενδημικού *T. holosericeus*. Όσον αφορά το μέσο τελικό ύψος των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών που προέκυψε από τις τελευταίες μετρήσεις που έλαβαν χώρα στις 9/5/2014 και 7/7/2014 για τα φυτά της Ικαρίας και Κεφαλονιάς αντίστοιχα, η φθίνουσα σειρά κατάταξης έχει ως εξής: *O. vulgare* subsp. *hirtum* (Αρέθουσα), *O. onites*, *O. vulgare* subsp. *hirtum* (όρος Φαγιά), *O. vulgare* subsp. *hirtum* (Λαγκάδας), *S. thymbra*, *T. capitata* και *T. holosericeus*.

Σχεδόν σε όλους τους ρυθμούς αύξησης των μελετούμενων χαρακτηριστικών, οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στα καλλιεργούμενα φυτά του υποείδους *O. vulgare* subsp. *hirtum* που προήλθαν και από τις δύο νήσους. Μόνο στην περίπτωση του αριθμού των φύλλων/βλαστό, τα πρωτεία κατείχε το καλλιεργούμενο είδος *O. onites* από την Ικαρία. Σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των μέσων εμφανίστηκαν μόνο στη μέτρηση του ρυθμού αύξησης του ύψους των ειδών της ικαριώτικης φυτείας, με το υποείδος *O. vulgare* subsp. *hirtum* να διαφέρει σημαντικώς με τα υπόλοιπα φυτικά είδη.

Οι ποσοστιαίες αποδόσεις των φυτικών ειδών της Ικαρίας σε αιθέριο έλαιο, πλησίασαν σε μεγάλο βαθμό αντίστοιχα όρια άλλων ερευνών και βιβλιογραφικών αναφορών του παρελθόντος. Σε αντίθεση με τα είδη της κεφαλονίτικης φυτείας, που οι αντίστοιχες αποδόσεις τους κινήθηκαν σε αισθητά χαμηλότερα επίπεδα. Μόνο το αυτοφυές είδος *T. capitata* απ' τις περιοχές της Κεφαλονιάς, πλησίασε κατά πολύ σε απόδοση αιθέριου ελαίου άλλα αντίστοιχα είδη προηγούμενων δημοσιευμένων ερευνών. Σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε όλους τους μέσους παρατηρήθηκαν στα φυτικά είδη της Ικαρίας. Ενώ, στα αντίστοιχα της Κεφαλονιάς εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα ζεύγη των μέσων του *O. vulgare* subsp. *hirtum* από το όρος Φαγιά και Λαγκάδα και του *T. holosericeus*. Όσον αφορά την εξακρίβωση του χημειοτυπικού τους προφίλ, τα δεδομένα που ελήφθησαν για όλα τα καλλιεργούμενα και αυτοφυή είδη ήταν ξεκάθαρα. Παρουσίασαν στο σύνολό τους χημειοτυπική σταθερότητα, με την καρβακρόλη να αποτελεί το κυρίαρχο συστατικό

των αιθέριων ελαίων τους. Εντύπωση προκάλεσε το γεγονός ότι η θυμόλη ανιχνεύτηκε μόνο στα είδη που προήλθαν από την Κεφαλονιά, και συγκεκριμένα στα *T.holosericeus* και *O.vulgare* subsp. *hirtum* από το Λαγκάδα.

Η ποσοστιαία απόδοση αιθέριων ελαίων συσχετίστηκε σημαντικώς με αρκετά υπό μελέτη μορφολογικά χαρακτηριστικά. Ο μεγαλύτερος βαθμός συσχέτισεως εμφανίστηκε μεταξύ της ποσοστιαίας απόδοσης αιθέριου ελαίου με τα νωπά βάρη ανθέων και μήκη βλαστών (0,53<sup>\*\*</sup>). Αντιστοίχως για την εκατοστιαία συγκέντρωση καρβακρόλης, ο μεγαλύτερος βαθμός συσχέτισεως παρατηρήθηκε με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του νωπού βάρους των βλαστών (0,64<sup>\*</sup>) και του μήκους των βλαστών (0,72<sup>\*</sup>).

Η αξιολόγηση του συνόλου των αποτελεσμάτων για τη φυτεία με είδη προερχόμενα από τη νήσο Ικαρία, έδειξε *εγκλιματισμό* (acclimatization) της σε μεγάλο βαθμό σχεδόν σε όλα τα επίπεδα. Αντιθέτως, η εγκατάσταση των ειδών από την Κεφαλονιά δεν ήταν ικανοποιητική, με χαρακτηριστικότερο παράδειγμα όλων το ενδημικό είδος *T.holosericeus*. Μέχρι και σήμερα η προσπάθεια που καταβάλουν τα φυτά του συγκεκριμένου είδους για εγκλιματισμό τους στο περιβάλλον του λεκανοπεδίου της Αττικής, είναι εμφανής. Ωστόσο τηρουμένων των αναλογιών, τα δεδομένα των υπόλοιπων φυτικών ειδών της νήσου Κεφαλονιάς που ελήφθησαν την τρέχουσα αυτή περίοδο ήταν αρκετά ενθαρρυντικά. Οι μετρήσεις στο σύνολό τους καθώς και η ανάλυση των αντίστοιχων αποτελεσμάτων, υπέδειξαν ότι τα φυτικά είδη που προήλθαν απ'τη νήσο Ικαρία είναι καθόλα έτοιμα να αξιοποιηθούν σε εκτατικού τύπου καλλιέργειες εγκατεστημένες σε παρόμοια περιβάλλοντα μ'αυτό των Σπάτων. Τέλος, η περαιτέρω έρευνα περί των συγκεκριμένων -και όχι μόνο- χαρακτηριστικών φαίνεται ότι αποτελεί σημαντικό σημείο εκκίνησης για το χαρακτηρισμό ή/και τη δημιουργία «δυναμικών» βιοτύπων αυξημένης απόδοσης και σύστασης σε αιθέριο έλαιο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξένη βιβλιογραφία

- Aliyiannis, 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. Fadaei. 2010. Factors Affecting on Essential Chemical Composition of *Thymus kotschyanus* in Iran. World Appl. Sci. J. 8(7): 847-856.
- Ascensão, L., and Pais, M.S. (1998). The leaf Capitate Trichomes of *Leonotis leonorus*: Histochemistry, Ultrastructure and Secretion. Annals of Botany 81: 263-271.
- Ascensão, L., Mota, L. and Castro, M. de M. (1999). Glandular Trichomes on the Leaves and Flowers of *Plectranthus ornatus*: Morphology, Distribution and Histochemistry. Annals of Botany 84: 437-447.
- 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.
- Azizi, A., Hadian, J., Honermeier, B., Friedt, W. 2010. Associations between molecular markers, agro-morphological traits and chemical characteristics in a germplasm collection of the medicinal plant *Origanum vulgare* L.
- 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.
- 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., 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.
- 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.
- Bozin B, Mimica-Dukie N, Simin N, Anackov G. 2006. Characterization of the volatile 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.
- Cainadas, E., Margaris, N., Theodorakis, M. 1999. *Flowers of Athens. A field guide*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- 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. 3<sup>rd</sup> Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southern European Countries. Nitra, Slovakia, 6-9 September, pp. 55-56.
- Chorianopoulos, N., Evergatis, E., Skandamis, P., Haroutounian, S.A. & Nychas, G-J. 2006. A Newly Developed Assay to Study the Minimum Inhibitory Concentration of *Satureja spinosa* Essential Oil. *J. Appl. Microbiol.* 100: 778-786.
- 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 *Ascosphaera apis* and treatment of an apiary. *Apidologie* 20 (3): 221-228.
- 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.
- 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.

- 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.
- Davis, P. H. 1982. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 7, p. 382, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- De Lisi, A., Tedone, L., Montesano, V., Sarli, G., Negro, D. 2011. Chemical characterisation of *Thymus* populations belonging from Southern Italy. *Food Chemistry*. 125: 1284-1286.
- 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.
- 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.
- Esen, G., A.D. Azaz, M. Kurkcuoglu, K.H.C. Baser and A. Tinmaz. 2007. Essential oil and antimicrobial activity of wild and cultivated *Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum* (Link) letsvaart from the Marmara region, Turkey. *Flavour Frag. J.* 22: 371–376.
- 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 (B<sub>9</sub>) in newly reclaimed soil. *J. Appl. Sci. Res.* 5(12): 2165-2170.
- Fahn, A. 1986. Structural and Functional Properties of trichomes of xeromorphic leaves. *Annals of Botany* 57: 631-637.
- Fahn, A. 2000. Structure and Function of Secretory Tissue. *Advances in Botanical Research* 31: 37-75.
- 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.
- 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.
- Gibbs, D.R. 1974. *Chemotaxonomy of Flowering Plants*, Vol. 1, McGill-Queen's University Press, Montreal and London.
- 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.

