



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Π.Μ.Σ. : ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Αξιολόγηση του παραγωγικού και χημειοτυπικού δυναμικού και μορφολογικός χαρακτηρισμός καλλιεργούμενων Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών τύπου καρβακρόλης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Origanum onites*, *Satureja thymbra*)»



ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΑ

ΤΣΟΥΡΑ Δ.ΕΛΕΝΗ

ΑΘΗΝΑ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2016

«Αξιολόγηση του παραγωγικού και χημειοτυπικού δυναμικού και μορφολογικός χαρακτηρισμός καλλιεργούμενων Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών τύπου καρβακρόλης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Origanum onites*, *Satureja thymbra*)»

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΑ**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΓΑΡΥΦΑΛΛΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, Αναπλ. Καθηγήτρια, ως Επιβλέπουσα

ΠΕΤΡΟΣ ΤΑΡΑΝΤΙΛΗΣ, Αναπλ. Καθηγητής, ως Μέλος

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΤΡΙΓΚΑΣ, Επίκουρος Καθηγητής, ως Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου διατριβής θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα Οικονόμου Γαρυφαλλιά για την πολύτιμη βοήθεια της κατά την διεξαγωγή του πειράματος αλλά και κατά την διάρκεια της συγγραφής της εργασίας αυτής. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ταραντίλη Πέτρο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Τρίγκα Παναγιώτη για τον χρόνο που διέθεσαν στην διόρθωση της διπλωματικής μου εργασίας και για τις χρήσιμες υποδείξεις τους για την ολοκλήρωσή της.

Επίσης, ένα θερμό ευχαριστώ θα ήθελα να εκφράσω στην υποψήφια διδάκτορα Γαβριήλ Ελίζα, καθώς η συμβολή της στην περάτωση του πειράματος και στην συγγραφή του γραπτού κειμένου ήταν καίρια και ουσιώδης. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα Φανουρίου Ελπίδα και τον μεταδιδακτορικό ερευνητή κ. Βαχαμίδα Πέτρο για την άριστη συνεργασία μας στο πλαίσιο του πειράματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά της χώρας μας έχουν αποτελέσει αντικείμενο πολλών ερευνών λόγω της ευρύτατης σημασίας τους ως στοιχείο της βιοποικιλότητας και των θεραπευτικών ιδιοτήτων τους. Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση και η αξιολόγηση διαφορών ως προς τα φαινολογικά, μορφολογικά και χημειοτυπικά χαρακτηριστικά αυτοφυών πληθυσμών τύπου καρβακρόλης, προερχόμενων από την νήσο της Ικαρίας. Τα φυτά βρίσκονται σε φυτεία δύο ετών στα Σπάτα-Εταιρία Κτημάτων Γ.Π.Α/Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών. Συγκεκριμένα, τα αυτοφυή είδη που μελετήθηκαν είναι : *Origanum vulgare subsp. hirtum* (κν. Ελληνική ρίγανη), *Origanum onites* (κν τούρκικη ρίγανη) και *Satureja thymbra* (κν θρούμπι).

Οι μετρήσεις των φυτικών χαρακτηριστικών του υπέργειου μέρους ελήφθησαν στην πλήρη άνθιση αλλά και κατά την διάρκεια της ανάπτυξής τους. Τα αιθέρια έλαια παρελήφθησαν με υδροαπόσταξη, μέσω συσκευής τύπου Clevenger. Όσον αφορά το ποσοστό απόδοσης αιθέριου ελαίου, το υποείδος *Origanum vulgare subsp. hirtum* κυμάνθηκε από 6,1% έως 8,3% (v/w), το *Origanum onites* από 2,1% έως 5,3% (v/w) και το *Satureja thymbra* από 4,9% έως 6,3% (v/w). Η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των συστατικών των αιθέριων ελαίων έλαβε χώρα με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μαζών (GC-MS). Η ποσοστιαία περιεκτικότητα των αιθερίων ελαίων σε καρβακρόλη καταγράφηκε στο υποείδος *Origanum vulgare subsp. hirtum* 84,7% (v/v), στο *Origanum onites* 83,9% (v/v) και στο *Satureja thymbra* 51,3% (v/v).

Από το σύνολο των δεδομένων της μελέτης αυτής, προκύπτει ότι η σταθερότητα των φυτικών και χημικών χαρακτηριστικών στο βάθος του χρόνου ενισχύει την ανάγκη για διατήρηση και αξιοποίηση του πολλαπλασιαστικού υλικού αλλά και την αξία εκμετάλλευσης των φυτικών ειδών σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας.

ABSTRACT

The Medicinal & Aromatic Plants (MAPs) of our country have been greatly studied due to their huge importance as a part of biodiversity as long as their therapeutical attribute.

The purpose of this study is to estimate and evaluate the phenological and chemotypical characteristics of “carvacrol type plants”, originated from the island Ikaria. In particular, the native species which were studied were: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *Origanum onites* and *Satureja thymbra* from Ikaria. Measurements of the characteristics of the overground part were taken in full blooming stage. Essential oils were extracted with hydrodistillation, using a device type Clevenger. As far as the percentage content of essential oil, the subspecies *O.vulgare* subsp. *hirtum* ranged from 6,1 to 8,3%(v/w). *O.onites* ranged from 2,1 to 5,3%(v/w) and *S.thymbra* from 4,9 to 6,3%(v/w). The quantitative and qualitative analysis of the components of the essential oils was pursued with gas chromatography and mass spectrometry (GC/MS). The chemotypes of all species were maintained and carvacrol was the chief component. The proportion of carvacrol noted down in *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* 84,7% (v/v), *Origanum onites* 83,9% (v/v) and *Satureja thymbra* 51,3% (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. 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*, Clevenger, GC-MS

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1. Γενικά.....	9
1.1 Ιστορικά Στοιχεία	9
1.2 Αρωματικά&Φαρμακευτικά Φυτά με Επενδυτική Προοπτική	10
1.3 Ωφέλιμες Ιδιότητες Αρωματικών&Φαρμακευτικών Φυτών	12
1.4 Συγκριτικά Πλεονεκτήματα Καλλιεργούμενων Ειδών	12
1.5 Αρωματικά&Φαρμακευτικά Φυτά – Κυριότερες Οικογένειες.....	13
1.6 Αρωματικά&Φαρμακευτικά Φυτά πλούσια σε Καρβακρόλη	13
1.6.1 Οικογένεια <i>LAMIACEAE</i>	14
2. «Είδη» Ρίγανης.....	16
2.1 <i>Origanum vulgare</i> – Χαρακτηριστικά & Μορφολογία.....	16
2.2 <i>Satureja thymbra</i> – Χαρακτηριστικά & Μορφολογία.....	21
3. Αιθέρια Έλαια	23
3.1 Γενικά	23
3.2 Χημική Σύσταση Αιθέριων Ελαίων	23
3.3 Χαρακτηριστικά Αιθέριων Ελαίων	24
3.4 Χρήση Αιθέριων Ελαίων.....	24
3.5 Σε ποια Όργανα των Φυτών εντοπίζονται τα Αιθέρια Έλαια.....	24
3.6 Βιοσύνθεση των Αιθέριων Ελαίων.....	25
3.7 Παραλλακτικότητα των Αιθέριων Ελαίων	28
3.8 Παράγοντες που επηρεάζουν την Παραγωγή και την Σύσταση των Αιθέριων Ελαίων	29
4. Μεταβολές στην Φυσιολογία του Φυτού	33
5. Παραλαβή Αιθέριων Ελαίων.....	34
5.1 Μέθοδοι παραλαβής.....	34
6. Ποιοτικός και Ποσοτικός Προσδιορισμός των Συστατικών των Αιθέριων Ελαίων	36
6.1 Χρωματογραφία	36
II. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	38
III. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	39
Περιοχή Μελέτης: Λεκανοπέδιο Αττικής – Σπάτα	39
7. Φυτικό Υλικό	39
8. Πειραματικός Αγρός.....	39
9. Στοιχεία Εδάφους του Πειραματικού Αγρού	41

10. Καλλιεργητικές Φροντίδες	41
11. Μη Καταστρεπτικές Δειγματοληψίες.....	42
12. Καταστρεπτικές Δειγματοληψίες	42
13. Παραλάβη Αιθέριων Ελαίων	43
14. Ποσοτικός και Ποιοτικός Προσδιορισμός Συστατικών Αιθέριων Ελαίων	44
15. Στατιστική Ανάλυση	45
IV. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ	46
V. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	47
16. Μετεωρολογικά Δεδομένα	47
17. Φυτικά Χαρακτηριστικά.....	49
17.1 Διάμετρος κόμης (cm).....	49
17.2 Ύψος φυτών (cm).....	50
17.3 Αριθμός Φύλλων	51
17.4 Αριθμός ταξιανθιών.....	51
17.5 Μήκος Ταξιανθιών	52
18. Ξηρό Βάρος Φυτικού Υλικού.....	54
18.1 Ξηρό βάρος βλαστών (g).....	54
18.2 Ξηρό βάρος φύλλων (g)	55
18.3 Ξηρό βάρος ταξιανθιών (g)	55
19. Αιθέρια Έλαια	57
19.1 Απόδοση αιθέριου ελαίου (% v/w).....	57
19.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής συστασης των αιθεριων ελαιων σε GC-MS	58
19.2.1 Περιεκτικότητα σε p-κυμένιο (%v/v).....	59
19.2.2 Περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο (%v/v)	59
19.2.3 Περιεκτικότητα σε καρνοφυλλένιο (%v/v)	60
19.2.4 Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (%v/v).....	60
VI. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	62
20. Φυτικά χαρακτηριστικά.....	62
21. Ρυθμοί αύξησης των φυτικών ειδών	Error! Bookmark not defined.
22. Σχέσεις μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών & αποδοτικών χαρακτηριστικών.....	62
23. Κλιματικές παράμετροι στην ανάπτυξη και την ανθοφορία	63
24. Αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο	63
25. Κυρίαρχα Συστατικά Αιθέριων Ελαίων	64
25.1 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε β-καρνοφυλλένιο	64
25.2 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε γ-τερπινένιο.....	64

25.3 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε p-κυμένιο	64
25.4 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε καρβακρόλη	65
VII. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	66
VIII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	67
26. Ελληνική Βιβλιογραφία.....	67
27. Ξένη Βιβλιογραφία.....	68
28. Διαδίκτυο.....	71
IX. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	72
29.1 Πίνακες Ανάλυσης Διασποράς (ANOVA).....	72
29.1.1 Φυτικά Χαρακτηριστικά.....	72
29.1.2 Αποδόσεις αιθέριου ελαίου	73
29.1.3 Κυρίαρχα συστατικά του αιθέριου ελαίου	74
30. Χρωματογραφήματα αιθέριων ελαίων	75
31. Παράθεση Φωτογραφιών	80

Ι.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.Γενικά

Ως αρωματικά φυτά (aromatics) θεωρούνται τα είδη του φυτικού βασιλείου με κοινό χαρακτηριστικό το ότι περιέχουν στα διάφορα μέρη τους (φύλλα, άνθη κ.λπ.) αιθέρια έλαια, ουσίες δηλαδή που όταν ελευθερωθούν εκλύουν χαρακτηριστική οσμή. Φαρμακευτικό φυτό (medicinal, therapeutical), καλείται κάθε φυτό που περιέχει ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά, τα οποία έχουν την ικανότητα να προλάβουν, να ανακουφίσουν ή να θεραπεύσουν ασθένειες (Σαρλής, 1994).

Στη διεθνή ορολογία τα φυτά αυτά αναφέρονται ως «Φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά» (Medicinal and Aromatic Plants, MAPs) ενώ στην χώρα μας αναφέρονται ως «Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά» (ΑΦΦ). Όλα τα φυτά που είναι αρωματικά είναι και φαρμακευτικά, ενώ μερικά φαρμακευτικά δεν είναι αρωματικά (βαλσαμόχορτο, μπελαντόνα κ.ά.). Τα φαρμακευτικά φυτά, που δεν είναι και αρωματικά είναι πολύ λίγα, συγκρινόμενα με τον αριθμό των φυτών που είναι αρωματικά και φαρμακευτικά μαζί (Κουτσός, 2006).



Εικόνα 1 : *Origanum vulgare*, Lamiaceae



Εικόνα 2 : *Satureja thymbra*, Lamiaceae

1.1 Ιστορικά Στοιχεία

Οι πρωτόγονοι πίστευαν ότι, οι ασθένειες οφείλονταν στην παρουσία κακών πνευμάτων στο ανθρώπινο σώμα. Μπορούσαν όμως να απαλλαγούν από αυτά με τη χρήση δηλητηριωδών ή δυσάνεκτων ουσιών, ώστε να καταστήσουν το σώμα δυσάρεστο τόπο διαμονής τους (Βολιώτης, 1998). Τις ουσίες αυτές τις έβρισκαν σε φυτά, τα οποία

χρησιμοποιούσαν ως «φάρμακο» για τις αρρώστιες τους. Η λέξη «φάρμακο» προήλθε από τη λέξη «φαρμακός». Σύμφωνα με τον Αριστοφάνη οι «φαρμακοί» ήταν άτομα, τα οποία θυσιάζονταν κατά την εορτή των Θαργηλίων, που γίνονταν στην Αθήνα και τα Ιόνια νησιά προς τιμή της Αρτέμιδος και του Δηλίου Απόλλωνα Θαργηλίου. Ο Απόλλωνας θεωρείτο ο θεός που έστελνε αλλά και έπαιρνε τις αρρώστιες, ωρίμαζε τους καρπούς και ξέραινε τα άνθη. Οι «φαρμακοί», ένας άντρας και μια γυναίκα κατά πάσα πιθανότητα καταδικασμένοι σε θάνατο, τρέφονταν με δαπάνες της πόλης μέχρι το θάνατό τους, ώστε αυτός να αποτελέσει θυσία για την κάθαρσή της από τις ασθένειες (Λέτσας, 1957).

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

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

1.2 Αρωματικά&Φαρμακευτικά Φυτά με Επενδυτική Προοπτική

Αυξημένο καταγράφεται το ενδιαφέρον για τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά στην Ελλάδα, στο πλαίσιο της στροφής του ανθρώπου, τα τελευταία χρόνια, προς την υγιεινή διατροφή και τη βιολογική γεωργία. Η ελληνική αγορά έχει κατακλυστεί από μίγματα διαφόρων θεραπευτικών βοτάνων εγχώριων αλλά κυρίως εισαγόμενων. Στη χώρα μας, η συστηματική και εκτεταμένη καλλιέργεια φαρμακευτικών και αρωματικών φυτών είναι περιορισμένη και αυτό οφείλεται αφενός μεν στη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι παραγωγοί

για τη διάθεση των προϊόντων τους στις αγορές του εσωτερικού και κυρίως του εξωτερικού τις οποίες δεν γνωρίζουν, αφετέρου δε στην έλλειψη γνώσεων πάνω στην τεχνική καλλιέργειάς τους. (Βογιατζή-Καμβούκου, 2013)

Στην Γερμανία, το 50% των φαρμακευτικών παρασκευασμάτων έχουν φυτική προέλευση. Το να γνωρίζει ο παραγωγός την ποιότητα του προϊόντος που παράγει, δηλαδή την επί τοις εκατό περιεκτικότητα της δρόγης σε αιθέριο έλαιο, καθώς και την αναλογία των δραστικών ουσιών, είναι απαραίτητη προϋπόθεση ώστε να κατευθυνθεί στην ανάλογη αγορά και να διαπραγματευθεί την ανάλογη τιμή. Τελευταία, ωστόσο, παρατηρείται αναθέρμανση της καλλιέργειας των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, κυρίως ως εναλλακτική λύση σε φθίνουσες καλλιέργειες.

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά και τα προϊόντα τους σύμφωνα με τον Πολυσίου (2002), έχουν μεγάλη ζήτηση στη διεθνή αγορά λόγω των πλεονεκτημάτων που διαθέτουν στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, ενώ παράλληλα παρουσιάζουν ευκολία καθετοποιημένης παραγωγικής διαδικασίας (πρωτογενής, δευτερογενής και τριτογενής τομέας παραγωγής), χωρίς μεγάλες επενδύσεις από μικρά εταιρικά σχήματα, συνεταιρισμούς και οικογενειακές εκμεταλλεύσεις. Επιπλέον, πολύτιμη φαίνεται να είναι η συνδρομή τους στην ελληνική μελισσοκομία (Σκρουμπής, 1985).

Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών πρέπει να θεωρείται δυναμική καλλιέργεια για τη χώρα μας, γιατί αποτελεί ιδανική λύση για την αξιοποίηση μειονεκτικών, ορεινών ή ημιορεινών εκτάσεων, στις οποίες τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά φαίνεται να ευδοκίμουν πολύ περισσότερο από άλλα είδη φυτών (Goliaris, 1997). Επιπλέον, οι Πετρόπουλος κ.ά. (1994) αναφέρουν ότι τα αρωματικά φυτά θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών στην χώρα μας.

Λόγω της μεγάλης προστιθέμενης αξίας τους, τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποκτούν οικονομικό ενδιαφέρον και θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην αύξηση του εισοδήματος των παραγωγών και στην ανάπτυξη επιχειρηματικών δραστηριοτήτων σε μειονεκτικές περιοχές με αποτέλεσμα την συγκράτηση του πληθυσμού στην ύπαιθρο (Τσόγκας, 2005). Επιπλέον, η συγκεκριμένη καλλιέργεια μπορεί να δώσει μια ώθηση στον αγροτουρισμό, στα πλαίσια του οποίου οργανώνονται επισκέψεις σε περιοχές με μεγάλη παραγωγή αρωματικών φυτών και μονάδες επεξεργασίας τους (Πολυσίου, 2002).

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα είδη αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έχουν μειωμένες ή μηδαμινές απαιτήσεις σε νερό, ενώ και οι ανάγκες τους σε φυτοφάρμακα και λιπάσματα είναι ελάχιστες, συμβάλλοντας έτσι στην αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Με την καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών θα σταματήσει η αλόγιστη και άναρχη συλλογή και εκμετάλλευση αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.

Ο στόχος της καλλιέργειας πρέπει να είναι η παραγωγή συγκεκριμένου προϊόντος (ξηρή δρόγη, αιθέριο έλαιο) και αναγνώριση πιστοποιημένου προϊόντος (αναγραφή στοιχείων π.χ. περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο, δραστικές ουσίες κλπ). Η «έξυπνη» καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών πρέπει να αποσκοπεί σε συγκεκριμένη αγορά, να διαθέτει πιστοποιημένο πολλαπλασιαστικό υλικό και οπωσδήποτε πιστοποιημένο προϊόν- τόσο ξηρή δρόγη όσο και αιθέριο έλαιο

Προτάσεις για την ανάπτυξη του τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών :

- Εκσυγχρονισμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων . καλλιεργητικές πρακτικές
- Βελτίωση της προστιθέμενης αξίας - μεταποίηση . τυποποίηση
- Συστήματα Διαχείρισης Ποιότητας
- Προώθηση - Προβολή αρωματικών & φαρμακευτικών φυτών
- Επαγγελματική κατάρτιση, ενημέρωση & συμβουλευτικές υπηρεσίες
- Συμπράξεις – Δικτύώσεις

1.3 Ωφέλιμες Ιδιότητες Αρωματικών&Φαρμακευτικών Φυτών

- Αντικαρκινική δράση: Το *National Cancer Institute* έχει προσδιορίσει πάνω από 30.000 φυτά με αντικαρκινική δράση.
- Αντιβακτηριδιακές ιδιότητες: Τα αιθέρια έλαια δρούν ενάντια σε μεγάλο αριθμό βακτηρίων.
- Αντιμυκητιακές ιδιότητες: Φυτά της οικογένειας των σκιαδιαφόρων (άνηθος, μάραθος, μαϊντανός).
- Αντιοξειδωτική δράση: Φυτά πλούσια σε φλαβονοειδή και καροτενοειδή.
- Αντιφλεγμονώδης δράση: Οφείλεται σε ταννίνες και σαπωνίνες.
- Διορθωτικά της γεύσης και ενίσχυσης της όρεξης: Τα ισοπρενοειδή που περιέχονται στο ριγανέλαιο.

1.4 Συγκριτικά Πλεονεκτήματα Καλλιεργούμενων Ειδών

- Τα αυτοφυή συχνά αναμιγνύονται με άλλα ανεπιθύμητα και επικίνδυνα είδη.
- Τα καλλιεργούμενα εξασφαλίζουν σταθερή τροφοδοσία της αγοράς.

- Στις καλλιέργειες οι συνθήκες ανάπτυξης- θερμοκρασία, φωτισμός, εχθροί, ασθένειες- ελέγχονται ευκολότερα.
- Η συγκομιδή γίνεται στο ίδιο στάδιο ανάπτυξης και ο μετασυλλεκτικός χειρισμός π.χ. ξήρανση γίνεται ταυτόχρονα.
- Το ίδιο συμβαίνει και με τα αιθέρια έλαια.
- Γίνονται συμφωνίες για τις τιμές και τις ποσότητες σε βάθος χρόνου. Συμβολαϊακή γεωργία

1.5 Αρωματικά&Φαρμακευτικά Φυτά – Κυριότερες Οικογένειες

Πίνακας 1 : Αναφορά στις κυριότερες οικογενειες Α&ΦΦ

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ

Apiaceae (Umpeliferae) Σκιαδόμορφα (κορίανδρος, μαϊντανός, σέλινο, καρότο)

Asteraceae (Καλέντουλα, χαμομήλι)

Lamiaceae (βασιλικός, μέντα, δενδρολίβανο κ.α.)

Lauraceae (Δάφνη, κανέλλα)

Myrtaceae (Ευκάλυπτος, γαρύφαλλο)

Pinaceae (πεύκη, κυπάρισσος)

Rutaceae (Εσπεριδοειδή)

1.6 Αρωματικά&Φαρμακευτικά Φυτά πλούσια σε Καρβακρόλη

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

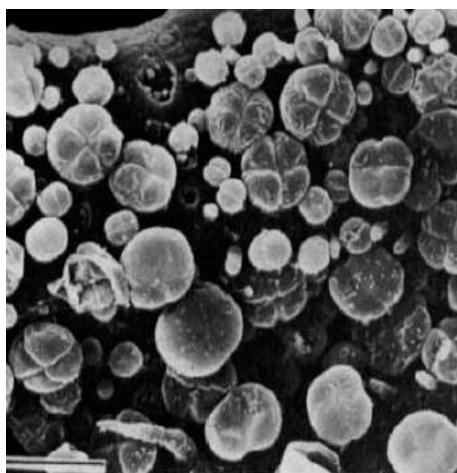
(*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart), η Ισπανική ρίγανη (*Coridothymus capitatus* L.), η Τούρκικη ρίγανη (*Origanum onites* L.) και η Μεξικάνικη ρίγανη (*Lippia graveolens* HBK) (Lawrence, 1984). Σε εκτεταμένες έρευνες στην Ελλάδα από τις Kokkini & Vokou (1989) αναγνωρίστηκαν τέσσερα είδη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

1.6.1 Οικογένεια **LAMIACEAE**

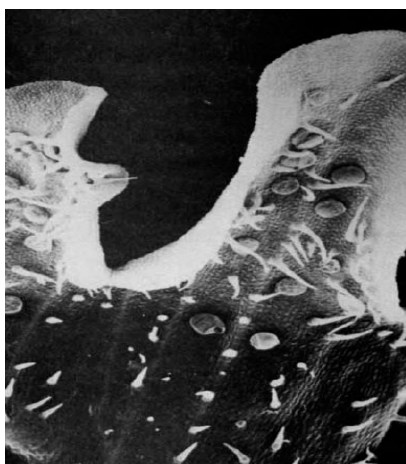
Σύμφωνα με την Καρούσου (1995), η οικογένεια αυτή αντιπροσωπεύεται από 3000 περίπου φυτικά είδη, που εξαπλώνονται σε όλο τον κόσμο. Περιλαμβάνει ποώδη ή θαμνώδη φυτά, τα οποία συνήθως παράγουν αιθέρια έλαια και αναγνωρίζονται από τον τετράγωνο βλαστό, τα συνήθως αντίθετα φύλλα, τον ακτινόμορφο ή δίχειλο κάλυκα με 4 ή 5 οδόντες και τη συμπέταλη, συνήθως δίχειλη στεφάνη. Ο Turgill (1929), όπως αναφέρεται από την Καρούσου (1995), υποστηρίζει ότι είναι από τις πλουσιότερες σε είδη ελληνικές οικογένειες, τα μέλη της οποίας απαντώνται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας και συμμετέχουν σε όλες τις διαπλάσεις βλάστησης. Η ίδια πάλι αναφέρει ότι ο Rechinger (1965) θεωρεί ότι τα *Lamiaceae* είναι η δεύτερη πλουσιότερη σε ενδημικά taxa οικογένεια της ελληνικής χλωρίδας μετά τα *Compositae*. Στην Ελλάδα αντιπροσωπεύεται από 320 taxa (35 γένη) τα οποία παρουσιάζουν ποικίλη εξάπλωση στη χώρα. Η μελέτη των ελληνικών *Lamiaceae* έδειξε ότι, η κατανομή των διαφορετικών χλωριδικών στοιχείων στα φυτογεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας ακολουθεί τις κλιματικές μεταβολές.

