



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΟΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ

***Satureja thymbra* ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ»**

Σωτήριος Δελαστίκ

Επιβλέπουσα: Δρ. Παρασκευή Υφαντή

ΑΡΤΑ, 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΟΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ

***Satureja thymbra* ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ»**

Σωτήριος Δελαστίκ

Επιβλέπουσα: Δρ. Παρασκευή Υφαντή

ΑΡΤΑ, 2022

**«A STUDY ON THE SEASONAL VARIATION OF THE ESSENTIAL OIL
FROM *Satureja thymbra* »**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αρτα, 2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1) Επιβλέπουσα,

Παρασκευή Υφαντή, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (Ε.ΔΙ.Π.) του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

2) Μέλος επιτροπής

Ελένη Λενέτη, Αναπληρώτρια καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

3) Μέλος επιτροπής

Κωνσταντίνος Ζήσης, Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (Ε.ΔΙ.Π.) του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

© Δελαστίκ Σωτήριος, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Δελαστίκ Σωτήριος



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα κυρία Παρασκευή Υφαντή (Ε.ΔΙ.Π.) του Τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για τη βοήθεια και τη συμβολή της τόσο στο πειραματικό, όσο και στο γραπτό κομμάτι, καθώς δίχως την καθοδήγησή της, τις συμβουλές και τις γνώσεις της δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής στην τελική της μορφή. Επίσης ευχαριστώ για την εμπιστοσύνη και την παραχώρηση του εξοπλισμού και χώρου για όσο διάστημα χρειάστηκε στο εργαστήριο των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών για τη διεξαγωγή του πειράματος.

Θα ήθελα επίσης:

Να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για τη χρήση της “Υποδομής των Στοχευμένων Τεχνολογιών Προσδιορισμού Βιοδραστικών Ουσιών και της Χημικής Βιολογίας για την προστασία της υγείας, της κτηνοτροφίας, της Γεωργίας και του περιβάλλοντος (Openscreen-GR), ΟΠΣ (MIS) 5002691 (κόμβος Πανεπιστημίου Ιωαννίνων-Τμήμα Χημείας), καθώς και τη Μονάδα Ανάλυσης και Ελέγχου Βιοδραστικών Ενώσεων και Φυσικών Προϊόντων (Μονάδα Βιοδραστικών Ενώσεων) του Δικτύου Εργαστηρίων Υποστήριξης Έρευνας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (ΔΕΥΕΠΠ).

Να ευχαριστήσω τον κύριο Ζήση Κωνσταντίνο (Ε.ΔΙ.Π.) για την βοήθειά του στο διάστημα του πειραματικού μέρους και για τις υποδείξεις του, επίσης και για την βοήθεια του που με οδήγησε στο να διαλέξω από τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ως αντικείμενο της πτυχιακής μου.

Ευχαριστώ επίσης την κυρία Λενέτη Ελένη (Δ.Ε.Π) για τις υποδείξεις της ως μέλος της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής.

Και να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υποστήριξή τους για να γίνει δυνατή η ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία είχε ως σκοπό τη διερεύνηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών ενός αυτοφυούς πληθυσμού του *Satureja thymbra* της οικογένειας Lamiaceae, που εντοπίστηκε στην περιοχή της Λακωνίας, τον έλεγχο της διακύμανσης των ποιοτικών χαρακτηριστικών κατά τη διάρκεια των μηνών Μαΐου – Ιουλίου, καθώς και τον έλεγχο της επίδρασης των εργαστηριακών συνθηκών αποθήκευσης στο αποξηραμένο φυτικό υλικό.

Για τις ανάγκες του πειράματος το φυτικό υλικό συλλέχθηκε δύο συνεχόμενες χρονιές (2018 και 2019), αποξηράνθηκε και διατηρήθηκε σε χάρτινες συσκευασίες μέχρι την παραλαβή του αιθέριου ελαίου, η οποία πραγματοποιήθηκε το χειμώνα του 2019 για όλα τα δείγματα. Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης σε συσκευή τύπου Clevenger. Για την απόσταξη χρησιμοποιήθηκαν φύλλα και άνθη του φυτού, τα οποία διαχωρίστηκαν από τα ξυλοποιημένα φυτικά όργανα. Ο έλεγχος της ποιοτικής σύστασης του αιθέριου ελαίου πραγματοποιήθηκε με την αναλυτική τεχνική της αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματομετρία μάζας (GC-MS).

Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο κυμάνθηκε από 6.03% έως 5.80%, για το φυτικό υλικό που συλλέχθηκε και αποστάχθηκε το 2019. Τα δείγματα που συλλέχθηκαν το 2018 αποθηκεύτηκαν και αποστάχθηκαν το 2019 παρουσίασαν μία μείωση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο η οποία κυμάνθηκε από 0.7 έως 1.6%. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν, ότι από τις δύο τερπενικές φαινόλες η Θυμόλη είναι αυτή που επικρατεί σε όλα τα δείγματα. Στα δείγματα που συλλέχθηκαν το 2019 η Θυμόλη περιέχεται σε μεγαλύτερο ποσοστό (36.8–42.1%) συγκριτικά με τα δείγματα που συλλέχθηκαν το 2018 (28.6–32.9%).

Συμπερασματικά ο πληθυσμός του *S. thymbra* που μελετήθηκε ανήκει στο χημειότυπο της Θυμόλης. Η απόδοσή σε αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται ως υψηλή. Οι συνθήκες και ο χρόνος αποθήκευσης του αποξηραμένου φυτικού υλικού φαίνεται, ότι επηρέασαν την ποιότητά του, δηλαδή την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και την ποιοτική του σύσταση.

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the qualitative characteristics of a wild grown *Satureja thymbra* population, belonging to the Lamiaceae family, located at a region of Lakonia,, the study of their qualitative variation during May to July and also the evaluation of the storage conditions on the quality of the dried plant material.

For the requirements of the experiment the plant material was collected for two consecutive years (2018 and 2019), was dried and preserved in paper boxes until the essential oil was obtained, in the winter of 2019 for all the samples. The yield of the essential oil was determined by the method of hydrodistillation using a Clevenger type apparatus. For the distillation were used leaves and flowers, which were separated from the shoots. The test of the qualitative composition of the essential oil was analyzed with gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS).

The yield of the essential oil ranged from 6.03% to 5.80%, for the plant material that was collected and distilled in 2019. The samples that were collected in 2018, stored and distilled in 2019, showed a decreased essential oil yield for 0.7 to 1.6%. The results of the analysis showed that from the two terpenic phenols Thymol was the dominating one in all the samples. Thymol was contained in higher percentage (36.8-42.1%) in the samples that were collected in 2019, compared to the samples which were collected in 2018 (28.6-32.9%).

In conclusion the populations of *S. thymbra* that were studied belongs to the chemotype of Thymol. The yield of the essential oil is characterised as high. The storage conditions and period of the dried plant material seems to have affected the quality, namely the yield of the essential oil and its qualitative composition.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	σελ. V
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	σελ. VI
ABSTRACT	σελ. VII
A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 1
A.1. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά	σελ. 1
A.1.1. Ιστορική αναδρομή	σελ. 2
A.1.2. Δευτερογενείς μεταβολίτες Αρωματικών - Φαρμακευτικών Φυτών	σελ. 5
A.1.3. Χρήσεις Αρωματικών – Φαρμακευτικών φυτών	σελ. 6
A.1.4. Καλλιέργεια Αρωματικών – Φαρμακευτικών Φυτών στη χώρα μας	σελ. 7
A.2. Αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών	σελ. 9
A.2.1. Σχηματισμός των αιθέριων ελαίων στα φυτά	σελ. 10
A.2.2. Μέθοδοι παραλαβής	σελ. 11
<i>A.2.2.1. Απόσταξη</i>	σελ. 11
<i>A.2.2.2. Εκχύλιση</i>	σελ. 12
<i>A.2.2.3. Μηχανική εκπίεση</i>	σελ. 13
A.2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση και την ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου	σελ. 14
A.2.4. Ιδιότητες αιθέριων ελαίων	σελ. 15
A.3. Οικογένεια Lamiaceae	σελ. 16
A.3.1. Αρωματικά φυτά του Γένους <i>Satureja</i>	σελ. 17
A.3.2. <i>Satureja thymbra</i> L. «Σατουρέγια η Θύμβρα, Θρούμπι»	σελ. 18
A.3.3. Απόδοση σε αιθέριο έλαιο και ποιοτική σύσταση	σελ. 20
A.3.4. Καλλιέργεια του <i>S. thymbra</i>	σελ. 21

<i>A.3.4.1. Απόκτηση σποροφύτων</i>	σελ.21
<i>A.3.4.2. Προετοιμασία αγρού</i>	σελ.22
<i>A.3.4.3. Τρόπος καλλιέργειας</i>	σελ.22
A.3.5. Χρήσεις – Βιολογικές δράσεις	σελ.23
A.4. Σκοπός της Εργασίας	σελ.25
B. Πειραματικό μέρος	σελ.26
B.1. Υλικά και μέθοδοι	σελ.26
B.2. Φυτικό υλικό	σελ.27
B.2.1. Συλλογή φυτικού υλικού	σελ.27
B.2.2. Ταυτοποίηση του είδους	σελ.27
B.3. Υδροαπόσταξη σε συσκευή τύπου Clevenger	σελ.27
B.3.1. Αρχή της μεθόδου	σελ.27
B.3.2. Διαχείριση φυτικού υλικού	σελ.28
B.3.3. Διαδικασία	σελ.29
B.4. Προσδιορισμός ποιοτικής σύστασης του αιθέριου ελαίου	σελ.30
B.5. Στατιστική ανάλυση	σελ.31
Γ. Αποτελέσματα	σελ.32
Γ.1. Περιοχή συλλογής	σελ.32
Γ.2. Ταυτοποίηση φυτικού είδους	σελ.33
Γ.3. Απόδοση αιθέριου ελαίου	σελ.34
Γ.3.1. Δειγματοληψία 2018	σελ.34
Γ.3.2. Δειγματοληψία 2019	σελ.34
Γ.3.3. Συγκριτικά αποτελέσματα της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο	σελ.35

Γ.4. Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου	σελ.36
Γ.4.1. Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου δειγματοληψιών 2018	σελ.36
Γ.4.2. Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου δειγματοληψιών 2019	σελ.40
Δ. Συζήτηση – Συμπεράσματα	σελ.44
Ε. Βιβλιογραφία	σελ.47
Ζ. Παράρτημα	σελ.53

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αριθμός παραγωγών καλλιεργούμενων ΑΦΦ και μέση έκταση ανά παραγωγό για την Ελλάδα (ΟΠΕΚΕΠΕ 2015) (Κάλφας, 2018). σελ.7

Πίνακας 2: Χημειότυποι ορισμένων Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών με εμπορική σημασία. σελ.10

Πίνακας 3: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Μάιο του 2018. σελ.36

Πίνακας 4: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου αρωματικού φυτού *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2018. σελ.37

Πίνακας 5: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου αρωματικού φυτού *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2018. σελ.39

Πίνακας 6: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Μάιο 2019. σελ.40

Πίνακας 7: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2019. σελ.41

Πίνακας 8: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2019. σελ.43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Απόδοση σε αιθέριο έλαιο του αποξηραμένου φυτικού υλικού που συλλέχθηκε τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο του 2019. σελ.35

Γράφημα 2: Απόδοση σε αιθέριο έλαιο του αποξηραμένου φυτικού υλικού που συλλέχθηκε τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο του 2018. σελ.35

Γράφημα 3: Συγκριτικά αποτελέσματα των αποδόσεων σε αιθέριο έλαιο για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο 2018, 2019. σελ.35

Γράφημα 4: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Μάιο του 2018. σελ.37

Γράφημα 5: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2018. σελ.38

Γράφημα 6: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2018. σελ.39

Γράφημα 7: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Μάιο του 2019. σελ.41

Γράφημα 8: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από το φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2019. σελ.42

Γράφημα 9: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από το φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2019. σελ.43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1:** Χαρακτηριστικά οικογένειας Lamiaceae (<https://www.wildflowers-and-weeds.com>).
σελ.17
- Εικόνα 2:** Θάμνος του φυτού *S. thymbra*.
σελ.18
- Εικόνα 3:** Αδενική τρίχα σε κατά μήκος τομή, που διακρίνονται η κεφαλή, μίσχος και βάση (Bosabalidis, 1990).
σελ.19
- Εικόνα 4:** Κατά μήκος τομή σε αδενικό λέπι (Bosabalidis, 1990).
σελ.19
- Εικόνα 5:** Βλαστοί του *S. thymbra*.
σελ.20
- Εικόνα 6:** Αποστακτική τύπου Clevenger.
σελ.28
- Εικόνα 7:** Αποθηκευμένο αποξηραμένο φυτικό υλικό σε διάφανα σακουλάκια.
σελ.29
- Εικόνα 8:** Αναδευτήρας με δίνη (ZX3 Advanced Vortex Mixer, VELP Scientifica).
σελ.30
- Εικόνα 9:** Περιοχή συλλογής φυτικού υλικού.
σελ.32
- Εικόνα 10:** Περιοχή συλλογής φυτικού υλικού από Google Earth.
σελ.32
- Εικόνα 11:** Κάλυκας ακτινόμορφος με πέντε ισομήκεις οδόντες.
σελ.33
- Εικόνα 12:** Στεφάνη 8-12mm, λευκή ή ιώδης.
σελ.33
- Εικόνα 13:** Φύλλα (5-)7-20 x (1-)2-9 mm, επιμήκη προς αντωοειδή, οξυκόρυφα.
σελ.33
- Εικόνα 14:** Κάλυκας 4-7 mm. Ευθύς σωλήνας του κάλυκα, σπάνια κυρτός, με 10(-13) νευρώσεις και συχνά τριχωτός στο λαιμό.
σελ.34
- Εικόνα 15:** Άνθη απόδισκα ή σχεδόν απόδισκα, σε σχεδόν σφαιρικούς, πολυανθείς ψευδοσπονδύλους (3-6 ή περισσότεροι, σχηματίζουν επάκρια, χαλαρή, επιμήκη ταξιανθία).
σελ.34

Α.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Α.1. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά

Τα Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά, τα οποία έχουν από αρχαιοτάτων χρόνων μία ξεχωριστή θέση σε όλους τους λαούς, αποτελούν μία ιδιαίτερη ομάδα του φυτικού βασιλείου. Συγκεκριμένα ως αρωματικά χαρακτηρίζονται τα φυτά, τα οποία διαθέτουν χαρακτηριστική οσμή, η οποία οφείλεται στο αιθέριο έλαιο που παράγουν, ενώ ο όρος φαρμακευτικά αναφέρεται στα φυτά που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση κάποιας ασθένειας ή σωματικής νόσου (Inoue & Craker, 2014). Αξίζει να σημειωθεί πως όλα τα Αρωματικά φυτά είναι και Φαρμακευτικά, χωρίς όμως να ισχύει και το αντίθετο. Υπάρχουν δηλαδή Φαρμακευτικά φυτά, που παρουσιάζουν θεραπευτικές ιδιότητες, αλλά δεν ανήκουν στην κατηγορία των αρωματικών φυτών. Για τα περισσότερα μάλιστα Αρωματικά Φυτά, η φαρμακευτική τους χρήση προηγήθηκε της αρωματικής. Γι' αυτό στη διεθνή ορολογία αναφέρονται ως «Φαρμακευτικά και Αρωματικά Φυτά» (Medicinal and Aromatic Plants), ωστόσο στην χώρα μας αναφέρονται ως «Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά» (Κουτσός, 2006). Τα Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά αποτελούν μία κατηγορία και γι' αυτό το λόγο αναφέρονται και τα δύο μαζί.

Η χρήση των Φαρμακευτικών φυτών, καθώς και των εκχυλισμάτων τους με σκοπό την περίθαλψη και την αντιμετώπιση ασθενειών θεωρείται τόσο παλιά, όσο η ιστορία της ανθρώπινης κοινωνίας (Alamgir, 2017). Βασιζόταν στο ένστικτο, καθώς δεν είχε αναπτυχθεί ακόμα η επιστήμη, δεν υπήρχε η τεχνογνωσία, αλλά ούτε και ο εξοπλισμός για τη μελέτη των ιδιοτήτων τους, για την ανάλυση των συστατικών τους, όπως δεν ήταν γνωστός και ο λόγος που νοσούσαν, τα αίτια δηλαδή των ασθενειών. Επομένως, η ανακάλυψη των ιδιοτήτων τους αποκτήθηκε εμπειρικά και με το χρόνο (Petronska, 2012). Σιγά σιγά απέκτησαν τη γνώση για ποιες περιπτώσεις και πως θα χρησιμοποιούν το κάθε ένα από αυτά. Σήμερα η χρήση τους παρουσιάζει αυξητική τάση, καθώς με τις σύγχρονες αναλυτικές τεχνικές και την ανάπτυξη της επιστήμης είναι δυνατόν να διαπιστωθεί η βιολογική τους δράση, να απομονωθούν τα βιοδραστικά τους συστατικά και να επιβεβαιωθεί η ευεργετική τους δράση στον οργανισμό μέσω της διατροφής, για τα είδη που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα.

A.1.1. Ιστορική αναδρομή

Σύμφωνα με έγγραφες αποδείξεις τα Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά χρησιμοποιήθηκαν από διάφορους λαούς στην αρχαιότητα. Ιρανικές ιστορικές μελέτες έδειξαν, ότι η χρήση των Φαρμακευτικών φυτών στο Ιράν χρονολογείται από το 7000 π.Χ. με 6500 π.Χ. καθώς ιδιότητές τους αναφέρονταν σε γραπτά του Ζωροάστρη (Jamshidi-Kia et al., 2018). Πήλινη πλάκα Σουμέριων στο Nagrug που χρονολογείται τουλάχιστον πριν από 5.000 έτη, περιέχει γραπτές αποδείξεις για την προετοιμασία 12 συνταγών που αναφέρουν πάνω από 250 είδη φυτών (Natnoo, 2014).

Κάθε πολιτισμός είχε τη δική του εξήγηση για τα αίτια των ασθενειών. Περί το 2.500 π.Χ. οι Αιγύπτιοι θεωρούσαν, ότι όλοι γεννιούνται υγιείς, αλλά κακά πνεύματα που έμπαιναν στο σώμα έπρεπε να αντιμετωπίζονται μέσω ξορκιών, προσευχής και φίλτρων. «Οι Αιγύπτιοι θεραπευτές έμαθαν να φτιάχνουν φάρμακα, αρκετά από τα οποία έχουν εύσημα σεβασμού από την σημερινή φαρμακευτική κοινότητα» (Kelly, 2009). Γραπτές πηγές αποτελούν οι πάπυροι που βρέθηκαν στο Luxor της Αιγύπτου και αγοράστηκαν το 1862 από τον Edwin Smith. Ο πάπυρος του Smith, ο οποίος χρονολογείται από το 1600 π.Χ., περιγράφει 48 διαφορετικές ιατρικές περιπτώσεις θεραπείας διάφορων πληγών, οι οποίες βασίστηκαν σε αναφορές που χρονολογούνται από την εποχή του Ιμχοτέπ (2640 π.Χ.). Ο πάπυρος αυτός θεωρείτο ότι αποτελεί μερικώς, αντίγραφο παλαιότερων εγγράφων (Kelly, 2009). Ο πάπυρος του Ebers, ο οποίος χρονολογείται πως γράφτηκε το 1550 π.Χ., παραθέτει μεγάλο αριθμό συνταγών, παρασκευασμάτων και θεραπειών.

