

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
Π.Μ.Σ.: ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Εγκλιματισμός των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart, *Origanum onites* (L.), *Satureja thymbra* (L.) και *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. fil. σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας. Αξιολόγηση του παραγωγικού τους δυναμικού και της χημικής σύστασης του αιθερίου ελαίου τους.»



ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΠΟΥΛΟΥ Β. ΜΙΧΑΕΛΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΙΑ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Γ.Π.Α

ΑΘΗΝΑ
ΜΑΡΤΙΟΣ 2015

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Εγκλιματισμός των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart, *Origanum onites* (L.), *Satureja thymbra* (L.) και *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. fil. σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας. Αξιολόγηση του παραγωγικού τους δυναμικού και της χημικής σύστασης του αιθερίου ελαίου τους.»

Φωτογραφία Εξωφύλλου

Το φυτικό είδος *Origanum hirtum*, αυτοφυές της Ικαρίας, σε πλήρη ανθοφορία. Αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα Σπάτα.

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΠΟΥΛΟΥ Β. ΜΙΧΑΕΛΑ

ΓΕΩΠΟΝΟΣ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΙΑ, Αναπλ. Καθηγήτρια - Επιβλέπουσα

ΚΑΡΑΜΠΟΥΡΝΙΩΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Καθηγητής

ΤΑΡΑΝΤΙΑΗΣ ΠΕΤΡΟΣ, Αναπλ. Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2015

Η ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας συγχρηματοδοτήθηκε μέσω του Έργου «Υποτροφίες ΙΚΥ» από πόρους του ΕΠ «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση», του Ευρωπαϊκού Κοινωνικού Ταμείου (ΕΚΤ) του ΕΣΠΑ, 2007-2013.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ όλους τους Συνεργάτες και τους Καθηγητές, με ιδιαίτερη μνεία στην Επιβλέπουσα και Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα. Οικονόμου Γαρυφαλιά, που τον τελευταίο ενάμιση χρόνο κοπιάσαμε δημιουργικά για να προσεγγίσουμε το αποτέλεσμα αυτής της μελέτης.

Ευχαριστώ το ΙΚΥ που με τη στήριξή του, μου επέτρεψε να προσπεράσω τις όποιες διαδικαστικές δυσκολίες συνάντησα.

Εύχομαι το στίγμα που αφήνει η εργασία να αποτελέσει έναυσμα έμπνευσης στη μελέτη των μελλοντικών Συναδέλφων - Συμφοιτητών.

Αθήνα, Μάρτιος 2015

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ

Ελληνική σύντμηση	Ονομασία	Αγγλική σύντμηση	Ονομασία
ΓΠΑ	Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών	ANOVA	Analysis of Variance
ΑΦΦ	Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά	μm	micrometer
Σχ.	Σχήμα	mm	millimeter
Πιν.	Πίνακας	cm	centimeter
Εικ.	Εικόνα	m	meter
Διαγρ.	Διάγραμμα	ha	hectare
ΟΠΕΚΕΠΕ	Οργανισμός Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων	pH	συγκέντρωση των κατιόντων υδροξωνίου (H ₃ O ⁺) σε ένα υδατικό διάλυμα
ΕΘΙΑΓΕ	Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας	mg	micrograms
ΚΓΕΒΕ	Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Βορείου Ελλάδος	gr ή g	gram
Π.Ο.Π	Προϊόν Ονομασίας Προέλευσης	μL	microlitre
Π.Γ.Ε	Προϊόν Γεωγραφικής Ένδειξης	mL	millilitre
ΤΠΟ	Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων	°C	βαθμούς Celsius
N.B.	Νωπό Βάρος	eV	electron Volt
Ξ.Β	Ξηρό Βάρος	min	minutes
B.E	Βαθμοί Ελευθερίας	v/w	volume/weight
A.T	Άθροισμα Τετραγώνων	v/v	volume/volume
M.T	Μέσο Τετράγωνο	CV	Coefficient of Variation
ΥΠΑΑΤ	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων	m/e	λόγος μάζας προς φορτίο
ΠΑΑ	Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης	atm	atmospheres
Πειρ.	Πειραματικά	et al.	et. alii
αιθ. έλαιο	αιθέριο έλαιο	GC	Gas Chromatography
στρ.	στρέμματα	MS	Mass Spectrometry
κ.ά.	και άλλοι	HD ή SD	Hydro ή Steam Distillation
π.Χ	προ Χριστού	HS	Head Space
ετ.	ετών	MSDE	Micro-Steam Distillation Extraction
		VHSD	Vacuum Head Space Distillation
		FID	Flame Ionization Detector
		ID	Inner Diameter
		tr	trace
		nd	not determined
		HSD	Honestly Significant Difference

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει τον εγκλιματισμό των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* L. και *Satureja thymbra* L. σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας στα Σπάτα με τόπο προέλευσης τη νήσο Ικαρία.

Σημείο αναφοράς για τη μελέτη αποτέλεσαν τα εγκατεστημένα είδη ΑΦΦ στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας (ΓΠΑ) σε φυτεία έξι ετών. Τα είδη αυτά συγκρίθηκαν με τα είδη της νέας καλλιέργειας, που εγκαταστάθηκαν με έρριζα μοσχεύματα από τη μητρική φυτεία στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα Σπάτα, το 2013.

Τα δεδομένα που προέκυψαν από δειγματοληψίες στα Σπάτα (1 έτους φυτεία) και στο ΓΠΑ (6 ετών φυτεία) αφορούσαν τα φαινολογικά χαρακτηριστικά, την απόδοση αιθερίου ελαίου και τη χημική σύστασή τους.

Πρώιμη ανθοφορία παρουσίασε το είδος *S. thymbra*, στις αρχές Απριλίου και στις δύο εγκατεστημένες φυτείες ενώ ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata*. Λαμβάνοντας υπόψη τους αβιοτικούς παράγοντες και την ηλικία των δυο φυτειών τα φυτικά χαρακτηριστικά των ΑΦΦ είχαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των ειδών και των φυτειών, αλλά ταυτόχρονα παρουσίασαν παρόμοια σειρά κατάταξης των μέσων τιμών τους.

Τα αποτελέσματα ακόμη έδειξαν ότι δεν υπήρχε σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο φυτειών, ως προς την απόδοση σε αιθέριο έλαιο σε όλα τα υπό εξέταση είδη της παρούσας μελέτης. Αξίζει να σημειωθεί ότι το *O. hirtum* παρουσίασε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο τόσο στην εξάχρονη φυτεία (ΓΠΑ), όσο και στην ενός έτους (Σπάτα), με αποδόσεις που κυμάνθηκαν από 7,7-9,5% (v/w). Όσον αφορά το είδος *O. onites* το ποσοστό σε αιθέριο έλαιο κυμάνθηκε από 2,4-3,0% (v/w) και στις δύο φυτείες. Παρομοίως τα είδη *T. capitata* και *S. thymbra* παρουσίασαν σχεδόν το ίδιο ποσοστό σε αιθέριο έλαιο και στις δύο φυτείες με τιμές που κυμάνθηκαν από 4,3-5,6% (v/w).

Παράλληλα έγινε ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των χημικών συστατικών του αιθερίου ελαίου των παραπάνω αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Τα κύρια συστατικά όλων των φυτικών ειδών ήταν το γ -τερπινένιο, *p*-κυμένιο, καρβακρόλη και β -καρνοφυλλένιο. Όλα τα υπό μελέτη είδη διατηρούν το χημειότυπο τους με κυρίαρχο συστατικό τη καρβακρόλη. Χαρακτηριστική ήταν η περίπτωση της ρίγανης, στο αιθέριο έλαιο της οποίας, το ποσοστό της καρβακρόλης ξεπέρασε το 95% (v/v) και στις δυο φυτείες.

Από τα δεδομένα προκύπτει ότι τα συγκεκριμένα είδη ΑΦΦ εγκλιματίστηκαν εύκολα στο περιβάλλον των Σπάτων. Η αύξηση ή η σταθερότητα των φυτικών και χημικών χαρακτηριστικών στο βάθος του χρόνου, φανέρωσε τόσο την ανάγκη για διατήρηση και αξιοποίηση του πολλαπλασιαστικού υλικού όσο και την αξία εκμετάλλευσης των φυτικών ειδών σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας.

Επιστημονική Περιοχή: Αγρόκτημα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα Σπάτα.

Λέξεις Κλειδιά: Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά, Αιθέρια Έλαια, Καρβακρόλη, *O. hirtum*, *O. onites*, *S. thymbra*, *T. capitata*, Clevenger, GC-MS

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the acclimation of the species *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Coridothymus capitatus* L. and *Satureja thymbra* L., from the island of Ikaria, in extensive farming conditions.

The experimental field (1 years old plantation) was created at Spata in 2013 and occurred separating a segment of plants from the mother plantation (6 years old) which was situated in the Laboratory of Agronomy in Athens. The study concerns the comparison of those two plantations.

The resulting data measured the phenological characteristics, the essential oil yield and the chemical composition of the species considering the observation of the abiotic factors. *S. thymbra* was early-flowered the first April days in both plantations, followed by the timely flowering of *O. onites*, *O. hirtum* and *T. capitata*.

The analysis presented differences in the herbal characteristics among the species of the two plantations which -nevertheless- presented similar rank order of their average values. The results showed that there was no significant variation in the essential oil yield between the two plantations. More specifically, *O. onites* percentage of essential oil ranged from 2,4-3,0% (v/w) while the according values of *T. Capitata* and *S. thymbra* ranged from 4,3-5,6% (v/w). It is worth mentioning that *O. hirtum* showed the highest essential oil yield with values ranging from 7,7-9,5% (v/w).

Furthermore, the constituents of the essential oil of all species were qualitatively and quantitatively determined. The major components were γ - terpinene , *p*-cymene , carvacrol and β -caryophyllene. The chemotypes of all species were maintained and carvacrol was the chief component. Typical was the case of oregano, where the proportion of carvacrol exceeded 95% (v/v).

Conclusively, all species easily acclimated to the environment of Spata. Over the time, the increase or stability of herbal and chemical characteristics, indicated that the maintenance and development of the propagation material is almost necessary. Furthermore the cultivation of these species would provide a positive result in extensive farming conditions.

Scientific Area: Field of Agricultural University of Athens, Spata

Keywords : Aromatic and Medicinal Plants , Essential oils, Carvacrol, *O. hirtum*, *O. onites*, *S. thymbra*, *T. capitata*, Clevenger, GC-MS

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ABSTRACT	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1 Ιστορικά στοιχεία.....	12
1.2. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά στην Ελλάδα.....	13
1.3. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χημειότυπου καρβακρόλης	15
1.3.1. Ταξινόμηση - περιγραφή φυτού - μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	15
Ρίγανη	15
Θυμάρι	17
Θρούμπι	17
1.4 Χρήσεις των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών.....	17
1.4.1 Αντιμυκητιακή δράση.....	18
1.4.2 Αντιβακτηριδιακή δράση	18
1.4.3 Αντιοξειδωτική δράση.....	19
1.4.4 «Φάρμακα» φυτικής προέλευσης για την αντιμετώπιση εχθρών και ζιζανίων	19
1.5 Εγκλιματισμός και Προσαρμοστικότητα.....	20
1.6 Καλλιεργητικές πρακτικές.....	21
1.6.1 Πολλαπλασιασμός	21
1.6.2 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	21
1.6.3 Συγκομιδή.....	22
1.6.4 Μεταποίηση – Ξήρανση	22
1.7 Σπουδαιότητα των αρωματικών φυτών για την ελληνική οικονομία.....	23
1.8 Προβλήματα του τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών	23
1.9 Στρατηγική για την ανάπτυξη του τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.....	24
1.10 Αιθέρια έλαια.....	24
1.10.1 Ρόλος των αιθερίων ελαίων	25
1.10.2 Βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων.....	26
1.10.3 Τερπένια	26
1.10.3.1 Ταξινόμηση τερπενίων	27

1.10.3.2 Συστατικά του αιθερίου ελαίου «ρίγανης».....	28
1.10.4 Παραλλακτικότητα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη παραγωγή και σύσταση του αιθερίου ελαίου	31
1.10.4.1 Μεταβολές στη φυσιολογία φυτού	31
Το στάδιο ανάπτυξης.....	31
Το μέρος του φυτού που αναλύεται	31
Εποχική διακύμανση.....	32
Μηχανικές και χημικές βλάβες	32
1.10.4.2 Περιβαλλοντικοί παράγοντες – Εδαφικοί παράγοντες.....	33
Φωτοσύνθεση - Φωτοπερίοδος - Ποιότητα φωτός	33
Το κλίμα	33
Γεωγραφική θέση	33
1.10.4.3 Γενετικοί παράγοντες.....	34
1.10.5 Παραλαβή των αιθερίων ελαίων	34
1.10.5.1 Απόσταση	34
Υδροαπόσταση – Hydrodistillation HD	35
1.10.6 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής σύστασης των αιθερίων ελαίων .	35
1.10.6.1 Οργανολογία Αέριο-Χρωματογραφίας (Gas Chromatography, GC)	36
1.10.6.2 Οργανολογία Φασματογράφου Μάζας (Mass Spectrometry, MS).....	37
1.11 Προτάσεις για την ανάπτυξη του τομέα των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα	38
1.12 Σκοπός της μελέτης.....	38
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	39
2.1 Φυτικό υλικό.....	39
2.2 Εγκατάσταση πειραματικών αγρών	39
2.3 Εδαφολογικά στοιχεία για τους πειραματικούς αγρούς	40
2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	40
2.5. Μη καταστρεπτικές δειγματοληψίες.....	41
2.6 Καταστρεπτικές δειγματοληψίες	42
2.7 Υδροαπόσταξη- Παραλαβή αιθερίου ελαίου.....	43
2.8 Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση συστατικών των αιθερίων ελαίων	44
2.9 Μετεωρολογικές παρατηρήσεις.....	44
2.10 Στατιστική ανάλυση	45
3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα	47

3.2 Μορφολογικά και φαινολογικά χαρακτηριστικά πριν την ανθοφορία.....	50
3.2.1 Ύψος φυτών (cm)	50
3.2.2 Διάμετρος κόμης φυτών (cm).....	51
3.2.3 Μήκος κεντρικού βλαστού (cm)	52
3.2.4 Αριθμός φύλλων κεντρικού βλαστού	53
3.2.5 Μήκος α΄ πλάγιου βλαστού (cm).....	54
3.2.6 Αριθμός φύλλων α΄ πλάγιου βλαστού	55
3.2.7 Μήκος β΄ πλάγιου βλαστού (cm).....	56
3.2.8 Αριθμός φύλλων β΄ πλάγιου βλαστού	57
3.2.9 Ρυθμός Αύξησης Ύψους των ΑΦΦ.....	58
3.2.10 Ρυθμός Αύξησης Διαμέτρου της κόμης των ΑΦΦ	61
3.2.11 Ρυθμός Αύξησης Μήκους Βλαστών των ΑΦΦ.....	64
3.2.12 Ρυθμός Αύξησης Αριθμού Φύλλων των ΑΦΦ	67
3.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά μετά την ανθοφορία	70
3.3.1 Μήκος ανθοφόρων βλαστών (cm).....	70
3.3.2 Αριθμός φύλλων ανθοφόρων βλαστών	71
3.3.3 Μήκος ταξιανθιών (cm).....	72
3.3.4 Αριθμός ταξιανθιών	73
3.4 Ξηρό Βάρος Φυτικού Υλικού	74
3.4.1 Ξηρό βάρος βλαστών (gr)	74
3.4.2 Ξηρό βάρος φύλλων (gr)	75
3.4.3 Ξηρό βάρος ανθέων (gr).....	76
3.5 Ποσοστό Υγρασίας Φυτικού Υλικού	77
3.5.1 Ποσοστό υγρασίας βλαστών που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση (%)	77
3.5.2 Ποσοστό υγρασίας φύλλων που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση (%)	78
3.5.3 Ποσοστό υγρασίας ανθέων που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση (%).....	79
3.6 Αιθέρια Έλαια.....	80
3.6.1 Απόδοση αιθερίου ελαίου (% v/w).....	80
3.6.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής σύστασης των αιθερίων ελαίων – GC-MS	81
3.6.2.1 Περιεκτικότητα σε <i>p</i> -κυμένιο (% v/v).....	84
3.6.2.2 Περιεκτικότητα σε <i>γ</i> -τερπινένιο (% v/v)	85
3.6.2.3 Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (% v/v).....	86

3.6.2.4 Περιεκτικότητα σε β-καρυοφυλλένιο (% v/v).....	87
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	89
4.1 Μορφολογικά και φαινολογικά χαρακτηριστικά πριν την ανθοφορία.....	89
4.2 Κλιματικές παράμετροι κατά το στάδιο ανάπτυξης και ανθοφορίας.....	91
4.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά μετά την ανθοφορία.....	92
4.4 Απόδοση σε αιθέριο έλαιο – Ποιοτικά και Ποσοτικά Χαρακτηριστικά.....	94
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	98
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	118
Ελληνική βιβλιογραφία.....	118
Ξένη βιβλιογραφία.....	119
Διαδίκτυο.....	126
Ρίγανες Ικαρίας - Φωτογραφικό Υλικό από τη Φυτεία 1 Έτους στα Σπάτα.....	127

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορικά στοιχεία

Το φυσικό περιβάλλον αποτέλεσε πηγή φαρμακευτικών ουσιών για εκατοντάδες χρόνια, δεδομένου ότι η θεραπεία με φυτά χρονολογείται κατά τη διάρκεια εξέλιξης του «*Homo sapiens*» (Μάθη, 2011).



Εικόνα 1: Κροκοσυλλέκτριες στο Ακρωτήρι της Θήρας, 1650 π.Χ. .

Από στοιχεία, αρχαιοτάτων χρόνων, διακρίνονται αυτά των Σουμέριων και Ασσυρίων στη περιοχή της Μεσοποταμίας (3000-4000π.Χ), αλλά και των Βαβυλωνίων. Οι πρώτοι γνώριζαν τις θεραπευτικές ιδιότητες 200 φυτών μερικά από τα οποία είναι η ρίγανη, το θυμάρι, ο κρόκος, ο άνηθος, ο μάραθος κ.α. .Οι δεύτεροι εκτός από τους κρεμαστούς κήπους με διακοσμητικά φυτά, διέθεταν και μεγάλους κήπους με αρωματικά είδη για παραγωγή αρτυμάτων, σημαντικό μέρος της οικονομίας τους.

Στην Ελλάδα η χρήση αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών γίνεται ιδιαίτερα γνωστή από τον πατέρα της Ιατρικής Ιπποκράτη (5^{ος} αιώνας π.Χ), το Θεόφραστο (4^{ος} -3^{ος} αιώνας π.Χ), το Διοσκουρίδη (1^ο αιώνας π.Χ) (Βογιατζή, 2004), καθώς και τον Γαληνό (2^{ος} αιώνας π.Χ.) (Σκρουμπής, 1985).

Μέχρι και σήμερα, περίπου το 80% του πληθυσμού βασίζεται σε παραδοσιακά φάρμακα, όσον αφορά την υγεία. Ωστόσο τα φαρμακευτικά φυτά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο για την υγεία

του 20% του πληθυσμού. Κυρίως με βάση τη χρήση τους στην παραδοσιακή ιατρική, ένας εντυπωσιακός αριθμός ουσιών έχουν απομονωθεί από φυσικά φυτικά είδη. Τα φαρμακευτικά φυτά ορίζονται ως άγρια ή/και καλλιεργούμενα φυτά τα οποία, με βάση την παράδοση και τη βιβλιογραφία, μπορεί να είναι άμεσα ή έμμεσα συνδεδεμένα με ιατρικούς σκοπούς. Η βάση για αυτή τη χρήση είναι ότι τα φυτά περιέχουν τα λεγόμενα δραστικά συστατικά που επηρεάζουν τις φυσιολογικές διεργασίες των ζωντανών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπινων όντων (Μάθη, 2011).

Το 1975 βρέθηκε ένας ανθρώπινος σκελετός σχεδόν εξήντα χιλιάδων ετών στο σημερινό Ιράκ και μαζί με αυτόν βρέθηκαν ποσότητες συμπυκνωμένης γύρης αχίλλεας και υάκινθου. Ορισμένοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι ο σκελετός αυτός της Λίθινης εποχής θα πρέπει να ανήκει σε κάποιο μάγο, ιερέα-γιατρό ή βοτανολόγο (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).



Εικόνα 2: Τα αρχαία αρώματα ήταν ένα μείγμα από αποστάγματα αρωματικών φυτών και ελαιόλαδου.

Φαρμακευτικό φυτό είναι κάθε φυτό το οποίο σε ένα ή περισσότερα όργανα περιέχει κάποια συστατικά τα οποία χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς ή αποτελούν τη πρώτη ύλη για φαρμακευτικά παρασκευάσματα (Βογιατζή, 2004)

Αρωματικά φυτά ορίζονται τα φυτά που έχουν ένα άρωμα. Φυτά τα οποία έχουν ελαιοφόρους αδένες και περιέχουν τα αιθέρια έλαια, τα οποία χρησιμοποιούνται σα πρώτη ύλη για διάφορα παρασκευάσματα στη κοσμετολογία, αρωματοποιία και στη βιομηχανία τροφίμων και ειδών υγιεινής (Βογιατζή, 2004).

Συχνά, γίνεται λόγος για τα αιθέρια έλαια των φυτών, τα οποία συσσωρεύονται σε συγκεκριμένα όργανα ή μέρη του φυτού (φύλλα, άνθη, κ.λπ.) που χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για την παραλαβή των αιθερίων ελαίων. Στη διεθνή ορολογία αναφέρονται ως «Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά» (Medicinal and Aromatic Plants, MAPs) ενώ στη χώρα μας αναφέρονται ως «Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά (ΑΦΦ). Όλα τα αρωματικά είναι και φαρμακευτικά φυτά, ενώ μερικά φαρμακευτικά δεν είναι και αρωματικά (Κουτσός,2006).

1.2. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά στην Ελλάδα

Η χλωρίδα της Ελλάδας αποτελείται από περισσότερα από 6308 είδη ανώτερων φυτών, από τα οποία τα 500-600 χαρακτηρίζονται ως αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά (Παπαναγιώτου, κ.α. 2001; Σκρουμπής, 1998; Δόρδας, 2009).

Τα περισσότερα αρωματικά φυτά, συναντώνται αυτοφυή στη χώρα μας, σε διάφορες ζώνες βλάστησης και σε διάφορα υψόμετρα. Ειδικά από την οικογένεια των Χειλανθών είναι γνωστά τα φρυγανώδη φυτά, κοινά σε περιοχές με τέτοιου είδους βλάστηση (Σαρλής, 1994). Η εξάπλωση της καλλιέργειας τους στην Ελλάδα είναι περιορισμένη και έχει περισσότερο τοπική σημασία. Τα σημαντικότερα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα είναι τα εξής: ρίγανη (8000στρ.), κρόκος (7500στρ.), τσάι του βουνού, δίκταμος, μάραθος και γλυκάνισος. Περιστασιακά καλλιεργούνται χαμομήλι, δάφνη, λεβάντα, βασιλικός, μέντα, δενδρολίβανο, μελισσόχορτο, φασκόμηλο, τριαντάφυλλο. (Δόρδας, 2012)

Όσον αφορά τις εδαφοκλιματικές συνθήκες τα περισσότερα αρωματικά φυτά και κυρίως από την οικογένεια των Χειλανθών είναι προσαρμοσμένα σε ξηροθερμικές συνθήκες και ανθεκτικά στη μειωμένη εδαφική και ατμοσφαιρική υγρασία. Οι ξηροθερμικές συνθήκες, πιστεύεται ότι, ευνοούν τη παραγωγή αιθερίου ελαίου σε μεγαλύτερες ποσότητες, το οποίο επιπλέον συχνά είναι καλύτερης ποιότητας. Γι αυτό θερμές σχετικά περιοχές με μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως η χώρα μας, θεωρούνται κατάλληλες για τη καλλιέργεια αρωματικών φυτών.

Τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει μια εκστρατεία από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων για την αύξηση των εκτάσεων που καλλιεργούνται με αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Έτσι, επιδοτήσεις για καλλιέργεια αρωματικών φυτών στη Ελλάδα χορηγήθηκαν από τον ΟΠΕΚΕΠΕ, το έτος 2010. Ο πίνακας (Πιν. 50 Παραρτήματος) δείχνει τους νομούς, τους δήμους-κοινότητες, τις ποικιλίες αρωματικών φυτών και τις εκτάσεις καλλιέργειας πάνω από 3ha , όπως προκύπτει από τα στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. Επιπλέον στο πίνακα (Πιν. 1) που παρατίθεται στη συνέχεια, φαίνεται η μέση σταθμισμένη τιμή παραγωγού (€/kg) για τα κυριότερα προϊόντα του κλάδου τη περίοδο 2007-2010, στην Ελλάδα, σύμφωνα και πάλι με στοιχεία του ΥΠΑΑΤ.

Από τα καλλιεργούμενα είδη το 2011, κυριότερα ήταν η μαστίχα (25.130 στρ.), η ρίγανη (14.248 στρ.), το γλυκάνισο (3.092 στρ.), ο κρόκος (2.000 στρ.), η μέντα (1.127 στρ.), ο μάραθος (1.001 στρ.), το τσάι του βουνού (951 στρ.), το φασκόμηλο (717 στρ.), ιπποφαές (622στρ.), το δενδρολίβανο (540 στρ.), χαμομήλο (399 στρ.), η λεβάντα (325 στρ.), το μελισσόχορτο (274 στρ.), ο δίκταμος (211 στρ.), το τριαντάφυλλο (210 στρ.) ο κορίανδρος (210 στρ.), η αλόη (152 στρ.). Καλλιεργήθηκαν επίσης μαντζουράνα (31στρ.), βασιλικός (35στρ.), δυόσμος (26στρ.), θυμάρι (7στρ.), αρωνία (4 στρ.) και αλάδα. Από τις παραπάνω εκτάσεις μόνο το 11% ήταν αρδευόμενες (5.017 στρ.). Σε σύγκριση με το 2010 όλες σχεδόν οι καλλιέργειες εμφανίζουν άνοδο -ορισμένες αλματώδη- καλλιεργούμενων εκτάσεων. Επίσης μπήκαν στη παραγωγή νέες καλλιέργειες όπως 622στρ. ιπποφαούς, 130 στρ.κορίανδρου, 210 στρ. τριαντάφυλλου, 540 στρ. δενδρολίβανου,400 στρ. χαμομηλιού και 4 στρ. αρωνίας. Το 2011 υπήρχαν 21,400 στρ. βιολογικής καλλιέργειας αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών (πλήρους & μεταβατικού σταδίου) ενταγμένα στο Μέτρο της Βιολογικής Γεωργίας του ΠΑΑ έναντι 18.039στρ. το 2010.

Πίνακας 1: Μέσες τιμές παραγωγών για συγκεκριμένα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα. (Πηγή ΥΠΑΑΤ)

ΑΦΦ	2007	2008	2009	2010
ΚΡΟΚΟΣ	933,00	1.071,30	1.200,00	1.100,00
ΜΑΣΤΙΧΑ ΧΙΟΥ	74,00	73,14	69,64	71,51
ΡΙΓΑΝΗ	1,39	1,59	1,73	1,30
ΤΣΑΙ ΒΟΥΝΟΥ	7,07	7,00	6,58	8,00

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά άρχισαν να αποκτούν ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον, κυρίως λόγω της αλλαγής που επήλθε στον τρόπο ζωής και στις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων (μείωση της χρήσης αλατιού και στην αύξηση της χρήσης καρυκευμάτων) λόγω του ενδιαφέροντος για το περιβάλλον, της χρήσης τους για τη συντήρηση των τροφίμων (αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες), της εκτεταμένης χρήσης των αρωμάτων τους και τέλος λόγω των πολυάριθμων φαρμακευτικών τους χρήσεων (π.χ. βότανα, αρωματοθεραπεία).

Στη χώρα μας η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών θεωρείται δυναμική καλλιέργεια γιατί αποτελεί ιδανική λύση για την αξιοποίηση μειονεκτικών, ορεινών ή ημιορεινών εκτάσεων, συμβάλλοντας στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, στην αύξηση του εισοδήματος των παραγωγών και στην ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων στις περιοχές αυτές, με αποτέλεσμα την συγκράτηση του πληθυσμού στην ύπαιθρο. Φυσικά, λόγω της μεγάλης προστιθέμενης αξίας τους, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποκτούν όλο και περισσότερο ενδιαφέρον (Δόρδας, 2012).

1.3. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χημειότυπου καρβακρόλης

Η οικογένεια *Lamiaceae* αναφέρεται ως η πιο σημαντική, καθώς περιέχει το γένος *Origanum* από το οποίο προέρχονται τα πιο γνωστά είδη «ρίγανης» (Ελληνική και Τούρκικη). (Makri, 2002)

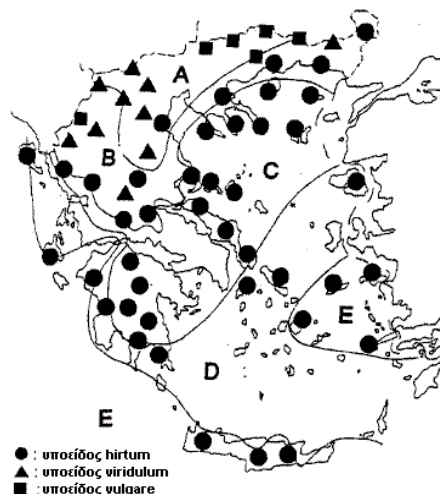
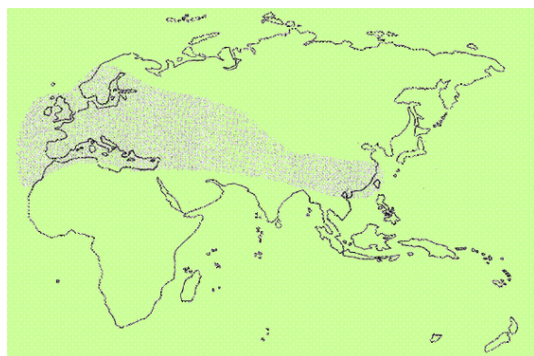
Το χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση που έχουν τα φυτά της ρίγανης, οφείλεται στα συστατικά των αιθερίων ελαίων τους (Kokkini *et al.*, 2003).

Παγκόσμια τέσσερα είδη χρησιμοποιούνται κυρίως με την ονομασία «Ρίγανη»: η Ελληνική ρίγανη (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart), η Ισπανική ρίγανη (*Coridothymus capitatus* L.), η Τούρκικη ρίγανη (*Origanum onites* L.) και η Μεξικάνικη ρίγανη (*Lippia graveolens* HBK) (Lawrence, 1984). Στην Ελλάδα αναγνωρίστηκαν τέσσερα είδη ρίγανης πλούσια σε καρβακρόλη: το *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. fil., το *Satureja thymbra* L., η *Origanum onites* L. και η *Origanum vulgare* L. (Kokkini & Vokou, 1989). Τα ίδια είδη είναι γνωστά και στη Τουρκία και χρησιμοποιούνται με την ονομασία «Kekik» και θεωρούνται πλούσια σε καρβακρόλη. (Kirimer, 1995).

1.3.1. Ταξινόμηση - περιγραφή φυτού - μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ρίγανη

Το όνομα της προέρχεται από τις λέξεις όρος (βουνό) και γάνος (λαμπρότητα). Το γένος *Origanum* περιλαμβάνει 42 είδη, 49 taxa (είδη και υποείδη) αλλά και φυσικά υβρίδια που απαντώνται σε όλες σχεδόν τις παραμεσόγειες χώρες τις Ευρώπης και της Αφρικής, αλλά και στις εύκρατες ζώνες της Ασίας και της Αμερικής.



Εικόνα 3: Αριστερά: Εξάπλωση του γένους *Origanum* στην Ευρώπη, Ασία και Αφρική. Δεξιά: Κατανομή υποειδών της ρίγανης στον ελλαδικό χώρο.

Στον ελλαδικό χώρο απαντώνται τα εξής τρία υποείδη: το *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart, το *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* L. και το *Origanum* ssp. *viridulum* (Martin- Donos) Nyman. Τα είδη αυτά ανήκουν στην οικογένεια των Χειλανθών (*Lamiaceae*, *Labiatae*) της τάξης *Lamiales* (Εικ.3).

Το είδος *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart είναι διεθνώς γνωστό ως ελληνική ρίγανη, η οποία είναι ιθαγενές φυτό της χώρας μας. Η ελληνική ρίγανη (*O.hirtum*) είναι πολυετής πόα όπου εντοπίζεται στη Βαλκανική χερσόνησο, την

Τουρκία, τη Κύπρο, την Ιταλία και Σικελία (Siedemann, 2004). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1500m (Kokkini et al., 2004).

Η ρίγανη καλλιεργείται στη χώρα μας σε τέσσερις περιφέρειες. Στη περιφέρεια κεντρικής Μακεδονίας (Κιλκίς, Θεσσαλονίκη), στη περιφέρεια Θεσσαλίας (Τρίκαλα, Καρδίτσα, Λάρισα, Μαγνησία), στη περιφέρεια Ηπείρου (Ιωάννινα, Θεσπρωτία) στη περιφέρεια βορείου Αιγαίου (Λήμνο, Λέσβο). Επίσης καλλιεργείται και στη Θράκη (Ροδόπη).

Το μεγαλύτερο μέρος της ελληνικής παραγωγής εξαγεται σε ΗΠΑ, Βόρεια Ευρώπη κ.α. Η ελληνική θεωρείται η καλύτερη παγκοσμίως λόγω της άριστης ποιότητας της είτε ως αυτοφυής, είτε ως καλλιεργούμενη. (Δόρδας, 2012).

Στην αρχή της ανάπτυξης του φυτού οι βλαστοί είναι έρποντες τριχωτοί με φύλλα χρώματος πρασινοσταχτί, σε αντίθετη διάταξη, ωοειδή, τριχωτά κυρίως στη κάτω επιφάνεια. Τα τριχίδια είναι άφθονα και μπορεί να είναι αδενικά ή μη, το χρώμα τους είναι πρασινογκρί και αναδίδουν τη χαρακτηριστική μυρωδιά της ρίγανης. Τα αδενικά τριχίδια της άνω επιφάνειας των φύλλων είναι αποκλειστικά αρμόδια για τη βιοσύνθεση αιθερίου ελαίου. Οι έρποντες βλαστοί, ακουμπώντας στο έδαφος βγάζουν επιγενείς ρίζες οι οποίες και ριζώνουν. Αργά την άνοιξη από του έρποντες βλαστούς εκπύσσονται πλαγιόκλαδα έως ορθόκλαδα ανθοφόρα στελέχη. Τα άνθη είναι μικρά με δίχειλη, συμπέταλη, λευκή στεφάνη και σωληνοειδή κάλυκα με πέντε οδόντες.

Τα άνθη βρίσκονται σε ταξιανθίες στάχυος που καλύπτουν το 1/3 περίπου του άνω μέρους κάθε στελέχους. Το ύψος των αυτών στελεχών φθάνει τα 50-80cm. Οι ανθοφόροι και κατόπιν καρποφόροι βλαστοί ξηραίνονται, αλλά στις αρχές φθινοπώρου τα φυτά εκπύσσουν νέους έρποντες βλαστούς. Οι σπόροι είναι πολύ μικροί (10.000 σπόροι ανά gr) χρώματος καφέ. (Δόρδας, 2012) Οι στάχεις κάθε ταξιανθίας δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα. Έτσι ενώ οι κάτω στάχεις του ανθοφόρου στελέχους έχουν ώριμους σπόρους, οι επάνω στάχεις μπορεί να είναι ακόμη στο στάδιο της ανθοφορίας (Κουτσός, 2006).

Το είδος *Origanum onites* L. είναι πολυετές ενδημικό φυτό της νότιο-ανατολικής Ευρώπης, της Τουρκίας και της Συρίας. (Makri, 2002) Η *O.onites* βρίσκεται σε αφθονία στα νησιά του Αιγαίου και εκτείνεται ως τη δυτική και νότια Τουρκία (Kokkini et al., 2003). Γνωστή ως τούρκικη ρίγανη ή νησιωτική ρίγανη ή άγρια ρίγανη. Βρίσκεται σε ξηρά μέρη στην Αττική, στην Αργολιδοκορινθία και στη Κρήτη, (Σκρουμπής, 1985). Φύεται από την επιφάνεια της θάλασσας έως τα 1400m (Kokkini et al., 2004).

Οι βλαστοί είναι απλοί όρθιοι και τριχωτοί ύψους 20-40cm (Σκρουμπής, 1985). Τα άνθη είναι λευκά σε ταξιανθίες κορύμβων στη κορυφή του βλαστού και όχι σε στάχεις όπως το ssp. *hirtum*. (Κουτσός, 2006) και αποτελείται από μονόχειλους κάλυκες.



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση της μορφολογίας της ρίγανης.

(Kokkini et al., 2004). Τα είδη αυτά αναπτύσσονται σε πετρώδη εδάφη και σε σχισμές βράχων (Gonouz & Ozorgucu, 1998).

Θυμάρι

Το είδος *Thymbra capitata* (L.) Cav. συνώνυμο *Coridothymus capitatus* (L.) Rchb.f. κοινώς θυμάρι ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae και είναι πολυετής θάμνος ύψους 50cm με έντονη οσμή ρίγανης. (Στεφανάκη-Νικηφοράκη, 1999). Ενδημικό των Μεσογειακών χωρών της Ευρώπης από τη Πορτογαλία μέχρι τη δυτική και νότια χερσόνησο της Ασίας (το μεγαλύτερο μέρος της Τουρκίας) και τη βόρεια Αφρική από το Μαρόκο μέχρι τη Τυνησία και το Ισραήλ. (Seidemann, 2004) Αυτοφύεται σε λιβάδια και χέρσα μέρη των Μεσογειακών χωρών, ανάμεσα σε φρύγανα και θαμνώνες σε χαμηλά και μέσα υψόμετρα (από τα επίπεδα της θάλασσας έως 600-1400m). Φύεται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας εκτός από το βόρειο τμήμα της χώρας. Σε μεγάλα υψόμετρα συναντάται στις περιοχές της Μεσογείου και απαντάται στην Ελλάδα μόνο σε περιοχές της Κρήτης (Kokkini & Vokou, 1989). Στο εμπόριο έγινε γνωστό ως ισπανική ρίγανη (Seidemann, 2004), γεγονός που οφείλεται στη παρουσία καρβακρόλης στο αιθέριο έλαιό του. (Δαφερέρα, 2006).

Το θυμάρι έχει δυνατό βλαστό, όρθιο, τετραγωνικό και με βραχύ τρίχωμα. Τα φύλλα είναι μικρά, γραμμοειδή και άμισχα μήκους 1-10mm. Τα άνθη είναι μικρά και ροδόχρωμα και διατάσσονται σε επάκριους, πυκνούς στάχεις μήκους 4-16mm.

Θρούμπι

Το είδος *Satureja thymbra* L. είναι μικρός πολυετής θάμνος ενδημικός της Μεσογείου με εξάπλωση στις χώρες Ελλάδα, Σαρδηνία, Ισπανία και Τουρκία. (Seidemann, 2004). Το *S. thymbra* αναπτύσσεται από το επίπεδο της θάλασσας έως τα 1500m στην τυπική μεσογειακή χαμηλή βλάστηση σε ξηρά και πετρώδη περιβάλλοντα (Skoula et al., 2005) Το ύψος του είναι 20-50cm και έχει φύλλα στενά μήκους 1cm τέσσερα ανά γόνατο, με πολύ κοντά μεσογονάτια διαστήματα. Τα άνθη είναι ροζ σε σπονδύλους. (Δόρδας, 2012).

1.4 Χρήσεις των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά καλλιεργούνται είτε για τα αιθέρια έλαιά τους, είτε για τις ξηρές δρόγες τους (αποξηραμένα τμήματα των φυτών όπως φύλλα, βλαστοί, άνθη, ρίζες, καρποί και σπόροι). Τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αρωματοποιία, τη σαπωνοποιία, τη ζαχαροπλαστική, τη μαγειρική, την οδοντοκρεμοποιία, τη βιομηχανία τροφίμων, τη ποτοποιία, τη βιομηχανία ζωοτροφών (οριγανέλαιο) και τη φαρμακευτική. Επίσης σημαντικό ρόλο έχουν στη γεωργία ως φυσικά προστατευτικά μέσα (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010). Αντίθετα οι ξηρές δρόγες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη παρασκευή ροφημάτων και για τη λήψη ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών όπως τα αλκαλοειδή, τα φλαβονοειδή και οι γλυκοζίτες (Δόρδας, 2012).

Τα αρωματικά φυτά παράγουν οργανικές ενώσεις οι οποίες συμμετέχουν στην άμυνα των φυτών έναντι φυτοπαθογόνων εντόμων, βακτηρίων, μυκήτων και ιών. Μία από αυτές τις ενώσεις είναι η καρβακρόλη, η οποία βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα αιθέρια έλαια ορισμένων φυτών, όπως εκείνο της ρίγανης. Η δράση

της είναι αντιφλεγμονώδη, αναλγητική, αντιαρθρική, αντιαλλεργική, αντικαρκινική, αντιδιαβητική, καρδιοπροστατευτική, γαστροπροστατευτική, ηπατοπροστατευτική, και νευροπροστατευτική, μεταβολική και συνεργιστική (Friedman, 2014). Ακόμα χρησιμοποιείται ως πρόσθετο συστατικό στις ζωοτροφές, αλλά και στην εκτροφή μελισσών (Baser, 2008).

1.4.1 Αντιμυκητιακή δράση

Η αντιμικροβιακή δράση των αιθερίων ελαίων είναι γνωστή από την αρχαιότητα. Μυκητοτοξική δράση έναντι των *Aspergillus flavus*, *A. ochraceus* και *A. Niger* διαπιστώθηκε με τα αιθέρια έλαια της ρίγανης και του θυμαριού (Paster et al., 1990). Η καρβακρόλη και η θυμόλη προκαλούν ολική παρεμπόδιση στην ανάπτυξη αποικιών του μύκητα *Penicillium digitatum*. (Daferera et al., 2000). Αναφέρεται ότι τα αιθέρια έλαια ρίγανης, θυμαριού, δίκταμου και μαντζουράνας έδειξαν παρεμποδιστική δράση στην γραμμική ανάπτυξη των μυκήτων *Fusarium solani var. Coeruleum* και *Botrytis cynerea*.

Αιθέριο έλαια ρίγανης σε συγκεντρώσεις 0,25 mg / ml βρέθηκε να αναστέλλει πλήρως την ανάπτυξη του *Candida albicans* σε *in vitro* καλλιέργεια. Αναστολές της ανάπτυξης της τάξης του 75% και μεγαλύτερες του 50% παρατηρήθηκαν σε συγκεντρώσεις 0,125 mg / ml και 0,0625 mg / ml αντίστοιχα. Τόσο η βλάστηση και η μυκηλιακή ανάπτυξη του *C. albicans* βρέθηκε να αναστέλλεται από έλαιο ρίγανης και ειδικά της καρβακρόλης. Τα αποτελέσματα από τη μελέτη ενθαρρύνουν την εξέταση της αποτελεσματικότητας του αιθερίου ελαίου ειδών ρίγανης έναντι άλλων παθογόνων συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που προκαλούν κακοήθειες (Manohar et al., 2001).

1.4.2 Αντιβακτηριδιακή δράση

Το αιθέριο έλαιο της ρίγανης εμφανίζει αξιόλογη δραστηριότητα εναντίον αρνητικών κατά Gram βακτηρίων (Marino et al. 2001). Η ρίγανη *O. vulgare* έναντι των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων (*Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Yersinia enterocolitica*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas fluorescens* και *Pseudomonas putida*) καθώς και των θετικών κατά Gram βακτηρίων (*Micrococcus spp.*, *Sarcina flava*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus thuringiensis* και *Listeria innocua*), έδειξε να παρουσιάζει ισχυρότερη αντιβακτηριδιακή δράση σε σύγκριση με τα αιθέρια ελαίων άλλων φυτών. Τα αιθέρια έλαια των *O. onites*, *O. hirtum* αλλά και του *S. thymbra* έδειξαν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση έναντι του *Stenotrophomonas maltophilia*. (Sarac et al., 2009). Η καρβακρόλη παρουσιάζει αντιβακτηριδιακή δράση έναντι του παθογόνου *Bacillus cereus*, ενώ η θυμόλη έντονη ανασταλτική δράση έναντι μικροοργανισμών *Selomonas ruminantium* και *Streptococcus bovis* της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών (Δόρδας, 2012). Είδη του *Satureja* στην Ελλάδα διαθέτουν αξιόλογες βακτηριοκτόνες ιδιότητες, οι οποίες είναι σαφώς καλύτερες σε σύγκριση με εκείνες των αιθερίων ελαίων από τα είδη *Origanum* και *Thymus*. Ακόμα αποτελεί μια ανέξοδη πηγή φυσικών αντιβακτηριδιακών ενώσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τρόφιμα, για την πρόληψη της ανάπτυξης των βακτηρίων που προέρχονται από τρόφιμα και για να αυξηθεί η διάρκεια ζωής της μεταποιημένης τροφής (Chorianopoulos et al., 2004).

1.4.3 Αντιοξειδωτική δράση

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν λίγες πληροφορίες για την αντιοξειδωτική δράση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, ωστόσο τα φαινολικά συστατικά είναι αυτά που αναφέρονται συχνότερα για αυτήν τη δράση (Moure et al., 2001). Το δυναμικό των φαινολικών συστατικών των ελαίων (όπως στη ρίγανη, το φασκόμηλο, το θρούμπι και το θυμάρι) ως αντιοξειδωτικά για χρήση σε τρόφιμα ενισχύεται από το γεγονός ότι οι γεύσεις τους είναι γενικά αποδεκτές και τείνουν να έχουν υψηλότερη αντιμικροβιακή δραστηριότητα (Nakiatini & Kikuzaki, 1987). Γενικά, σε έρευνα των Kulisic et al. (2004) αναφέρεται ότι η αντιοξειδωτική δράση του αιθερίου ελαίου της ρίγανης είναι λιγότερο αποτελεσματικό από το ασκορβικό οξύ, αλλά συγκρίσιμη με την α -τοκοφερόλη και το συνθετικό αντιοξειδωτικό βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT). Οι Harmandar et al., 2009 σε μελέτη τους παρατήρησαν την υψηλή αντιοξειδωτική δράση του *T. capitata*. Αναφέρεται, η αποτελεσματική αντιοξειδωτική δράση των αιθερίων ελαίων των *O. vulgare* και *T. capitata* αλλά ταυτόχρονα και η μειωμένη δράση τους έναντι των συνθετικών αντιοξειδωτικών. Επίσης σε άλλη μελέτη βρέθηκε ότι το αιθέριο έλαιο του *T. capitata* είχε υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από ότι του *O. vulgare*. Η χρήση των *T. capitata* και *O. vulgare* αιθερίων ελαίων μπορεί να αποτελέσει ένα ισχυρό εργαλείο για τον έλεγχο της *Listeria monocytogenes* σε τρόφιμα (Faleiro et al., 2005). Τέλος, η επίδραση της χηλίωσης του αιθερίου έλαιο του *C. baetica* το καθιστά χρήσιμο ως συνεργαστικό αντιοξειδωτικό, δηλαδή, αυτό το έλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με ένα φαινολικό αντιοξειδωτικό σε προϊόντα διατροφής (Galego et al., 2008).

1.4.4 «Φάρμακα» φυτικής προέλευσης για την αντιμετώπιση εχθρών και ζιζανίων

Τα φυτά από την αρχαιότητα ήταν πηγή προϊόντων φυτοπροστασίας. (Μενκίσσογλου, 2014). Από το 1990 έως το 2012 έχει παρατηρηθεί αύξηση του αριθμού δημοσιεύσεων για τα φυτικά εντομοκτόνα (Isman & Grieneisen, 2014). Από τα πιο γνωστά παραδείγματα είναι η πυρεθρίνη από το *Chrysanthemum (Pyrethrum) cinerariaefolium* και τα συγγενή είδη *C. roseum* και *C. carneum*. Δρα κυρίως ως εντομοκτόνο επαφής, αλλά δεν είναι εκλεκτικό ως προς τα ωφέλιμα έντομα, γι' αυτό και η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται μόνο σε περιπτώσεις σοβαρού προβλήματος. Το φυσικό πύρεθρο είναι εντομοκτόνο ευρέος φάσματος και ως εκ τούτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πάρα πολλά μασητικά και μυζητικά έντομα.

Μια άλλη ουσία είναι η ροτενόνη (Barisevic & Barlot, 2002) που προέρχεται από τις ρίζες των φυτών *Derris* spp, *Lonchocarpus* spp και *Tephrosia* spp. Δρα ως εντομοκτόνο σε μεγάλο αριθμό εντόμων, όπως μελίγκρες, κάμπιες, μύγες, αρκετά σκαθάρια. Δεν έχει όμως εκλεκτική δράση στα ωφέλιμα έντομα. Δεν είναι τοξική για τις μέλισσες, αλλά είναι πολύ τοξική για τα ψάρια.

Η καρβακρόλη της *O. hirtum* παρουσίασε εντομοκτόνο δράση επαφής και ως καπνιστικό απέναντι στο *Acanthoscellides obtectus* (Barisevic et al., 2001). Το αιθέριο έλαιο της *O. syriacum* παρουσίασε υψηλή καπνιστική δράση σε θηλυκά άτομα του *Aphis gossypii* και *Tetranychus cinnabarinus* (Tuns & Sahinkaya, 1998). Αιθέρια έλαια, όπως καρβακρόλης και θυμόλης, των *O. vulgare* και *O. syriacum* αναμίχτηκαν με φυτικό υπόστρωμα σποριόφυτων αγγουριού και ο αριθμός των νηματωδών *Meloidogyne javanica* μειώθηκε στις προσβεβλημένες ρίζες (Oka et al., 2000). Αναφέρονται, αιθέρια έλαια των *R. graveolens*, *S. montana* και *T. capitata* ως εναλλακτικές λύσεις φιλικές

προς το περιβάλλον για τον έλεγχο της δραστηριότητας των νηματωδών (Faria et al., 2013).

