



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**ΔΠΜΣ: ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ – ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΖΩΪΚΗ ΚΑΙ
ΦΥΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ/ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ: «ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΥΤΟΦΥΟΥΣ
ΦΥΤΟΥ *Calamintha nepeta* ΣΤΗΝ ΗΠΕΙΡΟ»**

ΚΟΤΣΑΡΙΝΗ ΛΑΜΠΡΙΝΗ ΤΕΡΕΖΑ

ΑΡΤΑ 2020



UNIVERSITY OF IOANNINA

Qualitative investigation of the wild grown plant species

***Calamintha nepeta* derived from the region of Epirus**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Ιωάννινα, -10-2020

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Ελένη Λενέτη,

Αναπληρώτρια καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

2. Μέλος Επιτροπής

Γεώργιος Καπότης,

Καθηγητής του τμήματος Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Πατρών

3. Μέλος Επιτροπής

Χαράλαμπος Καριπίδης,

Καθηγητής του τμήματος Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς την κυρία **Λενέτη Ελένη** που ήταν η επιβλέπουσα της μελέτης αυτής που με ενέπνευσε και μου χάρισε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με το παρόν θέμα και έδειξε εμπιστοσύνη στο πρόσωπό μου.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

Τον κύριο **Μάνο Γεώργιο** για τις επιστημονικές του υποδείξεις και τις συμβουλές του πάνω στο θέμα.

Την κυρία **Υφαντή Παρασκευή** (Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό) για τη βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές της στη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους καθώς και για τη στήριξή της κατά τη συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας.

Τον κύριο **Ζήση Κωνσταντίνο** (Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό) για τη βοήθεια στη συλλογή του φυτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία και για τις υποδείξεις του στο πειραματικό μέρος της.

Τέλος, την οικογένειά μου για την υποστήριξη που έλαβα καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία με τίτλο «ποιοτική διερεύνηση του αυτοφυούς φυτού *Calamintha nepeta* από την Ήπειρο» σχεδιάστηκε και ολοκληρώθηκε στο τμήμα Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων υπό την επίβλεψη της αναπληρώτριας καθηγήτριας Ελένης Λενέτη. Στο πλαίσιο της μελέτης εντοπίστηκαν και εξετάστηκαν αυτοφυείς πληθυσμοί του αρωματικού φυτού *C. nepeta* της οικογένειας *Lamiaceae* από την περιοχή της Ηπείρου. Αντιπροσωπευτικά δείγματα των φυτών στο στάδιο της άνθισης μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, όπου πραγματοποιήθηκε η ταυτοποίηση του είδους. Για τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό του παραγόμενου αιθέριου ελαίου συλλέχθηκε φυτικό υλικό από τις δύο περιοχές δειγματοληψίας στο στάδιο της άνθισης. Η δειγματοληψία επαναλήφθηκε μετά από 2 μήνες. Το φυτικό υλικό μεταφέρθηκε στο εργαστήριο, αποξηράνθηκε σε συνθήκες δωματίου με καλό αερισμό και αποθηκεύτηκε σε χάρτινη συσκευασία μέχρι την απόσταξή του.

Το αιθέριο έλαιο παραλήφθηκε από το αποξηραμένο φυτικό υλικό με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης σε συσκευή τύπου Clevenger, ενώ η τεχνική της αέριο – χρωματογραφίας (CG-MS) σε συνδυασμό με φασματοσκοπία μάζας χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της ποιοτικής του σύστασης.

Διαπιστώθηκε πως η απόδοση του αιθέριου ελαίου των αυτοφυών πληθυσμών στο στάδιο της πλήρους άνθισης κυμάνθηκε μεταξύ 1,8% και 2,2%. Αναφορικά με τα αποτελέσματα της αέριο – χρωματογραφικής ανάλυσης (CG-MS) στο αιθέριο έλαιο ταυτοποιήθηκαν 12 συστατικά στα οποία επικρατούν τα οξυγονωμένα μονοτεπένια (90-93%). Η Μενθόνη ήταν το κύριο συστατικό σε όλα τα δείγματα του αιθέριου (34% - 62%). Η Πουλεγκόνη περιέχεται σε σημαντικό ποσοστό στο στάδιο της άνθισης (26% - 32%) και μειώνεται μέχρι τις αρχές του χειμώνα σημαντικά (2%), ενώ αντίθετα η περιεκτικότητα σε Πιπερετόνη από 10 % στο στάδιο της άνθισης αυξάνει σε 23% .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης οι αυτοφυείς πληθυσμοί στην περιοχή που μελετήθηκε χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο το οποίο ανήκει στο χημειότυπο της Μενθόνης. Περαιτέρω διερεύνηση των αυτοφυών πληθυσμών του *C. nepeta* παρουσιάζει ενδιαφέρον

Abstract

In the present study, wild grown populations of the aromatic plant *Calamintha nepeta* from the region of Epirus that belongs to the family of Lamiaceae, were found. Representative samples of the plant species were collected from two sampling areas, at the flowering stage and two months after anthesis. The plant species was identified at the Laboratory of Aromatic and Pharmaceutical plants, in the Department of Agriculture of Ioannina University.

The essential oil was obtained by the air dried plant material with hydrodistillation using a Clevenger type apparatus, while the essential oil was analysed by gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS).

It was found that the yield of essential oil ranged between 1,8% and 2,2% at the full flowering stage. According to the results of the chromatographic analysis, 12 volatile compounds were identified in the essential oil, among which the oxygenated monoterpenes dominated (90-93%). Menthone was the major component in all the samples (34%-62%). Pulegone was abundant during flowering stage (26%-32%) in October and significantly decreased at the beginning of the winter (2%), while Piperitone increased respectively from 10% to 23% during this period.

According to the results of this study, the wild grown populations of *Calamintha nepeta* was characterized by a high content of essential oil, which belongs to Menthone chemotype.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κατάλογος εικόνων	10
Κατάλογος γραφημάτων	11
Κατάλογος πινάκων	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	12
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	12
1.2 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ – ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	16
2.1 ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	16
2.1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΣΥΛΛΟΓΗ, ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ	17
2.2 ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ	19
2.3 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	20
2.3.1 ΜΟΝΟΤΕΡΠΕΝΙΑ	22
2.3.2 ΣΕΣΚΙΤΕΡΠΕΝΙΑ	23
2.3.3 ΔΙΤΕΡΠΕΝΙΑ	23
2.4 ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ	23
2.5 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	28
3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	28
3.1.1 ΑΠΟΣΤΑΣΗ	28
3.1.2 ΕΚΧΥΛΙΣΗ	29
3.1.3 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ	29
3.2 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	30
3.3 ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	30

3.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ	31
3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	33
4.1 ΤΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ Lamiaceae	33
4.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΩΝ Lamiaceae	34
4.3 ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ των Lamiaceae	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	37
5.1 ΚΑΛΑΜΙΝΘΗ Ή ΚΑΛΑΜΙΝΘΑ (<i>Calamintha</i> sp.)	37
5.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	37
5.3 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	38
5.4 ΤΟ ΕΙΔΟΣ <i>Calamintha nepeta</i>	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	40
6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	40
6.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	40
6.1.1 ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	40
6.1.2 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	40
6.1.3 ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ	40
6.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	41
6.2.1 ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	41
6.2.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	42
6.2.3 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΥΔΡΟΑΠΟΣΤΑΞΗΣ	42
6.3 ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΑΖΑΣ(GC-MS)	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο	47
7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	47
7.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ- ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	47

7.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ	50
7.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ GC-MS ΑΝΑΛΥΣΗΣ	51
7.3.1 ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ <i>C. nepeta</i>	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο	54
8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	54
8.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	54
8.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΤΟΥ <i>C. nepeta</i>	54
8.3 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΟΥ <i>C. nepeta</i>	55
8.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	66

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Συγκροτήματα απόσταξης αιθέριων ελαίων

Εικόνα 2: Λέριοχρωματογράφος συζευγμένος με φασματογράφο μάζας (GC-MS)

Εικόνα 3: Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος
Γυάλινοι δοκιμαστικοί σωλήνες σε στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων, Υδροβόλεας, Άνδρο θειικό Νάτριο (Na_2SO_4) Merck, Αιθανόλη ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, MW:46,07, assay 99,8%, Riedel-de Haen), Θερμοανθεκτικά γάντια.

Εικόνα 4: Τοποθέτηση του φυτικού υλικού του *C. nepeta* στον εργαστηριακό πάγκο για αποξήρανση και αποθήκευσή του σε χάρτινη συσκευασία μέχρι την απόσταξη.

Εικόνα 5: Τοποθέτηση του αποξηραμένου φυτικού υλικού σε χάρτινη συσκευασία για αποθήκευση μέχρι την απόσταξη.

Εικόνα 6: Αποστακτική συσκευή αιθέριων ελαίων τύπου Clevenger. Εργαστήριο Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών. Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Εικόνα 7: Τοποθέτηση φυτικού υλικού στη σφαιρική φιάλη της αποστακτικής μηχανής

Εικόνες 8 & 9: Παρατηρείται ο διαχωρισμός του αιθέριου ελαίου από το νερό σε αποστακτική συσκευή τύπου Clevenger

Εικόνα 10 & 11: Με τη λήξη της απόσταξης, μέτρηση της ποσότητας αιθέριου ελαίου στο διαβαθμισμένο σωλήνα της συσκευής.

Εικόνα 12: Τοποθέτηση αιθέριου ελαίου του *C. Nepeta* που παραλήφθηκε από την απόσταξη σε γυάλινα φιαλίδια

Εικόνες 13 & 14: Αυτοφυής πληθυσμός του *C. nepeta* στο στάδιο της άνθισης στην περιοχή της Άρτας (Οκτώβριος 2017).

Εικόνες 15 & 16: Αυτοφυής πληθυσμός του *C. nepeta* στο στάδιο της άνθισης στην περιοχή του Ριζοβουνίου Πρεβέζης (Οκτώβριος 2017).

Εικόνα 17: Ύψος ανθισμένου στελέχους

Εικόνες 18, 19 & 20: Αντιπροσωπευτικές εικόνες της λεπτομέρειας του άνθους, του κάλυκα και της στεφάνης έπειτα από στερεοσκοπική παρατήρηση

Εικόνες 21, 22 & 23: Αντιπροσωπευτική εικόνα της ταξιανθίας έπειτα από στερεοσκοπική παρατήρηση

Εικόνες 24 & 25: Αντιπροσωπευτική εικόνα των φύλλων του *C. nepeta* έπειτα από στερεοσκοπική παρατήρηση

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα της περιεκτικότητας του σε αιθέριο έλαιο. Έτος συλλογής: 2017. Αποξηραμένο σε κανονικές συνθήκες υλικό. Οι μέσοι όροι που συνοδεύονται από τα γράμματα a, b, c, για τα δείγματα 1, 2, 3 αντίστοιχα, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($P < 0,05$).

Γράφημα 2: Ταξινόμηση των ταυτοποιημένων συστατικών αιθέριου ελαίου του αρωματικού φυτού *C. nepeta* του δείγματος 1.

Γράφημα 3: Ταξινόμηση των ταυτοποιημένων συστατικών αιθέριου ελαίου του αρωματικού φυτού *C. nepeta* του δείγματος 2.

Γράφημα 4: Ταξινόμηση των ταυτοποιημένων συστατικών αιθέριου ελαίου του αρωματικού φυτού *C. nepeta* του δείγματος 3.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου *C. nepeta* τριών διαφορετικών φυτικών υλικών. Αναφέρεται η συνεισφορά κάθε ταυτοποιημένου συστατικού στο αιθέριο έλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

«Φαρμακευτικό φυτό, καλείται κάθε φυτό που περιέχει ένα ή περισσότερα δραστικά συστατικά, τα οποία έχουν την ικανότητα να προλάβουν, να ανακουφίσουν ή να θεραπεύσουν ασθένειες» (Σαρλής 1994).

Από παλιά ο άνθρωπος χρησιμοποίησε και εμπιστεύτηκε τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά για τις θεραπευτικές του ιδιότητες και μέχρι σήμερα εξακολουθεί να τα χρησιμοποιεί είτε αυτούσια είτε τα δραστικά συστατικά τους. Στην αρχαιότητα χρησιμοποιούνταν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά εκτός των άλλων στον καλλωπισμό της κόμης, στον καθαρισμό και στη λεύκανση των δοντιών, στην ενδυνάμωση των ούλων, στον καλλωπισμό των ματιών ή στον καθαρισμό της επιδερμίδας. Γενικά κατέχουν ιδιαίτερη θέση τόσο από άποψη θεραπευτική και καλλωπιστική, όσο και από άποψη πολιτισμική στο χώρο «φροντίδα για την ομορφιά» (Πολυσίου 2002).

Στον Ελληνικό κόσμο τα αρωματικά φυτά έχουν μεγάλη σημασία και αξία. Υπάρχουν πολλές αναφορές σε αρκετά κείμενα, η πλέον ολοκληρωμένη εργασία για τα αρωματικά φυτά προέρχεται από τον Ιπποκράτη, ο οποίος, γύρω στο 400 π.Χ., δίνει μια λίστα με περισσότερα από 400 φάρμακα με ουσίες από βότανα και φαρμακευτικά φυτά, από τις οποίες περίπου οι μισές χρησιμοποιούνται και σήμερα. Η συστηματική παρατήρηση και έρευνα οδήγησε τον Ιπποκράτη στο συμπέρασμα ότι τα αρωματικά φυτά συνδυάζουν τη γευστική απόλαυση με τη θεραπευτική αξία και έτσι διατύπωσε την άποψη: «Κάνε την τροφή φάρμακό σου και το φάρμακο τροφή σου» (Πολυσίου 2002).

Το εμπόριο των αρωματικών φυτών και των μπαχαρικών μειώθηκε αισθητά κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα. Παρ' όλα αυτά, πριν την περίοδο της αναγέννησης, που ο ευρωπαϊκός πολιτισμός άρχισε να αναπτύσσεται, η ζήτηση των μπαχαρικών οδήγησε στην ανάπτυξη διεθνούς εμπορίου. Η ανάγκη των Ευρωπαίων να αποκτήσουν αποκλειστικότητα στο εμπόριο, οδήγησε στην αναζήτηση νέων κόσμων. Ένας από τους λόγους που ξεκίνησε η εξερεύνηση του κόσμου τον 15^ο και 16^ο αιώνα, ήταν τα μπαχαρικά. Αξίζει να αναφερθεί πως τα μπαχαρικά αποτελούν και ένα από τα αίτια της ανακάλυψης την Αμερικής. Στα τέλη του 13^{ου} αιώνα, ο Μάρκο Πόλο καθιέρωσε τη

Βενετία ως το μεγαλύτερο κέντρο για εμπόριο αρωματικών φυτών. Ο Πορτογάλος Βάσκο ντε Γκάμα έκανε τον περίπλου της Αφρικής και έφτασε στην Ινδία. Πιπέρι, κανέλα, αρμπαρόριζα και άλλα μπαχαρικά ήταν τα πολύτιμα προϊόντα που έφερε επιστρέφοντας στην Πορτογαλία. Ο Χριστόφορος Κολόμβος το 1492 ανακάλυψε την Αμερική στην προσπάθειά του να βρει άλλο δρόμο για τις Ινδίες. Έφερε πίσω στην Ισπανία αρωματικό πιπέρι, βανίλια, καπνό και άλλα βότανα (Πολυσίου 2002).

Κατά τα αναγεννησιακά χρόνια, η χρήση και η ζήτηση των αρωματικών φυτών ήταν αυξημένη. Οι Αμερικάνοι ξεκίνησαν το εμπόριο των μπαχαρικών το 1672 (Πολυσίου 2002).

Από τον 19^ο αιώνα και μετά, οι βιομηχανίες αρωμάτων και καλλυντικών, καθώς επίσης και οι βιομηχανίες τροφίμων και ποτών, άρχισαν να τα χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη σε πολλά προϊόντα. Ωστόσο, η χρήση αρωματικών φυτών και των παραγόμενων από αυτά αιθέριων ελαίων περιορίστηκε εξαιτίας των συνθετικών χημικών υλικών που μπορούσαν να τα υποκαταστήσουν. Παρ' όλα αυτά, λόγω της ευαισθητοποίησης την κοινής γνώμης, τα τελευταία χρόνια μειώθηκε η κατανάλωση συνθετικών φαρμάκων και ανανεώθηκε το ενδιαφέρον για αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σήμερα οι βιομηχανίες τροφίμων, ποτών, καλλυντικών και φαρμάκων να επιστρέφουν ξανά στη φύση (Πολυσίου 2002).

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει θα λέγαμε μια «βοτανική αναγέννηση» στην Ευρώπη αλλά και στη Βόρεια Αμερική, καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι δίνουν συνεχώς μεγαλύτερη βαρύτητα στην υγιεινή διατροφή, σε θεραπείες με φάρμακα που χρησιμοποιούν φυτικές ουσίες, σε καλλυντικά που επίσης χρησιμοποιούν ως βάση τους ουσίες από βότανα και φυτά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στη δυτική Ευρώπη η κατανάλωση φαρμακευτικών φυτών διπλασιάστηκε την τελευταία δεκαετία. Επίσης, η συστηματική μελέτη πολλών φυτών έχει δώσει πολλές νέες ουσίες και χρήσεις, π.χ. αρωματοθεραπεία (Πολυσίου 2002).

Οι ρυθμοί καλλιέργειας των αρωματικών φυτών στη Δύση όλο και αυξάνονται, παρ' όλα αυτά κυρίαρχη και μεγαλύτερη παραγωγός παραμένει η Ασία. Ανέκαθεν, το εμπόριο αρωματικών ήταν στον έλεγχο των ισχυρών εθνών από τα πρώτα χρόνια παραγωγής αρωματικών, το οποίο φυσικά εξακολουθεί να ισχύει και στις μέρες μας. Κύριος αγοραστής είναι η ΙΙΠΛ και ακολουθούν η Γερμανία, η Ιαπωνία και η Γαλλία ενώ τα μεγαλύτερα κέντρα είναι το Αμβούργο, η Νέα Υόρκη και το Τόκιο.

Στο πλαίσιο των προαναφερθέντων, ιδιαίτερη άνθηση γνωρίζει η αρωματοθεραπεία, μία τεχνική δηλαδή θεραπευτική που χρησιμοποιεί ως βάση της διάφορα αιθέρια έλαια. Η διάδοση της ξεκίνησε κατά τη διάρκεια του 1930 όταν, με επιστημονικές έρευνες κυρίως Γάλλων χημικών, άρχισε και πάλι να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στις θεραπευτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες των διάφορων αιθέριων ελαίων. Τότε δόθηκε και το όνομα αρωματοθεραπεία και η χρήση της συνεχώς κερδίζει έδαφος, ιδιαίτερα για την καταπολέμηση του άγχους, για δερματικά και αναπνευστικά προβλήματα και προβλήματα μυϊκών πόνων και αρθρικών (Πολυσίου 2002).

Σήμερα, η Επιστημονική Κοινότητα ερευνά τα φυτά και αναζητά εκείνες τις ουσίες που είναι υπεύθυνες για την θεραπευτική τους ικανότητα. Ο κατάλογος των φυτών με γνωστές θεραπευτικές ιδιότητες είναι αρκετά μεγάλος. Στο Κινέζικο «Materia Medica» περιλαμβάνονται 5800 φυτά, 2500 στην Ινδία, τουλάχιστον 800 συλλέγονται από τα τροπικά δάση ενώ στη Γερμανία η Φαρμακευτική Βιομηχανία χρησιμοποιεί σε ποσοστό 63% πρώτη ύλη φυτά, τουλάχιστον για 300 είδη φαρμακευτικών φυτών έχουν συνταχθεί μονογραφίες με τη συμβουλή της E.E. (Ζήσης 2006).