Πολλά μέλη της οικογενείας *Lamiaceae* καλλιεργούνται για να χρησιμοποιηθούν ως βότανα και ως πηγή αιθερίων ελαίων. Τα περισσότερα αιθέρια έλαια αυτής της οικογένειας αποτελούνται από μονοτερπένια και σесκιτερπένια (Lewinsohn et al., 2000). Παρουσιάζουν αντιμικροβιακή και αντιμυκητιακή δράση η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί στην περιεκτικότητά τους σε καρβακρόλη και θυμόλη (Bouchra et al., 2003; Baydar et al., 2004; Bozin et al., 2006). Παρουσιάζουν μεγάλη δραστηριότητα εναντίον εντόμων που προσβάλουν προϊόντα αποθηκευμένα και τα οποία δύσκολα καταπολεμούνται. Η ανθεκτικότητα που αναπτύσσουν οι παθογόνοι οργανισμοί απέναντι στις χημικές ουσίες και η επικινδυνότητα των τοξικών (πχ φωσφίνη και βρωμιούχο μεθυλίο) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το λάδι από φυτά της οικογενείας *Lamiaceae* θα μπορούσε να παίξει σημαντικό ρόλο στη συντήρηση αποθηκευμένων προϊόντων και να μειώσει την ανάγκη και τον κίνδυνο που συνδέεται με τη χρήση τοξικών (Shaaya et al., 1997; Lamiri et al., 2001).

Σύμφωνα με παρατηρήσεις των Werker et al. (1985), η ποσότητα των αιθερίων ελαίων και η πυκνότητα των αδενωδών τριχών από τις οποίες παράγονται αυτά στα αρωματικά φυτά της οικογενείας *Lamiaceae*, είναι πολύ μεγαλύτερος στις ταξιανθίες από ότι στα φύλλα. Αυτοί οι εκκριτικοί μηχανισμοί είναι δυνατόν να παράγουν διαφορετικής σύστασης αιθέριο έλαιο στα διάφορα φυτικά τμήματα (Werker et al.,1985). Το αιθέριο έλαιο που παράγεται στα φύλλα, το φυτό το χρησιμοποιεί για την προστασία του από τα φυτοφάγα ζώα και παθογόνα, ενώ αυτό που παράγεται στα άνθη το χρησιμοποιεί για προστασία αλλά και για την προσέλκυση επικονιαστών. Τονίζεται ότι, η πυκνότητα των αδενωδών λεπίων (peltate) ή μακράς διάρκειας αδενωδών τριχών συνδέεται με τη συνολική περιεκτικότητα του φυτού σε αιθέριο έλαιο, το οποίο παράγεται ως προστασία των φυτών από φυτοφάγους οργανισμούς και παθογόνα (Werker,1993). Στη ρίγανη υπάρχουν δυο διαφορετικά είδη αδενωδών τριχών: τα αδενώδη λέπια (peltate) ή μακράς διάρκειας αδενώδη τριχώματα και τα κεφαλικά ή δισκοειδή (capitate) ή μικράς διάρκειας αδενώδη τριχώματα (Bosabadis & Tsekos, 1984; Werker et al.,1985; Werker,1993). Στα αρωματικά φυτά της οικογενείας *Lamiaceae* δεν υπάρχουν διαφορές στη δομή, στον τρόπο και το χρόνο έκκρισης μεταξύ του ίδιου είδους τριχών, ενώ ανάμεσα σε δυο είδη υπάρχουν διαφορές ως προς τη δομή, τη λειτουργία και τρόπο ανάπτυξης (Bosabadis & Tsekos,1984; Werker,1993). Εξάιρεση μπορεί να αποτελέσει μερικές φορές η παρουσία διαφορετικών τύπων κεφαλικών τριχωμάτων (capitate) (Werker,1993). Στα αδενώδη λέπια τα υλικά εκκρίνονται βαθμιαία στους νέους ιστούς, συγκεντρώνονται κάτω από έναν επιδερμικό σάκο και χρησιμοποιούνται από τα φυτά ως προστασία των ώριμων οργάνων. Οι αδένες αυτοί παράγουν και συσσωρεύουν τον κύριο όγκο των αιθερίων ελαίων (Kokkini et al., 2000).



Εικόνα 3: Λεπτομέρειες απο αδενώδη τριχώματα(δισκοειδή) σε φύλλο βασιλικού (*Ocimum basilicum*), Πηγή : Werker, 1993



Εικόνα 4 : Αδενώδη τριχώματα (λεπιοειδή) στο εξωτερικό μέρος της στεφάνης άνθους ρίγανης (*Origanum vulgare*) Πηγή : Werker, 1993

2. «Είδη» Ρίγανης

Στην Ελληνική χλωρίδα απαντώνται πέντε γνωστά είδη:

- *Origanum heracleoticum* L.: Πολυετές φυτό ύψους 30-80 εκ. με λευκά άνθη. Συλλέγεται σε όλα τα μέρη της χώρας μας και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της ρίγανης που εξάγεται.
- *Origanum vulgare* L.: Έχει ύψος 40-60 εκ. με πλούσιο ριζικό σύστημα, βλαστούς κοκκινωπούς ξυλοποιημένους και άνθη υπόλευκα. Βρίσκεται σε χερσότοπους ή δασικές εκτάσεις της ηπειρωτικής Ελλάδας και στα νησιά Νάξο, Κέρκυρα, Κεφαλονιά και Εύβοια.
- *Origanum maru* L.: αγριορίγανη. Έχει βλαστό όρθιο, πολύκλαδο σχεδόν λείο με χρώμα γλαυκό. Βρίσκεται σε ξηρούς ή βραχώδεις τόπους της Κρήτης, όπου συλλέγονται μικροποσότητες.
- *Origanum onites* L.: Έχει βλαστό τριχωτό ύψους 20-40 εκ. Βρίσκεται σε ξηρά μέρη στην Αττική, Αργολίδα-Κορινθία, Κρήτη και νησιά του Αιγαίου.
- *Origanum dubium*: έχει χαμηλό βλαστό ύψους 15-45 εκ. Ο βλαστός διακλαδίζεται από χαμηλά σε ανοικτού πράσινου χρώματος πλάγιους βλαστούς. Βρίσκεται σε βραχώδη μέρη της Νάξου.

2.1 *Origanum vulgare* – Χαρακτηριστικά & Μορφολογία

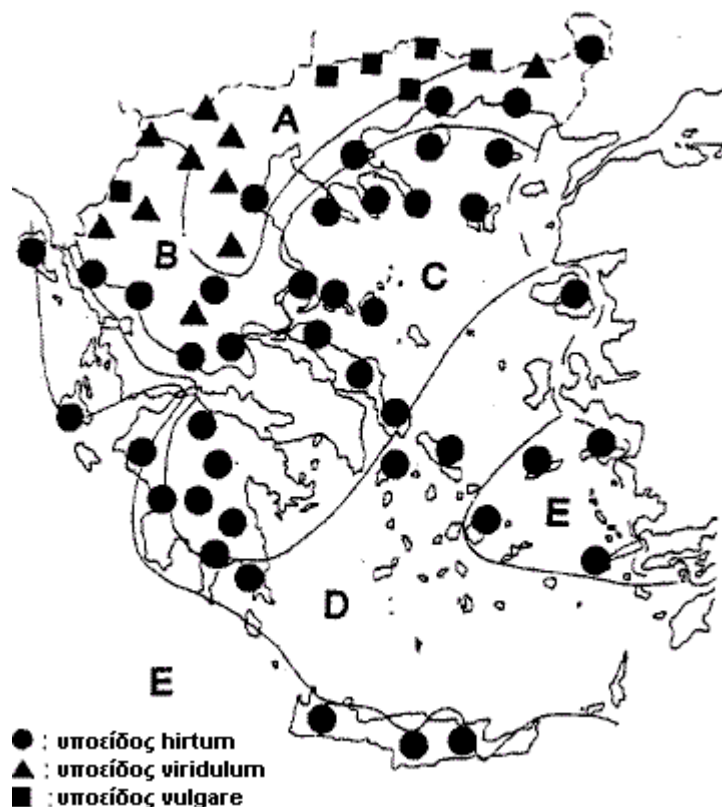
Ταξινόμηση – Περιγραφή

Το γένος *Origanum* L περιλαμβάνει μικρούς θάμνους μονοετείς, διετείς ή πολυετείς, οι οποίοι συναντώνται κυρίως σε θερμές και ορεινές περιοχές.

Η μεγάλη ποικιλότητα στο γένος αυτό κάνει την ταξινόμηση των διαφορετικών ειδών ένα δύσκολο έργο. Αναφέρεται ότι, «Η ρίγανη από όλα τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά είναι το περισσότερο διαδεδομένο καθότι αυτοφυόμενη σε όλες τις τοποθεσίες, σε λόφους, μέσα σε δάση, ξηρά και χέρσα λιβάδια».

Στους άγριους πληθυσμούς της, αλλά και σε καλλιεργούμενους αγρούς, υπάρχει μεγάλη ποικιλία στη μορφολογία των φυτών και των αιθερίων ελαίων. Έχει πολύ μεγάλο εύρος διασποράς. Από τα τρία υποείδη του *O. vulgare* τα οποία απαντώνται στην Ελλάδα (*O. vulgare* ssp *vulgare*, *O. vulgare* ssp *hirtum*, *O. vulgare* ssp *viridulum*) το subsp *hirtum* είναι το πλέον διαδεδομένο υποείδος και το μόνο που απαντάται στα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου και στα νότια της ηπειρωτικής χώρας (εικόνα 5). Εκτείνεται από τις γνήσια μεσογειακές έως και τις ηπειρωτικές μεσογειακές κλιματικές ζώνες, στο μεγαλύτερο τμήμα της ηπειρωτικής Ελλάδας και σε νησιά του Β, κεντρικού, Α και Ν Αιγαίου και του Ιονίου. Απαντάται σε υψόμετρα 0-1000m. Η *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* ή αλλιώς *Origanum heracleoticum* L. (συν. *hirtum* Link) είναι πολυετής πόα, ύψους μέχρι 60 cm, ξυλώδης με βλαστούς πολύκλαδους και τριχωτούς. Τα φύλλα 15-22X6-15mm, είναι επιμήκη, έμμισχα και φέρουν σποραδικά τρίχες. Η στεφάνη είναι 4-5mm και τα πέταλα του άνθους έχουν χρώμα λευκό και σπάνια ροζ. Είναι γνωστή ως «ελληνική ρίγανη» και η περιεκτικότητά της σε λάδι κυμαίνεται από 1,1- 8,2% w/v. Έχει δώσει τα υψηλότερα ποσοστά αιθερίου ελαίου από όλα τα είδη ρίγανης που συναντώνται στα νησιά του Αιγαίου και τις περιοχές γύρω από αυτό.

Το είδος αυτό έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία για τη χώρα μας γιατί όταν καλλιεργηθεί δίνει μεγάλη παραγωγή και καλής ποιότητας προϊόν. Για το λόγο αυτό και οι περισσότερες καλλιεργούμενες εκτάσεις με αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στη χώρα μας καλύπτονται από ρίγανη. Η ελληνική ρίγανη έχει μεγάλη ζήτηση και στις αγορές της Ευρώπης λόγω της καλής ποιότητας του ριγανέλαιου που λαμβάνεται από αυτήν.



Εικόνα 5 : Διασπορά των τριών υποειδών *Origanum vulgare* στις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Πηγή : Kokkini et al., 1994

Κλίμα και έδαφος

Η ρίγανη αναπτύσσεται σε διάφορα υψόμετρα και ποικιλία εδαφών. Αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες και δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις στις εδαφικές συνθήκες, αφού ευδοκμεί καλλίτερα σε μέσης μέχρι μέτριας σύστασης ημιορεινά εδάφη. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης, ως καταλληλότερες περιοχές για την ανάπτυξη της θεωρούνται οι ασβεστολιθικές ημιορεινές περιοχές με δροσερό καλοκαίρι. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 18-22°C , με όρια ανάπτυξης 4-33°C , ενώ το ριζικό της σύστημα σε καλά αναπτυγμένα φυτά με ηλικία πλέον του ενός έτους αντέχει σε θερμοκρασίες αέρα -25 έως +42°C. Άριστη τιμή pH εδάφους είναι 6,8 αλλά αναπτύσσεται καλά και σε πολύ υψηλότερες τιμές pH.

Πολλαπλασιασμός

Όλα τα είδη ρίγανης που προαναφέρθηκαν πολλαπλασιάζονται με δυο τρόπους και εγγενώς και αγενώς.

Εγγενώς

Η χρησιμοποίηση σπόρου από μη σποροπαραγωγικές καλλιέργειες δεν εξασφαλίζει ποικιλιακή καθαρότητα λόγω των πολλών σταυρογονιμοποιήσεων της ρίγανης. Οι 10.000 σπόροι ζυγίζουν περίπου 1 g, το οποίο θεωρητικά επαρκεί για τη σπορά ενός στρέμματος. Στην πράξη όμως για διάφορους λόγους (μειωμένη βλαστική ικανότητα και απώλειες στο φύτευμα των σπόρων) χρησιμοποιούμε γύρω στα 30g σε 7-10m² σπορείου, για να πάρουμε φυτά που θα μεταφυτευθούν σε ένα καλλιεργούμενο στρέμμα. Λόγω του μικρού μεγέθους του, ο σπόρος της ρίγανης για να σπαρθεί, ανακατεύεται με άμμο. Επίσης και ο ρυθμός ανάπτυξης των παραγομένων φυτών είναι μικρός. Αναφέρεται ότι, ο πολλαπλασιασμός της ρίγανης με σπόρο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ετήσιας παραγωγής.

Η σπορά στο σπορείο γίνεται στο τέλος Ιουλίου, για φθινοπωρινή εγκατάσταση (Οκτώβριο – Νοέμβριο) ή Οκτώβριο–Νοέμβριο για ανοιξιάτικη εγκατάσταση. Αν υπάρχει θερμοκήπιο, η σπορά γίνεται αρχές Ιανουαρίου και η μεταφύτευση την άνοιξη ή το φθινόπωρο. Ο σπόρος της ρίγανης δεν έχει ομοιόμορφο φύτευμα και αρχίζει να φυτρώνει 15 μέρες μετά τη σπορά, ενώ τα φυτά είναι έτοιμα για μεταφύτευση συνήθως σε 1,5-2 μήνες.

Αγενώς

Με μοσχεύματα: Είναι τμήματα βλαστών μήκους 10 cm περίπου, που λαμβάνονται από τα φυτά τον Απρίλιο ή Μάιο. Τα μοσχεύματα τοποθετούνται σε στραγγερό έδαφος σε βάθος ίσο προς τα δυο τρίτα του μήκους τους, και ποτίζονται με υδρονέφωση. Ο χρόνος ριζοβολίας τους κυμαίνεται από 20-40 ημέρες. Τα έριζα μοσχεύματα μεταφυτεύονται στο χωράφι όπως τα φυτά των σπορείων. Επίσης είναι δυνατόν να φυτεύονται κατ' ευθείαν στον αγρό από όπου ελήφθησαν. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εξοικονόμηση χρόνου. Η χρήση φυτορμονών ριζοβολίας (π.χ. ινδολυλοβουτυρικό οξύ-IBA) διευκολύνει τη ριζοβολία μοσχευμάτων.

Με παραφυάδες: Ένα φυτό ρίγανης μετά το δεύτερο χρόνο δίνει αρκετές παραφυάδες. Αυτές αφαιρούνται και φυτεύονται στο χωράφι, όπως τα φυτά των σπορείων.

Με ιστοκαλλιέργεια: Η μέθοδος αυτή δίνει τη δυνατότητα στο μικροπολλαπλασιασμό κλώνων ρίγανης με βελτιωμένα χαρακτηριστικά. Επί πλέον συνεισφέρει στη διατήρηση του γενετικού υλικού ρίγανης, γεγονός πολύ σημαντικό αν λάβουμε υπ' όψη μας τη γρήγορη γενετική διάβρωση των ειδών. Μειονεκτήματα της μεθόδου αποτελούν : η χρονική της διάρκεια, από την τοποθέτηση των ιστών στο υπόστρωμα

μέχρι την εγκατάσταση των νέων φυτών στον αγρό, η εξειδίκευση που απαιτείται και το κόστος.

Εγκατάσταση φυτείας

Δυο εποχές κρίνονται κατάλληλες για τη φύτευση της ρίγανης. Η πρώτη είναι το Φθινόπωρο (Οκτώβριο-Νοέμβριο), η οποία θεωρείται και καταλληλότερη και η δεύτερη τέλος του χειμώνα με αρχές ανοίξεως (Φεβρουάριο-Μάρτιο). Η φύτευση γίνεται σε γραμμές οι οποίες απέχουν μεταξύ τους 50-60cm, ενώ τα φυτά επάνω στην ίδια γραμμή απέχουν 30-40cm. Αμέσως μετά τη φύτευση απαιτείται άρδευση, η οποία θα επαναλαμβάνεται κάθε μέρα για τις πρώτες 10 ημέρες.

Καλλιεργητικές φροντίδες

Προετοιμασία αγρού: Το καλοκαίρι που προηγείται της φύτευσης γίνεται ένα βαθύ όργωμα και λίγο πριν από τη φύτευση ανάλογα, με τη φύση του εδάφους, γίνεται ένα φρεζάρισμα ή ένα ελαφρό όργωμα και δισκοσβάρνισμα, για να καταστρέψουμε τα ζιζάνια, να σκεπάσουμε το λίπασμα και να διευκολύνουμε τη φύτευση.

Λίπανση: Από δοκιμαστικές καλλιέργειες που έγιναν στη χώρα μας, καλά αποτελέσματα έδωσαν η προσθήκη 5-6,5 μονάδων αζώτου/στρ και 6-8 μονάδων φωσφόρου/στρ τόσο κατά την εγκατάσταση, όσο και κάθε φθινόπωρο καθ' όλη τη διάρκεια της πολυετούς καλλιέργειας. Στην Ελλάδα συνήθως δίνεται 30-40Kg φωσφορικής αμμωνίας/στρ. Επίσης διαπιστώθηκε ότι η λίπανση ρίγανης με 8Kg αζώτου/στρ αύξησε σημαντικά την παραγωγή φυτικής μάζας.

Καταπολέμηση ζιζανίων: Γίνεται με σκάλισμα ή με τη χρησιμοποίηση ζιζανιοκτόνου όπως το Sinbar (Terbacil) σε ποσότητα 250g/στρ. Μελέτες έδειξαν ότι το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο προκαλεί τοξικότητα στα νεαρά φυτά. Η εφαρμογή της ζιζανιοκτονίας γίνεται το Φεβρουάριο.

Πότισμα: Η ρίγανη όταν καλλιεργείται σε ξηρικές συνθήκες δίνει μικρή παραγωγή αλλά προϊόν καλής ποιότητας. Όταν η καλλιέργεια γίνει ποτιστική, η ποσότητα του προϊόντος αυξάνεται αλλά η ποιότητα υποβαθμίζεται. Για να διατηρηθεί η καλή ποιότητα και η φήμη της ελληνικής ρίγανης στο εξωτερικό, πρέπει να αποφεύγουμε να την καλλιεργούμε σε αρδευόμενα χωράφια. Σε περιπτώσεις που υπάρχει νερό πρέπει να γίνονται 1-2 ποτίσματα το καλοκαίρι .

Συγκομιδή

Γίνεται στο στάδιο που τα φυτά της ρίγανης είναι ανθισμένα κατά 80% και κόβονται σε ύψος περίπου 8-10 cm από το έδαφος. Ανάλογα με το κλίμα και το υψόμετρο της

περιοχής η συγκομιδή γίνεται περίπου στα μέσα Ιουνίου με χορτοκοπτικό. Κατόπιν μεταφέρονται για ξήρανση υπό σκιά. Αν η παραγωγή προορίζεται για βιομηχανική χρήση, η κομμένη ρίγανη αφήνεται στο χωράφι να στεγνώσει. Την αποξήρανση ακολουθεί το τρίψιμο και το κοσκίνισμα για την αφαίρεση των ξένων υλών οι οποίες μειώνουν την ποιότητά της.

Η τριμμένη ρίγανη μέχρι να διατεθεί στους εμπόρους-εξαγωγείς, τοποθετείται σε σάκους και φυλάσσεται σε αποθήκες ή υπόστεγα που αερίζονται καλά. Αυτή τη χονδροκομμένη ρίγανη οι έμποροι την επεξεργάζονται με ειδικά μηχανήματα και την κατατάσσουν σε διαφόρους τύπους ανάλογα με το μέγεθός της.

Απόδοση

Η παραγωγή της ρίγανης αρχίζει ακόμα και από τον πρώτο χρόνο με το 1/4 - 1/3 της κανονικής παραγωγής. Από το τρίτο έτος και μετά συγκομίζουμε τη μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή. Το τρίτο έτος οι αποδόσεις σε ξηρό χόρτο μπορεί να φτάσουν τα 350- 380 Kg/ στρ. Οι αποδόσεις διατηρούνται σταθερές μέχρι τον 6ο χρόνο και στη συνέχεια αρχίζουν να φθίνουν. Η φυτεία ρίγανης μπορεί να έχει οικονομική ζωή έως και 10 έτη.

Ασθένειες –εχθροί

Σε κακώς στραγγιζόμενα χωράφια η καλλιέργεια της ρίγανης μπορεί να παρουσιάσει σηψιρριζίες, που οφείλονται σε μύκητες εδάφους. Σπάνια παρουσιάζει μυκητολογικές ασθένειες του υπέργειου μέρους. Προσβολές από έντομα σπάνια παρατηρούνται και αυτές περιορίζονται σε λίγα φυτά. Το πιο συνηθισμένο έντομο που προσβάλλει το φυτό είναι ο βλαστορρήκτης, ο οποίος κάνει στοές στο άνω άκρο του βλαστού.

2.2 *Satureja thymbra* – Χαρακτηριστικά & Μορφολογία

Με το όνομα «Θρούμπι» αναφέρονται πολλά φυτά του γένους *Satureja* της οικογενείας *Lamiaceae*. Συναντώνται κυρίως στην Ανατολική Μεσόγειο. Στη χώρα μας συναντώνται στα νησιά και τα παράλια της Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας σε υψόμετρο 0-600m. Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης θρούμπι συναντάται στη Λακωνία, Ζάκυνθο, Ηράκλειο και Μέθανα. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ενδιαφέρον η καλλιέργειά του και προτείνεται για συστηματική καλλιέργεια. Το θρούμπι αναπτύσσεται σε διάφορα υψόμετρα και ποικιλία εδαφών.

Ταξινόμηση –Περιγραφή

Τα είδη που συναντώνται πιο συχνά στην Ελλάδα είναι:

- *Satureja thymbra* L

Το είδος αυτό είναι η θύμβρα ή θύμβρον του Θεόφραστου. Ο Διοσκουρίδης το αναφέρει ως φυτό με το οποίο αρωμάτιζαν οι αρχαίοι Έλληνες το Θρυμβίτη οίνο.

Είναι μικρός θάμνος ύψους 20-50cm, με φύλλα στενά, μήκους 2cm περίπου, τέσσερα ανά γόνατο με πολύ κοντά μεσογονάτια διαστήματα και άνθη ροζ σε σπονδύλους. Αυτοφύεται σε όλη την Ελλάδα σε ξερούς πετρώδεις τόπους. Ανθίζει από μέσα Απριλίου μέχρι αρχές Μαΐου. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και παραφυάδες.

- *Thymbraspicata*L

Και αυτό το φυτό είναι γνωστό στη χώρα μας με το όνομα θρούμπι αν και ανήκει σε άλλο γένος από το προηγούμενο. Είναι πολυετής θάμνος με όρθιους βλαστούς και πολλές διακλαδώσεις. Τα φύλλα του είναι γραμμικά μήκους 1-1,2cm, τέσσερα ανά γόνατο με πολύ κοντά μεσογονάτια διαστήματα, που σχηματίζουν τέσσερις γραμμικές σειρές σαν χτένες πάνω στους βλαστούς. Τα άνθη του είναι ροζ. Ανθίζει από μέσα Απριλίου μέχρι αρχές Μαΐου. Πολλαπλασιάζεται εύκολα με σπόρο.

Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζονται εγγενώς και αγενώς.

Εγγενώς

Χρησιμοποιούνται περίπου στα 1-2g σπόρου σε 1m² σπορείου. Για κάθε στρέμμα απαιτούνται 5-6 m² σπορείου.

Τα σπορεία για την απόκτηση γυμνόρριζων σπορόφυτων ετοιμάζονται το πρώτο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου για φθινοπωρινή εγκατάσταση και στις αρχές Μαρτίου (ύπαιθρο) ή νωρίτερα (θερμοκήπιο) για ανοιξιάτικη εγκατάσταση. Όταν τα φυτάρια αποκτήσουν ύψος 12-15cm είναι έτοιμα για μεταφύτευση.

Αγενώς

Με μοσχεύματα: όπως και στην περίπτωση της ρίγανης.

Με παραφυάδες: όπως και στην περίπτωση της ρίγανης

Εγκατάσταση φυτείας

Η φύτευση γίνεται σε γραμμές οι οποίες απέχουν μεταξύ τους 60-70cm ενώ τα φυτά επάνω στην ίδια γραμμή απέχουν 25-30cm. Αμέσως μετά τη φύτευση απαιτείται άρδευση, η οποία θα πρέπει να επαναλαμβάνεται κάθε μέρα για τις πρώτες 10 ημέρες. Τα φυτάρια αρχίζουν να αναπτύσσονται σε 20 ημέρες. Όταν γίνει σκάλισμα επί της γραμμής, δυο βδομάδες μετά τη φύτευση, η ανάπτυξη των φυτών είναι ταχύτερη.