Τα αιθέρια έλαια των *O. syriacum*, *Micromenria fruticosa* και *Cymbopogon citratus* έδρασαν ανασταλτικά στη βλάστηση σπόρων σιταριού και βλήτου. (Dudai et al., 1999). Η καρβακρόλη των φυτών *S. thymbra*, *O. hirtum*, *O. onites* και *C. capitatus* παρεμπόδισαν την βλάστηση και την ανάπτυξη σπόρων αγριοβρώμης (Kotoulas et al., 2009).

1.5 Εγκλιματισμός και Προσαρμοστικότητα

Σύμφωνα με τον Harper (1977) και Burdon (1980), η προσαρμογή ενός φυτού σ' ένα οικοσύστημα είναι η στιγμιαία αλληλεπίδραση των γόνων και της εμπειρίας του φυτού για το συγκεκριμένο περιβάλλον (plant' s eye view). Επίσης, μεγάλη είναι η σημασία που παίζουν οι γενετικοί παράγοντες, η πλευρική ετερογένεια του περιβάλλοντος (θρεπτικά στοιχεία, θερμοκρασία, pH, υγρασία, κ.α.), η κάθετη ετερογένεια του περιβάλλοντος (διαθέσιμα στοιχεία, διαβάθμιση της ηλιακής ακτινοβολίας) και η αλληλεπίδραση των φυτών σ' ένα οικοσύστημα. (Harper, 1977). Πιο συγκεκριμένα, η προσαρμογή αφορά γενετικές τροποποιήσεις, οι οποίες εμφανίζονται μέσω της διαδικασίας επιλογής για ένα διάστημα αρκετών γενεών. Επιπλέον είναι μια φυσική και απαραίτητη διαδικασία για την επιβίωση του είδους και συνδέεται με τον κανόνα «της επιβίωσης του ισχυρότερου».

Ο εγκλιματισμός αναφέρεται σε επίκτητες τροποποιήσεις μορφολογικών ή/και φυσιολογικών χαρακτηριστικών οι οποίες συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου ενός φυτικού οργανισμού. (Καραμπουρνιώτης, 2003). Ουσιαστικά, ο εγκλιματισμός αφορά τη φυσική αντίδραση των φυτικών ειδών, προκειμένου να προσαρμοστούν στις μικρές και προσωρινές αλλαγές του οικοτόπου. Η ικανότητα εγκλιματισμού αποτελεί γενετικά καθορισμένο χαρακτηριστικό, ωστόσο οι επαγόμενες τροποποιήσεις δε μεταβιβάζονται ως χαρακτήρας στην επόμενη γενεά. Κατά τη διάρκεια του εγκλιματισμού παρατηρούνται μεταβολικές τροποποιήσεις, ώστε η ομοιοστάση σε κυτταρικό επίπεδο να ανταποκρίνεται στις νέες συνθήκες.

Πιο συγκεκριμένα τα είδη ρίγανης, το θρούμπι και το θυμάρι εκτιμούνται ως εξής:

Η ρίγανη αυτοφύεται και αναπτύσσεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών και κλιματικών συνθηκών τόσο στην ηπειρωτική όσο και στη νησιωτική Ελλάδα, σε πλούσια αλλά και άγονα πετρώδη εδάφη. Η ρίγανη *O. hirtum* είναι φυτό ανθεκτικό στη ξηρασία με όρια ανάπτυξης 4-33°C και άριστη θερμοκρασία 18-22°C, ενώ το ριζικό σύστημα σε καλά ανεπτυγμένα φυτά αντέχει σε θερμοκρασίες αέρα -25°C έως +42°C. Άριστη τιμή εδαφικού pH είναι 6,8 αλλά αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε πολύ υψηλότερες τιμές, είναι συνήθης η παρουσία και ανάπτυξης της ρίγανης σε ασβεστολιθικά εδάφη, αρκεί να στραγγίζουν καλά. Η ρίγανη *O. onites* αναπτύσσεται σε θερμοκρασίες από 6-28°C και σε εδάφη με pH από 4,9-8,7. (Μακρί, 2002)

Η ρίγανη είναι ανθεκτική στην έλλειψη νερού και καλλιεργείται κυρίως σε ξηροθερμικά κλίματα. Δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητική όσο αφορά τα θρεπτικά στοιχεία και έχει μικρές απαιτήσεις σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Είναι φυτό ιδιαίτερα φωτόφιλο. Για να έχει ικανοποιητική απόδοση πρέπει να καλλιεργείται σε ηλιόλουστες περιοχές ημιορεινές με δροσερό καλοκαίρι, σε αγρούς απαλλαγμένους από πολυετή ζιζάνια (Δόρδας, 2012). Αναφέρεται η επίδραση του φυσικού οικοσυστήματος στη

διακύμανση της απόδοσης του αιθερίου ελαίου και στη περιεκτικότητα της σε καρβακρόλη σε έρευνα στη Κρήτη (Karousos et al., 2005) και στη Νίσυρο (Kokkini & Vokou, 1993). Δεδομένου ότι το αιθέριο έλαιο αποτελεί μεταβολικό προϊόν των φυτικών κυττάρων, τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά επηρεάζονται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η ποικιλομορφία των χημειοτύπων είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο περιβάλλον και στο γονότυπο του αρωματικού φυτού (Burkart & Buhler, 1997).

Το θρούμπι *S. thymbra* είναι φυτό προσαρμοσμένο στα εύκρατα κλίματα και μπορούν να αναπτυχθούν σε θερμές και ψυχρές περιοχές. Προτίμηση έχουν στα ασβεστόχα εδάφη, με καλή αποστράγγιση. Μπορούν να καλλιεργηθούν σε φτωχά ως μέτριας γονιμότητας εδάφη. Επίσης αναπτύσσονται καλά σε ξηρικές εκτάσεις, ενώ σε ποτιστικές μπορεί να δώσουν μεγαλύτερη παραγωγή. Είναι φυτά φωτόφιλα (Δόρδας, 2012). Στη περίπτωση του εγκλιματισμού του *S. hortensis* σε συνθήκες διαφόρων επιπέδων «water stress», η περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου σε καρβακρόλη αυξήθηκε ενώ του γ -τερπινενίου μειώθηκε (Bahernik, 2001).

Το θυμάρι *T. capitata* αντέχει σε χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες, αναπτύσσεται όμως καλύτερα σε θερμοκρασία 16-22°C. Άριστη τιμή pH εδάφους είναι 6,3 αλλά αναπτύσσεται και σε εδάφη με pH μέχρι 8 (Κουτσός, 2006).

1.6 Καλλιεργητικές πρακτικές

Οι σημαντικότερες καλλιεργητικές φροντίδες που εφαρμόζονται στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά είναι: η αμειψισπορά, η συγκαλλιέργεια, η προετοιμασία του εδάφους, η λίπανση, ο πολλαπλασιασμός (φύτευση και σπορά), ο έλεγχος των ζιζανίων, η άρδευση, η συγκομιδή, η ξήρανση και η αποθήκευση.

1.6.1 Πολλαπλασιασμός

Τα περισσότερα αρωματικά και φαρμακευτικά πολλαπλασιάζονται με σπόρο. Επειδή όμως πολλά από αυτά είναι πολυετή χρησιμοποιούνται και άλλοι τρόποι πολλαπλασιασμού όπως παραφυάδες, διαίρεση φυτών, κόρμοι, μοσχεύματα, εμβολιασμός, βολβοί και ριζώματα. (Δόρδας, 2012).

Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο είναι πιο πρακτικός και εύχρηστος τρόπος, με τον οποίο μπορούν να πολλαπλασιαστούν σχεδόν όλα τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Σε πολλά είδη ο πολλαπλασιασμός με σπόρο δεν ενδείκνυται γιατί, είτε δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα μέθοδος, είτε δεν είναι ομοιόμορφα τα σπορόφυτα που παράγονται και επομένως οι παραγωγοί καταφεύγουν στον αγενή τρόπο πολλαπλασιασμού.

Στη περίπτωση της ρίγανης ο καλύτερος τρόπος πολλαπλασιασμού είναι με μοσχεύματα (Kuris et al., 1981) λόγω του μικρού μεγέθους των σπόρων των φυτών «ρίγανης» (Putievsky et al., 1997).

1.6.2 Καλλιεργητικές φροντίδες

Η φύτευση των παραφυάδων, σπορόφυτων ή μοσχευμάτων στον αγρό μπορεί να γίνει την άνοιξη (Φεβρουάριο - Μάρτιο) είτε φθινόπωρο (Οκτώβριο -Νοέμβριο) ανάλογα με την περιοχή. Εάν υπάρχει δυνατότητα άρδευσης η εγκατάσταση μπορεί να γίνει έως

τα τέλη της άνοιξης (μέσα Μαΐου). Ο αγρός θα πρέπει να οργωθεί βαθιά από το καλοκαίρι, λίγο πριν τη φύτευση ακολουθεί ένα ελαφρότερο όργωμα και τέλος γίνεται δισκοσβάρνισμα για την ενσωμάτωση των λιπασμάτων και τη καταστροφή των ζιζανίων. Η φύτευση γίνεται με το χέρι ή με φυτευτική μηχανή. Οι αποστάσεις φύτευσης για τα *O.hirtum*, *O.onites* και *S.thymbra* κυμαίνονται από 60-80cm μεταξύ των γραμμών και 30-40cm μεταξύ των φυτών επί της γραμμής. (Δόρδας, 2012). Ενώ για το *T.capitata* οι αποστάσεις φύτευσης είναι 50cm μεταξύ των γραμμών και 40cm επί των γραμμών. (Κατσιώτη & Χαντζοπούλου, 2010).

Σημαντική καλλιεργητική εργασία αποτελεί η ζιζανιοκτονία για την πλειονότητα των αρωματικών φυτών κατά το πρώτο χρόνο της φύτευσης. Η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται με τα σκαλίσματα, τα οποία όμως ανεβάζουν το κόστος παραγωγής. Λόγος γίνεται για τη μέθοδο flaming (χρήση φλόγιστρου με προπάνιο) για την αντιμετώπιση της ζιζανιοχλωρίδας με φυτά που έχουν συνήθως λιγότερα από 8 φύλλα. Από την άλλη, η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων θα πρέπει να γίνεται εφόσον εξασφαλιστεί η μη υπολειμματική δράση στα φυτά και κατ'επέκταση στη βιοσύνθεση των αιθερίων ελαίων τους. Τέλος, η ηλιοαπολύμανση αποτελεί μια σπουδαία μέθοδο εφαρμογής ζιζανιοκτονίας με ταυτόχρονη απαλλαγή από ορισμένα επιβλαβή έντομα και μύκητες του εδάφους. Τα ανοικτά σπορεία, για τη φθινοπωρινή εγκατάσταση των περισσότερων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, χρησιμοποιούνται από το δεύτερο δεκαπενθήμερο και μετά, έτσι ώστε η ηλιοαπολύμανση να εφαρμοστεί στο χώρο που προορίζεται για σπορείο κατά το χρονικό διάστημα του καλοκαιριού (Κουτσός, 2006).

1.6.3 Συγκομιδή

Η συγκομιδή είναι πολύ σημαντική διαδικασία. Συγκεκριμένα, επηρεάζει τη ποιότητα του τελικού προϊόντος και πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στους παράγοντες που την επηρεάζουν. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής: το στάδιο ανάπτυξης του φυτού (π.χ. ανθοφορία, ωρίμανση σπόρου), ο χρόνος συγκομιδής(πρωί, απόγευμα), ο βαθμός ξήρανσης, η θερμοκρασία ξήρανσης , η περιεκτικότητα σε υγρασία μετά την ξήρανση, οι συνθήκες αποθήκευσης και ο χρόνος αποθήκευσης πριν την τελική επεξεργασία (απώλεια αιθέριου ελαίου).

Η συγκομιδή θα πρέπει να γίνεται στο κατάλληλο στάδιο ώστε το φυτό να έχει τη μεγαλύτερη απόδοση αλλά και την καλύτερη κατά περίπτωση ποιότητα, π.χ. περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια, δραστικά συστατικά (αλκαλοειδή). Η συγκομιδή των αρωματικών φυτών γίνεται ως επί το πλείστον με μηχανήματα, παρά μόνο για λίγες περιπτώσεις συνεχίζει να γίνεται με τα χέρια, όπως στον κρόκο και στα τριαντάφυλλα. (Δόρδας, 2012).

1.6.4 Μεταποίηση – Ξήρανση

Τα στάδια επεξεργασίας είναι: υποδοχή (χώρος παραλαβής και διαχείρισης υλικού), ξεδιάλεγμα, κοπή (θρυμματισμός), διαχωρισμός (ταξινόμηση), πλύσιμο και στέγνωμα. Η υποδοχή θα πρέπει να γίνεται σε σκεπασμένο χώρο, σκιερό, να εξαερίζεται και να είναι δροσερός. Κατά την αναμονή το χλωρό χόρτο μπορεί να υποβαθμιστεί ποιοτικά, να οξειδωθεί, να μαυρίσει, να μαραθεί, να στιγματιστεί και τα δραστικά συστατικά του να αλλοιωθούν.

Η ξήρανση γίνεται συνήθως σε σκιά και σε ειδικά ξηραντήρια. Μπορεί να γίνει και στο χωράφι με έκθεση στον αέρα και τον ήλιο, που όμως μπορεί να υποβαθμίσει τη ποιότητα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Εάν η ρίγανη κοπεί και βραχεί, μαυρίζει και καταστρέφεται. Επίσης μπορεί να γίνει ξήρανση σε αποθήκη. Συνήθως χρησιμοποιούνται πλαίσια από ξύλο με μεταλλικό πλέγμα ή από φαρδιά τόπια γιούτας. Η θερμοκρασία δε πρέπει να ξεπερνά τους 42°C, γιατί σημαντικό ποσοστό των αιθερίων ελαίων χάνεται σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Η ξήρανση γίνει με θέρμανση, η θερμοκρασία του αέρα είναι γύρω στους 50°C, τότε η ξήρανση διαρκεί 24-36 ώρες και στο προϊόν παραμένει 5-10% υγρασία. Η διάρκεια διατήρησης είναι 1 με 2 χρόνια.

Οι κατηγορίες των ξηραντήριων είναι οι ακόλουθες:

- i. Στατικά ξηραντήρια, όπου το φυτικό υλικό τοποθετείται σε τελάρα ή πλαίσια και παραμένει ακίνητο μέχρι το τέλος της ξήρανσης.
- ii. Δυναμικά ξηραντήρια όπου το φυτικό υλικό ξεραίνεται με συνεχή ρυθμό και ανανεώνεται σε μονάδα ξήρανσης τύπου σήραγγας με τη βοήθεια κινούμενου ιμάντα
- iii. Ρεοαιωρούμενη ξήρανση χρησιμοποιείται κυρίως για τη ξήρανση εκχυλισμάτων δραστικών συστατικών και φαρμακευτικών φυτών στη βιομηχανία φαρμάκων.
- iv. Λυοφιλοποίηση είναι η ξήρανση σε κενό και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η ξήρανση γίνεται σε θερμοκρασίες -60 έως -80°C και υπό κενό. Δαπανηρή μέθοδος ξήρανσης. Η υγρασία του προϊόντος είναι 1-2% και η διάρκεια συντήρησης απεριόριστη.

1.7 Σπουδαιότητα των αρωματικών φυτών για την ελληνική οικονομία

Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών μπορεί να συμβάλλει στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών. Η εκμετάλλευση φτωχών και εγκαταλελειμμένων χωραφιών θα φέρει επιπλέον αύξηση του γεωργικού εισοδήματος. Ακόμη η δημιουργία μικρών βιομηχανικών μονάδων θα αποτελέσει επένδυση στο τομέα των αρωματικών φυτών. Η αξιοποίηση γυναικείων χεριών ακόμα και μεγάλης ηλικίας θα προσφέρει επιπλέον ενίσχυση. Η ανάπτυξη του τομέα των αρωματικών θα προκαλούσε την άμεση ανάπτυξη της μελισσοκομίας και έμμεση στη τουριστική αξιοποίηση διαφόρων περιοχών. Η αύξηση της παραγωγής θα φέρει αύξηση των εξαγωγών και μείωση των εισαγωγών. Και όπως πώς είναι φυσικό η τόνωση στο τομέα των αρωματικών θα αποτελέσει κινητήριο τροχό για τη προστασία της χλωρίδας.

1.8 Προβλήματα του τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

Οι κυριότεροι ανασταλτικοί παράγοντες στην επέκταση της καλλιέργειας των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι:

- i. Η μη επαρκής ενημέρωση των αγροτών για την καλλιέργεια τους τόσο σε τεχνικά ζητήματα όσο και σχετικά με τις δυνατότητες τους.
- ii. Η έλλειψη των απαραίτητων εφοδίων (εγχώριων πιστοποιημένων σπόρων και πολλαπλασιαστικού υλικού) και του κατάλληλου εξοπλισμού για την ανάπτυξη της καλλιέργειας.
- iii. Η έλλειψη σύνδεσης πρωτογενούς παραγωγής και βιομηχανιών τυποποίησης – συσκευασίας ή παραγωγής αιθερίων ελαίων.

- iv. Η συγκέντρωση των κυριότερων βιομηχανικών μονάδων συσκευασίας και τυποποίησης αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Αθήνα, την Κρήτη και τη Μακεδονία.
- v. Η μη επαρκής προώθηση της καλλιέργειας μέσω καινοτόμων συσκευασιών και αξιοποίησης τους από τη βιομηχανία ή τη βιοτεχνία παραγωγής αιθέριων ελαίων. (Δόρδας, 2012)

1.9 Στρατηγική για την ανάπτυξη του τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

Μερικές κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη του πολλά υποσχόμενου τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών αφορούν αρχικά τον εκσυγχρονισμό των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και των καλλιεργητικών πρακτικών (δημιουργία τράπεζας γεννητικού υλικού). Λαμβάνοντας υπόψη, την απαίτηση των αγορών για ομοιογενές και ποιοτικά σταθερό παραγόμενο προϊόν και ως συνέπεια την ύπαρξη ομοιογενούς πολλαπλασιαστικού υλικού, προγράμματα επιλογής, διατήρησης και αναπαραγωγής θεωρούνται απαραίτητα για τη διασφάλιση του συστήματος ποιότητας (Franz & Novak, 1997). Η σταθεροποίηση και τυποποίηση των χαρακτηριστικών του πρωτογενούς υλικού είναι επομένως σημαντικός παράγοντας για τη διατήρηση και αειφόρο χρήση του γενετικού υλικού των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

Τα στάδια της μεταποίησης και τυποποίησης αλλά και της καταχώρησης των προϊόντων ως Π.Ο.Π και Π.Γ.Ε. είναι κρίσιμα αφενός για τη βελτίωση της προστιθέμενης αξίας του προϊόντος και αφετέρου για τη διασφάλιση ποιότητας προϊόντων εθνικής σημασίας.

Στα πλαίσια της ανάπτυξης ουσιαστικό ρόλο έχουν η προώθηση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών ως αποκλειστικά καλλιεργούμενα στην Ελλάδα, η επαγγελματική κατάρτιση, η ενημέρωση, οι συμβουλευτικές υπηρεσίες καθώς και οι συμπράξεις μεταξύ παραγωγών και μεταποιητών σε ατομική ή συλλογική βάση.

1.10 Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια αποτελούν μείγματα από πολλές οργανικές ουσίες των οποίων η ποσοτική και ποιοτική σύσταση εξαρτάται από το γενότυπο του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται στα φύλλα στους βλαστούς και στα αναπαραγωγικά όργανα (ανθοφόρους οφθαλμούς, άνθη, καρπούς και σπόρους). Αποθηκεύονται στα εξωτερικά μέρη των φυτών και κυρίως στην επιδερμίδα και στο μεσόφυλλο, έχουν χαμηλό σημείο ζέσεως και μπορούν να εξαχθούν με απόσταξη.

Ως αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται τα κύρια αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά,



Εικόνα 5: Μικροσκοπική παρατήρηση φυτικού ιστού. Εκκριματοδόχος χώρος, υπό μορφή σταγόνας, μέσα στον οποίον βρίσκεται το αιθέριο έλαιο. (Πολυσιού & Ταραντίλης, 2008).

τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν δια αποστάξεως, εκπίεσεως ή ακόμη και με άλλες μεθόδους όπως η εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες. Το αιθέριο έλαιο είναι ένα πτητικό μείγμα οργανικών ενώσεων σε υγρή μορφή με ελαιώδη εμφάνιση που παραλαμβάνεται με φυσικούς τρόπους από το φυτικό υλικό. Τα τερπενοειδή είναι η πιο σημαντική ομάδα οργανικών μορίων που βρίσκονται στα αιθέρια έλαια. (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Δεδομένου ότι οι χημικές ενώσεις των αιθερίων ελαίων είναι πτητικές, τα μόρια τους εξατμίζονται εύκολα και διασκορπίζονται στον ατμοσφαιρικό αέρα, έρχονται σε επαφή με όργανα όσφρησης, τα οποία και διεγείρουν. Προκαλούν έτσι, μια συνήθως ευχάριστη αίσθηση, χαρακτηριστική για κάθε είδος φυτού, που αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό για το κάθε είδος άρωμα (Σαρλής, 1994).

1.10.1 Ρόλος των αιθερίων ελαίων

Τα φυτά συνθέτουν μια πολυπληθή ομάδα ενώσεων με ετερόκλητη μοριακή δομή, τα προϊόντα του λεγόμενου δευτερογενούς μεταβολισμού, οι οποίες εμπλέκονται σε μια σειρά φυσιολογικών λειτουργιών. Η διάκριση του μεταβολισμού σε πρωτογενή και δευτερογενή οφείλεται στο γεγονός ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες δεν εμπλέκονται άμεσα σε διαδικασίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη και διαχείριση ενέργειας των φυτικών κυττάρων. Στο παρελθόν, δεν είχαν διασαφηνιστεί οι ρόλοι, τους οποίους επιτελούν και υπήρχε η αντίληψη ότι οι ενώσεις αυτές αποτελούν περιττά υποπροϊόντα του πρωτογενούς μεταβολισμού. (Buchanan et al., 2000). Οι δευτερογενείς μεταβολίτες γενικά χρησιμεύουν στα φυτά ως μέσα προσαρμογής στις διακυμάνσεις των συνθηκών θερμοκρασίας, του φωτός, των συνθηκών καταπόνησης, μόλυνσης ή κατά των φυτοφάγων ζώων (Κατσιώτης & Χαντζοπούλου, 2010).

Ερευνητές αναφέρουν πως οι ρόλοι των ελαίων που έχουν καταγραφεί είναι οι παρακάτω. Πιθανόν ο ρόλος τους είναι ο συνδυασμός αυτών:

- i. Προστασία των φυτών από εχθρούς και ασθένειες λόγω του αρώματός τους (Σκουρμπής, 1985; Mahmoud & Croteau, 2002).
- ii. Προστασία των φυτών από τις υψηλές θερμοκρασίες διότι εξαιτίας της εξατμίσεως τους, μειώνεται η θερμοκρασία των φυτών (Σκουρμπής, 1985).
- iii. Το ρητινώδες περιεχόμενο συμβάλλει στη κάλυψη των πληγών του φλοιού και έτσι αποφεύγεται η σήψη των φυτικών ιστών (Σκουρμπής, 1985).
- iv. Το άρωμα των λουλουδιών προσελκύει τα έντομα και επιτυγχάνεται καλύτερη επικονίαση, γονιμοποίηση και καρπόδεση. (Σκουρμπής, 1985 ; Mahmoud & Croteau, 2002).
- v. Κάνουν τα φυτά πιο ανθεκτικά στην ξηρασία γιατί ελαττώνουν τη διαπνοή με την ύπαρξη στους μεσοκυττάριους χώρους.
- vi. Αυξάνουν τη ταχύτητα κυκλοφορίας των θρεπτικών ουσιών που ρυθμίζουν τον μεταβολισμό των φυτών.
- vii. Δρουν καταλυτικά στο μεταβολισμό των γλυκοζιτών και άλλων ουσιών.
- viii. Πιθανόν να δρουν ως ορμόνες σε διάφορες λειτουργίες των φυτών.
- ix. Προστατεύουν τα φυτά από το ψύχος, γιατί λόγω της εξάτμισης τους σχηματίζουν προστατευτικό νέφος γύρω τους.
- x. Στη διάρκεια της περιόδου αναπαραγωγής μετακινούνται από τα πράσινα μέρη του φυτού προς τα όργανα τους και ένα μέρος τους καταναλίσκεται εκεί, ενώ το υπόλοιπο επιστρέφει στην αρχική του θέση.

1.10.2 Βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων

Το αιθέριο έλαιο έχει διαφορετική σύνθεση σε κάθε στάδιο ανάπτυξης των φυτών αλλά και μεταξύ νεαρών και ώριμων φύλλων. Η μεγαλύτερη ποσότητα αιθερίου ελαίου βρίσκεται στα αυξητικά όργανα του φυτού και στα νεαρής ηλικίας φυτά. Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται μέσα σε ειδικές κατασκευές, τους αδένες, που μπορεί να είναι είτε εσωτερικοί είτε εξωτερικοί. Οι διαστάσεις και ο αριθμός των αδένων αυξάνει όσο αυτοί βρίσκονται πλησιέστερα προς τις μεγάλες νευρώσεις των φύλλων. Η έκλυση του αιθερίου ελαίου από τα φυτά οφείλεται τόσο στην εξάτμιση όσο και στη ρήξη των τοιχωμάτων των αδένων που προκαλείται από την αναπτυσσόμενη οσμωτική πίεση των κυττάρων (Δόρδας, 2012).

Τα αιθέρια έλαια αποτελούνται από οργανικά μόρια, τα οποία παράγονται από τους φυτικούς οργανισμούς. Τα οργανικά αυτά μόρια, αρχικά, θεωρήθηκαν ως προϊόντα μεταβολικής δραστηριότητας, η οποία δε σχετίζεται με ζωτικής σημασίας φυσιολογικές λειτουργίες και ως εκ τούτου μπορούσε να θεωρηθεί δευτερεύουσας σημασίας δραστηριότητα. Γι αυτό το λόγο οι ενώσεις αυτές ονομάστηκαν δευτερογενείς μεταβολίτες ή προϊόντα δευτερογενούς μεταβολισμού (Καραμπουρνιώτης κ.α., 2012). Η κατάταξη γίνεται με βάση τη βιοσυνθετική προέλευση του βασικού ανθρακικού σκελετού και την ιδιαίτερη δομή κάθε μορίου (Buchanan et al., 2000) και χωρίζονται σε τρεις ομάδες: α) φαινολικές ενώσεις, β) τερπένια ή τερπενοειδή και γ)αζωτούχες ενώσεις. Απ' αυτές τις ομάδες, τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου των φυτών ανήκουν στα τερπένια και τα φαινυλοτροπάνια.

1.10.3 Τερπένια

Πρόκειται για μια εξαιρετική διαδεδομένη ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών και συγκεκριμένα λιπιδίων με σημαντικούς ρόλους, αφού μεγάλος αριθμός μονοτερπενίων και παραγώγων τους έχουν τοξική δράση στα έντομα. Ορισμένα μονοτερπένια και διτερπένια αποτελούν τα κύρια συστατικά των αιθερίων ελαίων, δηλ. πτητικών μειγμάτων που περιέχονται στις αδενώδεις τρίχες ή στους αδένες (Εικ. 6). Τα μείγματα αυτά διαφεύγουν προς την ατμόσφαιρα είτε λόγω διαρρήξεως του λεπτού υμενίου της κουτίνης, η οποία συνήθως περιβάλλει τα σταγονίδια του εκκρίματος, είτε μέσω πόρων οι οποίοι υπάρχουν στις δομές αυτές (Καραμπουρνιώτης, 2003). Όλες οι ενώσεις του τύπου αυτού προέρχονται από τη βασική μονάδα του ισοπεντανίου. Η ονομασία τερπένιο προέρχεται από τη γερμανική λέξη *terpentin* (νέφτι), διότι από το προϊόν αυτό απομονώθηκαν τα πρώτα μέλη της ομάδας. Η ομάδα περιλαμβάνει πολυάριθμες ενώσεις, με εξαιρετική ποικιλότητα μορφής (π.χ.



καροτενοειδή, χλωροφύλλες, γιββερελίνες, τα οποία θεωρούνται πρωτογενείς μεταβολίτες). Με τη συνένωση διαφορετικού αριθμού

Εικόνα 6: Οι αδενώδεις τρίχες των φύλλων του *Origanum vulgare* μέσω του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου.

βασικών μονάδων ισοπεντανίου (2,4,6,8,...,n) δημιουργούνται πολυπλοκότερα μόρια, διαφορετικά μεταξύ τους. Η θερμική διάσπαση των πολυμερών αυτών σε πολλές περιπτώσεις παράγει ένα αλκένιο, το αέριο ισοπρένιο. Επίσης κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορεί να πραγματοποιηθεί χημική σύνθεση τερπενίων με πολυμερισμό του ισοπρενίου. Για τους λόγους αυτούς τα τερπένια ονομάζονται και ισοπρενοειδή, παρόλο που το ισοπρένιο δεν αποτελεί το πρόδρομο μόριο για τη βιοσύνθεση των τερπενίων.

1.10.3.1 Ταξινόμηση τερπενίων

Ο βασικός σκελετός είναι ένα μόριο υδρογονάνθρακα με 5 άτομα άνθρακα (ισοπεντάνιο) και παράγονται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του μεβαλονικού οξέος και πρόδρομο μόριο το ακέτυλο συνένζυμο Α ή μέσω της βιοσυνθετικής οδού της 4-μέθυλο-2-μεθυλο-ερυθρουτόλης.

Η γενική ονομασία των τερπενίων ανάλογα με τον αριθμό ατόμων άνθρακα στο μόριο τους και οι χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι αυτών:

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι της ομάδας των τερπενίων. (Καραμπουρνιώτης Γ. κ.α., 2003)

Αριθμός ατόμων άνθρακα	Τύπος βασικού ανθρακικού σκελετού	Κατηγορία ενώσεων	Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι
5	C_5H_8	Ισοπρένιο (ημιτερπένια)	Ισοπεντενυλοφωσφορικό
10	$C_{10}H_{16}$	Μονοτερπένια	Γερανιόλες (μενθόλη, καμφορά, πινένιο)
15	$C_{15}H_{24}$	Σεσκιτερπένια	Φαρνεζόλες (αμπισικό, ρυσιτίνη)
20	$C_{20}H_{32}$	Διτερπένια	Γερανυλγερανιόλες (γυββερίλικό, φουσικοσίνη)
30	$C_{30}H_{48}$	Τριτερπένια	Σκουαλένια (στεροειδή, σαπωνίνες)
40	$C_{40}H_{64}$	Τετρατερπένια	Φυτοένιο, καροτενοειδή
n	$(C_5H_8)_n$	Πολυτερπένια	Κόμμεα, γουταπέρκα

Τα επιμέρους συστατικά μπορεί να είναι:

1. Υδρογονάνθρακες και ειδικότερα:
 - i. μονοτερπένια: α- και β-πινένιο, μυρκένιο, λιμονένιο, α- και γ- τερπινένιο, σαβινένιο κλπ., και
 - ii. σεσκιτερπένια: καρυοφυλλένιο, ελεμένιο, καδινένιο, χαμουλένιο, γερμακρένιο κλπ.
2. Οξυγονούχα τερπένια:
 - i. αλκοόλες: κιτρονελλόλη, βορνεόλη, γερανιόλη, μινθόλη, α-τερπινεόλη κλπ.,
 - ii. κετόνες: καρβόνη, πουλεγόνη, καμφορά κλπ.,

- iii. φαινόλες: θυμόλη, καρβακρόλη κ.ά.,
- iv. φαινολικοί αιθέρες: ανηθόλη, ευγενόλη, σαφρόλη, κ.ά.,
- v. αλδεΐδες: βεζοϊκή, κιτράλη, βανιλλινική, ανισαλδεΐδη κ.ά.

Τα μονο- και σεσκι- τερπένια απαντώνται σε περισσότερα από πενήντα οικογένειες φυτών, από την Pinaceae και Orchidaceae έως τις Ranunculaceae, Asteraceae και Lamiaceae (Croteau, 1992).

1.10.3.2 Συστατικά του αιθερίου ελαίου «ρίγανης»

Πολλά φυτικά είδη δίνουν το αιθέριο έλαιο της «ρίγανης». Το κύριο κοινό χαρακτηριστικό αυτών των αιθερίων ελαίων είναι η παρουσία δυο φαινολικών τερπενίων, της καρβακρόλης και της θυμόλης. Σε σχετική μελέτη ελληνικών αυτοφυών πληθυσμών ρίγανης (*O.vulgare* ssp. *hirtum*) δείχθηκε ότι τα αιθέρια έλαια είναι κυρίως δύο τύπων: α) τύπου καρβακρόλης (>65%) και β) τύπου θυμόλης (>60-65%), και εν μέρει μεικτοί τύποι (καρβακρόλη – θυμόλη σε ίσα μέρη). Μορφολογικά οι δυο χημειότυποι δε διαφέρουν καθόλου, παρά μόνο στη μυρωδιά. Εμπορικά και ως άρτυμα χαρακτηρίζεται ο τύπος καρβακρόλης (Fleisher & Sneer, 1982).

Στο παρακάτω πίνακα (Πιν. 3) φαίνεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα των συστατικών των αιθερίων ελαίων των φυτικών ειδών, με την εμπορική ονομασία ρίγανη, που καλλιεργούνται σε διάφορα μέρη του κόσμου.

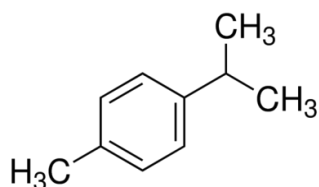
Πίνακας 3: Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων «ΡΙΓΑΝΗΣ» ανά τον κόσμο. (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010).

Συστατικά	κατά B.LAWRENCE			κατά ΙΤΕΙΡΜΑΙ		
	«Ρίγανη Μεξικού» <i>Lippia graveolens</i>	«Ισπανική ρίγανη» <i>Thymus capitatus</i>	«Ελληνική Ρίγανη» <i>O.vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	«Ιταλική» <i>O.tyttanthum</i>	«Μαρόκου» <i>O.vulgare</i> ssp <i>vireus</i>	<i>O.vulgare</i> ssp. <i>vulgare</i>
	% περιεκτικότητα					
τερπινένιο	3-4	2-5	1-3	8-25	12-34	0-2
p-κυμένιο	7-9	4-5	3-9	17-28	4-18	0-1
καρβοφυλλένιο	0,8-1	2-4	0,4-1	0-4	2-9	6-14
λιναλοόλη	1-1,3	ίχνη	-	-	0-32	0-2
γερμακρένιο D	-	ίχνη	-	0-1	0-2	10-22
cis-οκιμένιο	-	-	-	2	1-3	2-33
σαμπινένιο	-	ίχνη	ίχνη	2-13	1	1-22
θυμόλη	40-60	1-2	1-7	13-54	0-33	1-2
καρβακρόλη	3-20	75-80	62-82	1-3	0-35	-

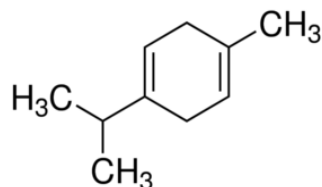
Παρατίθενται τα κυριότερα συστατικά μονοτερπενίων και σεσκιτερπενίων των αιθερίων ελαίων των υπό μελέτη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και η μοριακή δομή τους.

Μονοτερπένια

α) Υδρογονανθρακικά

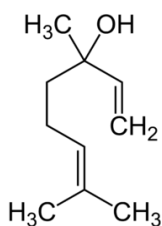


p-κυμένιο

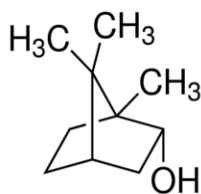


γ-τερπινένιο

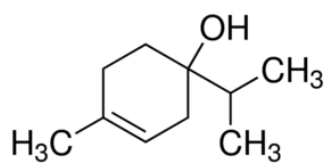
β) Υδρογονανθρακικές αλκοόλες



λιναλοόλη

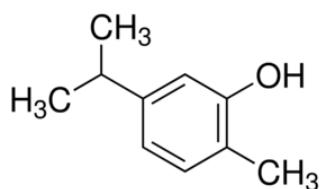


βορνεόλη

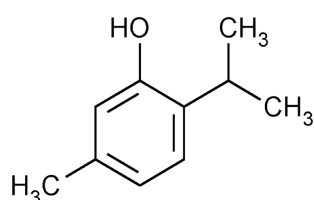


τερπινεν- 4 - όλη

γ) Υδρογονανθρακικές φαινόλες



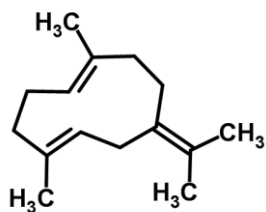
καρβακρόλη



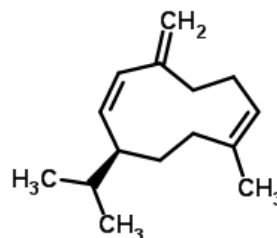
θυμόλη

Σεσκιτερπένια

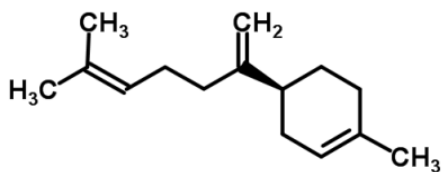
α) Υδρογονανθρακικά



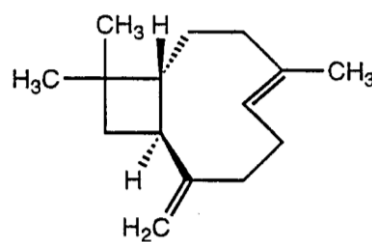
β-γερμακρένιο



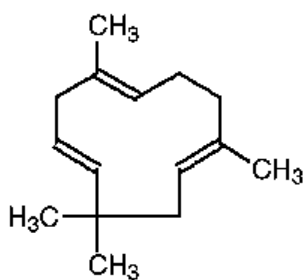
δ-γερμακρένιο



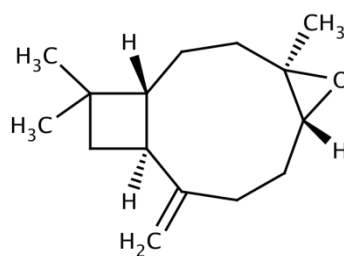
β-μπισαμπολένιο



β-καρυοφυλλένιο



α-καρυοφυλλένιο



οξείδιο του καρυοφυλλενίου

1.10.4 Παραλλακτικότητα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη παραγωγή και σύσταση του αιθέριου ελαίου

Τα μεσογειακά οικοσυστήματα χαρακτηρίζονται από φρύγανα και μακία βλάστηση, τα οποία έχουν εξελίξει τους μηχανισμούς τους, για να αντιμετωπίζουν τη ξηρασία του καλοκαιριού. Από τη μια, τα φυτά που ανήκουν στα φρύγανα παρουσιάζουν εποχικό διμορφισμό, μειώνοντας τη διαπνοή των στοματίων των φύλλων κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, και από την άλλη, η μακία βλάστηση αποτελείται από αειθαλή σκληρόφυλλα φυτά (Margaris, 1981). Αρωματικά φυτά με εποχικό διμορφισμό (*Thymus capitatus* Hoffmag et Link, *Satureja thymbra* L. και *Teucrium polium* L.) μεταβάλλουν το μηχανισμό προσαρμογής τους με αποτέλεσμα αυτό να αντισταθεί στη συγκέντρωση των αιθέριων ελαίων τους (Vokou & Margaris, 1986).

Αξίζει να σημειωθεί ότι, η παραλλακτικότητα τόσο της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο, όσο και η περιεκτικότητα των επιμέρους συστατικών του αιθέριου ελαίου εξαρτάται κατά πολύ από το στάδιο συγκομιδής του είδους, ιδίως αν προορίζεται για εμπορική χρήση (Baser et al., 1993). Η παραλλακτικότητα, τώρα, που παρατηρείται μεταξύ των πληθυσμών ελληνικής ρίγανης (*O. hirtum*) ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά δε σχετίζεται με την παραλλακτικότητα των αντίστοιχων χημειότυπων καρβακρόλης και θυμόλης (Vokou et al., 1993). Από την έρευνα των Figueiredo et al., (2008), οι σχετιζόμενοι, με τη παραγωγή αιθέριων ελαίων, παράγοντες είναι οι παρακάτω:

- i. Μεταβολές στη φυσιολογία του φυτού: το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων (φύλλα, άνθη, καρποί), το μέρος του φυτού (φύλλα, άνθη, κ.λπ.) που αναλύεται, το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια, την εποχική διακύμανση τις μηχανικές και χημικές βλάβες.
- ii. Περιβαλλοντικοί παράγοντες
- iii. Γενετικοί παράγοντες

1.10.4.1 Μεταβολές στη φυσιολογία φυτού

Το στάδιο ανάπτυξης

Στις περισσότερες περιπτώσεις η απόδοση σε αιθέριο έλαιο είναι αυξημένη την περίοδο της ανθοφορίας. Ταυτόχρονα, η αναλογία κάποιων συστατικών αυξάνεται από 10%, σε αρχικό στάδιο, σε 50-70% στο στάδιο της πλήρους άνθησης.

Το μέρος του φυτού που αναλύεται

Στις περισσότερες περιπτώσεις η σύσταση του αιθέριου ελαίου εξαρτάται από το μέρος του φυτού που αναλύεται: άνθη, πράσινα μέρη (φύλλα, βλαστοί), φλοιοί, ολόκληροι καρποί, περικάρπιο ή μόνο σπόροι, ρίζες. Η συγκέντρωση των τερπενοειδών είναι γενικά μεγαλύτερη στα αναπαραγωγικά όργανα, συνήθως, στην περίοδο πριν και κατά τη διάρκεια της άνθισης. Η συγκέντρωση είναι αυξημένη στα νεαρά όργανα παρά στα ώριμα, εξαιτίας του ρόλου που παρέχουν στο φυτό έναντι των φυσικών εχθρών του.

Το εκκριτικό όργανο που παράγει αιθέρια έλαια

Οι διαφορές στη σύσταση του αιθέριου ελαίου στα διάφορα μέρη του φυτού μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει και από την ετερογενή κατανομή των εκκριτικών οργάνων (τριχίδια, πόροι) στο φυτό. Συχνά από τα όργανα αυτά δεν εκκρίνονται τα ίδια συστατικά, ενώ μπορεί ο μηχανισμός έκκρισης να είναι διαφορετικός ή ακόμα να μην

αναπτύσσονται ταυτόχρονα σε όλα τα μέρη του φυτού. Το είδος και η θέση των οργάνων αυτών είναι χαρακτηριστικά για κάθε οικογένεια.

Στην οικογένεια Lamiales υπάρχουν δυο ειδών αδενώδεις τρίχες, οι κεφαλοειδείς ή μικρής διάρκειας (capitate hairs) και οι ασπιδοειδείς ή μακράς διάρκειας (peltate hairs). Οι μακράς διάρκειας τρίχες προφυλάσσουν τα ώριμα όργανα, ενώ τα μικρής διάρκειας προστατεύουν τα νεαρά όργανα του φυτού (Russo et al., 1998). Τα επιδερμικά κύτταρα που περιβάλλουν την βάση των τριχών αποτελούν μέρος των αδενωδών τριχών και συνεισφέρουν στην δέσμευση και μεταφορά των προϊόντων της φωτοσύνθεσης (Bosabalidis, 2002). Υπάρχουν 3 τύποι κεφαλοειδών τριχών (Werker et al., 1985a), ο τύπος I (κοντός), ο τύπος II (μεσαίος) και ο τύπος III (μακρύς). Ο τύπος που απαντάται πιο συχνά στα Lamiales είναι ο τύπος I (*S. thymbra*, *C. capitatus*) ή να συνυπάρχει με τον τύπο II (*Origanum*) (Bosabalidis, 2002). Ο αριθμός των κυττάρων στις αδενώδεις τρίχες διαφέρει και όσο μεγαλύτερος είναι τόσο μεγαλύτερη η ποσότητα του αιθερίου ελαίου που παράγεται. (Maffei et al., 1989; Karousou et al., 1992). Αναφέρεται ότι πρωτεύοντα ρόλο στην παραγωγή αιθερίου ελαίου παίζει η πυκνότητα των αδενωδών τριχών στα φύλλα (Bosabalidis, 2002).

Εποχική διακύμανση

Σε πολλά είδη η σύσταση του αιθερίου ελαίου μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους, γεγονός που καθορίζει και την εποχή συλλογής του φυτού. Έτσι ανάλογα με την εποχή παρατηρούνται αλλαγές στην ταυτότητα του κύριου συστατικού. Οι μεταβολές στη σύσταση όσο και στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο συνδέονται με τις καιρικές συνθήκες του έτους (ηλιακή ακτινοβολία, μέση θερμοκρασία, σχετική υγρασία) ή ακόμα και με επιμολύνσεις από παθογόνους μικροοργανισμούς. Η εποχή συλλογής είναι αποτέλεσμα του επιθυμητού συνδυασμού σύστασης και εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο, γεγονός που καθορίζει και τη ποιότητα των καλλιεργούμενων φυτών.

Έρευνα σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος αναφέρει ότι, στα φύλλα δενδρολίβανου *Rosmarinus officinalis* L. παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση διτερπενίων, καρνοσικού οξέος και της καρνοσόλης, κατά τη διάρκεια του χειμώνα ενώ μικρότερη ήταν η συγκέντρωσή τους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού λόγω της υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας (Munné-Bosch et al., 2000).

Η μέγιστη συγκέντρωση τόσο του ελαίου, όσο και των φαινολικών συστατικών (καρβακρόλης και θυμόλης) παρουσιάστηκε τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ το ποσοστό του *p*-κυμενίου αυξήθηκε το φθινόπωρο (Kokkini et al., 1997). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και σε φυτά *Origanum syriacum*, όπου τόσο η συγκέντρωση σε έλαιο, όσο και το ποσοστό της καρβακρόλης, είχαν τις μέγιστες τιμές τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Soliman et al., 2007, Toncer et al., 2010).

Μηχανικές και χημικές βλάβες

Η συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών στο φυτό επηρεάζεται από πληγές ή προσβολές που μπορεί να προκληθούν από πτηνά ή από εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Στις περιπτώσεις αυτές μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση στη συγκέντρωση ή/και αλλαγή στις αναλογίες των ήδη υπαρχόντων συστατικών. Η αντίδραση ενός υγιούς φυτού σε οποιαδήποτε είδος μηχανικής ή χημικής βλάβης επιπλέον εξαρτάται και από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τη διαθεσιμότητα του νερού και την ηλιοφάνεια.

1.10.4.2 Περιβαλλοντικοί παράγοντες – Εδαφικοί παράγοντες

Φωτοσύνθεση - Φωτοπερίοδος - Ποιότητα φωτός

Σύμφωνα με τους Sangwan et al (2001), η συμμετοχή του φωτοσυνθετικά δεσμευμένου άνθρακα αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό του φυσιολογικού μηχανισμού παραγωγής του αιθερίου ελαίου. Η φωτοπερίοδος πιθανόν να ασκεί τη επιρροή της, μέσω της διαμόρφωσης του μεταβολικού μηχανισμού των φυτών, από τη παραγωγή φωτοσυνθετικού άνθρακα έως το καθορισμό του μονοπατιού που οδηγεί στην επιλογή των τερπενίων ή φαινυλοπροπανίων. Επίσης η ποιότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας επηρεάζει τη βιοσύνθεση του αιθερίου ελαίου, όπως η περίπτωση του *Thymus vulgaris*, όταν εκτέθηκε σε πλήρη ηλιακή ακτινοβολία είχε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση αιθερίου ελαίου και το μεγαλύτερο ποσοστό θυμόλης και μυρκενίου στο έλαιο (Yahne et al., 1995).

Το κλίμα

Η παραγωγή των αιθέριων ελαίων εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον ανάπτυξης του φυτού. Αναφέρεται σε έρευνα για τα είδη *Thymus capitatus* hoffmag et Link, *Satureja thymbra* L., *Teucrium polium* L. και *Rosmarinus officinalis* ότι οι υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με έντονη ξηρασία απενεργοποιούν τους μηχανισμούς ανάπτυξης των φυτών και παράγονται υψηλές ποσότητες πτητικών ελαίων (Vokou et al., 1986). Σε επόμενη έρευνα φαίνεται ότι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρέασε το άθροισμα των 4 κύριων συστατικών του αιθερίου ελαίου ρίγανης. Μάλιστα όσο μεγαλύτερη ήταν η θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερο ήταν το άθροισμα (Vokou et al., 1993).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι, η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών ευνοείται από περιβάλλοντα που δημιουργούν καταπόνσεις. Μέτρια υδατική καταπόνηση σε φυτά *O. vulgare* L. (60% της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας) προώθησε τη παραγωγή αιθερίου ελαίου, ενώ έντονη υδατική καταπόνηση μείωσε τη βιοσύνθεσή τους (Said-Al Ahl et al., 2009a). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από Singh et al. (1997) και Fatima et al. (2000).