1.2 ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ – ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ιστορία των αιθέριων ελαίων και η χρήση τους από τον άνθρωπο είναι τόσο παλιά όσο και ο ίδιος ο πολιτισμός. Πολλά χρόνια π.Χ. είχε αρχίσει να αναπτύσσεται η τέχνη παρασκευής και χρήσης αρωματικών φυτικών υλικών, όπως άνθη, ρητίνες και βάλσαμα.

Τα αιθέρια έλαια μπορεί να είναι δυνατά, λεπτεπίλεπτα ή και θεραπευτικά, πολλά από αυτά πανάκριβα ή/και σπάνια (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Υπάρχουν στοιχεία ότι οι μέθοδοι παραλαβής των αρωματικών συστατικών αναπτύχθηκαν πολύ νωρίς και τα πρώτα κείμενα είναι εκείνα των αλχημιστών των πρώτων Μεσανατολικών πολιτισμών. Ο Zosimus από τη Panopolis αποδίδει στη Μαρία την Εβραία την ανακάλυψη του άμβυκα, αλλά η πρώτη απεικόνιση εμφανίστηκε σε ένα Αλεξανδρινό κείμενο του 2^{ου}- 3^{ου} μ.Χ αιώνα – (The Gold/ making of Cleopatra (Morris 1981).

Έτσι σήμερα, είμαστε σε θέση να πούμε ότι οι πρώτες αποστάξεις αρωματικών προϊόντων έχουν την ηλικία των 5.000 χρόνων, λόγω της ύπαρξης αυτής της συσκευής απόσταξης από terracotta, την οποία η αρχαιολογική Εταιρία του Πακιστάν την ανάγει

στον πολιτισμό της περιόδου της «Κοιλιάδας των Ινδών» στα 3.000 π.Χ. (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Πρώτοι ξεκίνησαν τις εκχυλίσσεις των essences από φυτά οι Αιγύπτιοι, θερμαίνοντάς τα σε πήλινα σκεύη. Οι Έλληνες αλχημιστές όμως ήταν αυτοί που ανακάλυψαν την απόσταξη. Πολλές συνταγές φαρμακευτικών αρωμάτων βρέθηκαν στα ιερά του Ασκληπιού και της Αφροδίτης. Επίσης, υπερβολικοί με τη χρήση αρωμάτων ήταν οι Ρωμαίοι (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Η χρήση της απόσταξης για την παραγωγή και παραλαβή αιθέριων ελαίων πραγματοποιήθηκε στην Ανατολή (Αίγυπτο, Συρία, Περσία) πάνω από 2000 έτη πριν. Τα αιθέρια έλαια παραγόταν στα φαρμακεία μέχρι το 13^ο αιώνα αλλά η χρήση τους φαίνεται πως δεν ήταν διαδεδομένη στην Ευρώπη μέχρι το 16^ο αιώνα, εκείνη την περίοδο δηλαδή που άρχισαν να εμπορεύονται στην πόλη του Λονδίνου (Crosthwaite 1998).

Κατά την περίοδο του Μεσαίωνα οι βοτανολόγοι αλχημιστές προσπαθούσαν να καταπολεμήσουν τον λοιμό με αρωματικές ουσίες που θεωρούνταν τα καλύτερα αντισηπτικά για εκείνη την εποχή (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Το 17^ο αιώνα η παραγωγή αιθέριων ελαίων έγινε πάρα πολύ γνωστή και τα φαρμακεία ήταν εφοδιασμένα με 15-20 τουλάχιστον διαφορετικά αιθέρια έλαια.

Ηγέτης στην παραγωγή αρωμάτων εξελίχθηκε η πόλη Grasse στη Νότια Γαλλία και τον 18^ο αιώνα κυριάρχησε στην Ευρώπη στην παραγωγή αιθέριων ελαίων και κηρών (Chollot 1985).

Μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι αρχές της αρωματοθεραπείας είχαν ξεχαστεί εντελώς αλλά ο Jean Valnet επανέφερε τα αιθέρια έλαια στο παρασκήνιο με τη συγγραφή μεγάλου αριθμού άρθρων και ενός βιβλίου με τίτλο «Aromatotherapie» το οποίο εκδόθηκε το 1964 (Κατσιώτης κ.α., 2015).

2.1 ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

Το βασίλειο των φυτών περιλαμβάνει 350.000 διαφορετικά είδη. Μια κατηγορία αποτελούν και τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, καθώς υπάρχουν περίπου 18.000 είδη αρωματικών φυτών (aromatics) και 60.000 είδη φαρμακευτικών φυτών (medical, therapeutics) (Ζήσης 2006).

Τα αρωματικά φυτά είναι μια μεγάλη ομάδα ειδών του φυτικού βασιλείου με κοινό χαρακτηριστικό, ότι αναδύουν στο περιβάλλον κάποιο ξεχωριστό άρωμα, ξεχωριστό για κάθε είδος φυτού. Κατά συνέπεια, αρωματικά φυτά είναι γενικά τα φυτά από τα οποία με διάφορες μεθόδους λαμβάνονται συστατικά με χαρακτηριστική οσμή, γνωστά ως αιθέρια έλαια. Φαρμακευτικά φυτά καλούνται τα φυτά όταν ένα ή περισσότερα από τα δραστικά συστατικά που περιέχουν χρησιμοποιούνται για την ικανότητά τους να προλαμβάνουν, να ανακουφίζουν ή να θεραπεύουν ασθένειες (Μαρσέλλος 1981).

Κατά την πορεία της εξέλιξης, παρατηρήθηκε πως αυτή η δυνατότητα των φυτών να συσσωρεύουν πτητικά συστατικά με χαρακτηριστική οσμή, μέσω των οποίων μπορούσαν να προσελκύσουν ωφέλιμα έντομα για την επικονιάσή τους άλλα και να απωθήσουν τους εχθρούς τους, άλλα ζώα ή πτηνά την εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος σε διάφορους τομείς, όπως τη μαγειρική, την αρωματοποιία, την ιατρική κ.α. Το αποτέλεσμα της διάδοσης της γνώσης των φυτών αυτών και των ιδιοτήτων τους ήταν η ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου των αρωματικών φυτών και των προϊόντων μεταποίησης τους.

Κύριες χρήσεις των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών και των αιθέριων ελαίων ή άλλων βιοδραστικών συστατικών που παραλαμβάνονται από αυτά είναι (Κατσιώτης Σ.Θ. κ.α., 2015):

- Απευθείας μαγειρική χρήση σαν φρέσκα ή αποξηραμένα αρτύματα, βότανα, καρυκεύματα, μπαχαρικά
- Στην αρωματοποιία, σε καλλυντικά και προϊόντα προσωπικής υγιεινής ή για την φροντίδα του νοικοκυριού
- Στην ζαχαροπλαστική, τη βιομηχανία τροφίμων και ποτών σαν αρωματικά – βελτιωτικά

- Στην ιατρική και κτηνιατρική σαν συστατικά σκευασμάτων. Σε γενικές γραμμές, έρευνες και μελέτες έχουν δείξει πως η χρήση φαρμακευτικών φυτών έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην πρόληψη καρκίνου και καρδιαγγειακών παθήσεων (Kinsella et al., 1993, Rice-Evans et al., 1996, Lionis et al., 1998, Trichopoulou et al., 2000, Moure et al., 2001).
- Στη γεωργία σαν φυσικά φυτοπροστατευτικά μέσα
- Στην φαρμακευτική σε διάφορα σκευάσματα

Με βάση την εμπορική αξία παραγωγής έχει εκτιμηθεί, ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες μαζί με τις χώρες της πρώην Ανατολικής Ευρώπης, καλύπτουν κατά προσέγγιση τα 2/3 της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής αιθέριων ελαίων (Verlet 1993). Μεταξύ των αναπτυσσόμενων χωρών οι μεγαλύτεροι παραγωγοί είναι η Κίνα, η Ινδία, η Βραζιλία, το Μαρόκο, η Αίγυπτος, η Ινδονησία και η Τουρκία.

Τα αρωματικά φυτά ανάλογα με την τελική τους χρήση, έχουν ιδιαίτερη οικονομική αξία τόσο λόγω των αρωματικών συστατικών που περιέχουν.

Ο αριθμός των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών που αυτοφύεται στην Ελλάδα είναι μεγάλος εξαιτίας των έντονου γεωκλιματικών αντιθέσεων. Διακρίνονται τρεις κατηγορίες ανάλογα με την εξάπλωσή τους (Πολυσίου 2002):

- Είδη με ευρεία εξάπλωση σε όλη την Ελλάδα, π.χ. τα *Origanum vulgare* και *Mentha spicata*.
- Είδη που αυτοφύονται μόνο σε ορισμένα γεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας. Στην προκειμένη περίπτωση υπάρχει και συγκεκριμένος τύπος βλάστησης. Π.χ. τα είδη *Coridothymus capitatus*, *Origanum onites* κλπ.
- Είδη που έχουν μια πολύ μικρή περιοχή εξάπλωσης (ενδημικά είδη). Π.χ. *Origanum dictamnus* (ο δίκταμος ή έρωντας της Κρήτης) και τα διαφορετικά είδη του γένους *Sideritis* (τσάι του βουνού).

2.1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ, ΣΥΛΛΟΓΗ, ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΙΣΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Στις μέρες μας απαγορεύεται η αλόγιστη συλλογή και εκμετάλλευση των αυτοφυών φυτών. Η καλλιέργεια αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών επιτρέπει την επιλογή του

κατάλληλου γενετικού υλικού με σκοπό την παραγωγή προϊόντος υψηλής αξίας και σταθερής ποιοτικής σύστασης. Με την καλλιέργεια ελέγχονται ευκολότερα ο φωτισμός, η υγρασία, οι ασθένειες και οι εδαφολογικές συνθήκες γενικότερα οπότε η ανάπτυξη των φυτών είναι βέλτιστη. Επιπλέον, για τον καλλιεργητή Αρωματικών και Φαρμακευτικών φυτών η επιλογή κατάλληλου πολλαπλασιαστικού υλικού (σπόροι, μοσχεύματα, παραφυάδες, διαίρεση φυτών, ριζώματα, στόλωνες, βολβοί και φυτάρια) είναι ιδιαίτερα καθοριστική. Αποτέλεσμα αυτών, η παραλαβή των επιθυμητών συστατικών ώστε αυτά να παραμείνουν αναλλοίωτα μέχρι την τελική τους επεξεργασία (Samuelsson 1996, Κουτσός 2006).

Κατά τη συγκομιδή των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψη τα εξής (Κουτσός 2006):

- Να συγκομίζεται μόνο το εμπορεύσιμο μέρος του φυτού γιατί αργότερα ο διαχωρισμός είναι χρονοβόρος, δαπανηρός και μερικές φορές αδύνατος.
- Να συγκομίζονται στο σωστό στάδιο ανάπτυξης του φυτού.
- Να συγκομίζονται στη σωστή ώρα της ημέρας.
- Σωστή μεταχείριση κατά τη μεταφορά και την ξήρανση.

Για τον κατάλληλο χρόνο συγκομιδής ισχύουν οι κανόνες (Samuelsson G., 1996):

- Κατά το τέλος της περιόδου βλαστήσεως, δηλαδή κατά το φθινόπωρο συλλέγονται οι ρίζες και τα ριζώματα. Ο καθαρισμός τους από χώματα και άμμο θεωρείται απαραίτητος σε αρκετές περιπτώσεις.
- Ο φλοιός συλλέγεται την άνοιξη διότι το κάμβιο παρουσιάζει τη μέγιστη δραστηριότητά του εκείνη τη περίοδο, οπότε παράγει άφθονα παρεγχυματικά κύτταρα τα οποία δεν έχουν ακόμη διαφοροποιηθεί.
- Κατά την περίοδο της ανθοφορίας συλλέγονται φύλλα και πόες.
- Η συλλογή των ανθέων γίνεται συνήθως όταν βρίσκονται στην πλήρη τους άνθιση.
- Συλλογή καρπών και σπερμάτων πραγματοποιείται όταν έχουν ωριμάσει.

Στη συνέχεια, η συλλογή του φυτικού υλικού πραγματοποιείται με άμεση επεξεργασία του φυτικού υλικού, ώστε να παραληφθούν καθαρές ενώσεις ή συστατικά. Τις περισσότερες φορές όμως η διαδικασία αυτή είναι δύσκολο να γίνει επί τόπου,

οπότε το φυτικό υλικό πρέπει να συντηρηθεί κατάλληλα, ώστε οι δραστικές ενώσεις να παραμείνουν αναλλοίωτες (Samuelsson 1996).

Οι κυριότερες μέθοδοι ξήρανσης είναι (Πολυσίου Μ. 2002):

- ξήρανση με έκθεση στον αέρα.
- ξήρανση με θέρμανση,
- λυοφιλίωση (κρυοαφυδάτωση).

Τέλος, για να επιτευχθεί η μακροχρόνια αποθήκευση και συντήρηση των δρογών τοποθετείται σε καλά κλεισμένα δοχεία, με αποκλεισμό της υγρασίας και του φωτός και μακριά από έντομα (Πολυσίου 2002).

2.2 ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Η έννοια «αιθέριο έλαιο» μπορεί να αποδίδεται ανάλογα με την αντίληψη που έχουν οι άνθρωποι διαφορετικών επαγγελμάτων, όπως οι βοτανικοί, οι φυσικοχημικοί, οι βιομήχανοι, οι φαρμακοποιοί, ο τεχνολόγοι, οι αρωματοποιοί, οι βιολόγοι, οι φαρμακολόγοι, οι γιατροί κλπ.

Ένα αιθέριο έλαιο ή πτητικό έλαιο – εκφράσεις συνώνυμες – είναι ένα πτητικό μίγμα οργανικών ενώσεων που παραλαμβάνονται με φυσικούς τρόπους από ένα φυτικό υλικό (κυρίως) που μυρίζει. Ειδικότερα, ένα αιθέριο έλαιο προέρχεται από μια βοτανική πηγή (συνήθως αρωματικά φυτά ή/και φαρμακευτικά) με την οποία συμφωνεί και κατ' όνομα και κατά την οσμή (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Τα αιθέρια έλαια είναι υγρά, άχρωμα έως υποκίτρινα (με ελάχιστες εξαιρέσεις), εύφλεκτα και δεν αφήνουν κηλίδα σε διηθητικό χαρτί (σε αντίθεση με τα λιπαρά). Ακόμη, έχουν πυκνότητα χαμηλότερη του νερού, διαλύονται ελάχιστα σε αυτό αλλά εύκολα σε οργανικούς διαλύτες. Τα περισσότερα είναι οπτικώς ενεργά και χαρακτηρίζονται από τον υψηλό δείκτη διάθλασής τους (Κυριακού 2013).

Τα καταγραμμένα στον κατάλογο φυτά δεν απαντώνται σε μια μόνο ταξινομική ομάδα αλλά σε ένα μεγάλο εύρος οικογενειών. Οι οικογένειες που παράγουν τα σημαντικότερα αιθέρια έλαια είναι: οι οικ. Pinaceae (από όπου παραλαμβάνεται το τερεβινθέλαιο, το αιθέριο έλαιο με τη μεγαλύτερη κατ' όγκο παγκόσμια παραγωγή) και η οικ. Cupressaceae (ξύλο κέδρου) μεταξύ των γυμνοσπέρμων. Η οικ. Gramineae

(βετιβέρια, λουίζα, citronella) και η οικ. Zingiberaceae (τζίντζερ, κάρδαμο, κουρκούμη) μεταξύ των μονοκοτυλήδων και μεταξύ των δικοτυλήδων οι οικογένειες Asteraceae (χαμομήλι, εστραγκόν, davana), Geraniaceae (γεράνι), Lamiaceae (μέντα, λεβάντα, θυμάρι, βασιλικός), Lauraceae (δάφνη, κανέλλα, καμφορά), Myristicaceae (μοσχοκάρυδο), Myrtaceae (ευκάλυπτος, γαρύφαλλο), Oleaceae (γιασεμί, πασχαλιά), Piperaceae (πιπέρι), Rosaceae (τριαντάφυλλο), Rutaceae (κίτρο) και Apiaceae (κορίανδρος, μαϊντανός) (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Τα αρωματικά φαρμακευτικά φυτά περιλαμβάνουν ποώδη φυτά, βότανα και δένδρα όλων των μεγεθών. Επίσης, μπορεί να είναι ετήσια, διετή ή πολυετή. Κάθε είδος μπορεί να σχηματίζεται / αποθηκεύεται το αιθέριο έλαιο σε ειδικά ανεπτυγμένα όργανα (κύτταρα, ιστοί, αδένες, αγωγοί) των φυτών, όπως στα φύλλα, στις ρίζες, στα άνθη, στα φρούτα ή στους σπόρους. (Κατσιώτης Σ.Θ. κ.α., 2015, Samuelsson G., 1996). Το αιθέριο έλαιο που περιέχεται στα διάφορα φυτικά μέρη είναι διαφορετικό και εξαρτάται από το είδος, υποείδος, ποικιλία και το στάδιο οντογένεσης του φυτού (αρχή ή πλήρη ανθοφορία, στάδιο σποροποίησης κλπ.). Γενικά, η μεγαλύτερη συγκέντρωση αιθέριου ελαίου παρατηρείται κατά την ανθοφορία.

2.3 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Τα αιθέρια έλαια δεν έχουν καμία σχέση με τα «λίπη και έλαια». Περιέχουν πολλές διαφορετικές ενώσεις (Samuelsson 1996) οι οποίες αποτελούν προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού, τα οποία έχουν καθιερωθεί σήμερα ως φυσικά προϊόντα. Συγκεκριμένα, οι δευτερογενείς μεταβολίτες είναι ουσίες που παράγονται για συγκεκριμένο λόγο από ζωντανούς φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς παρουσιάζουν διάφορους λειτουργικούς ρόλους οι οποίοι είναι σημαντικοί για την επιβίωση των φυτών αλλά και τη διάδοσή τους (Αναστασάκη 2014, Πετράκης 2008). Επιπλέον, επηρεάζουν τόσο την ανάπτυξη των γειτονικών φυτών, όσο και την ανάπτυξη, τη συμπεριφορά και τη βιολογία των εντόμων (Πετράκης 2008). Στους δευτερογενείς μεταβολίτες ανήκουν τα τερπένια, οι φαινολικές ουσίες (ανθοκυάνες, φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα), αλκαλοειδή και πολλά ετεροκυκλικά παράγωγα (Κωτσοβίνου 2012). Οι φυσικές αυτές ενώσεις που προέρχονται από τα φυτά εμφανίζουν ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον από διάφορους βιομηχανικούς τομείς σε όλο τον κόσμο (Trivellini et al., 2016) γιατί αποτελούν συστατικά για ανάπτυξη νέων προϊόντων εξαιτίας της

βιολογικής τους δραστηριότητας και της φιλικής προς το περιβάλλον βιωσιμότητά τους.

Γενικά τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες. Στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα. Στα πρώτα περιλαμβάνονται οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, τα οξέα, οι εστέρες, κλπ., συστατικά στα οποία οφείλεται το χαρακτηριστικό άρωμα των αιθέριων ελαίων. Στα δεύτερα περιλαμβάνονται οι υδρογονάνθρακες που είναι τα «άχρηστα» συστατικά των αιθέριων ελαίων (Κακαλιούρας κ.α.).

