

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



ΧΗΜΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

ΔΕΝΔΡΟΛΙΒΑΝΟΥ, ΜΕΝΤΑΣ

ΚΑΙ ΔΥΟΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

των

ΣΤΕΛΑ ΙΣΑΛΛΑΡΙ, ΟΛΓΑ ΜΑΡΙΝΟΥ, ΔΗΜΗΤΡΑ ΛΟΥΚΑ

Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Νοέμβριος 2022

ΧΗΜΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ
ΔΕΝΔΡΟΛΙΒΑΝΟΥ, ΜΕΝΤΑΣ
ΚΑΙ ΔΥΟΣΜΟΥ

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Ε. Ηρειώτου

Γ. Λιοσάτου

Α. Μουρελάτου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα αιθέρια έλαια είναι αρωματικά εκχυλίσματα τα οποία λαμβάνονται με ποικίλους τρόπους από αρωματικά και άλλα φαρμακευτικά φυτά. Τα τελευταία χρόνια τα αιθέρια έλαια έχουν αξιοποιηθεί από τον τομέα της τεχνολογίας τροφίμων για διάφορες χρήσεις.

Η παρούσα εργασία μελετά τον χημικό προσδιορισμό των αιθέριων ελαίων που παραλαμβάνονται από το δενδρολίβανο, τη μέντα και το δυόσμο. Η λήψη των αιθέριων ελαίων γίνεται μέσω της διαδικασίας της υδροαπόσταξης και έπειτα ακολουθεί ο χημικός προσδιορισμός των δειγμάτων μέσω του συνδυασμού αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας (GC-MS). Η μέθοδος αυτή βοηθά στην ταυτοποίηση διαφόρων χημικών ενώσεων σε ένα δείγμα.

Με την ολοκλήρωση του πειράματος μελετήθηκαν οι ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν στα αιθέρια έλαια του δενδρολίβανου, της μέντας και του δυόσμου. Όπως διαπιστώθηκε ορισμένες από αυτές διαθέτουν πολλές θετικές ιδιότητες τόσο για την υγεία όσο και για τον κλάδο των τροφίμων. Λόγω αυτών των ιδιοτήτων τα αιθέρια έλαια αποτελούν πολύτιμο εργαλείο για πολλούς τομείς της ζωής.

ABSTRACT

Essential oils are aromatic extracts obtained in a variety of ways from aromatic and other medicinal plants. In recent years essential oils have been exploited by the food technology sector for various uses.

This thesis studies the chemical determination of the essential oils obtained from rosemary, mint and spearmint. The essential oils are received through the process of hydro- distillation and then comes the chemical determination of the samples through the combination of gas chromatography and mass spectrometry (GC- MS). This method helps to identify various chemical compounds in a sample.

Upon completion of the experiment, the compounds identified in the essential oils of rosemary, mint and spearmint were studied. Some of them have been found to have many beneficial properties for both health and food industry. Because of these properties, essential oils are a valuable tool for many sections of life.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο	Σελίδα
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1. Αρωματικά φυτά	2
1.1. Φυτό δενδρολίβανου	2
1.1.2. Ιστορικά στοιχεία.....	2
1.1.3. Γενικά χαρακτηριστικά δενδρολίβανου.....	3
1.1.4. Χρήσεις του δενδρολίβανου.....	5
1.2. Φυτό μέντας	7
1.2.1. Ιστορικά στοιχεία	7
1.2.2. Γενικά χαρακτηριστικά φυτού.....	7
1.2.3. Περιγραφή φυτού μέντας.....	9
1.3. Φυτό δυόσμου.....	9
1.3.1. Ιστορικά στοιχεία.....	9
1.3.2. Γενικά χαρακτηριστικά φυτού.....	10
1.3.3. Χρήσεις του δυόσμου.....	13
2. Αιθέρια έλαια.....	15
2.1. Μέθοδοι επεξεργασίας αιθέριων ελαίων.....	16
2.1.1. Αιθέριο έλαιο δενδρολίβανου.....	17
2.1.2. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δενδρολίβανου.....	18
2.2. Αιθέριο έλαιο μέντας.....	25
2.2.1. Θεραπευτικές ιδιότητες και χρήσεις αιθέριου ελαίου μέντας.....	25
2.3. Αιθέριο έλαιο δυόσμου.....	29
2.3.1. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δυόσμου.....	30
II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	35
2.1. Υλικά και μέθοδοι.....	35
2.1.1. Υλικά	35
2.1.2. Μέθοδοι	35
Α. Υδροαπόσταξη αιθέριου ελαίου.....	36
Β. GC / MS χημική ανάλυση αιθέριου ελαίου.....	37
III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ	40