Γεωγραφική θέση

Σε έρευνα διαπιστώθηκε ότι το υψόμετρο ήταν ο κύριος παράγοντας που επηρέασε την περιεκτικότητα της ρίγανης σε αιθέριο έλαιο, αφού μεγάλες περιεκτικότητες βρέθηκαν σε χαμηλό υψόμετρο και μικρές σε υψηλό (Kokkini, 1994). Η ύπαρξη χημειοτύπων είναι το αποτέλεσμα διαφορών στις περιβαλλοντικές συνθήκες και στις συνθήκες καλλιέργειας (γεωγραφικό ύψος, ηλιοφάνεια, τύπος εδάφους), οι οποίες καταλήγουν σε γενετικές διαφοροποιήσεις ειδών.

Σε έρευνα των Aminzadeh et al. (2010) αναφέρεται ότι υπάρχει γραμμική θετική συσχέτιση με το υψόμετρο της περιοχής, το ποσοστό της οργανικής ουσίας, την απορρόφηση Na και αρνητική σχέση με το άζωτο και το ανθρακικό ασβέστιο. Επίσης το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο επηρεάζουν την ανάπτυξη και την σύνθεση του αιθερίου ελαίου στα φαρμακευτικά φυτά. Αυτά τα στοιχεία επηρεάζουν τα επίπεδα ενζύμων, τα οποία είναι σημαντικά για τη βιοσύνθεση τερπενίων όπως η καρβακρόλη (Sell, 2003). Για τα στοιχεία Ca, Mg προκύπτει ότι αυξάνουν τη παραγωγή του αιθερίου ελαίου όταν αυξάνεται η συγκέντρωσή τους στα φύλλα, αλλά αυτό συμβαίνει επειδή αυξάνουν την ολική παραγωγή ξηρής ουσίας. Μικρή διακύμανση στις τιμές των

στοιχείων Fe, Zn δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση στο αιθέριο έλαιο (Δόρδας, 2012).

1.10.4.3 Γενετικοί παράγοντες

Η ποιοτική σύσταση του αιθερίου ελαίου (χημειότυπος) επηρεάζεται από το γενότυπο (κύριος παράγοντας) και δευτερευόντως από τις συνθήκες του περιβάλλοντος, τη θρεπτική κατάσταση του φυτού κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας και από το στάδιο ανάπτυξης έως την εποχή της συγκομιδής. Ο γενότυπος επηρεάζει τη σύσταση των ουσιών που βρίσκονται σε μεγάλο ποσοστό, ενώ οι συνθήκες επηρεάζουν τη σύσταση των ουσιών που βρίσκονται σε μικρότερη αναλογία στο αιθέριο έλαιο (Δόρδας, 2012).

1.10.5 Παραλαβή των αιθερίων ελαίων

Η παραλαβή των αιθερίων ελαίων διακρίνεται στη βιομηχανική και εργαστηριακή παραλαβή. Γενικά οι μέθοδοι κατά τη βιομηχανική παραλαβή είναι η οι εξής: η απόσταξη, η εκχύλιση και η μηχανική παραλαβή. Στη περίπτωση των εργαστηριακών μεθόδων η παραλαβή επιτυγχάνεται με απόσταξη και εκχύλιση.

Η εκλογή της κατάλληλης μεθόδου, εξαρτάται κυρίως από το είδος και το τμήμα του φυτού, αλλά και από την περιεκτικότητα του σε αιθέριο έλαιο, την προσδοκώμενη ποιότητα, τη χημική σύνθεση των συστατικών του αιθερίου ελαίου και τους οικονομικούς παράγοντες.

1.10.5.1 Απόσταξη

Η απόσταξη θεωρείται η πιο απλή, οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη τεχνική παραλαβής των αιθερίων ελαίων από όλα σχεδόν τα αρωματικά φυτικά υλικά. Η βιομηχανική αλλά και εργαστηριακή διαδικασία απόσταξης περιλαμβάνει την τοποθέτηση του φυτικού υλικού μέσα σε γυάλινο δοχείο με νερό όπου θερμαίνεται μέχρι βρασμού, οπότε οι ατμοί που σχηματίζονται παρασύρουν τα αιθέρια έλαια από τους ιστούς. Στη συνέχεια οι ατμοί συμπυκνώνονται και με ψύξη υγροποιούνται, οπότε λόγω διαφοράς του ειδικού βάρους, τα αιθέρια έλαια διαχωρίζονται από το νερό. Η απόσταξη για τα περισσότερα αρωματικά φυτά διαρκεί περίπου 1-3 ώρες. Η απόσταξη σταματάει όταν στο απόσταγμα υπάρχουν ίχνη αιθερίου ελαίου και η περιεκτικότητα του φυτικού υλικού σε αιθέριο έλαιο έχει μειωθεί στο ελάχιστο.

Τα είδη απόσταξης είναι:

- i. η υδροαπόσταξη ή απόσταξη με υδρατμούς - Hydro Distillation, HD ή Steam Distillation, SD
- ii. η απομόνωση από το χώρο πάνω από το φυτό –Head Space, HS
- iii. η μικροαπόσταξη με υδατμούς εκχύλισης με οργανικό διαλύτη -Microsteam Distillation, MSDE
- iv. η απόσταξη με κενό – Vacuum Head Space Distillation, VHSD

Υδροαπόσταξη – Hydrodistillation HD

Η υδροαπόσταξη είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται σε εργαστηριακά πειράματα και θα απασχολήσει τη παρούσα έρευνα. Το φυτικό υλικό τοποθετείται στη φιάλη μαζί με αποσταγμένο νερό. Η φιάλη συνδέεται με τη συσκευή Clevenger (Εικ. 7), στην οποία οι ατμοί υγροποιούνται μέσω του συστήματος ψύξης και το έλαιο διαχωρίζεται από το νερό. Στην αρχή της απόσταξης η ταχύτητα της είναι μικρή και στη συνέχεια αυξάνεται για να ληφθεί το μέγιστο ποσοστό του αιθερίου ελαίου. Η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού πρέπει να αποφεύγεται, γιατί έχει ως αποτέλεσμα την αποσύνθεση των συστατικών του αιθερίου ελαίου. Πλεονεκτήματα της μεθόδου: απλή μέθοδος, μικρό κόστος, εύκολη μεταφορά της συσκευής και κατάλληλη για απόσταξη τεμαχισμένων ή τριμμένων καρπών-ριζών ή άλλων υλικών τα οποία είναι δύσκολο να αποσταχθούν με άλλο τρόπο. Μειονεκτήματα της μεθόδου: χρονοβόρα μέθοδος, μικρή απόδοση ελαίου και κατώτερη ποιότητα αιθερίου ελαίου, λόγω αποσύνθεσης ορισμένων συστατικών.



Εικόνα 7: Εργαστηριακή συσκευή απόσταξης, Clevenger, κατά τη διάρκεια διαχωρισμού του αιθερίου ελαίου (ελαφρύτερο) από το νερό.

1.10.6 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής σύστασης των αιθερίων ελαίων

Ο προσδιορισμός των συστατικών έχει μεγάλη σημασία γιατί από την παρουσία και την ποσότητα τους εξαρτάται κυρίως η ποιότητα των αιθερίων ελαίων. Η ποιότητα των αιθερίων ελαίων εξαρτάται από φυσικές σταθερές αλλά κυρίως από τη χημική σύσταση τους. Οι σπουδαιότερες φυσικές σταθερές είναι: το ειδικό βάρος, ο δείκτης διαθλάσεως, η στροφική ικανότητα, η διαλυτότητα και το σημείο ζέσεως.

Η χημική ανάλυση των αιθερίων ελαίων γίνεται με τη χρήση της αέριο-χρωματογραφίας – GasChromatography, GC (ποιοτική ανάλυση) σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας – Mass Spectrometry, MS (ποσοτική ανάλυση) (Keravis, 1997). Η αέρια χρωματογραφία είναι κατάλληλη για πτητικά συστατικά και ιδανική για σύνθετα μείγματα όπως αυτά των αιθερίων ελαίων (Marston & Hostettmann, 2009). Η αέρια χρωματογραφία είναι βασική μέθοδος διαχωρισμού και όχι μέθοδος ταυτοποίησης των συστατικών του δείγματος. Όταν όμως αυτή συνδυαστεί με τη φασματομετρία μαζών γίνεται ισχυρότατο μέσο ταυτοποίησης πολύπλοκων δειγμάτων.

Ο διαχωρισμός των συστατικών γίνεται μέσω της κατανομής των διαφορετικών συστατικών στο προσροφημένο υγρό της στήλης με διαφορετικές ταχύτητες, οι οποίες εξαρτώνται από τις διαφορετικές τάσεις ατμών και αλληλεπιδράσεις με τη στατική φάση (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2007) (Εικ.8). Οι σημαντικότεροι παράμετροι στην αέρια χρωματογραφία είναι: η θερμοκρασία εισαγωγέα, ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας στη στήλη, η ροή του φέροντος αερίου, το είδος της στήλης και το είδος του ανιχνευτή που χρησιμοποιείται.



Εικόνα 8: Αέριος χρωματογράφος και Φασματογράφος μάζας στο Εργαστήριο Χημείας του Γ.Π.Α.

Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης η λειτουργία του φούρνου του χρωματογράφου μπορεί να είναι ισόθερμη ή αυξομειούμενης θερμοκρασίας. Η δεύτερη περίπτωση εφαρμόζεται συνήθως όταν το προς διαχωρισμό μείγμα αποτελείται από συστατικά υψηλού σημείου ζέσεως. Ο χρόνος συγκράτησης κάθε συστατικού είναι συγκεκριμένος και εξαρτάται από την ακριβή μέτρηση της ταχύτητας ροής του φέροντος αερίου. Οι τριχοειδείς στήλες είναι εκείνες που χρησιμοποιούνται και η υγρή στατική φάση μπορεί να είναι πολική, μετρίως πολική και μη πολική. Η καταλληλότερη στατική φάση για δεδομένο δείγμα είναι εκείνη, η οποία είναι χημικά παρόμοια με αυτό (ίδιας πολικότητας) (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2007). Ο ποσοτικός προσδιορισμός γίνεται συνήθως με τη χρήση ανιχνευτών ιονισμού φλόγας (FID) ή φασματομετρίας μαζών (MS). Ωστόσο η ταυτοποίηση των συστατικών επιτυγχάνεται μόνο μέσω του φασματομέτρου μαζών (MS) ως ανιχνευτή.

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

1.10.6.1 Οργανολογία Αέριο-Χρωματογραφίας (Gas Chromatography, GC)

Οβίδα ή φιάλη φέροντος αερίου, Ρυθμιστής πίεσης – Ροόμετρο

Πρόκειται για μεταλλική κυλινδρική φιάλη που περιέχει το αδρανές αέριο, το οποίο δεν αντιδρά με τη στατική φάση, τις ουσίες που πρόκειται να διαχωριστούν. Σαν αδρανές υλικό χρησιμοποιείται το ήλιον, άζωτο, αργό, υδρογόνο (He , N_2 , Ar , H_2) που κυκλοφορεί συνεχώς μέσα στη στήλη και παρασύρει το δείγμα που πρόκειται να αναλυθεί. Ο ρυθμιστής πίεσης καθορίζει τη ταχύτητα (ροή) του φέροντος αερίου. Η πίεση του αερίου στη φιάλη είναι 100-200 atm και στην είσοδο της στήλης 1-3 atm.

Σύστημα εισαγωγής δείγματος

Συνήθως το μίγμα εισάγεται σε υγρή μορφή με ειδική μικροσύριγγα. (Εικ.9). Ο όγκος του δείγματος για αέρια είναι 0,5-2mL και για υγρά 1-10μL.

Θερμοστατούμενος κλίβανος-Στήλη χρωματογραφίας

Η στήλη θεωρείται σαν τη καρδιά της χρωματογραφικής συσκευής. Η στήλη διακρίνεται σε δυο είδη: πληρωμένη και ανοιχτού σωλήνα (τριχοειδής). Η θερμοκρασία

της στήλης είναι μια σημαντική παράμετρος που ελέγχεται με ακρίβεια μερικών δεκάτων του βαθμού. Γι αυτό το λόγο η στήλη τοποθετείται σε θερμοστατούμενο φούρνο. Η άριστη θερμοκρασία της στήλης εξαρτάται από το σημείο βρασμού των συστατικών του δείγματος και τον απαιτούμενο βαθμό διαχωρισμού.



Εικόνα 9: Μικροσύριγγα. (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2008).

Ανιχνευτής, Ενισχυτής

Το σύστημα ανίχνευσης αποτελεί αναμφισβήτητα τον εγκέφαλο της συσκευής, γιατί με αυτό επιτυγχάνεται η ανίχνευση και ο προσδιορισμός των συστατικών που διαχωρίζονται από τη στήλη.

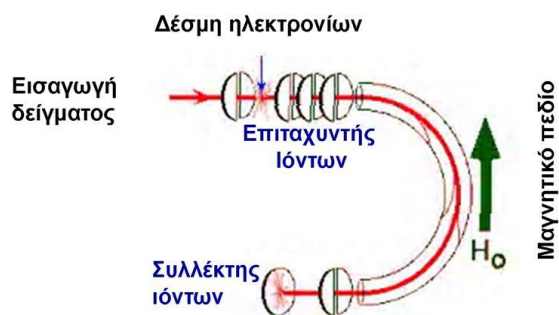
Καταγραφέας ή ηλεκτρονικός υπολογιστής – εκτυπωτής

Είναι το τελευταίο εξάρτημα στο οποίο καταγράφεται το χρωματογράφημα που είναι η «ταυτότητα του αιθερίου ελαίου» (Σκρουμπής, 1985).

1.10.6.2 Οργανολογία Φασματογράφου Μάζας (Mass Spectrometry, MS)

Τα βασικά τμήματα ενός φασματομέτρου μαζών είναι το σύστημα εισαγωγής δείγματος, ο θάλαμος παραγωγής ιόντων, ο αναλυτής μαζών, ο ανιχνευτής-συλλέκτης ιόντων, ο ενισχυτής και ο καταγραφέας ή ηλεκτρονικός υπολογιστής-εκτυπωτής. Στη περίπτωση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκε φασματογράφος μαζών με τετράπολο. Η βασική αρχή της λειτουργίας του αναλυτή μαζών περιγράφεται παρακάτω.

Μια ουσία, στη αέρια φάση, βομβαρδίζεται με μια δέσμη ηλεκτρονίων που έχει την ενέργεια για να διασπαστεί το μόριο σε θραύσματα. Τα θετικά θραύσματα που παράγονται (κατιόντα) επιταχύνονται υπό κενό μέσα σε ένα σωλήνα και με την επίδραση ενός μαγνητικού πεδίου και ταξινομούνται βάσει του λόγου μάζας προς φορτίο (m/e). Τα ιόντα που έχουν μικρή μάζα (χαμηλή ορμή) θα εκτραπούν και θα συγκρουστούν με τους τοίχους της συσκευής ανάλυσης. Τα ιόντα που έχουν την κατάλληλη αναλογία (m/e), θα ακολουθήσουν τη πορεία της συσκευής ανάλυσης, θα βγουν μέσω της σχισμής και θα συγκρουστούν με το συλλέκτη. Στη συνέχεια, παράγεται ένα ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο ενισχύεται και ανιχνεύεται. Μετράται το ηλεκτρικό ρεύμα, που παρέχουν τα ιόντα με διαφορετικό λόγο m/e . Το διάγραμμα (προφίλ) που θα προκύψει από την ένταση του μετρούμενου, σε συνάρτηση με το λόγο m/e , αποτελεί το φάσμα μαζών (Εικ.10).



Εικόνα 10: Σύστημα ανίχνευσης. (Πολυσίου & Ταραντίλης, 2008).

1.11 Προτάσεις για την ανάπτυξη του τομέα των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα

Θεωρείται αναγκαία έως υποχρεωτική εκ μέρους της Πολιτείας, η θέσπιση, ίδρυση και οργάνωση Κέντρου Πιστοποίησης Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών, που πέρα των άλλων θα εξασφαλίσει την απελευθέρωση και προώθηση των ελληνικών ειδών Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών ή και μελλοντικών ποικιλιών και των αντίστοιχων προϊόντων στις διεθνείς αγορές.

Πρόσθετα κρίνεται ως πρωταρχικής αναγκαιότητας η ενίσχυση Ερευνητικών Ιδρυμάτων που διεξάγουν εφαρμοσμένη έρευνα, όπως το τμήμα Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών του ΕΘΙΑΓΕ στο ΚΓΕΒΕ στη Θεσσαλονίκη, για την αξιοποίηση της έρευνας που διεξάγεται, κυρίως όσον αφορά στην δημιουργία πολλαπλασιαστικού υλικού από επιλεγμένους γενότυπους, που θα αποτελέσει τον πυρήνα διάχυσης και διάδοσης των κατάλληλων και δοκιμασμένων ποικιλιών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σε όλη τη χώρα.

1.12 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η ικανότητα εγκλιματισμού των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών *Origanum hirtum* L., *Origanum onites* L., *Thymbra capitata* L. και *Satureja thymbra* L., σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα Σπάτα, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-14. Τα μελετούμενα είδη έχουν τόπο προέλευσης τη νήσο Ικαρία.

Σημείο αναφοράς για τη μελέτη αποτέλεσαν τα εγκατεστημένα, επί 6 χρόνια, είδη ΑΦΦ του πειραματικού αγρού του εργαστηρίου Γεωργίας, στο ΓΠΑ. Τα είδη αυτά συγκρίθηκαν με τα είδη της νέας καλλιέργειας στα Σπάτα, φυτεία 1 έτους. Η νέα καλλιέργεια προέκυψε με αγενή πολλαπλασιασμό των φυτών της μητρικής φυτείας του ΓΠΑ. Τα είδη μελετήθηκαν ως προς:

- i. τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους πριν την άνθιση:
 - το ύψος και τη διάμετρο φυτού, το μήκος κεντρικού βλαστού, το μήκος α' πλάγιου βλαστού, το μήκος β' πλάγιου βλαστού, τον αριθμό φύλλων του κεντρικού βλαστού, τον αριθμό των φύλλων του α' πλάγιου βλαστού, τον αριθμό των φύλλων β' πλάγιου βλαστού, το ρυθμό αύξησης του ύψους, το ρυθμό αύξησης της διαμέτρου, το ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών, το ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων
- ii. τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους μετά την άνθιση:
 - το μήκος ανθοφόρων βλαστών, τον αριθμό φύλλων ανθοφόρων βλαστών, το μήκος ταξιανθιών, τον αριθμό ταξιανθιών
- iii. το ξηρό βάρος φυτικού υλικού:
 - το ξηρό βάρος βλαστών, το ξηρό βάρος φύλλων και το ξηρό βάρος ανθέων
- iv. το ποσοστό υγρασίας του φυτικού υλικού:
 - το ποσοστό υγρασίας βλαστών, φύλλων και ανθέων που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση (%)
- v. την απόδοση του αιθερίου ελαίου (%v/w) και
- vi. τη χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων (%v/v):
 - την εκατοστιαία περιεκτικότητα σε *p*-κυμένιο, *γ*-τερπινένιο, καρβακρόλη και *β*-καρνοφυλλένιο.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Φυτικό υλικό

Τα είδη των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα μελέτη είναι, όπως έχει προαναφερθεί, η ελληνική (ήμερη) ρίγανη *Origanum vulgare ssp hirtum* (Link) letsvaart, η τούρκικη (άγρια) ρίγανη *Origanum onites* L., το θυμάρι ή ισπανική ρίγανη *Thymbra capitata* (L.) Cav. και το θρούμπι *Satureja thymbra* L. τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Labiatae. Τα παραπάνω είδη έχουν τόπο προέλευσης τη νήσο Ικαρία και συγκεκριμένα το ορεινό χωριό της Αρέθουσας.

2.2 Εγκατάσταση πειραματικών αγρών

Το Νοέμβριο του 2013, εγκαταστάθηκαν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα Σπάτα. Τα είδη της νέας καλλιέργειας προέκυψαν μετά από διαίρεση έρριζων μοσχευμάτων από τη μητρική φυτεία.

Η μητρική φυτεία βρίσκεται από το 2008 στο πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΓΠΑ). Η μητρική αυτή φυτεία αποτέλεσε σημείο αναφοράς για τον εγκλιματισμό της νέας φυτείας στα Σπάτα, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

Η εγκατάσταση των φυτικών ειδών πραγματοποιήθηκε με βάση το πειραματικό σχέδιο το Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο) με τρεις επαναλήψεις για κάθε φυτικό είδος. Κάθε επανάληψη αποτελείται από 8 πειραματικά τεμάχια και κάθε τεμάχιο από 9 φυτά. Οι επεμβάσεις είναι οι εξής: *O.hirtum*, *O. Onites*, *S. thymbra* και *T. Capitata* (Εικ. 11 και Πίν.4). Οι αποστάσεις των φυτών ήταν 40cm επί της γραμμής και 60cm μεταξύ των γραμμών.



Εικόνα 11: Ρίγανες Ικαρίας, μετά την εγκατάσταση τους στα Σπάτα.

Πίνακας 4: Το πειραματικό σχέδιο ΤΠΟ για τη νέα καλλιέργεια στα Σπάτα.

Πειραματικά Τεμάχια	Επαναλήψεις		
	1 ^η	2 ^η	3 ^η
1 ^ο	<i>O.onites</i>	<i>O.hirtum</i>	<i>S.thymbra</i>
2 ^ο	<i>O. hirtum</i>	<i>T. capitata</i>	<i>T.capitata</i>
3 ^ο	<i>S.thymbra</i>	<i>S. thymbra</i>	<i>O.onites</i>
4 ^ο	<i>O. onites</i>	<i>O.hirtum</i>	<i>S.thymbra</i>
5 ^ο	<i>T. capitata</i>	<i>T.capitata</i>	<i>O.onites</i>
6 ^ο	<i>T. capitata</i>	<i>O.onites</i>	<i>O.hirtum</i>
7 ^ο	<i>O. hirtum</i>	<i>S.thymbra</i>	<i>T.capitata</i>
8 ^ο	<i>S. thymbra</i>	<i>O.onites</i>	<i>O.hirtum</i>

2.3 Εδαφολογικά στοιχεία για τους πειραματικούς αγρούς

Η ανάλυση δειγμάτων του εδάφους από τον αγρό της Αθήνας - ΓΠΑ έδειξε ότι το έδαφος ήταν αργιλοπηλώδες (άργιλος 40,0%, ιλύς 29,1%, άμμος 30,9%) με pH 7,16, CaCO₃ 27,4%, οργανική ουσία 2,35% και ολικό N 0,20% ενώ το έδαφος στα Σπάτα ήταν αμμοπηλώδες (άργιλος 26%, ιλύς 40%, άμμος 34%) με pH 8,15, CaCO₃ 39,48%, οργανική ουσία 2,14% και ολικό N 0,0096%.

2.4 Καλλιεργητικές φροντίδες

Το Νοέμβριο του 2013, τα ΑΦΦ είδη του αγρό της Αθήνας - ΓΠΑ κλαδεύτηκαν και παράλληλα διαιρέθηκαν ορισμένα έρριζα μοσχεύματα. Τα μοσχεύματα αυτά μεταφέρθηκαν στον αγρό των Σπάτων για να αποτελέσουν τη νέα φυτεία. Ο αγρός του ΓΠΑ διατηρήθηκε υπό ξηρικές συνθήκες και μόνο ένα πότισμα έγινε τον Ιούλιο του 2014.

Ταυτόχρονα το Νοέμβριο του 2013, έγινε η εγκατάσταση των έρριζων μοσχευμάτων και πότισμα αυτών. Ο αγρός στα Σπάτα διατηρήθηκε κυρίως υπό ξηρικές συνθήκες, αλλά λόγω της νεαρής ηλικίας των φυτών, το πότισμα ήταν απαραίτητο κατά τη περίοδο των θερινών μηνών του 2014, 2 φορές την εβδομάδα από τον Μάιο έως το Σεπτέμβρη.

Στη φυτεία δεν έγινε χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών και λιπασμάτων, στη προσπάθεια αξιολόγησης της παραγωγικότητας και ευρωστίας της φυτείας από μόνη της. Η αντιμετώπιση των ζιζανίων στην 6 ετών φυτεία έγινε με βοτάνισμα και στρώσιμο μαύρου γεωφάσματος. Στην 1 έτους φυτεία κάθε 15 ημέρες γίνονταν σκάλισμα και τσάπισμα γύρω από κάθε φυτό, ενώ τον Απρίλιο και το Μάιο, 1 φορά, χρησιμοποιήθηκε μισινέζα και μικρή ερασιτεχνική φρέζα επί των γραμμών και σκαπτική φρέζα μεταξύ των γραμμών (Εικ.12).

Τα ζιζάνια που καταγράφηκαν στο πειραματικό αγρό του ΓΠΑ ήταν: η μολόχα (*Malva* spp.), η μικρή αγριοβρώμη (*Avena barbata*), το λόλιο (*Lolium perenne*) και το σολάνο (*Solanum elaeagnifolium*). Τα ζιζάνια που καταγράφηκαν στους πειραματικό αγρό των Σπάτων ήταν: η μολόχα (*Malva* spp.), η μικρή τσουκνίδα (*Urtica urens*), η

παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), το χαμομήλι (*Chamomilla recutita*), το ασπράγκαθο (*Xanthium spinosum*), το γαϊδουράγκαθο (*Onopordum* spp.), η βερόνικα (*Veronica* spp.), η μηδική (*Medicago sativa* alfalfa), η μικρή αγριοβρώμη (*Avena barbata*), το αγριοσινάπι (*Sinapis arvensis*), το αγριοχρυσάνθεμο (*Chrysanthemum coronarium*), το σολάνο (*Solanum elaeagnifolium*), ο ζωχός (*Sonchus oleraceus*), ο μάραθος (*Foeniculum vulgare*), η αγριάδα (*Cynodon dactylon*), η ρόκα (*Eruca sativa*) και το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*).



Εικόνα 12: Αντιμετώπιση ζιζανίων. Αριστερά: με γεώφασμα στην Αθήνα-ΓΠΑ. Δεξιά: με βοτάνισμα και φρέζα στα Σπάτα.

2.5. Μη καταστρεπτικές δειγματοληψίες

Για τη μελέτη των μορφολογικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους των ΑΦΦ της νέας καλλιέργειας, επιλέχθηκαν 6 φυτά ανά είδος, 2 σε κάθε επανάληψη. Στη μητρική φυτεία επιλέχθηκαν 3 φυτά ανά είδος, ουσιαστικά 3 φυτά στην επανάληψη. Οι μετρήσεις έγιναν σε αντιπροσωπευτικά φυτά για κάθε είδος σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, για κάθε επανάληψη. Από κάθε φυτό επιλέχθηκαν 3 αντιπροσωπευτικοί βλαστοί ως προς την ανάπτυξη του φυτού. Αυτοί οι βλαστοί βρίσκονταν δεξιά, αριστερά και στο κέντρο του φυτού. Αφού επιλέχτηκαν, στη συνέχεια σημαδεύτηκαν ώστε να γίνονται οι παρατηρήσεις κάθε φορά στους ίδιους βλαστούς (Εικ.13). Οι μετρήσεις που έγιναν στον αγρό πριν την άνθιση και συλλογή του φυτικού υλικού αφορούσαν: το ύψος του κάθε φυτού (cm), τη διάμετρο κάθε φυτού (cm), το μήκος των 3 βλαστών (cm) και τον αριθμό φύλλων των 3 βλαστών.

Η πρώτη μέτρηση έγινε κατά το στάδιο της αναβλάστησης, τις τελευταίες μέρες του Φλεβάρη. Το



Εικόνα 13: Σημαδεμένοι βλαστοί με κόκκινο, μπλε και άσπρο αυτοκόλλητο.

Μάρτιο έγινε η δεύτερη μέτρηση και έπειτα ακολούθησαν μετρήσεις κάθε 10-15 ημέρες. Η τελευταία μέτρηση έγινε το Μάιο, αφού παρατηρήθηκε ότι τα φυτά μπαίνουν στο στάδιο ανθοφορίας. Με αυτό τον τρόπο προέκυψαν οι εξισώσεις παλινδρόμησης, που αφορούν τους ρυθμούς αύξησης ή ανάπτυξης: i) του μήκους των βλαστών, ii) του ύψους του φυτού, της διαμέτρου του φυτού και του αριθμού φύλλων του φυτού, για τις δύο φυτείες.

Η γραμμική εξίσωση συμμεταβολής (ένταση σχέσης) και συσχέτισης (το είδος της σχέσης), είναι της μορφής:

$$y=ax+\beta$$

όπου α: ο συντελεστής συμμεταβολής ή κλίση της ευθείας ή ρυθμός αύξησης της y ως προς τη x μεταβλητή. Το R^2 είναι ο συντελεστής προσδιορισμού. Η τιμή του συντελεστή κυμαίνεται από 0.0 έως 1.0. Το $R^2 \times 100$ είναι το ποσοστό της διακύμανσης της y που οφείλεται στη διακύμανση της x .



Εικόνα 14: Ανθισμένο *S.thymbra* έτοιμο για συλλογή.

Η «έναρξη της άνθισης» για τα φυτικά είδη στο ΓΠΑ και Σπάτα έγινε με την εξής σειρά: 10 Απριλίου 2014 *Satureja thymbra*, 20 Μαΐου 2014 *Origanum onites*, 30 Μαΐου 2014 *Origanum hirtum*, 27 Ιουνίου 2014 *Thymbra capitata*.

Το στάδιο «πλήρους άνθισης» χρονολογείται τη στιγμή που το 80% των βλαστών των φυτών ήταν στο στάδιο της πλήρους άνθισης (Γκόλιαρης, 1992) (Εικ. 14). Γεγονός που οφείλεται τόσο στη παραλλακτικότητα μεταξύ των ειδών όσο και εντός των ειδών.

2.6 Καταστρεπτικές δειγματοληψίες

Τα φυτικά είδη συλλέχτηκαν στο στάδιο της πλήρους άνθισης τουλάχιστον κατά 80%, ενώ ήταν ανθισμένα πάνω από 80% των φυτών. Η συγκομιδή αφορούσε αφενός 3 βλαστούς ανά φυτό, που προορίζονταν για μετρήσεις μορφολογικών χαρακτηριστικών και αφετέρου το ¼ της φυτικής μάζας του κάθε φυτού προορίζονταν για απόσταξη. Οι μετρήσεις που έγιναν μετά την άνθιση και συλλογή του φυτικού υλικού αφορούσαν: το μήκος των βλαστών (cm), τον αριθμό των φύλλων ανά βλαστό, το μήκος των ταξιανθιών (cm), τον αριθμό των ταξιανθιών ανά βλαστό, το νωπό βάρος των βλαστών (gr), το νωπό βάρος των φύλλων ανά βλαστό (gr) και το νωπό βάρος των ανθέων ανά βλαστό (gr). (Εικ. 15).



Εικόνα 15: Αριστερά και Δεξιά: Άνθη και φύλλα αντίστοιχα του βλαστό *S. thymbra* στο στάδιο της πλήρους άνθισης. Κέντρο: Πάγκκος Εργ. Γεωργίας με βλαστούς *O.onites* στο στάδιο πλήρους άνθισης, έτοιμα για ξήρανση και αποθήκευση.

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω μετρήσεων οι συλλεχθέντες βλαστοί υπέστησαν ήπια ξήρανση υπό σκιά, σε καλά αεριζόμενο χώρο και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 15 ημέρες. Η ταχεία μετακίνηση του νερού από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του φύλλου προκαλεί, από την αρχή της ξήρανσης, μια εναπόθεση διαλυτών ουσιών (Bimbenet et al., 1970), οι οποίες τείνουν να σχηματίσουν ένα υμένιο στην επιφάνεια των φύλλων και να καθυστερήσουν, αν όχι να εμποδίσουν, την έξοδο των πτητικών συστατικών (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010).

Μετά το πέρας των 15 ημερών έγιναν μετρήσεις στους 3 βλαστούς, που αφορούσαν: το ξηρό βάρος των βλαστών (gr), το ξηρό βάρος των φύλλων (gr), το ξηρό βάρος των ανθέων (gr).

Οι μετρήσεις του νωπού και ξηρού βάρους έγιναν με ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mettler B502.

Η διαφορά που προέκυψε, μεταξύ του νωπού και του ξηρού βάρους για κάθε περίπτωση φυτικού υλικού (βλαστοί, φύλλα και άνθη) είναι το ποσοστό υγρασίας που έχασαν μετά τη ξήρανση :

$$\text{Ποσοστό Υγρασίας (\%)} = [(N.B - \Xi.B.) * 100] / N.B$$

2.7 Υδροαπόσταξη- Παραλαβή αιθέριου ελαίου

Οι αποστάξεις έγιναν στο εργαστήριο της Γεωργίας του Γ.Π.Α. Το ¼ των φυτικών δειγμάτων που συγκομίστηκαν από κάθε φυτό υπέστησαν ήπια ξήρανση υπό σκιά σε καλά αεριζόμενο χώρο και σε θερμοκρασία δωματίου για 15-20 ημέρες μέχρι την υδροαπόσταξη. Από τη λειοτρίβηση των φύλλων και των ανθέων προέκυψαν 10 gr ξηρού φυτικού υλικού τα οποία προστέθηκαν σε 1000ml απιονισμένο νερό, για τη παραλαβή αιθέριου ελαίου με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης. Χρησιμοποιήθηκαν 2 συσκευές κλειστού τύπου Cleverger (Εικ.16), οι οποίες αποτελούνταν από το κύριο μέρος, το ψυκτήρα και τη σφαιρική φιάλη 1000ml η οποία θερμαινόταν με θερμομανδύα. Η διάρκεια της υδροαπόσταξης ήταν 3-4 ώρες.



Εικόνα 16: Συσκευές απόσταξης με ξηρό φυτικό υλικό και απιονισμένο νερό κατά τη διάρκεια βρασμού.

Το φαινόμενο που παρατηρήθηκε ήταν η υδροδιάχυση. Κατά τη διάρκεια της απόσταξης το ζεστό νερό (ατμός) εισέρχονταν μέσα στους φυτικούς ιστούς και «διέλυε» συμπαρασύροντας το αιθέριο έλαιο που βρίσκεται στα φυτικά κύτταρα. Αυτό το υδατικό «διάλυμα» διαχύθηκε διαμέσου των κυτταρικών τοιχωμάτων. Όταν τα φυτικά συστατικά «διαλυμένα» στο καυτό νερό ή τον ατμό, βρέθηκαν στην επιφάνεια του υλικού, εξατμίστηκαν. Το όριο εξατμίσις του κάθε συστατικού καθορίζεται από την τάση των ατμών στις συνθήκες του μέσου (Κατσιώτης & Χατζοπούλου, 2010).

Η ελαιώδης φάση του δείγματος συγκεντρώνονταν στη βαθμονομημένη στήλη του κυρίου μέρους της συσκευής, κάτω από το ψυκτήρα. Ενώ η υδατική φάση ανακυκλώνονταν, επιστρέφοντας στη φιάλη βρασμού με το φυτικό υλικό. Το αιθέριο

έλαιο διαχωρίστηκε από το νερό στο δοχείο της στήλης, λόγω του διαφορετικού ειδικού βάρους τους (πυκνότητα), το αιθέριο έλαιο πάνω και το νερό κάτω.

Μετά την υδροαπόσταξη γινόταν προσθήκη ελάχιστης ποσότητας άνυδρου $MgSO_4$ στο φιαλίδιο με το έλαιο, για να δεσμεύσει τα υπολειπόμενα μόρια H_2O . Ουσιαστικά δεσμεύει-καθαρίζει το έλαιο από το υδρόλυμα. Το έλαιο συλλέχθηκε με τη χρήση πιπέτας χωρίς την απορρόφηση του ιζήματος $MgSO_4$ και έγινε μετάγγιση του ελαίου σε νέο φιαλίδιο. Τελικά τα φιαλίδια με το αιθέριο έλαιο αποθηκεύτηκαν σε κατάψυξη στους $-18^{\circ}C$ μέχρι την στιγμή της χημικής ανάλυσης τους με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας - φασματομετρίας μαζών. Συνολικά, αυτή η διαδικασία πραγματοποιήθηκε 3 φορές για κάθε φυτικό είδος.

2.8 Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση συστατικών των αιθερίων ελαίων

Η χημική ανάλυση των αιθερίων ελαίων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Χημείας του Γ.Π.Α. Αρχικά αραιώθηκαν τα έλαια με καθαρή ακετόνη σε αναλογία 1:100 v/v (10μL έλαιο και 990μL ακετόνη) με τη βοήθεια 2 ηλεκτρονικών πιπέτων ακριβείας και τοποθετήθηκαν εντός μικρού φιαλιδίου (Εικ. 17). Ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των περιεχόμενων συστατικών έγινε με αέριο χρωματογράφο (Hewlett Packard 5890 II) με τριχοειδή στήλη HP-5MS (length: 30m, ID: 0.25mm και film: 0.25μm και ανιχνευτή μαζών HP 5972. Η συντομογραφία είναι (GC-MS). Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε ήλιον με ροή 1mL/min. Η ενέργεια ιονισμού ήταν 70eV. Η θερμοκρασία του εγχυτήρα και του ανιχνευτή (MS transfer line) ήταν $220^{\circ}C$ και $290^{\circ}C$ αντίστοιχα.



Εικόνα 17: Διάλυμα αιθερίου ελαίου *O.enites* αραιωμένο με ακετόνη 1:100v/v.



Εικόνα 18: Μικροσύριγγα έκχυσης.

Ποσότητα δείγματος 0,1μL του διαλύματος (έλαιο αραιωμένο σε ακετόνη) εισήχθη στο σύστημα έκχυσης της συσκευής με τη τεχνική "splitless" (Εικ. 18), όπου η θερμοκρασία είχε φτάσει τους $60^{\circ}C$. Η διάρκεια της ανάλυσης διήρκησε 50min. Η ταυτοποίηση των συστατικών έγινε συγκρίνοντας τους χρόνους έκλουσης και τα φάσματα μαζών με τους χρόνους έκλουσης και τα φάσματα μαζών των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών NIST 98, WILEY 275 και ADAMS 07 και με τη χρήση δημοσιευμένων δεδομένων (Adams 2007, 4^η Έκδοση) σε έντυπη μορφή του εργ. Χημείας.

2.9 Μετεωρολογικές παρατηρήσεις

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προήλθαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Για τον προσδιορισμό της επίδρασης του κλίματος ως προς: την επί τοις εκατόν περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου, την επί τοις εκατόν περιεκτικότητα των συστατικών των αιθερίων ελαίων και τα φυτικά χαρακτηριστικά του υπέργειου μέρους των ειδών. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκαν η μέση μηνιαία θερμοκρασία ατμόσφαιρας και η μηνιαία

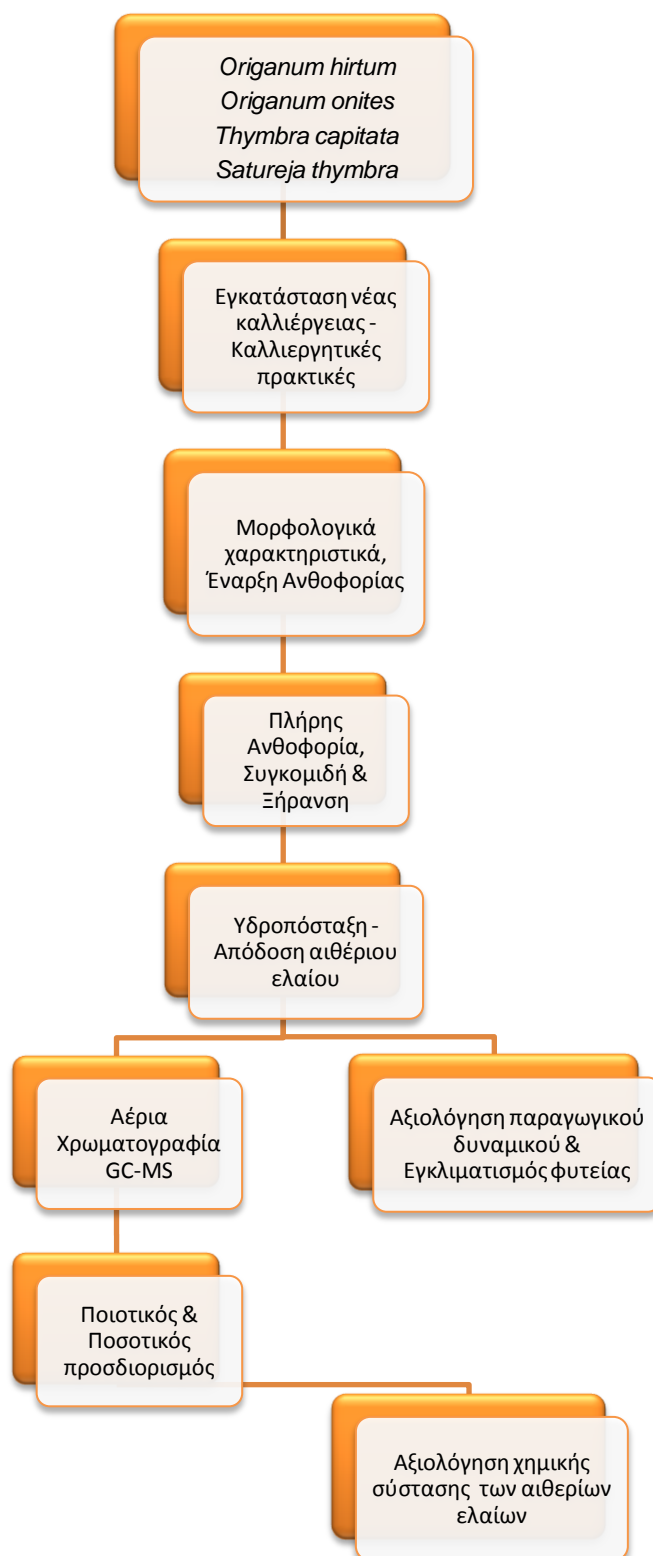
βροχόπτωση πριν τη συγκομιδή κάθε είδους, κατά τη διάρκεια του έτους Σεπτέμβριος 2013 - Σεπτέμβριος 2014 στις περιοχές των Σπάτων και του Γ.Π.Α. .

Πριν τη πρώτη συγκομιδή υπήρξαν έντονες βροχοπτώσεις (55-58mm), πριν τη δεύτερη και τρίτη συγκομιδή υπήρξαν ελάχιστες έως καθόλου βροχοπτώσεις (0,2-5mm) και πριν τη τέταρτη συγκομιδή υπήρξαν μέτριες βροχοπτώσεις (13,8-22,6mm). Η μέση μηνιαία θερμοκρασία, για τις περιόδους συγκομιδής, αυξανόταν σταδιακά αλλά χωρίς να είχαν παρατηρηθεί πολύ υψηλές για την εποχή θερμοκρασίες.

2.10 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα Portable JMP 8 και Excel 2007. Το σχέδιο ήταν το Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων με 8 πειραματικά τεμάχια, 3 επαναλήψεις ως ομάδες και τα 4 φυτικά είδη ως επεμβάσεις. Οι δοκιμασίες σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο F^* , ενώ οι συγκρίσεις των μέσων των επεμβάσεων ακολούθησαν τη δοκιμή Tukey - μέθοδος της έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD). Όλες οι αναλύσεις και συγκρίσεις έγιναν σε επίπεδο σημαντικότητας 5%, δηλ. $\alpha=0,05$.

Στάδια πειραματικής μεθοδολογίας (Σχ. 1) :



Σχήμα 1: Διάγραμμα ροής της πειραματικής πορείας.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Μετεωρολογικά δεδομένα

Για τη καλλιεργητική περίοδο 2013-14 στις περιοχές διεξαγωγής των πειραμάτων (Σπάτα και ΓΠΑ) η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα και η μέση μηνιαία βροχόπτωση παρουσιάζονται στα παρακάτω διαγράμματα (Διαγρ. 1, 2, 3, 4).

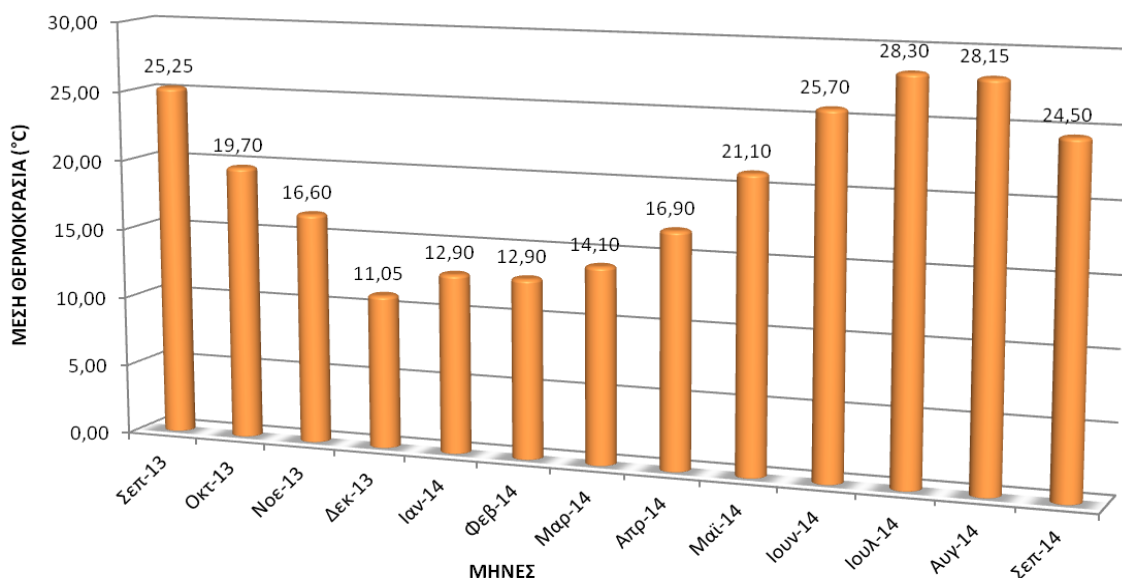
Επιπλέον ελήφθησαν παρατηρήσεις για τη μέση θερμοκρασία του αέρα και το μέσο ύψος βροχόπτωσης για τους τρεις τελευταίους μήνες πριν τη συγκομιδή του κάθε εξεταζόμενου είδους (*S. thymbra*, *O. onites*, *O.hirtum* και *T. capitata*). Πιο συγκεκριμένα: Η συγκομιδή του *S. thymbra* έγινε στις 21/05/2014 και 23/05/2014 στο ΓΠΑ και στα Σπάτα αντίστοιχα. Στη μητρική φυτεία (ΓΠΑ) η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 14,1°C - 21,10°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 5mm-55mm. Στα Σπάτα η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 13,2°C – 20,35°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 0,2mm-58mm.

Η συγκομιδή του *O.onites* έγινε στις 02/06/2014 και 13/06/2014 στο ΓΠΑ και στα Σπάτα αντίστοιχα. Στη μητρική φυτεία (ΓΠΑ) η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 14,1°C – 21,10°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 5mm-55mm. Στα Σπάτα η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 15,95°C – 24,85°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 0,2mm-46,6mm.

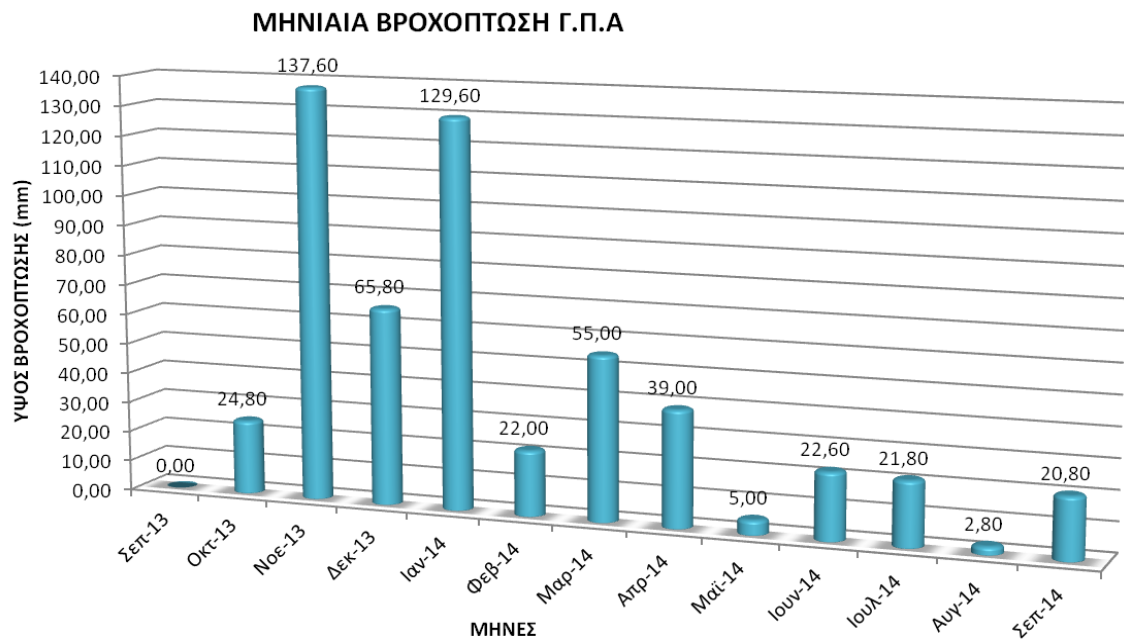
Η συγκομιδή του *O. hirtum* έγινε στις 16/07/2014 και 07/07/2014 στο ΓΠΑ και Σπάτα αντίστοιχα. Στη μητρική φυτεία (ΓΠΑ) η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 21,1°C – 28,3°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 5mm-22,6mm. Στα Σπάτα η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 15,95°C - 24,85°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 0,2mm-46,6mm.

Η συγκομιδή του *T. capitata* έγινε στις 01/07/2014 και 17/07/2014 στο ΓΠΑ και Σπάτα αντίστοιχα. Στη μητρική φυτεία (ΓΠΑ) η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 16,9°C - 25,7°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 5mm-39mm. Στα Σπάτα η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε από 20,35°C - 27,30°C και το ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε από 0,2mm-57mm.