- Gouyon, P. H., P.H. Vernet, J.L. Guillerm and G. Valdeyron. 1986. Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. *Heredity* 57: 59-66.
- 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.
- Haslam, E. 1986. Secondary metabolism – Fact or fiction. *Natural Product Reports*, 3, 323-344.
- Holopainen, K.J. 2004. Multiple functions of inducible plant volatiles. *Trends in Plant Sci.* 9(11): 529-533.
- 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.
- 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.
- Karimi, E., Ghasemnejad, A., Hadian, J., Akhundi, R., Ghorbanpour, M. 2014. Evaluation of morphological diversity and essential oil yield of *Satureja mutica* Fisch. & C. A. Mey. populations growing wild in Iran. *JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. Volume 18(1), 7- 16.
- Karousou, R., A.M. Bosabalidis and S. Kokkini. 1992. *Sideritis syriaca* spp. *syriaca*: Glandular trichome structure and development in relation to systematic. *Nord. J. Bot.* 12: 31-37.
- 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.
- Katsiotis, S. & Iconomou, 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.
- 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 terpenes in California bay foliage. Changes in composition during maturation. *J. Agric. Food Chem.* 22: 781-784.
- 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 Botany* 92: 635-645.
- 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.
- Koutsoyiannis, 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.
- Lamiri A., Lhaloui S., Benjilali B. & Berrada M., 2001. Insecticidal effects of essential oils 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.
- 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.
- 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. Gerschenzon and R. Croteau. 1992. Morphology and monoterpene biosynthetic capabilities of secretory cell clusters isolated from glandular trichomes of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Planta* 187: 445-454.
- 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.
- Mizutani, J. 1999. Selected allelochemicals. *Critical Reviews in Plant Science*, 18(6), 53-671.
- Modenesi, P., Serrato-Valenti, G., Bruni, A. 1984. Development and secretion of clubbed trichomes in *Thymus vulgaris* L. *Flora* 173: 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.
- Naves, Y.R. 1970. Some development in the chemistry of ionones and their derivatives-a subject review. *J. Soc. Cosmet. Chem.* 22 439-456.
- 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.
- Omer, E.A. 1999. Response of wild Egyptian oregano to nitrogen fertilization in a sandy soil. *J. Plant Nutr.* 22: 103-114.
- 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.
- Piccaglia, R. and M. Marotti. 1993. Characterization of several aromatic plants grown in Italy. *Flav. Fragr. J.* 8: 115-117.



- Poulose, A.J. and R. Croteau. 1978. Biosynthesis of aromatic monoterpenes. Conversion of *g*-terpinene to *p*-cymene and thymol in *Thymus vulgaris* L. Arch. Biochem. Biophys. 187: 307–314.
- 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.
- Rechinger, K. H. fil. 1965. Flora Aegaea. Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturwiss. Kl., Denkscht: 105(1), 531-532.
- Russo, M., G.C. Galletti, P. Bocchini and A. Carnacini. 1998. Essential oil chemical composition of wild population of Italian Oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. 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.
- Samuelsson, G. 1994. Φαρμακευτικά Προϊόντα Φυσικής Προελεύσεως-Εγχειρίδιον Φαρμακογνωσίας, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτη.
- 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.
- Sarlis, G.P. 1994. Contribution to the study of the flora of Attica (Greece). Lagasalia 17(2): 229-256.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Skoula, M., R.J. Grayer and G.C. Kite. 2005. Surface flavonoids in *Satureja thymbra* and *Satureja spinosa* (Lamiaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* 33: 541-544.
- 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.
- Strid, A., and K. Tan. 1997. *Flora Hellenica*. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany.
- 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.
- Tevini, M. 1994. UV-B Effects on terrestrial plants and aquatic organisms. *Progress in Botany* 55: Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Thanos, C.A., C.C. Kadis and F. Skarou. 1995. Ecophysiology of germination in the aromatic plants thyme, savory and oregano (Labiatae). *Seed Sci. Res.* 5: 161-170.
- 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.
- 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. & Margaris, S. N. 1986. Variation of Volatile Oil Concentration of Mediterranean Aromatic Shrubs *Thymus capitatus* Hoffmag et Link, *Satureja thymbra* L., *Teucrium polium* L. and *Rosmarinus officinalis*. *International Journal Biometeorology*, 30(2), 147-155.
- Vokou, D., Margaris, S. N. & Lynch M. J. 1984. Effects of volatile oils from Aromatic shrubs on soil microorganisms. *Soil Biol. Biochem.*, 16(5), 509-513.
- 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. 2000. Trichome Diversity and Development. In: *Advances in Botanical Research* 31: 1-35.
- 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.
- Wink, M. 1997. Compartmentation of Secondary Metabolites and Xenobiotics in Plant Vacuoles In: *Advances in Botanical Research Volume 25 The Plant Vacuole*, 141-169.
- Wink, M. 2003. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry* 64: 3-19.
- Yavari A. R. Nazeri V. Sefidkon F. & Hassani M. E. 2010. Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Thymus migricus* Klokov & Desj. Shost. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants.* 26: 227-238.

### Ελληνική βιβλιογραφία

- Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ., Φασσέας, Κ. 2005. Γενική Βοτανική. Εκδόσεις Έμβρυο.
- Βαρδακάκης, Μ. 1993. *ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ (ΚΡΥΠΤΟΓΑΜΑ – ΣΠΕΡΜΑΤΟΦΥΤΑ. Τόμος 1, 4<sup>η</sup> Έκδοση.* Εκδόσεις: Δ.Κ. Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη. 811 σελ.
- 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 Κρήτη. Ηράκλειο. 708 σελ.
- Γαρδέλη, Χ. 2009. Μελέτη της Χημικής Σύστασης Αιθερίων Ελαίων ορισμένων Αρωματικών Φυτών της Ελληνικής Χλωρίδας. σ. 280.
- Γκολιάρης, Α. 2003. Αρωματικά Φυτά. Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ). σελ. 31.
- Δαφερέρα, Δ., Ταραντίλης, Π. Α. & Πολυσίου, Μ. ΘΥΜΑΡΙ (*THYME*). 2006: Φαρμακολογική-Βιολογική Δράση. Πρακτικά επιστημονικού συνεδρίου «Το θυμάρι», υπό την αιγίδα του φαρμακευτικού συλλόγου, Άνδρος 3-4 Ιουνίου.

- 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.
- Κανέλης, Α. 2005. Ρύθμιση βιοσύνθεσης δευτερογενών μεταβολιτών – Εφαρμογές της μεταβολικής μηχανικής και λειτουργικής γονιδιωματικής στη φαρμακογνωσία. *Εφαρμοσμένη Φαρμακογνωσία II*. Εκδόσεις ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη.
- Κανταρτζής, Ν. 2003. *Ανθοκομία τ.13- Υδρόκηποι και Υδροχαρή Φυτά για την Αρχιτεκτονική και Αρχιτεκτονική του Τοπίου*. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Καραμπουρνιώτης, Γ. 2003. *Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών*. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα. 275 σελ.
- Καραμπουρνιώτης, Γ.Α. 2011. Σημειώσεις ηλεκτρονικής μορφής περι Φυσιολογίας Φυτών.
- Καραμπουρνιώτης, Γ.Α., Λιακόπουλος, Γ. 2009. Οικοφυσιολογία Μεσογειακών Φυτικών Ειδών. Σημειώσεις Εργαστηρίου Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών.
- 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.
- Λάζαρη, Δ. & Κρίγκας, Ν. 2009. Μελέτη αιθέριων ελαίων τεσσάρων ειδών του γένους *Thymus*.
- Λιακοπούλου, Β. 2003. Μορφολογικές και ανατομικές αλλοιώσεις των φύλλων του αμπελιού που οφείλονται στην προσβολή από το άκαρι *Colomerus vitis*. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- 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.
- Σαρλής, Γ. 1994. *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*. Εκδόσεις: Γεωπονικού Πανεπιστημίου 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=O.vulgare* ssp. *hirtum*) σε διαφορετικά επίπεδα αζώτου. σ. 277.