Τα επιμέρους συστατικά μπορεί να είναι (Κατσιώτης κ.α., 2015):

- I. Υδρογονάνθρακες και ειδικότερα α) μονοτερπένια α- και β- πινένιο, μυρκενίο, λιμονένιο, α- και γ- τερπινένιο, σαβινένιο κλπ., και β) σεσκιτερπένια: καρυοφυλλένιο, ελεμένιο, καδινένιο, χουμουλένιο, γερμακρένιο κλπ.
- II. Οξυγονούχα τερπένια: α) αλκοόλες: κιτρονελόλη, βορνεόλη, γερανιόλη, μινθόλη, α-τερπινεδόλη κλπ. β) κετόνες: καρβόνη, πουλεγόνη, καμφορά κλπ. γ) φαινόλες: θυμόλη, καρβακρόλη κ.ά. ε) αλδεΐδες: βενζοϊκή, κιτράλη, βανιλινική, ανισαλδευδή κ.ά.

Η χαρακτηριστική οσμή του κάθε αιθέριου ελαίου προκύπτει από τη συνισταμένη των συστατικών του (Κυριακού 2013).

Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων αποτελούνται από τερπένια τα οποία συνιστούν μια από τις μεγαλύτερες χημικές κατηγορίες φυσικών προϊόντων. Η δομή τους προκύπτει από τη συνένωση κεφαλής – ουράς μονάδων ισοπρενίου (2-μέθυλο-1,3-βουταδιένιο) (Κυριακού 2013).

Η ταξινόμηση των τερπενίων γίνεται με βάση τον αριθμό των ισοπρενικών μονάδων που περιέχουν (Κυριακού Β., 2013). Η γενική ονομασία των τερπενίων ανάλογα με τον αριθμό ατόμων άνθρακα στο μόριό τους είναι: C10-Μονοτερπένια, C15-Σεσκιτερπένια, C20-Διτερπένια, C25-Σεστερτερπένια, C30-Τριτερπένια, C40-Τετρατερπένια, >40 Πολυτερπένια (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Τα μονοτερπένια και τα σεσκιτερπένια δεν θεωρούνται μεταβολικά προϊόντα αλλά παίζουν σημαντικούς ρόλους ως ενδιάμεσα των αλληλεπιδράσεων των φυτών με το περιβάλλον τους. Ο ρόλος των τερπενίων είναι να έχουν απωθητική δράση σε έντομα και σε φυτοφάγα. Καθοριστική σημασία στην επιβίωση των φυτών παίζουν τα

σεσκιτερπένια και τα μονοτερπένια (Croteau R. 1992). Επιπλέον, η απελευθέρωση των δευτερογενών μεταβολιτών από τα φυτά συνδέεται και με τη χημική άμυνα εναντίον των αβιοτικών καταπονήσεων (stress), όπως η έλλειψη νερού, η φωτοαποδόμηση ή οι ακραίες κλιματικές συνθήκες. Τέλος, ορισμένα πτητικά τερπένια σχετίζονται με την προστασία και την επικοινωνία του φυτού με το περιβάλλον (Holopainen 2004).

2.3.1 MONOTERPENIA

Τα μονοτερπένια συντίθεται από δύο μόρια ισοπρενίου. Μπορεί να είναι άκυκλα ή κυκλικά. Παράδειγμα άκυκλου είναι το β-μυρκενίο και παράδειγμα κυκλικού είναι το π-μενθάνιο. Επιπροσθέτως, τα κυκλικά μπορεί να είναι μονοκυκλικά, δικυκλικά ή τρικυκλικά (Κυριακού 2013).

Όταν στη δομή των μονοτερπενίων συναντάμε ένα βενζολικό δακτύλιο, τότε αυτά αποτελούν συστατικά αιθέριων ελαίων αρωματικών φυτών, όπως η ρίγανη (*Origanum* sp.), το θυμάρι (*Thymus* sp.) κ.ά. Παράδειγμα βενζολικού δακτυλίου: καρβακρόλη, θυμόλη, φαινυλαιθυλική αλκοόλη κ.ά. Στην κατηγορία των μονοτερπενίων ανήκουν και τα φαινυλοπροπανοειδή (Κυριακού 2013).

Πολλές ουσίες της ομάδας αυτής αποτελούν συστατικά αιθέριων ελαίων. Πολλά φυτικά προϊόντα που περιέχουν αιθέρια έλαια του τύπου των μονοτερπενίων χρησιμοποιούνται ως καρυκεύματα. Ορισμένα οξειδωμένα παράγωγα μονοτερπενίων χρησιμοποιούνται στην φαρμακευτική ως επιχρίσματα, ηρεμιστικά και πικροί παράγοντες. Οι πυρεθρίνες, εντομοκτόνα σημαντικής αξίας, είναι μονοτερπένια.

Τέλος, τα μονοτερπένια ταξινομούνται ταξινομούνται ανάλογα με το βαθμό οξειδώσεως, σε υδρογονάνθρακες, αλκοόλες, αλδεΐδες κετόνες, φαινόλες και οξείδια (Samuelsson 1996).

Η ομάδα των άκυκλων μονοτερπενίων έχει πολύ λίγα μέλη. Περιέχει τα τριένια, τα οκιμένα καθώς και τις αλκοόλες γερανιόλη, νερόλη, κιτρονελλόλη κλπ (Κυριακού 2013).

Τα κυκλικά μονοτερπένια ανάλογα με τον αριθμό των δακτυλίων διακρίνονται σε (Κυριακού 2013):

1. Μονοκυκλικά μονοτερπένια
2. Δικυκλικά μονοτερπένια

3. Τρικυκλικά μονοτερπένια

2.3.2 ΣΕΣΚΙΤΕΡΠΕΝΙΑ

Τα σεσκιτερπένια είναι ακόρεστα συστατικά τα οποία σχηματίζονται με την προσθήκη ενός ισοπρενίου στο μόριο των μονοτερπενίων. Μοριακός τύπος σεσκιτερπενίων: $C_{15}H_{24}$.

Διαχωρίζονται σε άκυκλα ή κυκλικά σεσκιτερπένια. Τα κυκλικά σεσκιτερπένια διακρίνονται σε μονοκυκλικά, δικυκλικά και τρικυκλικά.

Εκπρόσωπος των άκυκλων σεσκιτερπενίων αποτελεί η φαρνεσόλη η οποία απαντάται στο αιθέριο έλαιο ανθέων όπως του τριαντάφυλλου.

Στην κατηγορία των μονοκυκλικών σεσκιτερπενίων ανήκουν τα σεσκιτερπένια τύπου μπισαμπολενίου και τα οξυγονωμένα παράγωγά του. Κύριος εκπρόσωπος της ομάδας των δικυκλικών σεσκιτερπενίων είναι το καδινένιο (Κυριακού 2013).

2.3.3 ΔΙΤΕΡΠΕΝΙΑ

Τα διτερπένια σχηματίζονται από τη συνένωση κεφαλής – ουράς τεσσάρων μονάδων ισοπρενίου. Μοριακός τύπος: $C_{20}H_{32}$. Τυπικός εκπρόσωπος της ομάδας αυτής είναι η φυτρόλη (Κυριακού 2013).

2.4 ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥΣ

Οι ρόλοι που αποδίδουν στα αιθέρια έλαια οι ερευνητές, είναι οι ακόλουθοι (Κακαλιούρας κ.α.):

1. Προστατεύουν τα φυτά από τα έντομα και παράσιτα αφού λόγω του αρώματος τους τα αποτρέπουν να εγκατασταθούν. Φυσικά αυτό δεν ισχύει για όλα τα φυτά, γιατί υπάρχουν φυτικά είδη πλούσια σε αιθέρια έλαια που η προσβολή τους από έντομα και παράσιτα είναι αναπόφευκτη.
2. Προστατεύουν τα φυτά από την ψηλή θερμοκρασία, γιατί λόγω της εξατμίσεώς τους αυτή ελαττώνεται.

3. Πολλά αειθαλή φυτά έχουν ρητινώδες περιεχόμενο και αυτό συμβάλλει στην κάλυψη των πληγών του φλοιού.
4. Το άρωμα των λουλουδιών προσελκύει τα διάφορα έντομα και έτσι επιτυγχάνεται καλύτερη γονιμοποίηση αυτών.
5. Ελαττώνουν την αναπνοή των φυτών μπαίνοντας στους μεσοκυττάριους χώρους και έτσι τα καθιστούν πιο ανθεκτικά.
6. Η ταχύτητα κυκλοφορίας των θρεπτικών ουσιών που ρυθμίζουν τον μεταβολισμό των φυτών αυξάνεται.
7. Λαρούν καταλυτικά στο μεταβολισμό των γλυκοζιτών και άλλων ουσιών.
8. Παράγουν διάφορες λειτουργίες στα φυτά με το να δρουν ως ορμόνες.
9. Προστατεύουν τα φυτά από το ψύχος, σχηματίζοντας ένα προστατευτικό νέφος γύρω τους εξαιτίας της εξάτμισης.

Από τις παραπάνω υποθέσεις προκύπτει ότι ο ρόλος τους δεν είναι απλός αλλά συνδυασμός αυτών.

Οι κυριότερες ιδιότητες των αιθέριων ελαίων είναι (Αντωνιάδου 2017): αναλγητικές, αντιαλλεργικές, αποσυμφωρητικές, αφροδισιακές, αντισηπτικές, διουρητικές, ενυδατικές, ηπατικές, καρδιοτονωτικές, νευροτονοτικές, ορμονικές, τονωτικές, διεγερτικές, επουλωτικές, χαλαρωτικές, αποτοξινωτικές, κ.ά.

Και τέλος, εμφανίζουν και τις παρακάτω ιδιότητες:

- Εντομοαπωθητικές: Έλαια που παρουσιάζουν εντομοαπωθητική δράση σε συγκεκριμένα είδη εντόμων. Επίσης, μπορούν να επηρεάσουν την διαδικασία επιλογής ξενιστή από μεγάλη απόσταση (Υφαντή 2006).
- Αντιτροφικής ή αποτρεπτικής δράσης σε φυτοφάγα έντομα: Ορισμένα αιθέρια έλαια παρουσιάζουν αποτρεπτική δράση σε φυτοφάγα έντομα (Υφαντή 2006).
- Εντομοτοξική δράση: Αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών παρουσιάζουν τοξική δράση σε συγκεκριμένα φυτοφάγα έντομα. Η τοξική δράση των αιθέριων ελαίων στα έντομα οφείλεται στο γεγονός ότι δρουν στον υποδοχέα οκταπαμίνης που διαθέτουν μόνο τα έντομα και όχι ο άνθρωπος ή άλλα θερμόαιμα. Κάποια είδη που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα ακόμη και σε υψηλές συγκεντρώσεις

παρουσιάζουν χαμηλή τοξικότητα στον άνθρωπο, οπότε θεωρούνται ασφαλή (Υφαντή 2006).

- Αντιμυκητική δράση σε φυτοπαθογόνους μύκητες: Η μυκηλική ανάπτυξη φυτοπαθογόνων μυκήτων που προκαλούν μετασυλλεκτική σήψη σε καρπούς τομάτας όπως η *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* και εδαφογενή φυτοπαθογόνα όπως το *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* επηρεάζεται από αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών (Υφαντή κ.α. 2015, Υφαντή κ.α. 2016).
- Αντιμικροβιακές δράσεις: Χρήση αιθέριων ελαίων στα τρόφιμα για την καταπολέμηση των παθογόνων που αναπτύσσονται σε αυτά. Αντιμικροβιακή δράση έχουν οι φαινολικές ουσίες (ή/και υποομάδες αυτών), οι κουμαρίνες και τα φλαβονοειδή (Κατσιώτης κ.α., 2015). Πολλά διαφορετικά εμπορικά προϊόντα όπως τα οδοντικά σφραγίσματα (Manabe et al., 1987), τα αντισηπτικά (Bauer & Garbe, 1985, Cox et al., 2000) ή τα συμπληρώματα τροφίμων (Van Krimpen 2001, Ilsley et al., 2002) κάνουν χρήση αιθέριων ελαίων.

Εξαιτίας των παραπάνω ιδιοτήτων των αιθέριων ελαίων έχουν μια ευρεία χρήση σήμερα σε πολλά προϊόντα, τα οποία θεωρούνται μεγάλης οικονομικής σημασίας, όπως αρώματα, καλλυντικά, τρόφιμα, ποτά, φάρμακα κλπ.

Στην (Ιατρική) Φαρμακευτική χρησιμοποιούνται κυρίως λόγω της θεραπευτικής τους δράσης ως συστατικά αντισηπτικών κρεμών, αλοιφών, σκευασμάτων εισπνοών και γενικά βελτιωτικά οσμής διάφορων φαρμακευτικών μορφών (σκευασμάτων) (Κατσιώτης κ.α., 2015). Τέλος, μικρός αριθμός αιθέριων ελαίων ή καθαρές ενώσεις οι οποίες απομονώνονται από τα έλαια αυτά, χρησιμοποιούνται απευθείας ως φάρμακα (Samuelsson 1996).

2.5 ΛΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΠΡΑΞΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Οι συνθήκες που επικρατούν σε μια καλλιέργεια επηρεάζει την ποιοτική αλλά και ποσοτική παραγωγή του αιθέριου ελαίου.

Αρχικά, η συμβολή του φωτός που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της φωτοσύνθεσης, η εποχή του έτους αλλά και ο χρόνος συγκομιδής είναι καθοριστικοί παράγοντες. Η φωτοπερίοδος επηρεάζει σημαντικά επίσης την απόδοση και σύνθεση

το αιθέριου ελαίου, διότι παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της αύξησης και ανάπτυξης του φυτού (Bernath 1992). Γι' αυτό το λόγο το φυτικό υλικό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για παραλαβή αιθέριου ελαίου πρέπει να συλλέγεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και ώρες της ημέρας (χαράματα, μεσημέρι, απόγευμα).

Η απόδοση ενός φυτικού υλικού σε αιθέριο έλαιο επηρεάζεται και από εδαφικές-οικολογικές και κλιματικές συνθήκες. Π.χ. σε όρια θερμοκρασιών 15-25°C το χαμομήλι παράγει μεγαλύτερες ποσότητες αιθέριου ελαίου ενώ σε θερμοκρασία 15°C το χαμαζουλένιο (από τα κύρια χαρακτηριστικά του) ευνοείται καλύτερα. Επίσης και το υψόμετρο όπου αναπτύσσεται το φυτό είναι σημαντικός παράγοντας για να επηρεάσει την απόδοση σε αιθέριο έλαιο (Samaras et al. 2002, Kofidis et al. 2003).

Η βιοδιαθεσιμότητα του νερού επηρεάζει τη συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών και κατ' επέκταση των αιθέριων ελαίων και γι' αυτό το λόγο τα φυτά προσαρμόζονται κάθε φορά στις ανάλογες συνθήκες νερού. Ένα παράδειγμα θετικής επίδρασης του νερού στο παραγόμενο αιθέριο έλαιο αφορά το είδος *Mentha piperita*. Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο διαπιστώθηκε κατά 0.3-0.5% περισσότερο στα φυτά που αρδεύτηκαν συγκριτικά με φυτά που αναπτύχθηκαν ξηρικά. Για άλλα είδη που αναπτύσσονται σε ξηροθερμικές συνθήκες παρατηρείται μεγαλύτερη απόδοση αιθέριου ελαίου όταν δεν εφαρμόζεται άρδευση.

Σε συνθήκες αγρού η παραπάνω κατάταξη δεν έχει χρησιμότητα διότι το νερό μέσω της βροχής μπορεί να επηρεάσει την επίδραση της άρδευσης (Bernath 1992).

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι το έδαφος. Η επίδραση του εδάφους στην αύξηση, ανάπτυξη, παραγωγή ξηρής δρόγης και τους δευτερογενείς μεταβολίτες πραγματοποιείται με φυσικούς, χημικούς ή βιολογικούς τρόπους. Ο Hornok σχετικά με τη λίπανση του άνηθου (*Anethum graveolens*) σε πειράματα στον αγρό, επισημάνει ότι η μέγιστη απόδοση σε αιθέριο έλαιο (3.3%) επιτεύχθηκε κατά μέσο όρο με λίπανση (N 60 kg/ha, P₂O₅ 40 kg/ha, K₂O 40 kg/ha) (Κατσιώτης κ.α., 2015). Η λίπανση που εφαρμόστηκε στη *Mentha arvensis* με αυξημένα επίπεδα αζώτου και φωσφόρου, τα αποτελέσματα από τις μελέτες έδειξαν αύξηση της παραγωγής, αλλά καμία επίδραση στην ποσότητα του αιθέριου ελαίου (Bernath 1992). Πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε καλλιέργεια μάραθου στη Ελλάδα, φάνηκε ότι η επίδραση της λίπανσης στο αιθέριο έλαιο δεν ήταν σημαντική (Chatzopoulou et al. 2006).

Οι φυσικοί πληθυσμοί είναι ποικιλόμορφοι και σε μορφολογικά χαρακτηριστικά και σε βιοδραστικά συστατικά, όμως για να πετύχουμε σταθερή ποιότητα στο αιθέριο έλαιο πρέπει οι συνθήκες να είναι ελεγχόμενες. Αυτό επιτυγχάνεται με την καλλιέργεια. Για παράδειγμα, στο χαμομήλι έχουμε την επιθυμητή χημική σύσταση από επιλεγμένους γενότυπους και όχι από αυτοφυείς πληθυσμούς των οποίων τα βιοδραστικά συστατικά είναι σε μη σταθερά επίπεδα (Nemeth 2000).

Η περιεκτικότητα αιθέριων ελαίων στα φυτά ποικίλλει και κυμαίνεται από ίχνη 0.001% έως 10%, ή και περισσότερο επί ξηρού βάρους. Τα είδη της οικογένειας *Lamiaceae*, τα κωνοφόρα δένδρα τα είδη *Eucalyptus* και όλα τα είδη μέντας είναι πλούσια σε αιθέριο έλαιο. Επιπλέον, υψηλά ποσοστά συναντούμε και σε μέλη των *Apiaceae*, *Lauraceae*, *Myrtaceae* και *Rutaceae* (Samuelsson 1996, Κατσιώτης κ.α., 2015). Αντίθετα, τα ροδοπέταλα περιέχουν πολύ λίγη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Χρειάζονται πάνω από 1000 kg φυτικού υλικού για την παραλαβή περίπου 0.5 kg αιθέριου ελαίου.

Τέλος, είναι γνωστό, ότι γενικά οι Φαρμακοποιίες αλλά και οι διάφοροι Οργανισμοί κατάρτισης προδιαγραφών (DIN, ISO, AFNOR) επιβάλλουν το «ελάχιστο όριο περιεκτικότητας» σε αιθέριο έλαιο για να κυκλοφορήσει εμπορικά ένα Φαρμακευτικό Αρωματικό φυτό (Κατσιώτης κ.α., 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα διάφορα φυτικά υλικά πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους. Οι πιο γνωστοί θεωρούνται η απόσταξη και η εκχύλιση.