Καλλιεργητικές φροντίδες

Προετοιμασία αγρού: Το καλοκαίρι που προηγείται της φύτευσης γίνεται ένα βαθύ όργωμα και λίγο πριν από τη φύτευση ανάλογα, με τη φύση του εδάφους, γίνεται ένα φρεζάρισμα ή

ένα ελαφρό όργωμα και δισκοσβάρνισμα, για να καταστρέψουμε τα ζιζάνια, να σκεπάσουμε το λίπασμα και να διευκολύνουμε τη φύτευση.

Λίπανση: οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία μπορούν να καλυφθούν με μικρές ποσότητες οργανικών λιπασμάτων.

Καταπολέμηση ζιζανίων: Γίνεται με σκάλισμα ή με πλαστική εδαφοκάλυψη.

Πότισμα: Σε ξηρικές συνθήκες δίνει μικρή παραγωγή. Παρατηρήθηκε ότι η υπερβολική έλλειψη νερού προκαλεί μείωση του ύψους των φυτών και της ξηρής βιομάζας τους. Σε περιπτώσεις που υπάρχει νερό πρέπει να γίνονται 1-2 ποτίσματα το καλοκαίρι.

Συγκομιδή

Γίνεται στο στάδιο που τα φυτά είναι ανθισμένα κατά 80% και κόβονται σε ύψος περίπου 8-10cm από το έδαφος. Κατόπιν μεταφέρονται για ξήρανση υπό σκιά.

Ασθένειες –εχθροί

Σε κακώς στραγγιζόμενα χωράφια η καλλιέργεια θρούμπι μπορεί να παρουσιάσει σηψιρριζίες, που οφείλονται σε μύκητες εδάφους.

3. Αιθέρια Έλαια

3.1 Γενικά

Είναι τα αρωματοφόρα συστατικά που περιέχονται στα φυτά, τα οποία είναι δυνατό να παραληφθούν δια αποστάξεως, δια εκπίεσεως ή ακόμη και με άλλες μεθόδους όπως η κλασσική εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες. Η ύδρο απόσταξη είναι η πλέον συνήθης μέθοδος παραλαβής. Η ποιότητα του λαδιού εξαρτάται από την επιδεξιότητα του χειριστού, όχι μόνο στη διαχείριση του αποστακτήρα αλλά και στην επιλογή και προετοιμασία του φυτικού υλικού. Το ακατέργαστο αιθέριο έλαιο μπορεί να χρειάζεται περαιτέρω διεργασίες πριν την αποθήκευση ή/και την μεταφορά, όπως διήθηση για την απομάκρυνση του νερού ή και ραφινάρισμα για τη μείωση ανεπιθύμητων συστατικών. Η εναντιομερής αέρια χρωματογραφία είναι χρήσιμο εργαλείο για την αποτίμηση της ποιότητας. Χρησιμοποιούνται χημικοί αισθητήρες συνδεδεμένοι με ένα σύστημα δικτύου, όπου τα οσμητικά μόρια προσλαμβάνονται στην επιφάνεια διαφόρων ηλεκτρικά συνδεδεμένων μεταξύ τους οργανικών πολυμερών.

3.2 Χημική Σύσταση Αιθέρων Ελαίων

Κατά κανόνα αποτελούνται από αλκοόλες, εστέρες, κετόνες, αλδεύδες και τερπένια. Διαφέρουν ουσιαστικά από τα λιπαρά οξέα των φυτικών ελαίων και μοιάζουν περισσότερο με το νερό, όσον αφορά τη συνοχή και τη ρευστότητά τους. Τα περισσότερα

αιθέρια έλαια ενυπάρχουν στο αρχικό φυτικό υλικό αλλά ορισμένα μπορεί να σχηματιστούν σαν αποτέλεσμα ενζυματικών αντιδράσεων όταν οι φυτικοί ιστοί τραυματίζονται ή εμβρέχονται με νερό. Ο σχηματισμός και η έκκριση των μόνο- και σεσκιτερπενίων έχει παρατηρηθεί σχεδόν σε όλα τα φυτικά όργανα και είναι συνδεδεμένα με εκκριτικές δομές, όπως ελαϊκά κύτταρα, αδενώδεις τρίχες ή αδενώδη επιδερμίδα. Κοινό χαρακτηριστικό αυτών των εκκριτικών δομών είναι μια εξωκυτταρική κοιλότητα, όπου συγκεντρώνονται τα αιθέρια έλαια και οι ρητίνες.

3.3 Χαρακτηριστικά Αιθέριων Ελαίων

Το αποτέλεσμα της ευχάριστης οσμής ολοκληρώνεται στους χλωροπλάστες των φύλλων. Εδώ συνενώνονται με διάφορα σάκχαρα σχηματίζοντας γλυκοζίτες που μεταφέρονται σε όλο το μήκος της δομής του φυτού. Διαλύονται στην αλκοόλη, τον αιθέρα και σε άλλα έλαια. Τα περισσότερα αιθέρια έλαια είναι υγρά λαμπερά και διαφανή. Υπάρχουν όμως και μερικά έγχρωμα: κόκκινο (βενζόης-βασαμική ρητίνη, φυτό *Styrax benzoin*), πρασινωπό (τριανταφύλλων), κίτρινο (λεμονι), μπλε (χαμομήλι). Τα αιθέρια έλαια περιέχονται στα φυτά υπό μορφή μικροσκοπικών σταγονιδίων. Μπορεί να βρεθούν στις ρίζες (*Calamus*), στα φύλλα (*Rosmarinus*), στα άνθη (*Lavandula*), στο φλοιό των φρούτων (*Citrus*). Το άρωμα των ανθέων οφείλεται στο αιθέριο έλαιο όπως και το άρωμα των μπαχαρικών. Η περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων δεν είναι ίδια και κυμαίνεται από 0,01%- 10 %. Πολλά είδη της οικογένειας *Lamiaceae* είναι πλούσια σε αιθέριο έλαιο ενώ τα ροδοπέταλα περιέχουν πολύ λίγο (χρειάζονται πάνω από 1 τόνο φυτικού υλικού για 0,5 kg αιθέριου ελαίου). Ορισμένα είναι ιδιαίτερα βαριά και πυκνά, όπως του γιασεμιού, ρόδων ή του υακίνθου και δεν παραλαμβάνονται με απόσταξη. Αναφέρονται σαν absolute έλαια. Άλλα είναι στερεά σε θερμοκρασία δωματίου (όπως το βουλγαρικό ροδέλαιο) και χρειάζονται ελαφρά θέρμανση για την επεξεργασία τους.

3.4 Χρήση Αιθέριων Ελαίων

- Για να μειώσουν τη διαπνοή (την απώλεια νερού από τα φύλλα).
- Για την προσέλκυση των εντόμων (επικονίαση).
- Για την προστασία από φυτοφάγα ζώα (τα αιθέρια έλαια είναι συνήθως πικρά).
- Για να προστατευθούν από διάφορες ασθένειες.

3.5 Σε ποια Όργανα των Φυτών εντοπίζονται τα Αιθέρια Έλαια

- Στα φύλλα (ευκάλυπτος, δάφνη).
- Στα σπέρματα (μοσχοκάρυδο).
- Στα άνθη (γαρδένια, τριαντάφυλλα).
- Στο φλοιό (κανέλλα)
- Στους καρπούς (κάρδαμο).
- Στις ρίζες (καρότα, τζίντζερ).

3.6 Βιοσύνθεση των Αιθέριων Ελαίων

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

Φαινυλ-προπάνια

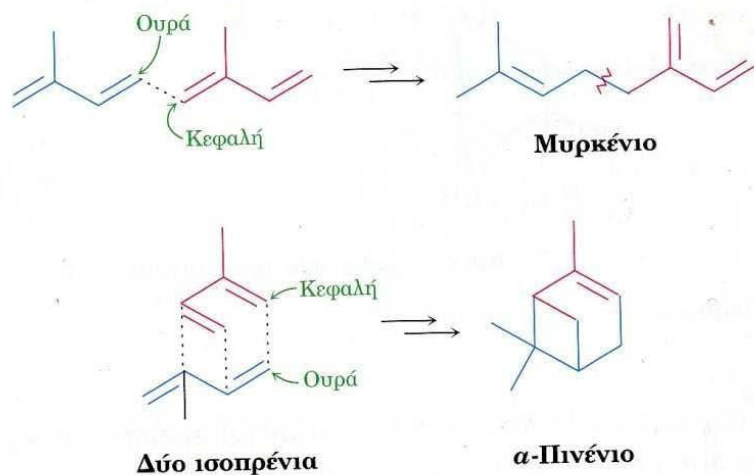
Τα φαινυλ-προπάνια δεν είναι συνηθισμένα συστατικά των αιθέριων ελαίων των φυτών. Παρόλα αυτά, ορισμένα φυτά έχουν σε αφθονία στο έλαιό τους αυτά τα συστατικά. Τα κύρια φαινυλ-προπάνια, τα οποία έχουν αναγνωριστεί στο έλαιο ορισμένων φυτών, είναι η eugenol, elemycin, chavicol, dillapiole, anethole, estragole, apirole κ.α. (Sangwan et al., 2001). Οι ενώσεις αυτές έχουν ως πρόδρομο μόριο τη φαινυλαλανίνη, η οποία συντίθεται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του σικιμικού οξέος (Εικόνα 2).

Τερπένια

Ο όρος τερπένια προέρχεται από το “terpen” και αποδίδεται στον Kekule, ο οποίος χρησιμοποίησε τον όρο αυτό για να περιγράψει τους υδρογονάνθρακες με μοριακό τύπο $C_{10}H_{16}$ που βρίσκονται στο τερεβινθέλαιο (πηκτικό κλάσμα της ρητίνης πεύκου, turpentine oil) (Pollard & Heron, 1996).

Τα τερπένια ή τερπενοειδή αποτελούν την πιο πολυάριθμη ομάδα των αιθέριων ελαίων και προέρχονται από τη συνένωση περισσοτέρων της μιας δομικών μονάδων με πέντε άτομα άνθρακα (C_5) που έχουν το διακλαδισμένο ανθρακικό σκελετό του ισοπρενίου ή ισοπεντανίου.

Σύμφωνα με τους Wallach (1887) και Ruzicka et al. (1953), για το σχηματισμό τους ισχύει ο κανόνας του ισοπρενίου (Εικόνα 1), όπου μπορεί να θεωρηθεί ότι τα τερπένια προέρχονται από τη συνένωση κεφαλής-ουράς μονάδων ισοπρενίου (2-μεθυλο-1,3-βουταδιένιο), με τον άνθρακα 1 κεφαλή και τον άνθρακα 4 ουρά. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελούν το μυρκένιο και το α-πινένιο.

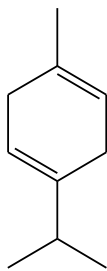
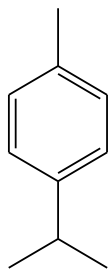


Οι πρόδρομες ενώσεις των τερπενίων είναι ουσιαστικά φωσφορικοί εστέρες αλκοολών που έχουν στο μόριό τους αριθμό ατόμων C πολλαπλάσιο του 5. Για τη βιοσύνθεσή τους συχνά ακολουθείται η μεταβολική οδός του μεβαλονικού οξέος (Εικόνα 2). Το πυροφωσφορικό ισοπεντενύλιο (IPP) και το πυροφωσφορικό διμεθυλαλλύλιο (DMAPP), προϊόντα της βιοσυνθετικής οδού του μεβαλονικού, αποτελούν τις πρόδρομες ενώσεις σύνθεσης όλων των τερπενίων (Taiz & Zeiger, 1991; Καραμπουρνιωτης, 2003). Η οδός αυτή ξεκινά από το ακετυλο-συνένζυμο και από το οξικό οξύ. Στα κύτταρα, τα δύο αυτά συστατικά βρίσκονται σε ισορροπία και συνδυάζονται για να σχηματίσουν τις διάφορες ομάδες των τερπενοειδών με άτομα άνθρακα πολλαπλάσια του πέντε. Το πυροφωσφορικό γερανύλιο αποτελεί πρόδρομη βιοσυνθετικά ένωση όλων των μονοτερπενίων. Περαιτέρω αντίδραση του πυροφωσφορικού γερανυλίου με πυροφωσφορικό ισοπεντενύλιο οδηγεί στο σχηματισμό πυροφωσφορικού φαρνεσυλίου, πρόδρομη βιοσυνθετικά ένωση όλων των σεσκιτερπενίων κ.ο.κ.

Τερπένια των αιθέριων ελαίων φυτών «ρίγανης» και η μοριακή δομή τους Το αιθέριο έλαιο των φυτών «ρίγανης» αποτελείται από καρβακρόλη ή θυμόλη ως κύριο συστατικό και ακολουθούν το γ-τερπινένιο, το π-κυμένιο, η λιναλοόλη, η τερπινεν-4-όλη και το υδροσαβινένιο (Kokkini et al., 1997; D'Antuono et al., 2000; Skoula & Harborne, 2002). Παρατίθενται παραδείγματα των κυριότερων συστατικών (μονοτερπενίων και σεσκιτερπενίων) των αιθέριων ελαίων και η μοριακή τους δομή:

Μονοτερπένια

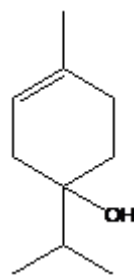
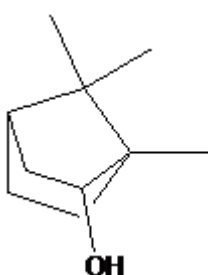
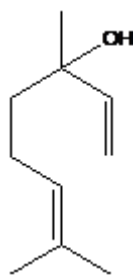
Υδρογονανθρακικά



π-Κομένιο

γ-Τερπινένιο Β.

Υδρογονανθρακικές αλκοόλες

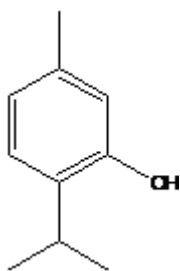
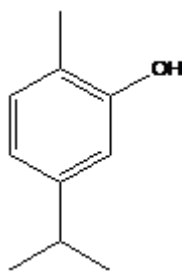


Λιναλοόλη

Βορνεόλη

Τερπινεν-4-ολη

Υδρογονανθρακικές φαινόλες

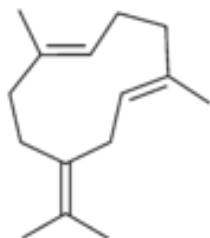


Καρβακρόλη

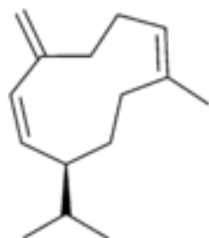
Θυμόλη

Σεσκιτερπένια

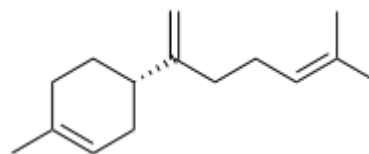
Υδρογονανθρακικά



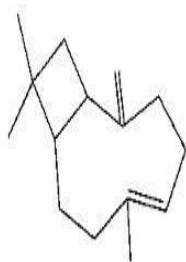
β-Γερμακρένιο



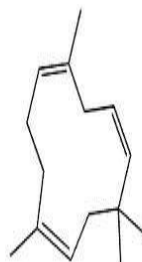
δ-Γερμακρένιο



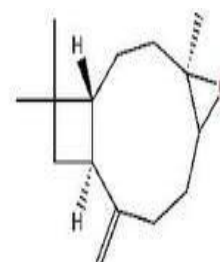
β-Μπισαμπολένιο



Καρυοφυλλένιο



α-Καρυοφυλλένιο



Οξείδιο του Καρυοφυλλενίου

3.7 Παραλλακτικότητα των Αιθέριων Ελαίων

Η παραλλακτικότητα των αιθέριων ελαίων των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών έχει περιγραφεί από αρκετούς ερευνητές. Τα φυτά με το εμπορικό όνομα «Ρίγανη» παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά στην περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο και στην περιεκτικότητά αυτού σε καρβακρόλη, πιθανότατα διότι αναπτύσσονται σε ένα μεγάλο εύρος γεωγραφικών και κλιματικών περιοχών (Bernath, 1997). Η απόδοση των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σε αιθέριο έλαιο, καθώς και η χημική σύσταση αυτού ποικίλει από είδος σε είδος και από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες των περιοχών προέλευσής τους (Burkart & Buhler, 1997; Vokou et al., 1993; Karousou et al., 2005; Horwath et al., 2008).

Σε μελέτες σε φυτά τύπου καρβακρόλης σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου αναφέρεται παραλλακτικότητα τόσο στην περιεκτικότητα των φυτών σε έλαιο όσο και στην χημική σύσταση αυτού (Kokkini & Vokou, 1989; Kokkini & Vokou, 1993; Kirimer et al., 1995). Η επιρροή του φυσικού περιβάλλοντος στη συγκέντρωση των φυτών σε έλαιο και στην χημική σύσταση αυτού έχει αναφερθεί σε μελέτες σε αρωματικά φυτά της Κρήτης

(Karousou et al., 2005) και της Νισύρου (Kokkini & Vokou, 1993). Οι Vokou et al. (1993) αναφέρουν ότι, η παραλλακτικότητα στην περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και στη χημική σύσταση αυτού θα μπορούσε να αποδοθεί σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το υψόμετρο και το κλίμα. Η παραλλακτικότητα στη χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου αναφέρεται από τους Burkart & Buhler (1997) ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του τύπου της αρωματικής βλάστησης και αρκετών περιβαλλοντικών παραγόντων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του *Thymus vulgaris*, το οποίο σύμφωνα με τους Gouyon et al. (1986), όταν βρισκόταν σε ξηρικά οικοσυστήματα (Home environment), εξέφραζε τους πιο σύνθετους χημειότυπους (θυμόλης – καρβακρόλης) και παρουσίαζε μικρή γενετική παραλλακτικότητα. Αντίθετα, όταν αναπτυσσόταν σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα (π.χ μεγαλύτερη υγρασία), υπήρχε μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα και εμφανίζονταν και άλλοι χημειότυποι. Σε αυτή τη βάση, η επίδραση της φυσιογεωγραφίας έχει ως αποτέλεσμα μια συγκεκριμένη χημική σύσταση και κατανομή των αρωματικών φυτών γνωστών και ως χημειότυπων (Karousou et al., 2005; Horwath et al., 2008). Οι διακυμάνσεις των κυρίων συστατικών των αιθέριων ελαίων θα μπορούσαν να αποδοθούν στις διακυμάνσεις των κλιματικών παραμέτρων (Arrebola, 1992; Piccaglia & Marotti, 1993; Omer et al., 1994; Omer et al., 1998; Said-Al Ahl et al., 2009a).

Οι Aminzadeh et al. (2010) αναφέρουν ότι περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως το υψόμετρο, το ανθρακικό ασβέστιο, το κάλιο και το pH, παίζουν σημαντικό ρόλο στην περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και τη χημική σύσταση αυτού. Ως σημαντικός παράγοντας για τη σύσταση του αιθέριου ελαίου αναφέρονται και τα ιχνοστοιχεία, καθώς είναι γνωστό ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό των φυτών (Bonner & Varner, 1975).

3.8 Παράγοντες που επηρεάζουν την Παραγωγή και την Σύσταση των Αιθέριων Ελαίων

3.8.1 Οντογένεση των φυτών

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της συσσώρευσης του αιθέριου ελαίου στα φυτά είναι ότι εξαρτάται από το στάδιο/φάση του φυτού, καθώς και από τα μέρη/όργανα, τον ιστό και τα κύτταρα, από τα οποία παράγεται. Η μέγιστη ποσότητα ελαίου του φυτού *Cymbopogon martinii* (Palmarosa) παρατηρήθηκε κατά το τέλος της άνθισης, με τα άνθη και τις ταξιανθίες να έχουν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ελαίου (Sangwan et al., 1982; Akhila et al., 1987). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και για την *Origanum vulgare* (Putievsky et al., 1988) και την *Origanum onites* (Kizil et al., 2008), φυτά τα οποία παρουσιάζουν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε έλαιο κατά την άνθιση.

Η οντογένεση φαίνεται να επηρεάζει και τη διακύμανση στα συστατικά του αιθέριου ελαίου. Σύμφωνα με μελέτες στη *Mentha piperita* και *Mentha arvensis* η μενθόλη και η μενθόνη είχαν υψηλότερες συγκεντρώσεις στα νεαρά και στα ώριμα φύλλα αντίστοιχα (Sergeeva & Solzneva, 1979; Sakata & Mitsui, 1980). Το ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης σε φυτά μεξικάνικης ρίγανης (*Lippia berlandieri*) ήταν μεγαλύτερο σε νεαρά φυτά σε σχέση με τα ώριμα (Vazquez & Dunford, 2005). Οι Lemberkovics et al. (1995) αναφέρουν ότι στο *Ocimum basilicum* η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου αυξήθηκε κατά την πλήρη άνθιση, αλλά η σύστασή του παρουσίασε ασήμαντες διακυμάνσεις.

3.8.2 Φωτοσύνθεση

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

3.8.3 Φωτοπερίοδος

Η φωτοπερίοδος πιθανόν να ασκεί την επιρροή της μέσω της διαμόρφωσης του μεταβολικού μηχανισμού των φυτών, από την παραγωγή φωτοσυνθετικού άνθρακα έως τον καθορισμό του μονοπατιού που οδηγεί είτε στην επιλογή κλάσεως (τερπενοειδών ή φενυλοπροπανοειδών) είτε στην επιλογή ομάδας (μονοτερπένια, σесκιτερπένια κτλ.) (Sangwan et al., 2001). Πάντως, σε φυτά μέντας (*Mentha piperita* L.) παρατηρήθηκε ότι η φωτοπερίοδος φαίνεται να μην επηρεάζει άμεσα τη σύσταση των μονοτερπενίων (Burbott & Loomis, 1967).

3.8.4 Ποιότητα φωτός

Η ποιότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας επηρεάζει τη βιοσύνθεση του αιθέριου ελαίου. Η υπέρυθη ακτινοβολία προκάλεσε τη βιογένεση αιθέριου ελαίου από εξωγενείς πρόδρομες ουσίες σε φυτά *Pelargonium graveolens* (Sangwan et al., 2001).

Η επίδραση της κβαντικής ακτινοβολίας στη βιογένεση αιθέριου ελαίου μελετήθηκε σε φυτά *Salvia officinalis* και *Thymus vulgaris* (Yanhe et al., 1995). Παρατηρήθηκε ότι τα φυτά *Salvia officinalis* που αναπτύχθηκαν σε 45 % της ηλιακής ακτινοβολίας είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε έλαιο και υψηλότερα ποσοστά θυγινόνης στο έλαιο σε σχέση με φυτά που αναπτύχθηκαν σε άλλα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας. Στο *Thymus vulgaris* τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε πλήρη ηλιακή ακτινοβολία είχαν τόσο τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο, όσο και το μεγαλύτερο ποσοστό θυμόλης και μυρκενίου στο έλαιο.

3.8.5 Εποχή και κλίμα

Η διακύμανση τόσο στη συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου, όσο και στη σύσταση αυτού έχει αναφερθεί σε αρκετά αρωματικά φυτά. Οι Kokkini et al. (1997) σε μελέτη σε φυτά *Origanum hirtum* παρατήρησαν εποχική διακύμανση τόσο στην % συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου, όσο και στην % σύσταση αυτού. Πρέπει να αναφερθεί όμως ότι το άθροισμα των τεσσάρων κύριων χαρακτηριστικών (καρβακρόλη, θυμόλη, π-κυμένιο, γ-τερπινένιο) ήταν σχεδόν πάντα σταθερό. Η μέγιστη συγκέντρωση τόσο του ελαίου, όσο και των φαινολικών συστατικών του (καρβακρόλη-θυμόλη) παρουσιάζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, ενώ το ποσοστό του π-κυμενίου αυξάνει 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, πήραν τις μέγιστες τιμές τους κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Soliman et al., 2007, Toncer et al., 2010).

3.8.6 Εδαφικοί παράγοντες

Πολλοί συγγραφείς θεωρούν τον τύπο και τη σύσταση του εδάφους ως ένα από τους παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν τη συγκέντρωση και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου (Figueiredo et al., 2008), με τα αποτελέσματα όμως των ερευνών να δίστανται. Είναι επίσης γνωστό ότι τα ενεργά συστατικά των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι μεταβολικά προϊόντα των φυτικών κυττάρων. Μερικά χημικά στοιχεία όπως το ασβέστιο, το χρώμιο, ο χαλκός, ο σίδηρος, το μαγνήσιο, ο μόλυβδος, ο φωσφόρος, το κάλιο, το σελήνιο, το νάτριο και ο ψευδάργυρος θεωρούνται απαραίτητα για τα φυτά (Gibbs, 1974). Σε μελέτη σε φυτά *Thymus kotschyanus* το ποσοστό της θυμόλης φαίνεται να εξαρτάται από το υψόμετρο της περιοχής, το ποσοστό της οργανικής ουσίας, την απορρόφηση Na, το ολικό άζωτο και το ποσοστό του ανθρακικού ασβεστίου. Συγκεκριμένα, 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 (Aminzadeh et al., 2010). Επίσης, είναι γνωστό ότι τα ενεργά συστατικά των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι μεταβολικά προϊόντα των φυτικών κυττάρων. Τέλος, το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο επηρεάζουν την ανάπτυξη και την σύνθεση του αιθέριου ελαίου στα φαρμακευτικά φυτά. Αυτά τα στοιχεία επηρεάζουν τα επίπεδα ενζύμων, τα οποία είναι σημαντικά στην βιοσύνθεση τερπενοειδών όπως η καρβακρόλη (Sell, 2003). Η εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα καλλιεργούμενων φυτών *Thymus vulgaris* σε αιθέριο έλαιο όμως δεν επηρεάστηκε από τη λίπανση με πλήρες λίπασμα (Shalaby & Razin, 1992). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται από τους Baranauskiene et al. (2002) και τους Sotiropoulou και Karamanos (2010), οι οποίοι αναφέρουν ότι η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων σε φυτά *Thymus vulgaris* και *O. hirtum* αντίστοιχα δεν επηρέασε την εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο και την εκατοστιαία (%) σύσταση αυτού. Επιπλέον, η λίπανση φυτών *Origanum hirtum* με ασβέστιο και μαγνήσιο δεν επηρέασε την εκατοστιαία (%)

περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο (Dordas, 2009). Αντίθετα, οι Omidbaigi & Ajmami (2002) αναφέρουν ότι λίπανση με άζωτο και φώσφορο σε φυτά *Thymus vulgaris* επηρέασε σημαντικά την εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, αλλά δεν είχε καμία επίδραση στην περιεκτικότητα αυτού σε θυμόλη. Επίσης, αναφέρεται ότι η αζωτούχος λίπανση επηρέασε τη σύσταση του αιθέριου ελαίου σε φυτά *Origanum syriacum* αυξάνοντας το ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης με μια στιγμιαία μείωση του ποσοστού του γ-τερπινενίου και του π-κυμενίου (Omer, 1999).