Υπ.Α.Α.Τ. 2007. Προοπτικές ανάπτυξης τομέα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών (Με βάση προτάσεις & συμπεράσματα Περιφερειακών μελετών νέας ΚΑΠ).

Φοίτος, Δ.Γ. 1984. «Συστηματική Βοτανική», Λύχνος, Πάτρα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο συγκεκριμένο μέρος παρατίθενται αναλυτικά οι πίνακες ανάλυσης της διασποράς για όλα τα μελετούμενα χαρακτηριστικά, καθώς επίσης το σύνολο των χρωματογραφημάτων και οι πίνακες με το σύνολο των συστατικών για το κάθε αιθέριο έλαιο.

### ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (ANOVA)

#### ΦΥΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

**Πίνακας 1:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των βλαστών των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	541,65656	180,552	31,8901	0,0004*
Ομάδες	2	28,00205	14,001	2,4729	0,1647
Σφάλμα	6	33,97022	5,662		
Σύνολο	11	603,62883			

**Πίνακας 2:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των βλαστών των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	596,90476	99,4841	73,2615	<,0001*
Ομάδες	2	15,28715	7,6436	5,6288	0,0189
Σφάλμα	12	16,29518	1,3579		
Σύνολο	20	628,48710			

**Πίνακας 3:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των ταξιανθιών των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	62,748567	20,9162	13,6412	0,0043*
Ομάδες	2	4,145517	2,0728	1,3518	0,3276
Σφάλμα	6	9,199883	1,5333		
Σύνολο	11	76,093967			

**Πίνακας 4:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μήκος των ταξιανθιών των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	231,00431	53,5007	149,0498	<,0001*
Ομάδες	2	4,18946	2,0947	5,8358	0,0170*
Σφάλμα	12	4,30734	0,3589		
Σύνολο	20	329,50111			

**Πίνακας 5:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των ταξιανθιών/βλαστό των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	1238,3623	412,787	26,8547	0,0007*
Ομάδες	2	39,6578	19,829	1,2900	0,3420
Σφάλμα	6	92,2267	15,371		
Σύνολο	11	1370,2468			

**Πίνακας 6:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των ταξιανθιών/βλαστό των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	1143,9791	190,663	130,8411	<,0001*
Ομάδες	2	0,2857	0,143	0,0980	0,9073
Σφάλμα	12	17,4865	1,457		
Σύνολο	20	1161,7514			

**Πίνακας 7:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των φύλλων/βλαστό των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	2889,4184	963,139	1,6016	0,2850
Ομάδες	2	1696,2412	848,121	1,4103	0,3147
Σφάλμα	6	3608,1803	601,363		
Σύνολο	11	8193,8399			

**Πίνακας 8:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό των φύλλων/βλαστό των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	16619,786	2769,96	9,3140	0,0006*
Ομάδες	2	95,996	48,00	0,1614	0,8528
Σφάλμα	12	3568,760	297,40		
Σύνολο	20	20284,541			

**Πίνακας 9:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των ανθέων των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,39906667	0,133022	3,7448	0,0793
Ομάδες	2	0,03780000	0,018900	0,5321	0,6127
Σφάλμα	6	0,21313333	0,035522		
Σύνολο	11	0,65000000			

**Πίνακας 10:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των ανθέων των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,45413333	0,075689	29,0490	<,0001*
Ομάδες	2	0,00060000	0,000300	0,1151	0,8922
Σφάλμα	12	0,03126667	0,002606		
Σύνολο	20	0,48600000			

**Πίνακας 11:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των βλαστών των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	1,7410917	0,580364	47,0036	0,0001*
Ομάδες	2	0,0240500	0,012025	0,9739	0,4302
Σφάλμα	6	0,0740833	0,012347		
Σύνολο	11	1,8392250			



**Πίνακας 12:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των βλαστών των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	1,7887905	0,298132	46,4219	<,0001*
Ομάδες	2	0,0064667	0,003233	0,5035	0,6167
Σφάλμα	12	0,0770667	0,006422		
Σύνολο	20	1,8723238			

**Πίνακας 13:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των φύλλων των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,20975833	0,069919	10,6974	0,0080*
Ομάδες	2	0,01811667	0,009058	1,3859	0,3200
Σφάλμα	6	0,03921667	0,006536		
Σύνολο	11	0,26709167			

**Πίνακας 14:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των φύλλων των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,22352381	0,037254	43,2627	<,0001*
Ομάδες	2	0,00060000	0,000300	0,3484	0,7127
Σφάλμα	12	0,01033333	0,000861		
Σύνολο	20	0,23445714			

**Πίνακας 15:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το μέγιστο ύψος των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών στους πειραματικούς αγρούς των Σπάτων.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	1058,8095	176,468	12,3545	0,0002*
Ομάδες	2	24,9286	12,464	0,8726	0,4428
Σφάλμα	12	171,4048	14,284		
Σύνολο	20	1255,1429			

## ΡΥΘΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ

**Πίνακας 16:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,01530000	0,005100	2,5082	0,1557
Ομάδες	2	0,00060000	0,000300	0,1475	0,8659
Σφάλμα	6	0,01220000	0,002033		
Σύνολο	11	0,02810000			

**Πίνακας 17:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	2	0,00028889	0,000144	0,2500	0,7901
Ομάδες	2	0,00028889	0,000144	0,2500	0,7901
Σφάλμα	4	0,00231111	0,000578		
Σύνολο	8	0,00288889			

**Πίνακας 18:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης του ύψους των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,03969167	0,013231	8,9362	0,0124*
Ομάδες	2	0,00071667	0,000358	0,2420	0,7923
Σφάλμα	6	0,00888333	0,001481		
Σύνολο	11	0,04929167			

**Πίνακας 19:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης του ύψους των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	2	0,00020000	0,000100	0,1000	0,9070
Ομάδες	2	0,00260000	0,001300	1,3000	0,3673
Σφάλμα	4	0,00400000	0,001000		
Σύνολο	8	0,00680000			

**Πίνακας 20:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης της διαμέτρου των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,00366667	0,001222	0,5116	0,6889
Ομάδες	2	0,00246667	0,001233	0,5163	0,6210
Σφάλμα	6	0,01433333	0,002389		
Σύνολο	11	0,02046667			

**Πίνακας 21:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης της διαμέτρου των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	2	0,00175556	0,000878	1,2061	0,3891
Ομάδες	2	0,00135556	0,000678	0,9313	0,4655
Σφάλμα	4	0,00291111	0,000728		
Σύνολο	8	0,00602222			

**Πίνακας 22:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων/βλαστό των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,19069167	0,063564	2,8984	0,1238
Ομάδες	2	0,10721667	0,053608	2,4445	0,1673
Σφάλμα	6	0,13158333	0,021931		
Σύνολο	11	0,42949167			

**Πίνακας 23:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων/βλαστό των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	2	0,00046667	0,000233	0,1022	0,9051
Ομάδες	2	0,00420000	0,002100	0,9197	0,4692
Σφάλμα	4	0,00913333	0,002283		
Σύνολο	8	0,01380000			

## ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ

**Πίνακας 24:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία συγκέντρωση αιθέριου ελαίου των 4 φυτικών ειδών της Ικαρίας.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	3	0,00633092	0,002110	149,2554	<,0001*
Ομάδες	2	0,00003317	0,000017	1,1729	0,3716
Σφάλμα	6	0,00008483	0,000014		
Σύνολο	11	0,00644892			

**Πίνακας 25:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία συγκέντρωση αιθέριου ελαίου των 7 φυτικών ειδών της Κεφαλονιάς.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	6	0,00448295	0,000747	63,3100	<,0001*
Ομάδες	2	0,00003838	0,000019	1,6261	0,2372
Σφάλμα	12	0,00014162	0,000012		
Σύνολο	20	0,00466295			

## ΚΥΡΙΑΡΧΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

**Πίνακας 26:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε β-καρνοφυλλένιο όλων των φυτικών ειδών.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	10	0,00230871	0,000231	15872,36	<,0001*
Ομάδες	2	2,90909e-8	1,455e-8	1,0000	0,3855
Σφάλμα	20	0,00000029	1,455e-8		
Σύνολο	32	0,00230903			