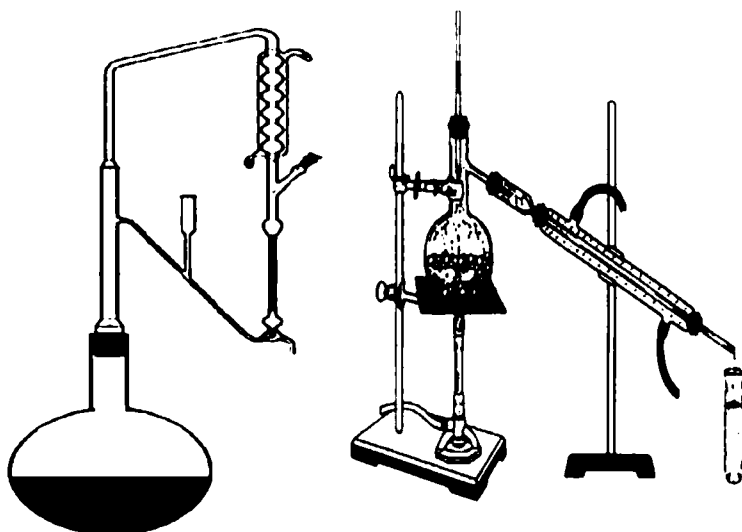
3.1.1 ΑΠΟΣΤΑΞΗ

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος παραλαβής αιθέριων ελαίων στα αρωματικά φαρμακευτικά φυτά θεωρείται η απόσταξη. Ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η απόσταξη, διακρίνεται σε τρία είδη:

1. **Απόσταξη με νερό ή υδροαπόσταξη (water distillation).** Με τη μέθοδο αυτή υπάρχει άμεση επαφή του φυτικού υλικού με το νερό. Πλεονέκτημα την απόσταξης με νερό είναι ότι θεωρείται απλή μέθοδος, έχει μικρό κόστος συστήματος απόσταξης και μεταφέρεται εύκολα. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι πως κάποια συστατικά που παραλαμβάνουμε δεν αντιπροσωπεύουν το πραγματικό άρωμα του φυτού. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποια συστατικά των αιθέριων ελαίων διασπώνται εξαιτίας υψηλών θερμοκρασιών και της υδρόλυσης. Επιπλέον, σε σχέση με άλλες μεθόδους η ποσότητα του αιθέριου ελαίου που παραλαμβάνουμε είναι μικρότερη σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Σκρουμπής 1998).
2. **Απόσταξη με νερό και ατμό ή ύδρο – ατμποαπόσταξη (water and steam distillation).** Κατά τη μέθοδο αυτή δεν υπάρχει άμεση επαφή φυτικού υλικού με νερό. Το φυτικό υλικό τοποθετείται σε πλέγμα που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του νερού. Τα νερό θερμαίνεται και ο ατμός που σχηματίζεται, έρχεται σε επαφή με τη μάζα του φυτικού υλικού και παρασύρει το αιθέριο έλαιο (Αντωνιάδου 2017).
3. **Απόσταξη με υδρατμούς (steam distillation).** Κατά κύριο λόγο, η μέθοδος αυτή βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλες βιομηχανίες απόσταξης αιθέριων ελαίων (Αντωνιάδου 2017).

Ο εξοπλισμός της απόσταξης αποτελείται από τέσσερα τμήματα:

1. Άμβυκας απόσταξης
2. Ψυκτήρας ή συμπυκνωτής
3. Δοχείο διαχωρισμού ή Διαχωριστήρας
4. Ατμολέβητας ή ατμογεννήτρια



Εικόνα 1: Συγκροτήματα απόσταξης αιθέριων ελαίων (Αντωνιάδου 2017).

3.1.2 ΕΚΧΥΛΙΣΗ

Σε περιπτώσεις που το φυτικό υλικό είναι ευπαθές στην απόσταξη, τότε χρησιμοποιείται η μέθοδος της εκχύλισης. Υπάρχουν τέσσερις τρόποι εκχύλισης (Αντωνιάδου 2017):

1. Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες
2. Εκχύλιση με ψυχρό λίπος
3. Εκχύλιση με θερμό λίπος
4. Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες

3.1.3 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΛΑΒΗ

Μια ακόμη μέθοδος παραλαβής είναι η μηχανική. Η διαδικασία αυτής πραγματοποιείται με μηχανικά μέσα (expression or pressing). Η χρήση της μεθόδου αυτής είναι είτε για τη συλλογή αιθέριων ελαίων από ξηρούς καρπούς είτε από το φλοιό του καρπού των εσπεριδοειδών. Στην περίπτωση των ξηρών καρπών η διαδικασία είναι όπως ακριβώς λειτουργούν τα σημερινά ελαιοτριβεία. Ο καρπός μπορεί είτε να επεξεργαστεί ολόκληρος είτε να διαμελιστεί σε δύο με τέσσερα μέρη και πολλές φορές να αφαιρεθεί ο χυμός του. Σε περίπτωση που το αιθέριο έλαιο παραλαμβάνεται από το φλοιό, για να απελευθερωθεί το αιθέριο έλαιο, τα μηχανήματα θα πρέπει είτε να ξύσουν είτε να τρυπήσουν το φλοιό (Σκουμπρης 1988). Στη συνέχεια το αιθέριο έλαιο διαχωρίζεται με φυγοκέντρωση (Αντωνιάδου 2017).

3.2 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Τα αιθέρια έλαια είναι προϊόντα ευαίσθητα και ευπαθή. Η ποιότητα των αιθέριων ελαίων υποβαθμίζεται σε περιπτώσεις που οι συνθήκες αποθήκευσής τους δεν είναι καλές. Για να διατηρηθεί η ποιότητά τους καλή πρέπει να βρίσκονται σε υποδοχείς ερμητικά κλειστούς, να απαλλάσσονται από ίχνη νερού, να βρίσκονται σε δροσερούς χώρους και μακριά από το φως (Πολυσίου 2002, Κατσιώτης κ.α., 2015). Ειδικότερα, τα αιθέρια έλαια που χρησιμοποιούνται για αρώματα, διατηρούνται σε ροή αζώτου (Κατσιώτης κ.α., 2015).

Η αποθήκευσή τους θα πρέπει να είναι σε γυάλινα ή μεταλλικά από ανοξείδωτο χάλυβα δοχεία, να είναι καλά γεμάτα και η θερμοκρασία να είναι γύρω στους 0 °C (Πολυσίου 2002). Συνήθως η διάρκεια αποθήκευσής τους χωρίς να υπάρξουν σημαντικές αλλοιώσεις είναι ένας χρόνος, ενώ για τα αιθέρια έλαια από εσπεριδοειδή είναι πάντα μικρότερος (Κατσιώτης κ.α., 2015).

3.3 ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Για να διασφαλιστεί η καλή ποιότητα σε όλα τα στάδια της παραγωγής, ξεκινάμε με την σωστή επιλογή φυτικού υλικού μέχρι του τελικού προϊόντος που θα παραλάβει ο καταναλωτής. Γι' αυτό το λόγο είναι αναγκαίο ένα σύστημα διαχείρισης, όπου όλα τα στάδια της διαδικασίας αυτής θα ελέγχονται αυστηρά ώστε να έχουμε το επιθυμητό

αποτέλεσμα. Τα συστήματα ISO 9000 περιέχουν τις απαιτήσεις που είναι αναγκαίες για την πιστοποίηση. Τα προϊόντα που διακινούνται στην παγκόσμια αγορά και προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση απαιτούν κάποιους ελέγχους για τη διασφάλισή τους. Αυτοί αφορούν:

- Διαρκή έλεγχο ποιότητας πρώτων υλών.
- Διαρκή έλεγχο τελικών προϊόντων.
- Διαρκή έλεγχο διεργασιών.

3.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ

Οι μέθοδοι εκτίμησης ταξινομούνται στις παρακάτω ενότητες (Κατσιώτης κ.α., 2015):

1. Αισθητήρια αποτίμηση
2. Φυσικοί έλεγχοι
3. Χημικοί έλεγχοι
4. Ενόργανες τεχνικές

Η ποιοτική αξιολόγηση βασίζεται στο συνδυασμό των παραπάνω.

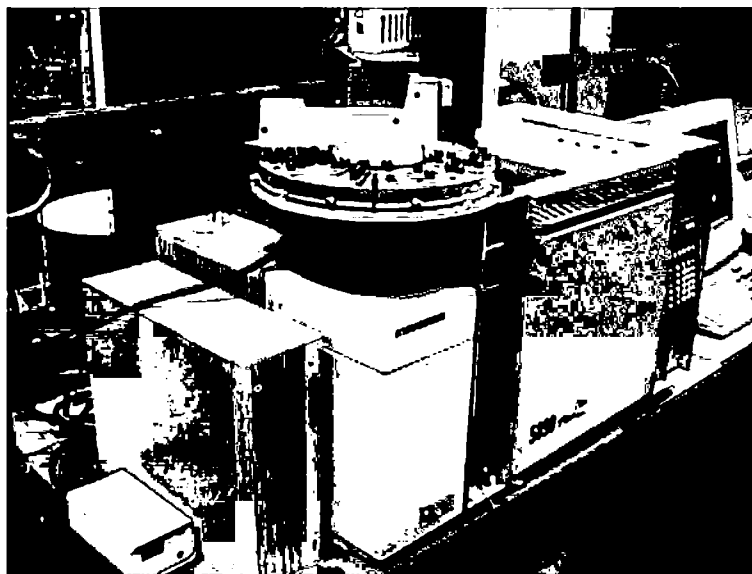
Σε περιπτώσεις ερευνητικών σκοπών, όταν οι ποσότητες του δείγματος φυτικού υλικού είναι πολύ μικρές, τότε χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τεχνικές (Κατσιώτης κ.α., 2015):

1. Σύσκευή Likens-Nickerson Σύγχρονης Απόσταξης / Εκχύλισης (SDE)
2. Τεχνική Παγίδευσης Υπερκείμενης Φάσης (Head Space - HS)
3. Τεχνική SPME

3.5 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Γενικά, οι ποιότητα των αιθέριων ελαίων που παραλαμβάνεται από ένα φυτικό υλικό, εξαρτάται από τη χημική σύσταση που έχουν και από διάφορες φυσικές σταθερές, όπως είναι ο δείκτης διαθλάσεως, το ειδικό βάρος κλπ. Οι που χρησιμοποιούσαν παλιότερα απαιτούσαν πολύ χρόνο και μεγάλη ποσότητα αιθέριων

ελαίων. Σήμερα πλέον οι μέθοδοι είναι πιο σύγχρονοι. Η πιο γνωστή μέθοδος είναι η Αέρια – Χρωματογραφία (Gas Chromatography, GC) τις περισσότερες φορές σε συνδυασμό με τη φασματομετρία μαζών (Mass Spectrometry, MS) GC-MS. Η ανάλυση της μεθόδου αυτής είναι ακριβής, ταχύτατη και η ποσότητα που απαιτείται είναι πολύ μικρή (1-10 μL) (Πολυσίου 2002).



Εικόνα 2: Αέριοχρωματογράφος συζευγμένος με φασματογράφο μάζας (GC-MS) (Κυριάκου 2013)

4.1 ΤΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ LAMIACEAE

Η οικογένεια Lamiaceae έχει περίπου 251 γένη από τα οποία 42 βρίσκονται στην Ευρώπη, 45 στην περιοχή της Μεσογείου και 34 στην Ελλάδα. Έχει μια παγκόσμια διανομή και περιλαμβάνει περισσότερα από 7.200 είδη (Brauchler et al., 2010). Είναι η μεγαλύτερη οικογένεια της σειράς Lamiales και περιλαμβάνει γένη με 250 είδη ή ακόμα περισσότερα, όπως *Salvia* (959), *Hyptis* (292), *Clorodendrum* (327), *Thymus* (318), *Scutellaria* (461), *Plectratus*, *Stachys* (374) και *Nepeta* (252) (Trivellini et al., 2016).

Στην οικογένεια Lamiaceae υπάρχουν βότανα με τεράστια κοινωνικοοικονομική αξία, συμπεριλαμβανομένων πολλών ειδών φυτοκομικού και διακοσμητικού ενδιαφέροντος, πολλών ειδών που χρησιμοποιούνται ως γαστρονομικά βότανων και με ποικίλες βιομηχανικές εφαρμογές, κυρίως λόγω της υψηλής ανεκτής περιεκτικότητας σε φαινολικές ενώσεις (Trivellini et al., 2016). Επιπλέον, η οικογένεια Lamiaceae έχει μεγάλη οικονομική αξία δεδομένου ότι περιέχει διάφορα είδη, τα περισσότερα από τα οποία χρησιμοποιούνται ως γαστρονομικά φυτά και είναι γνωστό ότι περιέχουν φαρμακολογικά δραστικές ενώσεις (Venkateshappa & Sreenath, 2013), οι οποίες έχουν επίσης αξιοποιηθεί από τις βιομηχανίες καλλυντικών, τροφίμων και παρασιτοκτόνων (Lee et al., 2011, Ramos et al., 2012, Khaled-Khodja et al., 2014).

Η σημασία των αιθέριων ελαίων για τα φυτά της οικογένειας Lamiaceae είναι πολλή μεγάλη (Μαρσέλλος 1981). Τα αιθέρια έλαια των *Origanum* spp., όπως το *O. vulgare* και το *O. majorana* (ευρέως γνωστά ως ρίγανη και μαντζουράνα, αντίστοιχα) θεωρούνται φυτά με τη μεγαλύτερη δράση κατά παθογόνων μυκήτων (Waller et al., 2017). Τα εκχυλίσματα του *Mentha* spp. και του *Lavandula* spp. καθώς και έλαια *Rosmarinus officinalis* χρησιμοποιούνται κατά των δερματόφυτων *Candida* spp, *Aspergillus niger* και *Sporothrix* spp. Είδη μυκήτων που παράγουν τοξίνες, για παράδειγμα, *Aspergillus ochraceus*, έδειξαν ευαισθησία σε φυσικά προϊόντα, όπως αιθέρια έλαια του *Hyptis suaveolens*. Τέλος, τα φυτά *Ocimum* spp., *Malassezia* spp., *Origanum* spp., *Lavandula* spp. και *Thymus* spp. χρησιμοποιούνται κατά του *Cryptococcus* spp. (Waller et al., 2017).

Μελέτες αγοράς έδειξαν μια αυξανόμενη τάση της παγκόσμιας ζήτησης σε φυσικά φυτικά προϊόντα (Bart & Pilz, 2011). Έτσι, οι βιομηχανικοί κλάδοι αντιμετωπίζουν προϊόντα φυτικής προέλευσης ως εναλλακτικές λύσεις σε προϊόντα που παράγονται από συνθετικά χημικά, τα οποία θα μπορούσαν να είναι επιβλαβή για την υγεία και το περιβάλλον (Trivellini et al., 2016).

4.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΩΝ Lamiaceae

Τα είδη των φυτών που περιέχονται στην οικογένεια Lamiaceae είναι ποώδη ή ημί-θαμνώδη. Οι πιο γνωστοί αντιπρόσωποι είναι: *Micromeria*, *Philomis*, *Rosmarinus*, *Sideritis*, *Satureja* και *Thymus*. Οι περιοχές γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου έχουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση αυτών των ειδών.

Κυριότερα χειλανθή φυτά που συναντάμε στον Ελλαδικό χώρο (Κωτσοβίνου 2012).

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΟΝΟΜΑ	ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ
<i>Calamintha suaneolens</i> <i>Boiss.</i>	Καλαμίνθα	
<i>Lavandula angustifolia</i> <i>Mill.</i> (συνώνυμο με: <i>Lavandula officinalis</i>)	Λαβαντούλα κν. λεβάντα	Άχρωμο, πτητικό έλαιο, πολύ αρωματικό (έχει οξεική λιναλύλη) και υδροξυκουμαρίνη: ερνιαρίνη, ακόμα ρητίνη, ταννίνη
<i>Lavandula vera</i> L.	Λεβάντα η γνήσια	
<i>Majorana hortensis</i> <i>Moench</i>	Ματζουράνα	Αιθέριο έλαιο (41% τερπένια- τερπινένιο, τερπινεόλη και βορνεόλη), αποχρεμπτικές ουσίες και ταννίνες
<i>Melissa officinalis</i> L.	Μελισσόχορτο ή Μέλισσα η φαρμακευτική	Αιθέριο έλαιο(κιτρινελλάλης, κιτράλη, λιναλόλη, γερανιόλη, αλδεύδες)
<i>Mentha aquatica</i> L.	Μέντα η υδροχαρής	Αιθέριο έλαιο χωρίς μενθόλη, ταννίνη

<i>Mentha piperita L.</i>	Μέντα η πιπερώδης	Αιθέριο έλαιο με 50-85% μενθόλη, μενθόνη, ιασμόνη, αλκοόλες, αλδεϋδες, ταννίνη, ρητίνες και πικρές ουσίες
<i>Mentha pulegium L.</i>	Φλισκούνη	
<i>Mentha viridis L.</i>	Λυόσμος	
<i>Nepeta cataria L.</i>	Νεπέτα η γατόφυλη, Γλήχωμα, Καλαμίνθη	Αιθέριο έλαιο (καρβακρόλη, νεπετόλη, θυμόλη και νεπεταλακτόνη)
<i>Ocimum Basilicum L.</i>	Βασιλικός	Αιθέριο έλαιο (εστραγόλη, λινεόλη, καμφορά), ταννίνη
<i>Origanum dictamnus L.</i>	Δίκταμος	Αιθέριο έλαιο, καμφορά
<i>Origanum heracleoticum L. (syn. Origanum vulgare L.)</i>	Ρίγανη	Αιθέριο έλαιο (16% θυμόλη, καρβακρόλη, οριγανένιο), ταννίνη
<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Δενδρολίβανο	Αιθέριο έλαιο (τερπένια: κινεόλη, βορνεόλη, εστέρες και πινένιο), ταννίνη, καμφορά, σινεόλη
<i>Salvia officinalis L.</i>	Φασκόμηλο, Ελελίφασκος, Αλιφασκιά	2% Αιθέριο έλαιο, 30% θυονόνη, 15% κινεόλη, καμφορά, ταννίνη, τανασετόνη και πικρές ουσίες (πικροσαλβίνη, εστρόνες κλπ.)
<i>Satureja hortensis L.</i>	Θρούμπι	1-1,4% αιθέριο έλαιο (30% καρβακρόλη, 20% κυμόλη)
<i>Sideritis scardica Gris.</i>	Τσάι του βουνού	
<i>Sideritis syriaca</i>	Τσάι του βουνού στη Κρήτη, Μαλοτύρα	
<i>Thymus serpyllum L. Fries</i>	Θυμάρι ο σερπύλλος	Αιθέριο έλαιο (κυμόλη, θυμόλη, καρβακρόλη) και ταννίνες
<i>Thymus vulgaris L.</i>	Θυμάρι το κοινό	2,5% αιθέριο έλαιο (40% θυμόλη, θυμένιο, καρβακρόλη, κυμόλη, βορνεόλη, λιναλοόλη), ταννίνη, πικρές και αντιβιοτικές

4.3 ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ των Lamiaceae

Με τους όρους φαινόλες και πολυφαινόλες υποδηλώνεται μια κύρια ομάδα φυτικών δευτερογενών μεταβολιτών, που φέρουν τουλάχιστον ένα φαινολικό δακτύλιο στο μόριο τους (Lattanzio 2006). Ένας φαινολικός δακτύλιος αποτελείται από έναν αρωματικό πυρήνα και μια υδρόφιλη υδροξυομάδα, η οποία μπορεί να εμπλέκεται στο σχηματισμό δεσμού υδρογόνου. Επιπλέον, ως οξειδοαναγωγικές ενώσεις, οι φυτικές φαινόλες μπορούν επίσης να δράσουν είτε ως αντιοξειδωτικά είτε ως προ-οξειδωτικά (Quideau et al., 2011). Η αντιοξειδωτική συμπεριφορά των φαινολικών ενώσεων εξαρτάται από τον αριθμό των υποκαταστατών, την αμοιβαία θέση τους και τη θέση πρόσδεσης στο αρωματικό δακτύλιο (Rice-Evans et al., 1996) και γι' αυτό το λόγο η οικογένεια Lamiaceae θεωρείται πηγή πολύτιμων ουσιών για την υγεία (Trivellini et al., 2016).