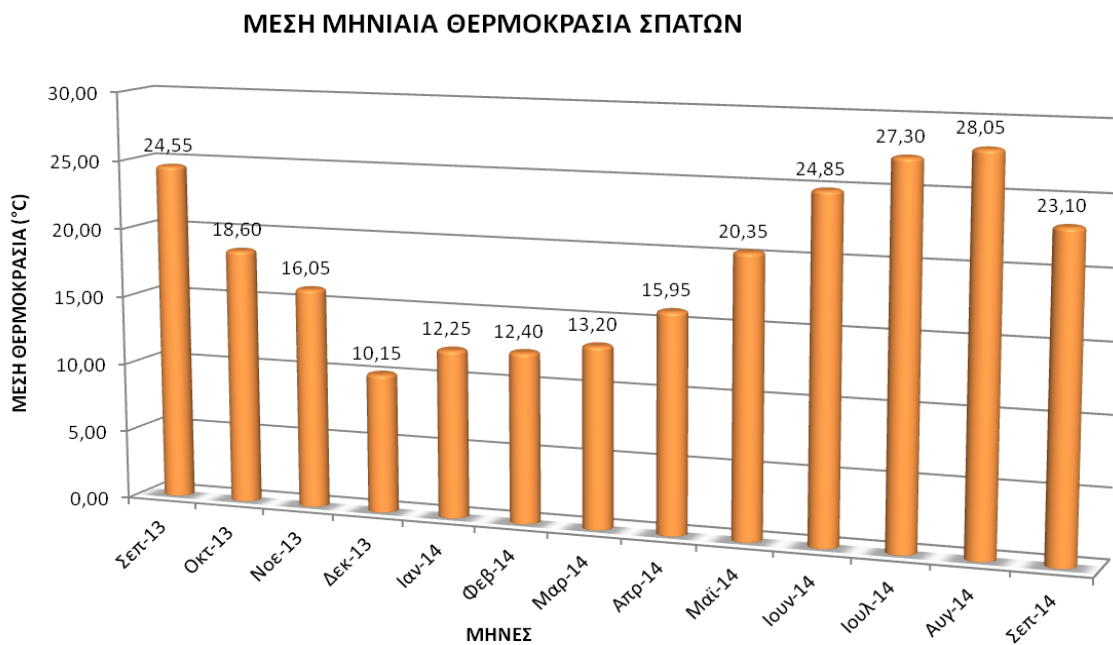
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ Γ.Π.Α



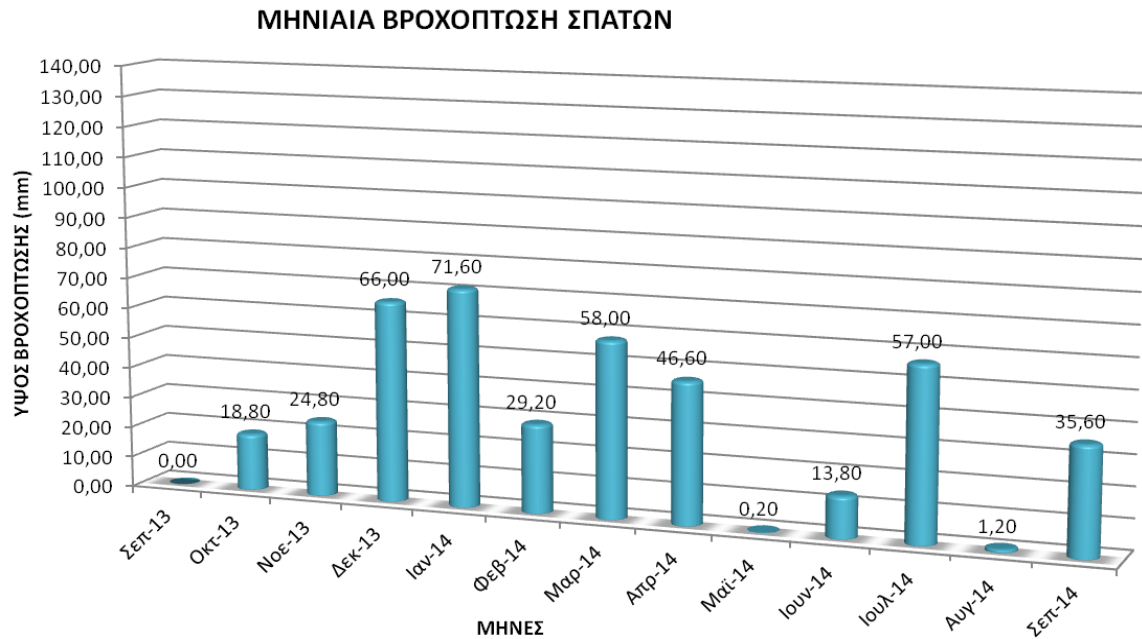
Διάγραμμα 1: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στο ΓΠΑ το έτος 2013-2014.



Διάγραμμα 2: Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης στα ΓΠΑ, το έτος 2013-2014.



Διάγραμμα 3: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στα Σπάτα το έτος 2013-2014.



Διάγραμμα 4: Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης στα Σπάτα, το έτος 2013-2014.

Η μέση θερμοκρασία και το μέσο ύψος βροχόπτωσης ένα μήνα πριν τη συγκομιδή παρουσιάζεται στο παρακάτω πίνακα (Πίν. 5). Η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος δε παρουσίασε μεγάλες διαφορές μεταξύ των δυο περιοχών της Αττικής. Ανίθετα το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης παρουσίασε διαφορές κυρίως τους μήνες Ιουνίου και Ιουλίου ανάμεσα στις δυο φυτείες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το μήνα Μάιο το μέσο ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε 0,2mm-5mm για τις δυο φυτείες, χαμηλά για την εποχή επίπεδα. Αντίθετα, τους μήνες Ιουνίου και Ιουλίου το μέσο ύψος βροχόπτωσης κυμάνθηκε 13,8mm-57mm, υψηλά για την εποχή επίπεδα. Επιπλέον τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata* ένα μήνα πριν τη συγκομιδή τους δέχτηκαν το μεγαλύτερο μέσο ύψος βροχόπτωσης από τα υπόλοιπα είδη.

Πίνακας 5: Μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος και μέσο ύψος βροχόπτωση ένα μήνα πριν τη συγκομιδή κάθε είδους ΑΦΦ, στις δυο περιοχές Σπάτων και ΓΠΑ.

ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)		ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	
	Σπάτα, 1 έτους	ΓΠΑ, 6 ετών	Σπάτα, 1 έτους	ΓΠΑ, 6 ετών
<i>S.thymbra</i>	18,2	19	23,4	22
<i>O. onites</i>	22,7	21,1	7	5
<i>O. hirtum</i>	24,9	27	13,8	22,2
<i>T. capitata</i>	26,1	25,7	35,4	22,6

3.2 Μορφολογικά και φαινολογικά χαρακτηριστικά πριν την ανθοφορία

3.2.1 Ύψος φυτών (cm)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του ύψους των ΑΦΦ και στις δυο φυτείες (Πιν. 6 και 7).

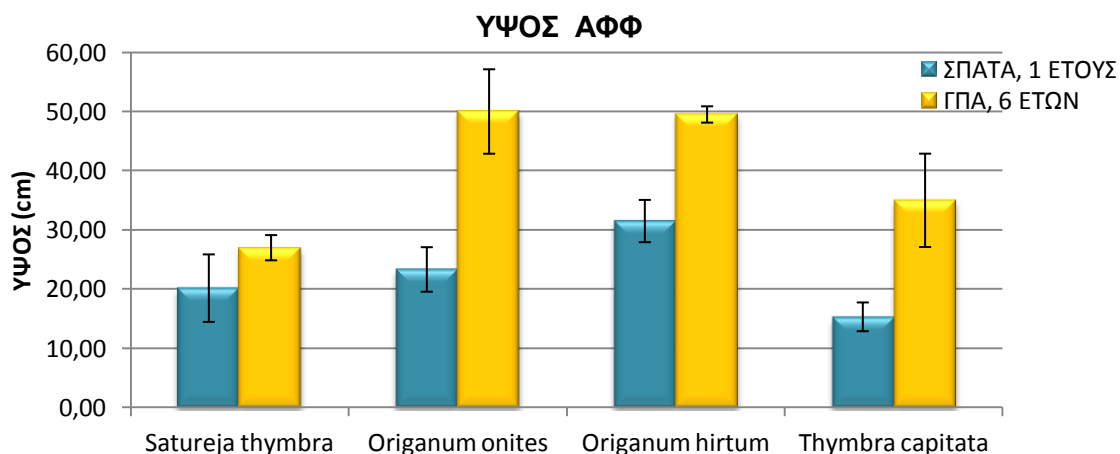
Τα είδη της φυτείας ΓΠΑ, *O. onites* και *O. hirtum*, παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά από το *S. thymbra*, ενώ στη φυτεία των Σπάτων, το είδος *O. hirtum* διέφερε στατιστικά σημαντικά και μόνο με το *T. capitata*. Συγκεκριμένα στα Σπάτα η μεγαλύτερη μέση τιμή του ύψους παρατηρήθηκε στο είδος *O. hirtum* (31,50cm) και η μικρότερη στο είδος *T. capitata* (15,33cm). Ενώ στο ΓΠΑ η μεγαλύτερη μέση τιμή του ύψους παρατηρήθηκε στο είδος *O. onites* (50cm) και στο είδος *O. hirtum* (49,50cm) και η μικρότερη στο είδος *S. thymbra* (27cm) (Διαγρ. 5).

Πίνακας 6: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ύψος των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	415,417	138,4722	6,3686*
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	4,0417	2,0209	0,0929ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	130,4583	21,7431	
ΣΥΝΟΛΟ	11	549,9167		

Πίνακας 7: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ύψος των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1151,0625	383,6875	9,6576*
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	36,1250	18,0625	0,4546ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	238,3750	39,7292	
ΣΥΝΟΛΟ	11	1425,5625		



Διάγραμμα 1: Το μέσο ύψος των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=13,179 και HSD=17,816 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.2.2 Διάμετρος κόμης φυτών (cm)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές της διαμέτρου της κόμης των ΑΦΦ στη φυτεία των Σπάτων (Πιν.8). Αντίθετα, σημαντική διαφοροποίηση υπήρξε μεταξύ των φυτικών ειδών στη φυτεία του ΓΠΑ ως προς τις μέσες τιμές της διαμέτρου των ΑΦΦ (Πιν. 9).

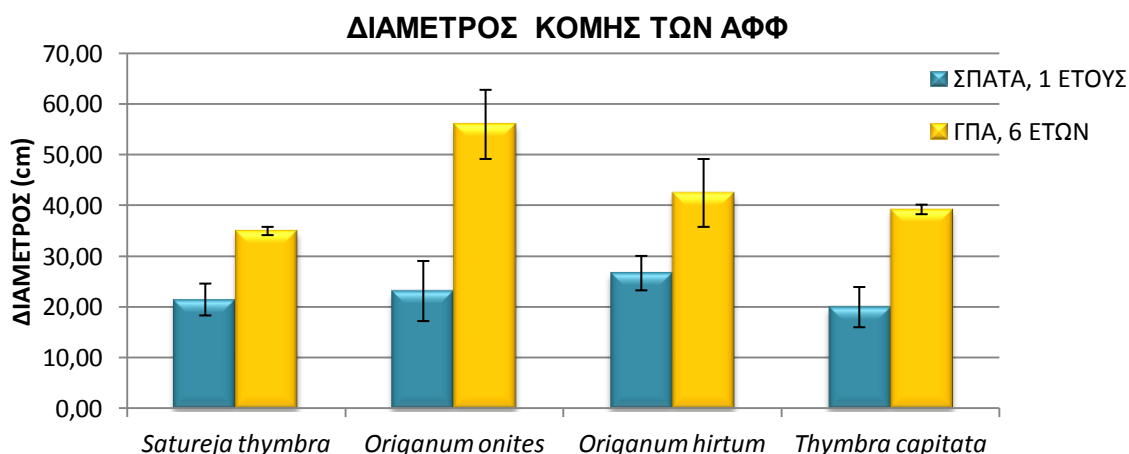
Στο ΓΠΑ το είδος *O. onites* διέφερε στατιστικά σημαντικά από το *T. capitata* και *S. thymbra*. Συγκεκριμένα η μεγαλύτερη μέση τιμή της διαμέτρου παρατηρήθηκε στο είδος *O.onites* (56cm) και η μικρότερη στο είδος *S. thymbra* (35cm). Αντίθετα στα Σπάτα, παρότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις, η μεγαλύτερη μέση τιμή της διαμέτρου παρατηρήθηκε στο είδος *O. hirtum* (26,70cm) και η μικρότερη στο είδος *T. capitata* (20cm) (Διαγρ. 6).

Πίνακας 8: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη μέση διάμετρο κόμης των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	74,6025	24,8675	1,0354ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	24,6329	12,3165	0,5128ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	144,0988	24,0165	
ΣΥΝΟΛΟ	11	243,3342		

Πίνακας 9: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη μέση διάμετρο κόμης των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	741,5156	247,1719	8,0015*
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	5,2813	2,6407	0,0855ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	185,3438	30,8906	
ΣΥΝΟΛΟ	11	932,1406		



Διάγραμμα 6: Η μέση διάμετρος κόμης των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με $HSD=13,852$ και $HSD=15,709$ Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$

3.2.3 Μήκος κεντρικού βλαστού (cm)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του μήκους των κεντρικών βλαστών των ΑΦΦ στη φυτεία των Σπάτων (Πιν. 10). Αντίθετα σημαντική διαφοροποίηση υπήρξε μεταξύ των φυτικών ειδών στη φυτεία του ΓΠΑ ως προς τις μέσες τιμές του μήκους των κεντρικών βλαστών των ΑΦΦ (Πιν. 11).

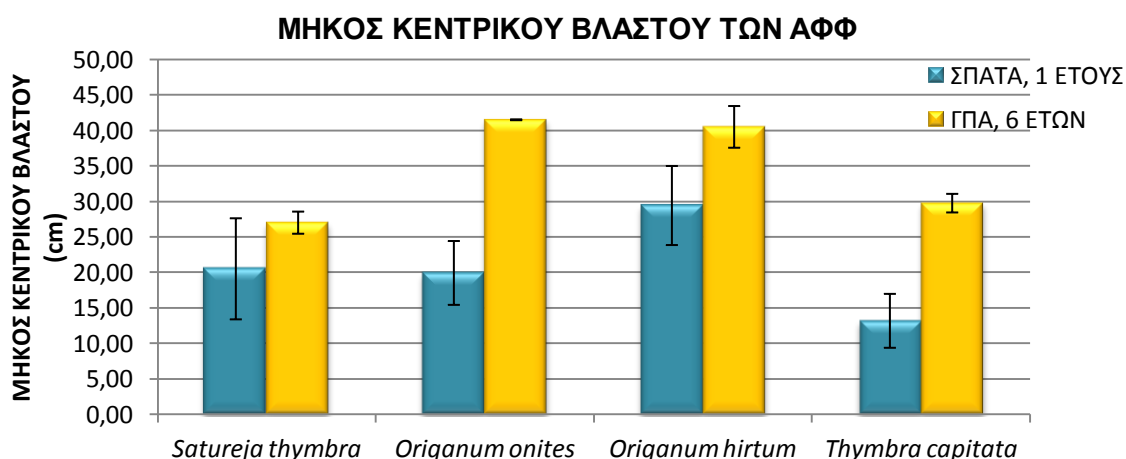
Στο ΓΠΑ τα είδη *O. onites* και *O. hirtum* διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata*. Συγκεκριμένα η μεγαλύτερη μέση τιμή του κεντρικού βλαστού παρατηρήθηκε εκτός από το είδος *O. hirtum* (40,50cm) και στο είδος *O. onites* (41,50cm) και η μικρότερη στο είδος *S. thymbra* (27cm). Αντίθετα στα Σπάτα, παρότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις, η μεγαλύτερη μέση τιμή του μήκους του κεντρικού βλαστού παρατηρήθηκε στο είδος *O. hirtum* (29,42cm) και η μικρότερη στο είδος *T. capitata* (13,17cm) (Διαγρ. 7).

Πίνακας 10: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος του κεντρικού βλαστού των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	400,1250	133,3750	3,4405ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	37,4063	18,7032	0,4825ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	232,5938	38,7656	
ΣΥΝΟΛΟ	11	670,1250		

Πίνακας 11: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος του κεντρικού βλαστού των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	491,0156	163,6719	38,37***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	19,5313	9,7657	2,2894ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	25,5938	4,2656	
ΣΥΝΟΛΟ	11	536,1406		



Διάγραμμα 7: Το μέσο μήκος των κεντρικών βλαστών των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με $HSD=17,598$ και $HSD=5,837$ Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.2.4 Αριθμός φύλλων κεντρικού βλαστού

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των κεντρικών βλαστών των ΑΦΦ στη φυτεία των Σπάτων (Πιν.12). Αντίθετα σημαντική διαφοροποίηση υπήρξε μεταξύ των φυτικών ειδών στη φυτεία του ΓΠΑ ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των κεντρικών βλαστών των ΑΦΦ.

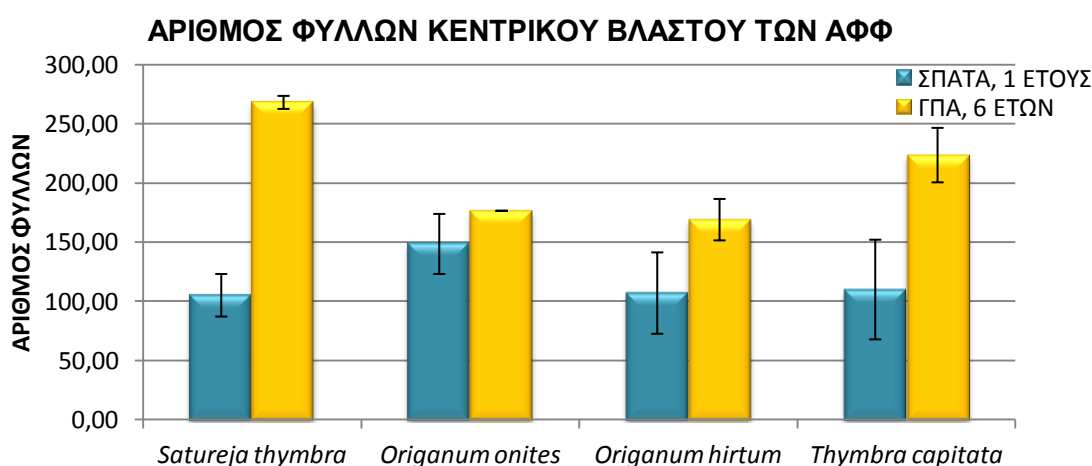
Στο ΓΠΑ το *O. hirtum* παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με *T. capitata* και *S.thymbra*. Ταυτόχρονα το *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα *O. onites* (Πιν. 13). Η μεγαλύτερη μέση τιμή του αριθμού των φύλλων παρατηρήθηκε στο *S.thymbra* (268) και η μικρότερη στο είδος *O. hirtum* (169). Αντίθετα στα Σπάτα, παρότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις, η μεγαλύτερη μέση τιμή του αριθμού των φύλλων παρατηρήθηκε στο είδος *O. onites* (148,50) και η μικρότερη στο είδος *S. thymbra* (105,17) (Διαγρ. 8).

Πίνακας 12: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων του κεντρικού βλαστού των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	3838,5000	1279,5000	0,9801ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	4660,0420	2330,0210	1,7847ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	7833,1250	1305,5208	
ΣΥΝΟΛΟ	11	16331,6670		

Πίνακας 13: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων του κεντρικού βλαστού των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	19041,7500	6347,2500	22,0009**
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	242,0000	121,0000	0,4194ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	1731,0000	288,5000	
ΣΥΝΟΛΟ	11	21014,7500		



Διάγραμμα 8: Ο μέσος αριθμός φύλλων των κεντρικών βλαστών των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=102,126 και HSD=48,008 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.2.5 Μήκος α' πλάγιου βλαστού (cm)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του μήκους α' πλάγιων βλαστών των ΑΦΦ και στις δυο φυτείες (Πιν.14 και 15).

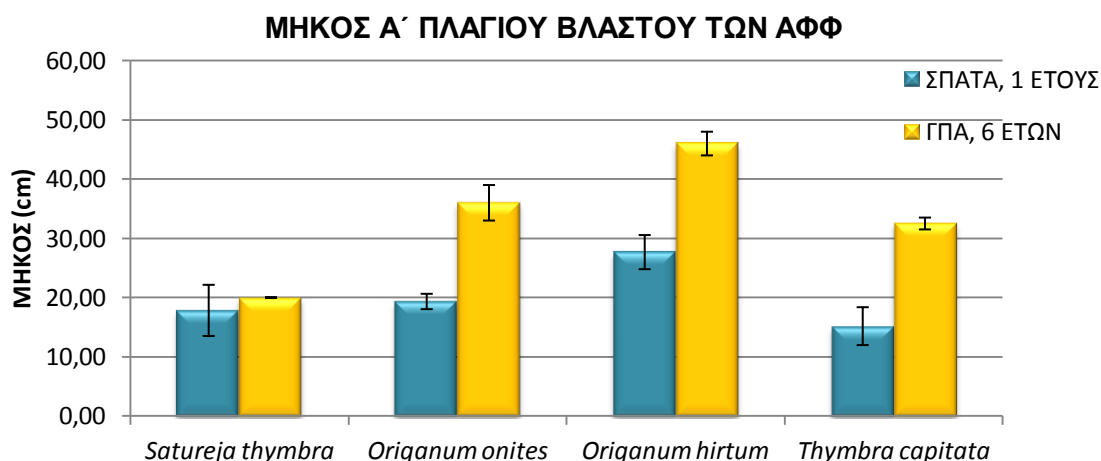
Στο ΓΠΑ το *O. hirtum* παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με όλα τα υπόλοιπα είδη. Τα είδη *O. onites* και *T. capitata* διέφεραν στατιστικά σημαντικά με τα *O.hirtum* και *S.thymbra*. Στα Σπάτα το *O. hirtum* παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο με το *T. capitata*. Συγκεκριμένα στα Σπάτα η μεγαλύτερη μέση τιμή του μήκους α' πλάγιου βλαστού παρατηρήθηκε στο είδος *O. hirtum* (27,67cm) και η μικρότερη στο είδος *T.capitata* (15,17cm). Στο ΓΠΑ η μεγαλύτερη μέση τιμή του μήκους α' πλάγιου βλαστού παρατηρήθηκε και εδώ στο είδος *O.hirtum* (46cm) ενώ η μικρότερη στο είδος *S.thymbra* (20cm) (Διαγρ. 9).

Πίνακας 14: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος του α' πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	261,8330	87,2777	6,7425*
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	67,6250	33,8125	2,6121ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	77,6670	12,9445	
ΣΥΝΟΛΟ	11	407,1250		

Πίνακας 15: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος του α' πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1037,0625	345,6875	74,0759***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0000	0,0000	0ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	28,0000	4,6667	
ΣΥΝΟΛΟ	11	1065,0625		



Διάγραμμα 9: Το μέσο μήκος των α' πλάγιων βλαστών των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=10,169 και HSD=6,106 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.2.6 Αριθμός φύλλων α΄ πλάγιου βλαστού

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών αλλά υπήρξε μεταξύ των επαναλήψεων ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των α΄ πλάγιων βλαστών των ΑΦΦ στη φυτεία των Σπάτων (Πιν. 16). Αντίθετα στη φυτεία ΓΠΑ υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των α΄ πλάγιων βλαστών των ΑΦΦ (Πιν. 17).

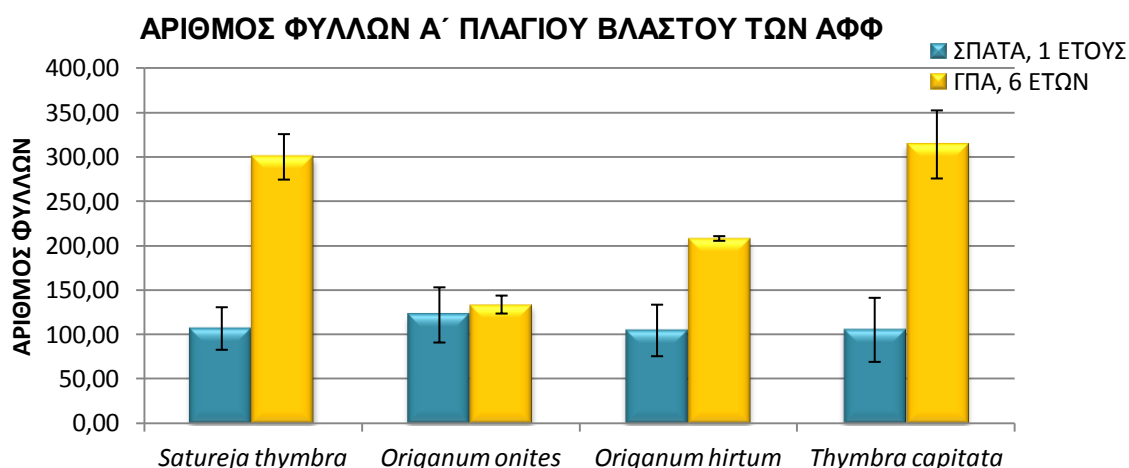
Στο ΓΠΑ τα είδη *T.capitata* και *S.thymbra* παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά με τα είδη *O.hirtum* και *O.onites*. Συγκεκριμένα η μεγαλύτερη μέση τιμή του αριθμού των φύλλων παρατηρήθηκε στο *T.capitata* (314) και η μικρότερη στο *O.onites* (133,5) Αντίθετα στα Σπάτα, παρότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις, η μεγαλύτερη μέση τιμή του αριθμού των φύλλων παρατηρήθηκε στο είδος *O.onites* (121,83) και η μικρότερη στο είδος *O.hirtum* (104,3)(Διαγρ. 10).

Πίνακας 16: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων του α΄ πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	624,0830	208,0277	0,1691ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	17386,5420	8693,2710	7,0665*
ΣΦΑΛΜΑ	6	7381,2920	1230,2153	
ΣΥΝΟΛΟ	11	25391,9170		

Πίνακας 17: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων του α΄ πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	64311,5630	21437,1877	28,7274***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	5253,1250	2626,5625	3,5198ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	4477,3750	746,2292	
ΣΥΝΟΛΟ	11	74042,0630		



Διάγραμμα 10: Ο μέσος αριθμός φύλλων α΄ πλάγιων βλαστών των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=99,137 και HSD=77,210 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.2.7 Μήκος β' πλάγιου βλαστού (cm)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του μήκους β' πλάγιων βλαστών των ΑΦΦ στη φυτεία των Σπάτων (Πιν.18). Αντίθετα στη φυτεία ΓΠΑ υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του μήκους των β' πλάγιων βλαστών των ΑΦΦ (Πιν. 19).

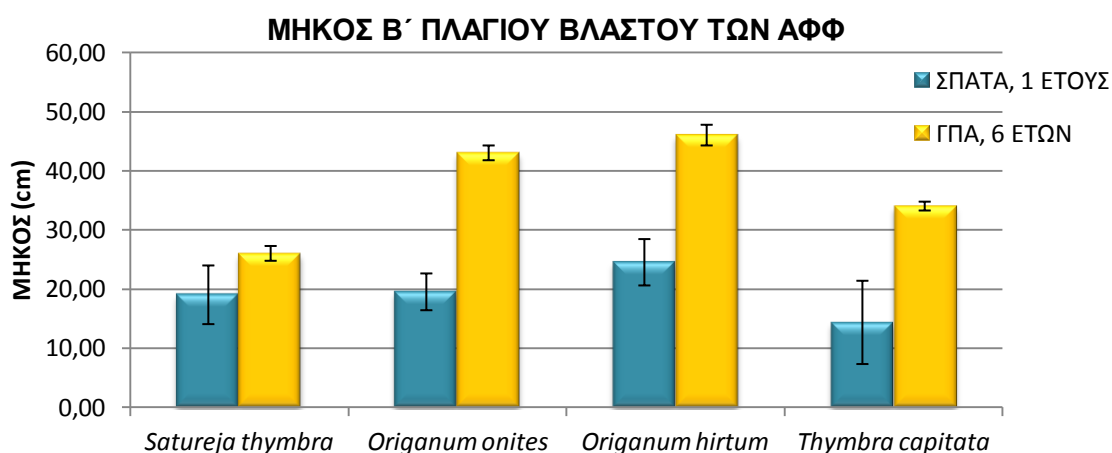
Στο ΓΠΑ τα *O. onites* και *O. hirtum* διέφεραν στατιστικά σημαντικά από το *T. capitata* και *S. thymbra*. Ταυτόχρονα το *T. capitata* διέφερε σημαντικά από το *S.thymbra*. Συγκεκριμένα η μεγαλύτερη μέση τιμή του μήκους β' πλάγιου βλαστού παρατηρήθηκε στο είδος *O.hirtum* (46cm) ενώ η μικρότερη στο είδος *S. thymbra* (26cm). Στα Σπάτα, παρότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις, η μεγαλύτερη μέση τιμή του μήκους β' πλάγιου βλαστού παρατηρήθηκε επίσης στο είδος *O. hirtum* (24,50cm) και η μικρότερη στο είδος *T. capitata* (14,33cm) (Διαγρ. 11).

Πίνακας 18: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος του β' πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	155,5000	51,8333	1,5668ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	29,1667	14,5834	0,4408ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	198,5000	33,0833	
ΣΥΝΟΛΟ	11	383,167		

Πίνακας 19: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος του β' πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	740,2500	246,7500	109,6667***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	12,5000	6,2500	2,7778ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	13,5000	2,2500	
ΣΥΝΟΛΟ	11	766,2500		



Διάγραμμα 11: Το μέσο μήκος των β' πλάγιων βλαστών των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=16,257 και HSD=4,239 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.2.8 Αριθμός φύλλων β' πλάγιου βλαστού

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των β' πλάγιων βλαστών των ΑΦΦ στη φυτεία των Σπάτων (Πιν.20). Στη φυτεία ΓΠΑ υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των β' πλάγιων βλαστών των ΑΦΦ (Πιν. 21).

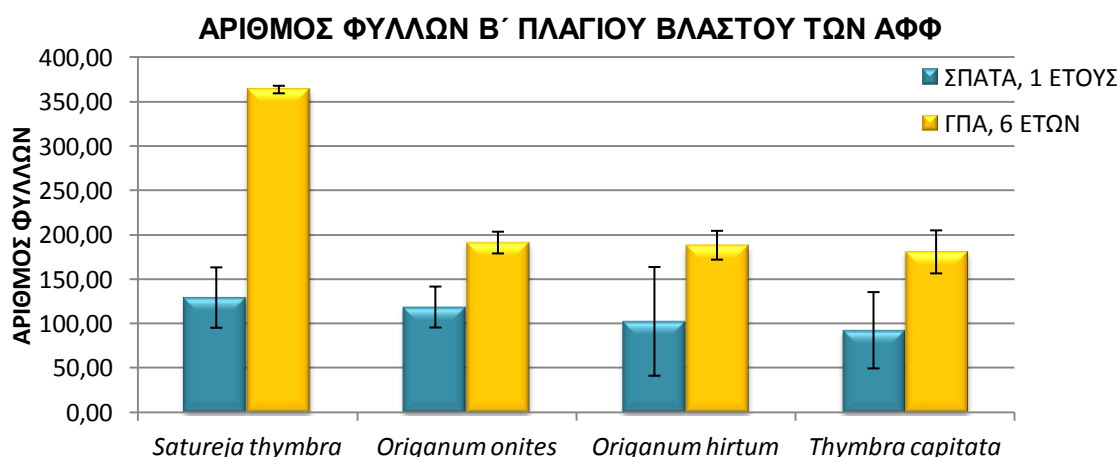
Στο ΓΠΑ Το *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη. Η μεγαλύτερη μέση τιμή του αριθμού των φύλλων παρατηρήθηκε στο *S. thymbra* (364) και η μικρότερη τιμή στο *T. capitata* (181) Στα Σπάτα, παρότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις, η μεγαλύτερη μέση τιμή του αριθμού των φύλλων παρατηρήθηκε στο είδος *S. thymbra* (129,50) και η μικρότερη στο είδος *T. capitata* (92,67) (Διαγρ. 12).

Πίνακας 20: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων του β' πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	2427,4170	809,1390	0,3326ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	14350,7920	7175,3960	2,9495ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	14596,7080	2432,7847	
ΣΥΝΟΛΟ	11	31374,9170		

Πίνακας 21: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων του β' πλάγιου βλαστού των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	70665,7500	23555,2500	69,2632***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	144,5000	72,2500	0,2124ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	2040,5000	340,0833	
ΣΥΝΟΛΟ	11	72850,7500		



Διάγραμμα 12: Ο μέσος αριθμός φύλλων β' πλάγιων βλαστών των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=139,410 και HSD=52,124 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.2.9 Ρυθμός Αύξησης Ύψους των ΑΦΦ

Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των ειδών, των φυτειών και της αλληλεπίδρασής τους ως προς τις μέσες τιμές του ρυθμού αύξησης του ύψους των ΑΦΦ (Πιν. 22).

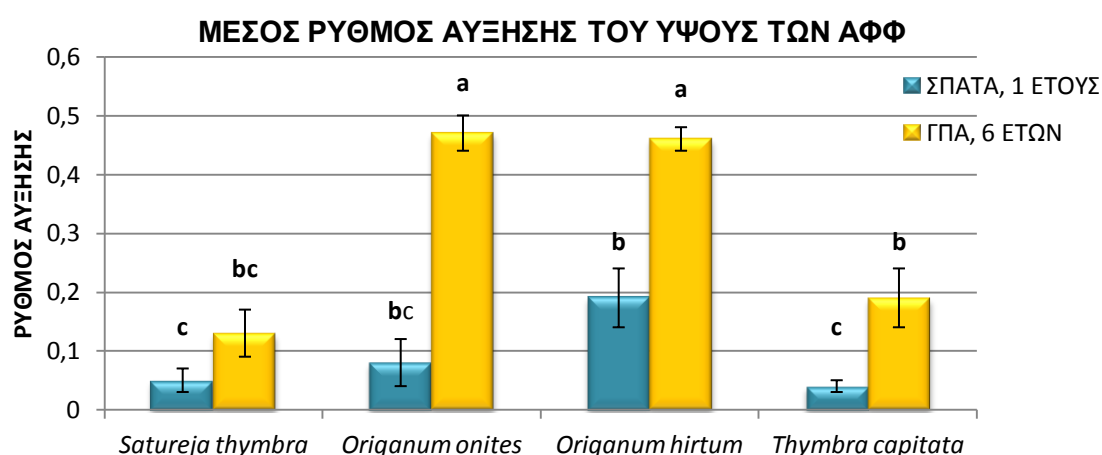
Στο ΓΠΑ τα είδη *O. onites* και *O. hirtum* παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά με τα *S. thymbra* και *T. capitata*. Στα Σπάτα τα *S. thymbra* και *T. capitata* παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά μόνο με το *O. hirtum*. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση το ρυθμό αύξησης του ύψους από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *O. onites* ΓΠΑ, *O. hirtum* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. hirtum* Σπάτα, *S. thymbra* ΓΠΑ, *O. onites* Σπάτα, *S. thymbra* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα (Διαγρ.13).

Συγκεκριμένα στη φυτεία ΓΠΑ το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης ύψους είχαν τα είδη *O. onites* (0,46) και *O. hirtum* (0,47) και το μικρότερο είχε το είδος *S. thymbra* (0,13). Αντίθετα στα Σπάτα το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης ύψους είχε το είδος *O. hirtum* (0,19) και το μικρότερο το είδος *T. capitata* (0,04) (Διαγρ.13).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας των φυτειών και των φυτικών ειδών ήταν στατιστικά σημαντική και οι διαφορές των γειτονικών μέσων συγκρινόμενες με το δείκτη έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD) της αλληλεπίδρασης έδειξαν ότι μόνο διαφορά των μέσων *O. hirtum*-*T. capitata* του ΓΠΑ είναι σημαντική (Διαγρ.13).

Πίνακας 22: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ρυθμό αύξησης του ύψους των ΑΦΦ, στα ΣΠΑΤΑ και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

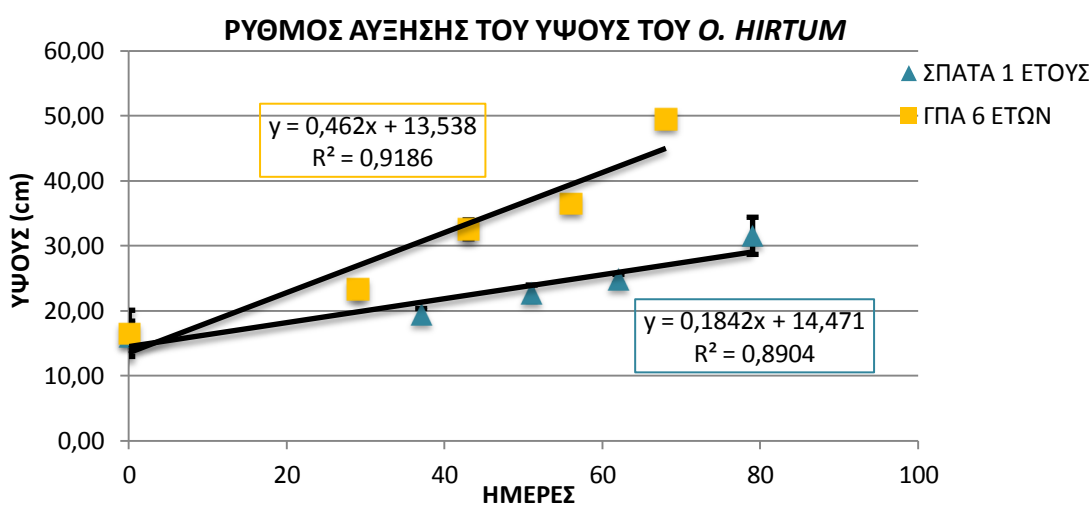
ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	0,3015	0,3015	191,0702***
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,2424	0,0808	51,2145***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0081	0,0041	2,5692 ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,0855	0,0285	18,0708***
ΣΦΑΛΜΑ	14	0,0221	0,0016	
ΣΥΝΟΛΟ	23	0,6597		



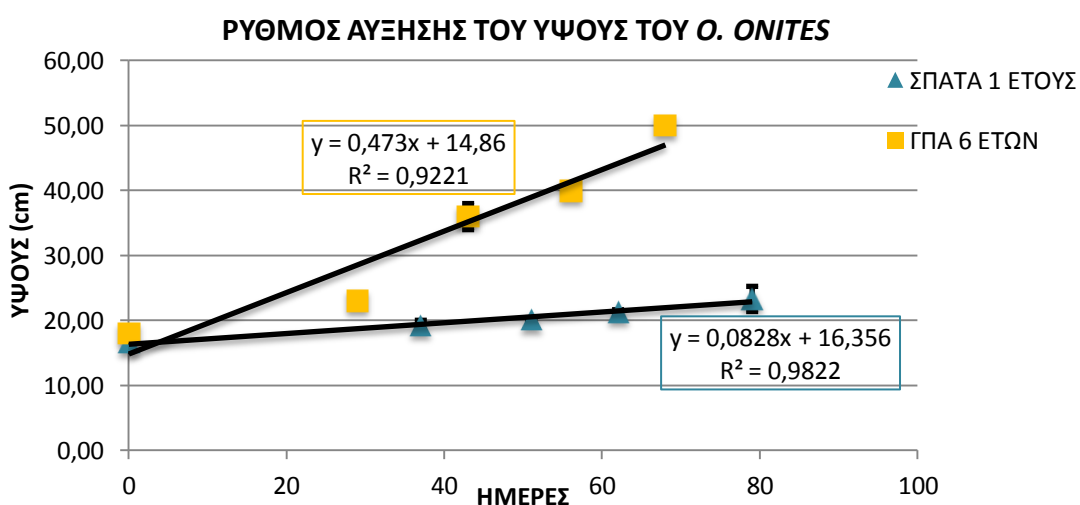
Διάγραμμα 13: Ο Ρυθμός Αύξησης του Μέσου Ύψους των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=0,115 σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

Η περιγραφή της αύξησης του ύψους έγινε με τη χρήση της εξίσωσης της παλινδρόμησης. Τα δεδομένα έδειξαν να προσαρμόζονται ικανοποιητικά στη συγκεκριμένη εξίσωση με συντελεστή προσδιορισμού R^2 να κυμαίνεται από 0,57-0,928. Όσο πιο κοντά στη τιμή 1 τόσο καλύτερη η προσαρμογή των δεδομένων στη εξίσωση. Ο χρόνος (ημέρες) μέσω του συντελεστή R^2 εξηγεί τη συνολική παραλλακτικότητα του είδους για το ύψος. Αναλυτικότερα οι ρυθμοί αύξησης ύψους κάθε είδους συγκριτικά για τις δυο φυτείες παρουσιάζονται στα επόμενα διαγράμματα (Διαγρ. 14, 15, 16 & 17).

Συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης ύψους στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,46$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,18$. (Διαγρ. 14). Το είδος *O. onites* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης ύψους στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,47$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,08$. (Διαγρ. 15).



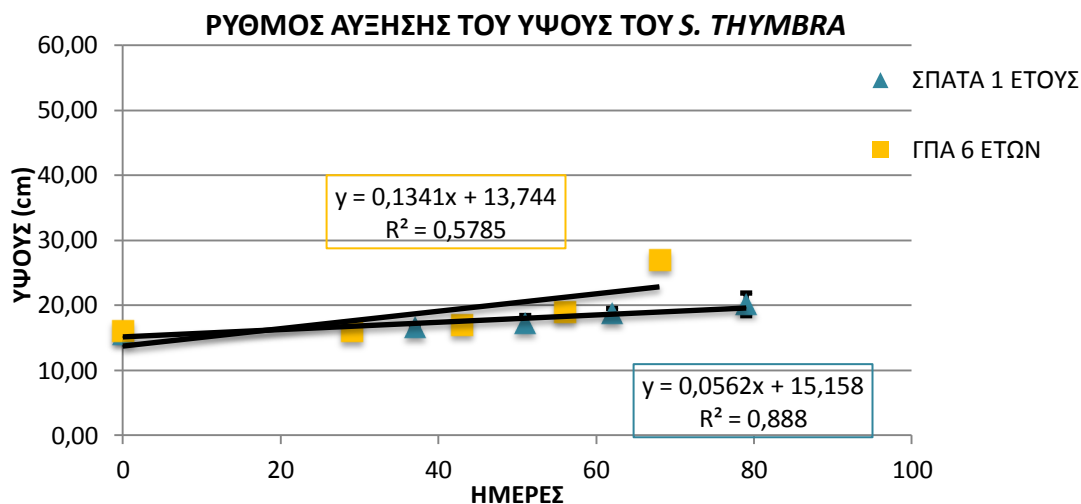
Διάγραμμα 14: Η χρονική πορεία αύξησης του ύψους του *O. hirtum* στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



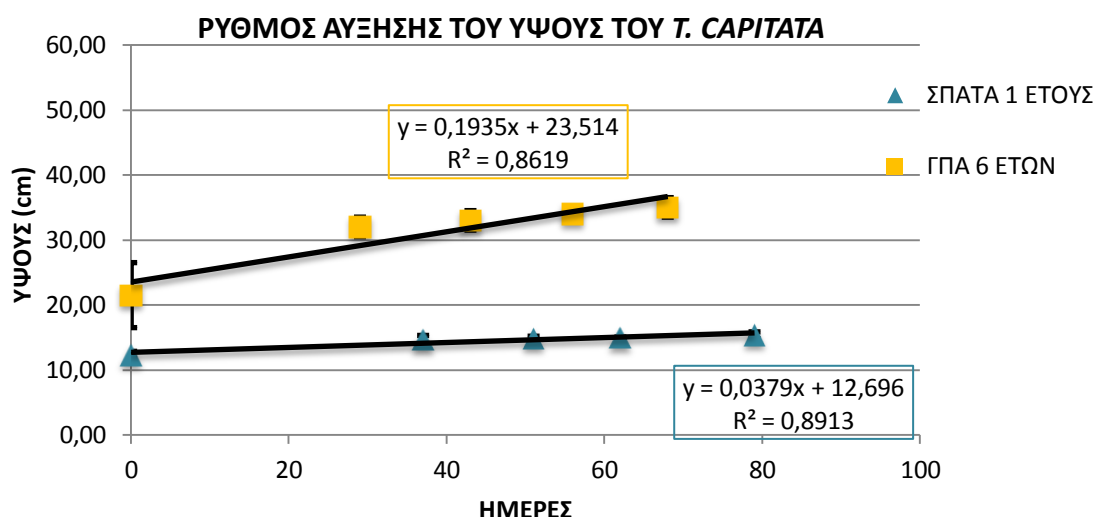
Διάγραμμα 15: Η χρονική πορεία αύξησης του ύψους του *O. onites* στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

Το είδος *S. thymbra* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης ύψους στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,13$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,06$. Επιπλέον το *S. thymbra* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας του ΓΠΑ (Διαγρ. 16).

Το είδος *T. capitata* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης ύψους στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,19$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,04$. Επιπλέον το *T. capitata* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας των Σπάτων (Διαγρ. 17).



Διάγραμμα 16: Η χρονική πορεία αύξησης του ύψους του *S. thymbra* στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



Διάγραμμα 17: Η χρονική πορεία αύξησης του ύψους του *T. capitata* στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

3.2.10 Ρυθμός Αύξησης Διαμέτρου της κόμης των ΑΦΦ

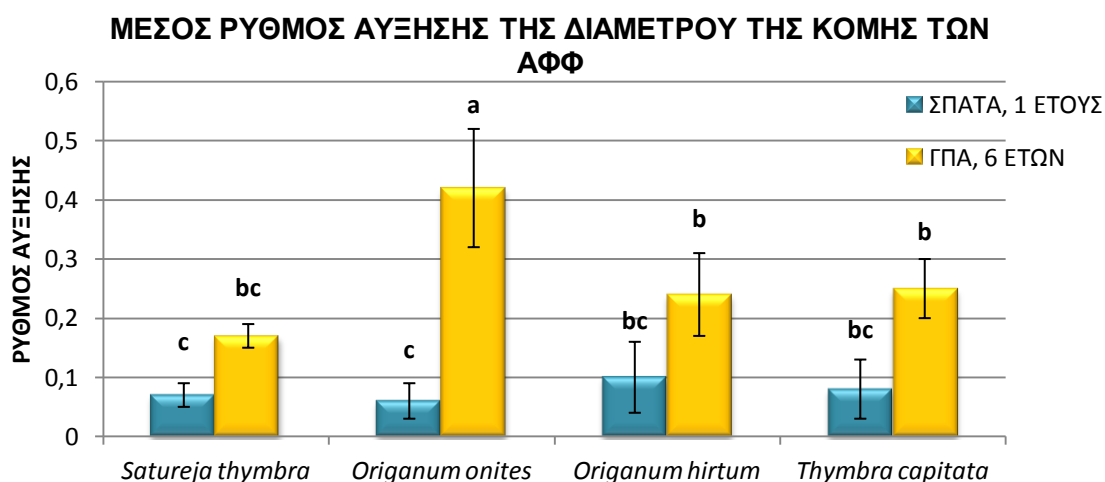
Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των ειδών, των επαναλήψεων και των φυτειών ως προς τις μέσες τιμές του ρυθμού αύξησης της διαμέτρου των ΑΦΦ (Πιν. 23).

Στη φυτεία του ΓΠΑ το είδος *O. onites* παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο με το *T. capitata*. Στη φυτεία των Σπάτων δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των ειδών. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση το ρυθμό αύξησης για τη διάμετρο της κόμης από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *O. onites* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. hirtum* ΓΠΑ, *S. thymbra* ΓΠΑ, *O. hirtum* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα, *S. thymbra* Σπάτα, *O. onites* Σπάτα (Διαγρ. 18).

Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου της κόμης είχε το *O. onites* (0,42) και το μικρότερο το *S.thymbra* (0,17). Αντίθετα στα Σπάτα το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου της κόμης είχε το *O. hirtum* (0,10) και το μικρότερο το *O. onites* (0,06) (Διαγρ.18).