3.8.7 Επιπτώσεις αβιοτικής καταπόνησης **Υγρασία**

Η έλλειψη υγρασίας περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών και την επιβίωση τους, ενώ παράλληλα προκαλεί διάφορες φυσιολογικές και μεταβολικές αντιδράσεις όπως κλείσιμο των στοματιών, μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και έκφραση συγκεκριμένων γονιδίων (Hughes et al., 1989). Η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών πιστεύεται ότι ευνοείται από περιβάλλοντα που δημιουργούν καταπόνησεις.

Η ποσότητα νερού που δέχτηκε το φυτό *Lippia berlandieri* δεν είχε σημαντική επίδραση στο ποσοστό της θυμόλης και της καρβακρόλης (Dunford & Vasquez, 2005).

Αντίθετα, σύμφωνα με τους Tucker & Maciarello (1994) η υδατική καταπόνηση επηρέασε την ανάπτυξη φυτών *Origanum onites*, καθώς και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου τους. Οι Gouyon et al. (1986) υποστήριξαν ότι, όταν το *T. vulgaris* βρισκόταν σε ξηρικά οικοσυστήματα (Home environment), εξέφραζε τους πιο σύνθετους χημειότυπους (θυμόλης – καρβακρόλης) και παρουσίαζε μικρή γενετική παραλλακτικότητα. Αντίθετα, όταν αναπτυσσόταν σε λιγότερο ευνοϊκά περιβάλλοντα (π.χ μεγαλύτερη υγρασία), υπήρχε μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα και εμφανίζονταν και άλλοι χημειότυποι. Τέλος, μέτρια υδατική καταπόνηση σε φυτά *Origanum vulgare* L. (60% της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας) προώθησε την παραγωγή αιθέριων ελαίων σε φυτά, ενώ έντονη υδατική καταπόνηση (40 % της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας) μείωσε τη βιοσύνθεση τους (Said-Al Ahl et al., 2009a). Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται από τους Singh et al. (1997) και Fatima et al. (2000).

Αλατότητα

Η αλατότητα είναι ένα από τα μεγαλύτερα αγροοικολογικά, προβλήματα καθώς περιορίζει τις αποδόσεις διαφόρων καλλιεργειών σε διάφορα μέρη του κόσμου. Όσον αφορά όμως στην περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο φαίνεται να επιδρά θετικά, όπως άλλωστε οι περισσότεροι παράγοντες καταπόνησης.

Εφαρμογή NaCl σε συγκέντρωση 1500 ppm επηρέασε σημαντικά την εκατοστιαία (%) περιεκτικότητα φυτών *Thymus vulgaris* σε αιθέριο έλαιο και στις δυο πειραματικές

χρονιές (Ezz El-Din et al., 2009). Αυτό σύμφωνα με τους παραπάνω ερευνητές μπορεί να αποδοθεί στο ότι η καταπόνηση από την αλατότητα επιτάχυνε την παραγωγή αιθέριου ελαίου.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία φαίνεται να αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που καθορίζει τόσο τη σύσταση του αιθέριου ελαίου όσο και την περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, ωστόσο τα αποτελέσματα των ως τώρα μελετών δεν συμφωνούν απόλυτα.

Σύμφωνα με τους Duriyaraparan et al. (1986), η θερμοκρασία δεν είχε καμία επίδραση στο ποσοστό της μενθόλης στο έλαιο της Ιαπωνικής μέντας (*Mentha arvensis*). Αντίθετα, στην *Mentha piperita* παρατηρήθηκε ότι μεγάλες ημερήσιες θερμοκρασίες επηρέασαν το ποσοστό των μονοτερπενίων στο έλαιο (Clark & Menary, 1980). Οι Burbott & Loomis (1967) όμως υποστήριξαν ότι οι μικρές και ψυχρές νύχτες με πλήρη ένταση φωτός κατά την ημέρα είναι αυτές που επηρεάζουν την εκατοστιαία (%) σύσταση των μονοτερπενίων στην *Mentha piperita* L. Τέλος, οι Said-Al Ahl et al. (2009a) αναφέρουν ότι τα φαινολικά συστατικά (καρβακρόλη- θυμόλη) αυξάνουν στις θερμές περιόδους σε βάρος των πρόδρομων ουσιών τους. Συγκεκριμένα, το ποσοστό της καρβακρόλης σε μελέτη σε φυτά *Origanum vulgare* L. ήταν υψηλότερο τη δεύτερη χρόνια, η οποία ήταν και η πιο θερμή. (Sarlis, 1994).

4. Μεταβολές στην Φυσιολογία του Φυτού

Οι μεταβολές στη φυσιολογία του φυτού αφορούν:

- Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων (φύλλα, άνθη, καρποί)
- Το μέρος του φυτού (φύλλα, άνθη κ.λπ.) 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 κ.α.

- Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα 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.

- Την εποχική διακύμανση

Σε πολλά είδη η σύσταση του αιθέριου ελαίου τους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους, γεγονός που καθορίζει και την εποχή συλλογής του φυτού.

- Τις μηχανικές και χημικές βλάβες

Η συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών στο φυτό επηρεάζεται από πληγές ή προσβολές που μπορεί να προκληθούν από αρπακτικά πτηνά ή ακόμη και από την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων.

5. Παραλαβή Αιθέριων Ελαίων

5.1 Μέθοδοι παραλαβής

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από τα φυτικά υλικά με διάφορους τρόπους. Οι βασικότεροι τρόποι παραλαβής τους είναι οι εξής :

Απόσταξη :Είναι από τις πιο γνωστές κλασικές μεθόδους για παραλαβή αιθέριων ελαίων από αρωματικά φυτά. Είναι απλή και οικονομική. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην διαφορά τάσεων των ατμών των συστατικών του διαλύματος και διακρίνεται σε απόσταξη με νερό, απόσταξη με νερό και υδρατμούς και απόσταξη με υδρατμούς. (Κατσιώτης, Χατζοπούλου, 2010 ; Γούναρης, 2002)

Εκχύλιση :Είναι μια αρκετά κοινή μέθοδος για παραλαβή αιθέριων ελαίων. Η μέθοδος αυτή έγκειται στην διαβροχή του φυτικού υλικού με τα κατάλληλα εκχυλιστικά μέσα (διαλύτες ή άλλα). Η μέθοδος παραλαβής μέσω εκχύλισης προτιμάται όταν η απόσταξη προκαλεί αλλοιώσεις σε ορισμένα συστατικά ή τη διάσπαση ορισμένων χημικών ομάδων των συστατικών, με αποτέλεσμα το αιθέριο έλαιο που παραλαμβάνεται να έχει οργανοληπτικά χαρακτηριστικά υποδεέστερα από εκείνα του αρχικού φυτικού υλικού. Η εκχύλιση μπορεί να γίνει με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, όπως εκχύλιση με διαλύτες, εκχύλιση με κρύο ή ζεστό λίπος, εκχύλιση με CO².

Μηχανική εκπίεση : Αυτή η μέθοδος αφορά κυρίως εσπεριδοειδή φρούτα και ξηρούς καρπούς , όπου γίνεται μηχανική εκπίεση του φλοιού τους. Το έλαιο με αυτήν την διαδικασία συλλέγεται σε έναν υποδοχέα μαζί με μία μικρή ποσότητα χυμού και ο φλοιός απομακρύνεται. (Κατσιώτης & Χατζοπούλου , 2013)

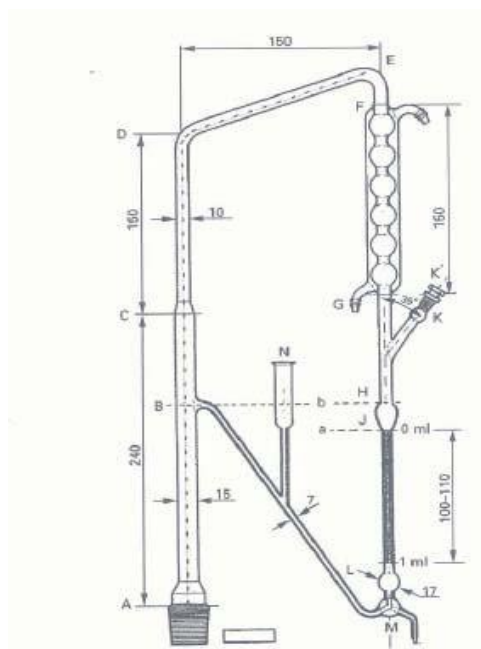
Απόσταξη με νερό (μέθοδος υδροαπόσταξης) : Η υδροαπόσταξη είναι μέθοδος που πραγματοποιείται με τη χρήση της συσκευής που δημιούργησε ο Clevenger το 1928 (Wilson, 2003). Κατά την απόσταξη με νερό το φυτικό υλικό που είναι τοποθετημένο σε γυάλινη φιάλη θέρμανσης βρίσκεται σε άμεση επαφή με το νερό που βράζει (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε εργαστήρια και σε βιομηχανίες.

Η συσκευή Clevenger (Εικόνα 7) αποτελείται από το κύριο μέρος που περιέχει ένα γυάλινο κατακόρυφο σωλήνα και ψυκτήρα που είναι συνδεδεμένος με ένα βαθμονομημένο σωλήνα (4ml x 0,05 ml) με στρόφιγγα. Ένας σωλήνας επιστροφής της υδατικής φάσης του αποστάγματος συνδέει το κάτω μέρος του βαθμονομημένου σωλήνα με τον κατακόρυφο σωλήνα. Το δείγμα τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη η οποία θερμαίνεται.

Η διαδικασία της υδροαπόσταξης αρχίζει με την θέρμανση της φιάλης όπου το νερό και οι πτητικές ουσίες που αποτελούν το αιθέριο έλαιο περνούν στην αέρια φάση και

υγροποιούνται στον ψυκτήρα, ο οποίος βρίσκεται στο πάνω άκρο της συσκευής. Οι υγροποιημένοι υδρατμοί με το αιθέριο έλαιο σχηματίζουν δύο στοιβάδες μέσα στον βαθμονομημένο σωλήνα. Η υπερκείμενη στοιβάδα είναι το αιθέριο έλαιο, ενώ η υποκείμενη είναι ως επί το πλείστον υδατική περιέχοντας μικρή ποσότητα ουσιών του αιθέριου ελαίου με κάποια διαλυτότητα στο νερό. Η υδατική στοιβάδα επιστρέφει στην φιάλη, ώστε να συνεχιστεί η διαδικασία της απόσταξης μέχρι να σταθεροποιηθεί η ποσότητα του ελαίου στην κορυφή του βαθμονομημένου σωλήνα. Στο σημείο αυτό έχει επιτευχθεί ο αξιόπιστος ποσοτικός προσδιορισμός των αιθέριων ελαίων του φυτού. Σύμφωνα με τους αναφερθέντες μελετητές (Πολυσίου, Ταραντίλης, 2008 ;Peres et al.,2002 ;Grosso et al,2007) η διαδικασία της υδροαπόσταξης διαρκεί τουλάχιστον τρεις ώρες, απαιτεί μεγάλες ποσότητες δείγματος και κατά τη διάρκεια της λαμβάνουν χώρα υψηλές θερμοκρασίες. Για αυτό το λόγο υπάρχει ο κίνδυνος να υποστεί οξείδωση το δείγμα μας, με αποτέλεσμα να παραλάβουμε απόσταγμα με σύσταση διαφορετική από την πραγματική.

Η μέθοδος Clevenger πλεονεκτεί λόγω μικρού κόστους, αλλά και ευκολίας στην χρήση αφού είναι κατάλληλη για ποικιλία φυτικών υλικών. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή παρουσιάζει και βασικά μειονεκτήματα όπως το ότι είναι χρονοβόρα, είναι ακατάλληλη για μεγάλες ποσότητες φυτικού υλικού αλλά και λόγω του ότι δίνει χαμηλής ποιότητας αιθέριο έλαιο λόγω της θέρμανσης και τελικά της διάσπασης ορισμένων ευαίσθητων συστατικών.



Εικόνα 7: Απεικόνιση της συσκευής Clevenger της υδροαπόσταξης

6. Ποιοτικός και Ποσοτικός Προσδιορισμός των Συστατικών των Αιθέριων Ελαίων

6.1 Χρωματογραφία

Ο χρωματογραφικός διαχωρισμός μίγματος διαφόρων ουσιών είναι αποτέλεσμα ποικιλίας διεργασιών, που στηρίζονται στην διαφορετική εκλεκτική συνάφεια κάθε συστατικού του μίγματος ως προς δύο μη αναμιγνυόμενες φάσεις, οι οποίες βρίσκονται σε σχετική κίνηση η μία προς την άλλη. Η μία φάση παραμένει σταθερή και λέγεται στατική φάση (stationary phase). Επίσης αποκαλείται και στήλη (column) ή χρωματογραφικό υπόστρωμα. Η άλλη φάση διέρχεται μέσα ή πάνω από την επιφάνεια της στατικής φάσης και λέγεται κινητή φάση (mobile phase).

Η κινητή φάση προκαλεί εκλεκτική μετατόπιση των συστατικών του μίγματος σε διαφορετικές θέσεις μέσα στην σταθερή φάση με αποτέλεσμα το διαχωρισμό τους. Ο διαχωρισμός γίνεται με μηχανισμούς που βασίζονται σε φαινόμενα: Προσρόφησης, Ανταλλαγής ιόντων, Κατανομής, Μοριακής διήθησης, Συγγένειας

Συχνά το αποτέλεσμα του διαχωρισμού είναι αποτέλεσμα όχι ενός μόνο μηχανισμού αλλά συνεργίας αυτών. Είναι εμφανές ότι οι χρωματογραφικές τεχνικές είναι διαχωριστικές τεχνικές και η επιτυχία τους εξαρτάται από τον βαθμό διαχωρισμού των διαφόρων ουσιών που αναλύονται. Η ανάπτυξη μιας σειράς ανιχνευτών για την καταγραφή των διαχωρισθέντων ουσιών κατά την έξοδό τους από την χρωματογραφική στήλη έδωσε ιδιαίτερη ώθηση στην υγρή και την αέρια κυρίως χρωματογραφία.

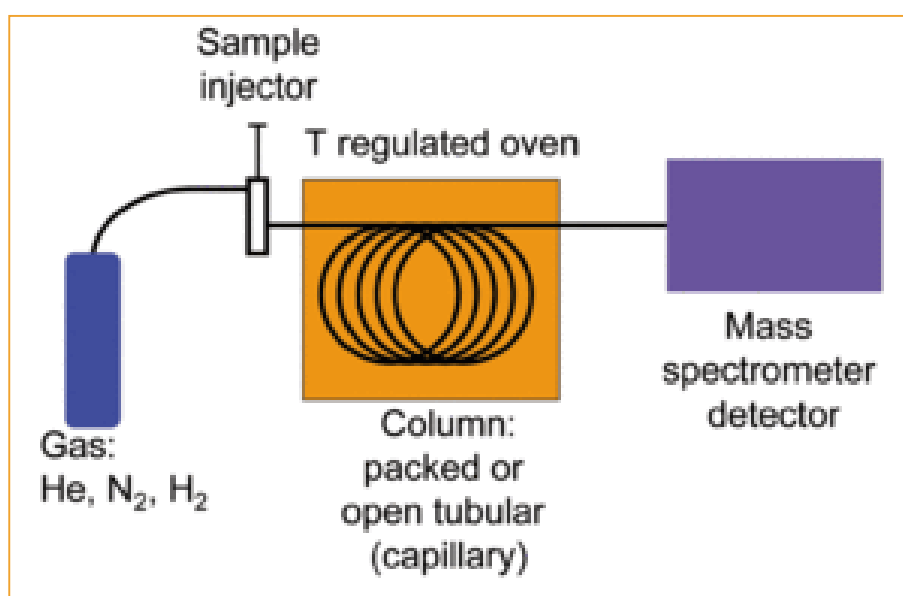
6.1.1 Αέρια χρωματογραφία (Gas Chromatography - GC)

Με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας, μικρή ποσότητα (1,0 – 5,0 μL) από το καθαρό εκχύλισμα εγχύεται στην κορυφή της θερμαινόμενης ειδικής στήλης χρωματογραφίας που βρίσκεται τοποθετημένη σε φούρνο. Το εκχύλισμα μεταπίπτει σε αέρια φάση. Ένα αδρανές αέριο (συνήθως άζωτο, ήλιο ή αργό) κινείται μέσα στη στήλη και παρασύρει τους ατμούς του δείγματος. Ο χρόνος παραμονής κάθε ουσίας στη στήλη (χρόνος κατακράτησης – retention time) είναι συνάρτηση των ιδιοτήτων της και είναι το κριτήριο για τον ποιοτικό προσδιορισμό. Το μέγεθος του σήματος που καταγράφεται από κατάλληλα όργανα στην έξοδο στήλης είναι το κριτήριο για τον ποσοτικό προσδιορισμό. Το σήμα καταγράφεται υπό μορφή κορυφής. Το μετρούμενο ύψος της κορυφής και η επιφάνεια της χρησιμοποιούνται για τον ποσοτικό προσδιορισμό των αναλυθέντων δραστικών ουσιών (αναλύτες).

Η GC χρησιμοποιείται κυρίως για ουσίες που έχουν ικανοποιητική πτητικότητα και θερμική σταθερότητα. Μόρια που θερμοδιασπώνται δε μπορούν να προσδιοριστούν με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας, παρά μόνο μετά από χημική τροποποίησή τους σε μόρια πτητικά και σταθερά (παραγωγοποίηση).



Εικόνα 8: Αέριος χρωματογράφος - GC



Εικόνα 9: Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας ενός χρωματογράφου GC-MS

6.1.2 Φασματογραφία μάζας (Mass Spectrometry - MS)

Η τεχνική αυτή αρχικά προτάθηκε ως μέθοδος ταυτοποίησης – επιβεβαίωσης των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται από την αέρια και τελευταία από την υγρή χρωματογραφία. Αρχίζει όμως να χρησιμοποιείται και ως ανεξάρτητος ανιχνευτής για ποσοτικό προσδιορισμό. Το σύστημα GC-MS αποτελεί μία από τις πιο πετυχημένες συνδυαστικές τεχνικές ανάλυσης. Στην τεχνική αυτή, τα οργανικά μόρια οδηγούνται σε ένα χώρο όπου βομβαρδίζονται με ηλεκτρόνια με συνέπεια την αποδόμησή τους και τον σχηματισμό μοριακών ιόντων. Τα μοριακά ιόντα μετατρέπονται περαιτέρω σε κατιόντα και ουδέτερα μέρη. Τα θετικά φορτισμένα ιόντα διαχωρίζονται σε ένα μαγνητικό πεδίο και καταγράφονται ποσοτικά. Ο

διαχωρισμός των ιόντων βασίζεται στη σχέση μάζας-ηλεκτρικού φορτίου και άρα στη μάζα της ουσίας. Η όλη διαδικασία οδηγεί στην καταγραφή του φάσματος (mass spectrum).

II. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας ήταν μελέτη της ικανότητας εγκλιματισμού των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών των ειδών *Origanum vulgare* spp. *hirtum* L., *Origanum onites* L. και *Satyreja thymbra* L. σε συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας στο αγρόκτημα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα Σπάτα, την καλλιεργητική περίοδο 2014-2015. Τα μελετούμενα είδη προήλθαν από την Ικαρία ενώ η φυτεία των Α.Φ.Φ. στα Σπάτα διένυε τον δεύτερο χρόνο της και προέκυψε με αγενή πολλαπλασιασμό των φυτών της μητρικής φυτείας που είναι εγκατεστημένη στον πειραματικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του ΓΠΑ. Τα προαναφερθέντα είδη μελετήθηκαν ως προς τα μορφολογικά, φαινοτυπικά και χημειοτυπικά τους χαρακτηριστικά.

III. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Περιοχή Μελέτης: Λεκανοπέδιο Αττικής – Σπάτα

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

Από γεωλογική άποψη η λεκάνη αποτελείται από Μεσοζωικά (γκρίζο ασβεστόλιθο, αργιλικό σχιστίλιθο, ασβεστολιθικές μάργες) και Καινοζωικά (αργιλικά και μαργώδη καθιζήματα, μάργες) στρώματα (Lepsius, 1893).

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

7. Φυτικό Υλικό

Τα είδη των ΑΦΦ που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν η ελληνική ρίγανη *Origanum hirtum* L., η τούρκικη ρίγανη *Origanum onites* L. και το θρούμπι *Satureja thymbra* L., τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Lamiaceae. Τα παραπάνω είδη προήλθαν από την νήσο Ικαρία.

8. Πειραματικός Αγρός

Η εγκατάσταση της φυτείας έλαβε χώρα τον Νοέμβριο του 2013 στο αγρόκτημα του ΓΠΑ μετά από διαίρεση έρριζων μοσχευμάτων από την μητρική φυτεία που είναι εγκατεστημένη στο πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας. 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 (Πίνακας 2). Κάθε

επανάληψη αποτελείται από 8 πειραματικά τεμάχια και κάθε τεμάχιο από 9 φυτά. Οι αποστάσεις των φυτών είναι 40 cm επί της γραμμής και 60 cm μεταξύ των γραμμών (Εικόνα 11).

Πίνακας 2 : Σχηματική απεικόνιση του πειράματος και η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων

Thymbra 1-st9	Hirtum1-st4	Onites1-st1
Thymus 2-wp341	Thymus 2-wp341	Hirtum 2-st9
Onites 2-st30wp325	Thymbra 1-st9	Thymbra 2-st2
Thymbra 2-st2	Hirtum 2-st9	Onites 2-st30wp325
Onites 1-st1	Thymus 1-wp335	Thymus 1-wp335
Hirtum 1-st4a	Onites 1-st1	Thymus 2-wp341
Thymus 1-wp335	Thymbra 2-st2	Hirtum 1-st4a
Hirtum 2-st9	Onites 2-st30wp325	Thymbra 1-st9



Εικόνα 11 : Πειραματικός Αγρός στα Σπάτα

9. Στοιχεία Εδάφους του Πειραματικού Αγρού

Από την ανάλυση δειγμάτων εδάφους προέκυψε ότι το έδαφος στα Σπάτα είναι αμμοπηλώδες (άργιλος 26%, ιλύς 40%, άμμος 34%) με pH 8,15 , CaCO₃ 39,48%, οργανική ουσία 2,14% και ολικό N 0,0096%.

10. Καλλιεργητικές Φροντίδες

Η καλλιέργεια της φυτείας ρίγανης, *Origanum vulgare ssp. hirtum* (ελληνική ρίγανη) και *Origanum onites* (τούρκικη ρίγανη) πραγματοποιήθηκε υπό ξηρικές συνθήκες. Στην φυτεία δεν έγινε χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών και λιπασμάτων, στην προσπάθεια αξιολόγησης της παραγωγικότητας και ευρωστίας της φυτείας χωρίς την βοήθεια εξωγενών παραγόντων . Η καταπολέμηση των ζιζανίων έγινε αποκλειστικά με καλλιεργητικά μέσα (βοτάνισμα). Επίσης, χρησιμοποιήθηκε μικρή φρέζα μεταξύ των γραμμών. Τα ζιζάνια που καταγράφηκαν στον πειραματικό αγρό ήταν: η μικρή αγριοβρώμη (*Avena barbata*), η μολόχα (*Malva spp*) και το λόλιο (*Lolium perenne*), η μικρή τσουκνίδα (*Urtica urens*), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), το χαμομήλι (*Chamomilla recutita*), το ασπράγκαθο (*Xanthium spinosum*), το γαιδουράγκαθο (*Onopordum spp*), η βερόνικα (*Veronica spp*), η μηδική (*Medicago sativa alfalfa*), η μικρή αγριοβρώμη (*Avena barbata*), το αγριοσινάπι (*Sinapis arvensis*), το σολάνο (*Solanum elaeagnifolium*), η αγριάδα (*Cynodon dactylon*), η ρόκα (*Eruca sativa*), ο ζωχός (*Sonchus oleraceus*) και το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*) (Εικόνα 12).