Το ροσμαρινικό οξύ συγκαταλέγεται στις κύριες φαινολικές ενώσεις που περιέχονται στους ιστούς αρκετών φυτικών ειδών που ανήκουν στα Lamiaceae (Trivellini et al., 2016). Η σύνθεση και η συσσώρευση αυτής της ουσίας καθορίζονται κατά κύριο λόγο από τον γονότυπο, αλλά επηρεάζονται από φυσιολογικούς ή περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως το κλίμα, η καλλιεργητική τεχνική, οι συνθήκες στρες (Juliani et al., 2008, Maggini et al., 2014, Kiferle et al., 2011, 2013). Υψηλά επίπεδα ροσμαρινικού οξέος απαντώνται συχνά μόνο στην υποοικογένεια Nepetoideae (Petersen & Simmonds, 2003). Επιπλέον, εκτός από το ροσμαρινικό οξύ, αρκετά είδη των Lamiaceae μπορούν να συσσωρεύουν υψηλά επίπεδα διαφορετικών φαινολικών, όπως φαινολικών οξέων, φλαβονοειδών ή φαινολικών τερπενίων (Trivellini et al., 2016). Ορισμένες φαινολικές ενώσεις υπάρχουν μόνο σε Lamiaceae. Για παράδειγμα, το καρνοσικό οξύ, το οποίο εμποδίζει την οξειδωτική δράση του χλωροπλάστη και παρουσιάζει υψηλές αντιοξειδωτικές ιδιότητες *in vitro* (Birti'c et al., 2015). Τέλος, από την άλλη πλευρά, πολλές από τις βιοδραστικές ενώσεις δεν είναι μοναδικές για την οικογένεια Lamiaceae. Παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του *Majorana hortensis* L., το οποίο περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις αρυβουτίνης, η οποία είναι επίσης παρούσα σε ακόμα υψηλότερα επίπεδα σε φυτά της οικογένειας Ericaceae, Saxifragaceae και Rosaceae (Rychli'nska & Nowak, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 ΚΑΛΑΜΙΝΘΗ Η ΚΑΛΑΜΙΝΘΑ (*Calamintha* sp.)

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της χώρας που ανήκουν στο γένος *Calamintha* της οικογένειας των Χειλανθών (Lamiaceae, Labiatae) έχουν το λαϊκό όνομα καλαμίνθη ή καλαμίνθα (αγγλικά *calamint*). Το όνομα *Calamintha* προέρχεται από την ελληνική λέξη καλός, διότι πίστευαν ότι έδωχνε τα φίδια (Κουτσός 2006).

Το γένος αυτό είναι περισσότερο συγγενείς με τα γένη *Satureja*, *Nepeta* και *Thymus* και λιγότερο με το γένος *Mentha* (Κουτσός 2006).

Είδη του γένους *Calamintha* αυτοφύονται στο Βόρειο Ημισφαίριο της εύκρατης ζώνης. Καλλιεργούνται κυρίως σε κήπους ως καλλωπιστικά ή για τα φύλλα τους σε μεγάλες γεωργικές εκτάσεις (Κουτσός 2006). Η καλλιέργεια του *Calamintha* πραγματοποιείται κυρίως σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, ενώ οι προτιμήσεις σε υψόμετρο, έδαφος και υγρασία είναι διαφορετικές και εξαρτώνται από το είδος. Συνήθως αναπτύσσονται σε πετρώδη, καλώς αποστραγγιζόμενα εδάφη και ηλιόλουστες περιοχές. Είναι φωτόφυλλα φυτά.

5.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Μονοετείς, διετής και πολυετής πόες και μερικές φορές θάμνοι, με όρθιους τριχωτούς βλαστούς ύψους 20-70 εκ είναι οι μορφές των φυτών που ανήκουν στο γένος *Calamintha*. Από τα πολλά συνώνυμα που έχει κάθε είδος αυτού του γένους καταλήγουμε πως η βοτανική ταξινόμηση αυτών δε βρίσκει πάντα σύμφωνους τους βοτανολόγους. Τα είδη *Calamintha* υπολογίζονται σε 120. Στη χώρα μας αυτοφύονται 12 (Καββάδας 1956), από τα οποία τα πιο γνωστά είναι:

- *C. suaveolens* Boiss. Καλαμίνθη η ευώδης.
- *Calamintha acinos* (L.) Clairv, συν. *Thymus acinos* L., *Satureja acinos* (L.) Sch. Καλαμίνθη ή άκινος (αγγλικά *basil thyme*).
- *C. grandiflora* (L.) Moench, συν. *Melissa grandiflora* L., *Satureja grandiflora* Sch. Καλαμίνθη η μεγανθής

- *C. clinopodium* Benth., συν. *C. vulgaris* (L.) Druce, *Clinopodium vulgare* L., Καλαμίνθη η κλινόποδειος ή η κοινή, κοινώς κοψόχοροτο (αγγλικά wild basil).
- *C. officinalis* Moench, συν. *C. silvatica* Bromf., *Melissa calamintha* L., *Satureja calamintha* Sch. Καλαμίνθη η φαρμακευτική.
- *C. nepeta* (L.) Savi, συν. *Melissa nepeta* L. Καλαμίνθη η νεπέτα (αγγλικά lesser calamint).
- *C. cretica* Benth. Καλαμίνθη η κρητική.
- *C. hirta* Hay, συν. *Satureja calamintha* var. *hirta* Briq. Καλαμίνθη η αδρότριχος.
- *C. incana* Boiss. & Heldr. Καλαμίνθη η πολιά.
- *C. hortensis*, συν. *Satureja hortensis*.

5.3 ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Αρχικά το χωράφι πρέπει να προετοιμαστεί. Δηλαδή, με την προετοιμασία επιδιώκεται: το σπάσιμο βαθύτερων στρωμάτων που δεν μπορεί να διαπεράσει το νερό, η δημιουργία καλού πορώδους, το παράχωμα των υπολειμμάτων που τυχόν υπάρχουν από προηγούμενη καλλιέργεια, η καταπολέμηση ζιζανίων, η αύξηση οργανικής ουσίας και τέλος, η ισοπέδωση της επιφάνειας.

Στη συνέχεια, τα φυτάρια φυτεύονται σε αποστάσεις 60-70 εκ. μεταξύ των γραμμών και ποτίζονται αμέσως. Η πυκνότητα φύτευσης που θεωρείται επιθυμητή είναι 5.500-6.000 φυτά/στρ. σε περίπου 20 ημέρες από τη φύτευση αρχίζουν τα φυτάρια να αναπτύσσονται. Ακολουθεί σκάλισμα για τον έλεγχο των ζιζανίων. Η διάρκεια ζωής μιας φυτείας είναι 6-7 χρόνια. Οι ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία καλύπτονται από οργανικά λιπάσματα. Το πρώτο και το δεύτερο έτος της φυτείας το σύννηθες πρόβλημα αποτελούν τα ζιζάνια που μπορούν να αντιμετωπιστούν με σκαλίσματα και εδαφοκάλυψη με πλαστικό (Κουτσός 2006).

Κατά τη συγκομιδή το μέρος που χρησιμοποιείται κυρίως από το είδη του γένους *Calamintha* είναι οι κορυφές των βλαστών με τις ταξιανθίες (Κουτσός 2006).

5.4 ΤΟ ΕΙΔΟΣ *Calamintha nepeta*

Το *C. nepeta* ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae* και υποοικογένεια *Neperoideae* (Marin et al., 2001). Είναι ένα πολυετές αρωματικό φυτό ευρέως διαδεδομένο στην περιοχή της Νότιας Ευρώπης και της Μεσογείου (Karousou et al., 2012, Negro et al., 2013, Marongiu et al., 2010).

Από τα είδη του *C. nepeta* που υπάρχουν, πέντε απαντώνται στην Ελλάδα, εκ των οποίων τα τρία, δηλαδή τα *C. glandulosa*, *C. nepeta* (L.) Savi και *C. menthifolia* Host, είναι τα πιο διαδεδομένα στη χώρα (Karousou et al., 2012).

Η οσμή των φυτών της *Calamintha* που μοιάζει με μέντα, συνέβαλε στη χρήση τους στην παραδοσιακή ιατρική αρκετών χωρών της λεκάνης της Μεσογείου ως μια εναλλακτική μέντα. Στην Ελλάδα, τα τρία είδη *Calamintha* ονομάζονται αγριομέντα ή φλισκούνι και χρησιμοποιούνται παρόμοια με τη μέντα, δηλαδή για την παρασκευή φαρμακευτικών τσαγιών (Karousou et al., 2012).

Επιπροσθέτως, το μυρωδάτο αυτό βότανο χρησιμοποιείται σαν μπαχαρικό σε τρόφιμα για την προετοιμασία φαγητού αλλά και για τη γεύση των τροφίμων. Στην ιατρική χρησιμοποιείται ως διεγερτικό, αντισηπτικό, διουρητικό, τονωτικό και αντισπασμωδικό (Negro et al., 2013, Marongiu et al., 2010). Τέλος, χρησιμοποιείται στο πεπτικό σύστημα για πόνους στο στομάχι και στο λαιμό, ως αποχρεμπτικό, για την ενίσχυση του κεντρικού νευρικού συστήματος και για διαταραχές των νεφρών (Alan et al., 2011).

Λόγω της οικονομικής αξίας των φυτών αυτών και της ποικιλίας της μυρωδιάς τους που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια των πρώτων μελετών, προκάλεσε το ενδιαφέρον των ερευνητών κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών για την περαιτέρω διερεύνηση της ποσοτικής και ποιοτικής σύστασης των αιθέριων ελαίων που παράγει (Karousou et al., 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

6.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Αναφέρονται τα όργανα, οι συσκευές, τα αντιδραστήρια και τα αναλώσιμα υλικά που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη (Εικόνα 3).

6.1.1 ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

1. Αναδευτήρας με δίνη (Vortex-2Genie, model G-560E, Scientific industries INC).
2. Αποστακτική μηχανή αιθέριων ελαίων τύπου Clevenger
3. Ηλεκτρικός ζυγός ακριβείας δύο (2) δεκαδικών ψηφίων.

6.1.2 ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

1. Αιθανόλη (C_2H_6O , MW:46,07, assay 99,8%, Riedel-de Haen).
2. Ανυδρο θειικό Νάτριο (Na_2SO_4) Merck.
3. Διάλυμα αλκανίων (C8 – C20) (P. Code 101153511, Fluka, Aldrich-Sigma).

6.1.3 ΑΝΑΛΩΣΙΜΑ

1. Αποστειρωμένες πιπέτες μιας χρήσης.
2. Γάντι για αποφυγή εγκαύματος.
3. Γυάλινα φιαλίδια με βιδωτό πώμα.
4. Γυάλινοι δοκιμαστικοί σωλήνες.
5. Κλαδευτήρι.
6. Ογκομετρικός κύλινδρος 1L.
7. Ποτήρια ζέσεως.
8. Πουάρ Filler με τρεις (3) βαλβίδες.
9. Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων.
10. Θερμοανθεκτικά γάντια



Εικόνα 3: Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος Γυάλινοι δοκιμαστικοί σωλήνες σε στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων, Υδροβολέας, Άνυδρο θειικό Νάτριο (Na_2SO_4) Merck, Αιθανόλη ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, MW:46,07, assay 99,8%, Riedel-de Haen), Θερμοανθεκτικά γάντια.

6.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Αποστολές οργανώθηκαν τους Φθινοπωρινούς μήνες του 2017 για τον εντοπισμό αυτοφυών πληθυσμών του *C. nepeta* με σκοπό τη συλλογή φυτικού υλικού στο στάδιο της άνθισης. Αντιπροσωπευτικό δείγμα μεταφέρθηκε στο εργαστήριο αρωματικών φυτών του τμήματος Γεωπονίας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στην Άρτα. Το είδος του αρωματικού φυτού ταυτοποιήθηκε με στεροσκοπική παρατήρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών και τη χρήση κλείδας (Flora Europea).

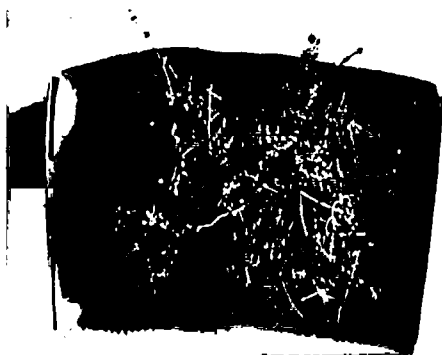
6.2.1 ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Μετά την ταυτοποίηση του είδους το φυτικό υλικό τοποθετήθηκε σε εργαστηριακούς πάγκους με σκοπό την αποξήρανσή του με φυσικό τρόπο σε συνθήκες καλού αερισμού υπό σκιά (Εικόνα 4). Κατά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, το φυτικό υλικό ανάλογα με τη περιοχή τοποθετήθηκε σε διαφορετικά χάρτινα κιβώτια

σε δροσερό και σκιερό μέρος στο εργαστήριο Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών του Τμήματος Γεωπονίας στην Άρτα (Εικόνα 5).



Εικόνα 4: Τοποθέτηση του φυτικού υλικού του *C.pereta* στον εργαστηριακό πάγκο για αποξήρανση και αποθήκευσή του σε χάρτινη συσκευασία μέχρι την απόσταξη.



Εικόνα 5: Τοποθέτηση του αποξηραμένου φυτικού υλικού σε χάρτινη συσκευασία για αποθήκευση μέχρι την απόσταξη.

6.2.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Πριν την έναρξη της απόσταξης το φυτικό υλικό τεμαχίστηκε με κλαδευτήρι σε κομμάτια περίπου των 2-3cm. Στη συνέχεια, για κάθε δείγμα αποξηραμένου φυτού, ζυγίστηκαν 40 g φυτικό υλικό. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ζυγαριά ακριβείας δύο δεκαδικών ψηφίων πριν από κάθε απόσταξη.

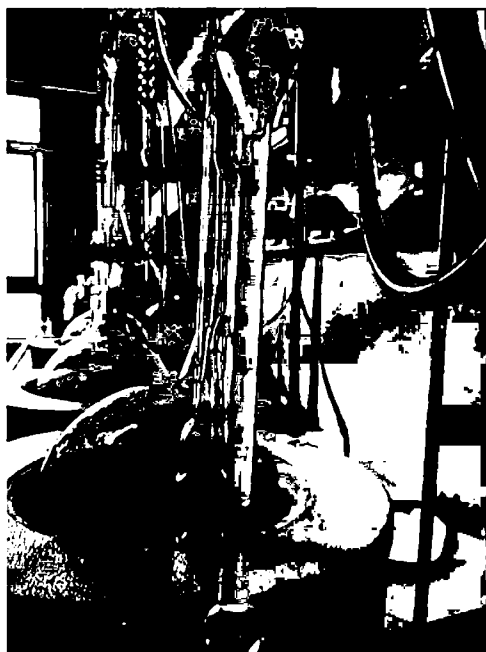
6.2.3 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΥΛΡΟΑΠΟΣΤΑΞΗΣ

Το αιθέριο έλαιο παραλήφθηκε στο εργαστήριο Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών του Τμήματος Γεωπονίας στην Άρτα και για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκε. γυάλινη συσκευή τύπου Clevenger (Εικόνα 6), κλειστού τύπου. Η αυτή συσκευή προτείνεται από τις περισσότερες Φαρμακοποιίες για τον ποσοτικό προσδιορισμό των αιθέριων ελαίων ενός αρωματικού φυτού.

- Περιγραφή μεθόδου

Η συσκευή περιλαμβάνει μια σφαιρική φιάλη στην οποία εισάγεται το φυτικό υλικό που πρόκειται να αποσταχθεί με την απαιτούμενη ποσότητα νερού και τοποθετείται σε

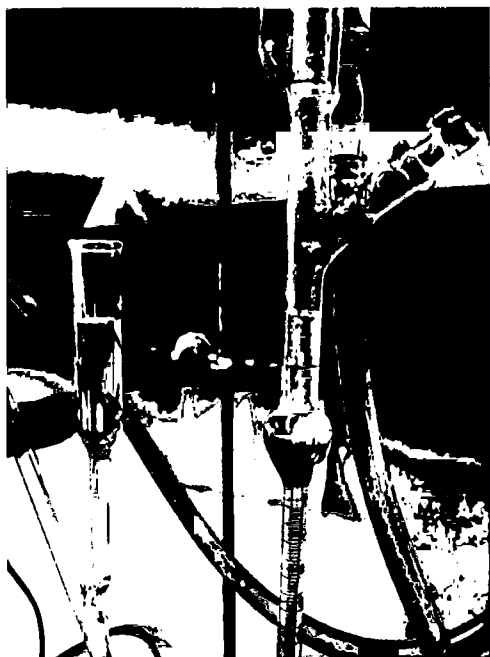
θερμαινόμενο μανδύα (Εικόνα 7). Στη συνέχεια, συνδέουμε στη φιάλη την ενιαία γυάλινη αποστακτική συσκευή τύπου Clevenger. Αυτή η συσκευή αποτελείται από τον ψυκτήρα ο οποίος στο κάτω μέρος του φέρει ένα βαθμονομημένο κυλινδρικό σωλήνα, στον οποίο γίνεται ο διαχωρισμός του αιθέριου ελαίου από το νερό (Εικόνα 8-9), η μέτρηση της απόδοσης (Εικόνα 10-11) και η συλλογή του. Ο σωλήνας στο κάτω μέρος του έχει μια τρίοδο σύνδεση από την οποία ξεκινά σωλήνας δια του οποίου επιστρέφει το συνεχώς αποσταγμένο νερό στη φιάλη και ένα μικρό τμήμα σωλήνα όπου στο τέλος της απόσταξης γίνεται η παραλαβή του αιθέριου ελαίου. Σημειώνεται πως το αποσταγμένο νερό που επιστρέφει στη φιάλη έχει διαχωριστεί από το αιθέριο έλαιο. Το φυτικό υλικό αποστάζεται για 1 με 3 ώρες, ανάλογα το είδος του φυτικού υλικού. Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας αναφέρεται σαν ποσότητα (σε ml) αιθέριου ελαίου ανά 100 g φυτικού υλικού. Τέλος, ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας ενός φυτικού υλικού σε αιθέριο έλαιο θα πρέπει πάντοτε να αποδίδεται σε υλικό χωρίς υγρασία (Κατσιώτης κ.α., 2015).



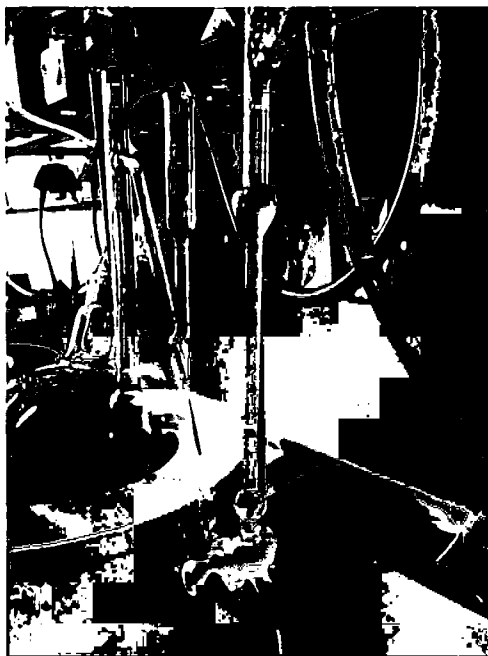
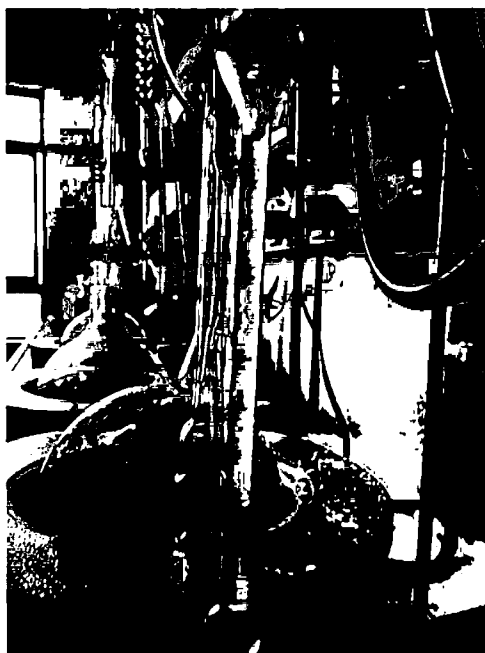
Εικόνα 6: Αποστακτική συσκευή αιθέριων ελαίων τύπου Clevenger. Εργαστήριο Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών. Τμήμα Γεωπονίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.