Πίνακας 23 : Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ρυθμό αύξησης της διαμέτρου της κόμης των ΑΦΦ, στα ΣΠΑΤΑ και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	0,2262	0,2262	63,5384***
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,0452	0,1506	4,2364*
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0042	0,0021	5,8842**
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,0628	0,0209	0,5934ns
ΣΦΑΛΜΑ	14	0,0498	0,0036	
ΣΥΝΟΛΟ	23	0,3883		

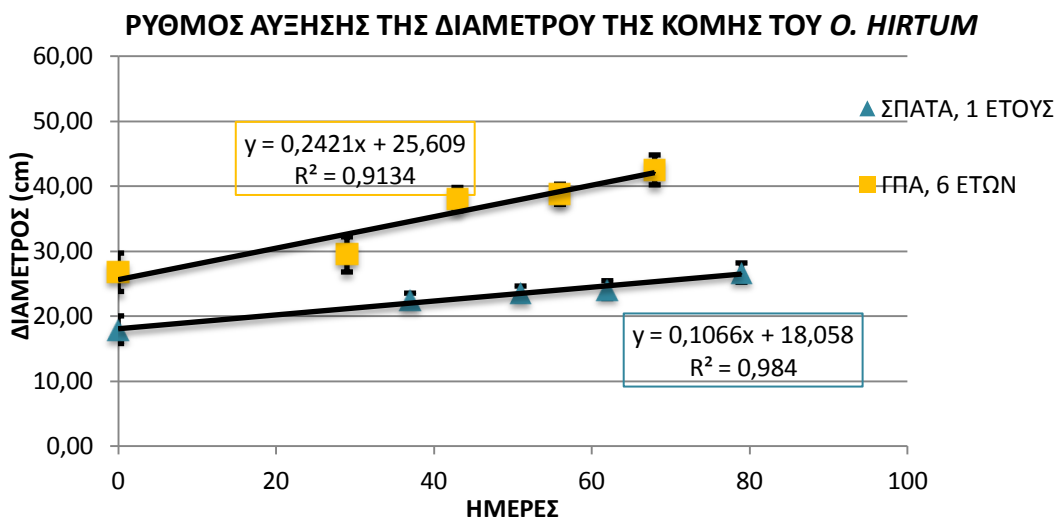


Διάγραμμα 18: Ο Ρυθμός Αύξησης της Μέσης Διαμέτρου της κόμης των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=0,173 σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

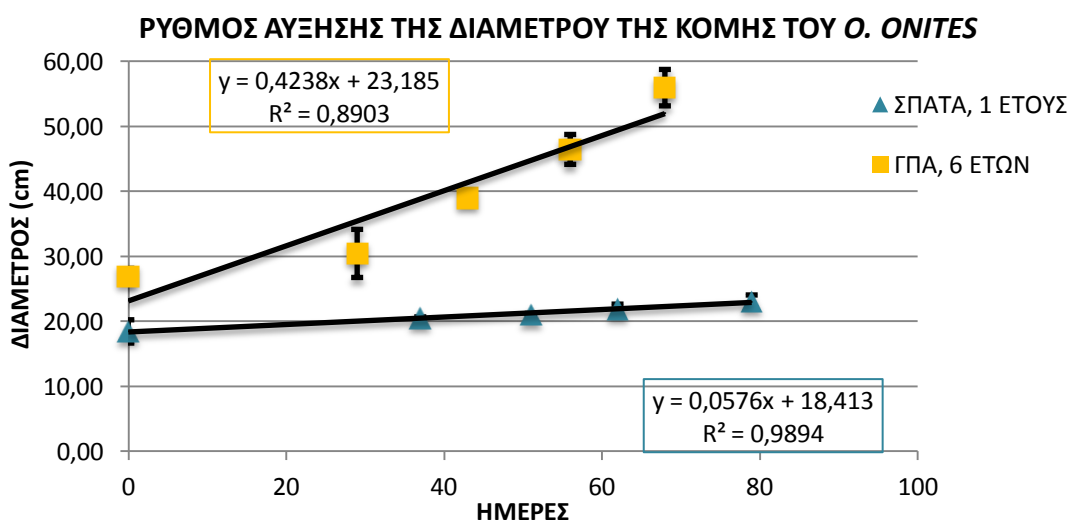
Η περιγραφή της αύξησης της διαμέτρου έγινε με τη χρήση της εξίσωσης της παλινδρόμησης. Τα δεδομένα έδειξαν να προσαρμόζονται ικανοποιητικά στη συγκεκριμένη εξίσωση με συντελεστή προσδιορισμού R^2 να κυμαίνεται από 0,89-0,99. Όσο πιο κοντά στη τιμή 1 τόσο καλύτερη η προσαρμογή των δεδομένων στη εξίσωση.

Ο χρόνος (ημέρες) μέσω του συντελεστή R^2 εξηγεί τη συνολική παραλλακτικότητα του είδους για τη διάμετρο. Αναλυτικότερα οι ρυθμοί αύξησης της διαμέτρου κάθε είδους συγκριτικά για τις δυο φυτείες παρουσιάζονται στα επόμενα διαγράμματα (Διαγρ. 19, 20, 21 & 22).

Συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,24$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,11$. (Διαγρ. 19). Το είδος *O. onites* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,42$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,06$. Επιπλέον το *O. onites* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας των Σπάτων. (Διαγρ. 20).



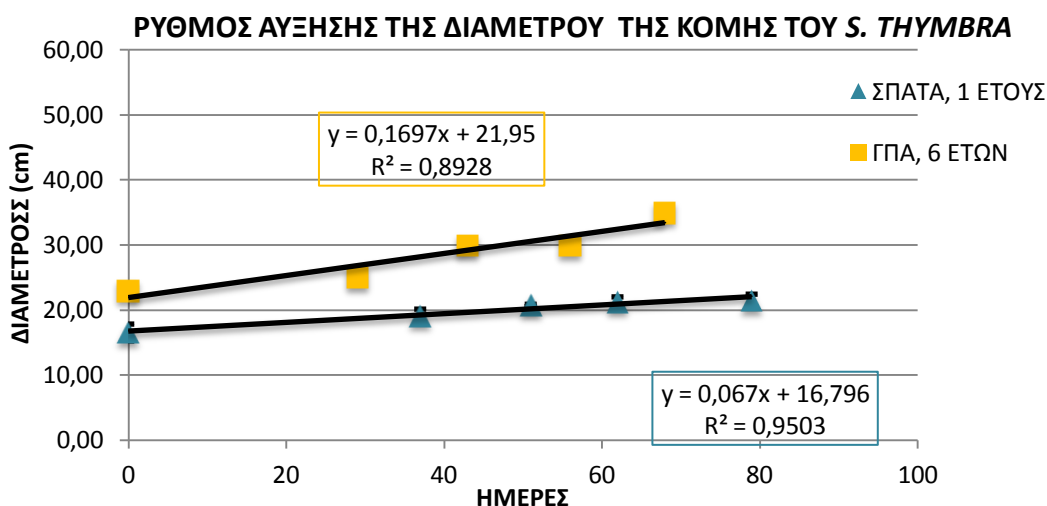
Διάγραμμα 19: Η χρονική πορεία αύξησης της διαμέτρου της κόμης του *O. hirtum* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



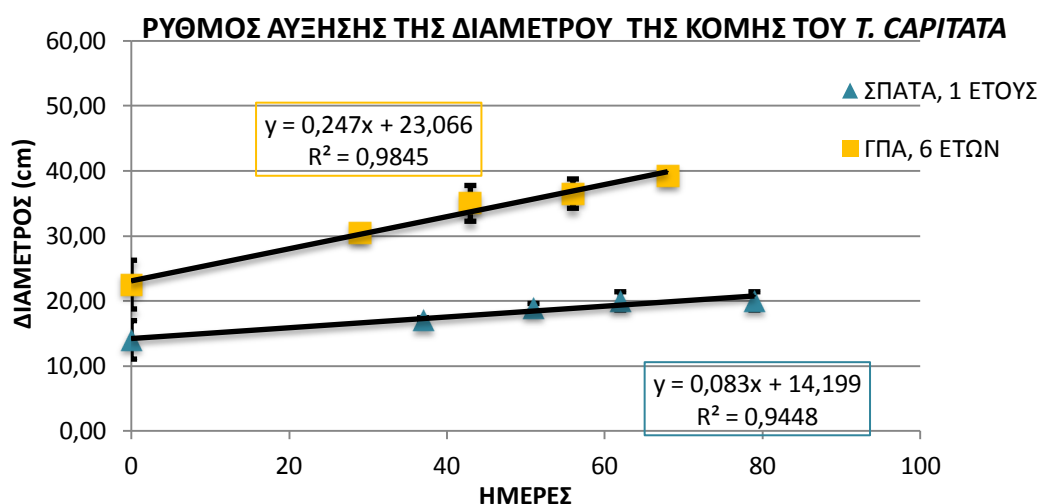
Διάγραμμα 20: Η χρονική πορεία αύξησης της διαμέτρου της κόμης του *O. onites* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

Το είδος *S. thymbra* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,16$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,07$. Επιπλέον το *S. thymbra* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας του ΓΠΑ (Διαγρ.21).

Το είδος *T. capitata* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,25$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,08$ (Διαγρ.22).



Διάγραμμα 21: Η χρονική πορεία αύξησης της διαμέτρου της κόμης του *S. thymbra* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



Διάγραμμα 22: Η χρονική πορεία αύξησης της διαμέτρου της κόμης του *T. capitata* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

3.2.11 Ρυθμός Αύξησης Μήκους Βλαστών των ΑΦΦ

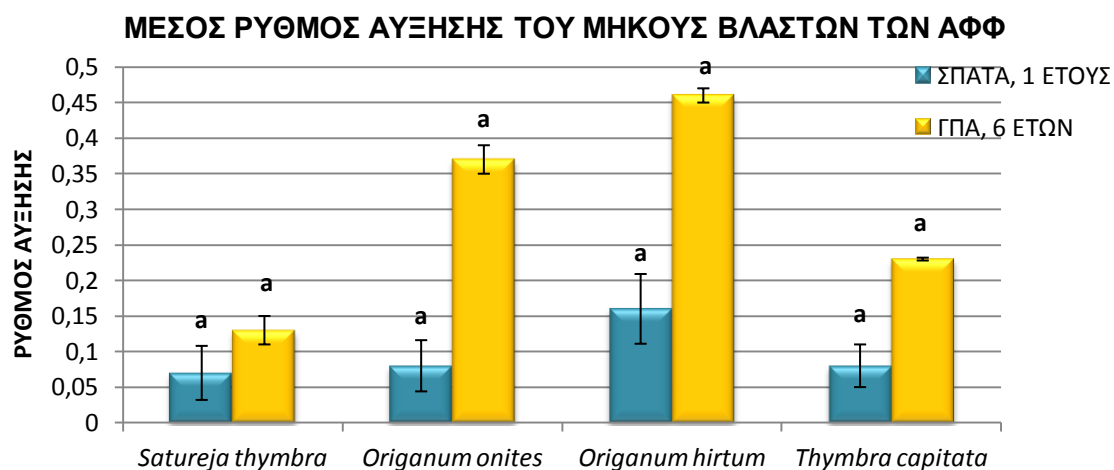
Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών, των φυτειών, των αλληλεπιδράσεων τους ως προς τις μέσες τιμές του ρυθμού αύξησης του μήκους των βλαστών των ΑΦΦ (Πιν. 24).

Ωστόσο στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση το ρυθμό αύξησης για το μήκος των βλαστών από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *O. hirtum* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 1 έτους, *S. thymbra* 6 ετών, *T. capitata* 1 έτους, *S. thymbra* 1 έτους (Διαγρ.23)

Συγκεκριμένα το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών είχαν τα είδη *O. hirtum* (0,46) και το *O. onites* (0,34) στα Σπάτα και στο ΓΠΑ αντίστοιχα. Ενώ το μικρότερο ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών είχε το είδος *S. thymbra* (0,13) στη φυτεία ΓΠΑ και (0,07) στα Σπάτα (Διαγρ. 23).

Πίνακας 24: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών των ΑΦΦ, στα ΣΠΑΤΑ και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	0,1121	0,1121	3,793ns
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,2682	0,0894	3,0262ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0510	0,0255	0,7811ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,0692	0,0231	0,8635ns
ΣΦΑΛΜΑ	14	0,4136	0,0295	
ΣΥΝΟΛΟ	23	0,9141		

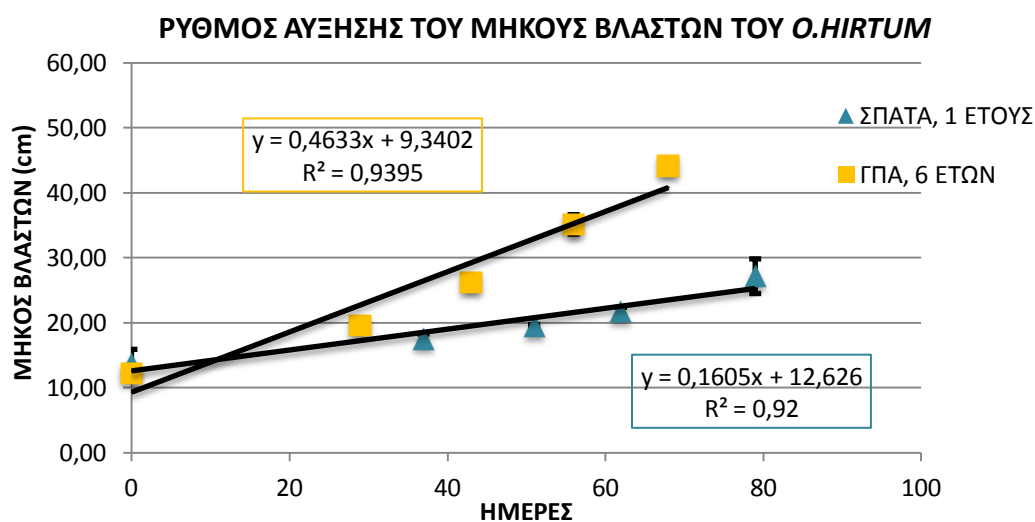


Διάγραμμα 23: Ο Ρυθμός Αύξησης του Μέσου Μήκους Βλαστών των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με $HSD=0,495$ σε $\alpha=0,05$ ίδια γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν τη μη στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

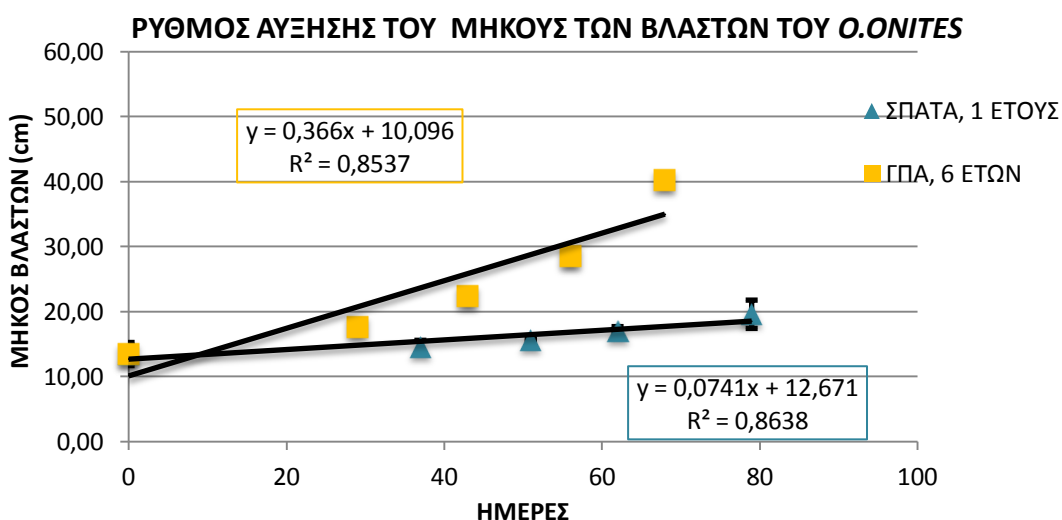
Η περιγραφή της αύξησης του μήκους των βλαστών έγινε με τη χρήση της εξίσωσης της παλινδρόμησης. Τα δεδομένα έδειξαν να προσαρμόζονται ικανοποιητικά στη συγκεκριμένη εξίσωση με συντελεστή προσδιορισμού R^2 να κυμαίνεται από 0,79-0,94. Όσο πιο κοντά στη τιμή 1 τόσο καλύτερη η προσαρμογή των δεδομένων στη εξίσωση. Ο χρόνος (ημέρες) μέσω του συντελεστή R^2 εξηγεί τη συνολική παραλλακτικότητα του

είδους για το μήκος των βλαστών. Αναλυτικότερα οι ρυθμοί αύξησης του μήκους των βλαστών κάθε είδους συγκριτικά για τις δυο φυτείες παρουσιάζονται στα επόμενα διαγράμματα (Διαγρ. 24, 25, 26 & 27).

Συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης μήκους των βλαστών στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,46$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,16$ (Διαγρ. 24). Το είδος *O. onites* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης μήκους βλαστών στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,37$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,07$ (Διαγρ. 25).



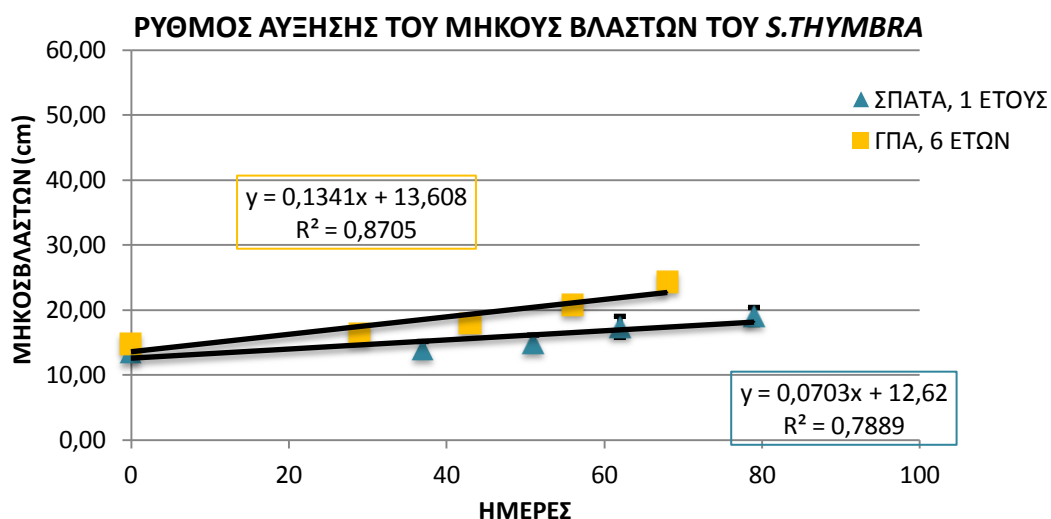
Διάγραμμα 24: Η χρονική πορεία αύξησης του μήκους των βλαστών του *O. hirtum* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



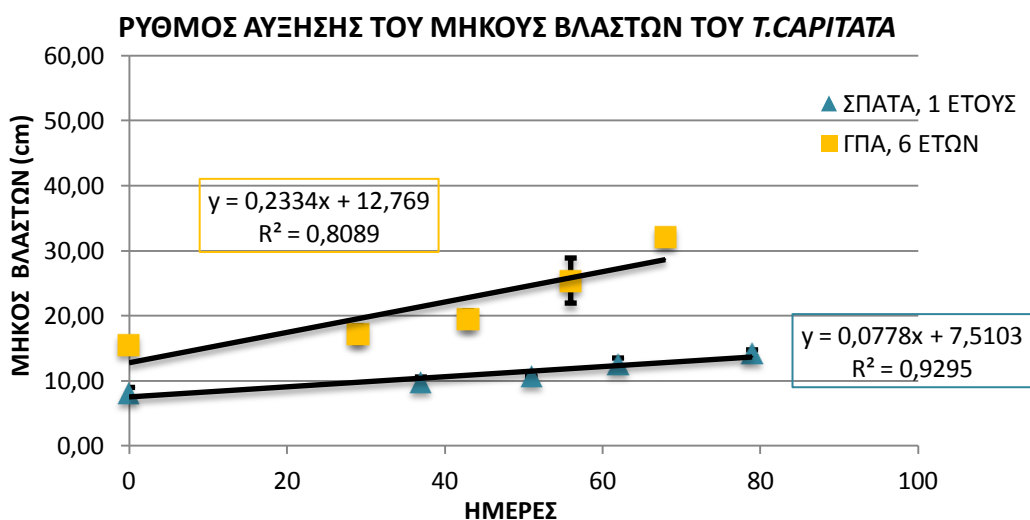
Διάγραμμα 25: Η χρονική πορεία αύξησης του μήκους των βλαστών του *O. onites* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

Το είδος *S. thymbra* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης μήκους των βλαστών στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,13$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,07$. Επιπλέον το *S. thymbra* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας του ΓΠΑ (Διαγρ. 26).

Το είδος *T. capitata* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=0,23$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,08$. Επιπλέον το *S. thymbra* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας των Σπάτων (Διαγρ. 27).



Διάγραμμα 26: Η χρονική πορεία αύξησης του μήκους των βλαστών του *S. thymbra* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



Διάγραμμα 27: Η χρονική πορεία αύξησης του μήκους των βλαστών του *T. capitata* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

3.2.12 Ρυθμός Αύξησης Αριθμού Φύλλων των ΑΦΦ

Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτειών και της αλληλεπίδρασης φυτειών-φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του ρυθμού αύξησης του αριθμού φύλλων των ΑΦΦ (Πιν. 25).

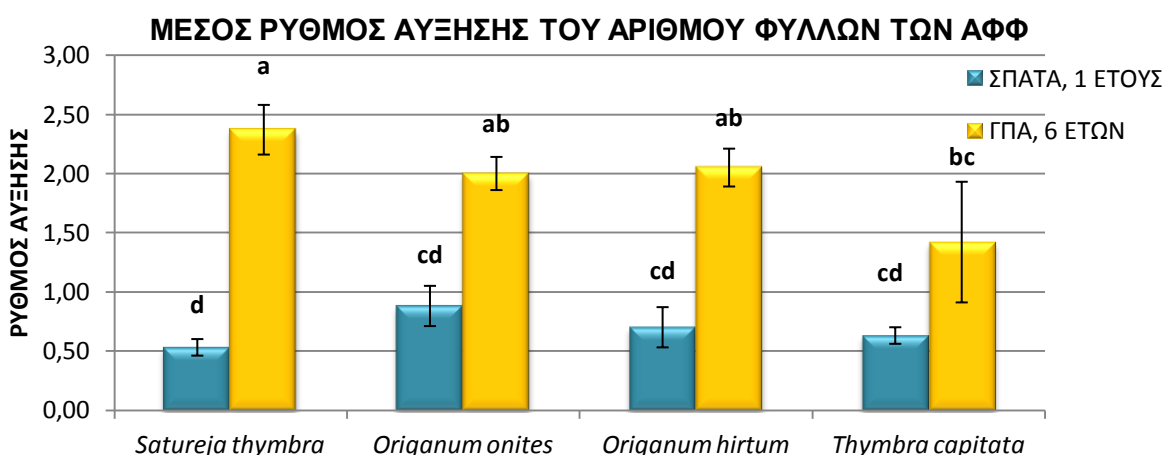
Στη φυτεία ΓΠΑ και Σπάτων δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών. Στη συνδυασμένη ανάλυση για το ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων η σειρά κατάταξης από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* ΓΠΑ, *O. hirtum* ΓΠΑ, *O. onites* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. onites* Σπάτα, *O. hirtum* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα, *S. thymbra* Σπάτα (Διαγρ. 28).

Στο ΓΠΑ το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων είχε το είδος *S. thymbra* (2,37) και το μικρότερο το *T. capitata* (1,42). Αντίθετα στα Σπάτα το μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων είχε το *O. onites* (0,53) και το μικρότερο το είδος *S. thymbra* (0,53) (Διαγρ. 28).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας των φυτειών και των φυτικών ειδών ήταν στατιστικά σημαντική και οι διαφορές των γειτονικών μέσων συγκρινόμενες με το δείκτη έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD) της αλληλεπίδρασης έδειξαν ότι καμία διαφορά των μέσων δεν είναι σημαντική.

Πίνακας 25: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων των ΑΦΦ, στα ΣΠΑΤΑ και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014

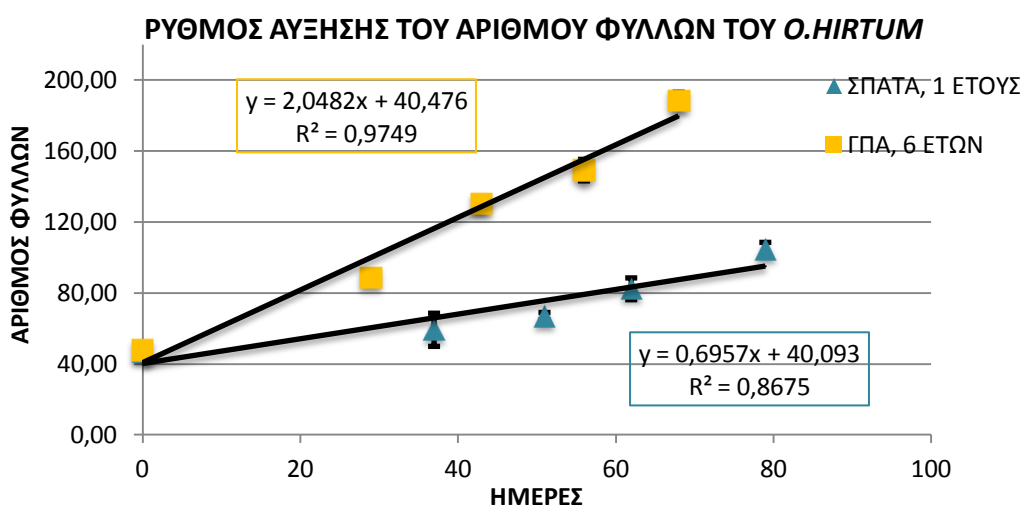
ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	9,7538	9,7538	112,9552***
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,7176	0,2392	2,7702ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0825	0,0413	0,478ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,8794	0,2931	3,395*
ΣΦΑΛΜΑ	14	1,2089	0,0864	
ΣΥΝΟΛΟ	23	12,6423		



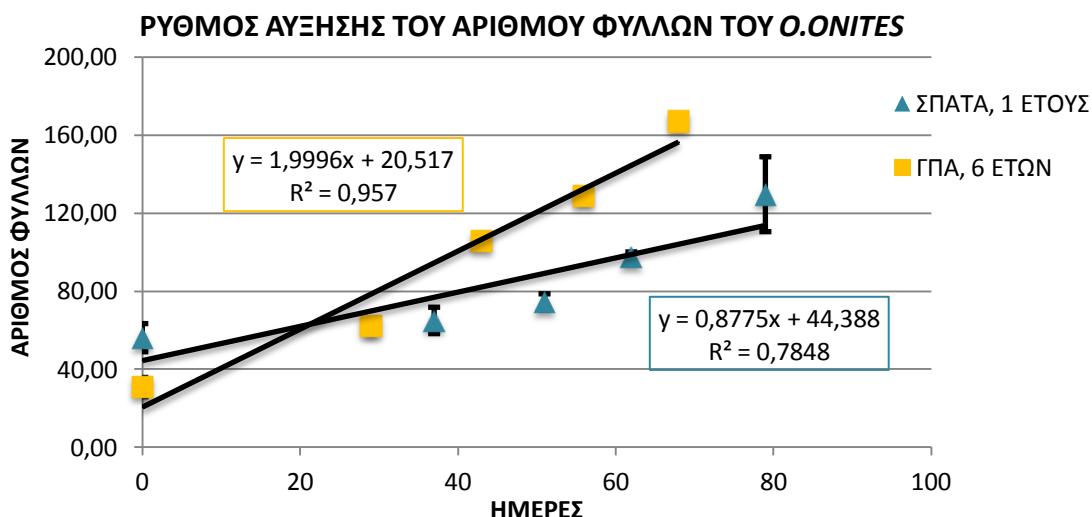
Διάγραμμα 28: Ο Ρυθμός Αύξησης του Μέσου Αριθμού Φύλλων των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με $HSD=0,847$ σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

Η περιγραφή της αύξησης του αριθμού φύλλων των βλαστών έγινε με τη χρήση της εξίσωσης της παλινδρόμησης. Τα δεδομένα έδειξαν να προσαρμόζονται ικανοποιητικά στη συγκεκριμένη εξίσωση με συντελεστή προσδιορισμού R^2 να κυμαίνεται από 0,78-0,97. Όσο πιο κοντά στη τιμή 1 τόσο καλύτερη η προσαρμογή των δεδομένων στη εξίσωση. Ο χρόνος (ημέρες) μέσω του συντελεστή R^2 εξηγεί τη συνολική παραλλακτικότητα του είδους για τον αριθμό των φύλλων των βλαστών. Αναλυτικότερα οι ρυθμοί αύξησης του μήκους των βλαστών κάθε είδους συγκριτικά για τις δυο φυτείες παρουσιάζονται στα επόμενα διαγράμματα (Διαγρ. 29, 30, 31 & 32).

Συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=2,05$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,70$ (Διαγρ. 29). Το είδος *O. onites* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=2$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,88$ (Διαγρ. 30).



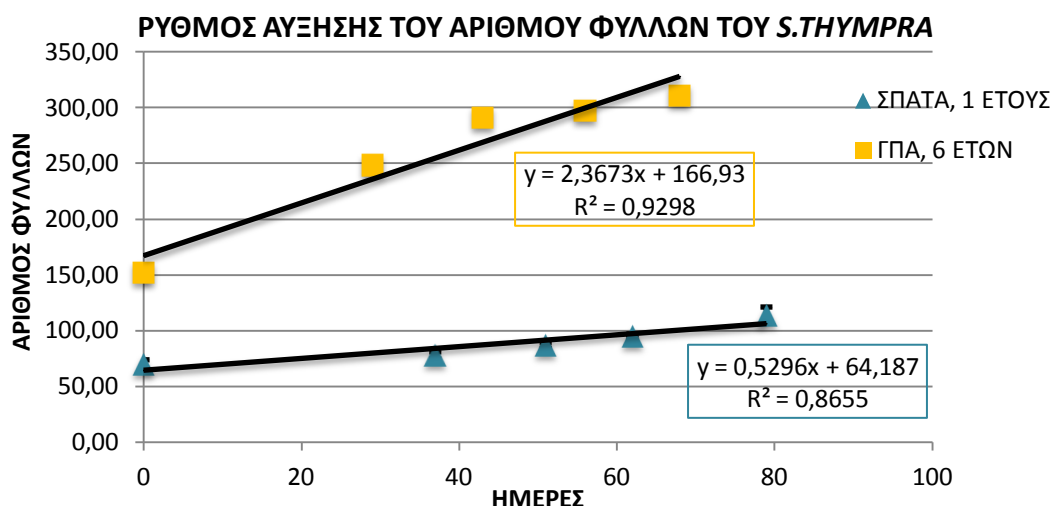
Διάγραμμα 29: Η χρονική πορεία αύξησης του αριθμού των φύλλων του *O. hirtum* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



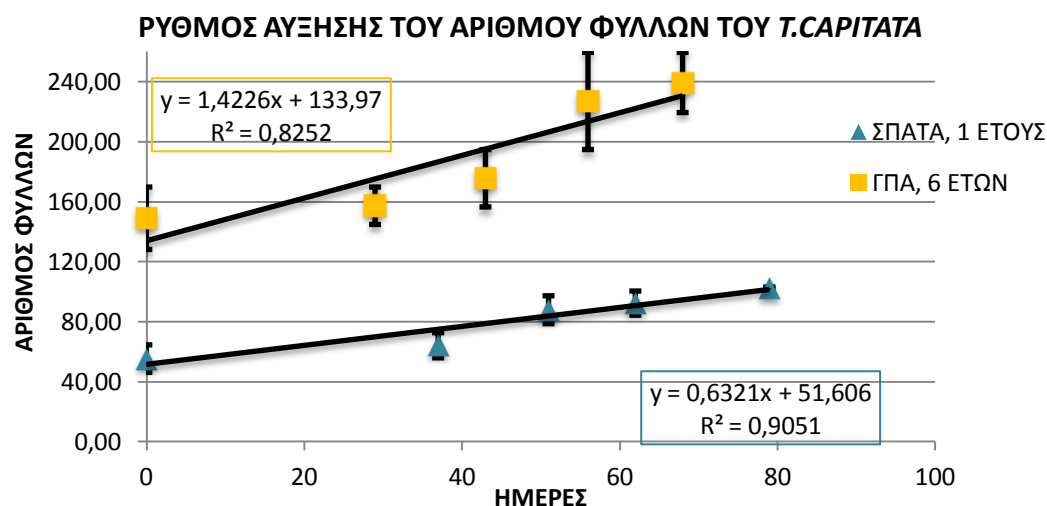
Διάγραμμα 30: Η χρονική πορεία αύξησης του αριθμού των φύλλων του *O. onites* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

Το είδος *S. thymbra* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=2,37$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,53$. Επιπλέον το *S. thymbra* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας των Σπάτων (Διαγρ.31).

Το είδος *T. capitata* είχε μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης διαμέτρου στη φυτεία ΓΠΑ με $\alpha=1,43$, ενώ στη φυτεία των Σπάτων ήταν $\alpha=0,63$. Επιπλέον το *T. capitata* είχε το μικρότερο ρυθμό αύξησης από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας του ΓΠΑ (Διαγρ.32).



Διάγραμμα 31: Η χρονική πορεία αύξησης του αριθμού των φύλλων του *S. thymbra* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.



Διάγραμμα 32: Η χρονική πορεία αύξησης του αριθμού των φύλλων του *T. capitata* στα ΣΠΑΤΑ και ΓΠΑ, από το στάδιο αναβλάστησης έως την ανθοφορία. Η εξίσωση παλινδρόμησης δείχνει το συντελεστή συμμεταβολής και το συντελεστή προσδιορισμού. Οι κατακόρυφες μπάρες, δείχνουν τη τυπική απόκλιση των μέσων.

3.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά μετά την ανθοφορία

3.3.1 Μήκος ανθοφόρων βλαστών (cm)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του μήκους των ανθοφόρων βλαστών των ΑΦΦ και στις δυο φυτείες (Πιν. 26 και 27).

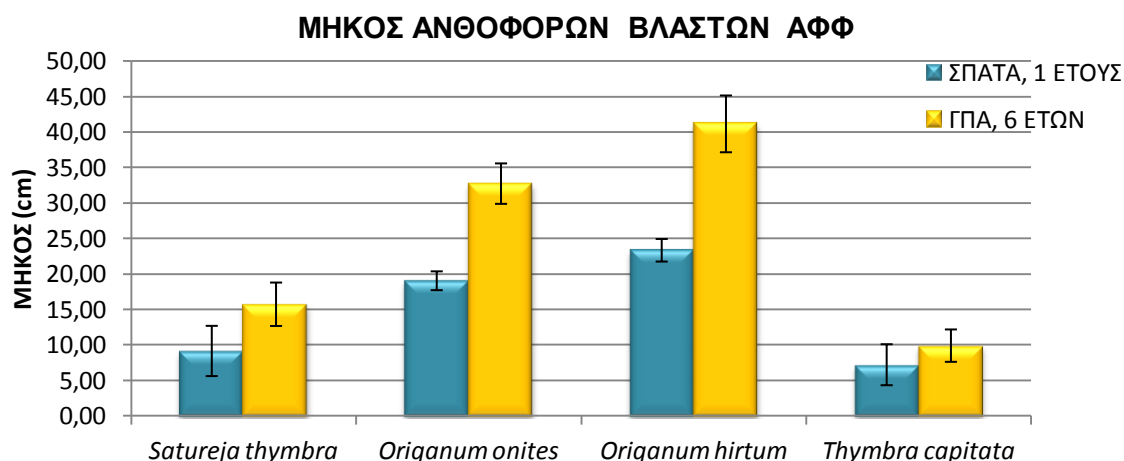
Στη φυτεία των Σπάτων και του ΓΠΑ τα είδη *O.hirtum* και *O.onites* είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά με τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata*. Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ τη μεγαλύτερη τιμή μήκους των ανθοφόρων βλαστών είχε το είδος *O.hirtum* (41,17cm) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *T.capitata* (9,92cm). Η φυτεία των Σπάτων εμφάνισε τα ίδια αποτελέσματα, συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη τιμή του μήκους των ανθοφόρων βλαστών είχε το είδος *O.hirtum* (23,36cm) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *T.capitata* (7,22cm). (Διαγρ. 33).

Πίνακας 26: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος ανθοφόρων βλαστών των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	541,6566	180,5522	21,5220**
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	11,6370	5,8185	0,6936ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	50,3352	8,3892	
ΣΥΝΟΛΟ	11	603,6288		

Πίνακας 27: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος ανθοφόρων βλαστών των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1903,3490	634,4497	49,1517***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	31,0104	15,5052	1,2012ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	77,4479	12,9080	
ΣΥΝΟΛΟ	11	2011,8073		



Διάγραμμα 33: Το Μέσο Μήκος Ανθοφόρων Βλαστών των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=8,817 και HSD=10,155 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.3.2 Αριθμός φύλλων ανθοφόρων βλαστών

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των ΑΦΦ στα Σπάτα (Πιν. 28). Αντίθετα στη φυτεία του ΓΠΑ υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των φύλλων των ΑΦΦ (Πιν. 29).

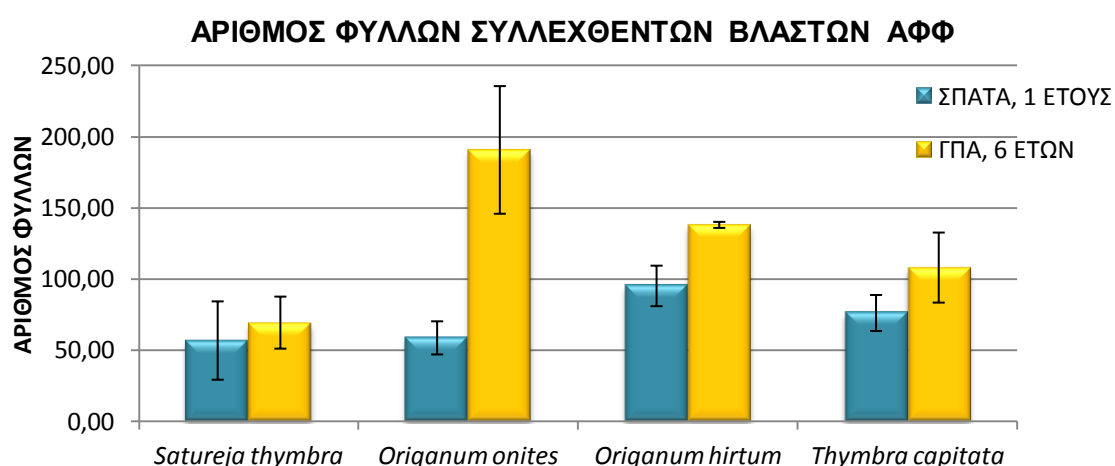
Συγκεκριμένα στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *O. onites* (190,67) με τη μεγαλύτερη τιμή αριθμού φύλλων είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με το είδος *S. thymbra* (69,33) με τη μικρότερη τιμή. Αντίθετα στα Σπάτα τη μεγαλύτερη τιμή αριθμού φύλλων είχε το είδος *O. hirtum* (95,11) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *S. thymbra* (56,72) χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους (Διαγρ. 34).

Πίνακας 28: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων ανθοφόρων βλαστών των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	2889,4184	963,1395	2,3006ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	2792,5312	1396,2656	3,3352ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	2511,8903	418,6484	
ΣΥΝΟΛΟ	11	8193,8399		

Πίνακας 29: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό φύλλων ανθοφόρων βλαστών των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	23579,6670	7859,8890	7,98*
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	1644,1250	822,0625	0,8346ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	5909,7080	984,9513	
ΣΥΝΟΛΟ	11	31133,5000		



Διάγραμμα 34: Ο Μέσος Αριθμός Φύλλων Ανθοφόρων Βλαστών των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με $HSD=57,832$ και $HSD=88,706$ Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.3.3 Μήκος ταξιανθιών (cm)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του μήκους των βλαστών των ΑΦΦ και στις δυο φυτείες (Πιν. 30 και 31).

Το είδος *O. hirtum* είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από τα υπόλοιπα είδη και στις δυο φυτείες. Επιπλέον στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *O. onites* είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με το *T. capitata*. Το *O. hirtum* (20,33cm) είχε τη μεγαλύτερη τιμή μήκους των ταξιανθιών και τη μικρότερη είχε το *T. capitata* (4,08cm). Η φυτεία των Σπάτων εμφάνισε τα ίδια αποτελέσματα, συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* (7,92cm) είχε τη μεγαλύτερη τιμή μήκους των ταξιανθιών και το *T. capitata* (1,50cm) είχε τη μικρότερη τιμή (Διαγρ. 35).

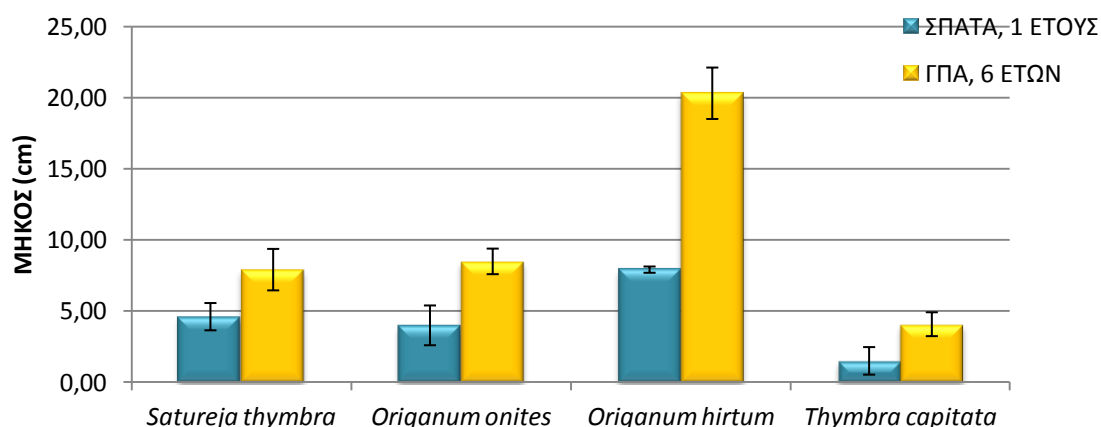
Πίνακας 30: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος ταξιανθιών των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	62,7486	20,9162	16,2039**
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	5,6005	2,8003	2,1694ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	7,7449	1,2908	
ΣΥΝΟΛΟ	11	76,0940		

Πίνακας 31: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο μήκος ταξιανθιών των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	44,6042	14,8681	64,4257***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	2,8229	1,4115	0,6136ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	13,8021	2,3004	
ΣΥΝΟΛΟ	11	461,2292		

ΜΗΚΟΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΩΝ ΑΦΦ



Διάγραμμα 35: Το Μέσο Μήκος Ταξιανθιών των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD= 3,211 και HSD=4,287 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.3.4 Αριθμός ταξιανθιών

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του αριθμού των ταξιανθιών των ΑΦΦ και στις δυο φυτείες (Πιν. 32 και 33).

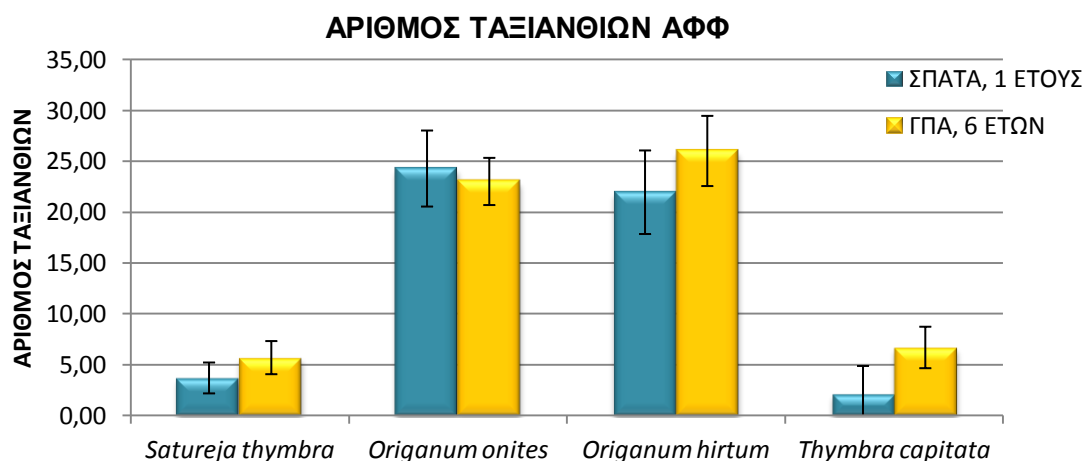
Τα είδη *O. hirtum* και *O. onites* είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata* και στις δυο φυτείες. Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ το είδος *O. hirtum* (26cm) είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή αριθμού των ταξιανθιών και το είδος *S. thymbra* (5,67cm) είχε τη μικρότερη τιμή. Στα Σπάτα το είδος *O. onites* (24,28cm) είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή αριθμού των ταξιανθιών και το είδος *T. capitata* (2,11cm) είχε τη μικρότερη τιμή (Διαγρ. 36).

Πίνακας 32: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό ταξιανθιών των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1238,3623	412,7874	30,3857***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	50,3750	25,1875	1,8541ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	81,5095	13,5849	
ΣΥΝΟΛΟ	11	1370,2468		

Πίνακας 33: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το μέσο αριθμό ταξιανθιών των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1023,3333	341,1111	42,4913***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	12,1667	6,0834	0,7578ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	48,1667	8,0278	
ΣΥΝΟΛΟ	11	1083,6667		



Διάγραμμα 36: Ο Μέσος Αριθμός Ταξιανθιών των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με $HSD=10,418$ και $HSD=8,008$ Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.4 Ξηρό Βάρος Φυτικού Υλικού

3.4.1 Ξηρό βάρος βλαστών (gr)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του ξηρού βάρους των βλαστών των ΑΦΦ και στις δυο φυτείες (Πιν. 34 και 35).

Τα είδη *O. hirtum* και *O. onites* είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά με τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata* και στις δυο φυτείες. Επιπλέον στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *O. hirtum* είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με το *O. onites* και το *O. onites* είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με τα υπόλοιπα είδη της φυτείας.

Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ το είδος *O. hirtum* (3,71gr) είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή ξηρού βάρους των βλαστών και το είδος *S. thymbra* (0,43gr) είχε τη μικρότερη τιμή. Η φυτεία των Σπάτων εμφάνισε τα ίδια αποτελέσματα, συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* (1,15gr) είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή ξηρού βάρους των βλαστών και το είδος *S. thymbra* (0,27gr) είχε τη μικρότερη τιμή. (Διαγρ. 37).

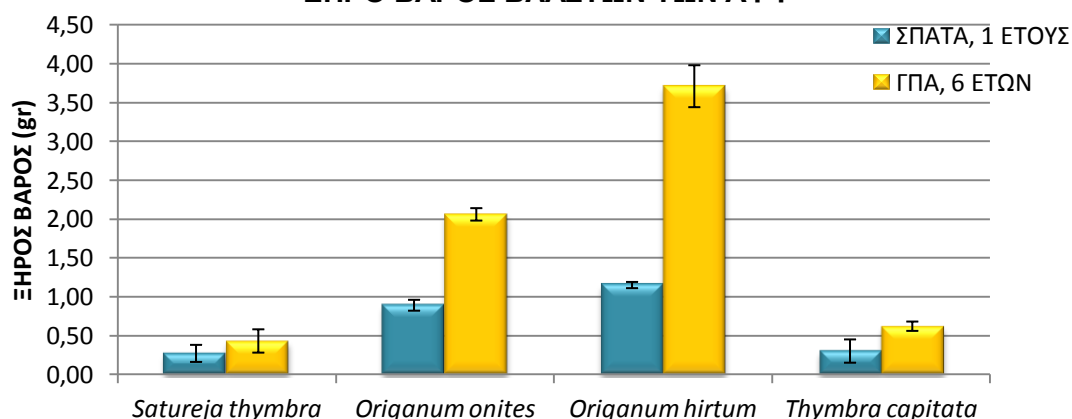
Πίνακας 34: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ξηρό βάρος βλαστών των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1,7411	0,5804	42,7349***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0167	0,0083	0,613ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	0,0815	0,0136	
ΣΥΝΟΛΟ	11	1,8392		

Πίνακας 35: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ξηρό βάρος βλαστών των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	20,8467	6,9489	192,1355***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,3005	0,1502	4,1539ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	0,2170	0,0362	
ΣΥΝΟΛΟ	11	21,3642		

ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΒΛΑΣΤΩΝ ΤΩΝ ΑΦΦ



Διάγραμμα 37: Το Μέσο Ξηρό Βάρος Βλαστών των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD= 0,330 και HSD=0,538 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.4.2 Ξηρό βάρος φύλλων (gr)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του ξηρού βάρους των φύλλων των ΑΦΦ και στις δυο φυτείες. (Πιν. 36 και 37).

Στη φυτεία ΓΠΑ τα είδη *O. hirtum* και *O. onites* είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά με τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata* και λιγότερο με το *O. onites*. Στα Σπάτα μόνο το είδος *O.hirtum* είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με τα είδη *S.thymbra* και *T.capitata*.

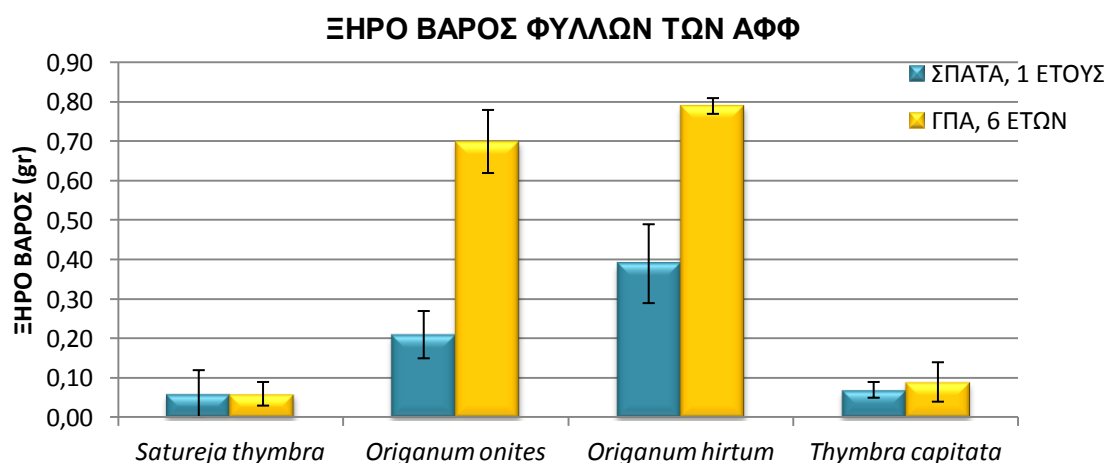
Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ το είδος *O. hirtum* (0,79gr) είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή ξηρού βάρους των φύλλων και το είδος *S.thymbra* (0,06gr) είχε τη μικρότερη τιμή. Η φυτεία των Σπάτων εμφάνισε τα ίδια αποτελέσματα, συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* (0,39gr) είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή ξηρού βάρους των φύλλων και το είδος *S. thymbra* (0,06gr) είχε τη μικρότερη τιμή (Διαγρ. 38).