4.1 Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δενδρολίβανου.....	40
4.2 Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου μέντας.....	43
4.3 Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δυόσμου.....	44
 IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	47
 V. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	50

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Σελίδα
Εικόνα 1. <i>Rosmarinus officinalis</i>	4
Εικόνα 2. Ποικιλίες δενδρολίβανου	5
Εικόνα 3. Σπόρος μέντας.....	8
Εικόνα 4. Δυόσμος	10
Εικόνα 5. Φύλλα δυόσμου	11
Εικόνα 6. Άνθη δυόσμου	11
Εικόνα 7. <i>Menta spicata</i>	12
Εικόνα 8. <i>Menta crispa</i>	12
Εικόνα 9. Χημική δομή ευκαλυπτόλης.....	19
Εικόνα 10. Χημική δομή α- πινένιου.....	20
Εικόνα 11. Χημική δομή καμφοράς.....	21
Εικόνα 12. Χημική δομή β-καρυοφυλλένιου	22
Εικόνα 13. Χημική δομή βορνεόλης.....	23
Εικόνα 14. Χημική δομή βερμπενόνης.....	24
Εικόνα 15. Χημική δομή μενθόλης.....	26
Εικόνα 16. Χημική δομή μενθόνης.....	27
Εικόνα 17. Χημική δομή οξικού μενθυλεστέρα.....	28
Εικόνα 18. Χημική δομή καρυοφυλλένιου.....	28
Εικόνα 19 . Αιθέριο έλαιο δυόσμου.....	29

Εικόνα 20. Δομή καρβόνης.....	31
Εικόνα 21. Δομή λιμονένιου.....	32
Εικόνα 22. Υγρό λιμονένιο	32
Εικόνα 23. Χημική δομή β- μπουρνένιου.....	34
Εικόνα 24. Διαδικασία απόσταξης με ατμό	37
Εικόνα 25. Αέριος χρωματογράφος και χρωματογράφος μάζας	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 1. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δενδρολίβανου	42
Πίνακας 2. Χημική ανάλυση αιθέριου ελαίου μέντας.....	45
Πίνακας 3. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δυόσμου	46

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα	Σελίδα
Γράφημα 1. Χημικές ενώσεις δενδρολίβανου	40
Γράφημα 2. Χημικές ενώσεις μέντας	43
Γράφημα 3. Χημικές ενώσεις δυόσμου	45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως αρωματικά θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν τα φυτά, όπου έχουν την ικανότητα να προσδίδουν μία ιδιαίτερη οσμή, η οποία είναι ευχάριστη για τον άνθρωπο. Οι χρήσεις των αρωματικών φυτών ταυτίζονται με την παρασκευή αρωμάτων, καθώς και άλλων εύοσμων προϊόντων. Συνήθως η ευχάριστη αυτή η μυρωδιά οφείλεται σε μίγμα πτητικών ουσιών που παράγουν τα φυτά, τα οποία ονομάζονται αιθέρια έλαια. Πολλά από τα αρωματικά φυτά, μπορούν να χαρακτηριστούν και ως φαρμακευτικά, διότι διαθέτουν ουσίες με αποδεδειγμένες θεραπευτικές ιδιότητες. Τα αρωματικά φυτά που θα εξεταστούν παρακάτω είναι το δενδρολίβανο, ο δυόσμος και η μέντα.

Ως αιθέρια έλαια χαρακτηρίζονται οι οργανικές πτητικές χημικές ενώσεις, οι οποίες βρίσκονται σε υγρή μορφή, με υφή ελαιώδη και χημική σύσταση που ποικίλει σε κάθε περίπτωση. Η σύνθεσή τους αποτελεί μόνο αποτέλεσμα φυσικών ενζυμικών αντιδράσεων. Το χαρακτηριστικό άρωμα κάθε αιθέριου ελαίου προκύπτει από το σύνολο των συστατικών του, αλλά πολλές φορές η παρουσία αποκλειστικά και μόνο ενός συστατικού σε αναλογία μέχρι και 1%, προκαλεί την αλλαγή του αρώματος (Μαλούπα Ελένη, 2014).