**Πίνακας 27:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε γ-τερπινένιο όλων των φυτικών ειδών.

Πηγή Παραλλακτικότητας	Βαθμοί Ελευθερίας	Άθροισμα Τετραγώνων	Μέσο Τετράγωνο	F-test	Prob>F
Είδη	10	0,37554916	0,037555	4394724	<,0001*
Ομάδες	2	2,42424e-9	1,212e-9	0,1418	0,8686
Σφάλμα	20	0,00000017	8,545e-9		
Σύνολο	32	0,37554934			

**Πίνακας 28:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη όλων των φυτικών ειδών.

<b>Πηγή Παραλλακτικότητας</b>	<b>Βαθμοί Ελευθερίας</b>	<b>Άθροισμα Τετραγώνων</b>	<b>Μέσο Τετράγωνο</b>	<b>F-test</b>	<b>Prob&gt;F</b>
Είδη	10	1,8251207	0,182512	364825,1	<,0001*
Ομάδες	2	0,0000010	5,239e-7	1,0473	0,3693
Σφάλμα	20	0,0000100	5,003e-7		
Σύνολο	32	1,8251317			

**Πίνακας 29:** Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε *p*-κυμένιο όλων των φυτικών ειδών.

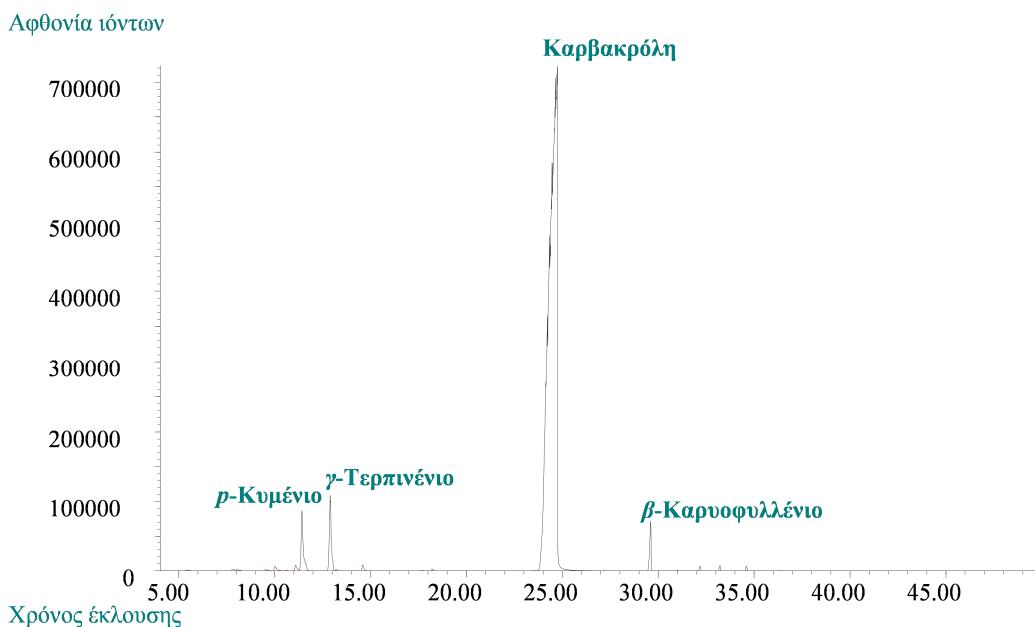
<b>Πηγή Παραλλακτικότητας</b>	<b>Βαθμοί Ελευθερίας</b>	<b>Άθροισμα Τετραγώνων</b>	<b>Μέσο Τετράγωνο</b>	<b>F-test</b>	<b>Prob&gt;F</b>
Είδη	10	0,00410028	0,000410	207,5965	<,0001*
Ομάδες	2	0,00000376	1,882e-6	0,9529	0,4024
Σφάλμα	20	0,00003950	1,975e-6		
Σύνολο	32	0,00414355			

**Πίνακας 30:** Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ μορφολογικών χαρακτηριστικών, ποσοστιαίας απόδοσης και σύστασης σε καρβακρόλη των αιθέριων ελαίων.

Συσχετίσεις (Pearson) μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών και αποδοτικών χαρακτηριστικών.												
	NB βλαστών	ΞΒ βλαστών	NB ανθέων	ΞΒ ανθέων	NB φύλλων	ΞΒ φύλλων	Μήκος βλαστών	Μήκος ταξιανθιών	Φύλλα/βλαστό	Άνθη/βλαστό	Ελαίο %(v/w)	Καρβακρόλη %(v/v)
NB βλαστών	1											
ΞΒ βλαστών	,889**	1										
NB ανθέων	,803**	,764**	1									
ΞΒ ανθέων	,733**	,829**	,946**	1								
NB φύλλων	,550**	,700**	,537**	,609**	1							
ΞΒ φύλλων	,530**	,763**	,547**	,683**	,958**	1						
Μήκος βλαστών	,796**	,740**	,722**	,639**	,616**	,543**	1					
Μήκος ταξιανθιών	,772**	,642**	,698**	,621**	,208	,232	,614**	1				
Φύλλα/βλαστό	,004	,294	,013	,207	,388*	,513**	-,190	-,178	1			
Άνθη/βλαστό	,854**	,831**	,710**	,679**	,420*	,474**	,720**	,712**	-,110	1		
Ελαίο %(v/w)	,454**	,326	,532**	,417*	,431*	,355*	,534**	,352*	-,079	,271	1	
Καρβακρόλη %(v/v)	,640*	,581	,599	,534	,385	,335	,717*	,370	-,127	,542	,373	1
**, * Σημαντικό σε επίπεδο 0,01 και 0,05 αντίστοιχα												

## ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Είδος: *Thymbra capitata* (αυτοφυές)  
Προέλευση: Φαγιά (Κεφαλονιά)  
Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



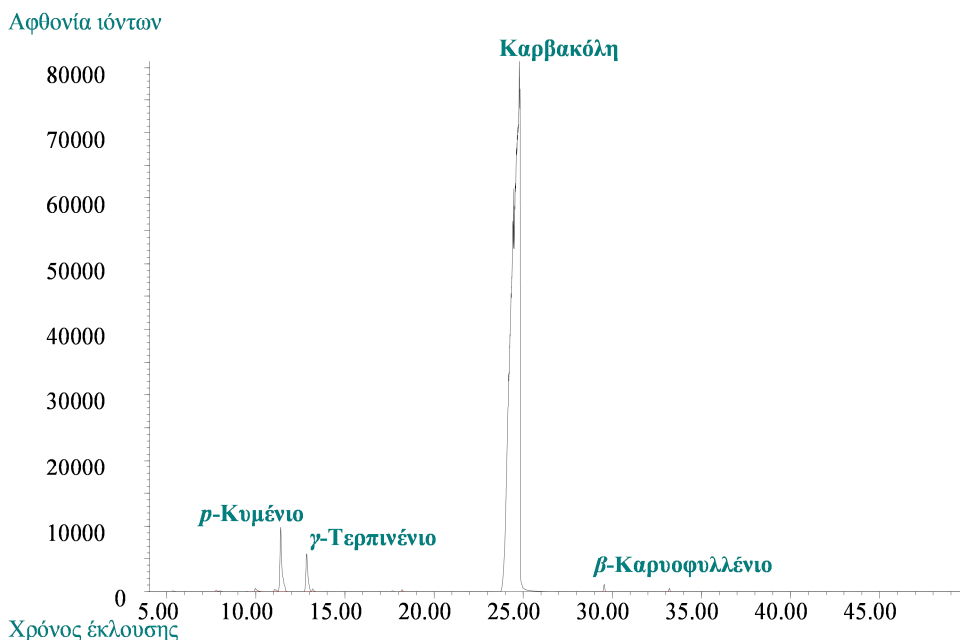
**Πίνακας 1:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το αυτοφυές είδος *T. capitata* της νήσου Κεφαλονιάς.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.81	0.09	Θουγιένιο
2	9.54	ίχνη*	N/D**
3	10.02	0.24	Μυρκένιο
4	11.10	0.26	$\alpha$ -Τερπινένιο
5	11.43	2.81	<i>p</i> -Κυμένιο
6	12.90	3.20	$\gamma$ -Τερπινένιο
7	13.21	ίχνη	Τερπινολένιο
8	14.60	0.23	Λιναλοόλη
9	18.23	ίχνη	N/D
10	24.65	91.01	Καρβακρόλη
11	29.61	1.56	$\beta$ -Καρυοφυλλένιο
12	32.18	0.13	$\delta$ -Γερμακρένιο
13	33.21	0.14	$\beta$ -Μπισαμπολένιο
14	34.60	0.12	$\alpha$ -Μπισαμπολένιο