Οι Κινέζοι θεωρούνται, ότι ανήκουν στους πρώτους πολιτισμούς που ανακάλυψαν τις φαρμακευτικές ιδιότητες των φυτών (Inoue & Craker, 2014). Η φαρμακευτική τους ρίζα έχει αποδοθεί σε τρεις αυτοκράτορες της τότε εποχής. Ο Fu Xi ή Fu Hsi (2.900 π.Χ.) που ανέπτυξε την ιδέα του yang και ying, ο Shen Nong ή Shen Nung (2.700 π.Χ.) ο οποίος πιστεύεται πως ανακάλυψε πολλά από τα φάρμακα δοκιμάζοντάς το ο ίδιος, μέχρι και 70 την ημέρα, καθώς και τον βελονισμό. Ο θάνατός του θεωρείται ότι προήλθε από την δοκιμή κάποιου θανατηφόρου δείγματος (Kelly, 2009). Τέλος, ο Huangdi (2600 π.Χ.) θεωρείται ο συγγραφέας του Huangdi Neijing, βιβλίο φαρμακευτικού περιεχομένου.

Από τους πρώτους εξελιγμένους πολιτισμούς της Ινδίας θεωρείται ο πολιτισμός Χαράπα, που χρονολογείται από το 3000 π.Χ. μέχρι το 1.500 π.Χ. Μάλιστα, λέγεται πως οι εγκαταστάσεις υγιεινής τους ήταν ίσου επιπέδου με αυτές της Ρώμης, οι οποίες επιτεύχθηκαν 1000 χρόνια

αργότερα (Kelly, 2009). Οι Βέδες, βιβλία θρησκευτικού περιεχομένου και φιλοσοφίας, αναφέρουν θεραπείες με φυτά της περιοχής (Petronska, 2012) για δαγκώματα φιδιών, αφαίρεση βελών, περίθαλψη πληγών κ.α. Έργα όπως το Caraka-samhita και Sushruta-samhita είναι ιατρικού περιεχομένου, όπως διάγνωσης ασθενειών και επεμβάσεων. Και στα δύο γίνεται αναφορά στην κατανάλωση κρασιού πριν την επέμβαση, καθώς και στην καύση κάνναβης (Kelly, 2009).

Και οι Έλληνες είχαν γνώση των ιδιοτήτων των Φαρμακευτικών φυτών, καθώς και ιδιαίτερη συνεισφορά στη χρήση Αρωματικών φυτών ως φαρμακευτικές ουσίες. Στην Ιλιάδα και Οδύσσεια, έπη του Ομήρου (800 π.Χ.), υπάρχουν αναφορές για αρκετά Φαρμακευτικά φυτά και τις θεραπευτικές τους ιδιότητες. Ο γνωστός ως «πατέρας της ιατρικής», ο Ιπποκράτης αναγνώρισε πως πηγή προέλευσης των ασθενειών είναι φυσικά αίτια και όχι φαινομενικά (Gianennas et al., 2020). Τα έργα του περιλαμβάνουν κατηγοριοποιημένα, βάση της φυσιολογικής τους δράσης, 300 φαρμακευτικά φυτά (Petronska, 2012). Ο Θεόφραστος είχε μεγάλη συμβολή στη βοτανολογία με τα έργα του Περί φυτών ιστορία και Περί φυτών αιτιών, στα οποία ασχολείται με την περιγραφή και καταγραφή περίπου 600 φυτών. Ο πρώτος αληθινός βοτανολόγος ήταν ο Διοσκουρίδης (Jones, 1996), ο οποίος ήταν στρατιωτικός ιατρός στον Ρωμαϊκό στρατό του Νέρωνα. Με το έργο του που χρονολογείται κάπου ανάμεσα στο 50 με 70 μ.Χ. Περί Ύλης Ιατρικής, αναφέρει 807 φάρμακα, από τα οποία τα 655 είναι φυτικής προελεύσεως. Σύμφωνα με τον Διοσκουρίδη, η κανέλλα βοηθούσε στη χώνεψη, είχε δράση ενάντια σε δηλητηριώδη δαγκώματα, αναζωογονούσε την αναπνοή, ήταν διουρητική και δρούσε κατά φλεγμονών του εντέρου και των νεφρών. Για κάποιο διάστημα υπήρξε πιο ακριβή από το χρυσό (Smith et al., 2005). Ο Γαληνός χρησιμοποίησε και ταξινόμησε φυτά από άλλες χώρες (550 είδη), κατηγοριοποίησε διάφορα φαρμακευτικά φυτά βάση των ιδιοτήτων τους και παρασκεύασε πολυσύνθετα φαρμακευτικά σκευάσματα τα επονομαζόμενα “Γαλληνικά” (Kelly, 2009).

Μεγάλη σημασία είχαν τα Φαρμακευτικά φυτά και για τους Ρωμαίους. Ο Κέλσος στο έργο του Περί Ιατρικής περιγράφει πλήρως την ελληνική ιατρική. Το έργο αυτό αναφέρονται οι ιαματικές ιδιότητες βοτάνων και των τροφών. Ο Γάιος Πλίνιος Σεκούνδος ή Πλίνιος ο Πρεσβύτερος, στο έργο του Φυσική Ιστορία (περί 77 μ.Χ.), ονομάζει περίπου 900 φυτά (Aliotta & Pollio, 1994).

Στη Βίβλο, όπως επίσης και στο Ταλμούδ, γίνονται αναφορές σε διάφορα Αρωματικά φυτά που λάμβαναν θέση κατά τη διάρκεια τελετής συνοδευόμενης από θεραπεία, όπως αυτή του μύρτιλου και του θυμάματος (Petrovska, 2012).

Στην εποχή του Μεσαίωνα, το προνόμιο της διάθεσης γραπτών κειμένων ήταν προνόμιο ελαχίστων, όπως μάγων, αλχημιστών και μοναχών, καθώς ο γραπτός λόγος είχε σχεδόν εξαφανιστεί. Η διάδοση της “λαϊκής” ιατρικής γινόταν προφορικά (Guidi & Landi, 2014). Κατά τη διάρκεια της σκοτεινής αυτής περιόδου, οι Άραβες ήταν αυτοί που όχι μόνο διατήρησαν την γνώση των Ελληνορωμαϊκών πρακτικών, αλλά και τη διεύρυναν με Ινδικά και Κινέζικα βότανα γνωστά στον Ελληνορωμαϊκό κόσμο, καθώς και με δικούς τους πόρους (Cragg & Newman, 2013).

Μετά το πέρας του Μεσαίωνα υπήρξε έντονη η επιθυμία για την αναζήτηση της γνώσης. Η εισαγωγή διάφορων φυτών από τους σταυροφόρους με την επιστροφή τους στις πατρίδες τους (Guidi & Landi, 2014), καθώς και ταξίδια από θαλασσοπόρους, όπως ο Μάρκο Πόλο και Βάσκο Ντα Γκάμα (Gianennas et al., 2020) διεύρυνε τους ορίζοντες του εμπορίου, καθώς και την μελέτη των νέων ειδών. Στη διάρκεια της Αναγέννησης, η Ευρώπη έγινε το επίκεντρο του πολιτισμού, με πολλά επιτεύγματα στις επιστήμες της φυσικής, της χημείας, της βοτανολογίας κ.α. Πλέον μπορούσαν να παραλαμβάνουν αιθέρια έλαια για να θεραπεύουν ασθένειες όπως, διάρροια, μολύνσεις, πυρετό κ.α. Αυξήθηκε η ζήτηση σε αρώματα για την κάλυψη μυρωδιών και λόγω εμπορίου οι φαρμακοποιοί και οι ιατροί έγιναν οι θεματοφύλακες της ιατρικής και των φαρμάκων (Guidi & Landi, 2014).

Τον 18^ο αιώνα, ο Λινναίος είναι υπεύθυνος για την ταξινόμηση των φυτών με μορφολογικά χαρακτηριστικά, καθώς και για την ονοματολογία τους, σε έργα του, όπως τα *Fundamenta Botanica*, *Generum Plantarum* και *Species Plantarum*. Το μεγαλύτερό του επίτευγμα ήταν η διωνυμική ονοματολογία με την πρώτη λέξη να αποτελεί το γένος και η δεύτερη το είδος (<https://www.britannica.com>).

Στα τέλη του 19^{ου} με αρχές του 20^{ου} αιώνα με την ανάπτυξη της οργανικής χημείας και την συνθετική παρασκευή φαρμακευτικών ουσιών, η χρήση των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών για θεραπευτικό σκοπό περιορίστηκε σημαντικά (Srivastava, 2018). Ο 20^{ος} αιώνας επίσης σηματοδοτεί την έναρξη της αρωματοθεραπείας, με τον René Maurice Gattefossé, ο οποίος ήταν χημικός. Με ένα ατύχημα που έγινε στο εργαστήριό του, όπου έκαψε το χέρι του και το βύθισε

σε δεξαμενή αιθέριου ελαίου λεβάντας, παρατήρησε πως του απάλυνε τον πόνο. Με τις έρευνές του καθιέρωσε τις θεραπευτικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων. Ακόμα πιο γνωστή έγινε η αρωματοθεραπεία με τον Jean Valnet, ιατρός, ο οποίος χρησιμοποίησε αιθέρια έλαια για την θεραπεία των ασθενών, διευρύνοντας το επάγγελμα της αρωματοθεραπείας (Guidi & Landi, 2014).

A.1.2. Δευτερογενείς μεταβολίτες Αρωματικών - Φαρμακευτικών Φυτών

Τα φυτά βιοσυνθέτουν πολυάριθμες χημικές ουσίες, οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία των δευτερογενών μεταβολιτών. Τα συστατικά αυτά συντίθενται σε εξειδικευμένους ιστούς ή όργανα των φυτών και έχουν σημαντικό ρόλο στις σχέσεις του φυτού με βιοτικούς ή αβιοτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος που αναπτύσσονται. Για παράδειγμα, προστατεύουν τα φυτά που τα παράγουν από φυτοφάγους οργανισμούς και την προσβολή τους από παθογόνους μικροοργανισμούς, προσελκύουν τους επικονιαστές τους για τη γονιμοποίησή τους, ανταγωνίζονται άλλα φυτά στο περιβάλλον που αναπτύσσονται λόγω των αλληλοπαθητικών τους ιδιοτήτων και βοηθούν στην επιβίωσή τους κάτω από αντίξοες συνθήκες. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε αναφορικά με τις πτητικές ενώσεις που παράγουν οι ορχιδέες του γένους *Stanhopea* παρατηρήθηκε ότι το α-πινένιο προσελκύει τα αρσενικά της μέλισσας ορχιδέας (euglossine bee) για επικονίαση. Το αιθέριο έλαιο του πεύκου, που αποτελείται κυρίως από α- και β-πινένιο προστατεύει τα πεύκα του είδους *contorta* από το βλαστοφάγο της πεύκης (*Dendroctonus ponderosae*) (Tucker & DeBaggio, 2009).

Οι σημαντικότερες κατηγορίες δευτερογενών μεταβολιτών που βιοσυνθέτουν τα φυτά είναι τα τερπένια, οι φαινολικές ενώσεις και τα αλκαλοειδή. Αυτά τα συστατικά δεν συντίθενται στον ανθρώπινο οργανισμό ή είναι πολύ ακριβά για να παρασκευαστούν σε εμπορεύσιμες ποσότητες. Τα τερπένια προέρχονται από συνένωση μονάδων ισοπρενίου, τα αλκαλοειδή βιοσυντίθενται κατά κύριο λόγο από αμινοξέα και οι φαινολικές ενώσεις από την οδό του σικιμικού οξέος ή του μαλονικού (Croteau et al., 2000).

Η γεύση των βοτάνων αλλά και η βιοδραστηκότητά τους εξαρτάται από τους δευτερογενείς μεταβολίτες που παράγουν. Η γλυκιά γεύση, μπορεί εκτός από υδατάνθρακες και πρωτεΐνες, να προέρχεται από τερπενοειδή. Τα οργανικά οξέα δίνουν την ξινή γεύση. Η πικρή γεύση μπορεί να

προέρχεται από αλκαλοειδή, τα οποία συνήθως είναι δηλητηριώδη. Σεκο-ιροδοειδή και τερπενοειδή επίσης μπορεί να είναι πικρά. Ενώσεις όπως οι κυανικές έχουν πικάντικη γεύση. Η στυφότητα οφείλεται συνήθως σε φαινολικά συστατικά και κινόνες. Η αίσθηση της δροσιάς (φρεσκάδα) προκαλείται από τη μενθόλη. Προσοχή πρέπει να δοθεί στο ότι, επειδή οι μεταβολίτες των φυτών είναι φυσικά προϊόντα, δεν συνεπάγεται πάντα πως είναι και ακίνδυνα, όπως ο δηλητηριώδης κισσός, ή ενώσεις που περιέχονται στα φύλλα του σύμφυτου και προκαλούν καρκίνο στο ήπαρ (Tucker & DeBaggio, 2009).

A.1.3. Χρήσεις Αρωματικών – Φαρμακευτικών Φυτών

Τα Αρωματικά φυτά, τα οποία είναι επίσης γνωστά και ως βότανα ή καρυκεύματα, χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα, είτε ως παραδοσιακά γιατροσόφια ή ως συντηρητικά σε φαγητά (Christaki et al., 2012) λόγω των αντιοξειδωτικών και των αντιμικροβιακών τους ιδιοτήτων. Βρίσκουν δε ακόμα χρήση ως αρτύματα για τη βελτίωση της γεύσης των τροφών (είτε στην μαγειρική, είτε σε ποτά), στην κοσμετολογία (για αρώματα, κρέμες, σαπούνια, καλλυντικά), παρασκευάζονται εγχύματα, αφεψήματα, σιρόπια, βάμματα και κυκλοφορούν στο εμπόριο ως προϊόντα υγιεινής διατροφής, (βιολειτουργικά τρόφιμα). Στην ιατρική χρησιμοποιούνται ουσίες φυτικής προελεύσεως σε 4 διαφορετικές κατηγορίες φαρμάκων: καρδιαγγειακές (ατροπίνη, διγοξίνη, βαρφαρίνη), ογκολογικές (πακλιταξέλη, βινβλαστίνη, ετοποσίδη), νευρολογικές (σκοπολαμίνη, λεβοντόπα,) και κατασταλτικές πόνου (ασπιρίνη, μορφίνη, μενθόλη) (Athni & Athni, 2019). Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας, περισσότερα από 50.000 είδη φυτών έχουν φαρμακευτική χρήση (<http://www.fao.org>). Επιπλέον, αποτελούν τη βάση μεταποιημένων φυσικών προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, όπως αιθέρια έλαια, ή εκχυλίσματά τους.» (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2017).

Αυξανόμενο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η χρήση Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στις τροφές, που προορίζονται για τη διατροφή των ζώων. Έχει διαπιστωθεί ότι η χρήση τους αυξάνει την παραγωγικότητα και την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Λόγω της αντιμικροβιακής δράσης των συστατικών τους χρησιμοποιούνται στις ζωοτροφές εναλλακτικά των αντιβιοτικών και των ιονοφόρων κοκκιδιοστατικών μετά την απαγόρευσή τους στις

Ευρωπαϊκές χώρες το 2006 και μάλιστα η χρήση τους παρουσιάζει συγκριτικά πλεονεκτήματα. (Christaki et al., 2012).

A.1.4. Καλλιέργεια Αρωματικών - Φαρμακευτικών Φυτών στη χώρα μας

Σύμφωνα με το Στρατηγικό Σχέδιο ανάπτυξης για την καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων η καλλιέργεια των Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών παρουσιάζει αυξητική τάση στη χώρα μας. Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις το 2014 ανέρχονταν σε 23.6 χιλιάδες στρέμματα. Το 2015 με ποσοστιαία αύξηση 32.6% έφτασαν τα 31.3 χιλιάδες στρέμματα. Το 2016 η αύξηση ήταν 12.4% σε 35.1 χιλιάδες στρέμματα. Το 2017 παρατηρήθηκε μεταβολή 51.3% όπου τα στρέμματα αυξήθηκαν σε 53.1 χιλιάδες. Το 2018 τα αρωματικά φυτά αυξήθηκαν κατά 20.6% σε 64,1 χιλιάδες στρέμματα. Τα τελευταία δεδομένα που είναι για το έτος 2019 δείχνουν αύξηση 24.2% και η έκταση όπου καλλιεργούνται να φτάνει τα 79.6 χιλιάδες στρέμματα.

Πίνακας 1: Αριθμός παραγωγών καλλιεργούμενων ΑΦΦ και μέση έκταση ανά παραγωγό για την Ελλάδα (ΟΠΕΚΕΠΕ 2015) (Κάλας, 2018).

Είδος	Αριθμός παραγωγών	Έκταση (Εκτάρια)	Μέσο μέγεθος εκμετάλλευσης ανά παραγωγό
Ρίγανη	1335	1366.99	1.02
Κρόκος	728	390.43	0.54
Τσάι του βουνού	618	305.36	0.49
Λεβάντα	580	628.38	1.08
Μελισσόχορτο	468	96.40	0.21
Γλυκάνισος	312	509.14	1.63
Φασκόμηλο	285	63.72	0.22
Θυμάρι	276	57.88	0.21
Μέντα	247	24.47	0.10
Δενδρολίβανο	246	46.80	0.19
Δυόσμος	188	25.15	0.13
Χαμομήλι	162	81.20	0.50
Κολιάνδρος	153	18.65	0.12
Βασιλικός	123	10.40	0.08

Μάραθο	107	14.26	0.13
Λουίζα	105	16.03	0.15
Σπαθόχορτο	84	21.90	0.26
Μαντζουράνα	78	8.36	0.11
Δίκταμος	66	8.56	0.13
Κρίταμο	45	7.99	0.18
Κάρδαμο	39	1.31	0.03
Φακελωτή	34	18.05	0.53
Σινάπι	33	97.63	2.96
Τσουκνίδα	25	1.62	0.06
Γκί	19	3.65	0.19
Υσσώπος	18	1.13	0.06
Άγρια μέντα	17	2.03	0.12
Κάρι	8	0.32	0.04
Κύμινο	7	0.48	0.07
Γλυκόριζα	4	0.67	0.17
Φασκόμηλο Σκλάρεα	2	0.06	0.03

Στην χώρα μας υπάρχουν πολλά αυτοφυή ή και ενδημικά είδη, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στο περιβάλλον, χωρίς να χρίζουν ιδιαίτερων φροντίδων. Εδάφη που είναι ακαλλιέργητα για χρόνια, μπορούν να αξιοποιηθούν με την καλλιέργεια Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών αρκεί να επιλεγεί το κατάλληλο φυτικό είδος ανάλογα με τη διαθεσιμότητα του νερού (αρδευόμενη – ξερική καλλιέργεια), τη γονιμότητα του εδάφους, το υψόμετρο και τις ιδιαίτερες γενικότερα συνθήκες της περιοχής. Η επιλογή του κατάλληλου φυτού για τις εκάστοτε συνθήκες μπορεί να γίνει, είτε αναζητώντας τις εδαφοκλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη του φυτού σε βιβλιογραφία ή σε σελίδες (π.χ. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων) ή παρατηρώντας το γύρω περιβάλλον για ήδη αυτοφυή είδη. Λόγω των χαμηλών απαιτήσεων σε εξωτερικές εισροές πολλά είδη μπορούν να καλλιεργηθούν σε συνθήκες βιολογικής γεωργίας.