Εικόνα 12 : Ζιζάνιο σε *O.onites*

11. Μη Καταστρεπτικές Δειγματοληψίες

Κατά την εξέλιξη και ανάπτυξη των φυτειών πραγματοποιήθηκαν μορφολογικές μετρήσεις του υπέργειου μέρους των φυτικών ειδών. Επιλέχθηκαν τρία εύρωστα φυτά από κάθε είδος έτσι ώστε να γίνεται πιο εύκολα η διεξαγωγή των μετρήσεων αυτών. Τα επιλεγμένα φυτά σημάνθηκαν έτσι ώστε οι μετρήσεις να είναι περισσότερο αξιόπιστες. Όμοια, σε κάθε επιλεγμένο φυτό σηματοδοτήθηκαν τρεις βλαστοί οι οποίοι ήταν οι πιο αντιπροσωπευτικοί του είδους. Η σήμανση είχε ως σκοπό οι μετρήσεις να γίνονται πάντα στους ίδιους βλαστούς και έτσι να φαίνεται η πρόοδος στην ανάπτυξη. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί, ότι κατά την διάρκεια των μετρήσεων αυτών πραγματοποιήθηκε βοτάνισμα γύρω από τα φυτά μέτρησης έτσι ώστε να διευκολυνθούν οι μετρήσεις.

Αναλυτικότερα, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα φυτά ήταν οι εξής: **Ύψος φυτού** (cm), **Διάμετρος κόμης φυτού** (cm). Επίσης, ελήφθησαν μετρήσεις του **Μήκους κάθε βλαστού** (cm) αλλά και του **Αριθμού των φύλλων ανά βλαστό**.

Οι μετρήσεις αυτές έλαβαν χώρα από τον Μάρτιο ως την ημέρα συγκομιδής και εφαρμόζονταν σε συχνότητα 6-10 ημερών. Πιο συγκεκριμένα οι μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών ξεκίνησαν στις: 5/3/2015 και ολοκληρώθηκαν στις: 9/7/2015. Η έναρξη της άνθισης για τα φυτικά είδη πραγματοποιήθηκε με την εξής σειρά : 15 Απριλίου 2015 *Satureja thymbra*, 5 Μαΐου 2015 *Origanum Onites* και 30 Ιουνίου 2015 *Origanum hirtum*. Το στάδιο πλήρους άνθισης χρονολογείται στο 80% της άνθισης των βλαστών των φυτών (Γκόλιαρης, 1992).

12. Καταστρεπτικές Δειγματοληψίες

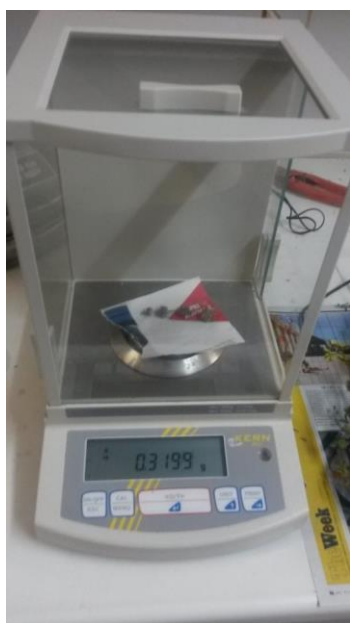
Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από ζωηρά, εύρωστα φυτά που ήταν αντιπροσωπευτικά του κάθε είδους. Η συλλογή πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της πλήρους άνθισης των φυτών, όπου η συγκέντρωση σε αιθέριο έλαιο μεγιστοποιείται. Τα φυτά συλλέχθηκαν και από καθένα επιλέχθηκαν τρεις βλαστοί όπου έλαβαν χώρα οι παρακάτω μετρήσεις: **Μήκος βλαστού** (cm), **Μήκος ταξιανθίας** (cm), **Αριθμός ταξιανθιών ανά βλαστό**, **Αριθμός φύλλων ανά βλαστό**, **Νωπό και ξηρό βάρος των βλαστών** (g), **Νωπό και ξηρό βάρος ταξιανθίας** (g), και τέλος **Νωπό και ξηρό βάρος φύλλων** (g) (Εικόνα 13).

Οι μετρήσεις για το νωπό βάρος πραγματοποιήθηκαν την ημέρα της συλλογής ενώ οι μετρήσεις για το αντίστοιχο ξηρό γίνονται δεκαπέντε μέρες αργότερα . Όλες οι μετρήσεις έλαβαν χώρα στον εργαστηριακό χώρο του Εργαστηρίου Γεωργίας. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιήθηκαν αμέσως μετά την συγκομιδή από τον αγρό για να μειωθεί στο ελάχιστο η απώλεια νερού και να ελαχιστοποιηθεί η υδατική καταπόνηση του φυτικού υλικού. Οι μετρήσεις για το ξηρό βάρος έγιναν μετά από 2 βδομάδες. Το φυτικό υλικό ξηράνθηκε υπό σκιά στους χώρους του Εργαστηρίου του Γ.Π.Α. Στις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν μέτρο σε

εκατοστά (cm) και ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας εκατοστών του γραμμαρίου τύπου Mettler B502 του εργαστηρίου (Εικόνα 14).



Εικόνα 13 : Δειγματοληψία του ¼ του φυτού *O. onites* σε πλήρη άνθιση



Εικόνα 14 : Μέτρηση ξηρού βάρους ταξιανθίας *S. thymbra*

13. Παραλάβη Αιθέριων Ελαίων

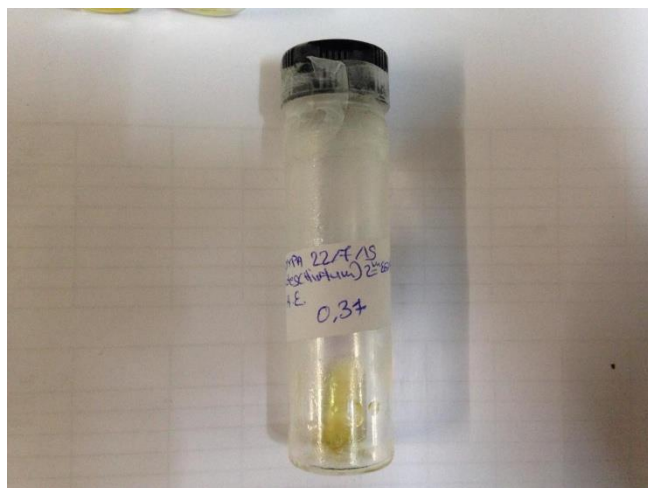
Το φυτικό υλικό αφότου ξηράνθηκε για δύο βδομάδες περίπου, κονιορτοποιήθηκε. Για την εφαρμογή της απόσταξης με νερό χρησιμοποιήθηκε ξηρό φυτικό υλικό, το οποίο αποτελούνταν κυρίως από φύλλα και ταξιανθίες ενώ εξαιρέθηκαν οι βλαστοί. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, τοποθετήθηκαν 10g ξηρού κονιορτοποιημένου φυτικού υλικού σε σφαιρική φιάλη συνολικού όγκου 1000ml, η οποία είναι συνδεδεμένη με τον ψυκτήρα της συσκευής απόσταξης τύπου Clevenger (Εικόνα 15). Στο φυτικό υλικό που βρισκόταν στον πάτο της φιάλης προστέθηκε απεσταγμένο νερό (3/4 του όγκου της φιάλης) και αφήθηκε σε ηρεμία για 20 λεπτά. Χαρακτηριστικό της απόσταξης αυτής ήταν ότι το προς απόσταξη φυτικό υλικό και το νερό βρισκόταν σε άμεση επαφή (Καλλαϊτζάκης, 1995). Η διαδικασία αυτή της υδροαπόσταξης ή απόσταξης με νερό (water distillation) διαρκεί 4 ώρες. Κατά την εφαρμογή της αποφεύχθηκε η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού που οδηγεί σε αλλοίωση

των διαφόρων συστατικών του ελαίου. Η ταχύτητα της απόσταξης πρέπει να είναι μικρή έτσι ώστε να λαμβάνεται το μέγιστο ποσοστό αιθέριου ελαίου.



Εικόνα 15 : Συσκευές απόσταξης τύπου Clevenger με ξηρό φυτικό υλικό και απεσταγμένο νερό κατά τη διάρκεια του βρασμού

Το έλαιο συλλέχθηκε με πιπέττες τύπου Pasteur σε ειδικά γυάλινα φιαλίδια τα οποία σηματοδοτήθηκαν με τις απαραίτητες πληροφορίες, αφού πρώτα προστέθηκε άνυδρο $MgSO_4$ ως απορροφητικό της υπολειπόμενης υγρασίας (Εικόνα 16). Με την ολοκλήρωση της συλλογής, το φιαλίδιο με το αιθέριο έλαιο τοποθετήθηκε σε καταψύκτη σταθερής θερμοκρασίας, στους $-18^{\circ}C$ και το φιαλίδιο πληρωμένο με υδρόλυμα σε κοινό ψυγείο.



Εικόνα 16 : Αιθέριο έλαιο

14. Ποσοτικός και Ποιοτικός Προσδιορισμός Συστατικών Αιθέριων Ελαίων

Η ποιοτική ανάλυση του ελαίου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση αέριου χρωματογράφου (GC) (Hewlett Packard 5890 II) εξοπλισμένου με τριχοειδή στήλη (HP-

5MS, crosslinked 5% PH ME siloxane, 30 m, 0.25mm i.d., 0.25mm film thickness) και φασματογράφο μάζας (HP 5972) ως ανιχνευτή (Εικόνα 17):. Το φέρον αέριο ήταν το ήλιο με ρυθμό 1mL/min. Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν 60 °C και αύξανε σταδιακά έως τους 250 °C με ρυθμό 3 °C/min. Η συνολική διάρκεια της μεθόδου ήταν 63,33 min. Για την ανίχνευση με το GC-MS χρησιμοποιήθηκε σύστημα ιονισμού ηλεκτρονίων με ενέργεια ιονισμού τα 70 eV. Οι θερμοκρασίες του εγχυτήρα και του ανιχνευτή (γραμμή μεταφοράς φασματογράφου μάζας) ήταν 220 και 290 °C αντίστοιχα. Ποσότητα 0,1 mL αραιωμένων διαλυμάτων των ελαίων (1/100 v/v) εγχέονταν χειροκίνητα και αδιαίρετα. Ως διαλυτικό χρησιμοποιήθηκε ακετόνη καθαρότητας 99,8 %. Οι χρωματογραφικές κορυφές αναγνωρίζονταν από το χρόνο έκλυσης, από τα φάσματα μάζας πρότυπων ουσιών, όταν ήταν δυνατό, από τα φάσματα μάζας των ηλεκτρονικών βιβλιοθηκών Nist 98 και Wiley 275 και με τη χρήση δημοσιευμένων δεδομένων (Adams 2007). Στο παράρτημα παρουσιάζεται από ένα χαρακτηριστικό χρωματογράφημα για κάθε είδος καθώς και οι πίνακες που προκύπτουν από την ταυτοποίηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου κάθε είδους .



Εικόνα 17: Σύστημα GC/MS του Εργαστηρίου Γενικής Χημείας του Γ.Π.Α. που χρησιμοποιήθηκε για την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των αιθέριων ελαίων.

15. Στατιστική Ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία και την παρουσίαση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα STATGRAPHICS και Microsoft Office Excel 2007. Η πειραματική διάταξη των τεμαχίων και ανάλυση των δεδομένων ακολούθησε το σχέδιο των Τυχαιοποιημένων Πλήρων Ομάδων (Τ.Π.Ο.). Διενεργήθηκαν αναλύσεις των διασπορών (ANOVA) στο σύνολο των μελετούμενων χαρακτηριστικών για την αξιολόγηση των στατιστικά σημαντικών διαφορών των μέσων μεταξύ των ειδών. Οι δοκιμασίες

σημαντικότητας έγιναν σύμφωνα με το κριτήριο του F, ενώ οι περαιτέρω συγκρίσεις των μέσων έγιναν με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

IV. ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ

<i>ΓΠΑ</i>	<i>Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών</i>
<i>ΑΦΦ</i>	<i>Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά</i>
<i>Στρ</i>	<i>Στρέμματα</i>
<i>ANOVA</i>	<i>Analysis of Variance</i>
<i>Cm</i>	<i>Centimeter</i>
<i>Mm</i>	<i>Millimeter</i>
<i>G</i>	<i>Gram</i>
<i>Μl</i>	<i>Microlitre</i>
<i>ml</i>	<i>Milliliter</i>
<i>°C</i>	<i>Βαθμοί Celsius</i>
<i>Ev</i>	<i>electronVolt</i>
<i>Min</i>	<i>Minutes</i>
<i>v/w</i>	<i>volume/weight</i>
<i>v/v</i>	<i>volume/volume</i>
<i>GC</i>	<i>Gas Chromatography</i>
<i>MS</i>	<i>Mass Spectrometry</i>
<i>Onites 1</i>	<i>Origanum onites 1-st1</i>
<i>Onites 2</i>	<i>Origanum onites 2-st30wp325</i>
<i>Hirtum 1</i>	<i>Origanum vulgare su bsp hirtum 1-st4a</i>
<i>Hirtum 2</i>	<i>Origanum vulgare ssp hirtum 2-st9</i>

<i>Thymbra 1</i>	<i>Satureja thymbra 1-st9</i>
<i>Thymbra 2</i>	<i>Satureja thymbra 2-st2</i>

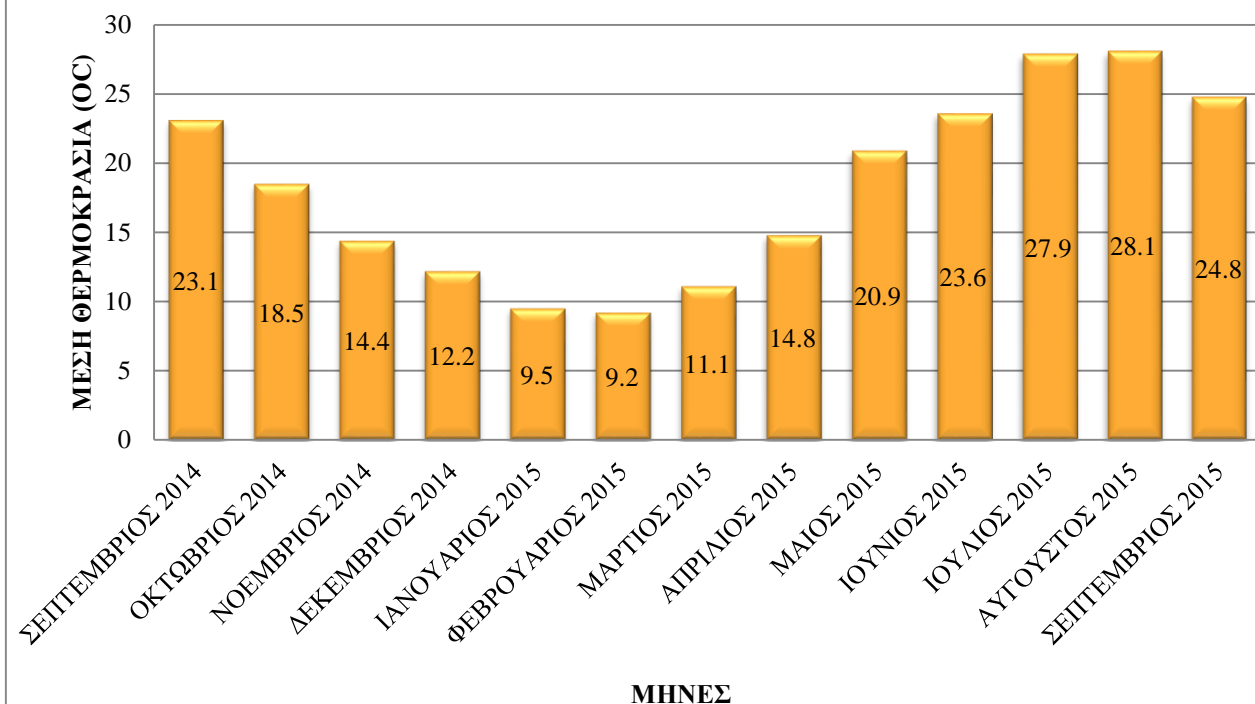
V. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

16. Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στα διαγράμματα που ακολουθούν δίνονται με αναλυτικό τρόπο οι κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α.) στα Σπάτα κατά την καλλιεργητική περίοδο 2014-15. Αποτελούν χρήσιμη πηγή πληροφόρησης για την εξαγωγή περισσότερο αντικειμενικών συμπερασμάτων, τόσο για τα διάφορα φυτικά χαρακτηριστικά των μελετούμενων ειδών και αιθέρια έλαιά τους αλλά και για εξακρίβωση τελικώς του χημειοτυπικού τους προφίλ. Παρατίθενται η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία βροχόπτωση.

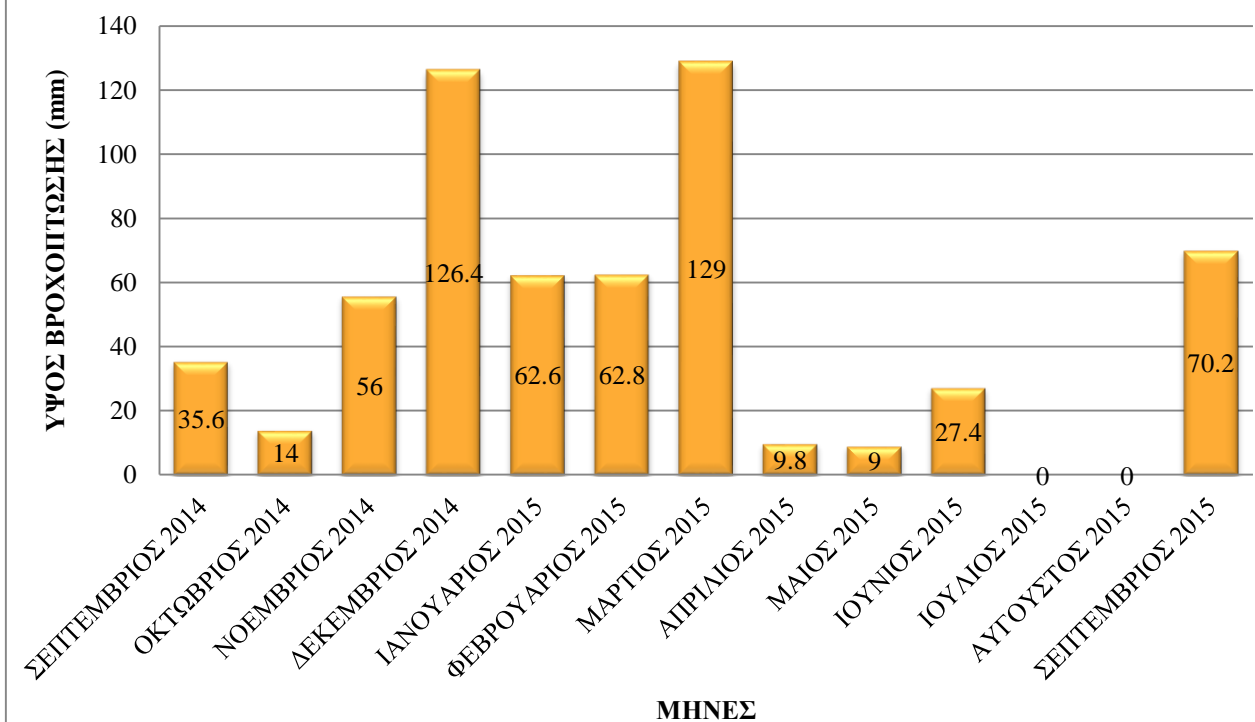
Αναλυτικότερα, η έναρξη των μετρήσεων των μορφολογικών χαρακτηριστικών έλαβε χώρα στις 5 Μαρτίου του 2015, η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν 11,1 °C και το μέσο ύψος της βροχόπτωσης στα 129 mm. Τα μελετούμενα φυτικά είδη σημείωσαν έναρξη άνθισης στις εξής ημερομηνίες: το *Satureja thymbra* στις 15 Απριλίου, το *Origanum onites* στις 5 Μαΐου, το *Origanum hirtum* στις 30 Ιουνίου και αντίστοιχα η συγκομιδή τους πραγματοποιήθηκε στις ακόλουθες ημερομηνίες: το *Satureja thymbra* στις 4 Μαΐου, το *Origanum onites* στις 29 Ιουνίου, το *Origanum hirtum* στις 16 Ιουλίου. Η μέση μηνιαία θερμοκρασία κυμάνθηκε σε φυσιολογικά για την εποχή επίπεδα όσο και το μέσο ύψος της βροχόπτωσης με εξαίρεση το μήνα Ιούνιο. Συγκεκριμένα, το μήνα Απρίλιο η μέση μηνιαία θερμοκρασία ήταν 14,8°C και το μέσο ύψος της βροχόπτωσης 9,8mm, αντίστοιχα το μήνα Μαΐο 20,9°C και 9mm, το μήνα Ιούνιο 23,6 °C και 27,4 και το μήνα Ιούλιο 27,9°C και 0 mm. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ύψος της βροχόπτωσης για το μήνα Ιούνιο ήταν υψηλό για τα επίπεδα της εποχής και εμφάνισε κατακόρυφη πτώση η τιμή του το μήνα Ιούλιο.

ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΠΑΤΩΝ



Διάγραμμα 1: Μέση μηνιαία θερμοκρασία στα Σπάτα για το 2014-2015.

ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΣΠΑΤΩΝ

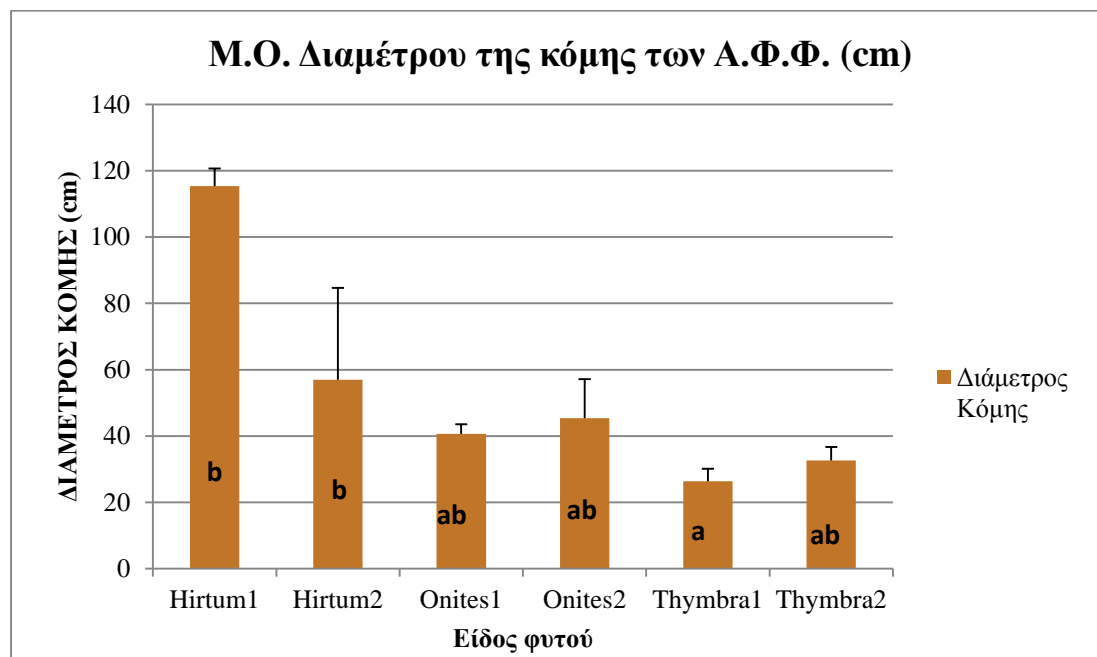


Διάγραμμα 2: Μέσο μηνιαίο ύψος βροχής στα Σπάτα, για το 2014-2015.

17. Φυτικά Χαρακτηριστικά

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

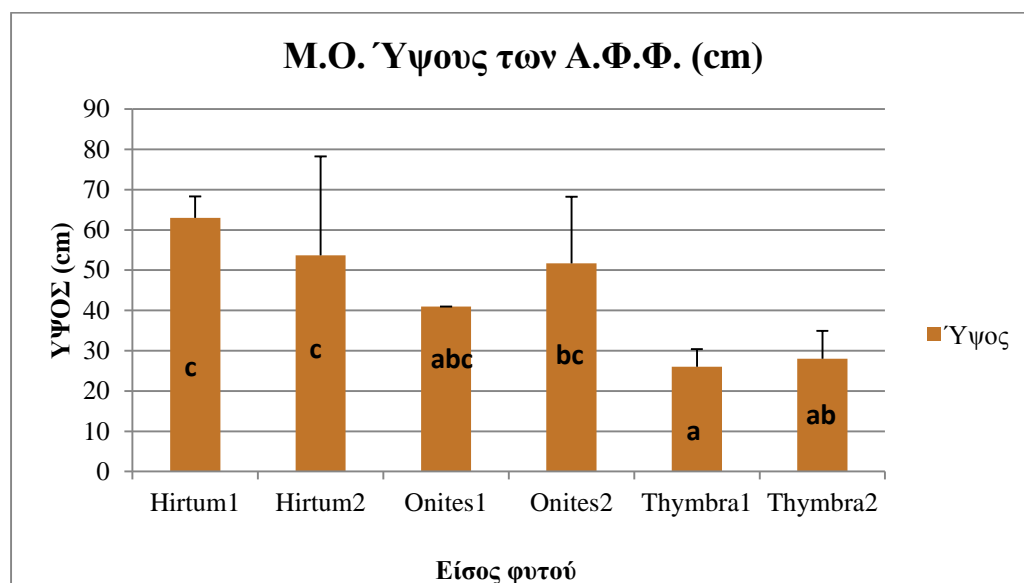
17.1 Διάμετρος κόμης (cm)



Διάγραμμα 3: Διαφοροποίηση της μέσης διαμέτρου κόμης των φυτικών ειδών του πειραματικού αγρού. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων της διαμέτρου της κόμης των φυτικών ειδών, προέκυψε ότι ο βιότυπος 1 του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* παρουσίασε την υψηλότερη μέση τιμή για την διάμετρο της κόμης στα 115,33cm. Ακολουθούν με παραπλήσιες τιμές και με φθίνουσα σειρά το *Hirtum* 2, το *Onites* 2, το *Onites* 1 με 57cm, με 45,3cm και με 40,66cm αντίστοιχα. Τελευταίοι στην κατάταξη είναι οι δύο βιότυποι του *S.thymbra*, οι οποίοι σημείωσαν 32,66cm ο βιότυπος 2 και 26,33cm ο βιότυπος 1. Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων δεν εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βιοτύπων.(Πίνακας: 5, Παράρτημα).