\*ίχνη $\leq$ 0.08

\*\*N/D: not determined

Υποείδος: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*  
 Προέλευση: Αρέθουσα (Ικαρία)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



**Πίνακας 2:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο υποείδος *O.hirtum* της νήσου Ικαρίας.

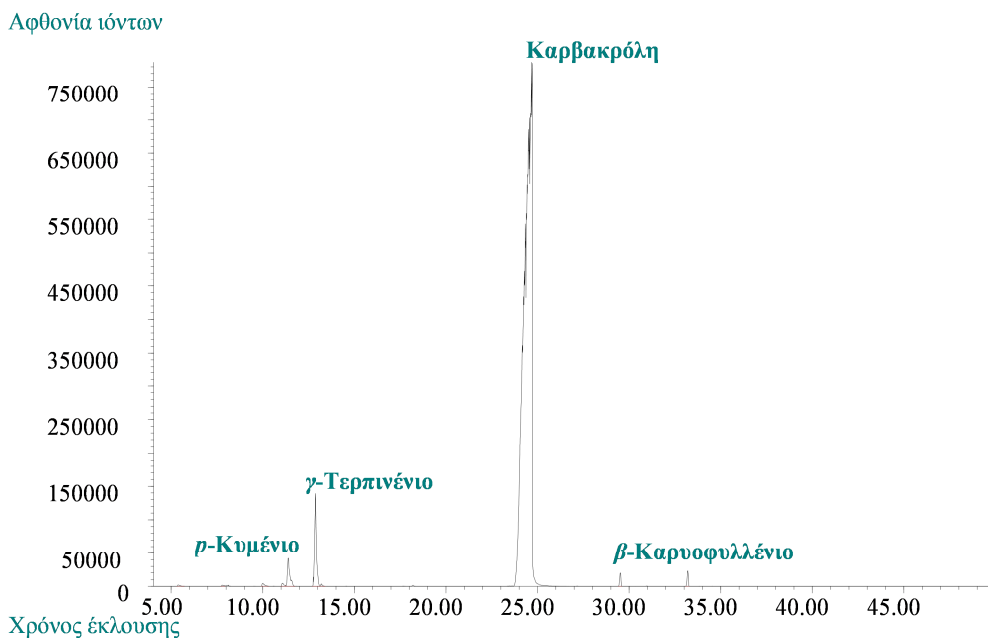
Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.75	ίχνη*	Θουγιένιο
2	9.98	0.16	Μυρκένιο
3	11.07	0.10	$\alpha$ -Τερπινένιο
4	11.40	2.78	<i>p</i> -Κυμένιο
5	12.86	1.75	$\gamma$ -Τερπινένιο
6	18.20	ίχνη	N/D**
7	24.78	94.84	Καρβακρόλη
8	29.54	0.18	$\beta$ -Καρυοφυλλένιο
9	33.21	ίχνη	N/D

\*ίχνη $\leq$ 0.08

\*\*N/D: not determined



Υποείδος: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (αυτοφύες)  
 Προέλευση: Φαγιά (Κεφαλονιά)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



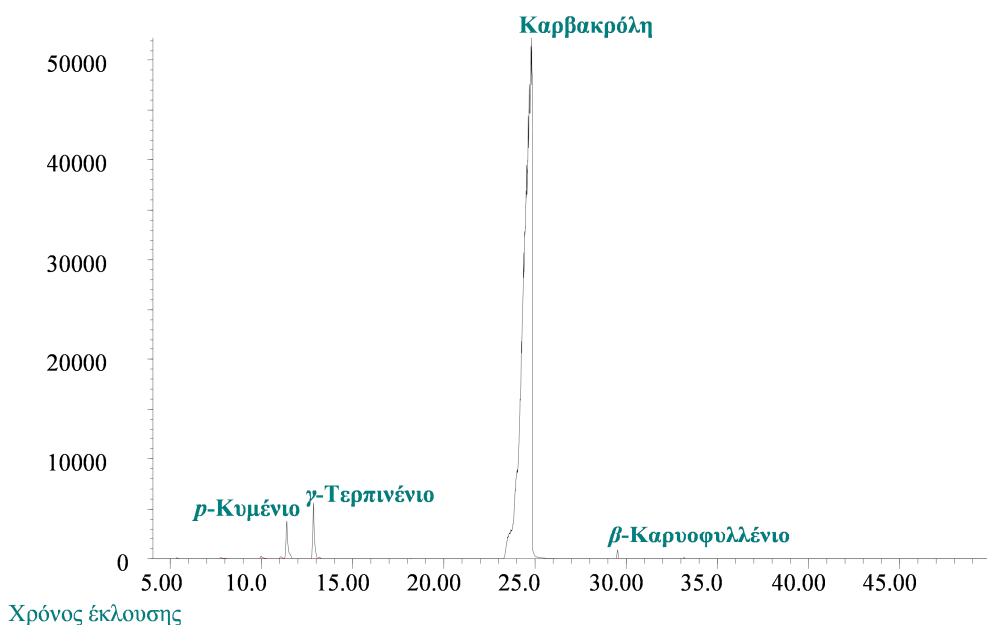
**Πίνακας 3:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το αυτοφύες υποείδος *O.hirtum* της νήσου Κεφαλονιάς.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.80	ίχνη*	Θουγιένιο
2	10.01	0.18	Μυρκένιο
3	11.08	0.16	$\alpha$ -Τερπινένιο
4	11.40	1.55	<i>p</i> -Κυμένιο
5	12.89	3.81	$\gamma$ -Τερπινένιο
6	24.66	93.31	Καρβακρόλη
7	29.53	0.41	$\beta$ -Καρυοφυλλένιο
8	33.21	0.45	$\beta$ -Μπισαμπολένιο

\*ίχνη $\leq$ 0.08

Υποείδος: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*  
 Προέλευση: Φαγιά (Κεφαλονιά)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων

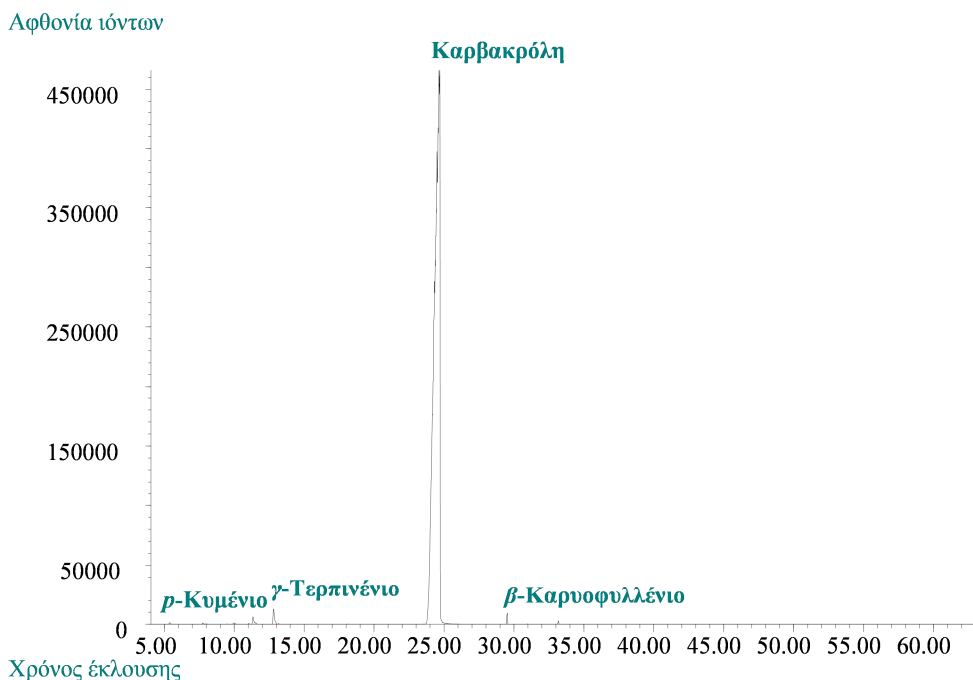


**Πίνακας 4:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο υποείδος *O.hirtum* της νήσου Κεφαλονιάς.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.76	ίχνη*	Θουγιένιο
2	8.03	ίχνη	$\alpha$ -Πινένιο
3	9.98	0.13	Μυρκένιο
4	11.07	0.09	$\alpha$ -Τερπινένιο
5	11.39	1.54	<i>p</i> -Κυμένιο
6	12.86	1.95	$\gamma$ -Τερπινένιο
7	13.18	ίχνη	Τερπινολένιο
8	24.82	95.90	Καρβακρόλη
9	29.53	0.21	$\beta$ -Καροφυλλένιο
10	33.18	ίχνη	$\beta$ -Μπισαμπολένιο