Εικόνα 7: Τοποθέτηση φυτικού υλικού στη σφαιρική φιάλη της αποστακτικής μηχανής.



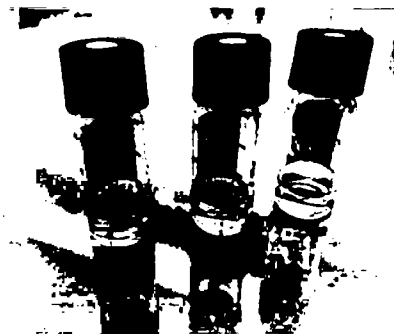
Εικόνες 8 & 9: Παρατηρείται ο διαχωρισμός του αιθέριου ελαίου από το νερό σε αποστακτική συσκευή τύπου Clevenger



Εικόνα 10 & 11: Με τη λήξη της απόσταξης, μέτρηση της ποσότητας αιθέριου ελαίου στο διαβαθμισμένο σωλήνα της συσκευής.

- Πειραματική πορεία

Το φυτικό υλικό που τεμαχίστηκε, τοποθετήθηκε στη σφαιρική φιάλη της αποστακτικής μηχανής. Για τη μελέτη της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο πραγματοποιήθηκαν τρεις επαναλήψεις για κάθε δείγμα. Η αναλογία νερού-αποξηραμένου φυτικού υλικού ήταν 1L:40gr. Η διάρκεια της απόσταξης ήταν δυο (2) ώρες για όλα τα δείγματα. Με τη λήξη της απόσταξης μετρήθηκε η ποσότητα του παραγόμενου αιθέριου ελαίου στο διαβαθμισμένο σωλήνα της συσκευής. Στη συνέχεια, το αιθέριο έλαιο παραλήφθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα, αποξηράνθηκε με άνυδρο θειικό νάτριο (Na_2SO_4), αναδεύτηκε σε αναδευτήρα με δίνης, μεταφέρθηκε σε γυάλινο φιαλίδιο με βιδωτό πώμα (Εικόνα 12) και διατηρήθηκε στους 4°C (ψυγείο εργαστηρίου).



Εικόνα12: Τοποθέτηση αιθέριου ελαίου του *C. Nepeta* που παραλήφθηκε από την απόσταξη σε γυάλινα φιαλίδια

6.3 ΛΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΑΖΑΣ(GC-MS)

Προετοιμασία διαλύματος αιθέριου ελαίου για GC ανάλυση 1:400 σε εξάνιο.

Αρχικά προετοιμάστηκε διάλυμα αιθέριου ελαίου 1% σε εξάνιο με τη προσθήκη 25 μl σε 2,5 mL εξάνιο. Από αυτό το αρχικό διάλυμα 250 μL διαλύθηκαν σε 750 μL εξάνιο.

- Πορεία

Για την ανάλυση του αιθέριου ελαίου χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος (VARIAN CP-3800 GC) εφοδιασμένος με φασματογράφο μάζας (VARIAN 320-MS) και τριχοειδή στήλη χρωματογραφίας ZEBRON ZB-5 της Phenomenex (30m x

0.32mm x 0.25μm). Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε ήλιο (He) με ροή 1 mL min⁻¹ και Split ratio 1:20. Η θερμοκρασία του εισαγωγέα και της γραμμής μεταφοράς ήταν 250 °C και 280 °C αντίστοιχα. Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το εξής θερμοκρασιακό πρόγραμμα: 50 °C-250 °C με ρυθμό 3 °C min⁻¹. Η σάρωση έγινε για μάζες m/z από 41 έως 380. Στον εισαγωγέα εισήχθη 1 μL διαλύματος. Η ταυτοποίηση των συστατικών πραγματοποιήθηκε με τη σύγκριση των φασμάτων μάζας με τα φάσματα μάζας της βιβλιοθήκης NIST MS, την σύγκριση των δεικτών κατακράτησης (R.I) με τους δείκτες Kovats (Kovats Retention Index) για στήλη DB-5 και βιβλιογραφικά δεδομένα.

Οι δείκτες κατακράτησης (R.I) για όλα τα συστατικά προσδιορίστηκαν με τη χρήση διαλύματος αλκανίων (C8 – C20) ως πρότυπο το οποίο εισήχθη στον εισαγωγέα του χρωματογράφου κάτω από τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες και τη σχέση:

$$RI = 100 \times n_o + [(RT_x - RT_{n_o}) / (RT_{n1} - RT_{n_o})] \times 100$$

Όπου:

- RI = Δείκτης κατακράτησης
- n_o = τα άτομα άνθρακα του αλκανίου πριν το πτητικό συστατικό που επιδιώκεται να ταυτοποιηθεί.
- RT_x = ο χρόνος κατακράτησης του πτητικού συστατικού.
- RT n_o = ο χρόνος κατακράτησης του αλκανίου πριν το πτητικό συστατικό.
- RT n₁ = ο χρόνος κατακράτησης του αλκανίου μετά το πτητικό συστατικό.

Η συνεισφορά κάθε ταυτοποιημένου συστατικού στο αιθέριο έλαιο υπολογίστηκε με την παραδοχή ότι το εμβαδόν όλων των ταυτοποιημένων κορυφών αντιπροσωπεύει το 100% των συστατικών του και τη σχέση:

$$C\% = (Εμβαδό C / Συνολικό εμβαδό χρωματογραφήματος) \times 100$$

Όπου:

C= ταυτοποιημένο συστατικό

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ- ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Για τις ανάγκες του πειραματισμού, το φυτικό υλικό, που χρησιμοποιήθηκε, συλλέχτηκε από την αυτοφυή χλωρίδα της Ηπείρου. Με τις αποστολές που οργανώθηκαν εντοπίστηκαν δύο αυτοφυείς πληθυσμοί (Εικόνα 13-14) στο στάδιο της άνθισης (Οκτώβριο). Τα φυτά έχουν όρθιο ή αναρριχώμενο βλαστό και πολλές διακλαδώσεις.

1. Άρτα (Υψόμετρο:), Δήμος Αρταίων. Νομός Άρτας (Εικόνα 13, Εικόνα 14)
2. Ριζοβούνι Πρεβέζης (200 m:), Δήμος Ζηρού , Ν. Πρεβέζης (Εικόνα 15, Εικόνα 16).

Δείγματα των ανθισμένων φυτών χρησιμοποιήθηκαν για τον εργαστηριακό προσδιορισμό του είδους με μορφολογικά κριτήρια. Στις εικόνες που ακολουθούν διακρίνονται ορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών που εξετάστηκαν στο εργαστήριο (Εικόνες).

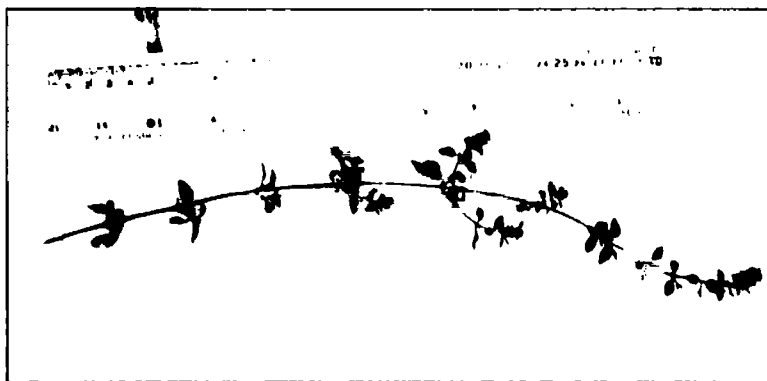


Εικόνες 13 & 14: Αυτοφυής πληθυσμός του *C. nepeta* στο στάδιο της άνθισης στην περιοχή της Άρτας (Οκτώβριος 2017).



Εικόνες 15 & 16: Αυτοφυής πληθυσμός του *C. nepeta* στο στάδιο της άνθισης στην περιοχή του Ριζοβουνίου Πρεβέζης (Οκτώβριος 2017).

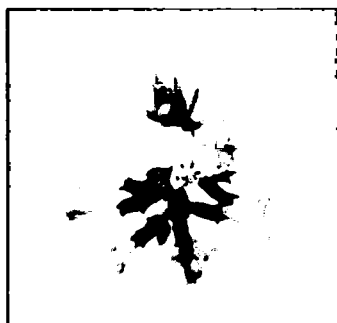
Το ύψος των φυτών όπως διακρίνεται στην εικόνα (Εικόνα 17) είναι μεγαλύτερο από 30 cm. Το κυανοιώδες άνθος, η στεφάνη και ο κάλυκας του άνθους διακρίνονται στις Εικόνες 18-20. Το μήκος της στεφάνης του άνθους είναι κατά μέσο όρο 10 mm. Ο κάλυκας φέρει τρίχες και είναι ευδιάκριτο ότι οι δύο κατώτεροι οδόντες είναι μακρύτεροι των άλλων. Τα άνθη (3-10) είναι τοποθετημένα κατά αραιοφυείς κορύμβους και διαθέτουν κοντούς ποδίσκους (Εικόνα 21-23). Τα φύλλα είναι μικρά ωοειδή, πλατιά, σχεδόν ισοδιαμετρικά και χνουδωτά (Εικόνα 24-25)



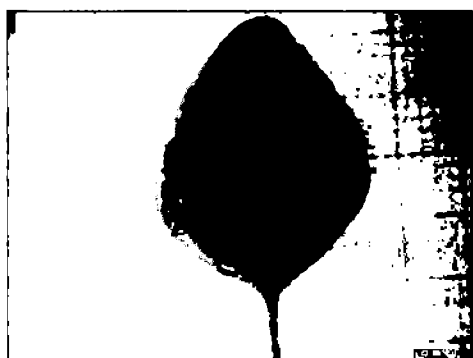
Εικόνα 17: Ύψος ανθισμένου στελέχους



Εικόνες 18, 19 & 20: Αντιπροσωπευτικές εικόνες της λεπτομέρειας του άνθους, του κάλυκα και της στεφάνης έπειτα από στερεοσκοπική παρατήρηση



Εικόνες 21, 22 & 23: Αντιπροσωπευτική εικόνα της ταξιανθίας έπειτα από στερεοσκοπική παρατήρηση



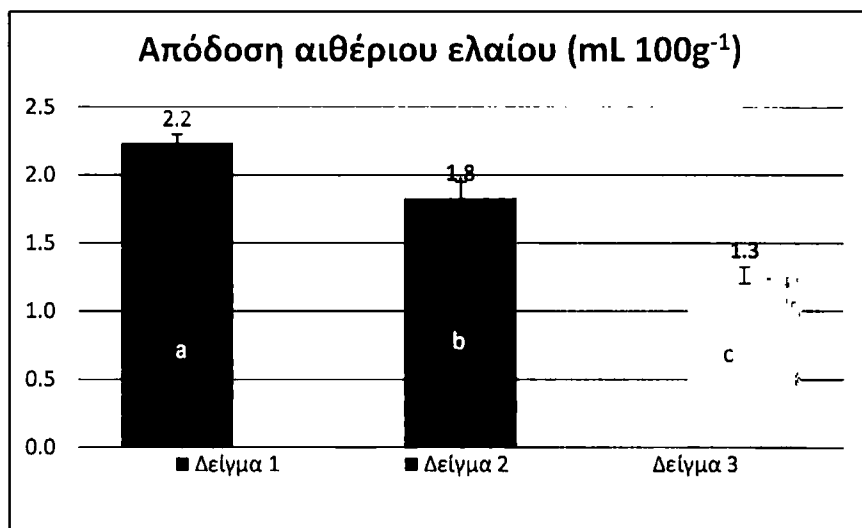
Εικόνες 24 & 25: Αντιπροσωπευτική εικόνα των φύλλων του *C. nepeta* έπειτα από στερεοσκοπική παρατήρηση

Αναφορικά με τα δείγματα που συλλέχθηκαν για τον προσδιορισμό της απόδοσης του *C. nepeta* σε αιθέριο έλαιο και τον προσδιορισμό της ποιοτικής του σύστασης:

- Το πρώτο δείγμα (Δείγμα 1) συλλέχτηκε τον Οκτώβριο του 2017 στην περιοχή Ριζοβουνίου Πρεβέζης σε στάδιο πλήρης άνθησης,
- Το δεύτερο δείγμα (Δείγμα 2) την ίδια ακριβώς περίοδο στην περιοχή της Άρτας και
- Το τρίτο δείγμα (Δείγμα 3) από την ίδια περιοχή της Άρτας δύο μήνες μετά την πλήρη άνθηση του φυτού (Δεκέμβριος 2017).

7.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ

Στο παρακάτω γράφημα αναφέρονται ο μέσος όρος και το τυπικό σφάλμα της της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο των τριών δειγμάτων του αρωματικού φυτού *C. nepeta*.



Γράφημα 1: Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα της περιεκτικότητας του σε αιθέριο έλαιο. Έτος συλλογής: 2017. Αποξηραμένο σε κανονικές συνθήκες υλικό. Οι μέσοι όροι που συνοδεύονται από τα γράμματα a, b, c, για τα δείγματα 1, 2, 3 αντίστοιχα, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($P < 0,05$).

Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο των δειγμάτων παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά (Ανοva, $p = 0,000$) για επίπεδο σημαντικότητας 5%. Μεγαλύτερη απόδοση ($2,2 \pm 0,06$ %) παρουσίασε το φυτικό υλικό που συλλέχθηκε στο στάδιο της πλήρους άνθησης από τον αυτοφυή πληθυσμός της περιοχής Ριζοβουνίου Πρεβέζης συγκριτικά

με εκείνη που παραλήφθηκε από την περιοχή της Άρτας ($1,83 \pm 0,12 \%$) (LSD, $p=0,006$). Μικρότερη απόδοση σε αιθέριο έλαιο ($1,27 \pm 0,06 \%$) διαπιστώθηκε στο φυτικό υλικό που λήφθηκε δύο μήνες μετά το στάδιο της πλήρους άνθιση στην περιοχή της Άρτας (LSD, $p=0,001$).

7.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ GC-MS ΑΝΑΛΥΣΗΣ

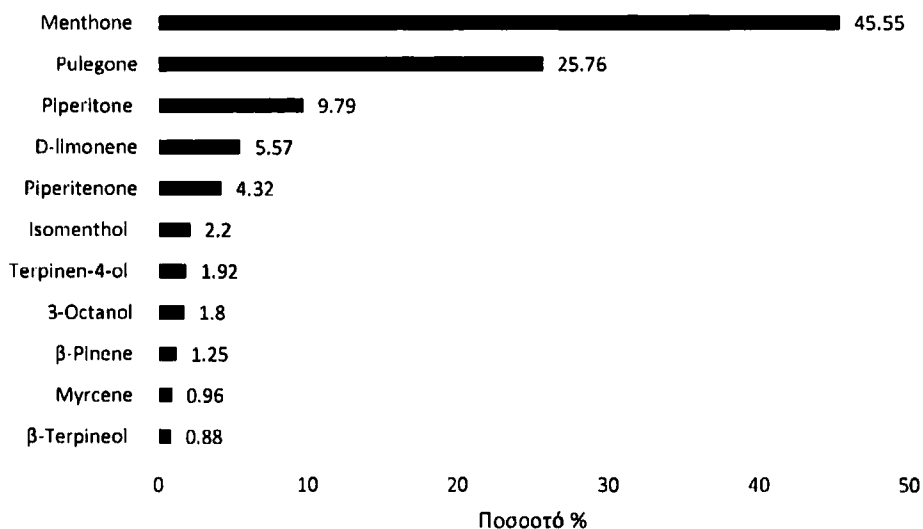
7.3.1 ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ *C. nepeta*

Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του αιθέριου ελαίου του *C. nepeta* για τα τρία δείγματα που μελετήθηκαν (Πίνακας 1)

Πίνακας 1: Ποιοτική σύσταση αιθέριου ελαίου <i>C. nepeta</i> τριών διαφορετικών φυτικών υλικών. Αναφέρεται η συνεισφορά κάθε ταυτοποιημένου συστατικού στο αιθέριο έλαιο.						
α/α	RT (min)	RI	Συστατικά	Δείγμα 1	Δείγμα 2	Δείγμα 3
1	6,45	918	β-Pinene	1,25	0,91	0,59
2	6,71	921	α-Pinene		0,5	0,69
3	7,75	991	Myrcene	0,96		0,4
4	8,13	993	3-Octanol	1,8	1,59	1,28
5	9,8	1031	D-limonene	5,57	5,49	3,58
6	11,49	1159	β-Terpineol	0,88	2,97	3,6
7	14,41	1154	Menthone	45,55	33,86	61,77
8	14,76	1164	Isomenthol	2,2	2,1	1,09
9	15,09	1178	Terpinen-4-ol	1,92	1,72	1,31
10	16,71	1237	Pulegone	25,76	31,81	1,99
11	17,36	1251	Piperitone	9,79	8,7	23,5
12	18,97	1342	Piperitenone	4,32	10,35	0,2
Monoterpene hydrocarbons				7,78	6,9	5,26
Oxygenated monoterpene				90,42	91,51	93,46
Others				1,8	1,59	1,28
RT: Χρόνος κατακράτησης RI: Retention Index relative to n-alkanes on ZB-5 capillary column						

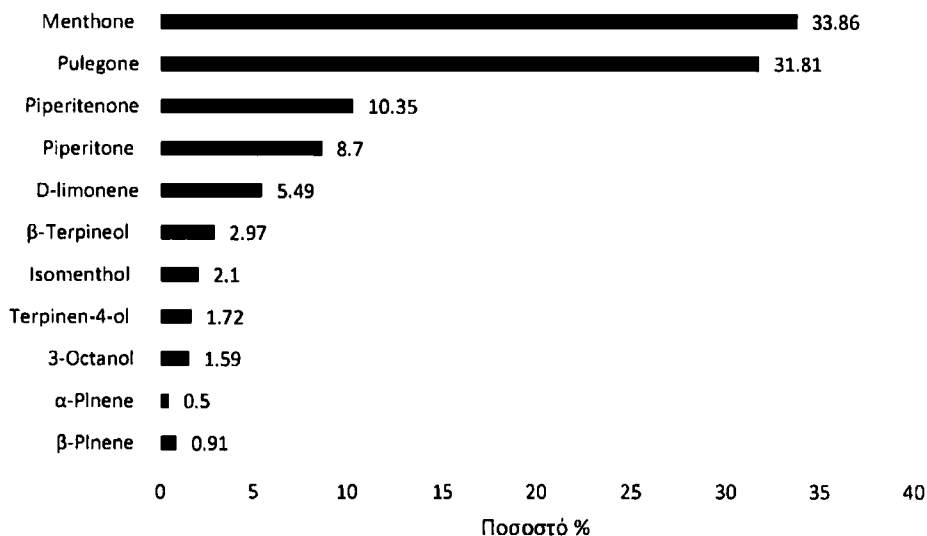
Στο αιθέριο έλαιο που παραλήφθηκε από τα δείγματα 1, 2 και 3 ταυτοποιήθηκαν 11 και 12 συστατικά αντίστοιχα. Τα ταυτοποιημένα συστατικά ταξινομήθηκαν ανάλογα με την ποιοτική τους σύσταση στο παρακάτω γράφημα (Γράφημα 4).