Ένα από τα πρώτα βήματα στην καλλιέργεια των Αρωματικών -Φαρμακευτικών φυτών αποτελεί η επιλογή και εύρεση κατάλληλου και πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού, το οποίο αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα για παραγωγή προϊόντος με επιθυμητά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Επισημαίνεται, ότι παρόλο που η χώρα μας είναι ιδιαίτερα πλούσια σε αυτοφυή είδη Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχαν ποικιλίες εγκεκριμένες στον εθνικό κατάλογο. Η προμήθεια πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού γίνεται από χώρες του εξωτερικού. Η εκπαίδευση και ενημέρωση των παραγωγών είναι

σημαντική για την παραγωγή προϊόντος με συγκεκριμένα ποιοτικά και σταθερά χαρακτηριστικά που θα μπορεί να σταθεί ανταγωνιστικά στη διεθνή αγορά. Πέρα όμως από την οργάνωση της παραγωγής άλλοι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη αφορούν τη δυνατότητα αποθήκευσής και συντήρησής τους καθώς και η εύρεση διαθέσιμης αγοράς. Υπάρχει, περιθώριο για μεγάλη βελτίωση στον συγκεκριμένο τομέα.

A.2. Αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών

Τα αιθέρια έλαια είναι φυσικής προέλευσης μίγματα πολυσύνθετων πτητικών ενώσεων, που προσδίδουν στα φυτά που τα παράγουν χαρακτηριστική οσμή. Ανήκουν στην κατηγορία των φυτικής προέλευσης δευτερογενών μεταβολιτών που βιοσυνθέτουν τα Αρωματικά φυτά. Μπορούν να περιέχουν 20 ή και περισσότερα από 60 διαφορετικά συστατικά που αποτελούνται από τερπένια (μονοτερπένια, σεσκιτερπένια) χαμηλού μοριακού βάρους. Από όλα τα συστατικά, 2 με 3 από αυτά βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις και αποτελούν τα κύρια συστατικά, ενώ τα υπόλοιπα χαρακτηρίζονται ως δευτερεύοντα (Bakkali et al., 2008). Αυτό βέβαια δεν σημαίνει πως οι ιδιότητες οφείλονται αποκλειστικά στα κύρια συστατικά τους. Για παράδειγμα η αντιοξειδωτική δράση σε κάποια αιθέρια έλαια αποδίδεται στη συνεργιστική δράση των κύριων και των δευτερευόντων συστατικών (Khodaei et al., 2021). Τμήματα των φυτών που μπορούν να περιέχουν αιθέρια έλαια είναι τα άνθη, τα φύλλα, οι ρίζες, οι καρποί, οι σπόροι, το ξύλο και ο φλοιός (Dhifí et al., 2016).

Η σύσταση του αιθέριου ελαίου μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάμεσα σε διαφορετικούς πληθυσμούς του ίδιου είδους. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως π.χ. των κλιματικών συνθηκών. Ο χημειότυπος ενός αρωματικού φυτού, υποδηλώνει το επικρατέστερο συστατικό (τερπένιο), καθορίζει την ποιότητά του, την αξία του και την βιοδραστικότητά του. Βασικοί χημειότυποι ορισμένων αρωματικών φαρμακευτικών φυτών με εμπορική σημασία αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 2**):

Πίνακας 2: Χημειότυποι ορισμένων Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών με εμπορική σημασία.

Φυτικό είδος	Χημειότυποι		
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1,8 cineole	Camphor	Verbenone
<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>	Carvacrol	Thymol	Carvacrol/Thymol
<i>Salvia officinalis</i>	1,8 cineole	Camphor	Alpha-thujone
<i>Lavandula angustifolia</i>	Linalyl acetate	Linalool	
<i>Artemisia absinthium</i>	(Z)-epoxy-ocimene	Alpha-thujone	Chrysanthenyl acetate
<i>Dysphania ambrosioides</i>	Ascaridole	Pinocarvone	
<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchone	Estragole	
<i>Laurus nobilis</i>	1,8 cineole		
<i>Levisticum officinale</i>	Beta-phellandrene	Terpinyl acetate	
<i>Thymus vulgaris</i>	Geraniol	Linalool	Alpha-terpineol
<i>Thymbra spicata</i>	Carvacrol	Thymol	
<i>Tanacetum vulgare</i>	Beta-thujone	Camphor	Artemisia ketone
<i>Mentha arvensis</i>	Menthol	Menthyl acetate	
<i>Mentha piperata</i>	Menthone	Menthol	Isomethone
<i>Lavandula officinalis</i>	Geraniol	Linalool	
<i>Pelargonium graveolens</i>	Geraniol	L-citronellol	
<i>Rosa damacena</i>	Geraniol	Rose oxide	
<i>Ocimum basilicum</i>	Chavicol	Linalool	
<i>Cymbopogon winterianus</i>	Citronellal	Citronellol	Geraniol
<i>Carum carvi</i>	Limonene	Carvone	

A.2.1. Σχηματισμός των αιθέριων ελαίων στα φυτά

Τα αιθέρια έλαια των Αρωματικών φυτών σχηματίζονται σε ειδικευμένες εκκριτικές δομές, που βρίσκονται, είτε επιφανειακά του φυτού, είτε εντός των ιστών του. Οι δομές αυτές διακρίνονται σε:

- αδενικές τρίχες,
- ιδιόβλαστα ελαιοκύτταρα,
- ελαιοφόρους εκκριτικούς αγωγούς και
- ελαιοφόρες κοιλότητες.

Τα ιδιόβλαστα ελαιοκύτταρα είναι δομές που απαντώνται στα φύλλα του λεμονόχορτου ή στη ρίζα της βαλεριάνας. Σε φυτά της οικογένειας Umbelliferae, όπως είναι το φινόκιο ή ο άνηθος, το αιθέριο έλαιο σχηματίζεται σε επιμήκεις εκκριτικές κοιλότητες που ονομάζονται εκκριτικοί αγωγοί. Οι εκκριτικές κοιλότητες απαντώνται σε φύλλα και καρπούς της οικογένειας Citrus (πορτοκαλιά, λεμονιά, περγαμόντο) ή στο φλοιό της κομμοφόρου η μύρρα, των δέντρων του γένους μποσγουέλια. Στα φυτά της οικογένειας Lamiaceae (λεβάντα, θυμάρι) το αιθέριο έλαιο βιοσυντίθενται στις αδενικές τρίχες που αποτελούν εξωτερικές εκκριτικές δομές. Τα επιδερμικά κύτταρα διαχέουν αιθέριο έλαιο, το οποίο είναι σε πολύ χαμηλή ποσότητα, διαμέσου του κυτοπλάσματος και του κυτταρικού τοιχώματος προς το εξωτερικό (τριαντάφυλλο και το γιασεμί) (Buckle, 2015).

A.2.2. Μέθοδοι παραλαβής

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων είναι αυτές της απόσταξης, της εκχύλισης και της μηχανικής εκπίεσης. Ποια είναι η καταλληλότερη μέθοδος για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου από ένα είδος αρωματικού φυτού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι το είδος και η ποσότητα των συστατικών που βιοσυνθέτει το φυτό, τα συστατικά του αιθέριου ελαίου που θέλει κανείς να παραλάβει, τα μέρη του φυτού που θα χρησιμοποιηθούν για την απόσταξη, αλλά και οικονομικά κριτήρια. Πρέπει να έχει κανείς υπόψη του ότι κάθε μέθοδος έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

A.2.2.1. Απόσταξη

Υδροαπόσταξη: Το φυτικό υλικό βυθίζεται σε νερό, το οποίο φτάνει στο σημείο βρασμού με τη θερμοκρασία να μην ξεπεράσει τους 100° C. Τα πτητικά συστατικά συμπαρασύρονται με τον ατμό (λόγω του βρασμού) προς τον ψυκτήρα. Εκεί γίνεται η συμπύκνωση (υγροποίηση) και ακολουθεί ο διαχωρισμός του ελαίου από το νερό λόγω διαφοράς ειδικού βάρους. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι το χαμηλό κόστος. Το νερό που παραμένει μετά την απόσταξη, το αποκαλούμενο ανθόνερο, αποτελεί προϊόν πως πώληση. Αρνητικό της μεθόδου αυτής είναι πως αν το έλαιο περιέχει εστέρες, λόγω της υδρόλυσης γίνεται διάσπασή τους. Σε αυτή την περίπτωση επιλέγεται άλλη μέθοδος (Scott, 2005; Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

Απόσταξη με υδρατμούς: Είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την παραλαβή αιθέριων ελαίων. Ζεστός ατμός διοχετεύεται υπό πίεση στο φυτικό υλικό στο το κάτω μέρος του άμβυκα, ο οποίος ανοίγει τις κοιλότητες που περιέχουν το αιθέριο έλαιο και το εξατμίζει, δηλαδή το υλικό δεν έρχεται άμεσα σε επαφή με το νερό. Ο ατμός και το εξατμισμένο αιθέριο έλαιο, υγροποιούνται στον ψυκτήρα και διαχωρίζονται. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής πως η θερμοκρασία του ατμού προσαρμόζεται, αφού εισάγεται με ατμογεννήτρια, οπότε μπορούμε να παραλάβουμε το μέγιστο με την ελάχιστη υποβάθμιση. Άρα παραλαμβάνεται αιθέριο έλαιο καλύτερης ποιότητας συγκριτικά με την προηγούμενη μέθοδο (Scott, 2005; Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

Υδροατμοαπόσταξη: Το φυτικό υλικό τοποθετείται σε πλέγμα σε κάποια απόσταση από το νερό. Το νερό θερμαίνεται και ο ατμός διαχέεται δια μέσου του φυτικού υλικού. Το νερό δεν έρχεται σε επαφή με το φυτικό υλικό και ο ατμός δεν υπερθερμαίνεται. Περιλαμβάνει συνδυαστικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και των δύο προαναφερόμενων μεθόδων (Scott, 2005; Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

Υδροδιάχυση: Αποτελεί μία παραλλαγή της απόσταξης με υδρατμούς με τα πλεονεκτήματα του μικρότερου χρόνου επεξεργασίας, υψηλότερης ποσότητας αιθέριου ελαίου και εξοικονόμησης ατμού. Η διαφορά της μεθόδου αυτής είναι στο ότι ο ατμός εισέρχεται από το πάνω μέρος του δοχείου και περνά από το πλέγμα με το φυτικό υλικό (Scott, 2005; Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

A.2.2.2. Εκχύλιση

Εκχύλιση με διαλύτη: Είναι κατάλληλη μέθοδος για την παραλαβή συστατικών που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε υψηλές θερμοκρασίες (όπως γιασεμί, νάρκισσος, υάκινθος κ.ά) ή υδρολύονται εύκολα. Για την παραλαβή των συστατικών χρησιμοποιούνται κυρίως οργανικοί διαλύτες όπως είναι το εξάνιο, ο πετρελαϊκός αιθέρας, η μεθανόλη, η αιθανόλη. Το έλαιο που παραλαμβάνεται είναι υψηλής συμπύκνωσης και οσμής, πολύ κοντά στην φυσική του μητρικού φυτού. Στην αρωματοθεραπεία μπορεί να μην γίνονταν δεκτά τα αιθέρια έλαια, τα οποία παραλαμβάνονται με αυτή τη μέθοδο, καθώς μπορεί να περιέχουν ρύπους υψηλού σημείου ζέσεως από τον διαλύτη, όπως στην περίπτωση που χρησιμοποιείται βενζόλιο ως οργανικός

διαλύτης. Τα υπολείμματα του εξανίου είναι γενικώς αποδεκτά. Η διαδικασία της εκχύλισης έχει ως εξής. Τα άνθη τοποθετούνται σε ειδικές κατασκευές, όπου γίνεται συνεχής εκχύλιση σε θερμοκρασίες δωματίου με διαλύτη, ο οποίος εισέρχεται στους κυτταρικούς ιστούς και διαλύει διάφορα συστατικά. Το διήθημα παραλαμβάνεται, φιλτράρεται και συμπυκνώνεται, έπειτα από εξάτμιση του διαλύτη. Το συμπύκνωμα, το οποίο είναι ρητίνη (ρητινοειδή) ή σύγκριμα (συνδυασμός κηρωδών συστατικών και αιθέριου ελαίου), αναμιγνύεται με καθαρή αλκοόλη για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου. Η αλκοόλη απορροφά το άρωμα και κατά την εξάτμισή της λαμβάνεται το απόλυτο (absolute) αιθέριο έλαιο. Η μέθοδος αυτή είναι πιο ακριβή από τις υπόλοιπες (Scott, 2005; Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

Εκχύλιση με υπερκρίσιμο CO₂: Σχετικά πρόσφατη μέθοδος με την οποία το αιθέριο έλαιο που παραλαμβάνεται είναι πολύ υψηλής ποιότητας. Το αρνητικό της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος, λόγω της χρήσης υγρού διοξειδίου του άνθρακα ως διαλύτη. Τα υπερκρίσιμα υγρά χρησιμοποιήθηκαν ως εναλλακτικό μέσο των συμβατικών μεθόδων, λόγω κάποιων μειονεκτημάτων τους όπως ο χρόνος προετοιμασίας, η απώλεια πτητικών συστατικών, η χαμηλή αποτελεσματικότητα, η αποδόμηση ακόρεστων ενώσεων, τα τοξικά υπολείμματα από τους διαλύτες. Το διοξείδιο του άνθρακα ανήκει στα πιο κοινά της κατηγορίας των υπερκρίσιμων υγρών λόγω των χαμηλών κρίσιμων συνθηκών (κρίσιμη θερμοκρασία 31° C και κρίσιμη πίεση ελάχιστα παραπάνω από 1000 psi). Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της εκχύλισης δεν έχουμε υποβάθμιση των συστατικών που είναι ευαίσθητα σε υψηλές θερμοκρασίες. Σε υψηλή πίεση υγροποιείται. Δεν υπάρχουν υπολείμματα του διαλύτη στο τελικό προϊόν καθώς το υγρό CO₂ επανέρχεται σε αέριο και εξατμίζεται κάτω από κανονική ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία (Scott, 2005; Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

A.2.2.3. Μηχανική εκπίεση

Είναι η μέθοδος που εφαρμόζεται κυρίως για την παραλαβή ελαίου, από τον φλοιό του καρπού των εσπεριδοειδών και από τους ξηρούς καρπούς. Στο παρελθόν, αυτό γινόταν με τα χέρια, όπου ο φλοιός αφαιρούνταν από το φρούτο και γινόταν η εκπίεσή του σε κάποιον υποδοχέα. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται σήμερα για τους ξηρούς καρπούς είναι όμοιοι με αυτούς των πιεστηρίων των ελαιολιτριβείων. Για τα εσπεριδοειδή σήμερα χρησιμοποιούνται 2 κύριες μέθοδοι. Α) Η μέθοδος Écuelle à riquer, όπου το φρούτο τοποθετείται σε ένα δοχείο που περιστρέφεται

και έχει αιχμές στις άκρες του για να τρυπήσει τα ελαιοφόρα κύτταρα. Το έλαιο μαζί με τον χυμό προχωρούν στο κέντρο της συσκευής και περνούν στην περιοχή της συλλογής. Το έλαιο διαχωρίζεται με μετάγγιση. Β)Μηχανικά αφαιρείται η εξωτερική φλούδα που μεταφέρεται με ροή νερού και περνά σε διαχωριστική φυγόκεντρο. Το πρόβλημα είναι πως τα έλαια μπορούν να υποβαθμιστούν ενζυμικά, καθώς είναι για αρκετή ώρα σε επαφή με τα κυτταρικά περιεχόμενα παρόλο που η διαδικασία του διαχωρισμού είναι σχετικά γρήγορη (Tongnuanchan & Benjakul, 2014).

A.2.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση και την ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου

Η απόδοση, αλλά και η ποιότητα του αιθέριου ελαίου που παράγει ένα Αρωματικό Φυτό δεν εξαρτάται μόνο από το είδος και τη γενετική του σύσταση αλλά και από πολλούς άλλους παράγοντες, όπως είναι η περίοδος συγκομιδής, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, περιβαλλοντικοί (θερμοκρασία, βροχόπτωση, υψόμετρο, ηλιακή ακτινοβολία, η χημεία του εδάφους), το φυτικό όργανο, η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί για την παραλαβή του ελαίου, καθώς και τις συνθήκες αποθήκευσης του υλικού μέχρι την διαδικασία παραλαβής (Grigoriadou et al., 2020; Vaičiulytė et al., 2017; Karousou et al., 2005; Khodaei et al., 2021; Pirbalouti et al., 2013)

Το στρες στα φυτά (π.χ. υδατική καταπόνηση) προκαλεί όπως είναι γνωστό μείωση της ποσότητας και της ποιότητας της παραγωγής στα φυτά. Στα ξηροφυτικά είδη των αρωματικών φυτών οι δυσμενείς συνθήκες μπορεί να επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση σε βιομάζα ενισχύουν όμως την ποσότητα και την ποιότητα του παραγόμενου αιθέριου ελαίου (Pradhan et al., 2017; Thakur & Kumar, 2021). Τα αιθέρια έλαια βοηθούν στην επιβίωση των ξηροφυτικών ειδών κάτω από αντίξοες συνθήκες.

Οι παράγοντες που οδηγούν στην υποβάθμιση του αιθέριου ελαίου κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης είναι το οξυγόνο, η θερμότητα, το φως καθώς και η υγρασία. Για να περιοριστεί, όσο το δυνατόν περισσότερο η αποδόμηση των συστατικών τους, τα αιθέρια έλαια πρέπει να τοποθετούνται σε καλά γεμισμένα, σφιστά κλεισμένα σε δοχεία, χωρίς έκθεση στο ηλιακό φως και μακριά από εστίες θερμότητας. Μικρές ποσότητες μπορούν να αποθηκευτούν σε

σκουρόχρωμα γυάλινα φιαλίδια, ενώ μεγάλες ποσότητες σε δοχεία αλουμινίου ή μεταλλικά βαρέλια λεπτής επένδυσης. Προτείνεται να φυλάσσονται σε δροσερά και ξηρά μέρη, όπως εντός ψυγείου, μερικά όμως σε αυτές τις συνθήκες γίνονται πιο παχύρρευστα οπότε χρειάζονται μια κάποια θέρμανση αργότερα. Πριν την αποθήκευση, πρέπει να γίνει απομάκρυνση οποιαδήποτε παρουσίας νερού, κάτι που γίνεται με την χρήση άνυδρου θεικού νατρίου (Na_2SO_4), ανάδευση του περιεχομένου και φιλτράρισμα. Όσο περισσότερος αέρας υπάρχει εντός των δοχείων, τόσο πιο γρήγορα γίνεται η οξείδωση, οπότε μπορεί να γίνει η αποθήκευσή του ελαίου υπό την παρουσία ενός αδρανούς αερίου, ωστόσο αυτό δεν είναι ιδιαίτερα πρακτικό. Για την καθυστέρηση της οξείδωσης μπορεί να γίνει προσθήκη αντιοξειδωτικού λίγο μετά την παραλαβή του, στην περίπτωση που τα οφέλη είναι μεγαλύτερα του ρίσκου (Tisserand & Young, 2014; Joy, 1998; Najafian, 2014; Rowshan et al., 2013). Γενικά μη ιδανικές συνθήκες αποθήκευσης του αιθέριου ελαίου και η έκθεση στον αέρα είναι λόγοι που υποβαθμίζουν την ποιότητα του αιθέριου ελαίου μετά από παρατεταμένη αποθήκευση.