\*ίχνη $\leq$ 0.08

Υποείδος: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (αυτοφύες)  
 Προέλευση: Λαγκάδας (Κεφαλονιά)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

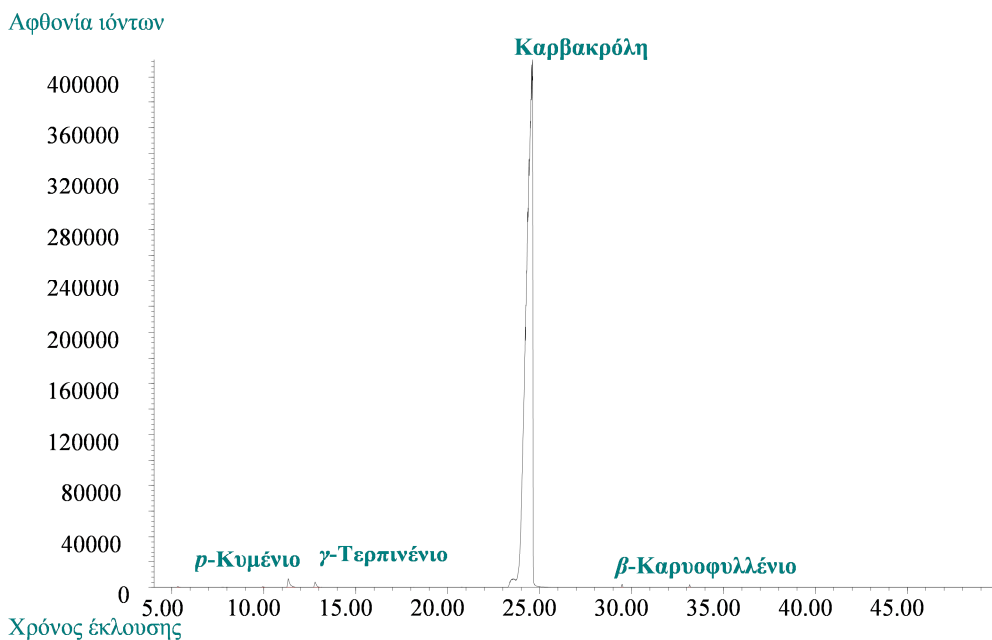


**Πίνακας 5:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το αυτοφύες υποείδος *O.hirtum* της νήσου Κεφαλονιάς.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.75	ίχνη*	Θουγιένιο
2	9.97	ίχνη	Μυρκένιο
3	11.04	ίχνη	$\alpha$ -Τερπινένιο
4	11.35	0.34	$p$ -Κυμένιο
5	12.82	0.69	$\gamma$ -Τερπινένιο
6	13.17	ίχνη	Τερπινολένιο
7	24.70	98.38	Καρβακρόλη
8	29.52	0.30	$\beta$ -Καρνοφυλλένιο
9	33.18	0.08	$\beta$ -Μπισαμπολένιο

\*ίχνη $\leq$ 0.08

Υποείδος: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*  
 Προέλευση: Λαγκάδας (Κεφαλονιά)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

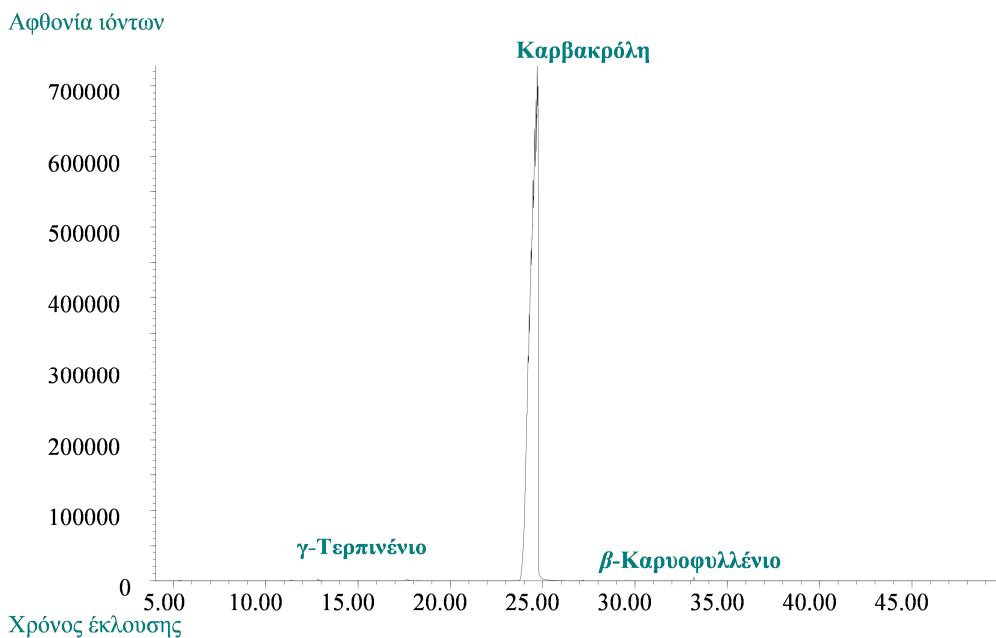


**Πίνακας 6:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο υποείδος *O.hirtum* της νήσου Κεφαλονιάς.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	9.95	ίχνη*	Μυρκένιο
2	11.35	0.55	<i>p</i> -Κυμένιο
3	12.79	0.29	<i>γ</i> -Τερπινένιο
4	23.56	1.24	Θυμόλη
5	24.56	97.72	Καρβακρόλη
6	29.49	ίχνη	<i>β</i> -Καρνοφυλλένιο
7	33.16	ίχνη	<i>β</i> -Μπισαμπολένιο

\*ίχνη≤0.08

Είδος: *Origanum onites*  
 Προέλευση: Αρέθουσα (Ικαρία)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



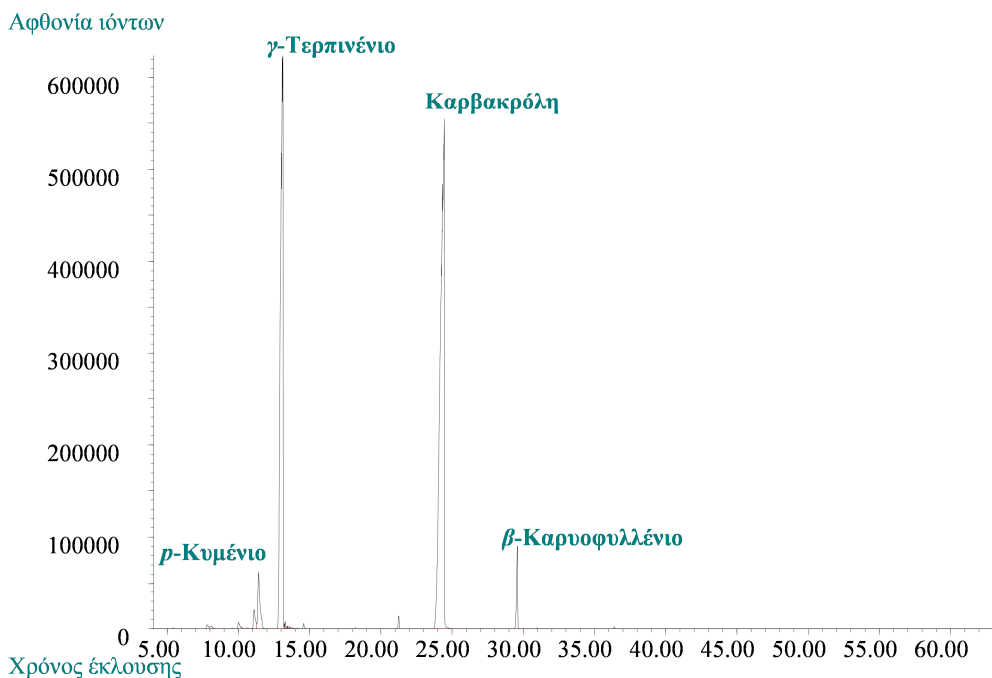
**Πίνακας 7:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.onites* της νήσου Ικαρίας.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.37	ίχνη*	<i>p</i> -Κυμένιο
2	12.82	ίχνη	γ-Τερπινένιο
3	17.67	ίχνη	Βορνεόλη
4	18.20	ίχνη	N/D**
5	24.66	99.64	Καρβακρόλη
6	27.17	ίχνη	N/D
7	29.51	ίχνη	β-Καρυοφυλλένιο
8	33.19	0.14	β-Μπισαμπολένιο
9	36.42	ίχνη	N/D