Πίνακας 36: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ξηρό βάρος φύλλων των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,2098	0,0699	11,9805**
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0223	0,0112	1,9119
ΣΦΑΛΜΑ	6	0,0350	0,0058	
ΣΥΝΟΛΟ	11	0,2671		

Πίνακας 37: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ξηρό βάρος φύλλων των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1,3451	0,4484	129,0264***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0018	0,0009	0,2614ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	0,0210	0,0035	
ΣΥΝΟΛΟ	11	1,3678		



Διάγραμμα 38: Το Μέσο Ξηρό Βάρος Φύλλων των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD= 0,215 και HSD=0,167 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.4.3 Ξηρό βάρος ανθέων (gr)

Η ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του ξηρού βάρους των ανθέων των ΑΦΦ στη φυτεία των Σπάτων. Αντίθετα στη περίπτωσης της φυτείας του ΓΠΑ υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές του ξηρού βάρους των ανθέων (Πιν. 38 και 39).

Στη φυτεία ΓΠΑ, το είδος *O. hirtum* είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με τα *O. onites*, *S. thymbra* και *T. capitata*. Επιπλέον το είδος *O. onites* διέφερε με τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata*. Συγκεκριμένα το είδος *O. hirtum* (1,78gr) είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή ξηρού βάρους των ανθέων και το είδος *S. thymbra* (0,21gr) είχε τη μικρότερη τιμή. Στα Σπάτα το είδος *O. hirtum* (0,54)gr είχε τη μεγαλύτερη μέση τιμή ξηρού βάρους των ανθέων και το είδος *T. capitata* (0,09gr) είχε τη μικρότερη τιμή (Διαγρ. 39).

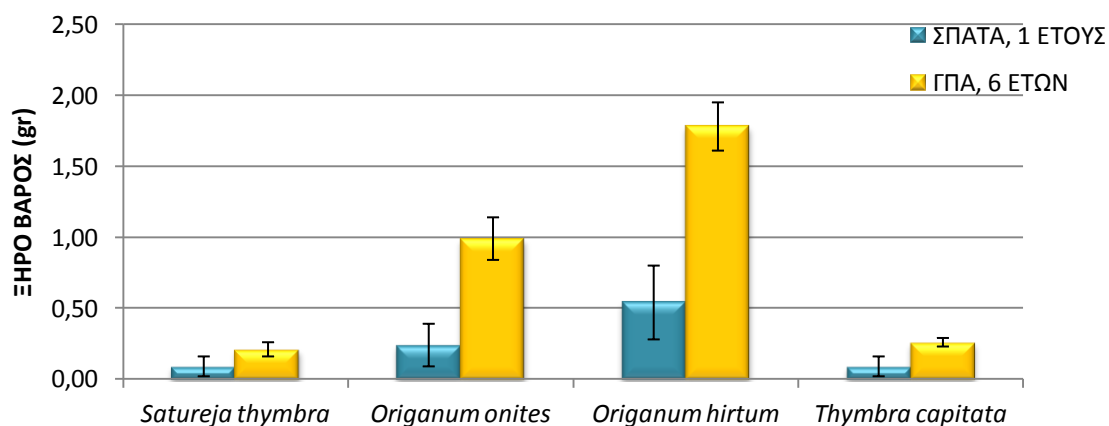
Πίνακας 38: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ξηρό βάρος ανθέων των ΑΦΦ, στη νέα φυτεία στα ΣΠΑΤΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,3991	0,1330	3,8458ns
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0434	0,0217	0,6274ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	0,2075	0,0346	
ΣΥΝΟΛΟ	11	0,6500		

Πίνακας 39: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ξηρό βάρος ανθέων των ΑΦΦ, στη μητρική φυτεία στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	Β.Ε	Α.Τ	Μ.Τ	F Ratio
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	4,8964	1,6321	92,5600***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0061	0,0031	0,1720ns
ΣΦΑΛΜΑ	6	0,1058	0,0176	
ΣΥΝΟΛΟ	11	5,0083		

ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ ΑΝΘΕΩΝ ΤΩΝ ΑΦΦ



Διάγραμμα 39: Το Μέσο Ξηρό Βάρος Ανθέων των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD= 0,526 και HSD=0,375 Σπάτων και ΓΠΑ αντίστοιχα, σε $\alpha=0,05$.

3.5 Ποσοστό Υγρασίας Φυτικού Υλικού

3.5.1 Ποσοστό υγρασίας βλαστών που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση (%)

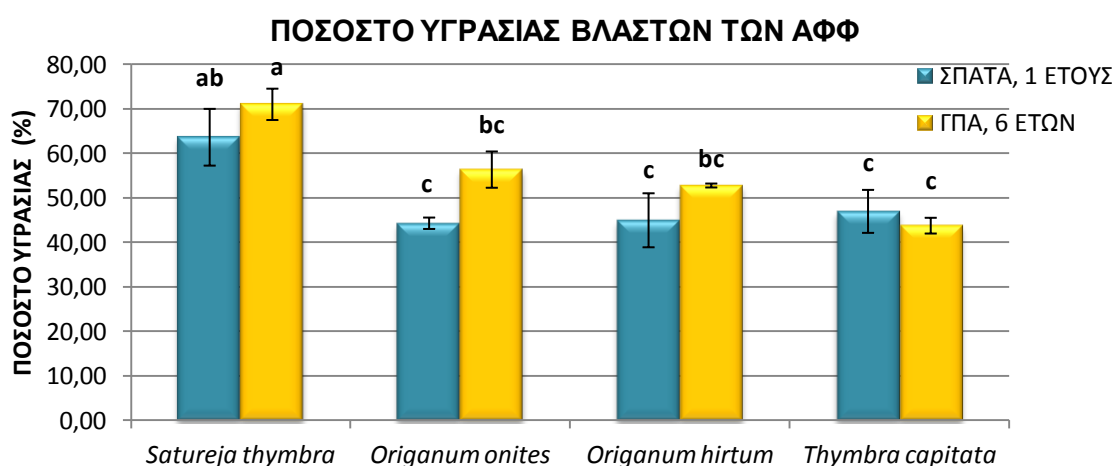
Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτειών και των φυτικών ειδών ως προς το μέσο ποσοστό υγρασίας των βλαστών των ΑΦΦ(Πιν. 40).

Στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη. Επιπλέον το *O. onites* διέφερε στατιστικά σημαντικά με το *T. capitata*. Στα Σπάτα το είδος *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση το ποσοστό υγρασίας των βλαστών από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *O. hirtum* Σπάτα, *O. onites* Σπάτα, *S. thymbra* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα, *O. hirtum* ΓΠΑ, *O. onites* ΓΠΑ, *S. thymbra* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ (Διαγρ.40).

Συγκεκριμένα στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *S. thymbra* (71,67%) είχε το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας βλαστών και το *T. capitata* (43,79%) είχε το μικρότερο ποσοστό. Αντίθετα στα Σπάτα το είδος *S. thymbra* (63,67%) είχε το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας βλαστών και το *O. onites* (44,33%) είχε το μικρότερο ποσοστό (Διαγρ.40).

Πίνακας 40: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ποσοστό υγρασίας των βλαστών των ΑΦΦ, που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	217,1415	217,1415	11,1413**
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1727,5372	575,8457	29,546***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	6,3192	3,1596	0,1621ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	189,9972	63,3324	3,2495ns
ΣΦΑΛΜΑ	14	272,8572	19,4898	
ΣΥΝΟΛΟ	23	2413,8523		



Διάγραμμα 40: Το Μέσο Ποσοστό Υγρασίας Βλαστών που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD= 12,720, σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

3.5.2 Ποσοστό υγρασίας φύλλων που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση (%)

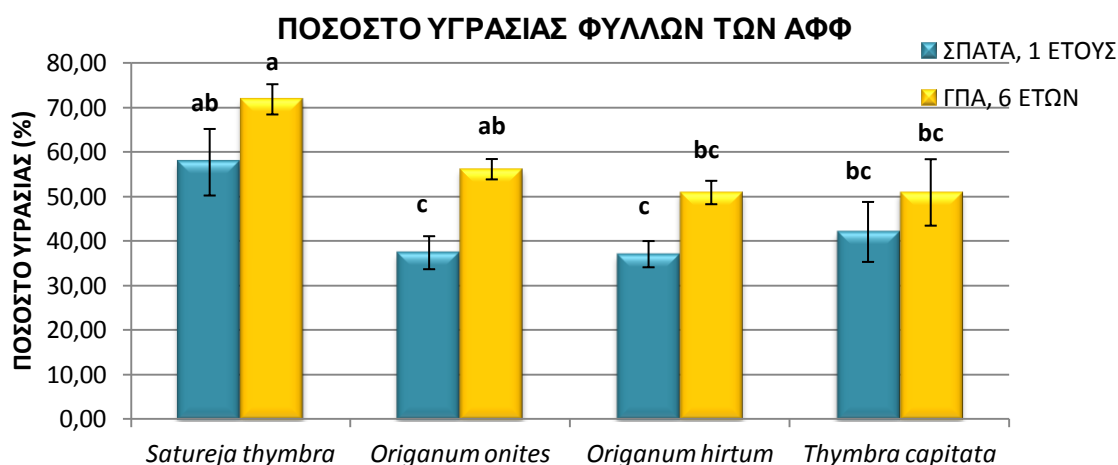
Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτειών και των φυτικών ειδών ως προς το μέσο ποσοστό υγρασίας των φύλλων των ΑΦΦ (Πιν. 41).

Στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη. Στα Σπάτα το είδος *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά μόνο με τα *O. onites* και *O. hirtum*. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση το ποσοστό υγρασίας των φύλλων από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* ΓΠΑ, *S. thymbra* Σπάτα, *O. onites* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. hirtum* ΓΠΑ, *T. capitata* Σπάτα, *O. onites* Σπάτα, *O. hirtum* Σπάτα. (Διαγρ.41).

Συγκεκριμένα στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *S. thymbra* (71,81%) είχε το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας των φύλλων και το *O. hirtum* (50,86%) είχε το μικρότερο ποσοστό. Αντίθετα στα Σπάτα το είδος *S. thymbra* (57,67%) είχε το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας των φύλλων και το *O. hirtum* (37%) είχε το μικρότερο ποσοστό (Διαγρ.41).

Πίνακας 41: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ποσοστό υγρασίας των φύλλων των ΑΦΦ, που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	1161,2068	1161,2068	37,9321***
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1659,8275	553,2758	18,0734***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	37,3920	18,6960	0,6107ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	73,5141	24,5047	0,8005ns
ΣΦΑΛΜΑ	14	428,5785	30,6128	
ΣΥΝΟΛΟ	23	3360,5189		



Διάγραμμα 41: Το Μέσο Ποσοστό Υγρασίας Φύλλων που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD= 15,941, σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

3.5.3 Ποσοστό υγρασίας ανθέων που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση (%)

Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτειών, των φυτικών ειδών και της αλληλεπίδρασής τους ως προς τις μέσες τιμές του ποσοστού υγρασίας των ανθέων των ΑΦΦ (Πιν. 42).

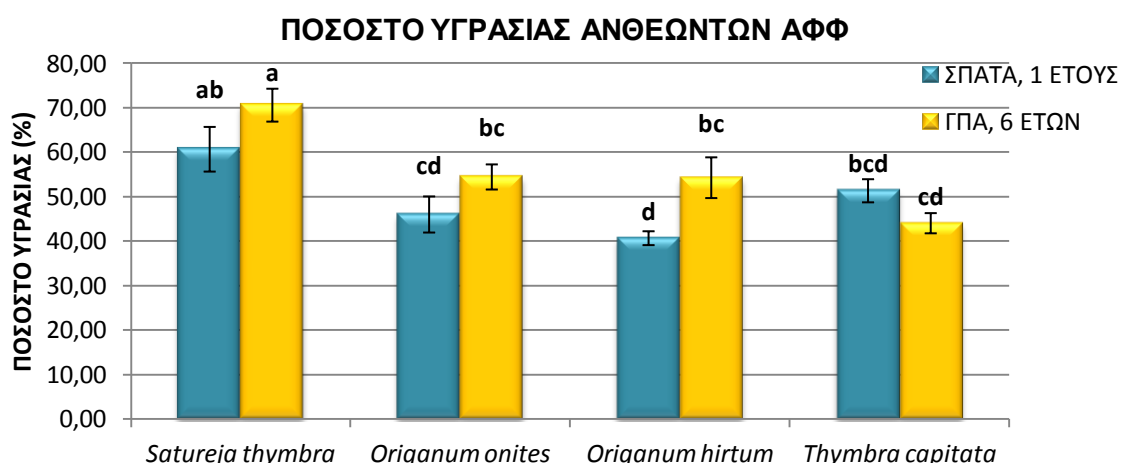
Στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη. Στα Σπάτα το είδος *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά μόνο με τα *O. onites* και *O. hirtum*. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση το ποσοστό υγρασίας των ανθέων από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* ΓΠΑ, *S. thymbra* Σπάτα, *O. onites* ΓΠΑ, *O. hirtum* ΓΠΑ, *T. capitata* Σπάτα, *O. onites* Σπάτα, *T. capitata* ΓΠΑ *O. hirtum* Σπάτα. (Διαγρ.42).

Συγκεκριμένα στη φυτεία ΓΠΑ το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας ανθέων είχε το είδος *S. thymbra* (70,58%) και το μικρότερο ποσοστό είχε το *T. capitata* (44,04%). Αντίθετα στα Σπάτα το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας ανθέων είχε το είδος *S. thymbra* (60,67%) και το μικρότερο ποσοστό είχε το *O. hirtum* (40,67%) (Διαγρ.42).

Η αλληλεπίδραση των παραγόντων ήταν στατιστικά σημαντική και οι διαφορές των γειτονικών μέσων συγκρινόμενες με το δείκτη έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD) της αλληλεπίδρασης έδειξαν ότι καμία διαφορά των μέσων δεν είναι σημαντική.

Πίνακας 42: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για το ποσοστό υγρασίας των ανθέων των ΑΦΦ, που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	228,1667	228,1667	13,1713**
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	1354,2036	451,4012	26,0579***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	73,6889	36,8445	2,1269ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	383,3503	127,7834	7,3765**
ΣΦΑΛΜΑ	14	242,5223	17,3230	
ΣΥΝΟΛΟ	23	2281,9318		



Διάγραμμα 42: Το Μέσο Ποσοστό Υγρασίας Ανθέων που χάθηκε μετά από φυσική ξήρανση, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD= 11,991, σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

3.6 Αιθέρια Έλαια

3.6.1 Απόδοση αιθερίου ελαίου (% v/w)

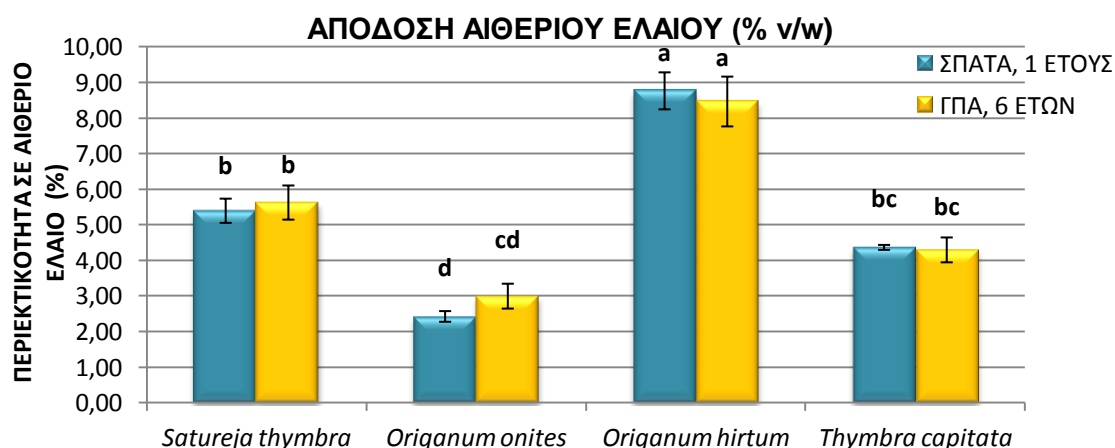
Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτικών ειδών ως προς τις μέσες τιμές των αποδόσεων των αιθερίων ελαίων των ΑΦΦ. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αλληλεπίδραση των παραγόντων φυτειών και φυτικών ειδών δεν είναι στατιστικά σημαντική (Πιν. 43).

Στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *O. hirtum* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη. Επιπλέον το *S. thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά με το *O. onites*. Στα Σπάτα το είδος *O. hirtum* διέφερε στατιστικά σημαντικά με το υπόλοιπα είδη. Επιπλέον το είδος *O. onites* διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα *S. thymbra* και *T. capitata*. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση τη % (v/w) περιεκτικότητα των ΑΦΦ σε αιθέριο έλαιο από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *O. hirtum* Σπάτα, *O. hirtum* ΓΠΑ, *S. thymbra* ΓΠΑ, *S. thymbra* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. onites* ΓΠΑ, *O. onites* Σπάτα (Διαγρ.43).

Στο ΓΠΑ τη μεγαλύτερη μέση τιμή αιθερίου ελαίου είχε το είδος *O. hirtum* (8,47% v/w) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O. onites* (3,00% w/v). Τα ίδια αποτελέσματα παρουσίασε η φυτεία των Σπάτων, συγκεκριμένα τη μεγαλύτερη μέση τιμή αιθερίου ελαίου είχε το είδος *O. hirtum* (8,77% v/w) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O. onites* (2,43%) (Διαγρ. 43).

Πίνακας 43: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για την απόδοση αιθερίου ελαίου των ΑΦΦ, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	0,0704	0,0704	0,2516ns
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	111,9313	37,3104	133,3365***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0558	0,0279	0,0998ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	0,6346	0,2115	0,7559ns
ΣΦΑΛΜΑ	14	3,9175	0,2798	
ΣΥΝΟΛΟ	23	116,6096		



Διάγραμμα 43: Η Μέση επί τοις εκατό Απόδοση του Αιθερίου Ελαίου, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=1,524, σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το εύρος τιμών για την (%) περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου, των φυτικών ειδών για τις φυτείες 6 ετών στο ΓΠΑ και 1 έτους στα Σπάτα τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014 (Πιν. 44).

Πίνακας 44: Εύρος τιμών επί τοις εκατό Περιεκτικότητα του Αιθερίου Ελαίου, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

Φυτικό είδος-Ηλικία φυτείας	Ελάχιστη % (v/w) περιεκτικότητα σε αιθ. έλαιο	Μέγιστη % (v/w) περιεκτικότητα σε αιθ. έλαιο
<i>Satureja thymbra</i> - 6 ετών	4,9	6,1
<i>Satureja thymbra</i> - 1 έτους	5,4	5,8
<i>Origanum onites</i> - 6 ετών	2,8	3,1
<i>Origanum onites</i> - 1 έτους	2,2	2,6
<i>Origanum hirtum</i> - 6 ετών	7,7	9,5
<i>Origanum hirtum</i> - 1 έτους	8,2	9,4
<i>Thymbra capitata</i> - 6 ετών	4,0	4,6
<i>Thymbra capitata</i> - 1 έτους	4,2	4,5

3.6.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής σύστασης των αιθερίων ελαίων – GC-MS

Η ανάλυση με αέρια χρωματογραφία όλων των αιθερίων ελαίων προέκυψε από την απόσταση των δειγμάτων *S. thymbra*, *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata* των δυο φυτειών Σπάτα 1 έτους και ΓΠΑ 6 ετών. Έπειτα έγινε ο διαχωρισμός και ταυτοποίηση των συστατικών των αιθερίων ελαίων, μέσω της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS). Τα συστατικά με το χρόνο έκλουσης και το φάσμα μαζών τους συγκρίθηκαν με το χρόνο έκλουσης και το φάσμα μαζών των ενώσεων της βιβλιογραφίας (Adams, 2007) και των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών Adams 07 Willey 275 και NIST 98. Η συγκέντρωση των συστατικών που ανιχνεύθηκαν κ ταυτοποιήθηκαν ήταν μεγαλύτερη ή/και ίση από 0,08% (tr, ίχνη<0,08%).

Πιο αναλυτικά:

Στο αιθέριο έλαιο του *S. thymbra* στη φυτεία Σπάτων, 1 έτους ταυτοποιήθηκαν 11 συστατικά, τα οποία αποτελούν το 99,9% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 53,1%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: γ -τερπινένιο (38,6%), *p*-κυμένιο (3,2%), β -καρνοφυλλένιο (2,5%), α -τερπινένιο (1%), μυρκένιο και μεθυλαιθέρας της καρβακρόλης με το ίδιο ποσοστό (0,4%) και τέλος α -θουγιένιο, α -πινένιο και λιναλαόλη με το ίδιο ποσοστό (0,2%) (Παράρτημα: Πιν. 51 & Εικ. 19).

Στο αιθέριο έλαιο του *S. thymbra* στη φυτεία ΓΠΑ, 6 ετών ταυτοποιήθηκαν 9 συστατικά, τα οποία αποτελούν το 99,9% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 63%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: γ -τερπινένιο (31,4%), β -καρνοφυλλένιο (2,5%), *p*-κυμένιο (1,4%), α -τερπινένιο (0,7%), μυρκένιο (0,3%) και τέλος α -θουγιένιο, α -πινένιο και λιναλοόλη με το ίδιο ποσοστό (0,2%) (Παράρτημα: Πιν. 52 & Εικ. 20).

Στο αιθέριο έλαιο του *O.onites* στη φυτεία Σπάτων, 1 έτους ταυτοποιήθηκαν 3 συστατικά, τα οποία αποτελούν περίπου το 100% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 99,8%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: γ -τερπινένιο (0,1%), και β -μπισαμπολένιο (0,1%). Αυξάνοντας τα όρια του λογισμικού προγράμματος κατά την ταυτοποίηση των ουσιών με τη βοήθεια ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών, ανιχνεύθηκαν ίχνη όπου οι χρόνοι έκλουσης μαρτυρούν την ταυτοποίησή τους με p -κυμένιο, γ -τερπινένιο και β -καρυοφυλλένιο (Παράρτημα: Πιν. 53 & Εικ. 21).

Στο αιθέριο έλαιο του *O.onites* στη φυτεία ΓΠΑ, 6 ετών ταυτοποιήθηκαν 4 συστατικά, τα οποία αποτελούν περίπου το 98,9% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 97,7%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: γ -τερπινένιο (0,57%), p -κυμένιο (0,26%), β -μπισαμπολένιο (0,3%) και β -καρυοφυλλένιο (0,1%) (Παράρτημα: Πιν. 54 & Εικ. 22).

Στο αιθέριο έλαιο του *O. hirtum* στη φυτεία Σπάτων, 1 έτους ταυτοποιήθηκαν 8 συστατικά, τα οποία αποτελούν περίπου το 99,8% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 95,3%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: p -κυμένιο (1,8%), γ -τερπινένιο (1,7%), μυρκένιο και β -καρυοφυλλένιο με το ίδιο ποσοστό (0,3%), α -θουγιένιο (0,2%), α -πινένιο και α -τερπινένιο (0,1%) (Παράρτημα: Πιν. 55 & Εικ. 23).

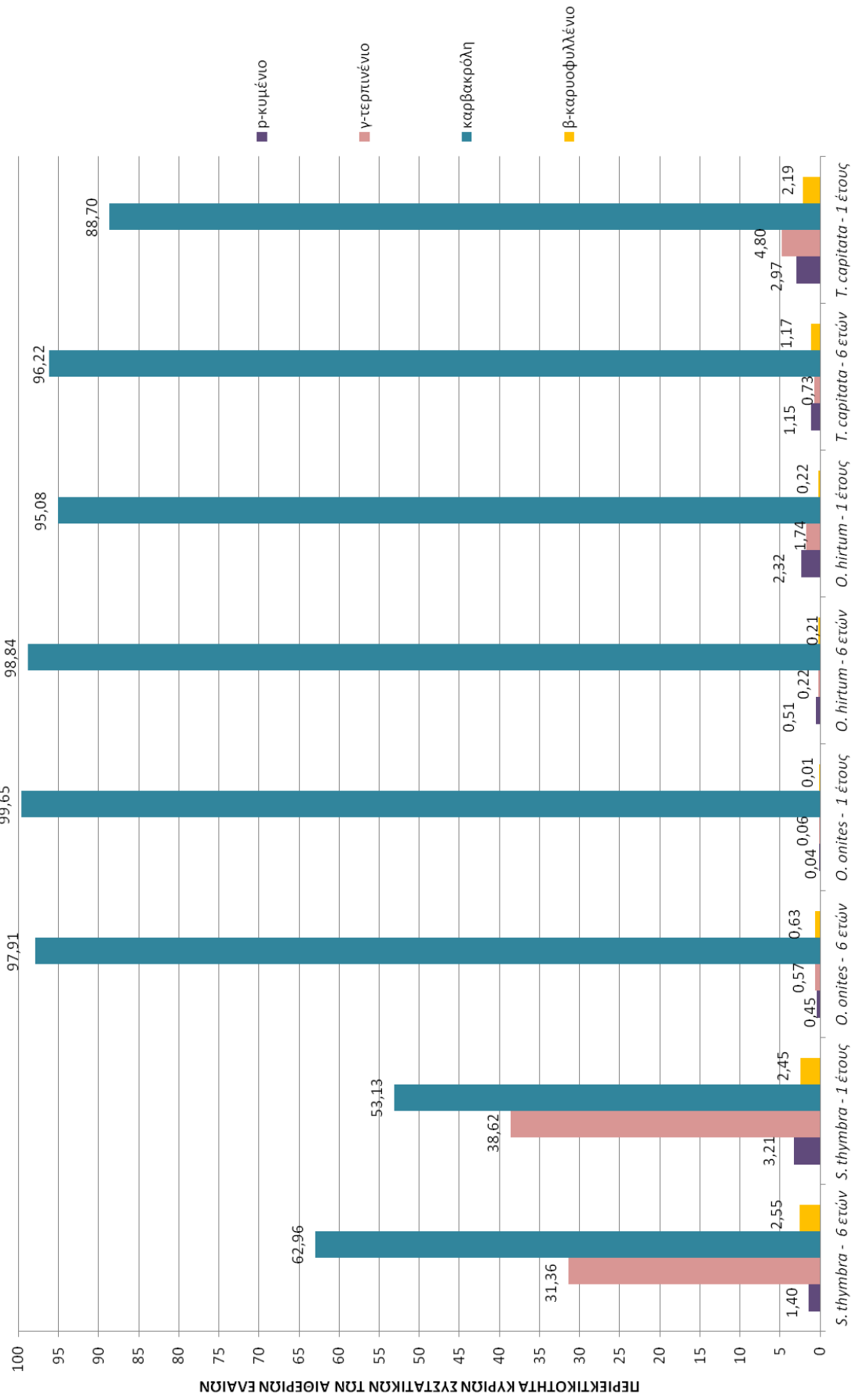
Στο αιθέριο έλαιο του *O.hirtum* στη φυτεία ΓΠΑ, 6 ετών ταυτοποιήθηκαν 5 συστατικά, τα οποία αποτελούν περίπου το 99,9% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 98,9%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: p -κυμένιο (0,71%), γ -τερπινένιο (0,1%), β -καρυοφυλλένιο και β -μπισαμπολένιο με το ίδιο ποσοστό (0,1%), α -θουγιένιο και μυρκένιο σε ίχνη. Τα τελευταία ίχνη ταυτοποιήθηκαν βάση του χρόνου έκλουσης τους (Παράρτημα: Πιν. 56 & Εικ. 24).

Στο αιθέριο έλαιο του *T.capitata* στη φυτεία Σπάτων, 1 έτους ταυτοποιήθηκαν 8 συστατικά, τα οποία αποτελούν περίπου το 96,8% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 88,8%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: γ -τερπινένιο (4,8%), p -κυμένιο (3%), β -καρυοφυλλένιο (2,2%), μυρκένιο (0,4%), α -θουγιένιο (0,2%), και α -τερπινένιο με το ίδιο ποσοστό (0,3%) (Παράρτημα: Πιν. 57 & Εικ. 25).

Στο αιθέριο έλαιο του *T.capitata* στη φυτεία ΓΠΑ, 6 ετών ταυτοποιήθηκαν 7 συστατικά, τα οποία αποτελούν περίπου το 99,6% του συνόλου των συστατικών. Το κύριο συστατικό είναι η καρβακρόλη με ποσοστό 96,2%. Ακολουθούν τα εξής συστατικά: p -κυμένιο και β -καρυοφυλλένιο με το ίδιο ποσοστό (1,2%), γ -τερπινένιο (0,7%), και λιναλαόλη (0,3%) (Παράρτημα: Πιν. 58 & Εικ. 26).

Με βάση, λοιπόν, την ανάλυση των αιθερίων ελαίων με την αέρια χρωματογραφία και φασματομετρία μαζών, παρατηρήθηκε ότι τα 4 κύρια συστατικά των αρωματικών και φαρμακευτικών ειδών για τις δυο φυτείες είναι τα: p -κυμένιο, γ -τερπινένιο, καρβακρόλη και β -καρυοφυλλένιο (Διαγρ. 44 & Πιν. 45). Αξίζει να σημειωθεί ότι για τα είδη *S. thymbra*, *O. hirtum* και *T. capitata* η (%) περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στη φυτεία 6 ετών στο ΓΠΑ ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη (%) περιεκτικότητα στην φυτεία 1 έτους στα Σπάτα. Επιπλέον, στα ίδια είδη η (%) περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο στην 1 έτους φυτεία στα Σπάτα ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη (%) περιεκτικότητα στην 6 ετών φυτεία στο ΓΠΑ. (Διαγρ. 44 & Πιν. 45).

% ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ 4 ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΑΦΦ



Διάγραμμα 44: Συνολική αποτύπωση της Μέσης Εκατοστιαίας Περιεκτικότητας των κύριων συστατικών των αιθερίων ελαίων των υπό εξέταση ΑΦΦ.

Πίνακας 45: Η περιεκτικότητα v/v (%) των 4 κύριων συστατικών των αιθερίων ελαίων των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στις φυτείες Σπάτα- βετών και ΓΠΑ- 1 έτους, κατά το 2013-2014.

Συστατικά	<i>S. thymbra</i> - <i>S. thymbra</i> - <i>O. onites</i> - <i>O. onites</i> - <i>O. hirtum</i> - <i>O. hirtum</i> - <i>T. capitata</i> - <i>T. capitata</i> -							
	6 ετών	1 έτους	6 ετών	1 έτους	6 ετών	1 έτους	6 ετών	1 έτους
	% περιεκτικότητα							
<i>p</i> -κυμένιο	1,40	3,21	0,45	0,04	0,51	2,32	1,15	2,97
<i>γ</i> -τερπινένιο	31,36	38,62	0,57	0,06	0,22	1,74	0,73	4,80
καρβακρόλη	62,96	53,13	97,91	99,65	98,84	95,08	96,22	88,70
<i>β</i> -καρυοφυλλένιο	2,55	2,45	0,63	0,01	0,21	0,22	1,17	2,19

3.6.2.1 Περιεκτικότητα σε *p*-κυμένιο (% v/v)

Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτειών, των φυτικών ειδών και της αλληλεπίδραση τους ως προς τις μέσες τιμές των (%) περιεκτικότητας σε *p*-κυμένιο των αιθερίων ελαίων (Πιν. 46).

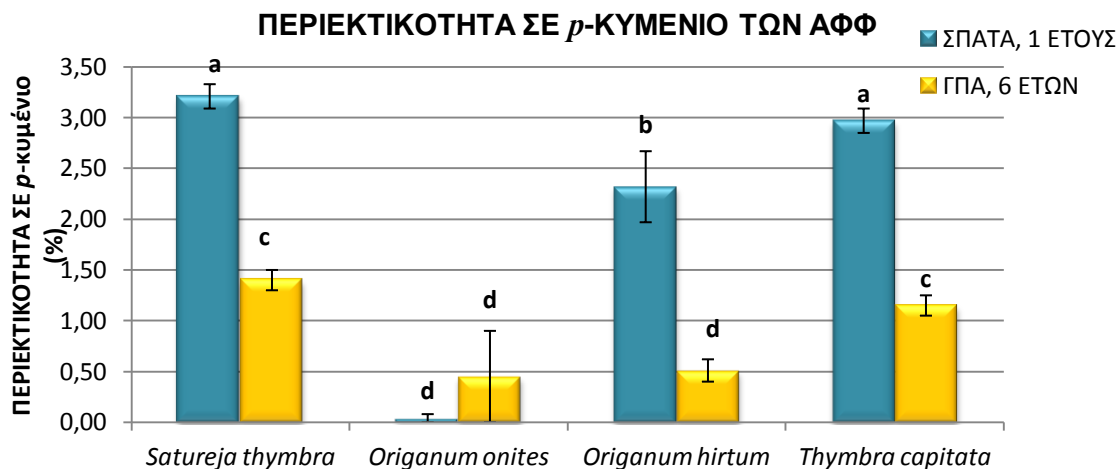
Στη φυτεία ΓΠΑ τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata* είδη διέφεραν στατιστικά σημαντικά με τα *O. hirtum* και *O. onites*. Στα Σπάτα το είδος *O. hirtum* διέφερε στατιστικά σημαντικά από τα υπόλοιπα είδη. Επιπλέον το είδος *O. onites* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα είδη *S. thymbra* και *T. capitata*. (Διαγρ. 45). Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση τη % (v/v) περιεκτικότητα των αιθερίων ελαίων σε *p*-κυμένιο από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα, *O. hirtum* Σπάτα, *S. thymbra* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. hirtum* ΓΠΑ, *O. onites* ΓΠΑ, *O. onites* Σπάτα (Διαγρ.45).

Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ τη μεγαλύτερη μέση (%) περιεκτικότητα σε *p*-κυμένιο είχε το είδος *S. thymbra* (1,40% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O. onites* (0,45% v/v). Στα Σπάτα τη μεγαλύτερη μέση (%) περιεκτικότητα σε *p*-κυμένιο είχε το είδος *S. thymbra* (3,21% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O. onites* (0,04% v/v) (Διαγρ. 45).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας των φυτειών και των φυτικών ειδών ήταν στατιστικά σημαντική και οι διαφορές των γειτονικών μέσων συγκρινόμενες με το δείκτη έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD) της αλληλεπίδρασης έδειξαν ότι οι διαφορές των μέσων *T. capitata*-*O. hirtum* στη φυτεία των Σπάτων, *O. hirtum* Σπάτων-*S. thymbra* ΓΠΑ και *T. capitata*-*O. hirtum* στη φυτεία του ΓΠΑ ήταν σημαντικές.

Πίνακας 46: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη περιεκτικότητα σε *p*-κυμένιο στο αιθέριο έλαιο των ΑΦΦ, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	9,5004	9,5004	227,9937***
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	15,2912	5,0971	122,3211***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0018	0,0009	0,0219ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	5,5446	1,8482	44,3532***
ΣΦΑΛΜΑ	14	0,5834	0,0417	
ΣΥΝΟΛΟ	23	30,9214		



Διάγραμμα 45: Η Μέση επί τοις εκατό Περιεκτικότητα σε p -Κυμένιο του Αιθερίου Ελαίου, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=0,588, σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

3.6.2.2 Περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο (% v/v)

Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτειών, των φυτικών ειδών και της αλληλεπίδραση τους ως προς τις μέσες τιμές των περιεκτικοτήτων σε γ -τερπινένιο των αιθερίων ελαίων (Πιν. 47).

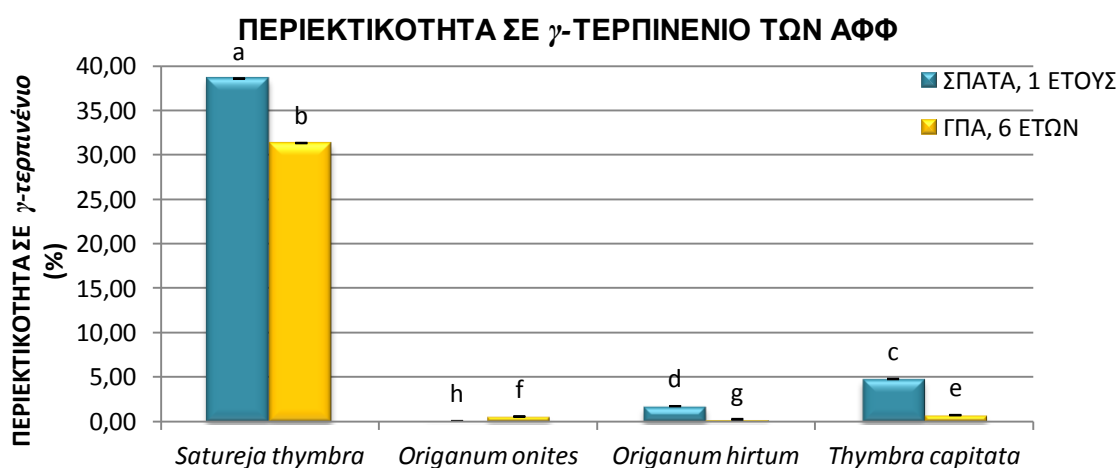
Στη φυτεία ΓΠΑ το είδος *S.thymbra* διέφερε στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα είδη. Επιπλέον το είδος *O. hirtum* διέφερε στατιστικά σημαντικά με το *T. capitata* και το *O. onites*. Στα Σπάτα όλα τα υπό εξέταση είδη διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση τη % (v/v) περιεκτικότητα των αιθερίων ελαίων σε γ -τερπινένιο από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* Σπάτα, *S. thymbra* ΓΠΑ, *T. capitata* Σπάτα, *O. hirtum* Σπάτα, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. onites* ΓΠΑ, *O. hirtum* ΓΠΑ, και *O. onites* Σπάτα. (Διαγρ.46).

Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ τη μεγαλύτερη μέση (%)περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο είχε το είδος *S. thymbra* (31,36% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O. hirtum* (0,22% v/v). Στα Σπάτα τη μεγαλύτερη μέση (%)περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο είχε το είδος *S. thymbra* (38,62% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O. onites* (0,06% v/v) (Διαγρ. 46).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας των φυτειών και των φυτικών ειδών ήταν στατιστικά σημαντική και οι διαφορές των γειτονικών μέσων συγκρινόμενες με το δείκτη έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD) της αλληλεπίδρασης έδειξαν ότι οι διαφορές των μέσων για όλα τα είδη ήταν σημαντικές.

Πίνακας 47: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο στο αιθέριο έλαιο των ΑΦΦ, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	57,1034	57,1034	27161,28***
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	5111,4052	1703,8017	810415,3***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0036	0,0018	0,8641ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	50,6611	16,8870	8032,345***
ΣΦΑΛΜΑ	14	0,0294	0,0021	
ΣΥΝΟΛΟ	23	5219,2027		



Διάγραμμα 46: Η Μέση επί τοις εκατό Περιεκτικότητα σε γ -Τερπινένιο του Αιθερίου Ελαίου, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=0,132, σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

3.6.2.3 Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (% v/v)

Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φυτειών, των φυτικών ειδών και της αλληλεπίδραση τους ως προς τις μέσες τιμές των περιεκτικότητας σε καρβακρόλη των αιθερίων ελαίων (Πιν. 48).

Τα υπό εξέταση είδη διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και στις δύο φυτείες. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση τη % (v/v) περιεκτικότητα των αιθερίων ελαίων σε καρβακρόλη από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *O. onites* Σπάτα, *O. hirtum* ΓΠΑ, *O. onites* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ, *O. hirtum* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα, *S. thymbra* ΓΠΑ, *S. thymbra* Σπάτα (Διαγρ.47). Η κατάταξη αυτή ήταν η αντίστροφη από την αντίστοιχη σειρά κατάταξης με βάση τη περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου σε γ -τερπινένιο.

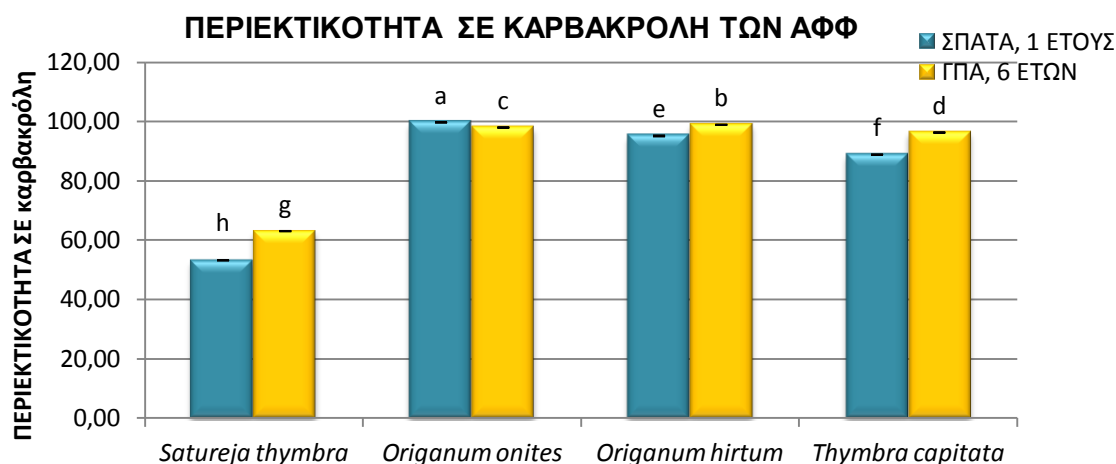
Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ τη μεγαλύτερη μέση (%) περιεκτικότητα σε καρβακρόλη είχε το είδος *O. hirtum* (98,84% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *S. thymbra* (62,96% v/v). Στα Σπάτα τη μεγαλύτερη μέση (%) περιεκτικότητα σε καρβακρόλη είχε το είδος *O.*

onites (99,65% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *S. thymbra* (53,13% v/v) (Διαγρ. 47).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας των φυτειών και των φυτικών ειδών ήταν στατιστικά σημαντική και οι διαφορές των γειτονικών μέσων συγκρινόμενες με το δείκτη έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD) της αλληλεπίδρασης έδειξαν ότι οι διαφορές των μέσων για όλα τα είδη ήταν σημαντικές.

Πίνακας 48: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στο αιθέριο έλαιο των ΑΦΦ, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	139,7803	139,7803	13849,42***
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	6634,4527	2211,4842	2191113,8***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0702	0,0351	3,4794ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	114,1849	38,0616	3771,144***
ΣΦΑΛΜΑ	14	0,1413	0,0101	
ΣΥΝΟΛΟ	23	6888,6294		



Διάγραμμα 47: Η Μέση επί τοις εκατό Περιεκτικότητα σε Καρβακρόλη του Αιθερίου Ελαίου, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=0,288, σε $\alpha=0,05$. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

3.6.2.4 Περιεκτικότητα σε β -καρυοφυλλένιο (% v/v)

Η συνδυασμένη ανάλυση της διασποράς (ANOVA) ($\alpha=0,05$) έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των φυτικών ειδών και της αλληλεπίδραση τους ως προς τις μέσες τιμές των περιεκτικότητων σε β -καρυοφυλλένιο των αιθερίων ελαίων (Πιν. 49).

Τα υπό εξέταση είδη διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους και στις δύο φυτείες. Στη συνδυασμένη ανάλυση η σειρά κατάταξης με βάση τη % (v/v) περιεκτικότητα σε β -καρυοφυλλένιο των αιθερίων ελαίων από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* ΓΠΑ, *S. thymbra* Σπάτα, *T. capitata* Σπάτα,

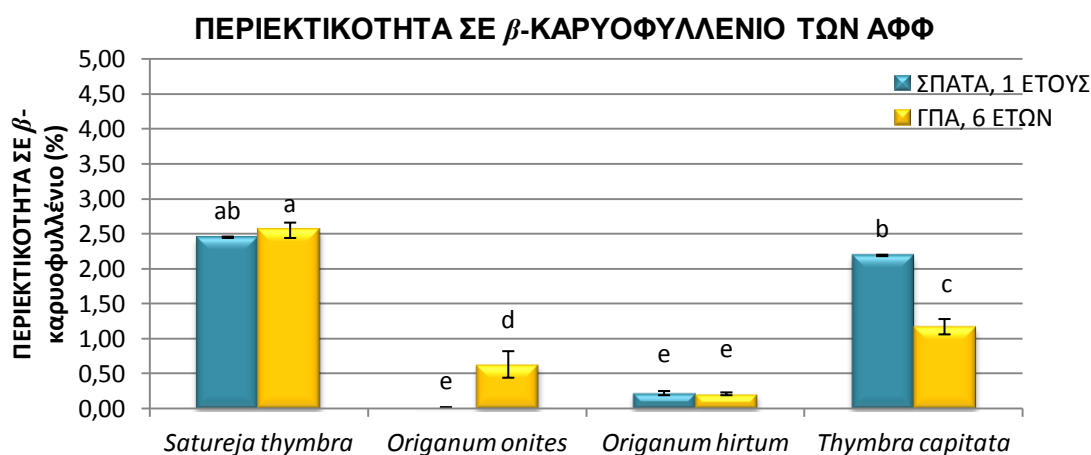
T.capitata ΓΠΑ, *O.onites* ΓΠΑ, *O.hirtum* Σπάτα, *O.hirtum* ΓΠΑ και *O.onites* Σπάτα. (Διαγρ.48).

Συγκεκριμένα στο ΓΠΑ τη μεγαλύτερη μέση (%)περιεκτικότητα σε β-καρυοφυλλένιο είχε το είδος *S.thymbra* (2,55% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O.hirtum* (0,21% v/v). Στα Σπάτα τη μεγαλύτερη μέση (%)περιεκτικότητα σε β-καρυοφυλλένιο είχε το είδος *S. thymbra* (2,45% v/v) και τη μικρότερη τιμή είχε το είδος *O.onites* (0,01% v/v) (Διαγρ. 48).

Η αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας των φυτειών και των φυτικών ειδών ήταν στατιστικά σημαντική και οι διαφορές των γειτονικών μέσων συγκρινόμενες με το δείκτη έντιμης σημαντικής διαφοράς (HSD) της αλληλεπίδρασης έδειξαν ότι οι διαφορές των μέσων τιμών *T. capitata* Σπάτων-*T .capitata* ΓΠΑ, *T. capitata* ΓΠΑ-*O. onites* ΓΠΑ και *O. onites* ΓΠΑ-*O. hirtum* Σπάτων ήταν σημαντικές.

Πίνακας 49: Ανάλυση διασποράς (ANOVA) για τη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη στο αιθέριο έλαιο των ΑΦΦ, στα Σπάτα και στο ΓΠΑ, τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014.

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	B.E	A.T	M.T	F Ratio
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ	1	0,0360	0,0360ns	2,8190
ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	21,9793	7,3264	573,0975***
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	2	0,0380	0,0190	1,4872ns
ΗΛΙΚΙΑ ΦΥΤΕΙΑΣ*ΦΥΤΙΚΟ ΕΙΔΟΣ	3	2,1163	0,7054	55,1816***
ΣΦΑΛΜΑ	14	0,1790	0,0128	
ΣΥΝΟΛΟ	23	24,3487		



Διάγραμμα 48: Η Μέση επί τοις εκατό Περιεκτικότητα σε β-Καρυοφυλλένιο του Αιθερίου Ελαίου, των φυτικών ειδών για τις φυτείες στα Σπάτα και στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2013-2014. Διαχωρισμός των μέσων κατά Tukey με HSD=0,326, σε α=0,05. Διαφορετικά γράμματα στη κορυφή των στηλών δείχνουν την στατιστικά σημαντική διαφορά των μέσων.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά την αναζήτηση στη βιβλιογραφία βρέθηκε μόνο μία αναφορά σχετικά με ορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά των υπό εξέταση ειδών (Γαβριήλ, 2013). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας αντιπαραβλήθηκαν με εκείνα της προγενέστερης αναφοράς. Επιπλέον στη βιβλιογραφία δε βρέθηκε καμία αναφορά σχετική με τον εγκλιματισμό των υπό εξέταση ειδών σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας.

4.1 Μορφολογικά και φαινολογικά χαρακτηριστικά πριν την ανθοφορία

Οι μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ΑΦΦ πριν την άνθιση, στον αγρό, οδήγησαν σε μερικές διαπιστώσεις σχετικά με τον εγκλιματισμό της νέας φυτείας 1 έτους στη περιοχή των Σπάτων, με σημείο αναφοράς την μητρική φυτεία 6 ετών στο ΓΠΑ.

Αρχικά, το **ύψος** των φυτών παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Συγκεκριμένα στη φυτεία ΓΠΑ το μεγαλύτερο ύψος είχε το *O. onites* και σε φθίνουσα σειρά ακολουθούσαν τα είδη *O. hirtum*, *T. capitata* και *S. thymbra*. Το *S. thymbra* εκτός από το μικρότερο ύψος διέφερε και στατιστικά σημαντικά από *O. onites* και *O. hirtum*. Στη φυτεία των Σπάτων, το *O. hirtum* είχε το μεγαλύτερο ύψος και σε φθίνουσα σειρά ακολουθούσαν τα είδη *O. onites*, *S. thymbra* και *T. capitata*. Το *T. capitata* εκτός από το μικρότερο ύψος είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με το *O. hirtum*. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε συμφωνία με τα εκείνα της προηγούμενης μελέτης (Γαβριήλ, 2013). Συγκεκριμένα, τα είδη *O. hirtum* και *O. onites* δε διέφεραν σημαντικά όπως και τα *S. thymbra* και *T. capitata*. Επιπλέον τη μεγαλύτερη τιμή ύψους είχε το *O. onites* και τη μικρότερη το *T. capitata*.

Η **διάμετρος** της κόμης παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία ΓΠΑ. Το είδος που παρουσίασε τη μεγαλύτερη διάμετρο κόμης ήταν το *O. onites* και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. hirtum*, *T. capitata* και *S. thymbra*. Στη φυτεία των Σπάτων το *O. hirtum* σημείωσε τη μεγαλύτερη διάμετρο κόμης και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *S. thymbra* και *T. capitata*.