Δείγμα 1



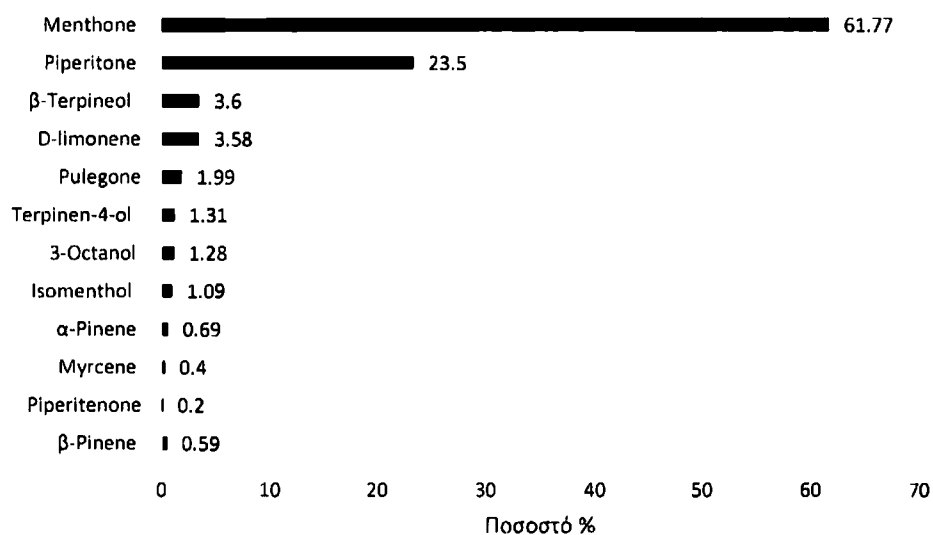
Γράφημα 2: Ταξινόμηση των ταυτοποιημένων συστατικών αιθέριου ελαίου του αρωματικού φυτού *C. nepeta* του δείγματος 1.

Δείγμα 2



Γράφημα 3: Ταξινόμηση των ταυτοποιημένων συστατικών αιθέριου ελαίου του αρωματικού φυτού *C. nepeta* του δείγματος 2.

Δείγμα 3



Γράφημα 4: Ταξινόμηση των ταυτοποιημένων συστατικών αιθέριου ελαίου του αρωματικού φυτού *C. nepeta* του δείγματος 3.

8. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το είδος *C. nepeta* αυτοφύεται σε μεγάλες εκτάσεις, εγκαταλελειμμένα χωράφια, δάση και δασικές εκτάσεις σε υψόμετρο μεταξύ της στάθμης της θάλασσας και των 800μ και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και τα 1000μ (Karousou et al., 2012). Αναπτύσσεται ευρέως στις χώρες γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου, στην κεντρική Ευρώπη και το Ιράν.

Η διερεύνηση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο των αυτοφυών πληθυσμών ενός αρωματικού φυτού και η μελέτη της ποιοτικής του σύστασης είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει διάφορα βήματα τα οποία αφορούν τον εντοπισμό και την ταυτοποίηση του φυτικού είδους, την αποξήρανση του φυτικού υλικού και την προετοιμασία του, την παραλαβή του αιθέριου ελαίου και την ταυτοποίηση των συστατικών του. Για την μελέτη της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται συνήθως η μέθοδος της υδροαπόσταξης του αποξηραμένου συνήθως φυτικού υλικού σε συσκευή τύπου Clevenger, ενώ η τεχνική της αέριο - χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματοσκοπία μάζας χρησιμοποιείται για την ταυτοποίηση των συστατικών του.

8.1 ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Στο εικογραφημένο βοτανικό – φυτολογικό λεξικό του Καββαδά (Δ' τόμος) (Καββαδάς 1934 και στον τρίτο τόμο της Flora Europaea (Tutin et al. 1993) αναφέρονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του *C. nepeta*. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών που καταγράφηκαν εργαστηριακά από τους δύο αυτοφυείς πληθυσμούς (παρ. 7.1) ταιριάζουν απόλυτα με τα χαρακτηριστικά του *C. nepeta* που αναφέρονται στην βιβλιογραφία.

8.2 ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ ΤΟΥ *C. nepeta*

Η απόδοση των αυτοφυών πληθυσμών στο στάδιο της πλήρους άνθισης κυμάνθηκε μεταξύ 2,2% και 1,8% στις δύο περιοχές δειγματοληψίας και χαρακτηρίζεται ως υψηλή σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Με προηγούμενη μελέτη η απόδοση του *C. nepeta* σε αιθέριο έλαιο στην περιοχή της Ηπείρου κυμάνθηκε από 0,8% έως 1% και

σε υψόμετρο 600-800μ. (Karousou et al. 2012) . Στην κεντρική Μακεδονία η απόδοση σε αιθέριο έλαιο διαπιστώθηκε πως ήταν περισσότερο αυξημένη και κυμάνθηκε σε ποσοστό από 1,2% έως 1,5%. Μάλιστα στη μελέτη αυτή διαπιστώθηκε ότι δείγμα από μεγαλύτερο υψόμετρο παρουσίασαν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο. Αναφορικά με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα του *C. nepeta* σε αιθέριο έλαιο στη χώρα μας (2%, αυτή καταγράφηκε σε δείγματα που συλλέχθηκαν στο νησί της Λευκάδας (Souleles et al. 1987). Τα αποτελέσματα των πειραμάτων δείχνουν ότι παρατηρείται μία εποχιακή διακύμανση αναφορικά με περιεκτικότητα του *C. nepeta* σε αιθέριο έλαιο. Μετά το στάδιο της άνθισης όπως διαπιστώθηκε σε μία από τις δύο περιοχές δειγματοληψίας η απόδοση σε αιθέριο έλαιο μειώθηκε από 1,8 % (Οκτώβριο) στο 1,3 % το Χειμώνα (Δεκέμβριο).

Δείγματα αυτοφυών φυτών του *C. nepeta* συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου ανθοφορίας από εννέα τοποθεσίες στη νότια Απουλία της Ιταλίας, τον Σεπτέμβριο του 2009. Όπως αναφέρθηκε, ανάλογα με τις περιοχές η απόδοση σε αιθέριο έλαιο κυμάνθηκε από 1,15% έως 3,04%. Σε προηγούμενες εργασίες, οι αποδόσεις κυμάνθηκαν μεταξύ 0,6% για δείγματα που συλλέχθηκαν κοντά στη Μασσαλία (Cozzolino et al., 2000) ενώ αρκετοί συγγραφείς ανέφεραν ενδιάμεσες αποδόσεις αιθέριου ελαίου (Fraternale et al., 1998, Mastelic et al., 1998, Riela et al., 2008, Ristorcelli et al., 1996).

8.3 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΟΥ *C. nepeta*

Αναφορικά με τα αποτελέσματα της αέριο – χρωματογραφικής ανάλυσης (CG-MS) διαπιστώθηκε ότι στα ταυτοποιημένα συστατικά του αιθέριου ελαίου (11-12 συστατικά) επικρατούν τα μονοτεπένια (98-99%) και μάλιστα τα οξυγονωμένα μονοτεπένια (90-93%). Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με τις διαπιστώσεις των Negro et al. (2013) που αναφέρουν πως το αιθέριο έλαιο του *C. nepeta* χαρακτηρίζεται από την υπεροχή των μονοτερπενίων

Σε όλα τα αιθέρια έλαια που αναλύθηκαν επικρατεί το οξυγονωμένο μονοτερπένιο μενθόνη (Menthone) το οποίο περιέχεται σε ποσοστό από 34 έως 62%. Κατά τη διάρκεια της πλήρους άνθισης η περιεκτικότητα σε μενθόνη κυμάνθηκε από 34-46%. Σε σημαντικό ποσοστό αυτή την εποχή διαπιστώθηκε πως περιέχονται τα οξυγονωμένα μονοτερπένια πουλεγκόνη (Pulegone) (26-32%), πιπεριτόνη (Piperitone) (10%),

πιπεριτενόνη (Piperitenone) (4-9%) και το μη οξειγωνομένο μονοτερπένιο δ-Λιμονένιο (d-Limonene) (5,5%). Όπως διαπιστώθηκε από τα αποτελέσματα των αναλύσεων η περιεκτικότητα σε μενθόνη (Menthone) και πιπεριτονή (Piperitone) αυξήθηκαν κατά στις αρχές του χειμώνα από 34% και 10% σε 62% και 24% αντίστοιχα, ενώ η περιεκτικότητα σε πουλεγκόνη (Pulegone) μειώθηκε σε 2%. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε περιοχές της Γαλίας (De Pooter et al., 1987). Από τα 6 δείγματα που αναλύθηκαν διαπιστώθηκε πως το αιθέριο έλαιο του *C. nepeta* ήταν πλούσιο σε πουλεγκόνη, μενθόνη πιπεριτόνη και πιπεριτενόνη. Σύμφωνα με τους Negro et al. (2013) έχουν διαπιστωθεί τρεις χημειότυποι για το αρωματικό αυτό φυτό. Ο χημειότυπος της Μενθόνης, της πουλεγκόνης και της πιπεριτόνης. Οι πληθυσμοί του *C. nepeta* που μελετήθηκαν ανήκουν σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αέριοχρωματογραφικής ανάλυσης στο χημειότυπο της μενθόνης. Με προηγούμενη μελέτη στη χώρα μας (Souleles et al. 1987) έχει καταγραφεί ο χημειότυπος της πουλεγκόνης για το αρωματικό αυτό φυτό.

Σε μελέτη που παραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Τοσκάνης (Ιταλία) αναφέρεται ως κύριο συστατικό του *C. nepeta* η πουλεγκόνη (περίπου 50%), ενώ σε σημαντικά ποσοστά περιέχονται τα συστατικά μενθόνη (9,4%), λιμονένιο (7,0%), πιπεριτόνη (3,9%) (Flamini et al., 1999, Panizzi et al., 1993).

Ο Pancali (1998) διερεύνησε το αιθέριο έλαιο του *C. nepeta* (L.) Savi ssp. *glandulosa* που συλλέχθηκε στην Τουρκία. Τα κύρια συστατικά του ελαίου ήταν η πουλεγκόνη (40,5%) και η μενθόνη (23,6%). Επίσης, τα συστατικά πιπεριτόνη και οξείδιο της πιπεριτόνης ανέρχονταν σε ποσοστό 9,3%.

Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι σε φυτικό υλικό που συλλέχτηκε τον Αύγουστο του 1998 από αυτοφυή πληθυσμό κοντά στον ποταμό Igalo-Sutorina, ότι στο έλαιο του *C. nepeta* κυριαρχεί το συστατικό πουλεγκόνη (Pulegone) (37,5%). Σε αξιοσημείωτο ποσοστό στο έλαιο ήταν και η μενθόνη (Menthone) (17,6%), η πιπεριτενόνη (Piperitenone) (15,0%), η πιπεριτόνη (Piperitone) (10,2%) και το λιμονένιο (Limonene) (6%) (Kitic et al., 2002).

Τον Ιούλιο του 2011 το φυτό *C. nepeta* συλλέχθηκε σε στάδιο ανθοφορίας από το El-Affroun (Blida, 50 χιλιόμετρα νότια του Αλγέρι). Η ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου έδειξε ότι αποτελεί ένα πολύπλοκο μίγμα 26 συστατικών, που αντιπροσωπεύουν το 98,2% του αιθέριου ελαίου. Το έλαιο αποτελείται κυρίως από

οξυγονωμένα μονοτερπένια (97,4%) με ίχνη άλλων ομάδων συστατικών, μεταξύ των οποίων η πουλγόνη (Pulegone) (39,5%), η νεο-μενθόλη (neo-menthol) (33%) και η ισομεθόνη (isomenthone) (19,6%) ήταν τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου (Kerbouche et al., 2013). Οι Rossi et al. (2007) και οι Couladis & Tzakou (2001) κατέγραψαν επίσης την πούλεγκον (Pulegone) (49% - 41%) ως κύριο συστατικό ακολουθούμενο από τη μενθόνη (menthone) (21,5% - 32%) σε αιθέριο έλαιο του *C. calamintha* από την Κορσική και την Ελλάδα αντίστοιχα.

8.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι αυτοφυείς πληθυσμοί του *C. nepeta* στην περιοχή της Ιπείρου που μελετήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι παρουσιάζουν υψηλή περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια συγκριτικά με τα επιστημονικά βιβλιογραφικά δεδομένα. Σε όλα τα δείγματα των αιθέριων ελαίων που αναλύθηκαν κυριαρχεί η μενθόνη, ενώ σε δείγματα που συλλέχθηκαν τον Οκτώβριο επικρατεί σε εξίσου σχεδόν υψηλά ποσοστά το συστατικό πουλεγκόνη. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα το αιθέριο έλαιο του *C. nepeta* παρουσίασε τόσο ποσοτική όσο και ποιοτική μεταβολή. Συγκεκριμένα η απόδοση σε αιθέριο έλαιο μειώνεται, ενώ η περιεκτικότητα σε μενθόνη αυξάνεται. Περαιτέρω διερεύνηση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο των αυτοφυών πληθυσμών του *C. nepeta* καθώς και έλεγχος της εποχιακής διακύμανσης της ποιοτικής του σύστασης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Ξένη βιβλιογραφία

- Alan Sevim, Kurkcuoglu Mine, Kemal Husnu Can Baser., 2011. Composition of Essential Oils of *Calamintha nepeta* (L.) Savi Subsp. *nepeta* and *Calamintha nepeta* (L.) Savi Subsp. *glandulosa* (Req.) P.W. Ball. *Asian Journal of Chemistry* Vol. 23, No. 6, 2357-2360.
- Araujo C., Sousa M. J., Ferreora M. P., Leao, 2003. Activity of essential oils from Mediterranean Lamiaceae species against food spoilage yeasts. *J. Food Prot.* 66(4): 625-632.
- Askun T., Tekwu E.M., Satil F., Modanlioglu S., Aydeniz H., 2013. Preliminary antimycobacterial study on selected Turkish plants (Lamiaceae) against *Mycobacterium tuberculosis* and search for some phenolic constituents. *BMC Complem. Altern. Med.* 13. 365.
- Baldovini N., Ristorcelli D., Tomi F., Casanova J., 2000. Intraspecific variability of the essential oil of *Calamintha nepeta* from Corsica (France). *Flavour and Fragrance Journal* 15, 50–54.
- Bart H., Pilz S., 2011. Industrial Scale Natural Products Extraction. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- Bassolé I. H. N., Juliani H.R., 2012. Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules* 17, 3989–4006.
- Bauer K., Garbe D., Surburg H., 2001. Common Fragrances and Flavor Materials: Preparation, Properties and Uses. Wiley – VCH, Weinheim. 293.
- Bernath J. 1992. Production ecology of secondary plant products. In Herbs, Spices and Medicinal Plants Vol.1. L. Cracker and J. Simon Editors. Food Products Press, N.Y.
- Birtic S., Dussort P., Pierre F. X., Bily A. C., Roller M., 2015. Carnosic acid. *Phytochemistry*, Available online 29 January 2015, ISSN 0031-9422, <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.12.026>.
- Brauchler Christian, Meimberg Harald, Heubl Gunther., 2010. Molecular phylogeny of Menthinae (Lamiaceae, Nepetoideae, Mentheae) -Taxonomy, biogeography and conflicts. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55. 501-523.
- Chatzopoulou P., Koutsos T., Katsiotis S., 2006. Chemical composition of the essential oil from cultivated and wild grown St. John's wort (*Hypericum perforatum*). *J Essent Oil Res* 18. 643-646.
- Chatzopoulou P., Koutsos T., Katsiotis S., 2006. Study of Nitrogen Fertilization Rate on Fennel Cultivars for Essential Oil Yield and Composition. *Journal of Vegetable Science* 12 (2): 85-93.

- Chollot R., (1985) History of Grasse. Perf. Flav. 91 (6), 72-77.
- Couladis, M. and Tzakou, O. (2001). Essential Oil of *Calamintha nepeta* subsp. glandulosa from Greece. Journal of Essential Oil Research, 13: 11-12.
- Commonwealth Secretariat. 2001. A Guide to the European Market for Medicinal Plants and Extracts. London, UK.
- Cox S. D., Mann C. M., Markham J. L., Bell H. C., Gustafson J. E., Warmington J. R., Wyllie S. G., 2000. The mode of antimicrobial action of essential oil of *Malaleuca alternifolia* (tea tree oil). *J. Applied Microbiology* 88, 170-175.
- Crosthwaite D., (1998) UK trade within the flavor and fragrance industry. International Federation of Essential oils and Aroma Trades – 21st International Conference on Essential Oils and Aroma's. IFEAT, London, 6-12.
- Croteau R., 1992. Biochemistry of Monoterpenes and Sesquiterpenes of the Essential Oils. In Herb, Spices and Medicinal Plants Vol.1. L. Cracer and J. Simon Editors, Food Products Press. N.Y.
- De Pooter Herman L., Paul Goetghebeur, Niceas Schamp., 1987. Variability in composition of the essential oil of *Calamintha nepeta*. *Phytochemistry* Vol. 26, No. 12. 3355-3356.
- Dorman H. J. D., Deans S. G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl. Microbiol.* 88, 308–316.
- Flamini G., Cioni P.L., Puelio R., Morelli I., Panizzi L., 1999. Antimicrobial activity of the essential oils of *Calamintha nepeta* and its constituent pulegone against bacteria and fungi. *Phytotherapy Research* 13,349–351.
- Flora Europaea, Τόμος 3 Σελ 166 (επεξεργασία από T. G. Tutin, V. H. Heywood, N. A. Burges, D. H. Valentine, P. W. Ball, S. M. Walters, A. O. Chater, D. A. Webb, R. A. DeFilipps, I. K. Ferguson, I. B. K. Richardson).
- Forbes R. (1948) A short History of the Art of Distillation, Brill & Co., Leiden, The Netherlands.
- Holopainen K.J., 2004. Multiple functions of inducible plant volatiles. *TRENDS in Plant Science.* 9, 11, 529-533.
- Ilsley S., Miller H., Greathead H., Kamel C., 2002. Herbal sow diets boost pre-weaning growth. *Pig Progress* 18 (4): 8-10.
- Juliani H.R., Koroch A.R., Simon J.E., 2008. Basil: a new source of rosmarinic acid. In: Ho, C.T., Simon, J.E., Shahidi, F., Shao, Y. (Eds.), Dietary Supplements. American Chemical Society, Washington. 129–143.