\*ίχνη≤0.08

\*\*N/D: not determined

Είδος: *Satureja thymbra*  
 Προέλευση: Αρέθουσα (Ικαρία)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS



**Πίνακας 8:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *S.thymbra* της νήσου Ικαρίας.

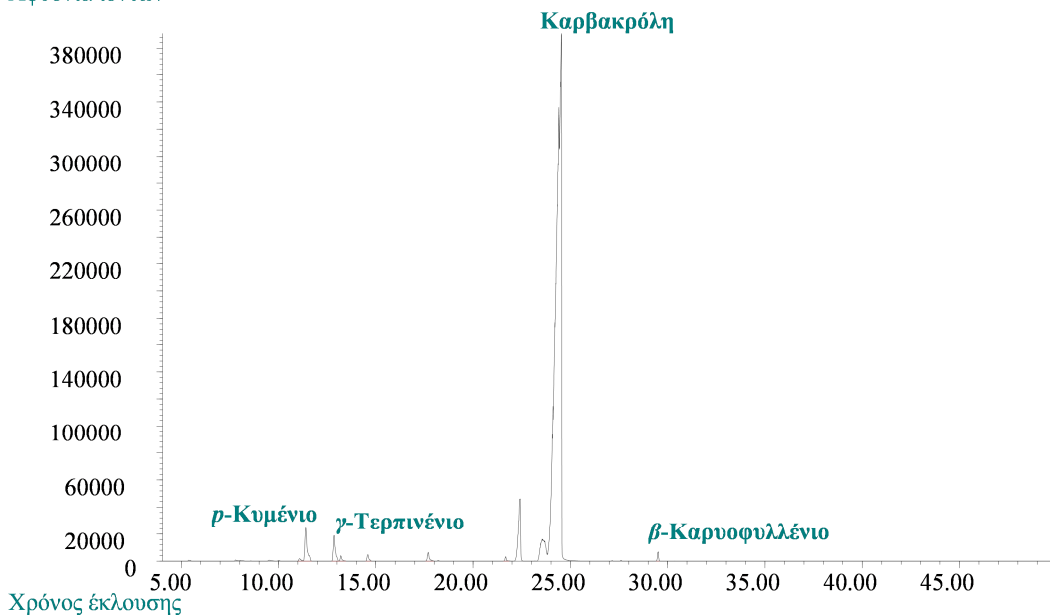
Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.79	0.21	Θουγιένιο
2	8.06	0.18	$\alpha$ -Πινένιο
3	10.01	0.35	Μυρκένιο
4	11.11	0.98	$\alpha$ -Τερπινένιο
5	11.42	3.21	<i>p</i> -Κυμένιο
6	13.12	38.62	$\gamma$ -Τερπινένιο
7	13.22	ίχνη*	N/D**
8	13.29	0.11	Τερπινολένιο
9	13.43	ίχνη	N/D
10	13.60	ίχνη	N/D
11	14.58	0.16	Λιναλοόλη
12	21.25	0.35	Μεθυλαιθέρας της καρβακρόλης
13	24.44	53.13	Καρβακρόλη
14	29.58	2.45	$\beta$ -Καρυοφυλλένιο
15	36.39	ίχνη	N/D

\*ίχνη $\leq$ 0.08

\*\*N/D: not determined

Είδος: *Thymus holosericeus* (αυτοφύες)  
 Προέλευση: «Εθνικός Δρυμός» όρος Αίνος (Κεφαλονιά)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



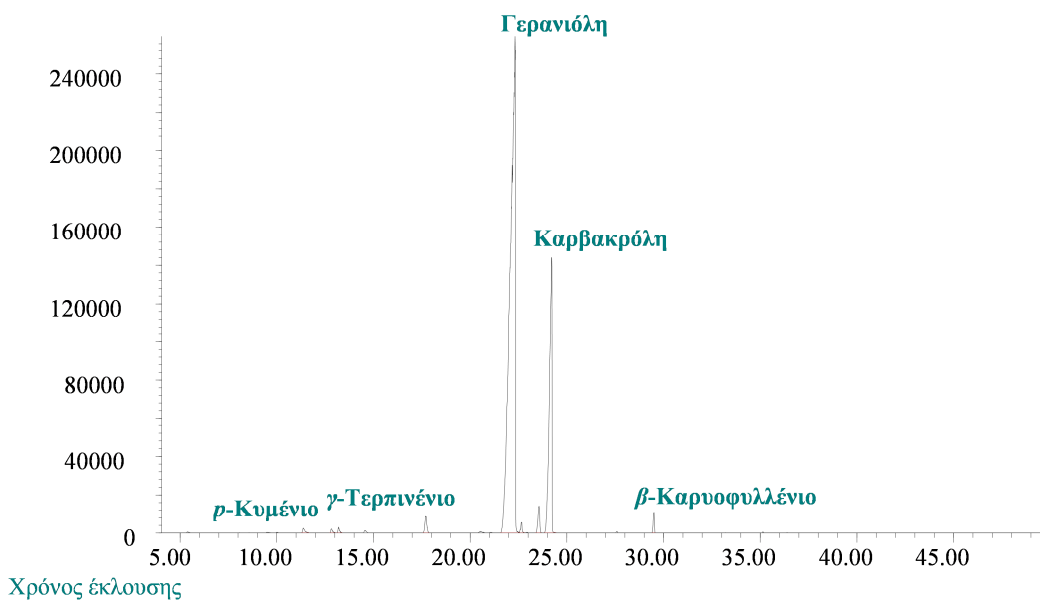
**Πίνακας 9:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το αυτοφύες είδος *T.holosericeus* της νήσου Κεφαλονιάς.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.08	0.16	<i>α</i> -Τερπινένιο
2	11.41	2.28	<i>p</i> -Κυμένιο
3	12.86	1.58	<i>γ</i> -Τερπινένιο
4	13.20	1.84	Τερπινολένιο
5	17.70	0.49	Βορνεόλη
6	21.68	0.18	N/D*
7	22.41	4.22	Γερανιόλη
8	23.56	3.57	Θυμόλη
9	24.53	86.62	Καρβακρόλη
10	29.51	0.31	<i>β</i> -Καρνοφυλλένιο

\*N/D: not determined

Είδος: *Thymus holosericeus*  
 Προέλευση: «Εθνικός Δρυμός» όρος Αίνος (Κεφαλονιά)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