Το **μήκος του κεντρικού βλαστού** παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία ΓΠΑ. Το είδος που παρουσίασε το μεγαλύτερο μήκος ήταν το *O. onites* και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. hirtum*, *T. capitata* και *S. thymbra*. Στη φυτεία των Σπάτων το *O. hirtum* σημείωσε το μεγαλύτερο μήκος και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *S. thymbra*, *O. onites*, και *T. capitata*.

Το **μήκος του α' πλάγιου βλαστού** παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Συγκεκριμένα, στη φυτεία ΓΠΑ το είδος που παρουσίασε το μεγαλύτερο μήκος ήταν το *O. hirtum* και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *T. capitata* και *S. thymbra*. Στη φυτεία των Σπάτων το *O. hirtum* σημείωσε το μεγαλύτερο μήκος και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *S. thymbra* και *T. capitata*.

Το **μήκος του β' πλάγιου βλαστού** παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία ΓΠΑ. Το είδος που παρουσίασε το μεγαλύτερο μήκος ήταν το *O. hirtum* και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *T.*

capitata και *S. thymbra*. Στα Σπάτα το *O. hirtum* σημείωσε το μεγαλύτερο μήκος και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *S. thymbra* και *T. capitata*.

Ο αριθμός φύλλων του κεντρικού βλαστού παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία ΓΠΑ. Το είδος που παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ήταν το *S. thymbra* και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *T. capitata*, *O. onites* και *O. hirtum*. Αντίθετα στα Σπάτα το *O. onites* σημείωσε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *T. capitata*, *O. hirtum* και *S. thymbra*. Στα ίδια συμπεράσματα κατέληξε η προηγούμενη μελέτη (Γαβριήλ, 2013).

Ο αριθμός φύλλων του α' πλάγιου βλαστού παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία ΓΠΑ. Το είδος που παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ήταν το *T. capitata* και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *S. thymbra*, *O. hirtum* και *O. onites*. Στα Σπάτα το *O. onites* σημείωσε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *S. thymbra*, *T. capitata* και *O. hirtum*.

Ο αριθμός φύλλων του β' πλάγιου βλαστού παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία ΓΠΑ. Το είδος που παρουσίασε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων ήταν το *S. thymbra* και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata*. Στα Σπάτα το *S. thymbra* σημείωσε το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και σε φθίνουσα σειρά ακολούθησαν τα είδη *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata*.

Ο ρυθμός αύξησης του ύψους παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στο ΓΠΑ η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του ύψους μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites*, *O. hirtum*, *T. capitata*, *S. thymbra*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του ύψους μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *O. onites*, *S. thymbra*, *T. capitata*.

Η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του ύψους μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 1 έτους, *S. thymbra* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους, *S. thymbra* 1 έτους, *T. capitata* 1 έτους. Η φυτεία ΓΠΑ παρουσίασε ταχύ ρυθμό αύξησης του ύψους σε αντίθεση με τη νέα φυτεία στα Σπάτα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ρυθμός αύξησης ύψους του *S. thymbra* δεν έδειξε να διαφοροποιείται στις δυο φυτείες.

Ο ρυθμός αύξησης της διαμέτρου της κόμης παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στο ΓΠΑ η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης της διαμέτρου της κόμης μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites*, *T. capitata*, *O. hirtum*, *S. thymbra*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης της διαμέτρου της κόμης μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *T. capitata*, *S. thymbra*, *O. onites*.

Η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης της διαμέτρου της κόμης μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites* 6 ετών, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *S. thymbra* 6 ετών, *O. hirtum* 1 έτους, *T. capitata* 1 έτους, *S. thymbra* 1 έτους, *O. onites* 1 έτους. Τα είδη στο ΓΠΑ παρουσίασαν ταχύτερο ρυθμό αύξησης της διαμέτρου της κόμης τους εξαιτίας της προσαρμογής τους στην επί 6 χρόνια εγκατεστημένη φυτεία, σε αντίθεση με τη νέα φυτεία, στα Σπάτα. Αξίζει να σημειωθεί ότι

ο ρυθμός αύξησης της διαμέτρου του *S. thymbra* δεν έδειξε να διαφοροποιείται στις δυο φυτείες.

Ο ρυθμός αύξησης του μήκους των βλαστών δε παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στις φυτείες ΓΠΑ και Σπάτα η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του μήκους των βλαστών μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν η ίδια: *O. hirtum*, *O. onites*, *T. capitata*, *S. thymbra*.

Η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του μήκους των βλαστών μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 1 έτους, *S. thymbra* 6 ετών, *T. capitata* 1 έτους, *S. thymbra* 1 έτους. Τα είδη στο ΓΠΑ παρουσίασαν ταχύτερο ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών τους, σε αντίθεση με τη νέα φυτεία, στα Σπάτα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ρυθμός αύξησης του μήκους των βλαστών του *S. thymbra* δεν έδειξε να διαφοροποιείται στις δυο φυτείες.

Ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στο ΓΠΑ η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του αριθμού των φύλλων μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *O. hirtum*, *O. onites*, *T. capitata*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του αριθμού των φύλλων μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites*, *O. hirtum*, *T. capitata*, *S. thymbra*.

Η σειρά κατάταξης του ρυθμού αύξησης του αριθμού των φύλλων μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *T. capitata* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους, *O. hirtum* 1 έτους, *T. capitata* 1 έτους, *S. thymbra* 1 έτους. Τα είδη στο ΓΠΑ παρουσίασαν ταχύτερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων τους, σε αντίθεση με τη νέα φυτεία, στα Σπάτα. Ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων του *S. thymbra* στο ΓΠΑ ήταν χαρακτηριστικά υψηλότερος από τα υπόλοιπα είδη της φυτείας. Αξίζει να σημειωθεί ακόμη ότι ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των φύλλων του *O. onites* δεν έδειξε να διαφοροποιείται στις δυο φυτείες.

4.2 Κλιματικές παράμετροι κατά το στάδιο ανάπτυξης και ανθοφορίας

Η χρονική πορεία αύξησης των μορφολογικών χαρακτηριστικών των ειδών ΑΦΦ πέρασαν από τρεις φάσεις που είναι άμεσα συνδεδεμένες με τους αβιοτικούς παράγοντες (θερμοκρασία και βροχόπτωση).

- I. Η πρώτη φάση ανάπτυξης του φυτού, στην οποία η επάρκεια σε νερό λόγω των βροχοπτώσεων, επιτάχυναν το ρυθμό αύξησης του ύψους, της διαμέτρου, του μήκους των βλαστών και του αριθμού των φύλλων των φυτικών ειδών.
- II. Η δεύτερη φάση, στην οποία η μείωση των βροχοπτώσεων και η αύξηση της θερμοκρασίας, επιβράδυναν το ρυθμό αύξησης των μορφολογικών χαρακτηριστικών των φυτικών ειδών.
- III. Στη τρίτη φάση, ενώ συνήθως η ανάπτυξη διακόπτεται, στη περίπτωση αυτή τα τελικά ύψη, διάμετροι, μήκη βλαστών και αριθμοί φύλλων παρουσίασαν μια απότομη αύξηση λόγω των βροχοπτώσεων που παρατηρήθηκαν πριν τη πλήρη ανθοφορία των ειδών.

Η ανάπτυξη-αύξηση των αρωματικών φυτών επηρεάζεται από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η έλλειψη ή μη νερού (Burbott και Loomis, 1969; Khalid, 2006)

Η σειρά κατάταξης των ειδών ως προς την ανθοφορία από το πρωιμότερο προς το οψιμότερο είδος «ρίγανης» και στις δυο φυτείες ήταν *S. thymbra*, *O. onites*, *O. hirtum*, *T. capitata*. Η ίδια σειρά κατάταξης παρατηρήθηκε στη μητρική φυτεία κατά τη καλλιεργητική περίοδο 2011-12 (Γαβριήλ, 2013).

Αξίζει να σημειωθεί ότι τη καλλιεργητική περίοδο 2013-14 η ανθοφορία των ειδών *O. hirtum* στο ΓΠΑ και *T. capitata* στα Σπάτα καθυστέρησε σε σύγκριση με τα αντίστοιχα είδη στο ΓΠΑ τη καλλιεργητική περίοδο 2011-12. Η όψιμη ανθοφορία επηρεάστηκε από το υψηλό ύψος βροχόπτωσης μεταξύ των μηνών Ιουνίου και Ιουλίου το 2014, σε αντίθεση με το μηδενικό ύψος βροχόπτωσης τους αντίστοιχους μήνες του 2012. Επιπλέον το μήνα Μάιο του 2014 το μέσο ύψος βροχόπτωσης ήταν ελάχιστο σε σύγκριση με το Μάιο του 2012. Τέλος η μέση θερμοκρασία αέρος τους μήνες Ιουνίου και Ιουλίου του 2014 ήταν κατά 3°C χαμηλότερη σε σύγκριση με τη θερμοκρασία των αντίστοιχων μηνών του 2012.

4.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά μετά την ανθοφορία

Οι μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών των ΑΦΦ μετά την άνθιση, μέσα στο εργαστήριο, οδήγησαν σε μερικές ακόμη διαπιστώσεις σχετικά με τον εγκλιματισμό της νέας φυτείας 1 έτους στη περιοχή των Σπάτων.

Το μήκος των ανθοφόρων βλαστών παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Η κατάταξη των φυτικών ειδών και στις δυο φυτείες κατά φθίνουσα σειρά ήταν η ίδια: *O. hirtum*, *O. onites*, *S. thymbra* και *T. capitata* με χαμηλότερες τιμές στη φυτεία των Σπάτων λόγω της νεαρής της ηλικίας. Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει η φαινοτυπική σταθερότητα κατά τη μεταφορά των ειδών σε διαφορετικό περιβάλλον.

Ο αριθμός των φύλλων των ανθοφόρων βλαστών, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία στο ΓΠΑ. Η κατάταξη των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites*, *O. hirtum*, *T. capitata* και *S. thymbra*. Αντίθετα στα Σπάτα η κατάταξη των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *T. capitata*, *O. onites* και *S. thymbra*.

Το μήκος των ταξιανθιών των φυτικών ειδών παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις δυο φυτείες. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *O. onites*, *S. thymbra* και *T. capitata*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *S. thymbra*, *O. onites* και *T. capitata*. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έρχονται σε συμφωνία με τα εκείνα της προηγούμενης μελέτης (Γαβριήλ, 2013). Συγκεκριμένα το *O. hirtum* είχε το μεγαλύτερο μήκος ταξιανθιών και διέφερε στατιστικά σημαντικά από το *O. onites*. Το μικρότερο μήκος ταξιανθιών είχε το *T. capitata* και δε διέφερε στατιστικά σημαντικά με το *S. thymbra*.

Ο αριθμός ταξιανθιών παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *O. onites*, *T. capitata* και *S. thymbra*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites*, *O. hirtum*, *S. thymbra*, και *T. capitata*. Τα

ίδια συμπεράσματα προέκυψαν μετά από σύγκριση με αποτελέσματα της 3^{ης} χρονιάς καλλιέργειας στο ΓΠΑ από την έρευνα της Γαβριήλ (2013). Συγκεκριμένα τα είδη *O.onites* και *O.hirtum* είχαν το μεγαλύτερο αριθμό ταξιανθιών και διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τα *T.capitata* και *S.thymbra*, τα οποία είχαν το μικρότερο αριθμό ταξιανθιών. Η σταθερότητα του αριθμού των ταξιανθιών στις φυτείες, αποτελεί απόδειξη της φαινοτυπικής σταθερότητας των ειδών.

Το ξηρό βάρος των βλαστών παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Η κατάταξη των φυτικών ειδών και στις δυο φυτείες κατά φθίνουσα σειρά ήταν η ίδια: *O. hirtum*, *O. onites*, *T. capitata* και *S. thymbra* με χαμηλότερες τιμές στη φυτεία των Σπάτων λόγω της νεαρής της ηλικίας.

Το ξηρό βάρος των φύλλων παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Η κατάταξη των φυτικών ειδών και στις δυο φυτείες κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *O. onites*, *T. capitata* και *S. thymbra* με χαμηλότερες τιμές στη φυτεία των Σπάτων λόγω της νεαρής της ηλικίας.

Το ξηρό βάρος των ανθέων παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών μόνο στη φυτεία ΓΠΑ. Η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *O. onites* *T. capitata* και *S. thymbra*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *O. onites* *S. thymbra* και *T. capitata*.

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις ξηρού βάρους και στις δυο φυτείες, η σειρά κατάταξης των ειδών ήταν σχεδόν η ίδια και μεγαλύτερο ξηρό βάρος είχε το *O. hirtum*.

Το ποσοστό της υγρασίας των βλαστών, που χάθηκε, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. hirtum* και *O. onites*.

Μεταξύ των φυτειών η σειρά κατάταξης από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S.thymbra* 6 ετών, *S.thymbra* 1 έτους, *O. onites* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *T. capitata* 1 έτους, *O. hirtum* 1 έτους, *O. onites* 1 έτους, *T. capitata* 6 ετών.

Το ποσοστό της υγρασίας των φύλλων, που χάθηκε, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *O. onites*, *T. capitata* και *O. hirtum*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. onites* και *O. hirtum*.

Μεταξύ των φυτειών η σειρά κατάταξης από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* 6 ετών, *S. thymbra* 1 έτους, *O. onites* 6 ετών, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *T. capitata* 1 έτους, *O. onites* 1 έτους, *O. hirtum* 1 έτους.

Το ποσοστό της υγρασίας των ανθέων, που χάθηκε, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και στις δυο φυτείες. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata*. Στα Σπάτα η σειρά κατάταξης των ειδών σε φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. onites* και *O. hirtum*.

Μεταξύ των φυτειών η σειρά κατάταξης από την υψηλότερη στη χαμηλότερη τιμή ήταν: *S. thymbra* 6 ετών, *S. thymbra* 1 έτους, *O. onites* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *T. capitata* 1 έτους, *O. onites* 1 έτους, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 1 έτους.

4.4 Απόδοση σε αιθέριο έλαιο – Ποιοτικά και Ποσοτικά Χαρακτηριστικά

Οι μετρήσεις των χημικών χαρακτηριστικών των ΑΦΦ μετά την απόσταξη, μέσα στο εργαστήριο, οδήγησαν στις τελευταίες διαπιστώσεις σχετικά με τον εγκλιματισμό της νέας φυτείας 1 έτους στη περιοχή των Σπάτων.

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στις φυτείες ΓΠΑ και Σπάτα η σειρά κατάταξης της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν η ίδια: *O. hirtum*, *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. onites*. Την ίδια σειρά κατάταξης εμφάνισαν τα υπό εξέταση είδη στη προηγούμενη μελέτη (Γαβριήλ, 2013).

Η σειρά κατάταξης της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum* 1 έτους, *O. hirtum* 6 ετών, *S. thymbra* 6 ετών, *S. thymbra* 1 έτους, *T. capitata* 1 έτους, *T. capitata* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους.

Η συγκέντρωση του αιθερίου ελαίου στα φυτά και η σύστασή του επηρεάζονται από τους κλιματικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και η βροχόπτωση (Sangwan et al., 2001). Πιο συγκεκριμένα, ο δευτερογενής μεταβολισμός επηρεάζεται από την άρδευση επιδρώντας στην απόδοση και το περιεχόμενο των δραστικών συστατικών των φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2010; Franz 1982; Penka, 1978). Όσο ζεστό είναι το κλίμα μιας περιοχής, τόσο υψηλότερη είναι η συνολική περιεκτικότητα των συστατικών (Vokou et al., 1993).

Επιπλέον, αλλαγές έχουν παρατηρηθεί στα αιθέρια έλαια των ΑΦΦ και τη σύνθεση τους από την έλλειψη νερού (water stress) (Sabih et al., 1999; Khalid, 2006). Η παροχή νερού κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης και αύξησης των ΑΦΦ και ο περιορισμός νερού με την έναρξη της ανθοφορίας μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου και να βελτιώσει τη ποιότητά του (Azizi et al., 2009).

Στη περίπτωση μας, η περίοδος της ανάπτυξης-αύξησης χαρακτηρίστηκε από έντονες βροχοπτώσεις ενώ κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας η παροχή νερού περιορίστηκε για ορισμένα είδη. Εντούτοις, οι μήνες Ιούνιος και Ιούλιος χαρακτηρίστηκαν από έντονη βροχόπτωση για την εποχή και επηρέασαν τα είδη *O. hirtum* και *T. capitata*, που συγκομίστηκαν μέσα στο καλοκαίρι, μειώνοντας την εκατοστιαία περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο σε σχέση με τα προηγούμενα έτη.

Σύμφωνα με προγενέστερες δημοσιεύσεις, των: Παναγόπουλος κ.α. (2010), Εσοπομου et al. (2011) και Γαβριήλ κ.α. (2014), για τα συγκεκριμένα φυτικά είδη της νήσου Ικαρίας η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα. Η περιεκτικότητα για τη πρώτη ομάδα ερευνητών ήταν εξής: *O. hirtum* 7,77%, *S. thymbra* 5,08%, *C. capitatus* 4,40% και *O. onites* 3,62%. Για τη δεύτερη ομάδα ερευνητών ήταν: *O. onites* 3–4,3%, *S. thymbra* 4–6,5%, *C. capitatus* 3,7–5,6% and *O. hirtum* 5,5–10,0% (v/w). Για τη τρίτη ομάδα ερευνητών ήταν: *C. capitatus* 5,0%- 5,9%, *O. hirtum* 9,1%- 9,4%, *O. onites* 3,8%- 4,9% *S. thymbra* 5,6%- 5,9%. Επιπλέον η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο του είδους *O. hirtum* από πληθυσμούς του ευρύτερου ελλαδικού χώρου, ήταν 8% (Kokkini και Vokou, 1989).

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε καρβακρόλη, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης της καρβακρόλης μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. hirtum*, *O. onites*, *T. capitata*, *S. thymbra*. Στη φυτεία των Σπάτων η σειρά κατάταξης της καρβακρόλης μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites*, *O. hirtum*, *T. capitata*, *S. thymbra*. Τα φυτικά είδη εμφάνισαν την ίδια σειρά κατάταξης με εκείνη της προηγούμενης μελέτης (Γαβριήλ, 2013).

Η σειρά κατάταξης της καρβακρόλης μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *O. onites* 1 έτους, *O. hirtum* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 1 έτους *T. capitata* 1 έτους, *S. thymbra* 6 ετών, *S. thymbra* 1 έτους.

Χαρακτηριστική ήταν η περίπτωση της *O. hirtum* και *O. onites* στο αιθέριο έλαιο της οποίας, η εκατοστιαία περιεκτικότητα της καρβακρόλης ξεπέρασε το 95% (v/v) και στις δύο φυτείες. Επιπλέον η εκατοστιαία περιεκτικότητα της καρβακρόλης κυμάνθηκε στα ίδια επίπεδα για το είδος *T. capitata* της φυτείας στο ΓΠΑ

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης του γ-τερπινενίου μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. onites* και *O. hirtum*. Στη φυτεία των Σπάτων η σειρά κατάταξης του γ-τερπινενίου μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. hirtum* και *O. onites*. Οι μεγαλύτερες περιεκτικότητες διαπιστώθηκαν στο *S. thymbra* και στις δυο φυτείες. Στα Σπάτα τα φυτικά είδη εμφάνισαν την ίδια σειρά κατάταξης με εκείνη της προηγούμενης μελέτης (Γαβριήλ, 2013).

Η σειρά κατάταξης του γ-τερπινενίου μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra* 1 έτους, *S. thymbra* 6 ετών, *T. capitata* 1 έτους, *O. hirtum* 1 έτους, *T. capitata* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους.

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε p-κυμένιο, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στις φυτείες ΓΠΑ και Σπάτα η σειρά κατάταξης του p-κυμενίου μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν η ίδια: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. hirtum* και *O. onites*. Οι μεγαλύτερες περιεκτικότητες διαπιστώθηκαν στο *S. thymbra* και οι μικρότερες στο *O. onites* και στις δυο φυτείες. Την ίδια σειρά κατάταξης εμφάνισαν τα υπό εξέταση είδη στη προηγούμενη μελέτη (Γαβριήλ, 2013).

Η σειρά κατάταξης του p-κυμενίου μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra* 1 έτους, *T. capitata* 1 έτους, *O. hirtum* 1 έτους, *S. thymbra* 6 ετών, *T. capitata* 6 ετών, *O. hirtum* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους.

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε β-καρβοφυλλένιο, παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών και μεταξύ των φυτειών. Στη φυτεία ΓΠΑ η σειρά κατάταξης του β-καρβοφυλλένιο μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. onites* και *O. hirtum*. Στη φυτεία των Σπάτων η σειρά κατάταξης του β-καρβοφυλλένιο μεταξύ των ειδών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra*, *T. capitata*, *O. hirtum* και *O. onites*. Οι μεγαλύτερες περιεκτικότητες διαπιστώθηκαν στο *S. thymbra* και στις δυο φυτείες. Στα Σπάτα τα φυτικά είδη εμφάνισαν την ίδια σειρά κατάταξης με εκείνη της προηγούμενης μελέτης (Γαβριήλ, 2013).

Η σειρά κατάταξης του β -καρσοφυλλένιο μεταξύ των φυτειών κατά φθίνουσα σειρά ήταν: *S. thymbra* 1 έτους, *S. thymbra* 6 ετών, *S. thymbra* 1 έτους, *T. capitata* 1 έτους, *T. capitata* 6 ετών, *O. onites* 6 ετών, *O. hirtum* 1 έτους, *O. hirtum* 6 ετών, *O. onites* 1 έτους.

Τα φυτικά είδη ρίγανης, της παρούσας μελέτης, είχαν χαρακτηριστεί ως χημειότυπου καρβακρόλης, συγκεκριμένα «rich in carvacrol» και σε άλλες έρευνες (Kokkini and Vokou et al., 1989; Kirimer et al., 1995, Baser, 2008; Coskun, 2008, Morone-Fortunato and Avato, 2008). Ο χαρακτηρισμός προέκυψε εξαιτίας της κυριαρχίας της καρβακρόλης στο σύνολο των συστατικών των αιθερίων ελαίων στα φυτά. Κύρια συστατικά, εκτός από την καρβακρόλη, σε μικρότερες περιεκτικότητες ακολουθούν τα γ -τερπινένιο, p -κυμένιο και β -καρσοφυλλένιο. Η καρβακρόλη 69,4–81,6% ήταν το κύριο συστατικό στο *O. onites* στα νησιά της Καρπάθου και Ρόδου, σε έρευνα των Arnold et al. (1993). Η καρβακρόλη σε μερικές περιπτώσεις του *O. hirtum* κυμάνθηκε από 2,4% έως 95% (Kokkini and Vokou, 1989). Το κύριο συστατικό του *T. capitata* ήταν η καρβακρόλη 79% (Faleiro et al., 2005). Πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι η καρβακρόλη των φυτικών ειδών του ανατολικού Αιγαίου, σε δυο φυτείες (Ικαρία και Αθήνα) είχε τις παρακάτω υψηλές τιμές: *C. capitatus* (66,58–77,78%), *O. onites* (74,86–80,43%) και *O. hirtum* (72,32–82,61%), *S. thymbra* (41,71–49,22%) (Economou et al., 2014).

Έρευνα των Kokkini et al. (1997) για το είδος *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* από τρεις διαφορετικές γεωγραφικές θέσεις στην Ελλάδα έδειξε ότι τα κύρια συστατικά και η διακύμανσή τους ήταν γ -τερπινένιο 0,6–3,6%, p -κυμένιο 17,3–51,3%, θυμόλη από 0,2–42,8%, και καρβακρόλη 1,7–69,6%. Τα φυτά από το βόρειο τμήμα ήταν πλούσια σε θυμόλη 30,3–42,8% ενώ εκείνα που προέρχονταν από το νότιο τμήμα ήταν πλούσια σε καρβακρόλη 57,4–69,6%.

Έρευνα των Veres et al. (2003) για το αιθέριο έλαιο του είδους *O. vulgare* ssp. *hirtum* αναφέρει περιεκτικότητα σε καρβακρόλη 76,4%, γ -τερπινένιο 6,6%, θυμόλη 0,23%, και p -κυμένιο 4,7%.

Τα κύρια συστατικά που χαρακτηρίζουν τα αιθέρια των *O. onites* L., *O. vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Letswaart και *S. thymbra* L. από τη περιοχή Mugla της Τουρκίας ήταν η καρβακρόλη 79,32%, 68,19% και 55,8% αντίστοιχα, p -κυμένιο 4,32%, 6,81% και 8,7% αντίστοιχα και γ -τερπινένιο 3,94%, 4,63% και 21,7% αντίστοιχα και α -τερπινένιο 2,3% για το τελευταίο (Sarac et al., 2009; Ugur et al., 2009).

Έρευνα σχετικά με τα αιθέρια έλαια του *Coridothymus capitatus* (L.) Reichb. έδειξε ότι τα κύρια συστατικά ήταν η καρβακρόλη 76,59%, α -φελλανδρόνιο 6,04%, 1-οκτεν-3-όλη 5,13%, β -καρσοφυλλένιο 3,95% και γ -τερπινένιο 1,72% (Harmandar et al., 2009).

Τα συστατικά του αιθερίου ελαίου του *S. thymbra* μετά από απόσταξη και ανάλυση GC-MS έδειξε ότι κύρια ήταν η καρβακρόλη 40,15%, γ -τερπινένιο 26,56%, p -κυμένιο 16,39%, και θυμόλη 13,16% (Gören et al., 2004).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της μελέτης επιτρέπουν την εξαγωγή των παρακάτω ουσιαστικών συμπερασμάτων:

- i. Η φαινοτυπική σταθερότητα στο νέο περιβάλλον των Σπάτων (ύψος φυτών, αριθμός φύλλων, μήκος ταξιανθιών, αριθμός ταξιανθιών).
- ii. Το *O. onites* ξεχώρισε για την υψηλή ποσότητα δρόγης-βιομάζας στη φυτεία 1 έτους, στα Σπάτα.
- iii. Τα είδη των φυτειών 6 και 1 έτους δε διαφοροποιήθηκαν ως προς την σειρά κατάταξης τους για ορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά (μήκος των ανθοφόρων βλαστών τα ξηρά βάρη των βλαστών, των φύλλων και των ανθέων και το ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών).
- iv. Ο ρυθμός αύξησης στη φυτεία των Σπάτων, ήταν βραδύτερος λόγω της νεαρής ηλικίας των φυτικών ειδών και ταυτόχρονα της προσπάθειας εγκλιματισμού των φυτών στο νέο περιβάλλον. Εντούτοις μερικά είδη ξεχώρισαν, συγκεκριμένα το *O. hirtum* είχε το ταχύτερο ρυθμό αύξησης του ύψους. Το *T. capitata* είχε το ταχύτερο ρυθμό αύξησης της διαμέτρου της κόμης ενώ το *S. thymbra* είχε το βραδύτερο ρυθμό αύξησης του αριθμού των φύλλων. Επιπλέον ο ρυθμός αύξησης του μήκους των βλαστών ήταν για όλα τα είδη ο ίδιος.
- v. Η μορφολογική ανάπτυξη, η απόδοση σε αιθέριο έλαιο και η εκατοστιαία περιεκτικότητα των κυρίων συστατικών επηρεάστηκαν από αβιοτικούς παράγοντες. Τα φυτικά είδη επηρεάστηκαν από τη μέση θερμοκρασία και το μέσο ύψος βροχόπτωσης ένα μήνα πριν την συγκομιδή αλλά και των τριών τελευταίων μηνών πριν τη συγκομιδή του κάθε είδους.
- vi. Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata* ήταν μειωμένη, αλλά εντός των προβλεπόμενων ορίων τους, για τη καλλιεργητική περίοδο 2013-14. Στη μητρική φυτεία 6 ετών και στη νέα φυτεία 1 έτους το είδος *O. hirtum* ξεχώρισε, για την υψηλή εκατοστιαία περιεκτικότητά του σε αιθέριο έλαιο 7,7% (v/w) - 9,5% (v/w).
- vii. Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε γ -τερπινένιο ήταν υψηλότερη σε όλα τα είδη της φυτείας 1 έτους στα Σπάτα και η καρβακρόλη ήταν υψηλότερη σε όλα τα είδη της φυτείας 6 ετών στο ΓΠΑ.
- viii. Χαρακτηριστική ήταν η περίπτωση των *O. hirtum* και *O. onites* των δυο φυτειών αλλά και του *T. capitata* της φυτείας στο ΓΠΑ, στα αιθέρια έλαια των οπείων, η εκατοστιαία περιεκτικότητά της καρβακρόλης ξεπέρασε το 95% (v/v).
- ix. Η χημειοτυπική σταθερότητα στο νέο περιβάλλον των Σπάτων (υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, περιεκτικότητα σε *p*-κυμένιο, γ -τερπινένιο, καρβακρόλη και β -καρυοφυλλένιο, κυρίαρχο συστατικό η καρβακρόλη).
- x. Όλα τα υπό μελέτη είδη (*S. thymbra*, *O. onites*, *O. hirtum* και *T. capitata*) εγκλιματίστηκαν το ίδιο ικανοποιητικά κατά τη μεταφορά τους σε περιβάλλον διαφορετικό στα Σπάτα, υπό συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας.
- xi. Το γενετικό υλικό της νήσου Ικαρίας φαίνεται να είναι υψηλών προδιαγραφών, λόγω της αύξησης ή σταθερότητας των φυτικών και χημικών χαρακτηριστικών στο βάθος του χρόνου, προτρέποντας την διατήρηση και αξιοποίηση του πολλαπλασιαστικού υλικού για τη παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 50: Στατιστικά στοιχεία του υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, για τις επιδοτήσεις των ΑΦΦ το έτος 2010.

ΝΟΜΟΣ	ΔΗΜΟΣ - ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΕΠΙΛΕΞΙΜΗ ΕΚΤΑΣΗ (ha)
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΜΑΡΑΘΟΣ	3,03
ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	4,89
ΕΥΒΟΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΜΑΡΑΘΟΣ	224,99
ΕΥΒΟΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	95,5
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	6,48
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	4,48
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΛΕΒΑΝΤΑ	4,15
ΑΡΚΑΔΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	33,33
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	21,43
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	3,04
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΓΛΥΚΟΡΙΖΑ	4,45
ΛΑΡΙΣΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	28,01
ΛΑΡΙΣΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	3,31
ΛΑΡΙΣΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	29,34
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	38,1
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	90,43
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	52,73
ΗΜΑΘΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	75,58
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	777,71
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	147,57
ΚΑΒΑΛΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	7,38
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	3,05
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	9,11
ΚΙΛΚΙΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	68,87
ΚΙΛΚΙΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	51,71
ΚΟΖΑΝΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΚΡΟΚΟΣ	184,98
ΚΟΖΑΝΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	12,87
ΚΟΖΑΝΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	31,05
ΚΟΖΑΝΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΛΕΒΑΝΤΑ	18,1
ΠΕΛΛΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	6,08
ΠΕΛΛΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	7,96
ΠΙΕΡΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	16,29
ΠΙΕΡΙΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	352
ΣΕΡΡΩΝ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	29,14
ΦΛΩΡΙΝΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΜΑΡΑΘΟΣ	5,37
ΦΛΩΡΙΝΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	14,51
ΦΛΩΡΙΝΑΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	17,94
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	6,63
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	51,49
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	198,11
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΛΕΒΑΝΤΑ	4,28

ΕΒΡΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	8,64
ΕΒΡΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	11,07
ΕΒΡΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΚΟΡΙΑΝΔΡΟΣ	3,33
ΡΟΔΟΠΗΣ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	22,3
ΚΥΚΛΑΔΩΝ	Όλοι οι Δήμοι	ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ	5
ΛΕΣΒΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	9,23
ΣΑΜΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	5,2
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΔΑΣΙΚΑ	12,03
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ	5,8
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΘΥΜΑΡΙ	6,09
ΡΕΘΥΜΝΟΥ	Όλοι οι Δήμοι	ΡΙΓΑΝΗ	11,31
ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΥ	ΜΑΡΑΘΟΣ	10,17
ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΛΥΜΝΙΩΝ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	4,1
ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΙΣΤΙΑΙΑΣ	ΜΑΡΑΘΟΣ	208,32
ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΙΣΤΙΑΙΑΣ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	72,5
ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΩΡΕΩΝ	ΜΑΡΑΘΟΣ	6,5
ΕΥΒΟΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΩΡΕΩΝ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	18,9
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΔΟΜΟΚΟΥ	ΛΕΒΑΝΤΑ	3,82
ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΞΥΝΙΑΔΟΣ	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	3,18
ΑΡΚΑΔΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	27,6
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΡΝΗΣ	ΡΙΓΑΝΗ	6,48
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΜΕΝΕΛΑΙΔΑΣ	ΡΙΓΑΝΗ	3,37
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΜΗΤΡΟΠΟΛΗΣ	ΡΙΓΑΝΗ	6,82
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΤΑΜΑΣΙΟΥ	ΓΛΥΚΟΡΙΖΑ	4,45
ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	3,04
ΛΑΡΙΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΜΠΕΛΩΝΟΣ	ΡΙΓΑΝΗ	3,3
ΛΑΡΙΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΝΙΠΠΕΑ	ΡΙΓΑΝΗ	3,88
ΛΑΡΙΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΛΙΒΑΔΙΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	3,98
ΛΑΡΙΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΛΙΒΑΔΙΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	3,39
ΛΑΡΙΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΟΛΥΜΠΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	9
ΛΑΡΙΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ	ΔΑΣΙΚΑ	11,7
ΛΑΡΙΣΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΟΤΑΜΙΑΣ	ΡΙΓΑΝΗ	9,5
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΛΜΥΡΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	11,11
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΛΜΥΡΟΥ	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	18,75
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΜΗΛΕΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	9,42
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΤΕΛΕΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	3,2
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΣΟΥΡΓΗΣ	ΡΙΓΑΝΗ	20,39
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΣΟΥΡΓΗΣ	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	69,46
ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΦΕΡΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	32,69
ΗΜΑΘΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΝΘΕΜΙΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	26,03
ΗΜΑΘΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΔΟΒΡΑ	ΔΑΣΙΚΑ	15,91
ΗΜΑΘΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΙΡΗΝΟΥΠΟΛΗΣ	ΔΑΣΙΚΑ	23,57
ΗΜΑΘΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΝΑΟΥΣΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	4,44
ΗΜΑΘΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΛΑΤΕΟΣ	ΔΑΣΙΚΑ	4,23
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ	ΡΙΓΑΝΗ	629,29

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΒΑΣΙΛΙΚΩΝ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	29,45
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΒΕΡΤΙΣΚΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	62,59
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΠΑΝΟΜΗΣ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	107,47
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΛΙΝΔΟΙΩΝ	ΡΙΓΑΝΗ	37,88
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΜΙΚΡΑΣ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	9,83
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΣΟΧΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	40,35
ΚΑΒΑΛΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΑΒΑΛΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	7,38
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΟΡΕΣΤΙΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	9,11
ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΟΡΕΣΤΙΔΟΣ	ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ	3,05
ΚΙΛΚΙΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΙΛΚΙΣ	ΡΙΓΑΝΗ	41,71
ΚΙΛΚΙΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΞΙΟΥΠΟΛΗΣ	ΔΑΣΙΚΑ	5,38
ΚΙΛΚΙΣ	ΔΗΜΟΣ ΓΟΥΜΕΝΙΣΣΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	11,39
ΚΙΛΚΙΣ	ΔΗΜΟΣ ΔΟΙΡΑΝΗΣ	ΔΑΣΙΚΑ	3,33
ΚΙΛΚΙΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΡΟΥΣΣΩΝ	ΡΙΓΑΝΗ	13,82
ΚΙΛΚΙΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΥΚΑΣΤΡΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	30,14
ΚΙΛΚΙΣ	ΔΗΜΟΣ ΧΕΡΣΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	7,93
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΟΖΑΝΗΣ	ΚΡΟΚΟΣ	35,34
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΙΑΝΗΣ	ΚΡΟΚΟΣ	11,48
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΒΕΡΜΙΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	5,31
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΛΙΜΕΙΑΣ	ΚΡΟΚΟΣ	128,13
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΛΛΗΣΠΟΝΤΟΥ	ΚΡΟΚΟΣ	3,79
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΑΜΒΟΥΝΙΩΝ	ΚΡΟΚΟΣ	3,28
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑΣ	ΡΙΓΑΝΗ	3,47
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΣΕΡΒΙΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	12,24
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΤΣΟΤΙΛΙΟΥ	ΛΕΒΑΝΤΑ	14,27
ΚΟΖΑΝΗΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΙΒΑΔΕΡΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	13,17
ΠΕΛΛΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΒΕΓΟΡΙΤΙΔΑΣ	ΡΙΓΑΝΗ	5,46
ΠΕΛΛΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΡΥΑΣ ΒΡΥΣΗΣ	ΔΑΣΙΚΑ	6,8
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ	ΔΑΣΙΚΑ	5,27
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΔΙΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	35,52
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΛΑΦΙΝΑΣ	ΡΙΓΑΝΗ	14,64
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΕΛΑΦΙΝΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	121,93
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΟΛΙΝΔΡΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	10,42
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΛΙΤΟΧΩΡΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	47
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΡΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	107,94
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΙΕΡΙΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	10,49
ΠΙΕΡΙΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΥΔΝΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	8,29
ΣΕΡΡΩΝ	ΔΗΜΟΣ ΑΧΙΝΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	24,88
ΦΛΩΡΙΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ	ΜΑΡΑΘΟΣ	5,37
ΦΛΩΡΙΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	17,45
ΦΛΩΡΙΝΑΣ	ΔΗΜΟΣ ΦΙΛΩΤΑ	ΡΙΓΑΝΗ	9,93
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	5,83
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ	ΔΑΣΙΚΑ	8,46
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ	ΔΑΣΙΚΑ	11,9
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	43,21
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΡΝΑΙΑΣ	ΛΕΒΑΝΤΑ	4,01
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΖΕΡΒΟΧΩΡΙΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	18,9

ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΕΙΑΣ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	59,12
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΠΑΝΑΓΙΑΣ	ΔΑΣΙΚΑ	9,86
ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΤΡΙΓΛΙΑΣ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	92,85
ΕΒΡΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΟΡΦΕΑ	ΔΑΣΙΚΑ	3,86
ΕΒΡΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΦΕΡΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	4,25
ΕΒΡΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΦΕΡΩΝ	ΚΟΡΙΑΝΔΡΟΣ	3,33
ΡΟΔΟΠΗΣ	ΔΗΜΟΣ ΑΡΡΙΑΝΩΝ	ΡΙΓΑΝΗ	3,81
ΡΟΔΟΠΗΣ	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΕΧΡΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	14,77
ΚΥΚΛΑΔΩΝ	ΔΗΜΟΣ ΠΟΣΕΙΔΩΝΙΑΣ	ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ	5
ΛΕΣΒΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΜΟΥΔΡΟΥ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	3,79
ΛΕΣΒΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΙΧΝΙΤΟΥ	ΓΛΥΚΑΝΙΣΟ	5,44
ΣΑΜΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΛΟΒΑΣΙΩΝ	ΔΑΣΙΚΑ	4,46
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΝΙΚΟΥ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	ΔΑΣΙΚΑ	12,03
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΛΕΥΚΗΣ	ΦΑΣΚΟΜΗΛΟ	5,8
ΛΑΣΙΘΙΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΛΕΥΚΗΣ	ΘΥΜΑΡΙ	5,07
ΡΕΘΥΜΝΟΥ	ΔΗΜΟΣ ΣΙΒΡΙΤΟΥ	ΡΙΓΑΝΗ	11,31

Συγκεντρωτικοί πίνακες συστατικών και χρωματογραφήματα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτικών ειδών

Πίνακας 51: Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *S.thymbra*, Σπάτων 1 έτους. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Satureja thymbra*

Περιοχή, ηλικία φυτείας: **Σπάτα, 1 έτους**

Φυτικό υλικό: **Ξηρό**

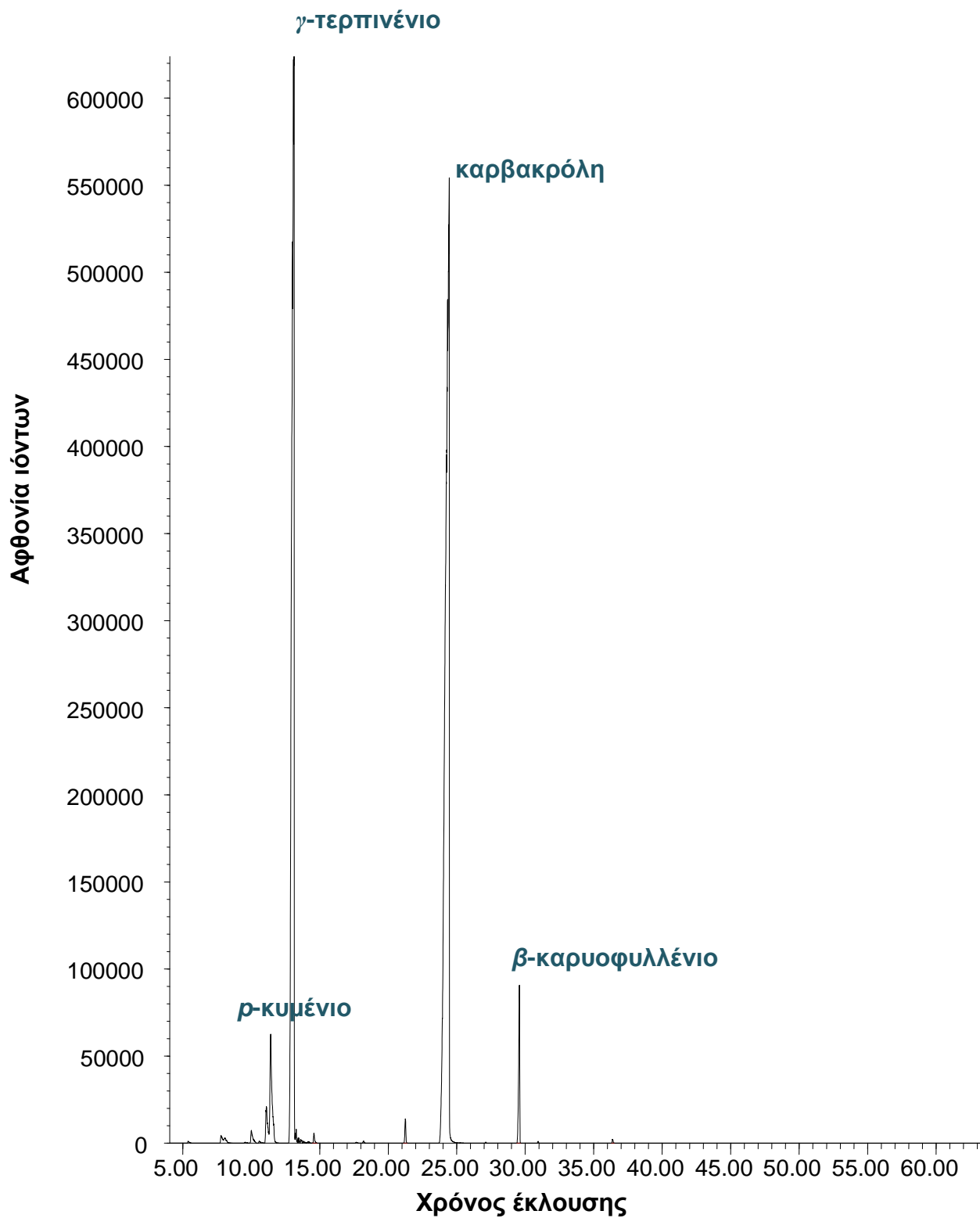
Μέθοδος: **Υδροαπόσταξη**

Ανάλυση: **GC-MS**

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.79	0.2	α-θουγιένιο
2	8.06	0.2	α-πινένιο
3	10.01	0.4	μυρκένιο
4	11.11	1.0	α-τερπινένιο
5	11.42	3.2	p-κυμένιο
6	13.12	38.6	γ-τερπινένιο
7	13.22	tr	nd
8	13.29	0.1	τερπινολένιο
9	13.43	tr	nd
10	13.60	tr	nd
11	14.58	0.2	λιναλαόλη
12	21.25	0.4	Μεθυλαιθέρας της καρβακρόλης
13	24.44	53.1	καρβακρόλη
14	29.58	2.5	β-καρνοφυλλένιο
15	36.39	tr	nd
Σύνολο		99.9	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		5.40	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 19: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *S. thymbra*, της φυτείας των Σπάτων 1 έτους, τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

Πίνακας 52: Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *S.thymbra*, ΓΠΑ 6 ετών. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Satureja thymbra*

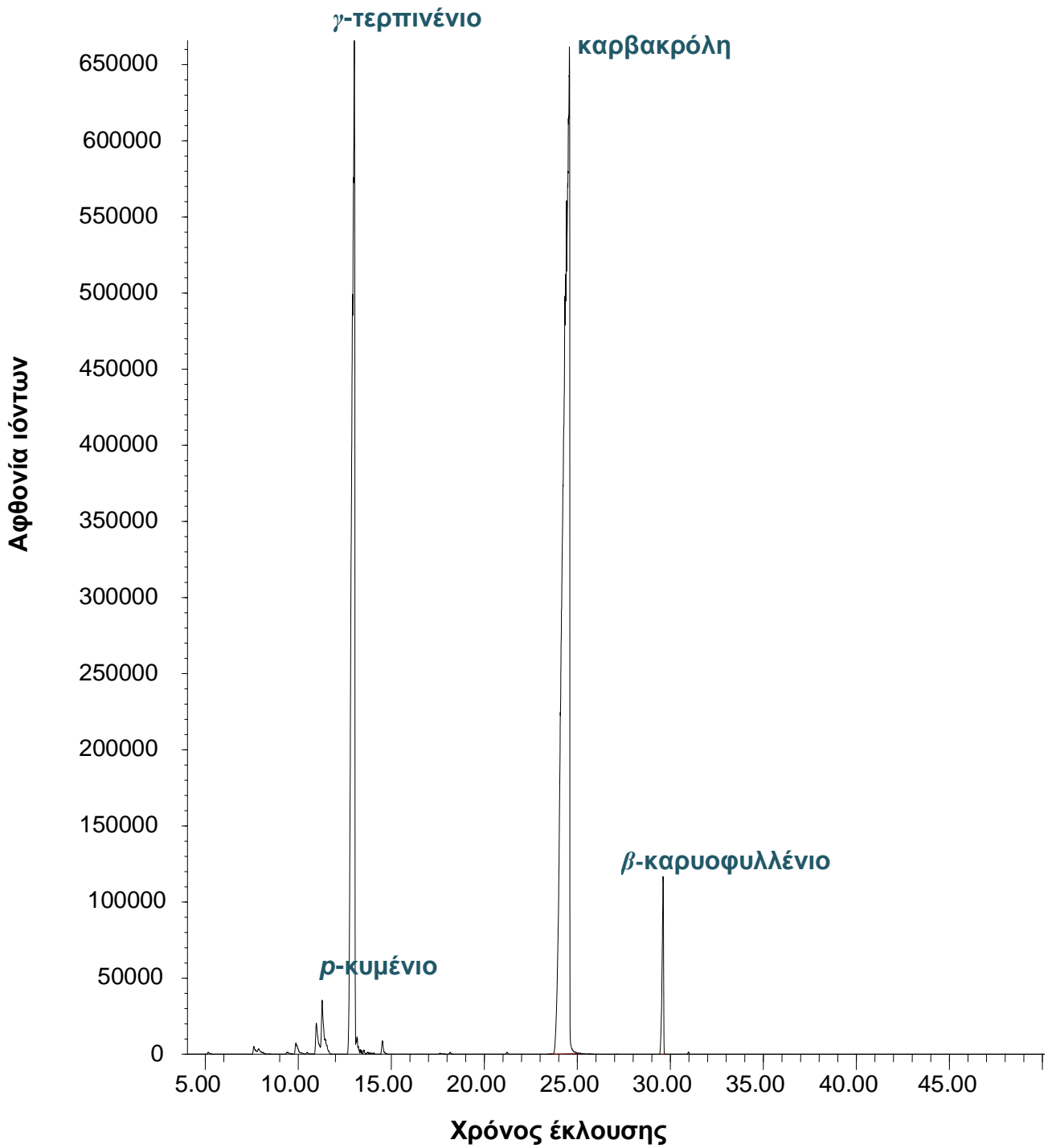
Περιοχή, ηλικία φυτείας: ΓΠΑ, 6 ετών

Φυτικό υλικό: Ξηρό
Μέθοδος: Υδροαπόσταξη
Ανάλυση: GC-MS

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.62	0.2	α -θουγιένιο
2	7.87	0.2	α -πινένιο
3	9.88	0.3	μυρκένιο
4	10.98	0.7	α -τερπινένιο
5	11.29	1.4	p -κυμένιο
6	13.01	31.4	γ -τερπινένιο
7	13.36	tr	nd
8	13.53	tr	nd
9	14.53	0.2	λιναλαόλη
10	24.57	63.0	καρβακρόλη
11	29.61	2.5	β -καρυοφυλλένιο
Σύνολο		99.9	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		4.30	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 20: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *S.thymbra*, της φυτείας του ΓΠΑ, 6 ετών τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