- Karousou Regina, Hanlidou Effie, Lazari Diamando., 2012. Essential-Oil Diversity of Three Calamintha Species from Greece. *CHEMISTRY & BIODIVERSITY* - Vol. 9. Thessaloniki.
- Kerbouche Lamia, Hazzit Mohamed & Baaliouamer Aoumeur (2013) Essential Oil of *Satureja calamintha* subsp. *nepeta* (L.) Briq. from Algeria: Analysis, Antimicrobial and Antioxidant Activities, *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 3:4, 266-272.
- Khaled-Khodja N., Boulekbache-Makhlouf L., Madan K., 2014. Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae. *Ind. Crop. Prod.* 61, 41–48.
- Kiferle C., Lucchesini M., Mensuali-Sodi A., Maggini R., Raffaelli A., Pardossi A., 2011. Rosmarinic acid content in basil plants grown in vitro and in hydroponics. *Cent. Eur. J. Biol.* 6, 946–957.
- Kiferle C., Maggini R., Pardossi A., 2013. Influence of nitrogen nutrition on growth and accumulation of rosmarinic acid in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in hydroponic culture. *AJCS* 7 (3), 321–327.
- Kinsella J. E., Frankel E., German B., Kanner J., 1993. Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technology*, 47, 85–89.
- Kitic Dusanka, Jovanovic Tatjana, Ristic Mihajlo, Palic Radosav & Stojanovic Gordana. 2002. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Calamintha nepeta* (L.) Savi ssp. *glandulosa* (Req.) P.W. Ball from Montenegro, *Journal of Essential Oil Research*, 14:2, 150-152
- Kofidis G., Bosabalidis A., Moustakas M., 2003. Contemporary seasonal and altitudinal variations of leaf structural features in oregano (*Origanum vulgare* L.). 92, 635-645.
- Kulisic T., Radonic A., Katalinic V., Milos M., 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chemistry* (85). 633-640.
- Lattanzio. 2006. V. 2 Secondary metabolism. Polyphénols *Actualités* 24, 2–4. Lee, J., Scagel, C.F., 2013. Chicoric acid: chemistry, distribution, and production. *Front. Chem.* 1. 40.
- Lee K. H., Yeh M. H., Kao S. T., Hung C. M., Liu C. J., Huang Y. Y., Yeh, C.C., 2010. The inhibitory effect of hesperidin on tumor cell invasiveness occurs via suppression of activator protein 1 and nuclear factor-kappaB in human hepatocellular carcinoma cells. *Toxicol. Lett.* 194, 42–49.
- Link A., Balaguer P., Goel A., 2010. Cancer chemoprevention by dietary polyphenols: promising role for epigenetics. *Biochem. Pharmacol.* 80, 1771–1792.
- Lionis C., Faresjo A., Skoula M., Kapsokefalou M., Faresjo T., 1998. Antioxidant effects of herbal in Crete. *Lancet* 352, 1987- 1988.

- Maggini R., Kiferle C., Pardossi A., 2014. Hydroponic production of medicinal plants. In: Pereira, D.A.M. (Ed.), *Medicinal Plants: Antioxidant Properties, Traditional Uses and Conservation Strategies*. Nova Science Publishers, Inc., New York. 91–116.
- Manabe A., Nakayama S., Sakamoto K., 1987. Effects of essential oil on erythrocytes and hepatocytes from rats and dipalmitoyl phosphatidylcholine-liposomes. *Japanese J. of Pharmacology* 44, 77-84.
- Marin Pctar D., Rene'c J. Grayer, Nigel C. Veitch, Geoffrey C. Kite, Jeffrey B. Harborne., 2001. Acacetin glycosides as taxonomic markers in *Calamintha* and *Micromeria*. *Phytochemistry* 58, 943–947.
- Maronglu B., Piras A., Porcedda S., Falconieri D., Maxia A., Gonçalves M.J., Cavaleiro C., Salgueiro L., 2010. Chemical composition and biological assays of essential oils of *Calamintha nepeta* L Savi subsp *nepeta* Lamiaceae. *Natural Product Research* Vol. 24, No. 18, 1734–1742.
- Martinez M.E., 2005. Primary prevention of colorectal cancer: Lifestyle, nutrition, exercise. *Recent Results Cancer Res.* 2005 (166), 177–211.
- Morris E. T., 1981. Roots: The earliest History of the essential oil Industry. *Perfum. Flav.* 6(2), 54-58.
- Mourc A., Cruz J. M., Franco D., Manuel Dominguez J., Sineiro J., Dominguez H., Núñez M. J., Carlos Parajo J., 2001. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*. 72, 145-171.
- Negro C., Notarnicola S., De Bellis L., Miceli A., 2013. Intraspecific variability of the essential oil of *Calamintha nepeta* subsp *nepeta* from Southern Italy (Apulia). *Natural Product Research*, Vol. 27, Nos. 4–5, 331–339.
- Nemeth E., 2000. Needs, Problems and Achievements of Introduction of Wild Growing Medicinal Plants into the Agriculture. First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Belgrade, Yugoslavia, May 29-June 3. 1-10.
- Nostro A., M.A. Cannatelli, I. Morelli, A.D. Musolino, F. Scuderi, F. Pizzimenti, V. Alonzo., 2005. Efficiency of *Calamintha officinalis* essential oil as preservative in two topical product types. *Journal of Applied Microbiology*, 97: 395.
- Oosterhaven K., Poolman B., Smid E.J., 1995. S-carvone as a natural potato sprout inhibiting, fungistatic and bacteristatic compound *Industrial Crops and Products* 4, 23-31.
- Panizzi L., Flamini G., Cioni P.L., Morelli I., 1993. Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean Lamiaceae. *Journal of Ethnopharmacology* 39, 167–170.

- Perrucci S., Mancianti F., Cioni P.L., Flamini G., Morelli I., Macchioni, G., 1994. In vitro antifungal activity of essential oils against some isolates of *Microsporum canis* and *Microsporum gypsum*. *Planta Medic* 60, 184–187.
- Petersen M., Simmonds M.S., 2003. Rosmarinic acid. *Phytochemistry* 62, 121–125.
- Pinto E., Goncalves M. J., Hrimpenga K., Pintoa J., Vaz S., Vale-Silvaa L. A., Cavaleiro C., Salguciro L., 2013. Antifungal activity of the essential oil of *Thymus villosus* subsp. *Lusitanicus* against *Candida*, *Cryptococcus*, *Aspergillus* and dermatophyte species. *Ind. Crop. Prod.* 51, 93–99.
- Quideau S., Deffieux D., Douat-Casassus C., Pouysègu L., 2011. Plant polyphenols: Chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angew. Chem. Int.* 50, 586–621.
- Ramos M., Jiménez A., Peltzer M., Garrigós M.C., 2012. Characterization and antimicrobial activity studies of polypropylene films with carvacrol and thymol for active packaging. *J. Food Eng.* 109, 513–519.
- Rice- Evens C. A., Millew N. J., Paganga G., 1996. Structure- antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine* 20, 933- 956.
- Rossi, P.G. , Berti, L., Panighi, J., Luciani, A., Maury, J., Muselli, A., De Rocca, Serra, D., Gonny, M. and Bolla, J.M. (2007). Antibacterial Action of Essential Oils from Corsica. *Journal of Essential Oil Research*, 19(2): 176-182.
- Russell W., Duthie G., 2011. Session 3: influences of food constituents on gut health. Plant secondary metabolites and gut health: The case for phenolic acids. *Plant Nutr. Soc.* 70, 389–396.
- Rychlí'nska I., Nowak S., 2012. Quantitative determination of arbutin and hydroquinone in different plant materials by HPLC. *Not. Bot. Hort. Agrobot.* 40, 109–113.
- Samaras G., Chatzopoulou P., Goliaris A., Mitsogiannis D., Galanopoulou S., 2002. The effect of the altitude on the yield and quality of the essential oil from Greek mountain tea. 2nd Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries. Chalkidiki Greece. 85.
- Samuelsson Gunnar., 1996. Φαρμακευτικά προϊόντα φυσικής προελεύσεως. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης. Ηράκλειο. 11-15, 21-23, 202
- Sivropoulou A., Kokkini S., Kanaras T., Arsenakis M., 1995. Antimicrobial activity of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (43), 2384-2388.
- Souleles C., Argyriadou N., Philianos S., 1987. Constituents of *Calamintha nepeta*. *Journal of Natural Products* 50, 510–522.

- Strid, A. 1980. Τα φυτά του Ολύμπου. Μετάφραση από τη Δρα Ε. Οικονομίδου. Ένδοση Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Trichopoulou A., Vasilopoulou E., Hollman P., Chamalides Ch., Foufa E., Kaloudis Tr., Kromhout D., (...), Theophilou D., 2000. Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green pies: A potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet. *Food Chemistry* 70, 319-323.
- Trivellini Alice, Lucchesini Mariella, Maggini Rita, Mosadegh Haana, Villamarin Tania Salomè Sulca, Vernieri Paolo, Mensuali-Sodi Anna, Pardossi Alberto., 2016. Lamiaceae phenols as multifaceted compounds: bioactivity, industrial prospects and role of “positive-stress”. *Industrial Crops and Products* 83, 241–254.
- Tsatsanis C., Androulidaki A., Venihaki M., Margioris A.N., 2006. Signalling networks regulating cyclooxygenase-2. *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 38, 1654–1661.
- Van Krimpen M.M., Binnendijk G.P., 2001. Ropadiar as alternative for antimicrobial growth promoter in diets of weanling pigs. Lelystad, Praktijkonderzoek Veehouderij, May 2001. ISSN 0169-3689. 14.
- Van de Braak, S.A.A.J Leijten, G.C., 1999. Essential oils and oleoresins: A survey in the Netherlands and other Major Markets in the European Union. CBI, Centre of promotion of imports from developing countries, Rotterdam. 116.
- Van Welie R.T.H., 1997. Alle cosmetic ingrenienten en hun funties. Nederlandse Cosmetica Vereniging, Nieuwegein, p.126. Verghese J. (1986), On Essential Oils, Synthite Ltd. India.
- Velasco V., Williams P., 2011. Improving meat quality through natural antioxidants. *Chilean J. Agric. Res.* 71, 313–322.
- Venkateshappa S.M., Sreenath K.P., 2013. Potential medicinal plants of Lamiaceae. *AJRFANS* 239, 82–87.
- Verlet N., 1993. Commercial aspects. In Hay, R.K.M., Waterman, P.G., (Eds) *Volatile Oil Crops*. Longman Scientific and Technical, Harlow, UK. 137-176.
- Waller Stefanie Bressan, Cleff Marlete Brum, Serra Emanoele Figueiredo, Silva Anna Luiza, Gomes Angelita dos Reis, Joao Roberto Braga de Mello, Renata Osorio de Faria, Mario Carlos Araújo Meireles., 2017. Plants from Lamiaceae family as source of antifungal molecules in humane and veterinary medicine. *Microbial Pathogenesis* 104, 232-237.
- Zabka M., Pavela R., Prokinova E., 2014. Antifungal activity and chemical composition of twenty essential oils against significant indoor and outdoor toxigenic and aeroallergenic fungi. *Chemosphere* 112, 443–448.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Αναστασάκη Ειρήνη Γ., 2014. Απομόνωση, χαρακτηρισμός συστατικών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών της Μεσογειακής χλωρίδας. Μελέτη και αξιολόγηση της βιολογικής δραστηριότητας. Διδακτορική διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- Αντωνιάδου Άννα., 2017. Συγκριτική συνεισφορά φύλλων ανθέων και άλλων φυτιών οργάνων στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο του *Origanum vulgare* spp *hirtum*. ΤΕΙ Ηπείρου. Τμήμα φυτικής παραγωγής. Άρτα.
- Βλάσση Ελένη., 2012. Μελέτη απολυμαντικής δράσης του όξοντος σε αρωματικά φυτά: Η περίπτωση της ρίγανης. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Γκολιάρης Α., 1992, «Η καλλιέργεια της ρίγανης», Γεωργία και ανάπτυξη, Τεύχος 2, Αθήνα. 39-42.
- Ζήσης Κωνσταντίνος., 2006. Μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών αυτοφυσούμενων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών της Νοτιοδυτικής Ηπείρου. Μεταπτυχιακή εργασία. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Καββάδας, Δ.Σ. 1956. Εικονογραφημένον Βοτανικόν Φυτολογικόν Λεξικόν. 9 τόμοι. Αθήναι. (Δ' τόμος, σελ. 1731).
- Κακαλιούρας Ι., Σταμάτης Α., Δρούκας Π., Τα αρωματικά φυτά. ΤΕΙ Μεσολογίου.
- Κατσιώτης Σταύρος Θ., Χατζοπούλου Πασχαλίνα Σ., 2015. Αρωματικά Φαρμακευτικά φυτά και αιθέρια έλαια. Εκδόσεις Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη. 45-48, 57, 61, 126-127, 169, 175, 243-250, 252-263, 267, 283, 309, 317, 461-465, 555-557.
- Κουτσός Θεόδωρος Β., 2006. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη. 13, 29, 33, 35-36, 165-168.
- Κυριακού Βαρνάβας., 2013. Α) Ανάλυση αιθέριων ελαίων και Β) Φυτοχημική ανάλυση του φυτού *Calendula officinalis* και έλεγχος αντιοξειδωτικής δράσης και αναστολής του ενζύμου I.OX (φυτικής προέλευσης). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Τμήμα Φαρμακευτικής.
- Κωτσοβίνου Χ. Ευαγγελία., 2012. Βιοδραστηριότητα φυτών Lamiaceae (Labiatae) κ. χειλανθή, με χημειότυπο καρβακρόλη, στην αντιμετώπιση ζιζανίων *Amaranthus retroflexus* (κ. βλήτο), *Echinochloa crus-galli* (κ. μουχρίτσα) και στην *Avena sativa* (κ. βρώμη). Μεταπτυχιακή μελέτη. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μαρσέλλος Μ., Μαρσέλλος Σ., 1981. Οδηγός των Φαρμακευτικών Φυτών. Εκδότης Μόσχος Γκιούρδας, Αθήνα. 432.

- Πετράκης Ε, Α., 2008. Μελέτη της βιολογική δράσης δευτερογενών μεταβολιτών φυτών της οικογένεια Lamiaceae σε έντομα και είδους *Myzus persicae*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας. Εργαστήριο Χημείας. 77.
- Πολυσίου Μόσχος, 2002. Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα. Μελέτη. Αθήνα.
- Ραγκούση- Ιγνατιάδου Β. Χημεία Φυσικών Προϊόντων 1998. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Τμήμα Φαρμακευτικής. Αθήνα.
- Σαρλής Γ., 1994. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Σκουμπής Β., 1988. Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Σκουμπής Β., 1998. Αρωματικά, Φαρμακευτικά και Μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Αγροτύπος. Αθήνα.
- ΣΤΑΚΟΔ. 2003. Στατιστική ταξινόμηση των κλάδων οικονομικής δραστηριότητας, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος, Αθήνα, 215.
- Υφαντή Π., 2006. Επίδραση αιθέριου ελαίου του φυτού *Coridothymus capitatus* (L.) στην αφίδα των χρυσανθέμων *Macrosiphoniella sanborni* (Gillette). Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Ιωάννινα.
- Υφαντή Π., Λέκκα Μ.Ε., Μάνος Γ., 2015. Διερεύνηση της πιθανής αντικαρκινικής δράσης φυτικών ειδών της οικογένειας Lamiaceae που αυτοφύονται στην περιοχή της Ηπείρου. 12^ο Συνέδριο Χημείας Ελλάδας- Κύπρου.
- Υφαντή Π., Πατακιούτας Γ., Δούμα Δ., Λενέτη Ε., Μάνος Γ., Λέκκα Μ., 2015. Επίδραση Αιθέριου ελαίου του *Satureja horvatii* spp. *Macrophylla* στην ανάπτυξη *Botrytis cinerea*. 18^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυτοπαθολογίας, 18-21 Οκτωβρίου, Ηράκλειο Κρήτης.
- Υφαντή Π., Πατακιούτας Γ., Δούμα Δ., Λενέτη Ε., Μάνος Γ., Λέκκα Μ., 2016. Επίδραση Αιθέριου ελαίου του *Satureja horvatii* spp. *macrophylla* στην ανάπτυξη του *Botrytis cinerea*. 18^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Φυτοπαθολογίας, 18 – 21 Οκτωβρίου, Ηράκλειο Κρήτης, Περίληψεις εργασιών σελ. 180.

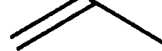
Διαδίκτυο

Τάξη Lamiales:

<https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/BIO348/%CE%A4%CE%AC%C E%BE%CE%B7%20Lamiales%20LAMIACEAE.pdf>

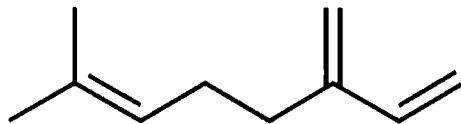
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Η χημική δομή των ταυτοποιημένων συστατικών του *Calamintha nepeta*

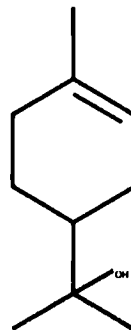


α - Pinene

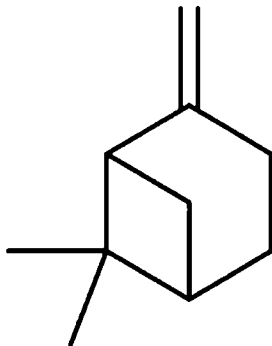
D- Limonene



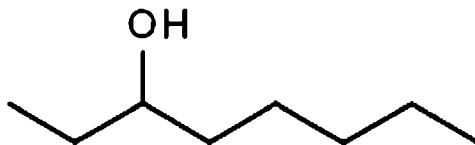
Myrcene



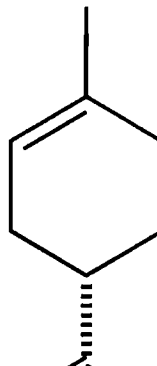
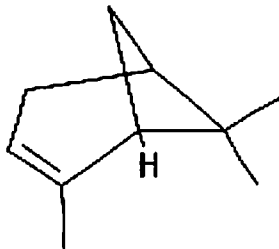
β - Terpineol

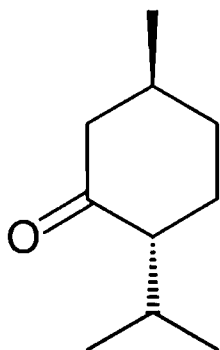


β -Pinene

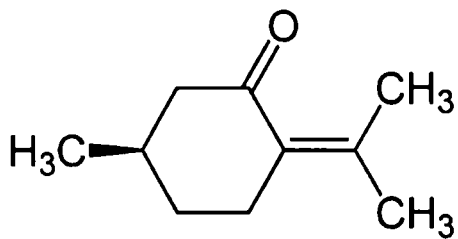


3- Octanol

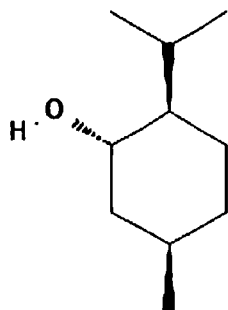




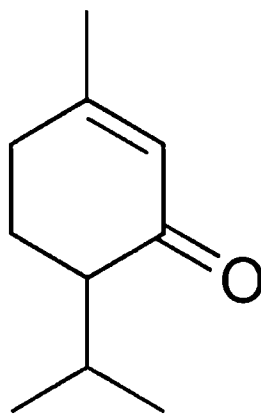
Menthone



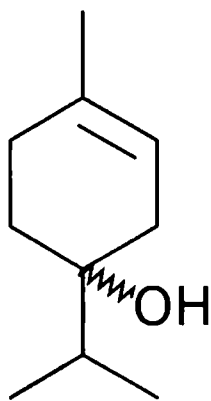
Pulegone



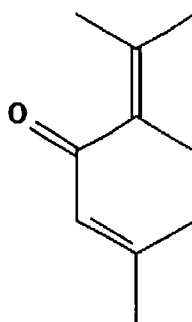
Isomenthol



Piperitone



Terpinen-4-ol



Piperitenone