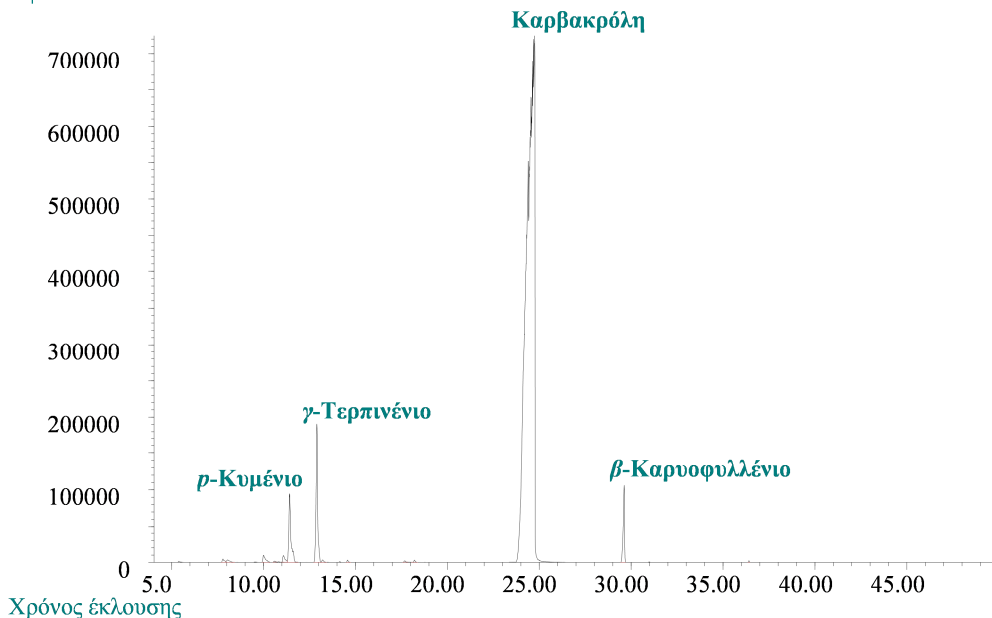
**Πίνακας 10:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *T.holosericeus* της νήσου Κεφαλονιάς.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.38	0.32	p-Κυμένιο
2	13.20	0.48	γ-Τερπινένιο
3	17.71	0.97	Βορνεόλη
4	22.33	75.80	Γερανιόλη
5	23.56	1.44	Θυμόλη
6	24.21	20.26	Καρβακρόλη
7	29.50	0.74	β-Καρνοφυλλένιο



Είδος: *Thymbra capitata*  
 Προέλευση: Αρέθουσα (Ικαρία)  
 Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~12%)  
 Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger  
 Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Αφθονία ιόντων



**Πίνακας 11:** Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *T. capitata* της νήσου Ικαρίας.

Κορυφή	R.T. (min)	Εκατοστιαία περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	8.05	0.31	$\alpha$ -Πινένιο
2	10.01	0.39	Μυρκένιο
3	10.62	*ίχνη	**N/D
4	11.08	0.32	$\alpha$ -Τερπινένιο
5	11.42	2.97	<i>p</i> -Κυμένιο
6	12.91	4.80	$\gamma$ -Τερπινένιο
7	14.58	ίχνη	Λιναλοόλη
8	17.69	ίχνη	Βορνεόλη
9	18.22	ίχνη	N/D
10	24.69	88.77	Καρβακρόλη
11	29.62	2.19	$\beta$ -Καρυοφυλλένιο
12	36.42	ίχνη	N/D

\*ίχνη $\leq$ 0.08

\*\*N/D: not determined

Τέλος, επισυνάπτεται πίνακας με το ποσοστιαίο εύρος τιμών απόδοσης αιθέριου ελαίου, καθώς επίσης διάγραμμα και πίνακας με τις μέσες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων για το κάθε είδος στα τέσσερα μελετούμενα συστατικά.

**Πίνακας 12:** Ποσοστιαίο εύρος περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο των φυτικών ειδών στο σύνολό τους.

Είδος	Ελάχιστη απόδοση ελαίου %(v/w)	Μέγιστη απόδοση ελαίου %(v/w)
<i>O.hirtum</i>	8,20	9,40
<i>O.onites</i>	2,20	2,60
<i>S.thymbra</i>	5,00	5,80
<i>T.capitata</i>	4,20	4,50
<i>T.capitata</i> αυτοφ	3,80	4,50
<i>O.hirtum</i> (Φάγια)	4,00	5,00
<i>O.hirtum</i> (Φάγια) αυτοφ	6,20	7,00
<i>O.hirtum</i> (Λαγκάδας)	3,80	4,50
<i>O.hirtum</i> (Λαγκάδας) αυτοφ	5,50	6,30
<i>T.holosericeus</i>	1,50	1,70
<i>T.holosericeus</i> αυτοφ	3,60	4,00

**Πίνακας 13:** Μέση ποσοστιαία περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων όλων των φυτικών ειδών στα 4 κυρίαρχα συστατικά τους.

Είδος	$\beta$ -καρνοφυλλένιο %(v/v)	$\gamma$ -τερπινένιο %(v/v)	καρβακρόλη %(v/v)	<i>p</i> -κυμένιο %(v/v)
<i>O.hirtum</i>	0,22	1,74	95,08	2,32
<i>O.onites</i>	0,01	0,06	99,65	0,04
<i>S.thymbra</i>	2,45	38,62	53,13	3,21
<i>T.capitata</i>	2,19	4,80	88,77	2,97
<i>T.capitata</i> αυτοφ	1,56	3,20	91,01	2,81
<i>O.hirtum</i> (Φάγια)	0,21	1,95	95,90	1,54
<i>O.hirtum</i> (Φάγια) αυτοφ	0,41	3,81	93,31	1,55
<i>O.hirtum</i> (Λαγκάδας)	0,08	0,29	97,72	0,55
<i>O.hirtum</i> (Λαγκάδας) αυτοφ	0,30	0,69	98,38	0,34
<i>T.holosericeus</i>	0,74	0,48	20,26	0,32
<i>T.holosericeus</i> αυτοφ	0,31	1,58	86,62	2,28

## ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ



**Εικόνα Π1:** Πειραματικό τεμάχιο αποτελούμενο από φυτά του είδους *S.thymbra* στο στάδιο της πλήρους άνθισης ελάχιστα λεπτά πριν τη συγκομιδή τους (Ημ: 23/5/2014).



**Εικόνα Π2:** Αντιπροσωπευτικό φυτό του αυτοφυούς είδους *T.capitata* στο στάδιο της πλήρους άνθισης που υφίσταται έως και σήμερα στο οροπέδιο Φαγιά της νήσου Κεφαλονιάς (Ημ: 1/7/2014).



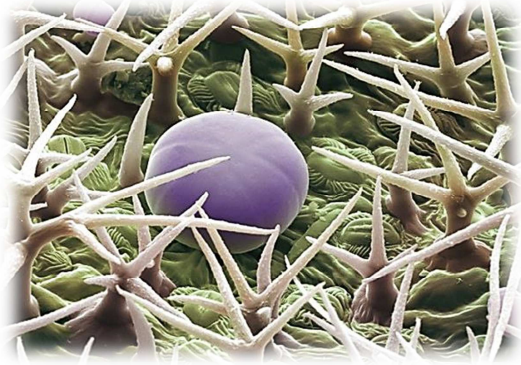
**Εικόνα Π3:** Πειραματικό τεμάχιο αποτελούμενο από φυτά του είδους *T.holosericus* στο στάδιο της πλήρους άνθισης ελάχιστα λεπτά πριν τη συγκομιδή τους (Ημ: 14/7/2014).



**Εικόνα Π4:** Πειραματικό τεμάχιο αποτελούμενο από φυτά του είδους *O.onites* στο στάδιο της πλήρους άνθισης ελάχιστα λεπτά πριν τη συγκομιδή τους (Ημ: 13/6/2014).



**Εικόνα Π5:** Πειραματικό τεμάχιο αποτελούμενο από φυτά του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* στο στάδιο της πλήρους άνθισης ελάχιστα λεπτά πριν τη συγκομιδή τους (Ημ: 14/7/2014).



A.



B.



Γ.

**Εικόνα Π7:** Μικροφωτογραφίες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο των διαφόρων εκκριματοφόρων ιστών βιοσύνθεσης αιθέριων ελαίων (Πηγή: Svoboda *et al.*, 2001): Α) Είδος *Lavandula angustifolia* (κν.λεβάντα). Εκκριματοφόρος αδένας που περιστοιχίζεται από μη αδενώδη τριχίδια ( $\times 931$ ). Β) Είδος *Ocimum basilicum* (κν.βασιλικός). Τυπικό αδενώδες τριχίδιο του είδους. Γ) Είδος *Origanum vulgare* (κν.ρίγανη). Τυπικός εκκριματοφόρος αδένας μεταξύ των στοματίων στο κάτω μέρος νεαρού φύλλου ( $\times 1.979$ ).