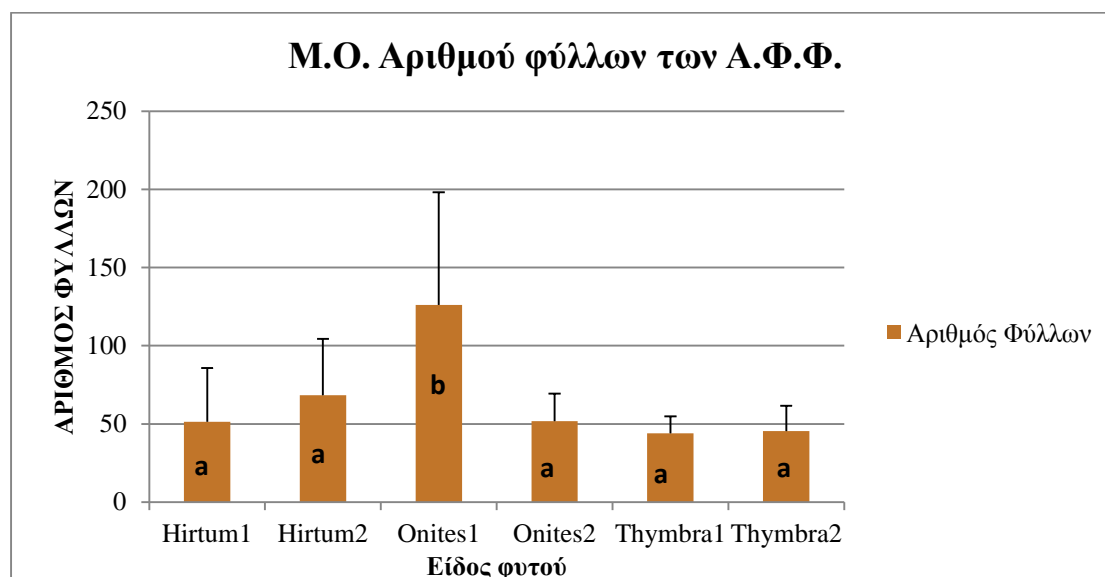
17.2 Ύψος φυτών (cm)



Διάγραμμα 4: Διαφοροποίηση του μέσου μέγιστου ύψους των φυτικών ειδών του πειραματικού αγρού. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του τελικού ύψους των φυτικών ειδών, προέκυψε ότι η καλλιεργούμενη ελληνική ρίγανη δίδετε φυτά που παρουσίασαν τους μεγαλύτερους μέσους όρους για το μελετούμενο χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα, ο βιότυποι 1 και 2 της ελληνικής ρίγανης σημείωσαν τις εξής τιμές : 63cm και 53,66cm αντίστοιχα. Ακολουθούν οι βιότυποι 1 και 2 του *O.onites* με μέσες τιμές της τάξεως των 41cm και 51,66cm. Εμφανώς χαμηλότερες τιμές εμφανίζουν οι βιότυποι 1 και 2 του *S.thymbra* με μέσες τιμές της τάξεως των 26cm και 28cm αντίστοιχα. Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βιοτύπων.(Πίνακας: 4, Παράρτημα).

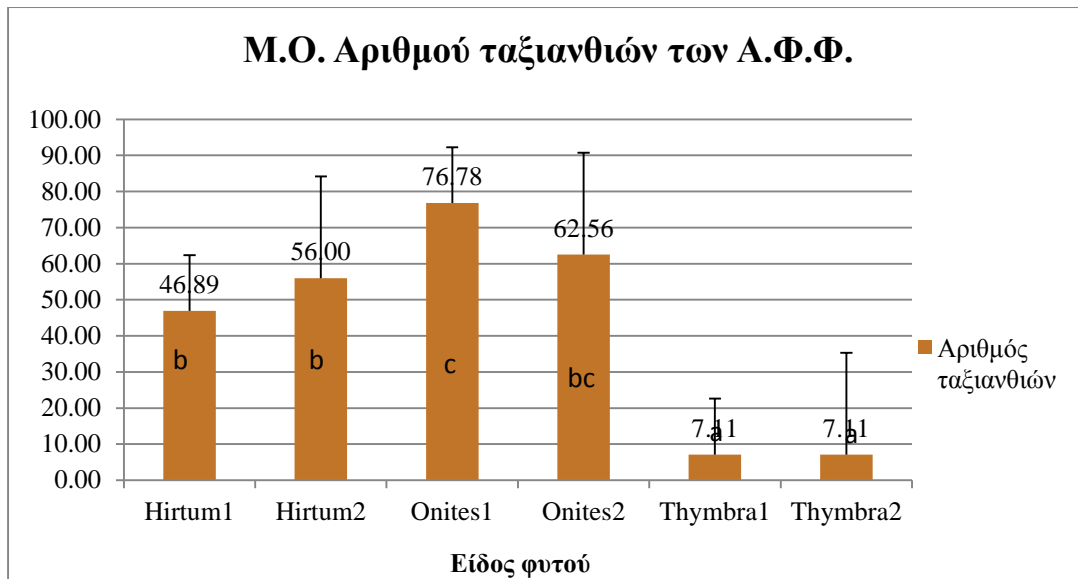
17.3 Αριθμός Φύλλων



Διάγραμμα 5: Διαφοροποίηση του αριθμού φύλλων των βιοτόπων των υπό μελέτη φυτικών ειδών. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του αριθμού των φύλλων προέκυψε ότι ο βιότοπος 1 του *O.onites* εμφανίζει αισθητά υψηλότερη μέση τιμή όσον αφορά τον αριθμό των φύλλων της τάξεως του 126,11. Ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά το *Hirtum 2*, *Onites 2*, *Hirtum 1*, *Thymbra 2* και *Thymbra 1* με μέσες τιμές της τάξεως του 68,33, 51,77, 51,44, 45,44, 44 αντίστοιχα. Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βιοτόπων.(Πίνακας: 2, Παράρτημα).

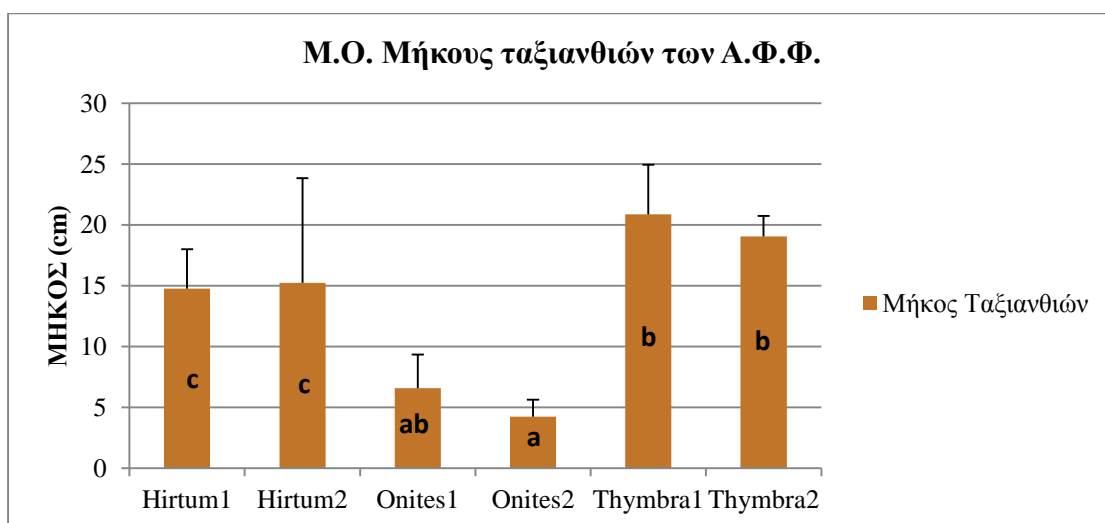
17.4 Αριθμός ταξιανθιών



Διάγραμμα 5: Διαφοροποίηση του αριθμού ταξιανθιών των βιοτύπων των υπό μελέτη φυτικών ειδών. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του αριθμού των φύλλων προέκυψε ότι οι βιότυποι 1 και 2 του *O.onites* πρωτοστατούν στον αριθμό ταξιανθιών με μέση τιμή 76,78 και 62,56 αντίστοιχα. Ακολουθούν με παραπλήσιες μέσες τιμές οι βιότυποι 1 και 2 του υποείδους *O.hirtum* με 46,89 και 56 αντίστοιχα. Αρκετά χαμηλότερες μέσες τιμές παρουσιάζουν οι βιότυποι 1 και 2 του *S.thymbra* της τάξεως του 7,11 και οι δύο. Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των βιοτύπων.(Πίνακας: 1, Παράρτημα).

17.5 Μήκος Ταξιανθιών

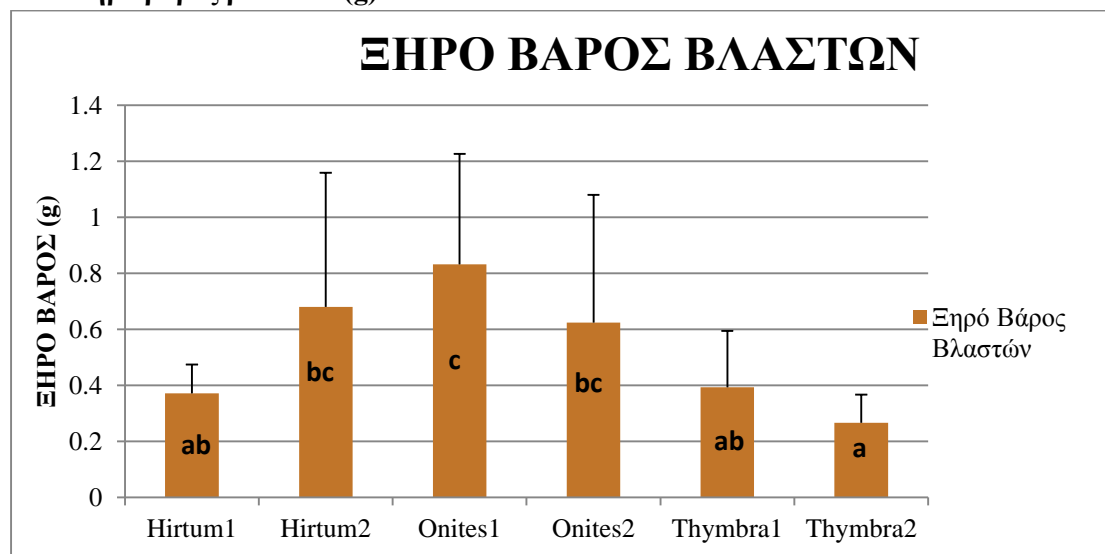


Διάγραμμα 6: Διαφοροποίηση του μήκους των βιοτύπων των υπό μελέτη φυτικών ειδών. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του αριθμού των φύλλων προέκυψε ότι εμφανώς μεγαλύτερο μέσο μήκος ταξιανθιών κατέγραψαν οι δύο βιότυποι του *S.thymbra*. Συγκεκριμένα, ο βιότυπος 1 σημείωσε 20,86cm και ο βιότυπος 2 19,06cm. Ακολουθούν οι βιότυποι 1 και 2 του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* με 14,77cm και 15,24cm αντίστοιχα. Χαμηλότερες τιμές εμφανίζουν οι βιότυποι 1 και 2 του *O.onites* με 6,57cm και 4,24cm αντίστοιχα. Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βιοτύπων.(Πίνακας: 3, Παράρτημα).

18. Ξηρό Βάρος Φυτικού Υλικού

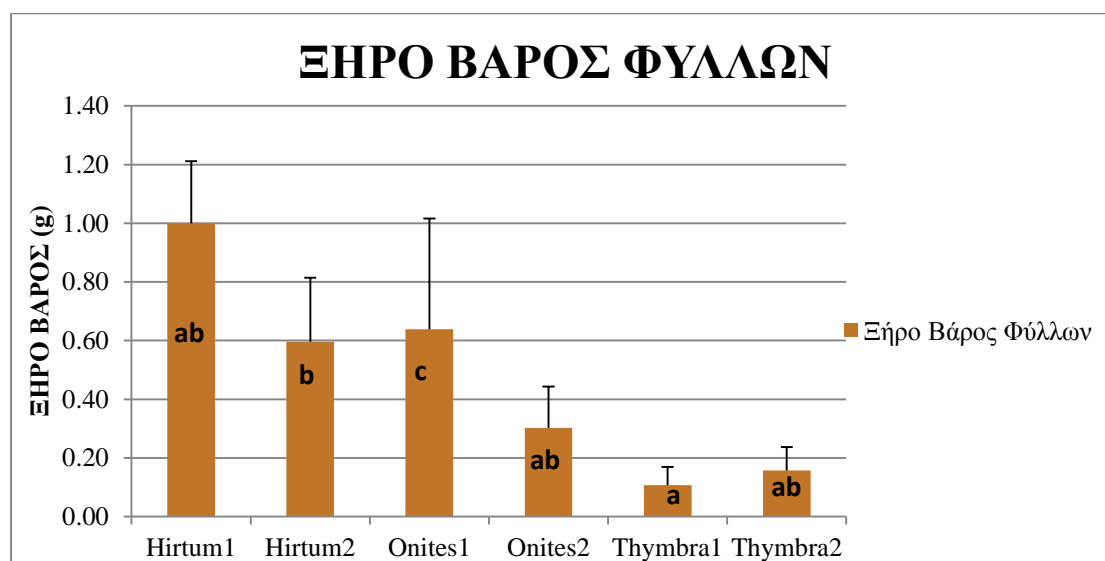
18.1 Ξηρό βάρος βλαστών (g)



Διάγραμμα 6: Διαφοροποίηση του ξηρού βάρους βλαστών των βιοτύπων των υπό μελέτη φυτικών ειδών. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του αριθμού των φύλλων προέκυψε ότι ο βιότυπος 1 του είδους *O.onites* παρουσίασε την υψηλότερη τιμή σε ξηρό βάρος βλαστών με μέση τιμή 0,83g. Ακολουθεί ο βιότυπος 2 του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* με μέση τιμή 0,68g και ο βιότυπος 2 του *O.onites* με μέση τιμή, επίσης, 0,62g. Χαμηλότερη μέση τιμή εμφανίζει ο βιότυπος 1 του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* με 0,37g. Ο βιότυπος 1 και βιότυπος 2 του είδους *S.thymbra* σημειώνουν τα χαμηλότερα ξηρά βάρη με τιμές 0,39g και 0,26g αντίστοιχα. . Από τον πίνακα ανάλυσης της διασποράς καθώς και τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βιοτύπων.(Πίνακας: 6, Παράρτημα). Από την μέθοδο των πολλαπλών συγκρίσεων οδηγούμαστε σε ασφαλή συμπεράσματα για το κατά πόσο διαφέρουν σημαντικά οι μέσοι όροι. Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

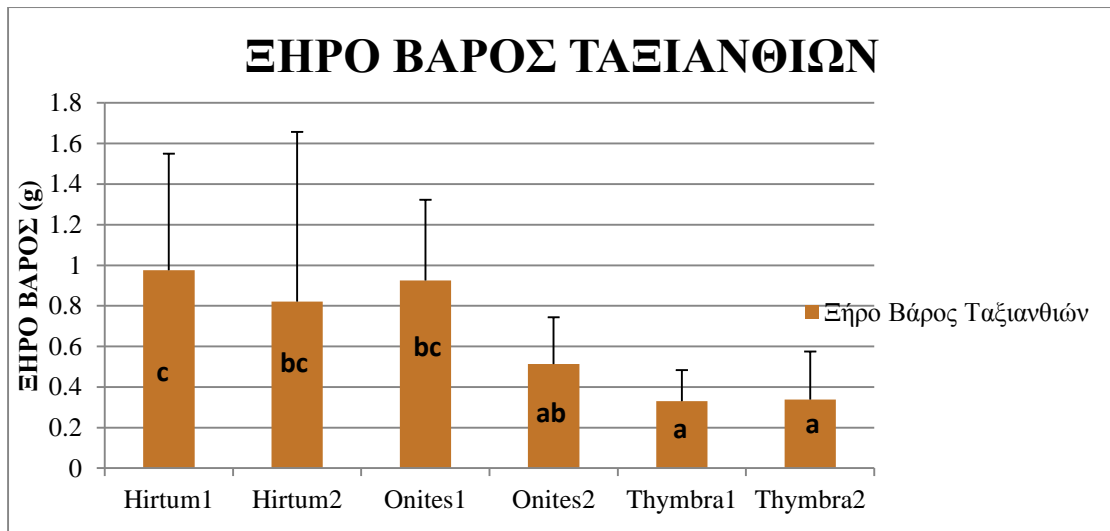
18.2 Ξηρό βάρος φύλλων (g)



Διάγραμμα 7: Διαφοροποίηση του ξηρού βάρους φύλλων των βιοτύπων των υπό μελέτη φυτικών ειδών. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του αριθμού των φύλλων προέκυψε ότι ο βιότυπος 1 του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* παρουσίασε την υψηλότερη τιμή σε ξηρό βάρος φύλλων με μέση τιμή 1g. Ακολουθεί ο βιότυπος 1 του είδους *O.onites* με μέση τιμή 0,63g και ο βιότυπος 2 του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* του *O.onites* με μέση τιμή 0,6g. Χαμηλότερη μέση τιμή εμφανίζει ο βιότυπος 2 του είδους *O.onites* με μέση τιμή 0,3g. Εμφανώς χαμηλότερες μέσες τιμές καταγράφονται από τους βιότυπους 1 και 2 του είδους *S.thymbra* με 0,1g και 0,15g αντίστοιχα. Από την μέθοδο των πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βιοτύπων. (Πίνακας: 8, Παράρτημα).

18.3 Ξηρό βάρος ταξιανθιών (g)



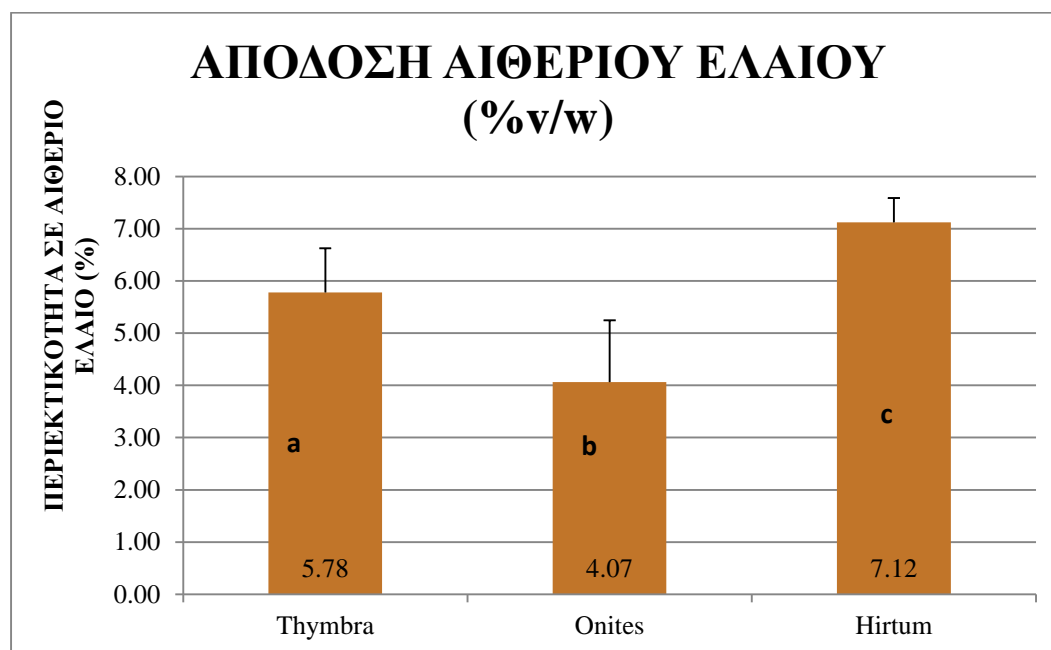
Διάγραμμα 7: Διαφοροποίηση του ξηρού βάρους ταξιανθιών των βιοτύπων των υπό μελέτη φυτικών ειδών. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την παραγοντική ανάλυση της διασποράς και την επεξεργασία των δεδομένων του αριθμού των φύλλων προέκυψε ότι ο βιότυπος 1 και 2 του υποείδους *O.vulgare subsp. hirtum* όπως και ο βιότυπος 1 του είδους *O.onites* παρουσιάζουν παραπλήσιες μέσες τιμές 0,97g, 0,82g και 0,92g αντίστοιχα. Ακολουθεί ο βιότυπος 2 του *O.onites* με μέση τιμή του ξηρού βάρους των ταξιανθιών 0,51g. Οι βιότυποι 1 και 2 του είδους *S.thymbra* καταγράφουν χαμηλότερες μέσες τιμές στα 0,33g αμφότεροι. Από τη δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφανίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βιοτύπων.(Πίνακας: 7, Παράρτημα).

19. Αιθέρια Έλαια

19.1 Απόδοση αιθέριου ελαίου (% v/w)

Για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων περί ποσοστιαίας συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου των φυτικών ειδών έλαβαν χώρα 3 υδροαποστάξεις 10gr ξηρής δρόγης η καθεμία για κάθε είδος. Αναλυτικότερα τα αποτελέσματα των μέσων όρων που προέκυψαν παρατίθενται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 8 : Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας απόδοσης του αιθέριου ελαίου των τριων φυτικών ειδών. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Η παραγοντική ανάλυση της διασποράς καθώς η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των ειδών, διότι σε καμία των περιπτώσεων δεν υπήρξαν συνδεδεμένοι μέσοι όροι με το ίδιο λατινικό γράμμα (Πίνακας: 9, Παράρτημα). Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η ελληνική ρίγανη σημειώνει προβάδισμα στην εκατοστιαία συγκέντρωση αιθέριου ελαίου (Διάγραμμα: 27). Πιο συγκεκριμένα, εμφάνισε μακράν τις υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης αιθέριου ελαίου με μέση ποσοστιαία απόδοση της τάξεως των 7,12%(v/w). Σε ικανοποιητικά επίπεδα κυμάνθηκε το θρούμπι, με μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα της τάξεως των 5,78%(v/w). Στο χαμηλότερο των επιπέδων κυμάνθηκε το είδος *O.onites*, που απέδωσε μέση ποσοστιαία συγκέντρωση μόλις 4,07%(v/w).

19.2 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός της χημικής σύστασης των αιθέριων ελαίων σε GC-MS

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

Πίνακας 3 : Παράθεση των περιεκτικότητων των κυρίαρχων συστατικών των αιθέριων ελαίων

Plant	p - κυμένιο	γ - τερπινένιο	καρβακρόλη	καρνοφυλλένιο
<i>Origanum onites</i> 1-st1	5,62	6,287	83,993	1,01
<i>Origanum onites</i> 2-st30wp325	8,894	4,25	85,285	0,536
<i>Origanum hirtum</i> 1-st4a	10,125	3,023	84,72	0,488
<i>Origanum hirtum</i> 2-st9	15,982	1,718	82,3	0
<i>Satureja thymbra</i> 1-st9	7,544	21,835	51,34	6,37
<i>Satureja thymbra</i> 2-st2	1,769	25,159	54,312	7,045



Διάγραμμα 9 : Συνολική αποτύπωση της Μέσης Εκατοστιαίας Περιεκτικότητας των κύριων συστατικών των αιθέριων ελαίων στα τρία υπό εξέταση φυτικά είδη

19.2.1 Περιεκτικότητα σε p-κυμένιο (%v/v)



Διάγραμμα 10: Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε p-κυμένιο. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Από την μέθοδο των πολλαπλών συγκρίσεων οδηγούμαστε σε ασφαλή συμπεράσματα για το κατά πόσο διαφέρουν σημαντικά οι μέσοι όροι. Οι μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά (Πίνακας 12, Παράρτημα). Αξιοσημείωτα υψηλή μέση ποσοστιαία τιμή σε περιεκτικότητα p-κυμένιου εμφανίζει η ελληνική ρίγανη της τάξεως των 17,95%(v/v) . Τα είδη *S.thymbra* και *O.onites* εμφάνισαν αισθητά χαμηλότερες περιεκτικότητες, με μέσες ποσοστιαίες τιμές της τάξεως των 4,66%(v/v) και 7,26%(v/v) αντίστοιχα.