A.2.4. Ιδιότητες αιθέριων ελαίων

Οι ιδιότητές των αιθέριων ελαίων παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Καθώς συνεχίζονται οι έρευνες αναφορικά με την ταυτοποίηση των συστατικών τους νέες ιδιότητες προστίθενται στις ήδη γνωστές (Pengelly, 2020): Στη συνέχεια αναφέρονται ομαδοποιημένες ορισμένες σημαντικές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων

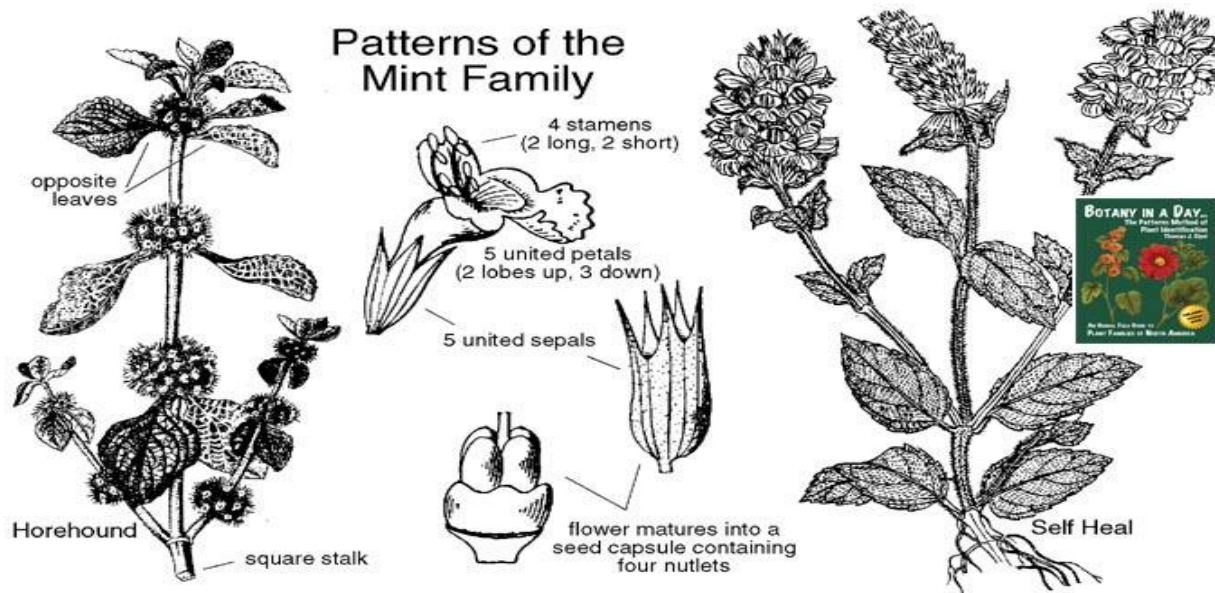
- Διεγερτικές (Υδρογονάνθρακες, οξείδια)
- Αποσυμφορητικές (Υδρογονάνθρακες)
- Αντικές (Υδρογονάνθρακες, αλδεΐδες, σεσκιτερπένια)
- Αντικαρκινικές (Υδρογονάνθρακες)
- Αντιμικροβιακές (Αλκοόλες, φαινόλες, κουμαρίνες)
- Αντισηπτικές (Αλκοόλες)
- Τονωτικές (Αλκοόλες)
- Σπασμολυτικές (Αλκοόλες, αλδεΐδες, αρωματικές αλδεΐδες, εστέρες)
- Αντιφλεγμονώδεις (Σεσκιτερπενικές αλκοόλες, σεσκιτερπένια)
- Αντιαλλεργικές (Σεσκιτερπενικές αλκοόλες)

- Ερεθιστικές (Φαινόλες)
- Ερεθιστικές ανοσοποιητικού (Φαινόλες, σесκιτερπενικές λακτόνες)
- Ηρεμιστικές (Αλδεΐδες, εστέρες)
- Βλεννολυτικές (Κετόνες, σесκιτερπενικές λακτόνες)
- Αναγέννηση κυττάρων (Κετόνες)
- Νευροτοξικές (Κετόνες)
- Αντιμυκητιασικές (Εστέρες)
- Αποχρεμπτικές (Οξείδια)
- Ευαισθητοποίησης σε υπεριώδη ακτινοβολία (Κουμαρίνες)
- Διάλυσης αερίων του στομάχου (Φαινυλοπροπανοειδή)
- Αναισθητικές (Φαινυλοπροπανοειδή)

A.3. Οικογένεια Lamiaceae

Οι κυριότερες οικογένειες φυτών που περιλαμβάνουν είδη τα οποία παράγουν αιθέρια έλαια είναι οι Apiaceae (Umbelliferae), Asteraceae (Compositae), Cupressaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Pinaceae, Poaceae, Rutaceae, Zingiberaceae και Lamiaceae (Labiatae), (Tisserand & Young, 2014). Η οικογένεια Lamiaceae περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό ειδών που αναπτύσσονται σε περιοχές με ξηρό και θερμό κλίμα (Μπαμπαλώνας & Κοκκίνη, 2004). Τα φυτά είναι ετήσια ή πολυετή ποώδη ή φρύγανα, θαμνώδη και σπάνια δένδρα ή αναρριχόμενα (Βαρδαβάκης, 1991). Τα χαρακτηριστικά της οικογένειας αυτής είναι οι τετράγωνοι βλαστοί (Αραμπατζής, 2001), τα φύλλα είναι συνήθως απλά, χωρίς παράφυλλα και φύονται αντίθετα, σταυρωτά ή κατά σπονδύλους. Καλύπτονται από αδένες ή αδενώδεις τρίχες, στις οποίες παράγονται αιθέρια έλαια. Σε αυτά οφείλουν την έντονη οσμή τους. Ο ανθικός τύπος είναι της μορφής $K_{(5)}\Sigma_{(5)}A_4\Gamma_{(2)}$. Τα άνθη διατάσσονται σε μασχαλιαίους σπονδύλους σχηματίζοντας συνήθως διχάσια και επάκρια ως βότρες ή στάχεις. Είναι ερμαφρόδιτα υπάρχουν όμως και φυτά όπου οι στήμονες είναι άγονοι και υποπλασμένοι και τα άνθη λειτουργούν ως θηλυκά. Ο κάλυκας είναι συνήθως δίχειλος, συσσέπαλος και περικλείει τον σωλήνα της στεφάνης. Η στεφάνη είναι συμπέταλη σωληνοειδής, αποτελούμενη από 2 χείλη, άνω και κάτω, βοηθώντας έτσι στην επικονίαση των φυτών με τα έντομα. Οι στήμονες είναι 4, ανισοΰψεις, σχηματίζοντας δύο διαφορετικά ζεύγη σε

μήκος (διδύναμοι). Η ωθήκη είναι επιφυής, αποτελούμενη από 2 καρπόφυλλα. Ο στύλος βρίσκεται στη βάση των καρπόφυλλων και μεταξύ αυτών. Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο, αποτελούμενος από 4 μονόσπερμα κάρνα (Βαρδαβάκης, 1991). Οι αδενικές τρίχες αποτελούνται από τη βάση, μίσχο και την κεφαλή. Ο αριθμός των κυττάρων της κεφαλής αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό χαρακτήρα για τα φυτά της οικογένειας των Lamiaceae.



Εικόνα 1: Χαρακτηριστικά οικογένειας Lamiaceae (<https://www.wildflowers-and-weeds.com>).

A.3.1. Αρωματικά φυτά του Γένους *Satureja*

Το γένος *Satureja* αποτελείται από χαμηλούς, αρωματικούς θάμνους. Τα φύλλα είναι σχεδόν άμισχα, έχουν σφηνοειδή βάση, λειόχειλα, με αδένες. Τα άνθη είναι χρώματος λευκού ή ιώδους, σχεδόν απόδισκα. Οι ταξιανθίες είναι κυματοειδείς ή κεφαλιόμορφες. Ο κάλυκας είναι σωληνοειδής ή καμπανοειδής, 10-13 νεύρων, γυμνός ή τριχωτός στο στόμιο, με 5 ίσους οδόντες (μερικές φορές είναι δυσδιάκριτα δίχειλος). Η στεφάνη είναι δίχειλη με ευθύ σωλήνα, το ανώτερο χείλος επίπεδο και το κατώτερο τρίλοβο. Οι στήμονες είναι 4 σε αριθμό, διδύναμοι, μικρότεροι από τη στεφάνη. Ο στύλος διαιρείται σε σχεδόν ίσους νηματοειδείς λοβούς. Οι καρποί είναι κάρνα, καλύπτονται σχεδόν καθόλου ή με πολύ μικρό χνούδι, είναι ωοειδής ή επιμήκεις (Αραμπατζής, 2001)

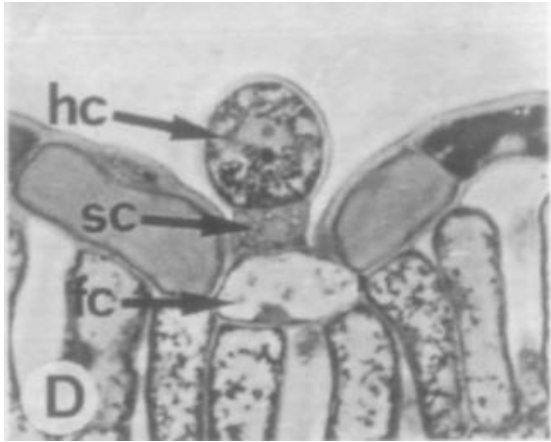
A.3.2. *Satureja thymbra* L. «Σατουρέγια η Θύμβρα, Θρούμπι»



Εικόνα 2: Θάμνος του φυτού *S. thymbra*.

Το είδος αυτό, γνωστό από αρχαιοτάτων χρόνων ως Θύμβρα του Θεόφραστου (Κουτσός, 2006), είναι πολυετής θάμνος (Εικόνα 2) της οικογένειας Lamiaceae. Το ύψος του φτάνει και τα 50 εκατοστά. Τα φύλλα του έχουν μήκος ενός εκατοστού περίπου, σχήμα λογχοειδές, 4 σε αριθμό ανά γόνατο με πολύ κοντά μεσογονάτια διαστήματα (Κουτσός, 2006). Τα άνθη είναι ρόδινα σε σπονδύλους με κάλυκες οξύληκτους και τριχωτούς (<https://www.greekflora.gr>). Είναι αυτόχθονο είδος σε περιοχές όπως η Ελλάδα, η Κύπρος, το Λίβανο, η Συρία, η Λιβύη, η Παλαιστίνη, η Σαρδηνία και η Τουρκία (<https://powo.science.kew.org>). Η ανθοφορία του φυτού ξεκινάει το Μάιο και διαρκεί μέχρι και τον Ιούλιο. Ευδοκίμει σε περιοχές με αρκετή ηλιοφάνεια και σε ξηρά, πετρώδη εδάφη. Είναι ερμαφρόδιτο είδος. Αναπτύσσεται σε αμμώδη, αργιλώδη και πηλώδη εδάφη. Φύεται σε έδαφος που μπορεί να έχει όξινη, βασική ή ουδέτερη αντίδραση (pH), αν και για την καλλιέργειά του προτιμάται το ουδέτερο προς αλκαλικό έδαφος (<https://pfaf.org>). Ο πολλαπλασιασμός του γίνεται είτε με σπόρο, είτε με διαίρεση των φυτών. Απαντάται σε υψόμετρο έως και 1500 μέτρων από τη θάλασσα (Skoula et al., 2005). Αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες έως -5° C, δεν αναπτύσσεται σε σκιερά μέρη και ευδοκίμει σε καλά αποστραγγιζόμενα και ηλιόλουστα εδάφη (<https://www.gardenguide.gr/>). Η καλλιέργειά του γίνεται με φύτευση το φθινόπωρο ή την άνοιξη. Η διαδικασία που ακολουθείται για την

απόκτηση των σποροφύτων και των εφαρμοζόμενων καλλιεργητικών πρακτικών που ακολουθούνται είναι όμοιες με αυτές του θυμαριού (Κουτσός, 2006).



Εικόνα 3: Αδενική τρίχα σε κατά μήκος τομή, που διακρίνονται η κεφαλή, μίσχος και βάση (Bosabalidis, 1990).



Εικόνα 4: Κατά μήκος τομή σε αδενικό λέπι (Bosabalidis, 1990).

Τα υπέργεια μέρη του φυτού φέρουν στην επιφάνειά τους τρίχες, αδενικές και μη. Ο διαχωρισμός τους γίνεται εύκολα με την χρήση του στερεοσκοπίου, στο οποίο τα αδενικά λέπια έχουν την μορφή μικρής κύστης. Στα φύλλα οι αδενικές τρίχες βρίσκονται, τόσο στην πάνω όσο και στην κάτω επιφάνεια. Η παρατήρηση μέσω του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου δείχνει πως οι αδενικές τρίχες και τα αδενικά λέπια, παρουσιάζουν μεγαλύτερη πυκνότητα στα νεαρά φύλλα συγκριτικά με τα μεγαλύτερης ηλικίας. Οι αδενικές τρίχες (Εικόνα 3) αποτελούνται από μονοκύτταρη βάση, μονοκύτταρο μίσχο και μονοκύτταρη κεφαλή και τα αδενικά λέπια (Εικόνα 4) από μονοκύτταρη βάση και μονοκύτταρο μίσχο αλλά πολυκύτταρη κεφαλή (12 κυττάρων εκ των οποίων 4 είναι μικρά και βρίσκονται στο κέντρο και 8 μεγάλα περιφερειακά) που εκκρίνει

αιθέριο έλαιο το οποίο συσσωρεύεται στην άκρη της. Η βάση των τριγών περιβάλλεται από 6 επιδερμικά κύτταρα ενώ των λεπιών από 13-15. Οι αδενικές τρίχες είναι πιο κοντές σε σύγκριση με τα αδενικά λέπια. (Bosabalidis, 1990). Με αδενικές τρίχες. καλύπτονται επίσης και οι βλαστοί (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Βλαστοί του *S. thymbra*.

A.3.3. Απόδοση σε αιθέριο έλαιο και ποιοτική σύσταση

Οι δύο επικρατέστεροι χημειότυποι του αιθέριου ελαίου είναι αυτός της θυμόλης και της καρβακρόλης. Πιο συγκεκριμένα ο παράγοντας που φαίνεται να επηρεάζει ποια από τις δύο αυτές φαινόλες θα επικρατήσει είναι το φυσικό περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται το φυτό. Το υψηλό ποσοστό της καρβακρόλης σχετίζεται με τους ξηρούς θαμνώδεις πληθυσμούς στις πεδιάδες ενώ η υψηλή περιεκτικότητα σε θυμόλη σε ορεινές περιοχές. Το περιβάλλον από το οποίο θα συλλεχθεί επομένως το φυτικό υλικό για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου μπορεί να μας προϊδεάσει για το ποια από τις δύο φαινόλες κυριαρχεί (Karousou et al., 2005). Η περιεκτικότητα της ξηρής δρόγης σε έλαιο από αυτοφυή φυτά φτάνει το ποσοστό του 6.4% (Κουτσός, 2006). Στα φύλλα η ελάχιστη ποσότητα βρέθηκε 3.1% και η μέγιστη 6.9% (Vokou & Margaris, 1986).

Οι Ravid και Putievsky (Ravid & Putievsky, 1983) παρατήρησαν σε φυτά που συλλέχθηκαν τον Απρίλιο η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο ανέρχεται σε ποσοστό 1% (v/w). Τα 18 συστατικά που ταυτοποιήθηκαν αποτελούν το 97% του ελαίου με κύρια το γ-τερπινένιο (45.8%), π-κυμένιο

(12.9%), καρβακρόλη (11.8%) θυμόλη (6.7%), καρνοφυλλένιο (5.3%), α-πινένιο (4.2%), α-τερπινένιο (3.7%) και μυρσένιο (3.3%).

Οι Gören κ.α. (Gören et al., 2004) σε υλικό που συλλέχθηκε τον μήνα Ιούλιο διαπίστωσαν περιεκτικότητα 1.6% και 0.1% (v/w) σε αιθέριο έλαιο στα φύλλα και στους βλαστούς αντίστοιχα. Τα 29 στοιχεία που ταυτοποιήθηκαν αποτελούν το 99.89% των συστατικών του αιθέριου ελαίου στα φύλλα και τα 39 στους βλαστούς το 98.8%. Τα κυριότερα συστατικά στα φύλλα ήταν η καρβακρόλη (40.15%), το γ-τερπινένιο (26.56%), το π-κυμένιο (16.39%) και η θυμόλη (13.16%) ενώ στους βλαστούς η καρβακρόλη (24.31%), το γ-τερπινένιο (22.15%), το π-κυμένιο (17.16%), το οξείδιο του καρνοφυλλενίου (14.56%), η θυμόλη (8.16%) και το β-καρνοφυλλένιο (5.19%).

Οι Καρούσου και οι συνεργάτες της (Karousou et al., 2005) παρατήρησαν σε δείγματα που μελέτησαν σε διάφορα μέρη της Κρήτης, πως τα 4 κύρια συστατικά (γ-τερπινένιο, π-κυμένιο, θυμόλη και καρβακρόλη) του ελαίου κυμαίνονται σε ποσοστό 75.9% με 84.9%. Στα δείγματα αυτά η καρβακρόλη κυμάνθηκε σε ποσοστό από 6-54%, η θυμόλη σε ποσοστό 0.1-66%, το π-κυμένιο από 6-15% και το γ-τερπινένιο από 4-20%.

A.3.4. Καλλιέργεια του *S. thymbra*

A.3.4.1. Απόκτηση σποροφύτων

Τα σπορεία για την φθινοπωρινή καλλιέργεια ετοιμάζονται στο πρώτο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου και της ανοιξιάτικης καλλιέργειας στις αρχές του Μαρτίου σε θερμοκήπιο ή σε ανοιχτό χώρο. Για πιο αποτελεσματικές συνθήκες φυτρώματος μπορεί να προστεθούν 20 κιλά ψιλή ποταμίσις άμμος ή 30 με 40 λίτρα περλίτη και άλλα τόσα τύρφη στο κάθε τετραγωνικό μέτρο. Για να ακολουθήσει η σπορά πρέπει να γίνει καλό ανακάτεμα των προστιθέμενων υλικών και διαβροχή αυτών. Χρησιμοποιούνται 1 με 2 γραμμάρια σπόρου αν τετραγωνικό μέτρο, ο οποίος καλύπτεται ελάχιστα με άμμο ή τύρφη, και ύστερα πατιέται ελαφρά, κατά προτίμηση με μία λεία επιφάνεια. 5 με 6 τ.μ. σπορείου απαιτούνται για κάθε καλλιεργούμενο στρέμμα με γυμνόριζα σπορόφυτα. Γίνονται όλες οι καλλιεργητικές φροντίδες (πότισμα, βοτάνισμα), έως ότου τα φυτά φτάσουν στο σημείο να είναι έτοιμα για την εγκατάστασή τους στον αγρό, αποκτήσουν δηλαδή ύψος των 12 με 15 εκατοστών. Η απόκτηση σποροφύτων μπορεί να γίνει

και σε γλαστράκια. Παραφυάδες του φυτού μπορούν να αξιοποιηθούν ως νέα φυτά για καλλιέργεια (Κουτσός, 2006).