1. Αρωματικά φυτά

1.1. Φυτό δενδρολίβανου

1.1.2. Ιστορικά στοιχεία για το δενδρολίβανο

Το *Rosmarinus officinalis*, ή αλλιώς το δενδρολίβανο αποτελεί ένα αρωματικό φυτό που ανήκει στην οικογένεια *Lamiaceae*. Η ετυμολογία της λέξης δενδρολίβανο πηγάζει από την λατινική λέξη «*ros-oris*» που σημαίνει δρόσο και την λέξη «*marinus*» που σημαίνει θάλασσα, δηλαδή «δρόσο της θάλασσας». Οι αρχαίοι Έλληνες το ονόμαζαν επίσης ως «άντος» που είναι το λουλούδι ή ο λιμπανότης λόγω της μυρωδιάς του που θυμίζει θυμίαμα. Το δενδρολίβανο εμφανίσθηκε πριν από δύο χιλιάδες χρόνια σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες όπως η Βρετανία, η Ελλάδα και η Ιταλία. Σε αυτές τις χώρες πίστευαν ότι το δενδρολίβανο τονώνει την μνήμη και θεωρούνταν το φυτό της πίστης και της ανάμνησης. Επίσης συνδέθηκε με την αγάπη και τον γάμο και χρησιμοποιήθηκε σε νυφικές ανθοδέσμες και σε κούνιες μωρών για να το προστατέψουν από τις κακές επιρροές (Regiane Ribeiro- Santos *et. al*, 2015).

Στην αρχαία Αίγυπτο, στη Κίνα, στην Ινδία και στη Μεσοποταμία οι αρχαιολόγοι βρήκαν στοιχεία τα οποία αποδεικνύουν ότι αυτό το αρωματικό φυτό χρησιμοποιήθηκε στη μαγειρική και στη φαρμακευτική. Το δενδρολίβανο καλλιεργείται παγκοσμίως πολλά χρόνια πριν και με τα χρόνια εισήχθη ως φυτό κήπου και ως διακοσμητικό (Regiane Ribeiro- Santos *et. al*, 2015). Η χρήση του φυτού για θεραπευτικούς λόγους πραγματοποιείται από την αρχαιότητα. Όσο

αναφορά την χρήση του ελαίου του δενδρολίβανου χρονολογείται από το 1500. Το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιούνταν για την συντήρηση των τροφίμων πριν την εφεύρεση του καταψύκτη και για σκοπούς αντισηψίας και εξακολουθεί να έλκει το ενδιαφέρον διαφόρων κλάδων της επιστημονικής κοινότητας. Σήμερα το δενδρολίβανο καλλιεργείται σε πολλές χώρες παγκοσμίως λόγω των ιδιαίτερων ιδιοτήτων που έχει (Ζάχος, 2020).

1.1.3 . Γενικά χαρακτηριστικά δενδρολίβανου

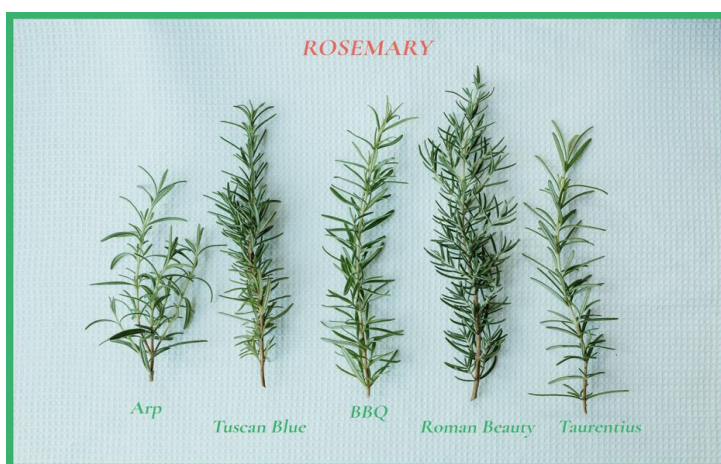
Το *Rosmarinus officinalis* είναι ένα πολυετές, ποώδες και ξυλώδες φυτό με αειθαλή φύλλα σε χαρακτηριστική μορφή βελόνων το οποίο φτάνει στο ύψος των 1,5 μέτρων. Το χρώμα των φύλλων είναι πράσινο και αυτά παράγουν το αιθέριο έλαιο δίνοντας στο δενδρολίβανο αυτή την οσμή. Η μεγαλύτερη ποσότητα αιθέριου ελαίου παρατηρείται κατά τα νεότερα στάδια ανάπτυξης του φυτού. Με πέρασμα του χρόνου οι γηραιότεροι μίσχοι γίνονται ξυλώδεις σχηματίζοντας ένα θαμνώδη κορμό (Ζάχος, 2020). Επίσης, οι στήμονες του φυτού λυγίζουν προς την έξω πλευρά της στεφάνης. Τα άνθη του δενδρολίβανου είναι μικρά και έχουν γαλάζιο ή λιλά χρώμα και έχουν και αυτά χαρακτηριστική έντονη μυρωδιά (Regiane Ribeiro- Santos *et. al*, 2015).