Πίνακας 53: Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *O.onites*, Σπάτων 1 έτους. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Origanum onites*

Περιοχή, ηλικία φυτείας: **Σπάτα, 1 έτους**

Φυτικό υλικό: **Ξηρό**

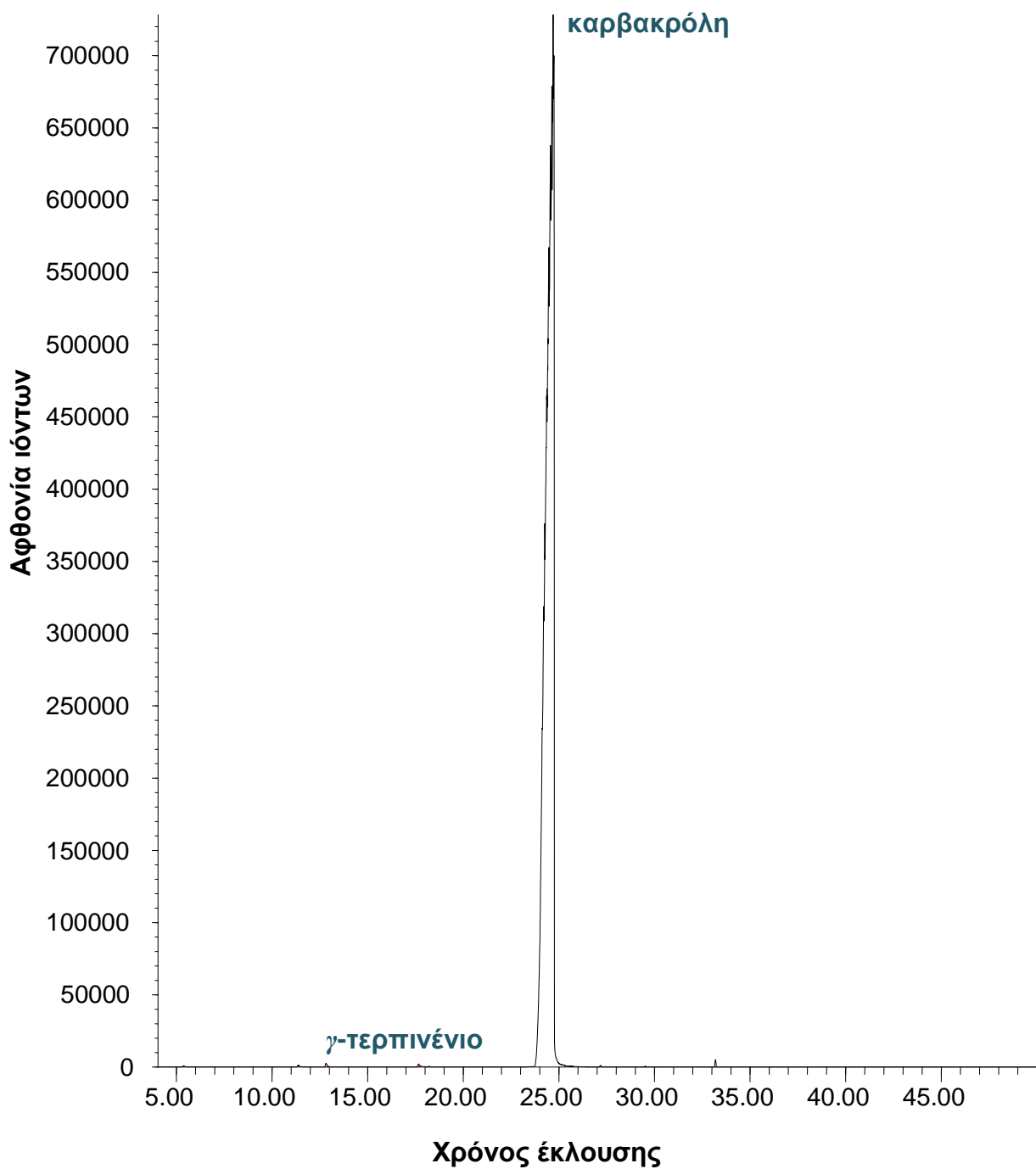
Μέθοδος: **Υδροαπόσταξη**

Ανάλυση: **GC-MS**

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.37	tr	<i>p</i> -κυμένιο
2	12.83	0.1	<i>γ</i> -τερπινένιο
3	17.67	tr	nd
4	18.21	tr	nd
5	24.70	99.7	καρβακρόλη
6	27.19	tr	nd
7	29.52	tr	<i>β</i> -καρνοφυλλένιο
8	33.20	0.1	<i>β</i> -μπισαμπολένιο
Σύνολο		99,9	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		2,43	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 21: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *O. onites*, της φυτείας των Σπάτων, 1 έτους τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

Πίνακας 54: Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *O.onites*, ΓΠΑ 6 ετών. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Origanum onites*

Περιοχή, ηλικία φυτείας: ΓΠΑ, 6 ετών

Φυτικό υλικό: Ξηρό

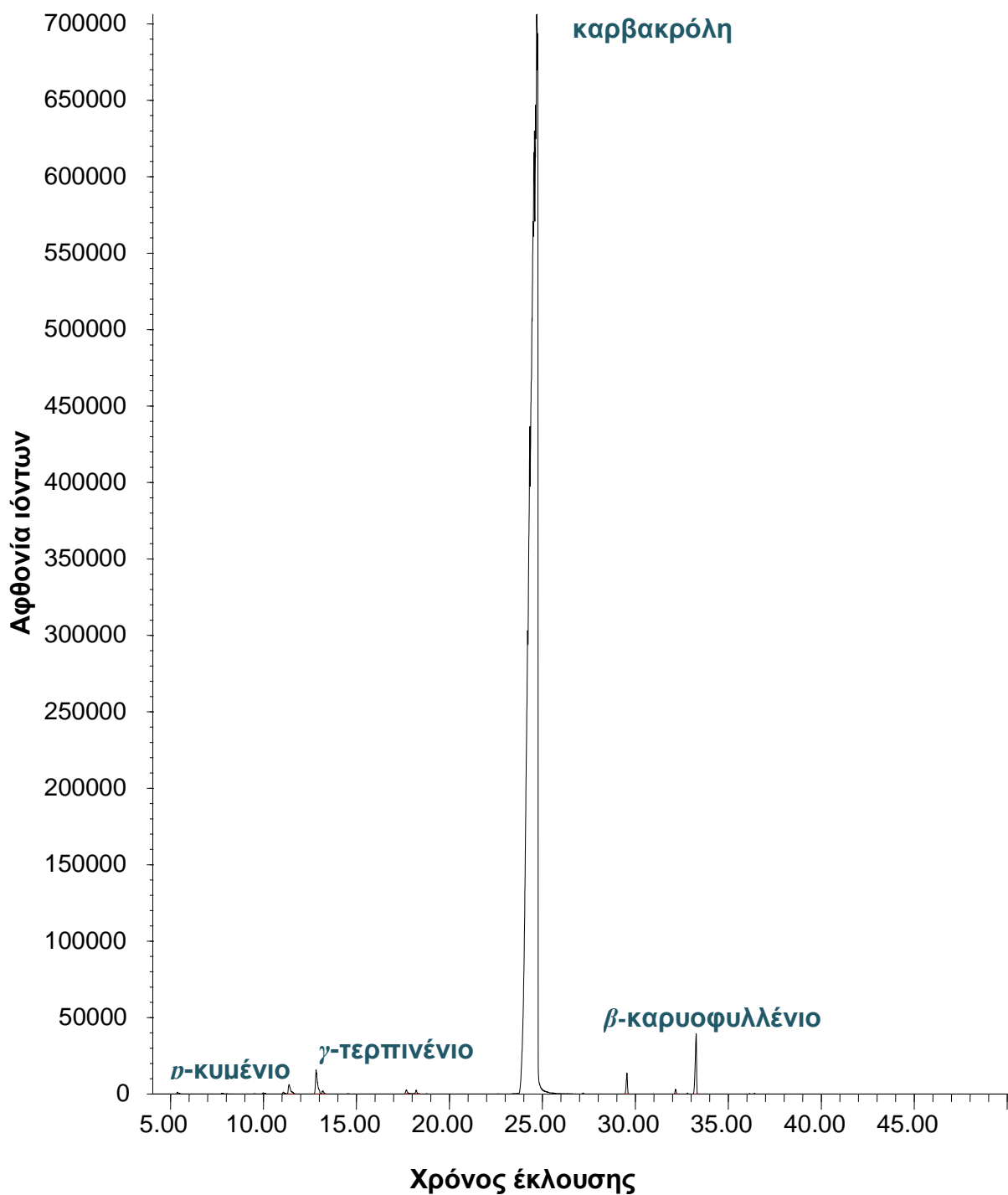
Μέθοδος: Υδροαπόσταξη

Ανάλυση: GC-MS

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	11.38	0.26	<i>p</i> -κυμένιο
2	12.84	0.57	<i>γ</i> -τερπινένιο
3	13.19	tr	nd
4	17.68	tr	nd
5	18.22	tr	nd
6	24.70	97.7	καρβακρόλη
7	29.55	0.1	<i>β</i> -καρυοφυλλένιο
8	32.17	tr	nd
9	33.27	0.3	<i>β</i> -μπισαμπολένιο
Σύνολο		98.9	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		3.00	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 22: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *O.onites*, της φυτείας του ΓΠΑ, βετών τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

Πίνακας 55: Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *O.hirtum*, Σπάτων 1 έτους. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Origanum hirtum*

Περιοχή, ηλικία φυτείας: **Σπάτα, 1 έτους**

Φυτικό υλικό: **Ξηρό**

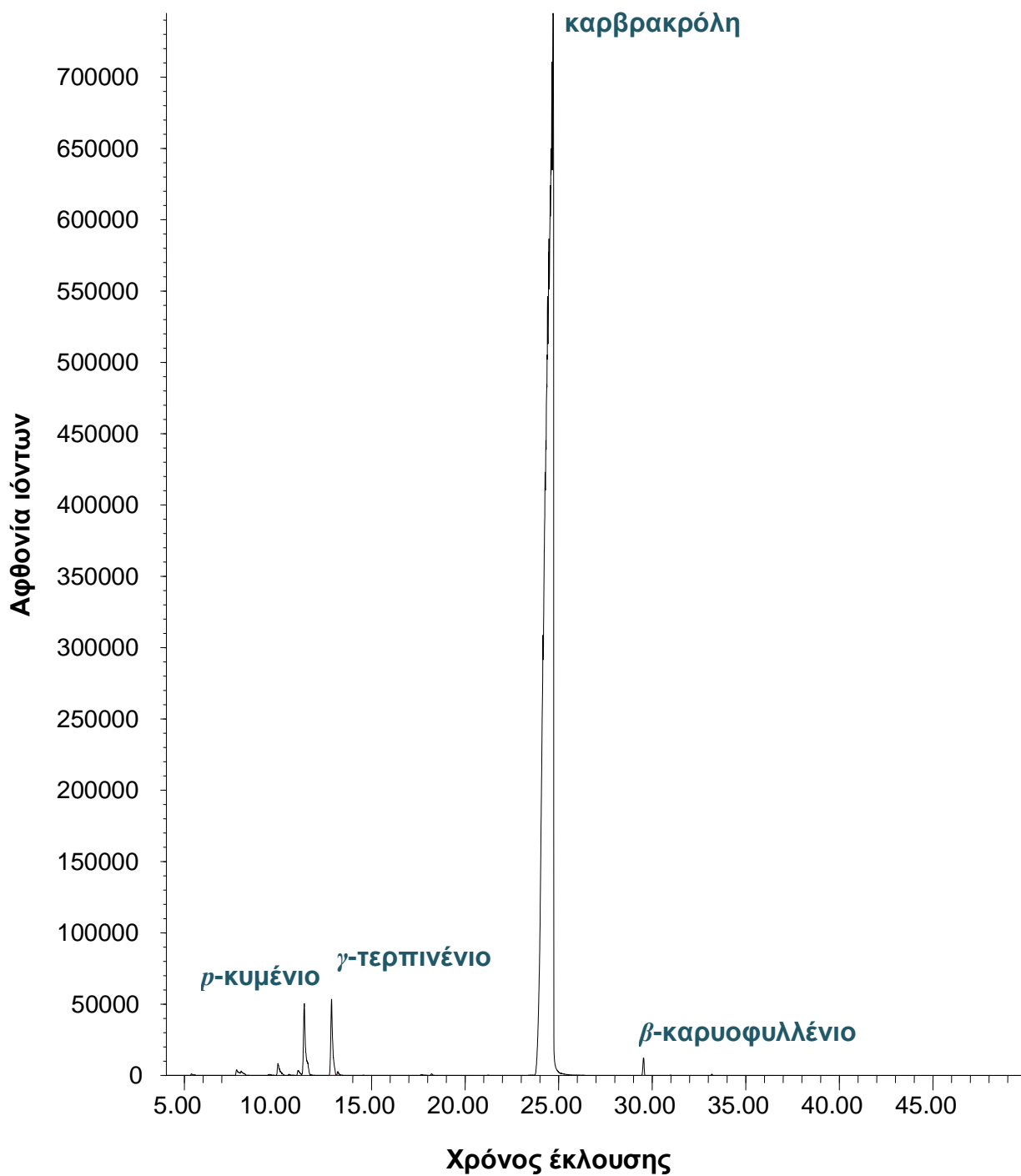
Μέθοδος: **Υδροαπόσταξη**

Ανάλυση: **GC-MS**

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.80	0.2	α -θουγιένιο
2	8.04	0.1	α -πινένιο
3	10.01	0.3	μυρκένιο
4	11.08	0.1	α -τερπινένιο
5	11.41	1.8	p -κυμένιο
6	12.87	1.7	γ -τερπινένιο
7	13.20	tr	nd
8	24.70	95.3	καρβακρόλη
9	29.54	0.3	β -καρνοφυλλένιο
Σύνολο		99.8	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		8.77	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 23: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *O. hirtum*, της φυτείας του Σπάτα, 1 έτους τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

Πίνακας 56: Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *O.hirtum*, ΓΠΑ 6 ετών. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Origanum hirtum*

Περιοχή, ηλικία φυτείας: ΓΠΑ, 6 ετών

Φυτικό υλικό: Ξηρό

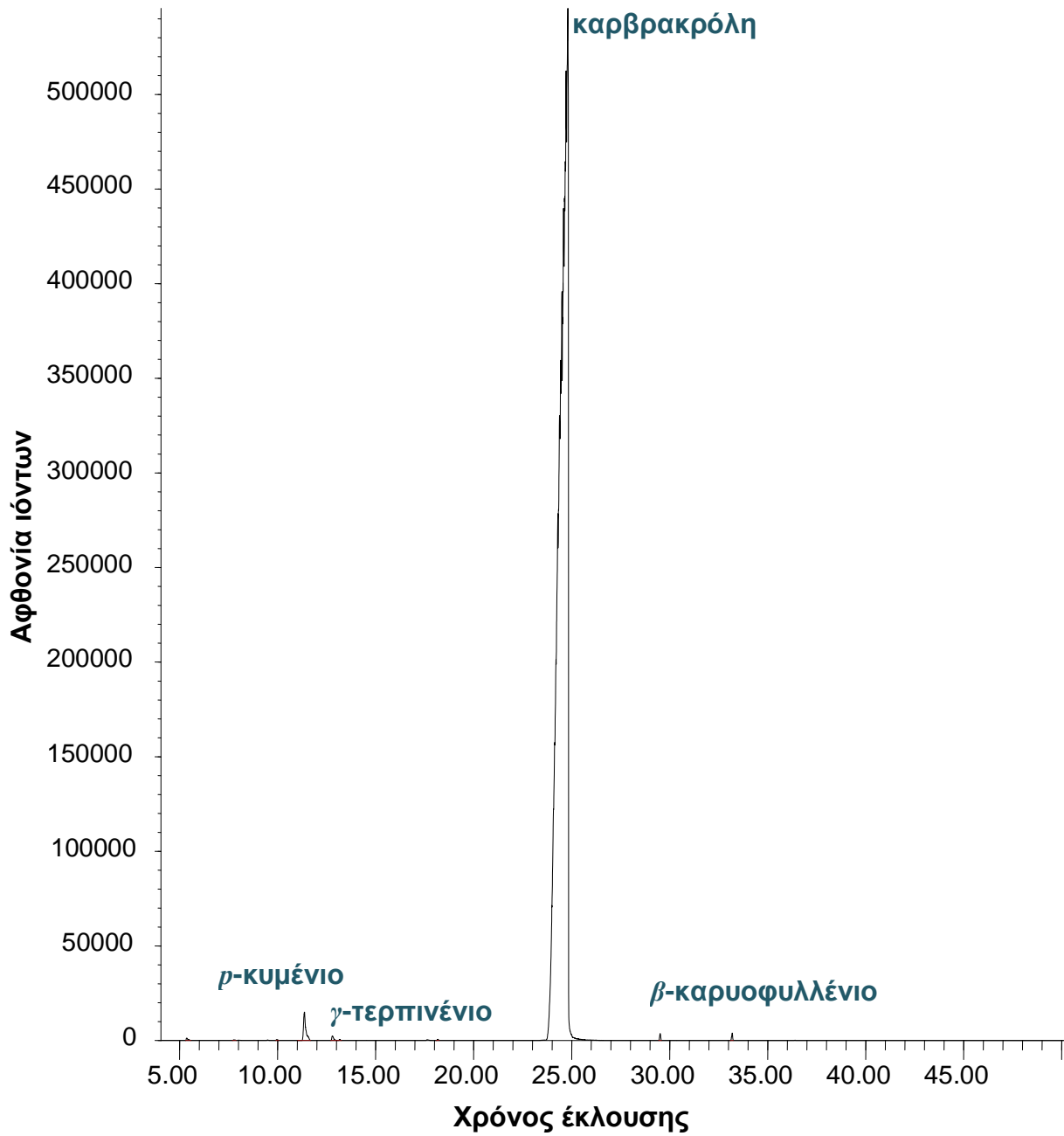
Μέθοδος: Υδροαπόσταξη

Ανάλυση: GC-MS

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.77	tr	<i>α</i> -θουγιένιο
2	9.96	tr	μυρκένιο
3	11.37	0.71	<i>p</i> -κυμένιο
4	12.80	0.1	<i>γ</i> -τερπινένιο
5	13.17	tr	nd
6	18.17	tr	nd
7	24.81	98.9	καρβακρόλη
8	29.60	0.1	<i>β</i> -καρνοφυλλένιο
9	33.20	0.1	<i>β</i> -μπισαμπολένιο
Σύνολο		99.9	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		8.47	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 24: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *O. hirtum*, της φυτείας του ΓΠΑ 6 ετών τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

Πίνακας 57: Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *T. capitata* Σπάτα, 1 έτους. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Thymbra capitata*

Περιοχή, ηλικία φυτείας: Σπάτα, 1 έτους

Φυτικό υλικό: Ξηρό

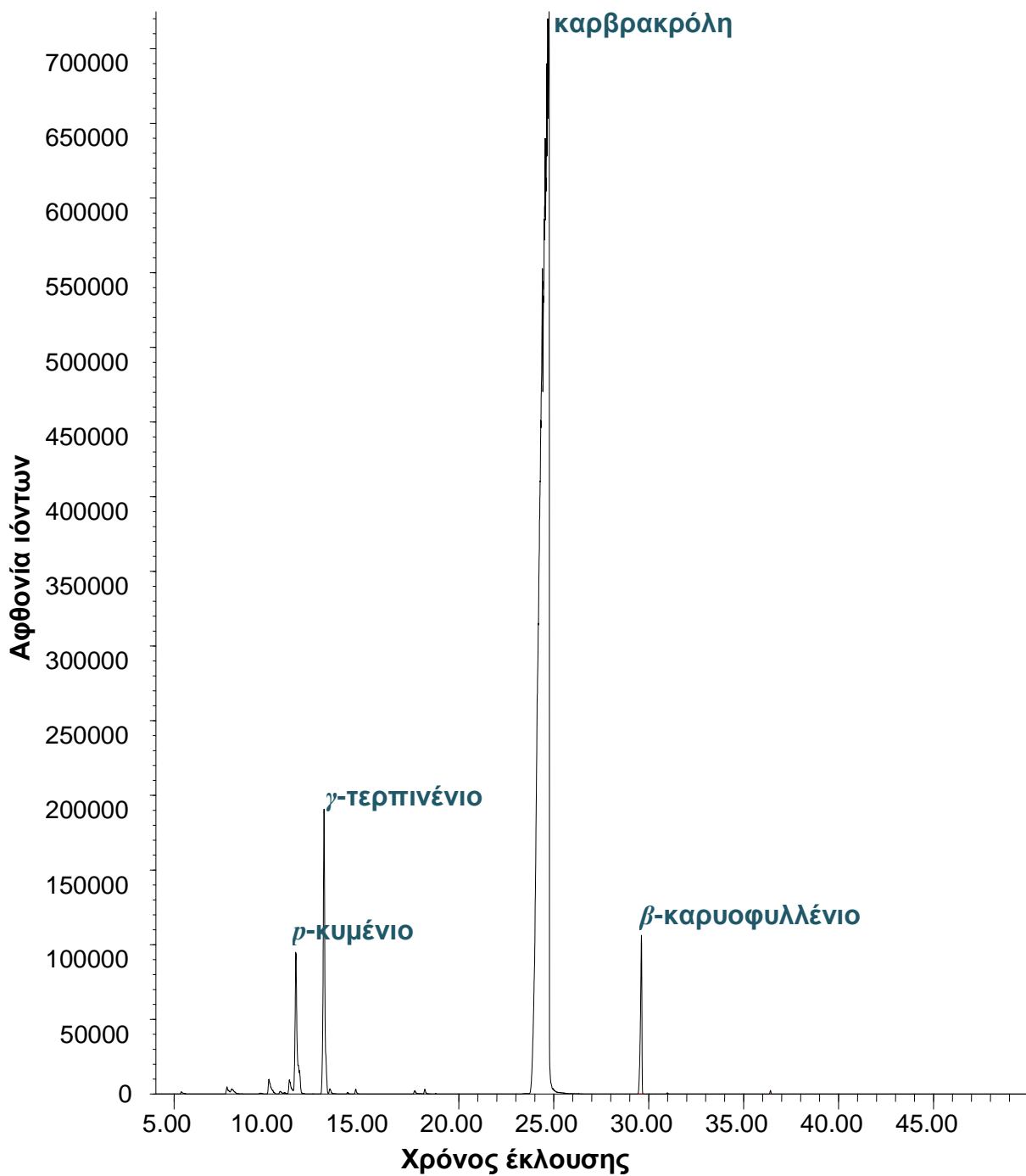
Μέθοδος: Υδροαπόσταξη

Ανάλυση: GC-MS

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	7.80	0.3	α -θουγιένιο
2	10.01	0.4	μυρκένιο
3	10.62	tr	nd
4	11.08	0.3	α -τερπινένιο
5	11.42	3.0	p -κυμένιο
6	12.91	4.8	γ -τερπινένιο
7	14.58	tr	λιναλαόλη
8	17.69	tr	nd
9	18.22	tr	nd
10	24.69	88.8	καρβακρόλη
11	29.62	2,2	β -καρνοφυλλένιο
12	36.42	tr	nd
Σύνολο		96.8	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		4.37	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 25: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *T. capitata*, της φυτείας των Σπάτων, 1 έτους τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

Πίνακας 58 : Χημική σύσταση αιθερίου ελαίου *T. capitata*, ΓΠΑ 6 ετών. Οι τιμές εκφράζουν το % ποσοστό των συστατικών του αιθερίου ελαίου (v/v).

Είδος: *Thymbra capitata*

Περιοχή, ηλικία φυτείας: ΓΠΑ, 6 ετών

Φυτικό υλικό: Ξηρό

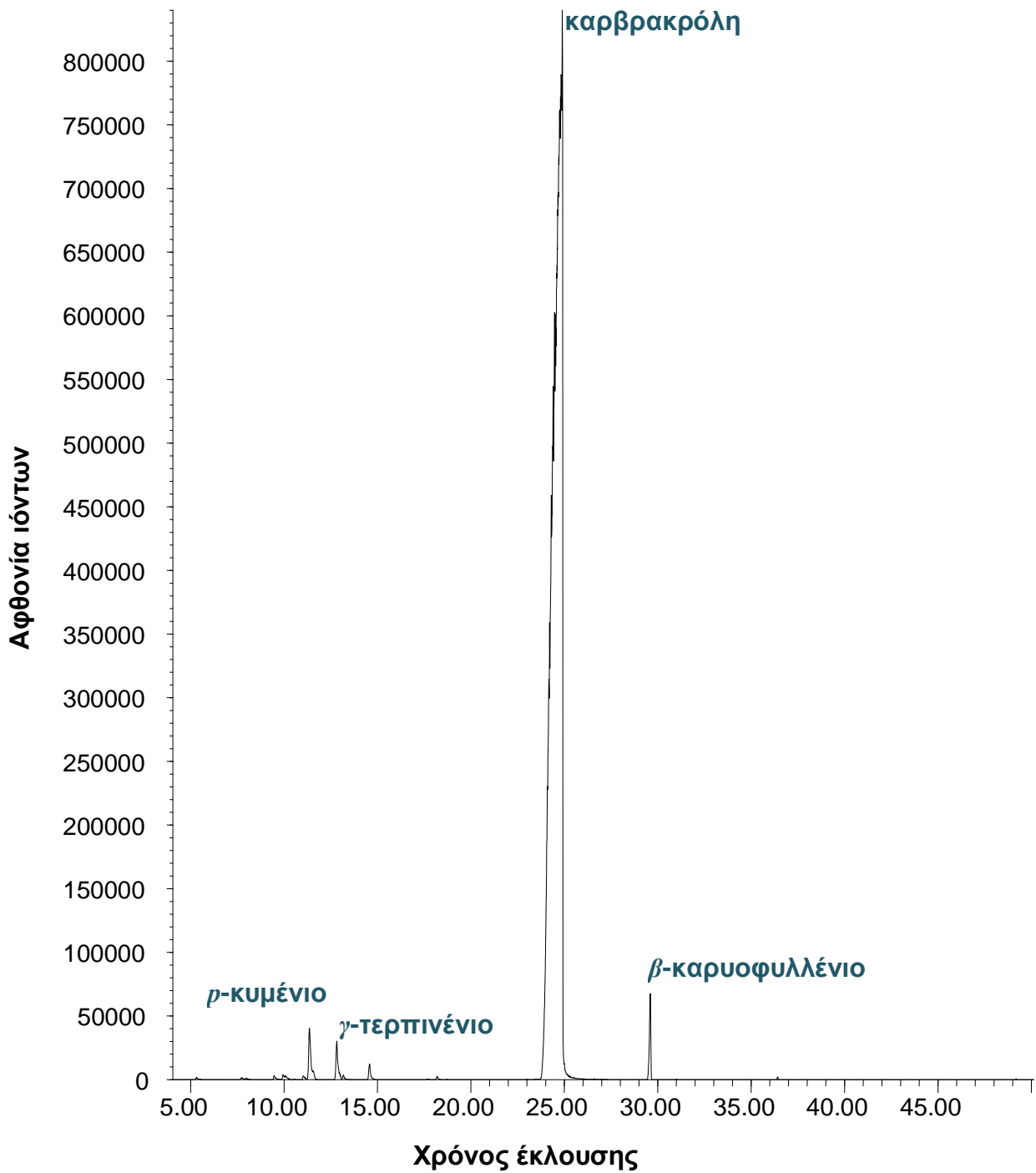
Μέθοδος: Υδροαπόσταξη

Ανάλυση: GC-MS

Κορυφή	Χρόνος Έκλουσης (min)	Εκατοστιαία Περιεκτικότητα (%)	Συστατικό
1	9.48	tr	nd
2	9.95	tr	nd
3	10.09	tr	μυρκένιο
4	11.04	tr	α -τερπινένιο
5	11.36	1.2	p -κυμένιο
6	12.82	0.7	γ -τερπινένιο
7	13.18	tr	nd
8	14.58	0.3	λιναλαόλη
9	18.20	tr	nd
10	24.90	96.2	καρβακρόλη
11	29.61	1.2	β -καρνοφυλλένιο
12	36.42	tr	nd
Σύνολο		99.6	
Απόδοση σε Αιθέριο έλαιο (mL/100g)		4.30	

tr, ίχνη < 0.08 %

nd: not determined



Εικόνα 26: Τυπικό Αεριοχρωματογράφημα με τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου *T. capitata*, της φυτείας ΓΠΑ, 6 ετών τα οποία προσδιορίστηκαν με GC-MS.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

Βογιατζή-Καμβούκου Κ.Ε., 2004. Επιλογή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία Θεσσαλονίκη. σελ.: 15-22, 115-124.

Γαβριήλ Κ. Ε. 2013. Φαινολογική και χημειοτυπική διαφοροποίηση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών των ειδών *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Letswaart, *Origanum onites* (L.), *Satureja thymbra* (L.) και *Coridothymus capitatus* (L.) σε καλλιέργεια τριών ετών. Αθήνα.

Γαβριήλ Ε., Οικονόμου Γ. και Ταραντίλης Π. 2014. Οι ρίγανες της Ικαρίας. Μορφολογικός και χημειοτυπικός χαρακτηρισμός των ειδών. 15^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας της Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών. Λάρισα. σ.: 80

Γαλάτης Β., Γανωτάκης Δ., Γκάνη-Σπυροπούλου Κ., Καραμπουρνιώτης Γ., Κοτζαμπάσης Κ., Κωνσταντινίδου Ε-Ι., Μανέτας Ι. και Ρουμπελάκη-Αγγελάκη Κ.Α., 2003. Φυσιολογία Φυτών από το μόριο στο περιβάλλον. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ. ΗΡΑΚΛΕΙΟ. σελ.: 335-337

Γκόλιαρης, 1992. Η καλλιέργεια της ρίγανης. Γεωργία & Ανάπτυξη, τεύχος 2. Αθήνα. σελ: 39 - 42.

Δαφερέρα Δ., Ταραντίλης Π. και Πολυσίου Μ. 2006. Θυμάρι (Thyme) Φαρμακολογική - Βιολογική δράση. Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Εθνοφαρμακολογίας. Φαρμακευτικός Σύλλογος Κυκλάδων. Άνδρος.

Δόρδας Χ., 2009. Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών. Θεσσαλονίκη.

Δόρδας Χ. 2012. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία Θεσσαλονίκη. σελ.: 17-18,25-31,46-47,65-75,82-84,88-89,168-170,265-274,279-283.

Καραμπουρνιώτης Α. Γ. 2003. Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών. Οι λειτουργίες των φυτών κάτω από αντίξοες συνθήκες. Εκδόσεις Έμβρυο. Αθήνα. σελ.: 24-26

Καραμπουρνιώτης Α. Γ., Λιακόπουλος Γ. και Νικολόπουλος Δ. 2012. Φυσιολογία καταπονήσεων των Φυτών. Οι λειτουργίες των φυτών κάτω από αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος 3^η Έκδοση. Εκδόσεις Έμβρυο. σελ.: 207-217

Κατσιώτης Σ. Θ. και Χατζοπούλου Σ. Π., 2010. Αρωματικά φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια ελαία. Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη ΑΕ. Θεσσαλονίκη. σελ.: 283-306, 319-323, 453-475, 547-556, 799-820

Κουτσός Θ.Β. 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη. σελ.:153,156,158,163,249-258

Μενκισσογλού Σ. 2014. Γεωργικά φάρμακα φυτικής προέλευσης στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης εχθρών & ασθενειών. Σημειώσεις από το Σεμινάριο Μεταπτυχιακού Προγράμματος ΓΠΑ.

Παναγόπουλος Γ., Κωτούλας Β., Οικονόμου Γ., Ταραντίλης Π., Καλύβας Δ. και Καραμάνος Α. Προσαρμοστικότητα αυτοφυών πληθυσμών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου καρβακρόλης σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας. 2010. 13^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας της Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών. σ. 35. Καλαμάτα.

Παναγόπουλος Γ., Κωτούλας Β., Οικονόμου Γ., Ταραντίλης Π., Καλύβας Δ. και Καραμάνος Α. 2008. Χωροταξική αποτύπωση και χημειοτυπική ανάλυση της αρωματικής και φαρμακευτικής χλωρίδας των νήσων Ικαρίας και Φούρνων. 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας της Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών. Νάουσα.

Πολυσίου Μ. Γ. και Ταραντίλης Π. Α., 2007. Σημειώσεις για το μάθημα Ενόργανη Ανάλυση Φυσικών Προϊόντων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Πολυσίου Μ. Γ. και Ταραντίλης Π. Α., 2008. Ενόργανη Ανάλυση Φυσικών Προϊόντων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Σαρλής Γ., 1994. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο 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. Εκτύπωση OOFSET ΓΙΑΧΟΥΔΗ-ΓΙΑΠΟΥΛΗ Ο.Ε. Θεσσαλονίκη. σελ.:7-22, 39-41, 144-152.

Στεφανάκη - Νικηφοράκη Μ. 1999. «Συστηματική Βοτανική» Εκδ. Σταμούλης, Αθήνα.

Ξένη βιβλιογραφία

Adams, R.P. 2007. Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Allured Pub. Corp. 4th Edition. USA

Aminzadeh, M., Amiri F., Abadi A.E., Mahdevi K. and Fadai Sh. 2010. Factors Affecting on Essential Chemical Composition of *Thymus kotschyanus* in Iran. World A ppl. Sc i . J. 8(7) : 847-856.

Arnold N., B. Bellomaria. G. Valentini. H. J. Arnold. 1993. Comparative Study of the Essential Oils from Three Species of *Origanum* Growing Wild in the Eastern Mediterranean Region. Journal of Essential Oil Research 5: 71-77.

- Azizi, A., Yan F. 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.
- Bahernik, Z., M. B.Rezaei, M. Mirza, and B Abbaszadeh. 2001. Research on quality and quantity changes of essential oil of *Satureja hortensis* L. under water stress in field. *Iranian journal of medicinal and aromatic plants.* 11: 37-51.
- Baricevic, D., L. Milevoj and J. Borstnic. 2001. Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* letsvaart) on the dry bean weevil (*Acanthoscellides obtectus* Say). *Int. J. Horticultural Sci.* 7(2) : 84-88.
- Baricevic, D. and T. Bartol 2002. The biological/pharmacological activity of the *Origanum* Genus. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 177-213, Taylor and Francis, London and New York.
- Baser, C. K.H. 2008. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. *Curr Pharm Des.* 14(29):3106-19.
- Baser, K.H.C., T. Ozek, G. Tumen and E. Sezik. 1993. Composition of the Essential Oil of Turkish *Origanum* species with commercial importance. *J. Essent. Oil Res.* 5(6):619-623.
- Bimbenet, J.-J., He. Brusset, and M. Loncin, 1970. Effet de la présence de corps solubles sur la déshydratation des produits biologiques. *Ind. Alim. Agr.*87: 385-391.
- 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.
- Buchanan, B.B., W. Gruissem and R.L. Jones 2000. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* . MD: American Society of Plant Physiologists, Rockville.
- Burbott A.J. and Loomis D. 1969. Evidence for metabolic turnover monoterpene in peppermint. *Plant Physiol.*,44,173-179.
- Burdon, J.T. 1980. Intra specific diversity in a natural population of *Trifolium repens*. *J. Ecology* 68: 717-735.
- Burkart, R.M. and Buhler D.D. 1997. A regional framework for analyzing weed species and assemblage distributions using a geographic information system. *Weed Sci.* 45: 455-462.
- Chorianopoulos N., Kalpoutzakis E., Aligiannis N., Mitaku S., Nychas G.-J. and Haroutounian S. A. 2004. Essential Oils of *Satureja*, *Origanum*, and *Thymus* Species: Chemical Composition and Antibacterial Activities Against Foodborne Pathogens. *J. Agric. Food Chem.* 52 (26). pp 8261–8267
- Coskun S., Girisgin O., Kürkcüoglu M., Malyer H., Girisgin A. O., Kirimer N. and Baser K. H. 2008. Acaricidal efficacy of *Origanum onites* L. essential oil against *Rhipicephalus turanicus* (Ixodidae). *Parasitology Research.* 103. Issue 2. pp 259-261.

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 Product Press, N.Y.

Daferera, D.J., B.N. Ziogas and M.G. Polissiou 2000. GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. J. Agric. Food Chem . 48(6) : 2576-2581.

Damien Dorman H.J. and Deans S.G. 2004. Chemical Composition, Antimicrobial and In Vitro Antioxidant Properties of *Monarda citriodora* var. *citriodora*, *Myristica fragrans*, *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, *Pelargonium* sp. and *Thymus zygis* Oils. Journal of Essential Oil Research. 16. Issue 2. pp: 145-150

Denayer R. and Tilquin B.1994. Détermination des indices de rétention de composants d'huiles essentielles. Rivista Italiana: 13: 7–12.

Dudai, N., A. Poljakoff-Mayber, A.M. Mayer, E. Putievsky and H.R. Lerner 1999. Essential oils as allelochemicals and their potential use as bioherbicides. J. Chem. Ecol. 25(5) : 1079-1089.

Economou G., Panagopoulos G., Karamanos A., Tarantilis P., Kalivas D. and Kotoulas V. 2014. An assessment of the behavior of carvacrol – rich wild Lamiaceae species from the eastern Aegean under cultivation in two different environments. Industrial Crops and Products. 54, 62–69

Economou G., Panagopoulos G., Tarantilis P., Kalivas D., Kotoulas V., Travlos I.S., Polysiou M. and 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. Issue 1. 236–241

Faleiro L., Miguel G., Gomes S., Costa L., Venâncio F., Teixeira A. Figueiredo A.C., Barroso J.G., and Pedro L.G.. 2005. Antibacterial and Antioxidant Activities of Essential Oils Isolated from *Thymbra capitata* L. (Cav.) and *Origanum vulgare* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry. pp 8162-8168. Portugal.

Fatima S.F., Farooqi A.H.A., and Srikant S. 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.

Faria JM., Barbosa P., Bennett RN., Mota M. and Figueiredo AC. 2013. Bioactivity against *Bursaphelenchus xylophilus*: Nematotoxics from essential oils, essential oils fractions and decoction waters. Phytochemistry. 94: 220-8.

Figueiredo, A.C., Barroso J.G., Pedro L.G. and Scheffer J.J.C. 2008. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. Flav. Fragr. J. 23: 213-226.

Fleisher A., Sneer N. (1982) Oregano spices and *Origanum* chemotypes J. Sci. Food and Agric. 33 (5): 441-446.

Franz Ch. 1982. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Hort. (ISHS) 132:203-216

Franz, C. and Novak J.1997. Breeding of *Origanum* species. In: S. Padulosi, ed., Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano , pp. 49–56, 8–12 May 1996, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.

Friedman M., 2014. Chemistry and multibeneficial bioactivities of carvacrol (4-isopropyl-2-methylphenol), a component of essential oils produced by aromatic plants and spices. J Agric Food Chem. 62(31):7652-70.

Galego L., Almeida V., Gonçalves V., Costa M., Monteiro I. and Matos F. Antioxidant activity of the essential oils of *Thymbra capitata*, *Origanum vulgare*, *Thymus mastichina*, and *Calamintha baetica*. 2008. Acta Hort. (ISHS) 765:325-334

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.

Gören, C.A., G.Topçu. G.Bilsel. M.Bilsel. J.M. Wilkinson. and H. M.A. Cavanagh. 2004. Analysis of essential oil of *Satureja thymbra* by hydrodistillation, thermal desorber, and headspace GC/MS techniques and its antimicrobial activity. Natural Product Research. 18: 189-195.

Harmandar M., Duru M.E., Diri M., Özler M.A. and Kıvrak I. 2009. The chemical composition of essential oil and antioxidant activity of various extracts of *Coridothymus capitatus* (L.) Reichb. Acta Hort. (ISHS) 826: 357-362.

Harper, J.L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London. p: 892.

Hay R. & Waterman P., 1993. VOLATILE OIL CROPS. Longman Scientific & Technical, England. p.:47-51,101-108

Isman M.B. and M.L. Grieneisen 2014 Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. Trends in Plant Science. 19(3): 140-145

Karioti A., Vrahimi-Hadjilouca T., Droushiotis D., Rancic A., Hadjipavlou-Litina D. and Skaltsa H. 2006. Analysis of the essential oil of *Origanum dubium* growing wild in Cyprus. Investigation of its antioxidant capacity and antimicrobial activity. Planta Medica. 72(14): 1330-4.

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., Koureas D. N. and Kokkini S. 2005. Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. Phytochemistry. 66. Issue 22. 2668–2673

- Keravis G. 1997. Spectrométrie de masse et chromatographie dans l'analyse des plantes aromatiques et huiles essentielles. In: B. Benjilali, M. Ettalibi, M. Ismaili-Alaoui and S. Zrira, eds., Proceedings of the Intern. Congr. Arom. Medicinal Plants & Essential Oils, pp. 379-384, Actes Editions, Rabat, Morocco.
- Kirimer N., Baser K.H. and Tumen G. 1995. Carvacrol rich plants in Turkey. Chem. Nat. Comp. 31(1) : 37-41.
- Khalid A. Kh. 2006. Influence of water stress on growth, essential oil, and chemical composition of herbs (*Ocimum* sp.). Int. Agrophysics., 20, 289-296.
- Kokkini, S. 1997. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species. In: S. Padulosi, ed., *Oregano*. 1996. Proceedings of the IPGRI International Workshop on *Oregano*, pp. 2-12, Valenzano (Bari), Italy. IPGRI, Rome.
- Kokkini S., Karousou R., Dardioti A., Krigas N. and Lanaras T. 1997. Autumn essential oils of Greek oregano. Phytochemistry. 44, Issue 5. 883-886
- Kokkini, S., Karousou R. and Hanlidou E. 2003. Herbs of the Labiatae. In: B. Caballero, L. Trugo and Fingals P. Encyclopedia of food science and nutrition. Second ed. pp.3082-3090. Academic press. London.
- 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. and Vokou D. 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. Flavour and Fragrance Journal. 4: 1-7
- Kokkini, S. and Vokou D. 1993. The hybrid *Origanum X intercedens* from the Island of Nisyros (SE Greece) and its parental taxa; comparative study of essential oils and distribution. Biochem. Syst. Ecol. 21: 397-403.
- Koksal O., Gunes E., Ozer O. and Ozden M. 2010. Analysis of effective factors on information sources at Turkish Oregano farms. African Journal of Agricultural Research. 5 (2) pp.142-149
- Kotoulas, V.E., G.N. Panagopoulos, V. Skouras, G. Economou and A. Karamanos 2009. Studies on the role of aromatic shrubs in the inhibition of adjacent
- Kulisic T., Radonic A., Katalinic V. and Milos M. 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. Food Chemistry. 85. Issue 4. 633-640
- Kuris, A., A. Altman and E. Putievsky 1981. Root formation in oregano (*Origanum vulgare* L.) stem cuttings. Scientia Hort. 14: 151-156.
- Lahlou M. 2003. Composition and molluscicidal properties of essential oils of five Moroccan Pinaceae. Pharm. Biol. 41: 207-210.

- Maffei M., Chialva F., and Sacco T., 1989. Glandular trichomes and essential oils in developing peppermint leaves. I. Variation of peltate trichomes number and terpene distribution within leaves. *New Phytol.* 111: 707-716.
- Mahmoud S. S. and Croteau R. B. 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.
- Manohar V., Ingram C., Gray J., Talpur N.A., Echard B.W., Bagchi D. and Preuss H. G. 2001. Antifungal activities of origanum oil against *Candida albicans*. *SpringerLink*. 228. Issue 1-2. pp 111-117.
- Margaris, N.S. 1981. Adaptive strategies in plants dominating Mediterranean-type Ecosystems. *Ecosystems of the world 11: Mediterranean-type Shrublands*, 309-316, F. Di Castri et al. (Eds), Elsevier, The Netherlands.
- Marino, M., Bersani, C. & Comi, G. 2001. Impedance to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *Inter. J. Food Microbiology*, 67(3), 187-195.
- Marston, A. and Hostettmann K. 2009. Natural Product Analysis over the Last Decades. *Planta Med.* 75: 672 – 682.
- Máthé A., 2011. Medicinal and Aromatic Plants. Soils, plant growth and crop production. Vol.1.II *Encyclopedia of Life Support Systems EOLSS*.
- Moure, A., Cruz J.M., Franco D., Dominguez J.M., Sineiro J., Dominguez H., Nunez M.J. and Parajo J.C. 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem.* 72(2) : 145-171.
- Munné-Bosch S., Alegre L. and Schwarz K. 2000. The formation of phenolic diterpenes in *Rosmarinus officinalis* L. under Mediterranean climate. *European Food Research and Technology*. 210. Issue 4. pp 263-267
- Nakiatini N and Kikuzaki M. 1987. A new antioxidative glycoside isolated from oregano (*Origanum vulgare* L.). *Agricultural and Biological Chemistry*. 51:2727-32
- Oka, Y., Nacar S., Putievsky E., Ravid U., Yaniv Z. and Spiegel Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root- knot nematode. *Phytopathology* 90(7) : 710-715 Paech, K., 1950. *Biologie und Physiologie der Sekundären Pflanzenstoffe*. Springer-Verlag, Berlin.
- Paster N., Juven B. J., Shaaya E., Menasherov M., Nitzan R., Weisslowicz H. and Ravi U. 1990. Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on moulds and food borne bacteria. *Letters in Applied Microbiology*. 11. Issue 1. 33–37.
- Penka M., 1978. Influence of irrigation on the contents of effective substances in officinal plants. *Acta Horticulturae*, n.73. p.181-198.

- Putievsky, E., Nativ D. and Uzi R. 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.
- Russo. M., Galletti G.C., Bocchini P. and Carnacini A. 1998. Essential oil chemical composition of wild population of Italian Oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) letswaart): A preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. 1. Inflorescences. J. Agric. Food Chem . 46 : 3741-3746.
- Sabih F., Abad Farooki A.H., Ansari S.R., and Sharama S. 1999. Effect of water stress on growth and essential oil metabolism in *Cymbopogon martini* (Palmrosa) cultivars. J. Essential Oil Res., 1. 151-157.
- Said-Al Ahl. H.A.H., Omer E.A. and Naguib N.Y. 2009a. Effect of water stress and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano. Int. AgropHysics 23 : 269-275.
- Sangwan, N.K., Dhindsa K.S., Malik O.P., Sharma G.D. and Paroda R.S. 1982. Quantitative changes in levels of essential oil in *C. martinii* var. *motia* during different growth stages and on ageing the harvested crop in field and Laboratory. In: Proc. Nat. Sem. Med Arom., Plants., India.
- Sarac N., Ugur A., Duru M.E. and Varol O. 2009. Antimicrobial activity, antioxidant activity and chemical composition of *origanum onites* L. and *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) letswaart from Mugla (Turkey). Acta Hort. (ISHS) 826:397-404
- Seidemann J., 2004. World Spice Plants. Springer. p.:264, 266, 336, 365.
- 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.
- Singh M., Rao G.R.S. and Ramesh S.1997. Irrigation and nitrogen requirement of lemongrass (*Cymbopogon flexuosus* (Sleud) Wats) on a red sandy loam soil under semiarid tropical conditions. J. Essent. Oil Res. 9 : 569-574.
- 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.
- Soliman F.M., Yousif M.F., Zaghloul S.S., Okba M.M. and. El-Sayed E.M. 2007. Seasonal variation in the essential oil composition of *Origanum syriacum* l. subsp. *sinaicum* Greuter and Burdet. evaluation of its tocolytic activity. Egy. J. Biomed. Sci. 23(1): 121-134.
- Teixeira B., Marques A., Ramos C., Serrano C. Matos O., Neng N. R. Nogueira J. M.F., Saraiva J A. and Nunes M. L. 2013. Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. JSciFoodAgric.

Toncer O., Karaman S. and Diraz E.2010. An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. J. Med. Plants Res. 4(11) : 1059-1064.

Tuns I. and S. Sahinkaya 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. Entomol. Exp. et Appl . 86(2) : 183-187.

Veres K., Varga E., Dobos Á., Hajdú Z., Máthé I., Németh É. and Szabó K. 2003. Investigation of the composition and stability of the essential oils of *origanum vulgare* ssp. *vulgare* L. and *O. vulgare* ssp. *hirtum* (Link) letsvaart Chromatographia. 57. Issue 1-2. pp 95-98

Ugur A., Sarac N. and Duru M.E. Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oil of *Satureja thymbra* L. from Mugla (Turkey). 2009. Acta Hort. (ISHS) 826:405-412.

Vokou D., Kokkini S. and Bessiere J.-M. 1993 Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. Biochemical Systematics and Ecology. 21. Issue 2. 287–295

Vokou D. and Margaris N. S. 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 of Biometeorology. 30. No 2. Pp 147-155.

Werker E., Ravid U. and Putievsky E.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.

Yanhe L., Craker L.E. and Polter T.1995. Effect of light levels on essential oil production of sage (*S. officinalis*) and thyme (*T. vulgaris*). In: International Symps Med. Arom. Plants . Amherst, Massachusetts, USA.

Διαδίκτυο

<http://www.minagric.gr/index.php/el/xrisimewplirofories-2/statistika-politi>

<http://reherb.eu/el>

<http://www.psmicrographs.co.uk/oregano-plant-detail--origanum-vulgare-/science-image/80200394b>

http://e-didaskalia.blogspot.com/2013/12/blog-post_7842.html#ixzz3JM2Uc7XG

<http://www.manifestosardo.org/common-foods/>

<http://www.e-geoponoi.gr/2012-02-11-12-59-06/5232--origanum-vulgare-.html>

<http://www.agrool.gr/gr/images/w2.gif>

<http://www.scientificlib.com/en/Biology/Plants/Magnoliophyta/OriganumVulgare01.html>

<http://fushkaiomorfia.blogspot.gr/>

<http://onlinelibrary.wiley.com/>

Ρίγανες Ικαρίας - Φωτογραφικό Υλικό από τη Φυτεία 1 Έτους στα Σπάτα