A.3.4.2. Προετοιμασία αγρού

Για την επιτυχία του καλύτερου δυνατού αποτελέσματος στην εγκατάσταση των φυτών στον αγρό, χρειάζεται μια προεργασία του εδάφους. Οι εργασίες οι οποίες λαμβάνουν χώρα για την επιτυχία του επιθυμητού αυτού αποτελέσματος περιλαμβάνουν το σπάσιμο με εδαφοσκίστη, στην περίπτωση που υπάρχει αδιαπέραστο από το νερό βαθύτερο στρώμα εδάφους. Με το όργωμα δημιουργείται καλό πορώδες. Με την αναστροφή και την αναμόχλευση του εδάφους, παραχώνονται τα υπολείμματα πιθανών προηγούμενων καλλιεργειών και καταπολεμούνται τα ζιζάνια. Ο καλλιεργητής μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για σπάσιμο των σβόλων στο έδαφος και να βγάλει στην επιφάνεια ριζώματα ζιζανίων. Μετά το όργωμα ακολουθεί το φρεζάρισμα ή σβάρνισμα για τον ψιλοτεμαχισμό του εδάφους και την ισοπέδωση της επιφάνειας. Η αύξηση της οργανικής ουσίας γίνεται με το παράχωμα των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας και των ζιζανίων. Μπορεί να γίνει επίσης βασική λίπανση. Η οργανική λίπανση μπορεί να γίνει και με χωνεμένη κοπριά (Κουτσός, 2006).

A.3.4.3. Τρόπος καλλιέργειας

Η φύτευση γίνεται σε αποστάσεις των 60-70 εκ. μεταξύ των γραμμών και 25-30 εκ. επί της γραμμής με άμεσο πότισμα. Δεύτερο πότισμα μπορεί να χρειαστεί στην ανοιξιάτικη εγκατάσταση. Επιθυμητός αριθμός φυτών στο στρέμμα είναι της τάξης των 5.500-6000. Η ανάπτυξη των φυταρίων αρχίζει στις 20 ημέρες. Με ένα σκάλισμα όμως επί των γραμμών στις 2 εβδομάδες είναι ταχύτερη. Στο διάστημα της ανάπτυξης εφαρμόζονται σκαλίσματα και βοτανίσματα με σκοπό τον έλεγχο των ζιζανίων. Καλλιεργείται και σε ξερικές συνθήκες, σε άγονα χωράφια, αρκεί να υπάρχει η απαραίτητη υγρασία. Σε τελείως άβροχα καλοκαίρια εφαρμόζονται 3 ποτίσματα. Για την αντιμετώπιση των ζιζανίων εκτός των σκαλισμάτων, γίνεται και με την εδαφοκάλυψη με χρήση πλαστικού. Τα ζιζάνια αποτελούν πρόβλημα μέχρι και το 2^ο έτος της φυτείας (Κουτσός, 2006).

A.3.5. Χρήσεις – Βιολογικές δράσεις

Σε περιγραφές του Διοσκουρίδη αναφέρεται η χρήση του *S. thymbra* από τους αρχαίους Έλληνες για τον αρωματισμό του οίνου και την παρασκευή του γνωστού “Θρυμβίτη οίνου”, ο οποίος σύμφωνα με τις πηγές διέθετε και ισχυρή αφροδισιακή ιδιότητα. Σήμερα χρησιμοποιείται ως άρτυμα στη μαγειρική, καθώς τα φύλλα του έχουν γεύση παρόμοια με του θυμαριού, σε όσπρια, σαλάτες, λαχανικά, ομελέτες, ψάρια, κρεατικά και μαρινάδες. Τα φύλλα και οι βλαστοί χρησιμοποιούνται και ως αφέψημα. Λόγω της αντιμικροβιακής και αντιβακτηριδιακής του δράσης, εφαρμόζεται κατά της διάρροιας, για τον πονόλαιμο, το βήχα, πονόδοντο και πληγές στο στόμα, αλλά και ως απολυμαντικό για διάφορα σκεύη. Το αφέψημα έχει ευεργετικές ιδιότητες στο πεπτικό σύστημα, τη θεραπεία σπασμών του εντέρου, κολικών, της νευρικής δυσπεψίας, της ναυτίας και των αερίων του στομάχου. Έχει αποχρεμπτική δράση και είναι τονωτικό. Σε εξωτερική χρήση έχει εφαρμογή ως αντισηπτικό, ανακουφίζει από τσιμπήματα εντόμων και μπορεί να εφαρμοστεί και σε πληγές (<https://beequene.wordpress.com>). Το αιθέριο έλαιο εφαρμόζεται κατά ρευματικών και αρθρικών πόνων (<https://bambakia.gr>) (<https://beequene.wordpress.com>). Θεωρείται ως φυσικό αφροδισιακό, καταπολεμά τη σεξουαλική ατονία και ανακουφίζει από το στρες και τη νευρικότητα (<https://botanologio.com>). Είναι μελισσοτροφικό φυτό και χρησιμοποιείται για την παρασκευή αρωματικού μελιού. Σε πείραμα ενώ δεν διαπιστώθηκε αντιφλεγμονώδης δράση του ελαίου βρέθηκε το ενδεχόμενο αναλγητικής δράσης σε ποντίκια (Karabay-Yavasoglu et al., 2006).

Σύμφωνα με μελέτες διαθέτει ακόμα αντιοξειδωτική ικανότητα, κυτταροτοξική δράση σε καρκινικές κυτταρικές σειρές (MCF-7, HCT-116) (Khalil et al., 2020), αντική και αντιδιαβητική δράση. Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η περαιτέρω μελέτη της ωοκτόνου, ακαριοκτόνου εντομοκτόνου, εντομοαπωθητικής και ζιζανιοκτόνου δράσης (Tere & Cilikiz, 2016).

Πειραματικά δεδομένα δείχνουν, ότι το αιθέριο έλαιο του *S. thymbra* προκαλεί 100% θνησιμότητα στο άκαρι *Hyalomma marginatum*, σε συγκέντρωση 40 $\mu\text{L/L}$ μετά από 3 ώρες επίδρασης. Σε συγκέντρωση 10-20 $\mu\text{L/L}$, 3 ώρες μετά την επίδραση, η θνησιμότητα ήταν μεγαλύτερη από 96% και έφτασε το 100% μετά από 24 ώρες. Στην μικρότερη συγκέντρωση που δοκιμάστηκε (5 $\mu\text{L/L}$) η θνησιμότητα ήταν 90% μετά από 3 ώρες και έφτασε το 100% μετά από 24 ώρες. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε μετά τη διαπίστωση της ακαρεοκτόνου δράσης που διαθέτει η καρβακρόλη και το γ -τερπινένιο. Ωστόσο έπειτα από 3 ώρες επίδραση με

καρβακρόλη καθαρότητας 97% παρατηρήθηκε, «παράλυση» (κίνηση των άκρων, έπειτα από ενόχληση) μεγαλύτερη από 93% και θνησιμότητα 57% μετά από 24 ώρες επίδρασης. Το γ-τερπινένιο καθαρότητας 97% προκάλεσε πλήρη παράλυση στα 105 λεπτά με 3 ώρες, ενώ η θνησιμότητα ανήλθε στο 87% μετά από 24 ώρες επίδρασης (Cetin et al., 2010).

Εκχυλίσματα του *S. thymbra* χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία στα πατατάκια για την προστασία τους από την οξειδωση. Τα εκχυλίσματα που προστέθηκαν στη συσκευασία, στο λάδι τηγανίσματος ή στο ίδιο το προϊόν, καθυστέρησαν την αλλοίωση του προϊόντος. Η αντιοξειδωτική ιδιότητα διαπιστώθηκε, ότι οφείλεται στις φαινολικές ενώσεις που περιέχονται και εξαρτάται από την συγκέντρωσή τους στη συσκευασία (Choulitoudi et al., 2020).

Σε δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν για τον έλεγχο της αντιβακτηριακής και αντιμυκητιασικής δράσης του αιθέριου ελαίου, που ανήκε στον χημειότυπο της θυμόλης, βρέθηκε η δράση να είναι περισσότερο αποτελεσματική στους μύκητες που δοκιμάστηκαν συγκριτικά με τα βακτήρια. Η ελάχιστη ανασταλτική συγκέντρωση ήταν 0.6-5 $\mu\text{g/mL}$ και η ελάχιστη βακτηριοκτόνος συγκέντρωση 2.5-10 $\mu\text{g/mL}$. Στην περίπτωση των *Listeria monocytogenes* και *Bacillus cereus* διαπιστώθηκε μάλιστα, ότι ήταν πιο αποτελεσματικό συγκριτικά με τη στρεπτομυκίνη. Γενικά ήταν αποτελεσματικό έναντι Gram⁺ θετικών και Gram⁻ αρνητικών βακτηρίων. Ωστόσο υπήρχαν και περιπτώσεις ανθεκτικών στελεχών, όπως στις περιπτώσεις των *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 και *Pseudomonas fluorescens* MU 87. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η δράση οφείλεται κυρίως στην θυμόλη και την καρβακρόλη, αλλά χωρίς να αποκλείεται συνεργιστική δράση με τα υπόλοιπα συστατικά του αιθέριου ελαίου. Λόγω της ανασταλτικής δράσης που παρουσιάζει σε βακτήρια και μύκητες, η χρήση του για τη συντήρηση των τροφίμων παρουσιάζει ενδιαφέρον (Marković et al., 2011).

A.4. Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε ως στόχο

- τη διερεύνηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών ενός αυτοφυούς πληθυσμού του *S. thymbra* που εντοπίστηκε στην περιοχή της Λακωνίας
- τον έλεγχο της διακύμανσης των ποιοτικών χαρακτηριστικών κατά τη διάρκεια των μηνών Μαΐου - Ιουλίου
- τον έλεγχο της επίδρασης των εργαστηριακών συνθηκών αποθήκευσης στο αποξηραμένο φυτικό υλικό.

Όπως είναι γνωστό η ποιότητα ενός αρωματικού φυτού εξαρτάται από την ποσοτική και ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου που παράγει. Για το λόγο αυτό στο πλαίσιο της εργασίας μελετήθηκε απόδοση του *S. thymbra* σε αιθέριο έλαιο και αναλύθηκε με κατάλληλη αναλυτική τεχνική η ποιοτική του σύσταση.

B. Πειραματικό μέρος

B.1. Υλικά και μέθοδοι

Συσκευές - Όργανα

- Αέριο-χρωματογράφος συζευγμένος με φασματογράφο μάζας (GC-MS Simazu)
- Αποστακτική αιθέριου ελαίου τύπου Clevenger
- Ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων
- Αναδευτήρας με δίνη (ZX3 Advanced Vortex Mixer, VELP Scientifica)
- Αυτόματη ρυθμιζόμενη πιπέτα των 5-10 μL
- Αυτόματη ρυθμιζόμενη πιπέτα των 100-1000 μL

Αντιδραστήρια

- Άνυδρο θειικό νάτριο (Na_2SO_4)
- Αιθανόλη $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
- Εξάνιο

Αναλώσιμα

- Ογκομετρικός κύλινδρος 1L
- Προστατευτικά γάντια ανοχής υψηλών θερμοκρασιών
- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Στατώ δοκιμαστικών σωλήνων
- Γυάλινα φιαλίδια με βιδωτό πώμα
- Πιπέτες Pasteur
- Ποτήρια ζέσεως
- Υδροβολέας
- Μικρές πλαστικές σακούλες αεροστεγώς κλεισμένες
- Χαρτοκιβώτια
- Κλαδευτήρι

B.2. Φυτικό υλικό

B.2.1. Συλλογή και προετοιμασία φυτικού υλικού

Ερευνητική αποστολή οργανώθηκε στην περιοχή του Δήμου Μονεμβασιάς για τον εντοπισμό αυτοφυούς πληθυσμού του αρωματικού φυτού *S. thymbra*. Αντιπροσωπευτικό δείγμα του φυτικού υλικού συλλέχθηκε για 2 συνεχόμενες χρονιές, τα έτη 2018, 2019 και συγκεκριμένα τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο. Για τη σύσταση του αντιπροσωπευτικού δείγματος των φυτών, κόπηκαν με κλαδευτήρι στελέχη, από 40 περίπου τυχαία επιλεγμένα φυτά του πληθυσμού σε ύψος περίπου 5-10 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Το φυτικό υλικό μεταφέρθηκε σε δροσερό χώρο με καλό αερισμό και τοποθετήθηκε πάνω σε πάγκους για την φυσική του αποξήρανση. Με την ολοκλήρωση της αποξήρανσης, το φυτικό υλικό τοποθετήθηκε σε χάρτινο κιβώτιο, το οποίο σημάνθηκε για το έτος και τον μήνα συλλογής του. Τα κιβώτια κλείστηκαν και σφραγίστηκαν, ώστε να διατηρηθούν στην καλύτερη δυνατή κατάσταση μέχρι τη χρήση τους. Τα δείγματα παρέμειναν αποθηκευμένα σε σκιερό και δροσερό χώρο καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στην Άρτα, μέχρι την έναρξη των αποστάξεων.

B.2.2. Ταυτοποίηση του είδους

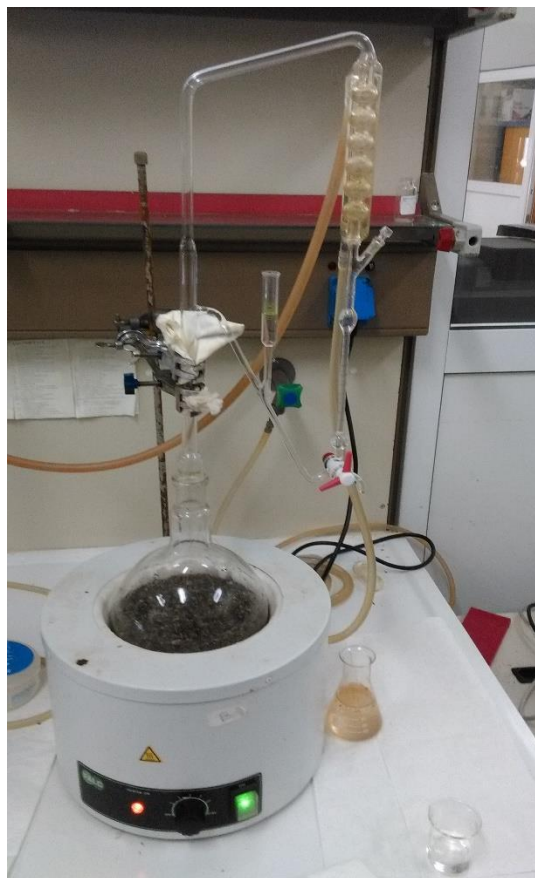
Νωπό φυτικό υλικό στο στάδιο της άνθισης μεταφέρθηκε στο εργαστήριο Αρωματικών – Φαρμακευτικών Φυτών στην Άρτα για την ταυτοποίηση του φυτικού είδους. Τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά παρατηρήθηκαν με τη βοήθεια στερεοσκοπίου, ενώ για τον προσδιορισμό του είδους χρησιμοποιήθηκε κατάλληλη κλείδα (Flora Europaea).

B.3. Υδροαπόσταξη σε συσκευή τύπου Clevenger

B.3.1. Αρχή της μεθόδου

Για την απόσταξη, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υδροαπόσταξης σε συσκευή τύπου Clevenger (Εικόνα 6), η οποία χρησιμοποιείται εργαστηριακά για την μέτρηση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο. Στη μέθοδο αυτή, όπως έχει προαναφερθεί (υποενότητα 2.3.1) το φυτικό υλικό

έρχεται σε επαφή με το νερό, το οποίο φτάνει στο σημείο βρασμού με τη θερμοκρασία να μην ξεπεράσει τους 100° C, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος υποβάθμισης του αιθέριου ελαίου σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Τα πτητικά συστατικά συμπαρασύρονται με τον ατμό (λόγω του βρασμού) προς τον ψυκτήρα. Εκεί γίνεται η συμπύκνωση (υγροποίηση) και ακολουθεί ο διαχωρισμός του ελαίου από το νερό λόγω διαφοράς ειδικού βάρους.



Εικόνα 6: Αποστακτική τύπου Clevenger.

B.3.2. Διαχείριση φυτικού υλικού

Για την απόσταξη χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένα φύλλα και άνθη, τα οποία διαχωρίστηκαν από τους ξυλοποιημένους βλαστούς προσεκτικά. Το φυτικό υλικό ομογενοποιήθηκε, ζυγίστηκε σε ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων και χρησιμοποιήθηκε για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου, η οποία πραγματοποιήθηκε για όλα τα δείγματα τον χειμώνα του 2019.



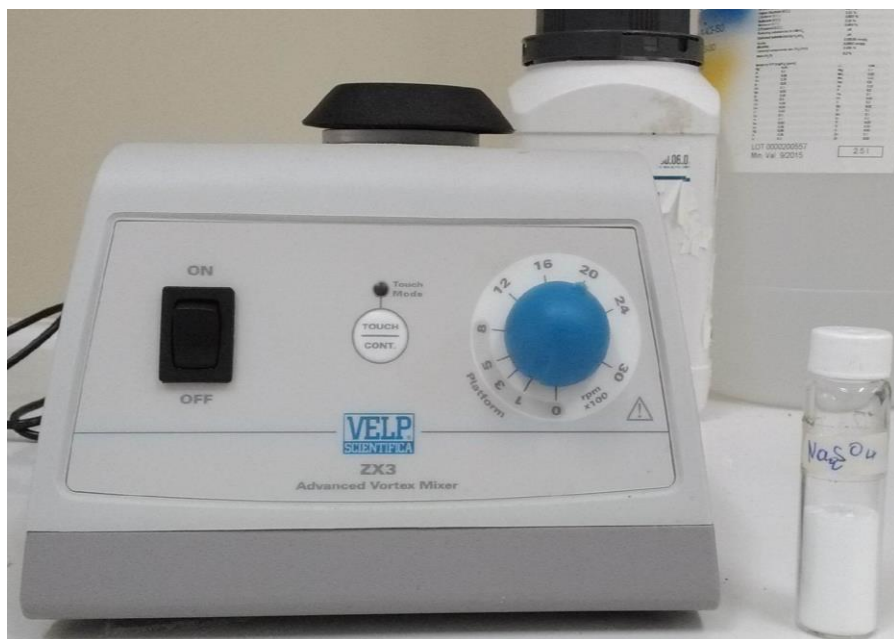
Εικόνα 7: Αποθηκευμένο αποξηραμένο φυτικό υλικό σε διάφανα σακουλάκια.

B.3.3. Διαδικασία

Το αποξηραμένο φυτικό υλικό μεταφέρθηκε σε σφαιρική φιάλη και με ογκομετρικό κύλινδρο προστέθηκε 1L απιονισμένο νερό. Η ογκομετρική φιάλη τοποθετήθηκε στο θερμομανδύα και προσαρμόστηκε η συσκευή υδροαπόσταξης τύπου Clevenger. Η αναλογία απιονισμένου νερού και αποξηραμένο φυτικό υλικό ήταν 1L : 12g για τα δείγματα των μηνών Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου του 2019 και 1L : 20g για τα δείγματα Μαΐου, Ιουνίου και Ιουλίου του 2018. Η διάρκεια της κάθε απόσταξης ήταν 2 ώρες.

Με την ολοκλήρωση της απόσταξης η μέτρηση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο έγινε στο διαβαθμισμένο σωλήνα της αποστακτικής. Το αιθέριο έλαιο τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα. Για να αφαιρεθεί η υγρασία στο δοκιμαστικό σωλήνα με το αιθέριο έλαιο προστέθηκε μία μικρή ποσότητα Na_2SO_4 (άνυδρου θειικού νατρίου) και ακολούθησε ανάδευση σε vortex. Στη συνέχεια το αιθέριο έλαιο τοποθετήθηκε σε γυάλινο φιαλίδιο με βιδωτό πώμα και αποθηκεύτηκε στους 4 °C μέχρι να αναλυθεί.

Για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις και στη συνέχεια υπολογίστηκε η εκατοστιαία απόδοση σε mL (mL αιθέριου ελαίου ανά 100 g ξηρού βάρους φυτικού ιστού).