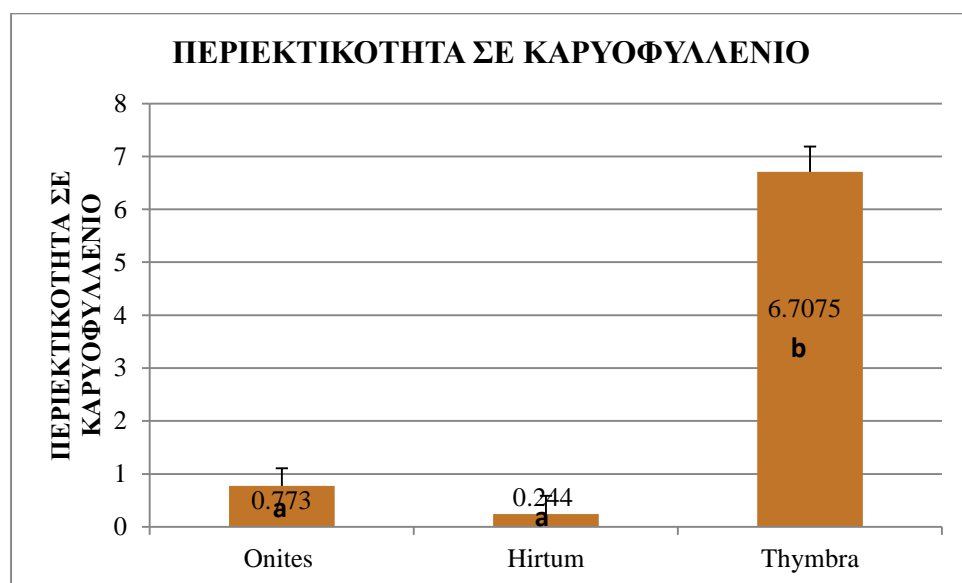
19.2.2 Περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο (%v/v)



Διάγραμμα 11: Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε γ-τερπινένιο. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

Από την μέθοδο των πολλαπλών συγκρίσεων οδηγούμαστε σε ασφαλή συμπεράσματα για το κατά πόσο διαφέρουν σημαντικά οι μέσοι όροι. Οι μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Εμφανώς υψηλότερη είναι η μέση ποσοστιαία τιμή του γ -τερπινένιου στο αιθέριο έλαιο του φυτικού είδους *S.thymbra* της τάξεως των 23,50%(v/v). Τα *O. vulgare hirtum* και *O.onites* εμφάνισαν αισθητά χαμηλότερες περιεκτικότητες, με μέσες ποσοστιαίες τιμές της τάξεως των 2,28%(v/v) και 5,27%(v/v) αντίστοιχα.(Πίνακας 11,Παράρτημα)

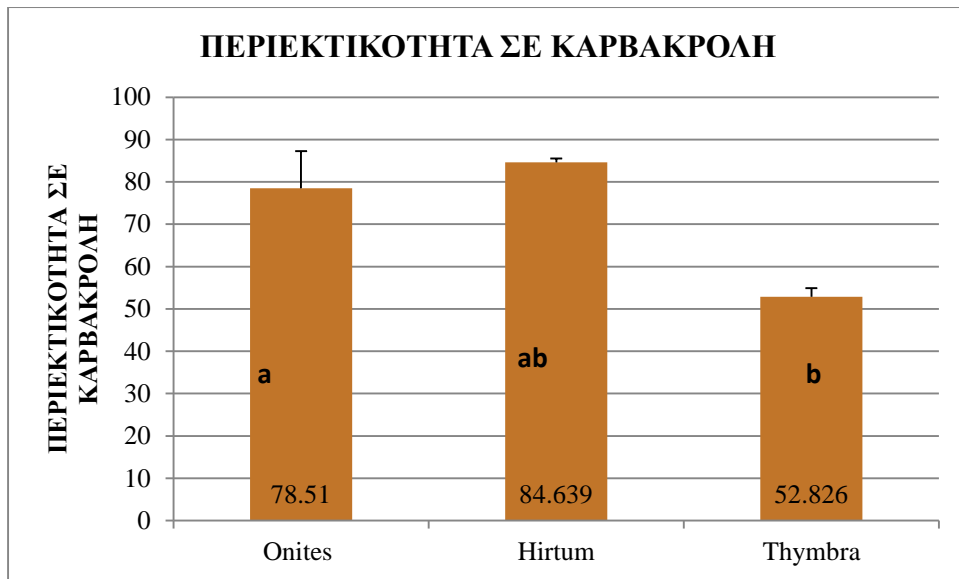
19.2.3 Περιεκτικότητα σε καρυοφυλλένιο (%v/v)



Διάγραμμα 12: Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε καρυοφυλλένιο. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Η περιεκτικότητα καρυοφυλλένιου σημειώνει την υψηλότερη μέση ποσοστιαία τιμή της στο θρούμπι της τάξεως των 6,7%(v/v). Τα είδη *O. vulgare hirtum* και *O.onites* εμφάνισαν αισθητά χαμηλότερες περιεκτικότητες, με μέσες ποσοστιαίες τιμές της τάξεως των 0,244%(v/v) και 0,7%(v/v) αντίστοιχα. Από την μέθοδο των πολλαπλών συγκρίσεων οδηγούμαστε σε ασφαλή συμπεράσματα για το κατά πόσο διαφέρουν σημαντικά οι μέσοι όροι. Οι μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά (Πίνακας 10,Παράρτημα)

19.2.4 Περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (%v/v)



Διάγραμμα 13: Διαφοροποίηση της μέσης ποσοστιαίας σύστασης του αιθέριου ελαίου όλων των φυτικών ειδών σε καρβακρόλη. Μέσοι όροι που δεν συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά. Σύγκριση με τη μέθοδο LSD για $\alpha=0,05$.

Από την μέθοδο των πολλαπλών συγκρίσεων οδηγούμαστε σε ασφαλή συμπεράσματα για το κατά πόσο διαφέρουν σημαντικά οι μέσοι όροι. Οι μέσοι όροι που συνδέονται με το ίδιο λατινικό γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά (Πίνακας 12, Παράρτημα). Η ελληνική ρίγανη με μέση ποσοστιαία τιμή της τάξεως των 84,6%(v/v) σημειώνει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε καρβακρόλη συγκριτικά με τα άλλα δύο υπό εξέταση είδη . Συγκεκριμένα, τα είδη *S.thymbra* και *O.onites* εμφάνισαν περιεκτικότητες, με μέσες ποσοστιαίες τιμές της τάξεως των 52,8%(v/v) και 78,51%(v/v) αντίστοιχα

VI. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

20. Φυτικά χαρακτηριστικά

Αναλογιζόμενοι αφ' ενός ότι η ελληνική ρίγανη αυτοφύεται σχεδόν σε όλο τον ελλαδικό χώρο και ότι οι πειραματικοί αγροί στην περιοχή των Σπάτων διακρίνονται από την αυξημένη παρουσία CaCO_3 , αλλά και αφ' ετέρου ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες μέχρι και το στάδιο της πλήρους άνθισης ήταν ιδανικές για το υποείδος, δικαίως τα φυτά της *O.vulgare* subsp. *hirtum* έδωσαν τις υψηλότερες τιμές στα περισσότερα μελετούμενα χαρακτηριστικά κατά τη συγκομιδή τους (Kokkini et al., 2004). Σε ελάχιστες μόνο περιπτώσεις, όπως στον αριθμό φύλλων και ταξιανθιών/βλαστό τα πρωτεία μαζί με την ελληνική ρίγανη κατείχε το *O.onites* από την Ικαρία. Στα μελετούμενα χαρακτηριστικά όπως του αριθμού φύλλων/βλαστό και του ξηρού βάρους των ανθοταξιών, βλαστών και φύλλων οι τιμές των καλλιεργούμενων ειδών *S.thymbra* ήταν οι μικρότερες. Σε όλα τα υπόλοιπα μελετούμενα χαρακτηριστικά φάνηκε πως ο παράγοντας τόπος εγκατάστασης επέδρασε σημαντικώς στα φυτά του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum* (Kokkini et al., 1991; Beemnet et al., 2014). Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις περισσότερες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της πλήρους άνθισης για τα φυτικά είδη *O.vulgare* subsp. *hirtum*, *O.onites* και *S.thymbra* ήρθαν σε σύγκριση με προηγούμενες μελέτες, κινήθηκαν σε αισθητά υψηλότερα επίπεδα (Μαργέλου, 2005; Σωτηροπούλου, 2008) με μία όχι και τόσο αξιοσημείωτη μείωση αναφορικά με την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο 2013-14 (Αλεξανδροπούλου, 2015). Η δοκιμασία πολλαπλών συγκρίσεων (LSD) για τα περισσότερα υπό μελέτη χαρακτηριστικά των φυτικών ειδών, υπέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις στους μέσους μεταξύ των ειδών *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *O.onites* και των υπολοίπων του ίδιου πειράματος. Μόνο στις μετρήσεις του μήκους των ταξιανθιών και του ξηρού βάρους των βλαστών και φύλλων, παρουσιάστηκαν εκτός των άλλων και σημαντικές διαφορές μεταξύ των *O.vulgare* subsp. *hirtum* και *O.onites*.

21. Σχέσεις μεταξύ μορφολογικών, ποιοτικών & αποδοτικών χαρακτηριστικών

Κανένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον δεν παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης (correlation analysis), που έγινε με σκοπό την εξακρίβωση του βαθμού σχέσεως των υπό μελέτη μεταβλητών. Δεν έλαβε χώρα ανάλυση παλινδρομής (regression analysis) καθώς δεν κρίθηκε απαραίτητο λόγω των μη σημαντικών συσχέτισεων. Συγκεκριμένα, αναζητώντας στην διεθνή βιβλιογραφία οδηγηθήκαμε στα εξής συμπεράσματα. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης συμφώνησαν μερικώς με τα αντίστοιχα των Yavari et al. (2010) για το είδος *T.migricus*, καθώς ως κύρια συστατικά εμφανίστηκαν η θυμόλη, το γ-τερπινένιο και η καρβακρόλη με φθίνουσα σειρά. Τα αποτελέσματα με τους Karimi et al. (2014) για το είδος

S.mutica εμφάνισαν συσχετίσεις ανάλογα με το μέρος του φυτού που επιλέχθηκε για απόσταξη αιθέριου ελαίου.

22. Κλιματικές παράμετροι στην ανάπτυξη και την ανθοφορία

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

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

Η ανάπτυξη – αύξηση των αρωματικών φυτών επηρεάζεται από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως 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 είναι *S.thymbra*, *O.onites*, *O.hirtum*. Η ίδια σειρά κατάταξης παρατηρήθηκε και στην μητρική φυτεία κατά την καλλιεργητική περίοδο 2011-12 (Γαβριήλ, 2012), όπως και στην ίδια φυτεία την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο 2013-14 (Αλεξανδροπούλου, 2015).

23. Αποδόσεις σε αιθέριο έλαιο

Τα αποτελέσματα περί ποσοστιαίας συγκέντρωσης των φυτικών ειδών της νήσου Ικαρίας σε αιθέριο έλαιο, πλησίασαν κατά πολύ αντίστοιχα όρια που στο παρελθόν είχαν θέσει άλλες μελέτες (Αλεξανδροπούλου, 2015, Γαβριήλ, 2013; Παναγώπουλος, 2012; Kokkini & Vokou, 1989). Αυτό το γεγονός ίσως να οφείλεται στον εγκλιματισμό των ικαριώτικων ειδών στο λεκανοπέδιο της Αττικής, λόγω της εξάχρονης παρουσίας τους στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γ.Π.Α. Η μέση ποσοστιαία απόδοση αιθέριου ελαίου για το υποείδος *O.vulgare* subsp. *hirtum* ήταν της τάξεως του 7%(v/w). Τιμές που ήρθαν σε αντίθεση με τις αντίστοιχες του ίδιου υποείδους σε άλλες μελέτες, καθότι η ελληνική ρίγανη της νήσου Ικαρίας απέδωσε περισσότερο αιθέριο έλαιο σε προηγούμενες μελέτες (Αλεξανδροπούλου, 2015, Economou et al., 2011; Gurudatt et al., 2010). Το είδος *O.onites* απέδωσε μέση συγκέντρωση αιθέριου ελαίου μόλις 5,04%(v/w), ενώ το *S.thymbra* 5,7%(v/w)

αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα ήρθαν σε μερική σύγκριση με τους Economou *et al.* (2011) και Αλεξανδροπούλου (2015)

Σύμφωνα με προγενέστερες δημοσιεύσεις των : Παναγόπουλος κ.α. (2010), Economou *et al.* (2011), Γαβριηλ (2014), Αλεξανδροπούλου (2015) για τα συγκεκριμένα φυτικά είδη της νήσου Ικάριας η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα. Η περιεκτικότητα για την πρώτη ομάδα ερευνητών ήταν η εξής : *O.hirtum* 7,77%, *S.thymbra* 5,08%, *O.onites* 3,62%. Για την δεύτερη ομάδα ερευνητών ήταν : *O.hirtum* 5,5-10%, *S.thymbra* 4-6,5%, *O.onites* 3-4,3%. Για την τρίτη ομάδα ερευνητών ήταν : *O.hirtum* 9,1-9,4%, *S.thymbra* 5,6-5,9%, *O.onites* 3,8-4,9%. Για την τέταρτη ομάδα ήταν : *O.hirtum* 7,7-9,5%, *S.thymbra* 5,4-5,8%, *O.onites* 2,2-2,6%.

24. Κυρίαρχα Συστατικά Αιθέριων Ελαίων

24.1 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε β-καρνοφυλλένιο

Κατά τη σύγκριση των αιθέριων ελαίων στο σύνολό τους, οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης σε β-καρνοφυλλένιο παρατηρήθηκαν στο καλλιεργούμενο είδος της ικαριώτικης φυτείας *S.thymbra* με μέσο ποσοστό της τάξεως του 6,3%(v/v). Τελευταίο στην κατάταξη ήρθε το είδος *O.hirtum* με μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα μόλις 0,4%(v/v). Τα συγκεκριμένα δεδομένα συμφωνούν πλήρως με τους Economou *et al.* (2011) καθότι στην έρευνά τους οι χαμηλότερες ποσοστιαίες τιμές β-καρνοφυλλενίου προέκυψαν από φυτά του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum*, ενώ μερικώς με τους Γαβριηλ (2012) και Αλεξανδροπούλου (2015) καθώς χαμηλότερη συγκέντρωση του β-καρνοφυλλενίου παρατήρησαν στο *O.onites*.

24.2 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε γ-τερπινένιο

Στην ποσοστιαία περιεκτικότητα σε γ-τερπινένιο σημειώθηκαν οι εξής τιμές για το *S.thymbra*, *O.onites* και *O.hirtum* 21,8 %, 6,2% και 3,02 % αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά ήρθαν συμφωνούν με τους Economou *et al.* (2011) και Γαβριήλ (2013), καθότι οι χαμηλότερες μέσες τιμές σε γ-τερπινένιο εμφανίστηκαν σε φυτά του *O.vulgare* subsp. *hirtum* ενώ διαφοροποιούνται με τα ποσοστά της Αλεξανδροπούλου (2015) που σημειώνεται χαμηλότερη περιεκτικότητα απο το *O.onites*. Τα χαμηλά ποσοστά συγκέντρωσης του συγκεκριμένου συστατικού σχεδόν σε όλα τα μελετούμενα φυτικά είδη στο στάδιο της πλήρους άνθισης, φαίνεται να σχετίζονται με την ισχυρή παρουσία της καρβακρόλης, καθότι το γ-τερπινένιο αποτελεί πρόδρομη ουσία των δύο φαινολικών μεταβολιτών (Vokou *et al.*, 1993; Azizi *et al.*, 2009).

24.3 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε p-κυμένιο

Οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης σε p-κυμένιο παρατηρήθηκαν στο καλλιεργούμενο είδος *O.hirtum* με μέσο ποσοστό της τάξεως του 10,1%(v/v). Τελευταίο στην κατάταξη ήρθε το

είδος *O.onites* με μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα μόλις 5,62%(v/v). Τα συγκεκριμένα δεδομένα συμφωνούν μερικώς με αντίστοιχα της Γαβριήλ (2013) και Αλεξανδροπούλου (2015), καθότι στην έρευνά τους οι χαμηλότερες ποσοστιαίες τιμές p-κυμενίου προέκυψαν από φυτά του υποείδους *O.onites* ενώ πληρώς με τους Economidou et al. (2011).

24.4 Μέση ποσοστιαία σύσταση σε καρβακρόλη

Οι υψηλότερες ποσοστιαίες συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων σε καρβακρόλη παρουσιάστηκαν σε καλλιεργούμενα και αυτοφυή φυτά των *O.onites* (83,9 %(v/v)) και *O.vulgare* subsp. *hirtum* (84,7%(v/v)). Οι χαμηλότερες εκατοστιαίες περιεκτικότητες εμφανίστηκαν σε φυτά του καλλιεργούμενου είδους *S.thymbra* με ποσοστιαία συγκέντρωση 51,3% (v/v). Τα αποτελέσματα για τα φυτικά είδη συμφωνούν με τις έρευνες των Economidou et al. (2011) και Γαβριήλ (2013). Εν αντιθέσει διαφοροποιούνται από των Αλεξανδροπούλου (2015) και Καδόγλου (2015) που εμφάνισαν αισθητά υψηλότερα ποσοστά καρβακρόλης στα υπό εξέταση είδη (*O.onites* : 99,65% v/v, *O.hirtum* : 95,08% v/v). Αυτό φαίνεται να οφείλονται στο συνδυασμό του σταδίου ανάπτυξης των φυτών, καθώς επίσης και στις τότε περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν στο περιβάλλον εγκατάστασης των ειδών.

VII. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

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

1. Η φαινοτυπική σταθερότητα στο περιβάλλον των Σπάτων (ύψος φυτών, αριθμός φύλλων, μήκος ταξιανθιών, αριθμός ταξιανθιών)
2. Το *O.onites* ξεχώρισε για την υψηλή ποσότητα δρόγης- βιομάζας.
3. Τα είδη της φυτείας δεν διαφοροποιήθηκαν ως προς την σειρά κατάταξής τους για ορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά συγκριτικά με τα αποτελέσματα της ίδιας φυτείας της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου (μήκος ανθοφόρων βλαστών, τα ξηρά βάρη των βλαστών, των φύλλων και των άνθεων και το ρυθμό αύξησης του μήκους των βλαστών)
4. Το *O.hirtum* είχε ταχύτερο ρυθμό αύξησης του ύψους, το *S.thymbra* είχε το βραδύτερο ρυθμό αύξησης αριθμού φύλλων ενώ ο ρυθμός αύξησης του μήκους των βλαστών ήταν για όλα τα είδη οριακά ίδιος.
5. Η μορφολογική ανάπτυξη, η απόδοση σε αιθέριο έλαιο και η εκατοστιαία περιεκτικότητα των συστατικών επηρεάστηκαν από αβιοτικούς παράγοντες. Τα φυτικά είδη επηρεάστηκαν από την μέση θερμοκρασία και το μέσο ύψος βροχόπτωσης πριν την συγκομιδή.
6. Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των *O.onites*, *O.hirtum*, και *S.thymbra* ήταν μειωμένη συγκριτικά με την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο. Για την υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ξεχώρισε το *O.hirtum* 6,1%(v/w)- 8,3%(v/w)
7. Χημειοτυπική σταθερότητα στο περιβάλλον των Σπάτων
8. Τα υπό μελέτη είδη εγκλιματίστηκαν ικανοποιητικά κατά την μεταφορά τους από το μητρικό περιβάλλον (Ικαρία) υπό συνθήκες εκτατικής καλλιέργειας με λιγότερο ικανοποιητικά αποτελέσματα το *S.thymbra*.
9. Το γενετικό υλικό της νήσου Ικαρίας φαίνεται να είναι υψηλών προδιαγραφών, λόγω της αύξησης και σταθερότητας των φυτικών και χημικών χαρακτηριστικών σε βάθος χρόνου, προτρέποντας την διατήρηση και αξιοποίηση του πολλαπλασιαστικού υλικού για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας.

VIII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

25. Ελληνική Βιβλιογραφία

Αλεξανδροπούλου Β.Μ., 2015. Εγκλιματισμός των Α&ΦΦ *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 αιθέριου ελαίου τους. ΓΠΑ - Αθήνα.

Βαρδαβάκης Μ., 1993. Συστηματική Βοτανική (Κρυπτόγαμα – Σπερματόφυτα.) Τόμος 1, 4^η έκδοση. Εκδόσεις: Δ.Κ Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη.

Γαβαλάς Π. Ν., (2004). Πληθυσμοί Ρίγανης (*Origanum vulgare* L.) στη Βόρεια και Κεντρική Ελλάδα: Επίδραση Αβιοτικών Παραγόντων στα Φαινοτυπικά Γνωρίσματά τους, Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωπονίας, Τομέας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Οικολογίας, Θεσσαλονίκη .

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

Δαφερερα Δ., Ταραντίλης Π. και Πολυσίου Μ., 2006 , Θυμάρι (*Thyme*) Φαρμακολογική – Βιολογική δράση. Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Εθνοφαρμακολογίας. Φαρμακευτικός Σύλλογος Κυκλάδων. Άνδρος.

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

Δόρδας Χ.,2012. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. Σελ 17-18, 25-31, 65-72, 82-89, 265-284.

Καδόγλου Π. Νικόλαος, 2015, Μορφολογική, φαινολογική και χημειοτυπική διαφοροποίηση αυτοφυών πληθυσμών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών τύπου καρβακρόλης (*Origanum* spp., *Thymbra* spp., *Satureja* spp)

Καραμπουρνιώτης Α.Γ. 2003. Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών. Εκδόσεις: Έμβρυο, Αθήνα. Σελ 24-26.

Καρλής, Δ. 2005, Πολυμεταβλητή Στατιστική Ανάλυση, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα. 496 σελ.

Κόλλια-Κουσούρη, Β. 2003. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Σημειώσεις διδασκαλίας. Εκδόσεις ΓΠΑ, Τμήμα Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα.

Κατσιώτης Σ.Θ και Χατζοπούλου Σ.Π., 2010. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά και Αιθέρια Ελαία. Εκδοτικός οίκος: αδερφών Κυριακίδη ΑΕ. , Θεσσαλονίκη. Σελ 283-306, 319-323 , 453-475.

Κουτσός Θ.Β., 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις: ΖΗΤΗ , Θεσσαλονίκη. Σελ 153-158

Παναγόπουλος Γ., Κωτούλας Β., Οικονόμου Γ., Ταραντίλης Π., Καλύβας Δ., 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 Εταιρίας της Γενετικής Βελτίωσης των Φυτών, Νάουσα.

Παπαναγιώτου, Ε., Κ. Παπανικολάου και Σ. Ζαμανίδης 2001. Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, Γεωργία-Κτηνοτροφία **1:** 36-42.

Πολυσίου Μ.Γ., Ταραντίλης Π.Α., 2008. Ενόργανη Ανάλυση Φυσικών Προϊόντων. ΓΠΑ, Αθήνα.

Σαρλής Γ., 1994. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά . Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Σκρουμπής Β., 1998. Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Εκδόσεις : Αγρότυπος, Αθήνα.

Σκρουμπής Β., 1985. Αρωματικά Φυτά και Αιθέρια Έλαια. Εκτύπωση: OOFSET ΓΙΑΧΟΥΔΗ-ΓΙΑΠΟΥΛΗ Ο.Ε. Θεσσαλονίκη. Σελ 7-22.

Στεφανάκη – Νικηφοράκη Μ. , 1999. Συστηματική Βοτανική. Εκδόσεις: Σταμούλης, Αθήνα.

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

26. Ξένη Βιβλιογραφία

Adams, R.P. 1995. *Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry.* Allured Pub. Corp., Illinois.

Agnihotri, K.V., Agarwal, G.S., Dhar, L. P., Thappa, K. R., Baleshwar, Kapahi, K.B., Saxena, K.Huie, W. C. (2002). A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medicinal plants. *Anal Bioanal Chem*, 373, 23–30.

Azizi a., Yan F., 2009. Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Crops Prod* 29Q 554- 560.

Baher, Z.F., M. Mirza, M. Ghorbanli and M.B. Rezaii 2002. The influence of water stress on plan height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. *Flavour Frag. J.* 17: 275-277.

Baricevic, D. and T. Bartol 2002. The biological/pharmacological activity of the *Origanum* Genus. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano, the genera Origanum and Lippia*, pp. 177-213, Taylor and Francis, London and New York.

Baser K.H.C., Ozek T., Tumen G., 1993. Composition of essential oil of Turkish oreganum species with commercial importance. *J. Essent. Oil Res.* 5: 619-623.

Baydar H., Sagdic O., Ozkan G. and Karadogan T., 2004. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*. 15:169–172.

Bernath, J., K. Szabo, I. Novak, Z. Seregely 2005. Evaluation of selected of oregano (*Origanum vulgare* L. subsp *hirtum* Ietswaart) lines with traditional methods and sensory analysis. *J. Herbs Spices Med. Plants*. 11(4):19-26

Bozin B., Mimica-Dukie N., Simin N., Anackov G., 2006. Characterization of the volatile composition of essential oil of some Lamiaceae species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. *J Agri. Food Chem*. 54

Buchanan, B.B., W. Gruissem and R.L. Jones 2000. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. MD: American Society of Plant Physiologists, Rockville.

Burt, S. 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. *Inter. J. Food Microbiol*. 94 (3): 223-253

Capecka, E., A. Mareczek & M. Leja 2005. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chem*. 93(2):223-226

Chorianopoulos N., Kalpoutzakis E., Aligiannis N., Nychas G.J., 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)

Christodoulakis, D. 1996. The flora of Ikaria (Greece, E. Aegean Islands). *Phyton* (Horn, Austria) 36: 63–91.