Εικόνα 8: Αναδευτήρας με δίνη (ZX3 Advanced Vortex Mixer, Velp Scientifica).

B.4. Προσδιορισμός ποιοτικής σύστασης του αιθέριου ελαίου

Για τον προσδιορισμό της ποιοτικής σύστασης του αιθέριου ελαίου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αέριου χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματογραφία μάζας (GC-MS). Η ανάλυση του αιθέριου ελαίου πραγματοποιήθηκε στη Μονάδα Ελέγχου Βιοδραστικότητας και Χαρακτηρισμού Βιομορίων που ανήκει στα Ερευνητικά Δίκτυα του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Για την ανάλυση προετοιμάστηκε διάλυμα αιθέριου ελαίου σε εξάνιο 1:200. Στον εισαγωγέα του χρωματογράφου εισήχθη 1 μL του διαλύματος. Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε το He με ροή 1 mL/min. Η στήλη χρωματογραφίας ήταν Mega 5-MS. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το παρακάτω θερμοκρασιακό πρόγραμμα: 60°-110° C με ρυθμό 3° C min⁻¹, 110° C ισόθερμα για 10 min, 110°-150° C με ρυθμό 3° C min⁻¹, 150°-280°C με ρυθμό 30° C min⁻¹, 280°C ισόθερμα για 5 min (Yfanti et al., 2021). Η σάρωση έγινε για μάζες m/z από 50 έως 550. Η ταυτοποίηση των συστατικών πραγματοποιήθηκε με τη σύγκριση των φασμάτων μάζας με τα φάσματα μάζας της βιβλιοθήκης NIST MS και τη σύγκριση των δεικτών κατακράτησης (R.I) με τους δείκτες Kovats (Kovats Retention Index) για αντίστοιχη στήλη και βιβλιογραφικά δεδομένα.

B.5. Στατιστική ανάλυση

Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο χρησιμοποιήθηκε απλή ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA). Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο LSD για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

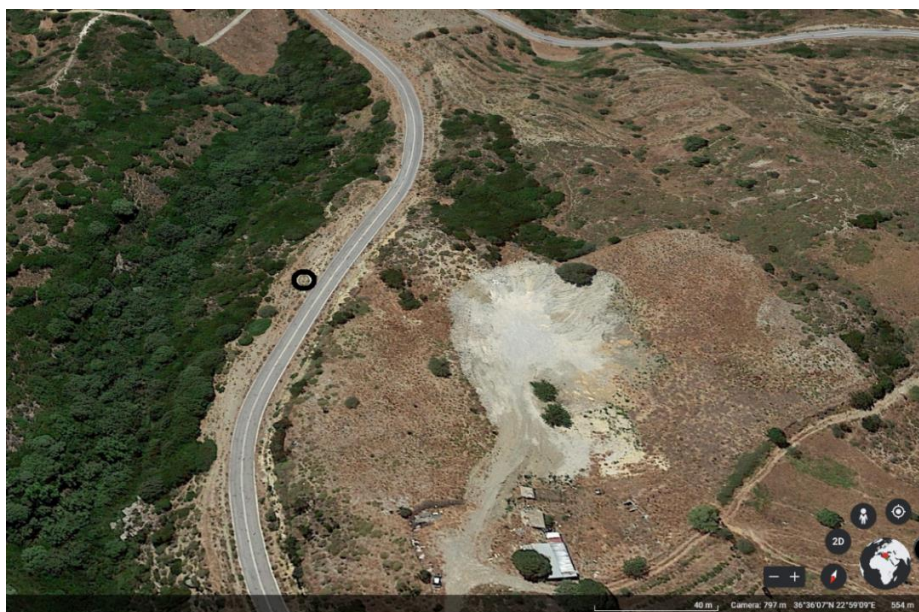
Γ. Αποτελέσματα

Γ.1. Περιοχή συλλογής

Η συλλογή του φυτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας (Εικόνα 9) πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Λακωνίας, κοντά στον οικισμό Ελληνικό ή Κουλέντια (Εικόνα 10), που ανήκει στον δήμο Μονεμβασίας, σε υψόμετρο περίπου 550m.



Εικόνα 9: Περιοχή συλλογής φυτικού υλικού.



Εικόνα 10: Περιοχή συλλογής φυτικού υλικού από Google Earth.

Γ.2. Ταυτοποίηση φυτικού είδους

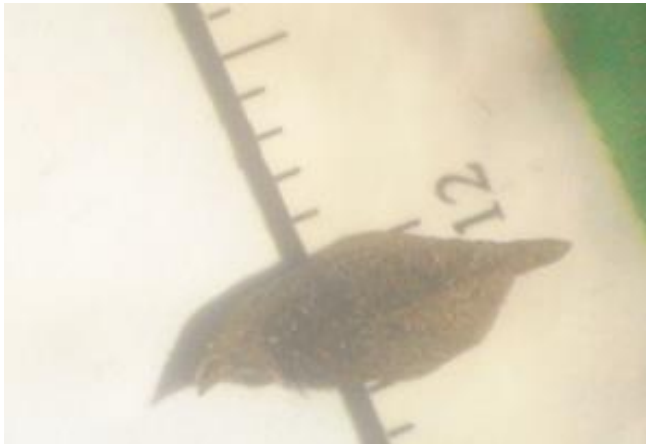
Η ταυτοποίηση του είδους βασίστηκε σε μορφολογικά χαρακτηριστικά και πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη Flora Europaea. Το συγκεκριμένο είδος προσδιορίστηκε και διαπιστώθηκε, ότι ανήκει στο γένος *Satureja* και το είδος *thymbra* L. Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 11 - 15) περιγράφονται τα χαρακτηριστικά τα οποία επέτρεψαν την ταυτοποίηση του είδους.



Εικόνα 11: Κάλυκας ακτινόμορφος με πέντε ισομήκεις οδόντες.



Εικόνα 12: Στεφάνη 8-12mm, λευκή ή ιώδης.



Εικόνα 13: Φύλλα (5-)7-20 x (1-)2-9 mm, επιμήκη προς αντωσειδή, οξυκόρυφα.





Εικόνα 14: Κάλυκας 4-7 mm. Ευθύς σωλήνας του κάλυκα, σπάνια κυρτός, με 10(-13) νευρώσεις και συχνά τριχωτός στο λαιμό.



Εικόνα 15: Άνθη απόδισκα ή σχεδόν απόδισκα, σε σχεδόν σφαιρικούς, πολυανθείς ψευδοσπονδύλους (3-6 ή περισσότεροι, σχηματίζουν επάκρια, χαλαρή, επιμήκη ταξιανθία).



Γ.3. Απόδοση αιθέριου ελαίου

Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο του αποξηραμένου φυτικού υλικού για τις δύο χρονιές δειγματοληψίας, αναφέρεται στα παρακάτω γραφήματα (Γράφημα 1-2).

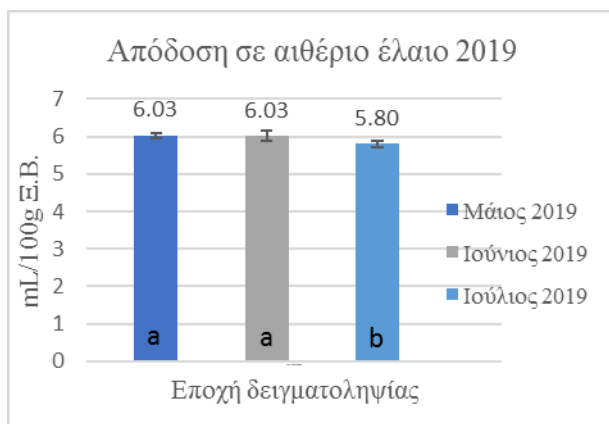
Γ.3.1. Δειγματοληψία 2018

Αναφορικά με την απόδοση σε αιθέριο έλαιο παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 5% (Απονα $p= 0.000$) στο αποξηραμένο φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον πρώτο χρόνο δειγματοληψίας (Γράφημα 2). Μεγαλύτερη απόδοση παρατηρήθηκε τον μήνα Μάιο ($5.35 \pm 0.07\%$) συγκριτικά με την απόδοση του φυτικού υλικού που συλλέχθηκε τον Ιούνιο ($4.53 \pm 0.15\%$) και τον Ιούλιο ($4.23 \pm 0.07\%$). (LSD, $p=0.000$).

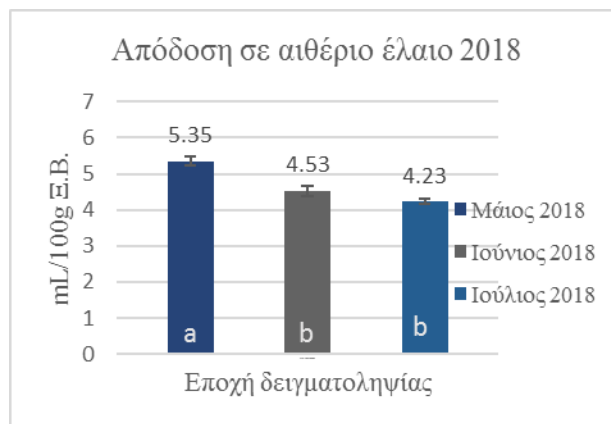
Γ.3.2. Δειγματοληψία 2019

Τον δεύτερο χρόνο δειγματοληψίας δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά αναφορικά με την απόδοση σε αιθέριο έλαιο του φυτικού υλικού που συλλέχθηκε τους μήνες

Μάιο ($6.03 \pm 0.07\%$) και Ιούνιο ($6.03 \pm 0.04\%$). Στατιστικώς σημαντικά μικρότερη απόδοση σε αιθέριο έλαιο παρατηρήθηκε τον Ιούλιο ($5.80 \pm 0.08\%$).



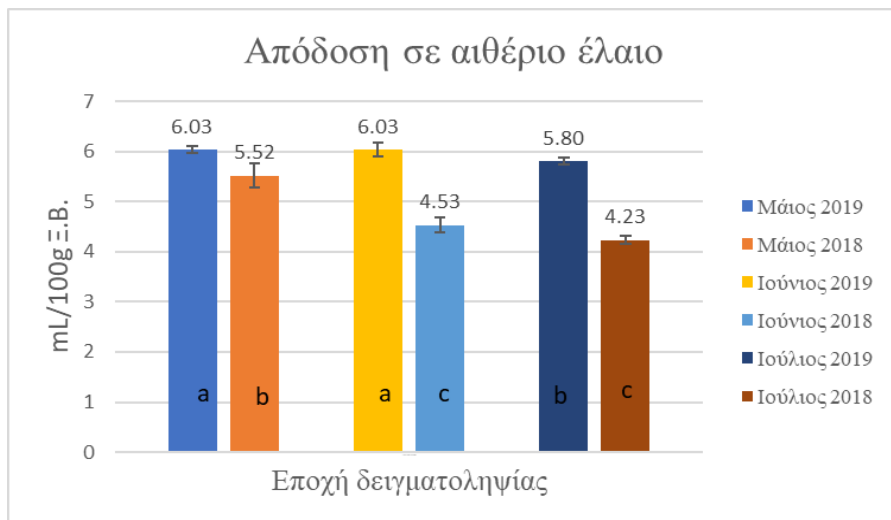
Γράφημα 1: Απόδοση σε αιθέριο έλαιο του αποξηραμένου φυτικού υλικού που συλλέχθηκε τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο του 2019.



Γράφημα 2: Απόδοση σε αιθέριο έλαιο του αποξηραμένου φυτικού υλικού που συλλέχθηκε τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο του 2018.

Γ.3.3. Συγκριτικά αποτελέσματα της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο

Στο παρακάτω γράφημα (Γράφημα 3) αναφέρονται τα συγκριτικά αποτελέσματα της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο για το φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο του 2018 και 2019. Μεγαλύτερη απόδοση παρατηρήθηκε στο φυτικό υλικό που συλλέχθηκε και αποστάχθηκε το 2019. Η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική (Απονο $p=0.000$) συγκριτικά με το 2018 για όλους τους μήνες δειγματοληψίας (LSD, $p<0.050$).



Γράφημα 3: Συγκριτικά αποτελέσματα των αποδόσεων σε αιθέριο έλαιο για τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο 2018, 2019.

Γ.4. Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου

Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 3-8) αναφέρονται τα ταυτοποιημένα συστατικά του αιθέριου ελαίου που περιέχονται σε ποσοστό μεγαλύτερο από 1% στο αιθέριο έλαιο, ο χρόνος κατακράτησης (RT) και η εκατοστιαία αναλογία τους (ποσοστό %). Στα γραφήματα (Γράφημα 4-9) παρουσιάζονται τα ταυτοποιημένα συστατικά ανάλογα με την συνεισφορά τους στο αιθέριο έλαιο.

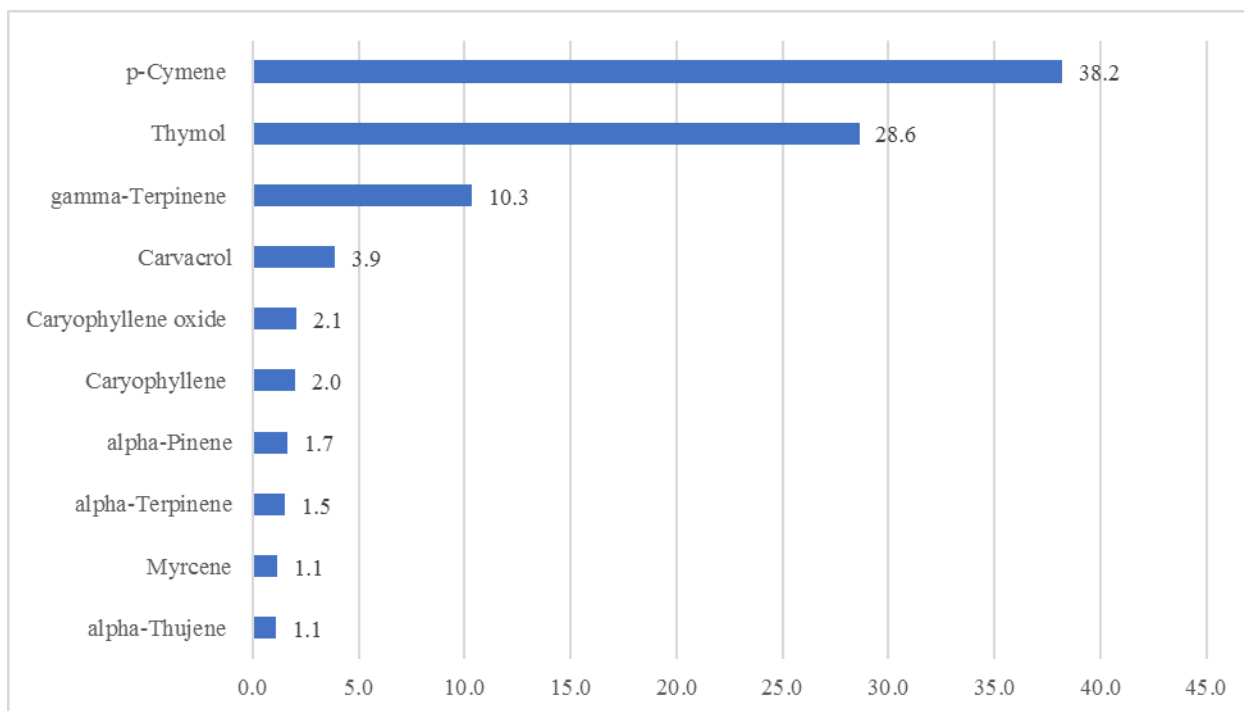
Γ.4.1. Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου δειγματοληψιών 2018

Μάιος 2018

Στο αιθέριο έλαιο που παραλήφθηκε από το αποξηραμένο υλικό ταυτοποιήθηκαν 10 συστατικά. Τα ταυτοποιημένα συστατικά αποτελούν το 90.52% των συστατικών του αιθέριου ελαίου. Κύριο συστατικό αποτελεί το p-Cymene με ποσοστό 38.2% και ακολουθεί το συστατικό Thymol με ποσοστό 28.6 %.

Πίνακας 3: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Μάιο του 2018.

A/A	RT	Συστατικό	Ποσοστό %
1	5.88	alpha-Thujene	1.09
2	6.118	alpha-Pinene	1.65
3	7.753	Myrcene	1.13
4	8.781	alpha-Terpinene	1.52
5	9.107	p-Cymene	38.22
6	10.331	gamma-Terpinene	10.33
7	21.267	Thymol	28.63
8	21.784	Carvacrol	3.87
9	31.208	Caryophyllene	2.02
10	40.605	Caryophyllene oxide	2.06
Σύνολο ταυτοποιημένων συστατικών			90.52
Monoterpene hydrocarbons			53.9
Oxygenated monoterpenes			32.5
Sesquiterpene hydrocarbons			2.0
Oxygenated sesquiterpenes			2.1
Monoterpenes			86.4
Sesquiterpenes			4.1



Γράφημα 4: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Μάιο του 2018.

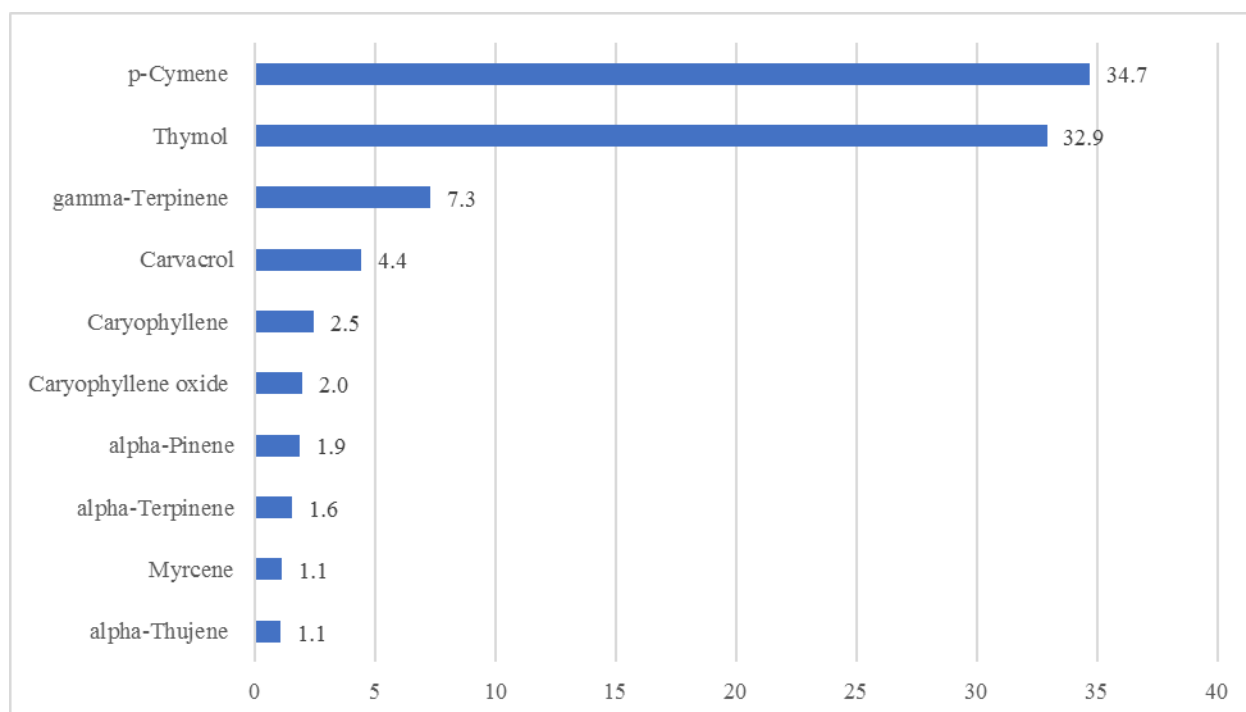
Ιούνιος 2018

Στο αιθέριο έλαιο που παραλήφθηκε από το αποξηραμένο φυτικό υλικό ταυτοποιήθηκαν 10 συστατικά. Τα ταυτοποιημένα συστατικά αποτελούν το 89.4% των συστατικών του αιθέριου ελαίου. Κύριο συστατικό αποτελεί το p-Cymene με ποσοστό 34.7% και ακολουθεί το συστατικό Thymol με ποσοστό 32.9%.