Daferera, J. D., B. Ziogas & M. Polissiou 2000. GC – MS Analysis of Essential Oils from Some Greek Aromatic Plants and Their Fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem*. 48(6): 2576-2581

Daferera, D.J., B.N. Ziogas and M.G. Polissiou 2003. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. *Crop Prot*. 22: 39–44

D’Antuono, L.F., G.C. Galleti and P. Bocchini 2000. Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy). *Ann. Bot.-Lond*. 86: 471–

De Souza., E. L, T. L.M. Stamford, E. De Oliveira Lima, V. N. Trajano, J. M. Barbosa Filho 2005. Antimicrobial effectiveness of spices : an approach for use in food conservation systems. *Brazilian Arc. Biol. Technol*. 48(4): 549-558.

Dunford, N,T. and R.S. Vasquez 2005. Effect of water stress on plant growth and thymol and carvacrol concentrations in Mexican oregano grown under controlled conditions. *J. Appl. Hortic*. 7(1): 20-22.

Economou G., Panagopoulos G., Karamanos A., Tarantilis P., Kalivas D., Kotouvas V., Travlos I.S., Polysiou M., 2011. Variability in essential oil content and composition of *O. hirtum* L., *O. onites* L., *Coridothymus capitatus* L. and *Satureja thymbra* L. populations from the Greek island Ikaria. *Industrial Crops and Products*.

Economou G., Panagopoulos G., Karamanos A., Tarantilis P., Kalivas D., Kotouvas V., 2014. An assessment of the behavior of carvacrol rich-wild Lamiaceae species from the eastern Aegean under cultivation in two different environments.

Esen, G., A.D. Azaz, M. Kurkcuoglu, K.H.C.Baser & A. Tinmaz 2007. Essential oil and antimicrobial activity of wild and cultivated *Origanum vulgare* L. ssp *hirtum* (Link) Letswaart from the Marmara region, Turkey. *Flav. Frag. J.*22:371-376

Exarchou, V., N. Nenadis, M. Tsimidou, I. P. Gerotheranassis, A. Troganis & D. Boskou 2002. Antioxidant activities and phenolic composition of extracts from Greek oregano, Greek sage and Summer savory. *J. Agric. Food Chem.* 50 (19): 5294-5299

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

Gonuz A., Ozorgucu B., 1998. An investigation on the morphology, anatomy and ecology of *Origanum onites* L. *Tr.J. of Botany.* 23.

Gotsiou P., Naxakis G., Skoula M., (2002), Diversity in the composition of monoterpenoids of *Origanum microphyllum* (Labiatae), *Biochem. Syst. Ecol.* 30: 865–879

Gounaris Y., Skoula M., Fournaraki C., Drakakaki G., Makris A., (2002). Comparison of essential oils and genetic relationship of *Origanum intercedens* to its parental taxa in the island of Crete. *Biochem. System. Ecol.* 30(3): 249-258

Karamanos, A.J. 1992. Cultivation of selected aromatic and medicinal plants. In: Identification, Preservation, Adaptation and Cultivation of Selected Aromatic and Medicinal Plants Suitable for Marginal Lands of the Mediterranean Region (Progress Report of the EEC CAMAR-Programme No 8001-CT91-0104, August 1991-January 1992), Mediterranean Agronomic Institute of Chania, pp. 2-3.

Karousou, R., Koureas, N. D.& 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, 2668–2673.

Katsoulis, B.D. 1987. Indications of change of climate from the analysis of air temperature time series in Athens, Greece. *Climatic Change* 10: 67-79.

Kokkini S., 1997. Taxonomy, diversity and distribution of *Origanum* species.

Kokkini S., Karousou R., Hanlidou E., Lanaras T., 2004. Essential oil composition of Greek (*O. vulgare* ssp *hirtum*) and Turkish (*O. onites*) oregano: a tool for their distinction. *J. Essential Oil Res.* 16(4).

Kotoulas V., Panagopoulos G., Skouras V., Economou G., Karamanos A., 2009, Studies on the role of aromatic shrubs in the inhibition of adjacent.

Marzi, V. 1997. Agricultural practices for oregano. In: In: Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano (8-12 May 1996, Valenzano, Bari), (ed: Padulosi S), pp: 61-67, IPGRI, Rome.

Michaelakis, A., Theotokatos, A.S., Koliopoulos, G. & Chorianopoulos, G. N. (2007) . Essential Oils of Satureja Species: Insecticidal Effect on Culex pipiens Larvae (Diptera: Culicidae), *Molecules*, 12, 2567-2578.

Pimentel, D. 2004. Sustainable Agriculture: Economic Indicator. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. 1195-1197 201

Raquel Rodriguez-Solana, Dimitra J. Daferera, Christina Mitsi, Panayotis Trigas, Moschos Polissiou, Petros A. Tarantilis, Comparative chemotype determination of Lamiaceae plants by means of GC-MS, FT-IR, and dispersive-Raman spectroscopic techniques and GC-FID quantification

Rivera, D., C.Obon,C.Inocencio, A.Verde, J.Fajardo, R.Llorach 2005. The ethnobotanical study of local Mediterranean food plants as medicinal resources in southern Spain. *J.Physiol Pharmacol* 56(1): 97-114

Ouahada, A.(2004) . In Proceedings of the IFEAT International Conference 2004—The Essential Oils of the Mediterranean Region, Green C (ed.). International Federation of Essential Oils and Aroma Trades (FEAT), London, UK, 53–57

Pappa, G. (2001) . Possibilities of productive plantations of aromatic plants in abandoned agricultural fields- the case of *Salvia triloba*, *Origanum onites*, *Origanum spp.* *Hirtum* in North Aegean islands. Mytilene (Greece): Ph.D. Thesis, University of the Aegean.

Skoula M. and J.B. Harborne. 2002. The taxonomy and chemistry of *Origanum*. In: S.E. Kintzios, ed., *Oregano the genera Origanum and Lippia*, pp. 67-108, Taylor and Francis, London and New York.

Taiz L. and Zeiger E., 1991. *Plant physiology*

Toncer O., S. Karaman and E. Diraz. 2009. An annual variation in essential oil composition of *Origanum syriacum* from Southeast Anatolia of Turkey. *J. Med. Plants Res.* 4(11): 1059 - 1064.

Vokou D., Kokkini S., Bessiere J.M., 1993.Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare ssp. hirtum*) essential oils. *Biochem. System. Ecol.* 21:287–295.

Werker, E. 2000. Trichome Diversity and Development. In: *Advances in Botanical Research*31: 1-35.

27. Διαδίκτυο

<http://www.agrool.gr/gr/g6.htm>

<http://www.minagric.gr/index.php/el/the-ministry-2/agricultural-policy/statistika>

http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/Aromatika_Fyta/arwmatika_fyta.pdf

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

<http://penteli.meteo.gr/stations/athens/NOAAYR.TXT>

ΙΧ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

28.1 Πίνακες Ανάλυσης Διασποράς (ANOVA)

28.1.1 Φυτικά Χαρακτηριστικά

Πίνακας 1: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό ταξιανθιών των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	38547.9	5	7709.59	16.11	0.0000
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	97.8148	2	48.9074	0.10	0.9030
ΣΦΑΛΜΑ	22008.6	46	478.448		
ΣΥΝΟΛΟ	60654.4	53			

Πίνακας 2: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό τον αριθμό φύλλων των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	44336,6	5	8867,32	6,16	0,0002
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	740,704	2	370,352	0,26	0,7743
ΣΦΑΛΜΑ	66226,2	46	1439,7		
ΣΥΝΟΛΟ	111303,	53			

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

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	875,013	5	175,003	9,69	0,0000
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	75,3615	2	37,6807	2,09	0,1358
ΣΦΑΛΜΑ	831,134	46	18,0681		
ΣΥΝΟΛΟ	1781,51	53			

Πίνακας 4: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το τελικό ύψος των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	3306,44	5	661,289	3,89	0,0322
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	243,111	2	121,556	0,71	0,5126
ΣΦΑΛΜΑ	1700,22	10	170,022		
ΣΥΝΟΛΟ	5249,78	17			

Πίνακας 5: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την τελική διάμετρο κόμης των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	2281,33	5	456,267	2,43	0,1086
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	74,3333	2	37,1667	0,20	0,8234
ΣΦΑΛΜΑ	1876,33	10	187,633		
ΣΥΝΟΛΟ	4232,0	17			

Πίνακας 6: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των βλαστών των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	2,12088	5	0,424176	3,84	0,0054
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	0,149115	2	0,0745574	0,68	0,5139
ΣΦΑΛΜΑ	5,07722	46	0,110374		
ΣΥΝΟΛΟ	7,34721	53			

Πίνακας 7: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των ταξιανθιών των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	3,85591	5	0,771181	3,41	0,0105
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	0,152711	2	0,0763556	0,34	0,7151
ΣΦΑΛΜΑ	10,3975	46	0,226032		
ΣΥΝΟΛΟ	14,4061	53			

Πίνακας 8: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό το ξηρό βάρος των φύλλων των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	1,58013	5	0,316026	6,90	0,0001
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	0,0169333	2	0,00846667	0,18	0,8317
ΣΦΑΛΜΑ	2,10562	46	0,0457744		
ΣΥΝΟΛΟ	3,70268	53			

28.1.2 Αποδόσεις αιθέριου ελαίου

Πίνακας 9: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία συγκέντρωση αιθέριου ελαίου των 3 φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	42,2156	2	21,1078	26,08	0,0000
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	0,762222	2	0,381111	0,47	0,6306

ΣΦΑΛΜΑ	17,8089	22	0,809495		
ΣΥΝΟΛΟ	60,7867	26			

28.1.3 Κυρίαρχα συστατικά του αιθέριου ελαίου

Πίνακας 10: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε καρυοφυλλένιο όλων των φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΜΜΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	51,5342	2	25,7671	114,87	0,0086
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	0,0130667	1	0,0130667	0,06	0,8318
ΣΦΑΛΜΑ	0,448633	2	0,224317		
ΣΥΝΟΛΟ	51,9959	5			

Πίνακας 11: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε γ-τερπινένιο όλων των φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΜΜΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	527,869	2	263,935	60,71	0,0162
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	0,00735	1	0,00735	0,00	0,9709
ΣΦΑΛΜΑ	8,6947	2	4,34735		
ΣΥΝΟΛΟ	536,571	5			

Πίνακας 12: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε p-κυμένιο όλων των φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΜΜΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	198,6	2	99,3	1,72	0,3678
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	28,7766	1	28,7766	0,50	0,5534
ΣΦΑΛΜΑ	115,521	2	57,7605		
ΣΥΝΟΛΟ	342,898	5			

Πίνακας 13: Πίνακας ανάλυσης της διασποράς (ANOVA) με μελετούμενο χαρακτηριστικό την ποσοστιαία σύσταση του αιθέριου ελαίου σε καρβακρόλη όλων των φυτικών ειδών

ΠΗΓΗ ΠΑΡΑΜΜΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ	ΒΑΘΜΟΙ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ	ΜΕΣΟ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	F-Ratio	P-Value
ΕΙΔΗ	1139,66	2	569,83	15,98	0,0589
ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ	11,0704	1	11,0704	0,31	0,6334
ΣΦΑΛΜΑ	71,3132	2	35,6566		
ΣΥΝΟΛΟ	1222,04	5			

29. Χρωματογραφήματα αιθέριων ελαίων

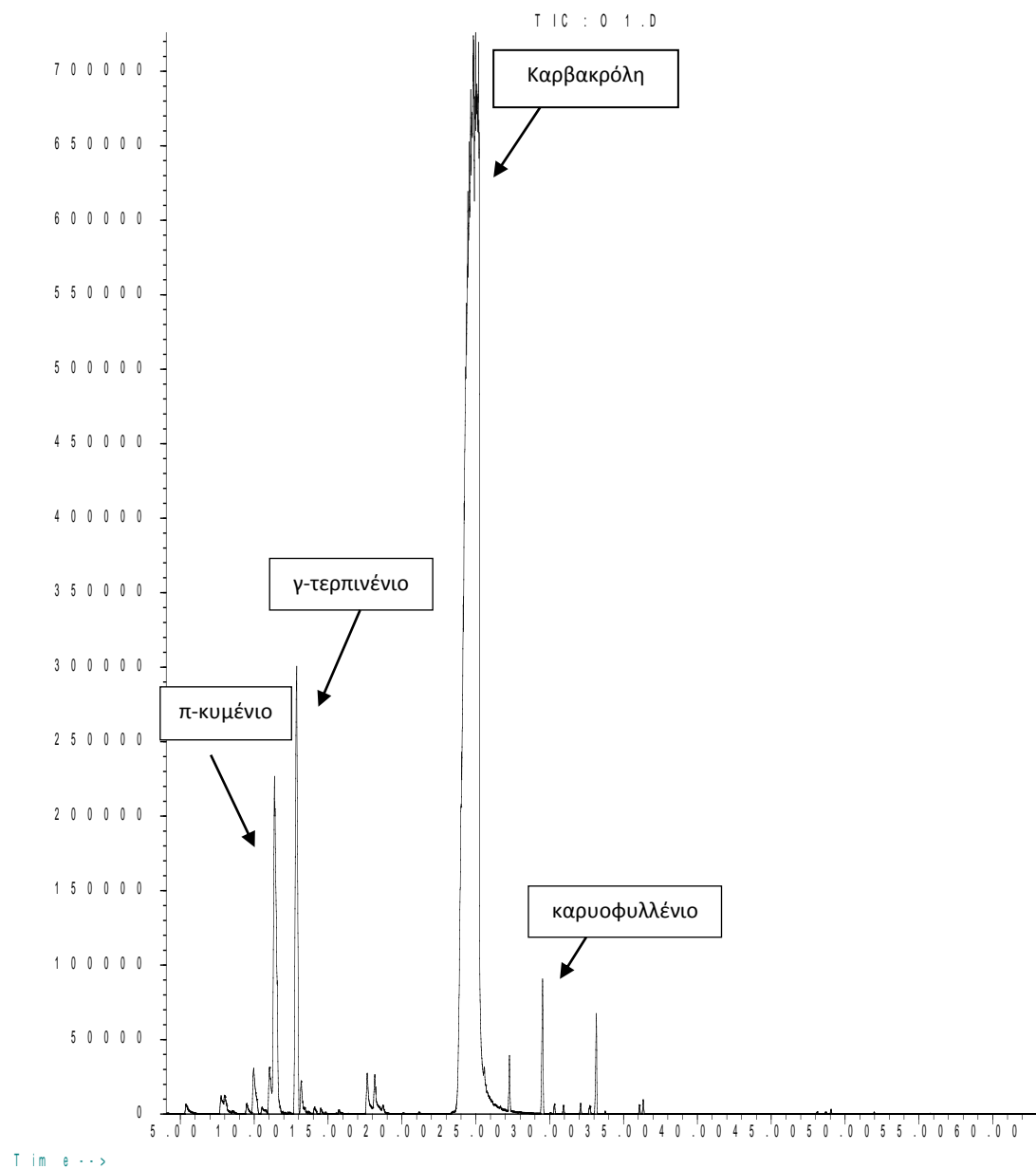
Είδος: *Origanum onites* (1)

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~13%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Abundance



Πίνακας 14: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.onites*

Onites 1			
Κορυφή	χρόνος έκλουσης	% του συνόλου	ένωση
1	9,964	0,761	μυρκένιο
2	11,041	0,594	α-Τερπινένιο
3	11,37	5,62	π- κυμένιο
4	12,851	6,287	γ- τερπινένιο
5	17,653	0,381	Βορνεόλη
6	18,16	0,338	Τερπινολένιο
7	24,038	83,993	καρβακρόλη
8	27,283	0,35	Οξείδιο καρνοφυλλενίου
9	29,525	1,01	καρνοφυλλένιο
10	33,161	0,666	β- μπισαμπολένιο

Πίνακας 15: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *O.hirtum*

Hirtum 1			
Κορυφή	χρόνος έκλουσης	% του συνόλου	Ένωση
1	9,911	0,856	β- μυρκένιο
2	11,338	10,125	π-κυμένιο
3	12,758	3,023	γ- τερπινένιο
4	24,027	84,72	Καρβακρόλη
5	29,404	0,488	Καρνοφυλλένιο

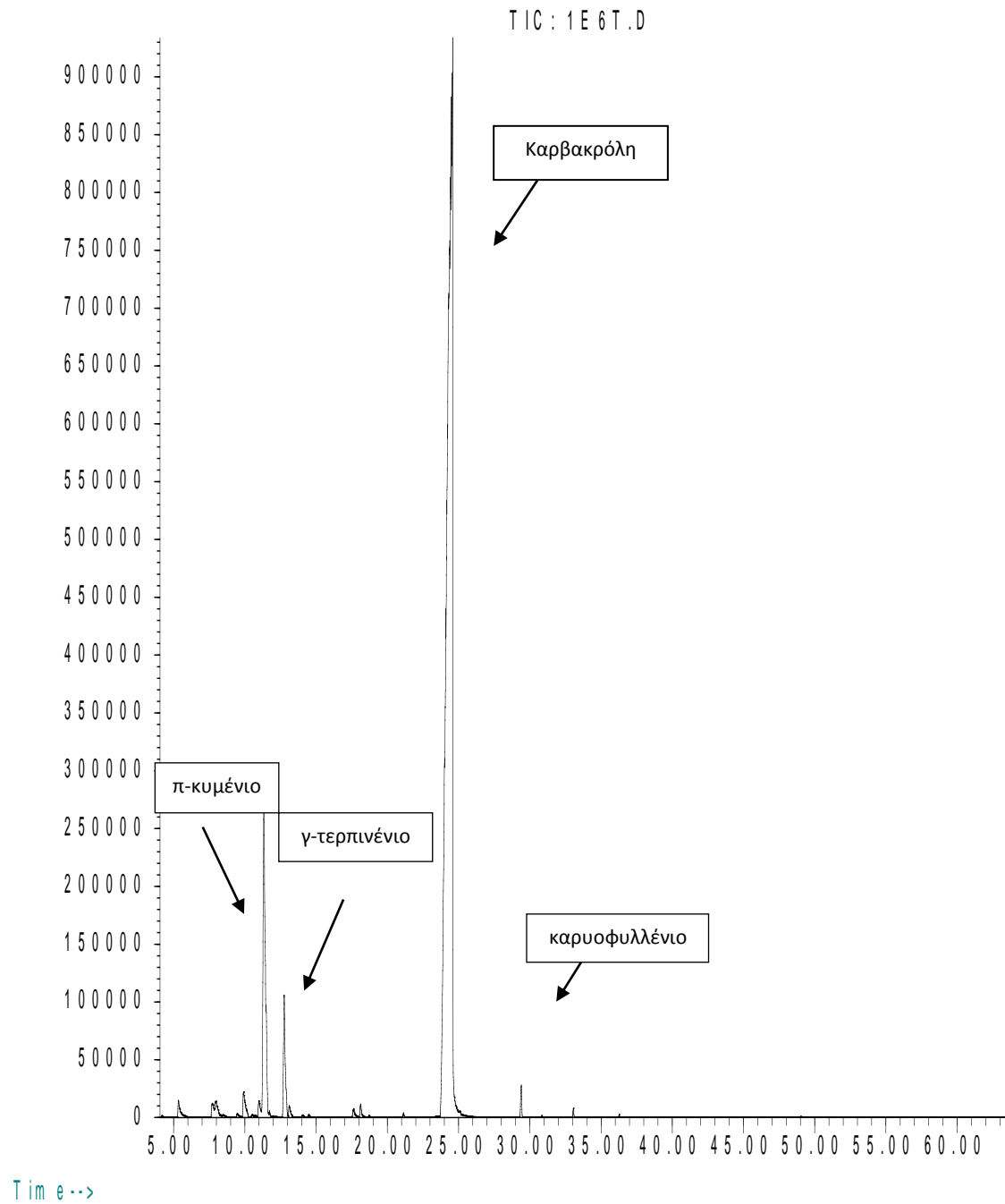
Είδος: *Origanum hirtum* (1)

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~13%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Abundance



Πίνακας 16: Αναλυτικά η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου για το καλλιεργούμενο είδος *S.thymbra*

Thymbra 1			
Κορυφή	χρόνος έκλουσης	% του συνόλου	ένωση
1	7,777	1,25	Θουγιένιο
2	8,058	0,206	α-πινένιο
3	9,965	1,64	β-μυρκένιο
4	11,069	1,828	carene
5	11,193	0,89	α-Τερπινένιο
6	11,412	7,544	π-Κυμένιο
7	12,997	21,835	γ-Τερπινένιο
8	14,217	0,145	Τερπινολένιο
9	14,643	0,818	Λιναλοόλη
10	14,759	0,043	γ-τερπινένιο
11	18,168	0,157	Τερπινεν-4-όλη
12	21,262	51,34	καρβακρόλη
13	29,547	0,985	β-Καρυοφυλλένιο
14	29,773	6,37	Καρυοφυλλένιο
15	30,356	0,092	aromadendrene
16	30,988	0,317	χουμουλένιο
17	32,764	0,125	α- μπισαμπολένιο(Z)
18	36,372	0,162	Οξείδιο καρυοφυλλενίου

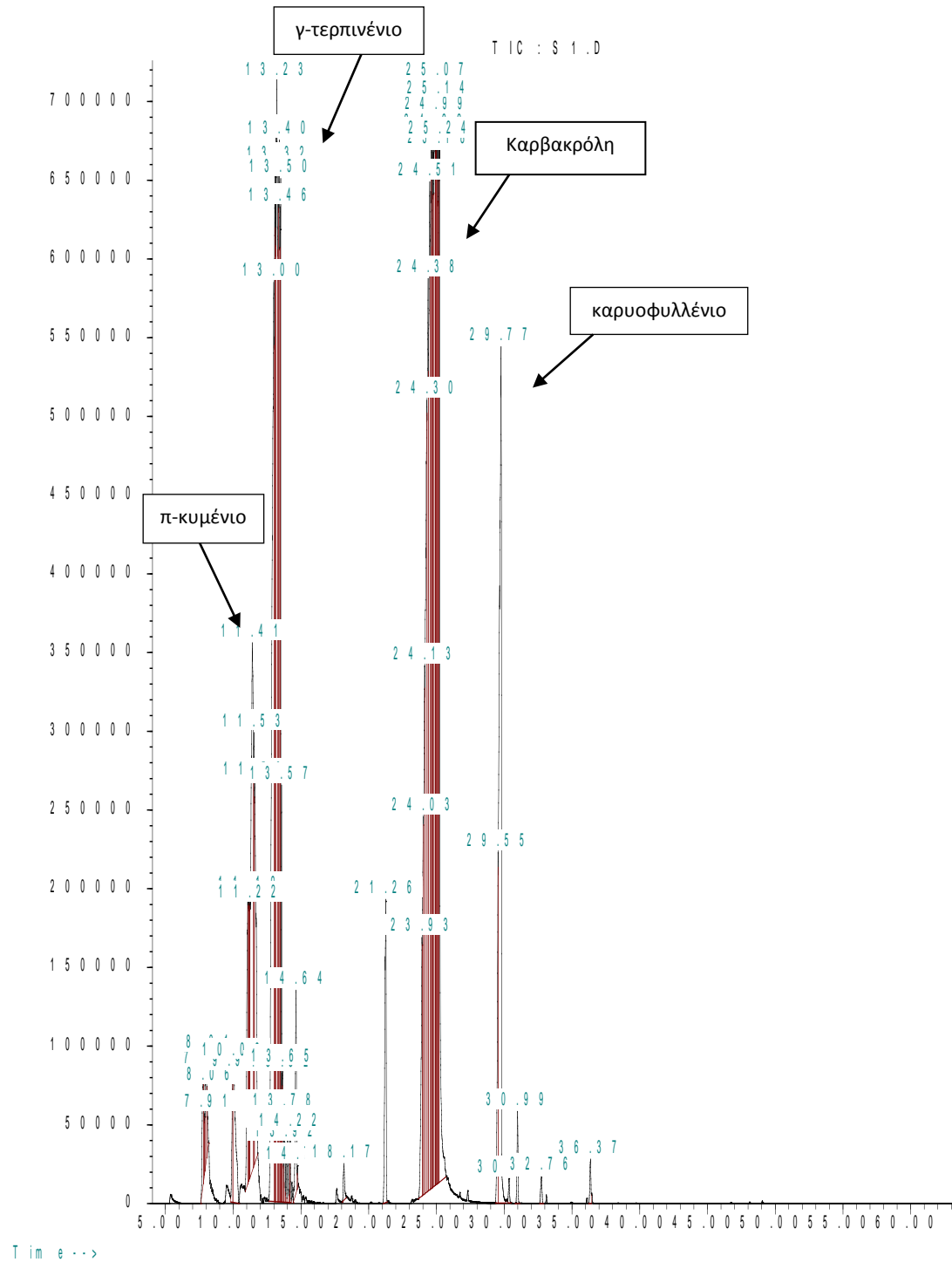
Είδος: *Satureja thymbra*

Υγρασία: Ξηρό φυτικό υλικό (~13%)

Τεχνική απόσταξης: Υδροαπόσταξη μέσω Clevenger

Τεχνική ανάλυσης: GC/MS

Abundance



30. Παράθεση Φωτογραφιών



Εικόνα Π1: Πειραματικό τεμάχιο αποτελούμενο από φυτά του υποείδους *S.thymbra*



Εικόνα Π2: Πειραματικό τεμάχιο αποτελούμενο από φυτά του υποείδους *O.vulgare* subsp. *hirtum*.



Εικόνα Π3: Πειραματικό τεμάχιο αποτελούμενο από φυτά του υποείδους *O.onites*



Εικόνα Π4: Καλλιεργητικές εργασίες στον πειραματικό αγρό του ΓΠΑ



Εικόνα Π5: Ξήρανση φυτικού υλικού στο εργαστήριο Γεωργίας