Πίνακας 4: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου αρωματικού φυτού *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2018.

A/A	RT	Συστατικό	Ποσοστό %
1	5.879	alpha-Thujene	1.08
2	6.117	alpha-Pinene	1.85
3	7.751	Myrcene	1.12
4	8.781	alpha-Terpinene	1.56
5	9.104	p-Cymene	34.71
6	10.329	gamma-Terpinene	7.32
7	21.276	Thymol	32.92
8	21.784	Carvacrol	4.4
9	31.213	Caryophyllene	2.47
10	40.604	Caryophyllene oxide	1.97

Σύνολο ταυτοποιημένων συστατικών	89.4
Monoterpene hydrocarbons	47.6
Oxygenated monoterpenes	37.3
Sesquiterpene hydrocarbons	2.5
Oxygenated sesquiterpenes	2.0
Monoterpenes	85.0
Sesquiterpenes	4.4



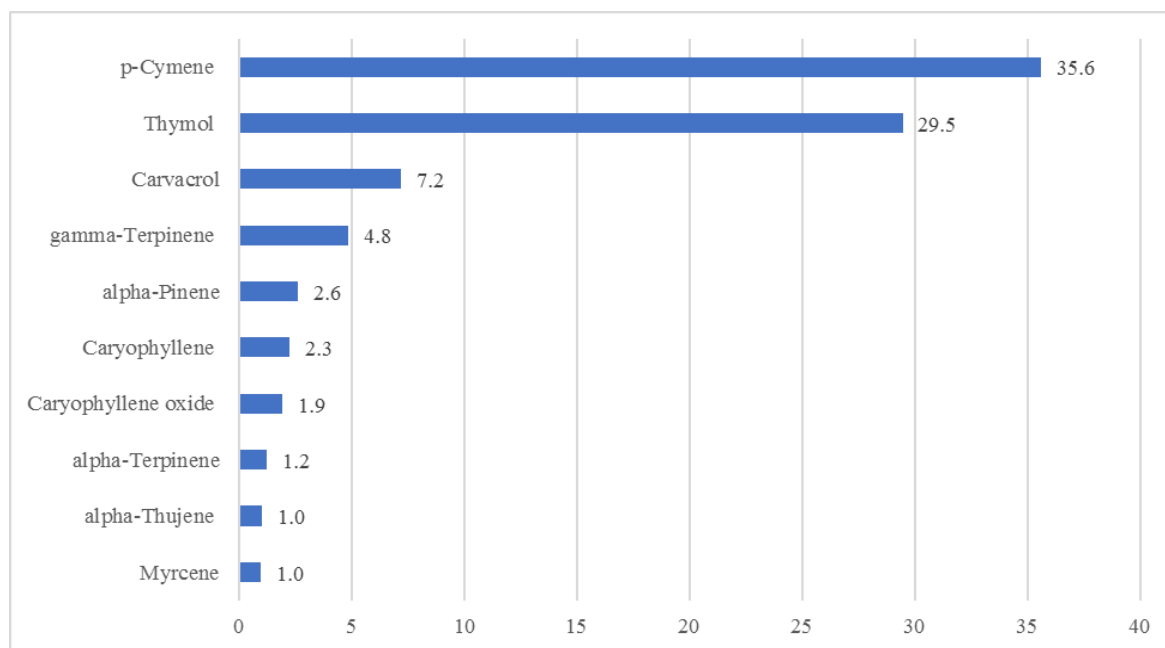
Γράφημα 5: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2018.

Ιούλιος 2018

Στο αιθέριο έλαιο που παραλήφθηκε από το αποξηραμένο υλικό ταυτοποιήθηκαν 10 συστατικά. Τα ταυτοποιημένα συστατικά αποτελούν το 87.09% των συστατικών του αιθέριου ελαίου, τα οποία ταξινομήθηκαν ανάλογα με την ποιοτική τους σύσταση σε αυτό. Κύριο συστατικό το p-Cymene με ποσοστό 35.6% και ακολουθεί το συστατικό Thymol με ποσοστό 29.5%.

Πίνακας 5: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου αρωματικού φυτού *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2018.

A/A	RT	Συστατικό	Ποσοστό %
1	5.88	alpha-Thujene	0.99
2	6.118	alpha-Pinene	2.62
3	7.752	Myrcene	0.98
4	8.783	alpha-Terpinene	1.24
5	9.106	p-Cymene	35.59
6	10.33	gamma-Terpinene	4.82
7	21.269	Thymol	29.47
8	21.792	Carvacrol	7.19
9	31.211	Caryophyllene	2.25
10	40.604	Caryophyllene oxide	1.94
Σύνολο ταυτοποιημένων συστατικών			87.09
Monoterpene hydrocarbons			46.2
Oxygenated monoterpenes			36.7
Sesquiterpene hydrocarbons			2.3
Oxygenated sesquiterpenes			1.9
Monoterpenes			82.9
Sesquiterpenes			4.2



Γράφημα 6: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2018.

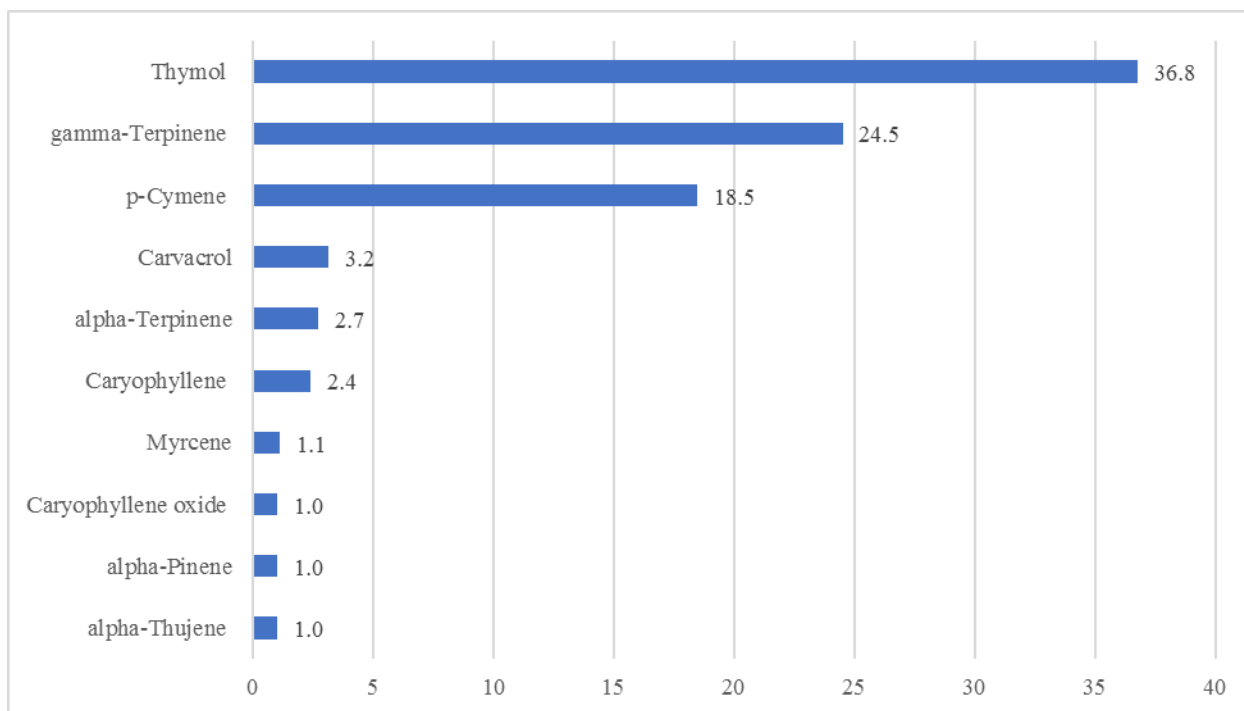
Γ.4.2. Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου δειγματοληψιών 2019

Μάιος 2019

Στο αιθέριο έλαιο που παραλήφθηκε από το αποξηραμένο υλικό ταυτοποιήθηκαν 10 συστατικά. Τα ταυτοποιημένα συστατικά αποτελούν το 92.28% των συστατικών του αιθέριου ελαίου, τα οποία ταξινομήθηκαν ανάλογα με την ποιοτική τους σύσταση σε αυτό. Κύριο συστατικό η θυμόλη με ποσοστό 36.8% και ακολουθούν το gamma-Terpinene με ποσοστό 24.5% και το p-Cymene με 18.5%.

Πίνακας 6: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Μάιο 2019.

A/A	RT	Συστατικό	Ποσοστό %
1	5.881	alpha-Thujene	1.02
2	6.118	alpha-Pinene	1.02
3	7.753	Myrcene	1.12
4	8.782	alpha-Terpinene	2.7
5	9.099	p-Cymene	18.48
6	10.338	gamma-Terpinene	24.52
7	21.279	Thymol	36.79
8	21.787	Carvacrol	3.17
9	31.213	Caryophyllene	2.42
10	40.604	Caryophyllene oxide	1.04
Σύνολο ταυτοποιημένων συστατικών			92.28
Monoterpene hydrocarbons			48.9
Oxygenated monoterpenes			40.0
Sesquiterpene hydrocarbons			2.4
Oxygenated sesquiterpenes			1.0
Monoterpenes			88.8
Sesquiterpenes			3.5



Γράφημα 7: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Μάιο του 2019.

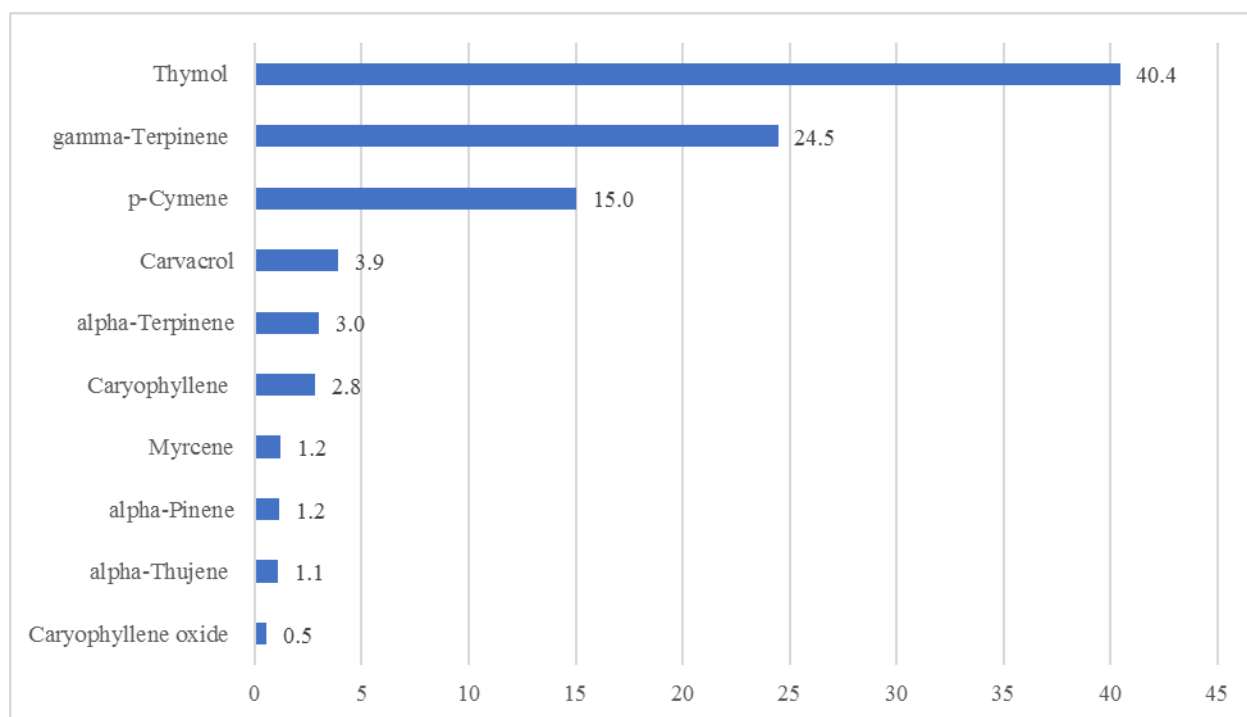
Ιούνιος 2019

Στο αιθέριο έλαιο που παραλήφθηκε από το αποξηραμένο υλικό ταυτοποιήθηκαν 10 συστατικά. Τα ταυτοποιημένα συστατικά αποτελούν το 93.66% των συστατικών του αιθέριου ελαίου, τα οποία ταξινομήθηκαν ανάλογα με την ποιοτική τους σύσταση σε αυτό. Κύριο συστατικό η θυμόλη με ποσοστό 40.4% και ακολουθούν το gamma-Terpinene με ποσοστό 24.5% και το p-Cymene με 15%.

Πίνακας 7: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2019.

A/A	RT	Συστατικό	Ποσοστό %
1	5.879	alpha-Thujene	1.07
2	6.117	alpha-Pinene	1.17
3	7.751	Myrcene	1.21
4	8.781	alpha-Terpinene	3.02
5	9.096	p-Cymene	15.02
6	10.337	gamma-Terpinene	24.46
7	21.284	Thymol	40.44

8	21.789	Carvacrol	3.91
9	31.205	Caryophyllene	2.82
10	40.602	Caryophyllene oxide	0.54
Σύνολο ταυτοποιημένων συστατικών			93.66
Monoterpene hydrocarbons			46.0
Oxygenated monoterpenes			44.4
Sesquiterpene hydrocarbons			2.8
Oxygenated sesquiterpenes			0.5
Monoterpenes			90.3
Sesquiterpenes			3.4



Γράφημα 8: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από το φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούνιο του 2019.

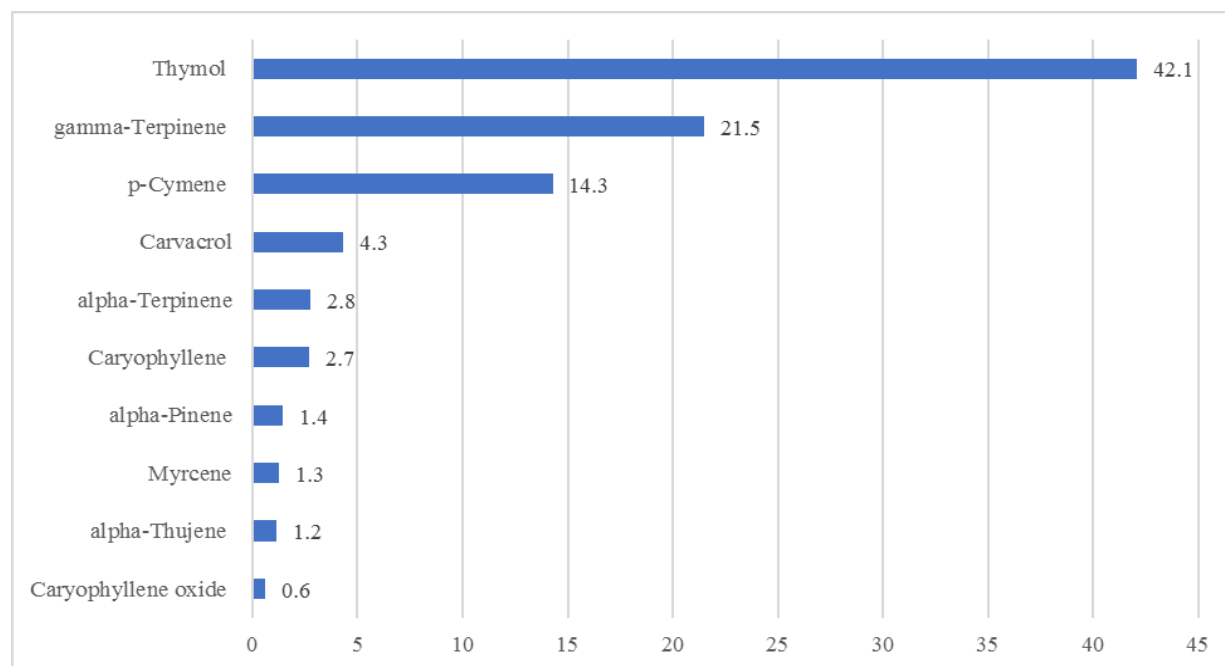
Ιούλιος 2019

Στο αιθέριο έλαιο που παραλήφθηκε από το αποξηραμένο υλικό ταυτοποιήθηκαν 10 συστατικά. Τα ταυτοποιημένα συστατικά αποτελούν το 92.06% των συστατικών του αιθέριου ελαίου, τα οποία ταξινομήθηκαν ανάλογα με την ποιοτική τους σύσταση σε αυτό. Κύριο συστατικό η

θυμόλη με ποσοστό 42.1% και ακολουθούν το gamma-Terpinene με ποσοστό 21.5% και το p-Cymene με 14.3%.

Πίνακας 8: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου του *S. thymbra* L. που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2019.

A/A	RT	Συστατικό	Ποσοστό %
1	5.88	alpha-Thujene	1.15
2	6.118	alpha-Pinene	1.42
3	7.751	Myrcene	1.25
4	8.78	alpha-Terpinene	2.76
5	9.097	p-Cymene	14.29
6	10.335	gamma-Terpinene	21.51
7	21.288	Thymol	42.09
8	21.784	Carvacrol	4.31
9	31.207	Caryophyllene	2.7
10	40.602	Caryophyllene oxide	0.58
Σύνολο ταυτοποιημένων συστατικών			92.06
Monoterpene hydrocarbons			42.4
Oxygenated monoterpenes			46.4
Sesquiterpene hydrocarbons			2.7
Oxygenated sesquiterpenes			0.6
Monoterpenes			88.8
Sesquiterpenes			3.3



Γράφημα 9: Ταξινόμηση των συστατικών του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε από το φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2019.

Δ. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Μεγάλος αριθμός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών απαντώνται ως αυτοφυή στον ελλαδικό χώρο. Αυτό οφείλεται στον συνδυασμό της ποικιλομορφίας του εδάφους και του κλίματος της χώρας μας, το οποίο χαρακτηρίζεται ως Μεσογειακό. Απαρτίζεται δηλαδή, από ήπιους χειμώνες με αρκετές βροχοπτώσεις μακρά και άνυδρα καλοκαίρια με έντονη ηλιακή ακτινοβολία, χωρίς αυτό να σημαίνει, ότι απουσιάζουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Τα αυτοφυή είδη είναι ανθεκτικά και προσαρμοσμένα στις εκάστοτε συνθήκες της περιοχής που φύονται. Το *S. thymbra*, το οποίο ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae*, όπως και τα περισσότερα είδη της οικογένειας αυτής, είναι ξηροφυτικό και απαντάται σε φρυγανικά οικοσυστήματα. Λόγω της ικανότητάς του να αναπτύσσεται σε ποικίλα εδάφη και ιδιαίτερα σε άγονα και πετρώδη, αλλά και λόγω των χαμηλών του απαιτήσεων σε εξωτερικές εισροές και καλλιεργητικές φροντίδες, το χαμηλό κόστος καλλιέργειας και την υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο με ενδιαφέρουσα ποιοτική σύσταση, η καλλιέργειά του παρουσιάζει ενδιαφέρον.

Σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα η περιεκτικότητα του *S. thymbra* σε αιθέριο έλαιο μπορεί να κυμαίνεται από λιγότερο του 0.1% έως 8% (Vokou & Margaris, 1986), ανάλογα με το φυτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την απόσταξη και το χρόνο συλλογής του. Στη χώρα μας και συγκεκριμένα αυτοφυές φυτικό υλικό που συλλέχθηκε στην περιοχή της Κρήτης διαπιστώθηκε, ότι διαθέτει υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέριο (4.8–7.3% v/w). Ως κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου έχουν αναφερθεί οι δύο τερπενικές φαινόλες Θυμόλη ή/και Καρβακρόλη. Σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα των Skoula & Grayer (2005) η περιεκτικότητα σε καρβακρόλη κυμαίνεται σε ποσοστό 3.2-44%, σε Θυμόλη 0.3- 35.5%, ενώ τα γ - terpinene και p-Cymene περιέχονται σε ποσοστό 25.5-27%.6 και 10.4-11.9% αντίστοιχα. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από τους Karousou et al. (2005) έδειξαν, ότι στα χαμηλότερα υψόμετρα επικρατεί ο χημειότυπος της Καρβακρόλης, η περιεκτικότητά της οποίας μπορεί να φτάσει και το 75.7%, ενώ σε περιοχές με υψηλότερο υψόμετρο επικρατεί η Θυμόλη (65.6%).

Αναφορικά με τον αυτοφυή πληθυσμό του *S. thymbra* που εντοπίστηκε σε υψόμετρο 550 m, σε περιοχή του Δήμου Μονεμβασιάς και μελετήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής διατριβής διαπιστώθηκε, ότι η απόδοση σε αιθέριο έλαιο κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα. Συγκεκριμένα ανήλθε σε ποσοστό 6.03% στο φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Μάιο και τον Ιούνιο. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν τα βιβλιογραφικά δεδομένα, τα οποία αναφέρουν, ότι η απόδοση φύλλων και ανθέων σε αιθέριο έλαιο φτάνει το 6.8% τον Μάιο στην περιοχή της

Αττικής (Vokou & Margaris, 1986). Λίγο μικρότερο ποσοστό σε αιθέριο έλαιο (5.8%) διαπιστώθηκε στο φυτικό υλικό που συλλέχθηκε τον Ιούλιο του 2019, καθώς και στα δείγματα που συλλέχθηκαν το 2018, αποθηκεύτηκαν και αποστάχθηκαν την ίδια εποχή με τα δείγματα του 2019. Στα δείγματα του 2018 παρατηρήθηκε μία μείωση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο, η οποία κυμάνθηκε από 0.7 έως 1.6%. Αυτό εκτός των άλλων, μπορεί να οφείλεται στο γεγονός, ότι κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε συνθήκες δωματίου και ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες κατά τους οποίους σημειώνονται υψηλές θερμοκρασίες, ορισμένα πτητικά συστατικά απομακρύνονται. Κάτι ανάλογο έχει διαπιστωθεί και για το φυτικό υλικό του *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, το οποίο διατηρήθηκε σε παρόμοιες συνθήκες για ανάλογο χρονικό διάστημα (Υφαντή κ.ά., 2019). Σε μελέτη, που πραγματοποιήθηκε με ένα άλλο είδος Θρούμπι, το *Satureja horvati* ssp *macrophylla*, διαπιστώθηκε με την αναλυτική τεχνική της αέριο-χρωματογραφίας – φασματογραφίας μάζας (GC-MS), ότι μετά από 10 min επώασης στους 40 °C απομακρύνονται κυρίως τα μικρότερου μοριακού βάρους τερπενικά μόρια, τα οποία αποτελούν συστατικά του αιθέριου ελαίου (Yfanti et al., 2015). Όσον αφορά την ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου από τα αποτελέσματα της ανάλυσης (GC-MS) φαίνεται, ότι από τις δύο τερπενικές φαινόλες η Θυμόλη είναι αυτή που επικρατεί σε όλα τα δείγματα. Στα δείγματα που συλλέχθηκαν το 2019 η Θυμόλη περιέχεται σε μεγαλύτερο ποσοστό (36.8–42.1%). Στα δείγματα του 2018 τα επίπεδα της Θυμόλης ήταν λίγο μειωμένα (28.6-32.9%), όπως και τα επίπεδα του g- terpinene (4.8-10.3%), ενώ αντίθετα παρατηρήθηκε αύξηση στο ποσοστό του p-cymene (34.7-38.2%). Σημειώνεται ότι τα συστατικά g- terpinene και p-cymene αποτελούν πρόδρομες ενώσεις βιοσύνθεσης της Θυμόλης και της Καρβακρόλης. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι οι συνθήκες αποθήκευσης του φυτικού υλικού επηρέασαν εκτός από την απόδοση και την ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου που παραλήφθηκε.

Συμπερασματικά ο πληθυσμός του *S. thymbra* που μελετήθηκε ανήκει στο χημειότυπο της Θυμόλης και η απόδοσή σε αιθέριο έλαιο χαρακτηρίζεται ως υψηλή. Οι συνθήκες και ο χρόνος αποθήκευσης του αποξηραμένου φυτικού υλικού φαίνεται ότι επηρεάζουν την ποιότητά του, δηλαδή την περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και την ποιοτική του σύσταση. Η αξιοποίηση των αυτοφυών πληθυσμών και της πλούσιας βιοποικιλότητας που διαθέτει η χώρα μας με σκοπό την παραγωγή πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού με εμπορικά επιθυμητά χαρακτηριστικά, που θα εξασφαλίζει στους καλλιεργητές την παραγωγή προϊόντων με σταθερά ποιοτικά

χαρακτηριστικά παρουσιάζει σήμερα ιδιαίτερο ενδιαφέρον στον τομέα των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών.

E. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αραμπατζής Θ.Ι. (2001). Θάμνοι και δέντρα στην Ελλάδα (Δεύτερος Τόμος), Οικολογική Κίνηση Δράμας, Δράμα.
- Βαρδαβάκης Μ. (1991). Συστηματική βοτανική: κρυπτόγυμα – σπερματοφύτα, Εκδόσεις Δ.Κ. Σαλονικίδης, Θεσσαλονίκη.
- Κάλφας Η. (2018). Αρωματικά Φυτά. Αμερικάνικη Γεωργική Σχολή, Θεσσαλονίκη.
- Κουτσός Β.Θ. (2006). Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Μπαμπαλώνας Δ., Κοκκίνη Σ. (2004). Συστηματική βοτανική Φυλογενετική - Φαινετική προσέγγιση της ταξινόμησης των φυτικών οργανισμών, Εκδόσεις Αιβάζη, Θεσσαλονίκη.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (2017). Στρατηγικό Σχέδιο ανάπτυξης για την καλλιέργεια, επεξεργασία και εμπορία των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών στην Ελλάδα.
- Υφαντή Π., Δούμα Δ., Ζήσης Κ., Αντωνιάδου Α., Λενέτη Ε. (2019). Συνεισφορά φύλλων και ανθέων στην απόδοση του *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* σε αιθέριο έλαιο – Απώλειες κατά την αποθήκευση. 29^ο Επιστημονικό Συνέδριο ΕΕΕΟ, Πάτρα 15-18.
- Alamgir A.N.M. (2017). Therapeutic Use of Medicinal Plants and Their Extracts: Volume 1, Springer International Publishing AG.
- Aliotta G., Pollio A. (1994). Useful plants in renal therapy according to Pliny the Elder, American journal of nephrology, 14, 399-411.
- Athni T.S., Athni S.S. (2019) The Evolution of Modern Medicine: Garden to Pill Box. In: Joshee N., Dhekney S., Parajuli P. (eds) Medicinal Plants. Springer, Cham.
- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. (2008). Biological effects of essential oils-a review. Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 46, 446–475.
- Bosabalidis A.M. (1990). Glandular trichomes in *Satureja thymbra* leaves, Annals of Botany, 65, 71-78.
- Buckle J. (2015). Clinical aromatherapy: essential oils in healthcare, St. Louis, MO: Elsevier (?)

- Cetin H., Cilek J.E., Oz E., Aydin L., Deveci O., Yanikoglu A. (2010). Acaricidal activity of *Satureja thymbra* L. essential oil and its major components, carvacrol and gamma-terpinene against adult *Hyalomma marginatum* (Acari: Ixodidae), *Veterinary Parasitology*, 170, 287-90.
- Choulitoudi, E., Velliopoulou, A., Tsimogiannis, D., Oreopoulou V. (2020). Effect of active packaging with *Satureja thymbra* extracts on the oxidative stability of fried potato chips, *Food Packaging and Shelf Life*, 23, 100455.
- Christaki E., Bonos E., Giannenas I., Florou-Paneri P. (2012). Aromatic Plants as a source of bioactive compounds, *Agriculture*, 2, 228-243.
- Cragg G.M., Newman, D.J. (2013). Natural products: a continuing source of novel drug leads. *Biochimica et biophysica acta*, 1830, 3670–3695.
- Croteau R., Kutchan T.M., Lewis N.G. (2000). Natural products (Secondary metabolites), *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, 1250-1318.
- Dhifi W., Bellili S., Jazi S., Bahloul N., Mnif W. (2016). Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 3, 25.
- Giannenas I., Sidiropoulou E., Bonos E., Christaki E., Florou-Paneri P. (2020). The history of herbs, medicinal and aromatic plants, and their extracts, *Feed Additives Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*, 1-18.
- Gören A.C., Topçu G., Bilsel G., Bilsel M., Wilkinson J.M., Cavanagh H. (2004). Analysis of essential oil of *Satureja thymbra* by hydrodistillation, thermal desorber, and headspace GC/MS techniques and its antimicrobial activity, *Natural product research*, 18, 189–195.
- Grigoriadou K., Krigas N., Lazari D., Maloupa E. (2020). Sustainable use of Mediterranean medicinal-aromatic plants, *Feed Additives Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*, 57-74.
- Guidi L., Landi M. (2014). Aromatic plants: Use and nutraceutical properties, *Novel Plant Bioresources: Applications in Food, Medicine and Cosmetics*, 305-345.
- Inoue M., Craker L. (2014). Medicinal and Aromatic Plants—Uses and Functions, *Plants for People and Places*, Volume 2, 645.

- Jamshidi-kia F., Lorigooini Z., Amini-Khoei H. (2018). Medicinal plants: Past history and future perspective, *Journal of HerbMed Pharmacology*, 7, 1-7.
- Jones S.F.A. (1996). Herbs – useful plants. Their role in history and today. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 8, 1227-1231.
- Joy P.P. (1998). *Aromatic Plants*.
- Karabay–Yavasoglu N.U., Baykan S., Ozturk B., Apaydin S., Tuglular I. (2006). Evaluation of the Antinociceptive and Anti-inflammatory Activities of *Satureja thymbra* L. Essential Oil, *Pharmaceutical Biology*, 44, 585-591.
- Karousou R., Koureas D.N., 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, 2668-73.
- Kelly K. (2009). *Early Civilizations: Prehistoric Times to 500 C.E., Facts on File*.
- Khalil N., El-Jalel L., Yousif M., Gonaid M. (2020). Altitude impact on the chemical profile and biological activities of *Satureja thymbra* L. essential oil, *BMC Complementary Medicine and Therapies* 20, 186.
- Khodaei N., Nguyen M.M., Mdimagh A., Bayen S., Karboune S. (2021). Compositional diversity and antioxidant properties of essential oils: Predictive models, *LWT – Food Science and Technology*, 138, 110684.
- Marković T., Chatzopoulou P., Siljegović J., Nikolic M., Glamočlija J., Ćirić A., Soković M. (2011). Chemical analysis and antimicrobial activities of the essential oils of *Satureja thymbra* L. and *Thymbra spicata* L. and their main components, *Archives of Biological Sciences*, 63, 457-464.
- Najafian S. (2014). Storage conditions affect the essential oil composition of cultivated Balm Mint Herb (Lamiaceae) in Iran, *Industrial Crops and Products*, 52, 575-581.
- Natnoo S.A. (2014). Research Article Flora: A source of traditional medicine in Jammu and Kashmir with special reference to Chenab Valley, *International Journal of Recent Scientific Research*, 5, 2286-2288

- Pengelly A. (2020). The Constituents of Medicinal Plants An Introduction to the Chemistry and Therapeutics of Herbal Medicines.
- Petrovska B.B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage, *Pharmacognosy reviews*, 6, 1-5.
- Pirbalouti A.G., Hashemi M., Ghahfarokhi F.T. (2013). Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated *Thymus daenensis* Celak and *Thymus Vulgaris* L., *Industrial Crops and Products*, 48, 43-48.
- Pradhan J., Sahoo S.K., Lalotra S., Sarma R.S. (2017). Positive impact of abiotic stress on medicinal and aromatic plants, *International Journal of Plants Sciences*, 12, 309-313.
- Ravid U., Putievsky E. (1983). Constituents of Essential Oils from *Majorana syriaca*, *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra*, *Planta medica* 49, 248-249.
- Rowshan V., Bahmanzadegan A., Saharkhiz M.J. (2013). Influence of storage conditions on the essential oil composition of *Thymus daenensis* Celak, *Industrial Crops and Products*, 49, 97-101.
- Scott R.P.W. (2005). Essential oils, *Encyclopedia of Analytical Science (Second Edition)*, 554-561.
- Skoula M., Grayer R.J., Kite G.C. (2005). Surface flavonoids in *Satureja thymbra* and *Satureja spinosa* (Lamiaceae), *Biochemical Systematics and Ecology*, 33, 541-544.
- Skoula M., Grayer R.J. (2005). Volatile oils of *Coridothymus capitatus*, *Satureja thymbra*, *Satureja spinosa* and *Thymbra calostachya* (Lamiaceae) from Crete, *Flavour and Fragrance Journal*, 20, 573-576.
- Smith R.L., Cohen S.M., Doull J., Feron V.J., Goodman J.I., Marnett L.J., Portoghese P.S., Waddell W.J., Wagner B.M., Hall R.L., Higley N.A., Lucas-Gavin C., Adams T.B. (2005). A procedure for the safety evaluation of natural flavor complexes used as ingredients in food: essential oils, *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 43, 345–363.
- Srivastava A.K. (2018). Significance of medicinal plants in human life, *Synthesis of Medicinal Agents from Plants*, 1-14.

- Tepe B., Cilkiz M. (2016). A pharmacological and phytochemical overview on *Satureja*, *Pharmaceutical biology*, 54, 375–412.
- Thakur M., Kumar R. (2021). Microclimatic buffering on medicinal and aromatic plants: A review, *Industrial Crops and Products*, 160, 113144.
- Tisserand R., Young R. (2014). *Essential Oil Safety Second Edition*, Churchill Livingstone Elsevier.
- Tongnuanchan P., Benjakul S. (2014). Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation, *Journal of food science*, 79, R1231–R1249.
- Tucker A.O., DeBaggio T. (2009). *The Encyclopedia of herbs*, Timber Press, Portland, London.
- Vaičiulytė V., Ložienė K., Taraškevičius R., Butkienė R. (2017). Variation of essential oil composition of *Thymus pulegioides* in relation to soil chemistry, *Industrial Crops and Products*, 95, 422-433.
- Vokou D., Margaris N.S. (1986). Variation of Volatile Oil Concentration of Mediterranean Aromatic Shrubs *Thymus capitatus* Hoffmag et Link, *Satureja thymbra* L., *Teucrium polium* L. and *Rosmarinus officinalis*, *International Journal of Biometeorology*, 30, 147-155.
- Yfanti P., Batistatou A., Manos G., Lekka M.E. (2015). The Aromatic Plant *Satureja horvatii* ssp. *macrophylla* Induces Apoptosis and Cell Death to the A549 Cancer Cell Line. *American Journal of Plant Sciences*, 6, 2092-2103.

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2016>

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2017>

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2018>

<https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/2019>

<https://www.britannica.com/biography/Carolus-Linnaeus/Classification-by-natural-characters>

<http://www.fao.org/3/aa010e/AA010e02.htm>

<https://www.greekflora.gr/el/flowers/2954/Satureja-thymbra>

<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:457833-1>

<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Satureja+thymbra>

<https://www.gardenguide.gr/θρούμπι-satureja-thymbra/>

<https://beeaqueen.wordpress.com/2018/07/01/σατουρεγια-η-θυμβρα-satureja-thymbra/>

<https://botanologio.com/summer-savory-satureia-thymbra/>

https://www.wildflowers-and-weeds.com/Plant_Families/Lamiaceae.htm

Z. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Descriptives

VAR00002

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1,00	3	6.0300	.12767	.07371	5.7128	6.3472	5.92	6.17
2,00	3	6.0273	.24018	.13867	5.4307	6.6240	5.75	6.17
3,00	3	5.8033	.13204	.07623	5.4753	6.1313	5.66	5.92
4,00	3	5.3533	.12702	.07333	5.0378	5.6689	5.28	5.50
5,00	3	4.5333	.25166	.14530	3.9082	5.1585	4.30	4.80
6,00	3	4.2333	.12583	.07265	3.9208	4.5459	4.10	4.35
Total	18	5.3301	.74708	.17609	4.9586	5.7016	4.10	6.17

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.115	5	1.823	58.578	.000
Within Groups	.373	12	.031		
Total	9.488	17			

Multiple Comparisons

Dependent
LSD

Variable:

VAR00002

(I) VAR00001	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
				Lower Bound	Upper Bound	
1,00	2,00	.00267	.14404	.986	-.3112	.3165
	3,00	.22667	.14404	.142	-.0872	.5405
	4,00	.67667*	.14404	.001	.3628	.9905
	5,00	1.49667*	.14404	.000	1.1828	1.8105
	6,00	1.79667*	.14404	.000	1.4828	2.1105
2,00	1,00	-.00267	.14404	.986	-.3165	.3112
	3,00	.22400	.14404	.146	-.0898	.5378
	4,00	.67400*	.14404	.001	.3602	.9878
	5,00	1.49400*	.14404	.000	1.1802	1.8078
	6,00	1.79400*	.14404	.000	1.4802	2.1078
3,00	1,00	-.22667	.14404	.142	-.5405	.0872
	2,00	-.22400	.14404	.146	-.5378	.0898
	4,00	.45000*	.14404	.009	.1362	.7638
	5,00	1.27000*	.14404	.000	.9562	1.5838
	6,00	1.57000*	.14404	.000	1.2562	1.8838
4,00	1,00	-.67667*	.14404	.001	-.9905	-.3628
	2,00	-.67400*	.14404	.001	-.9878	-.3602
	3,00	-.45000*	.14404	.009	-.7638	-.1362
	5,00	.82000*	.14404	.000	.5062	1.1338
	6,00	1.12000*	.14404	.000	.8062	1.4338
5,00	1,00	-1.49667*	.14404	.000	-1.8105	-1.1828
	2,00	-1.49400*	.14404	.000	-1.8078	-1.1802
	3,00	-1.27000*	.14404	.000	-1.5838	-.9562
	4,00	-.82000*	.14404	.000	-1.1338	-.5062
	6,00	.30000	.14404	.059	-.0138	.6138
6,00	1,00	-1.79667*	.14404	.000	-2.1105	-1.4828
	2,00	-1.79400*	.14404	.000	-2.1078	-1.4802
	3,00	-1.57000*	.14404	.000	-1.8838	-1.2562
	4,00	-1.12000*	.14404	.000	-1.4338	-.8062
	5,00	-.30000	.14404	.059	-.6138	.0138

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.