Εικόνα 1. *Rosmarinus officinalis*

Εκτός από αυτό το γένος περιλαμβάνει και ορισμένα άλλα είδη όπως το *Rosmarinus eriocalyx*, το *Rosmarinus tomentosus*, το *Rosmarinus lavandulaceus* και το *Rosmarinus laxiflorus*. Από όλο αυτά τα είδη το *Rosmarinus officinalis* είναι το μόνο που αναπτύσσεται φυσικά στις χώρες της Μεσογείου και αξιοποιείται σε μέγιστο βαθμό λόγω του πολύτιμου αιθέριου ελαίου αλλά και της περιεκτικότητάς του σε φαινόλη και της αντιοξειδωτικής του δράσης. Χαρακτηρίζεται ως ξερόμορφο είδος το οποίο μπορεί να αναπτυχθεί σε άμμο, γκρεμούς και πετρώδη εδάφη κοντά στη θάλασσα και σε διάφορα σημεία του κόσμου (Regiane Ribeiro- Santos *et. al*, 2015). Το δενδρολίβανο σε εύκρατα κλίματα αναπτύσσεται κυρίως την άνοιξη και το καλοκαίρι, ενώ σε θερμότερες περιοχές ευδοκίμει όλο το χρόνο. Οι κυριότερες ανάγκες του φυτού για την ανάπτυξή του είναι η έντονη ηλιοφάνεια, η μεγάλη φωτοπερίοδος και το ελαφρύ έδαφος, το οποίο να μην είναι αργιλώδες. Επιπρόσθετα, είναι προσαρμοσμένο σε ζεστά καλοκαίρια και αναπτύσσεται και σε περιόδους ξηρασίας. Οι κορυφαίες χώρες στις οποίες καλλιεργείται το δενδρολίβανο είναι οι χώρες της Μεσογείου και πιο συγκεκριμένα η Ελλάδα, η Κύπρος, η Σερβία, η

Τουρκία, η Γαλλία και η Ισπανία, ενώ ακόμα καλλιεργείται στη Βόρεια Αφρική, στην Αγγλία, στο Μεξικό, στη Βραζιλία και στην Αμερική (Ζάχος, 2020).



Εικόνα 2. Ποικιλίες δενδρολίβανου

1.1.4. Χρήσεις του δενδρολίβανου

Το δενδρολίβανο έχει αξιοποιηθεί σε πολλούς τομείς της καθημερινής ζωής. Το φυτό αυτό καλλιεργείται παγκοσμίως και χαρακτηρίζεται και ως οικιακό φυτό. Η βασικότερη χρήση του δενδρολίβανου είναι στη μαγειρική ως μπαχαρικό όπου στοχεύει στον αρωματισμό των φαγητών και των ποτών (Al- Sereiti *et. al*, 1999). Το δενδρολίβανο εκτός από φρέσκο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε αποξηραμένη μορφή και ως εκχύλισμα ή επίσης και ως αιθέριο έλαιο. Η γεύση του θα μπορούσε να

χαρακτηρισθεί ως πικρή και στυφή και τα κύρια φαγητά στα οποία προστίθεται είναι το κρέας, τα ψάρια, σούπες, χειροποίητες σάλτσες και για τη παρασκευή σως για σαλάτες. Σε αντίθεση με το φρέσκο το αποξηραμένο δενδρολίβανο μπορεί να διανεμηθεί και να συντηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα χάνοντας όμως ορισμένα χαρακτηριστικά όπως τη φρεσκάδα. Ως αρωματικό φυτό έχει αξιοποιηθεί για τις χαρακτηριστικές του φαρμακευτικές και αρωματικές ιδιότητες (Regiane Ribeiro – Santos *et. al*, 2015).

Ένας άλλος τομέας όπου έχει χρησιμοποιηθεί το δενδρολίβανο για τις θεραπευτικές του ιδιότητες είναι η παραδοσιακή ιατρική. Διάφορα τμήματα του φυτού χρησιμοποιήθηκαν για την αντιμετώπιση φλεγμονών, πονοκεφάλου, κοιλιακού άλγους, στομαχικών πόνων καθώς και για την επούλωση πληγών. Επίσης έχει χρησιμοποιηθεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα ως διουρητικό, αναλγητικό, αντισπασμωδικό, αντιρρευματικό και αντικαταθλιπτικό (Regiane Ribeiro – Santos *et. al*, 2015). Λόγω των βιοενεργών συστατικών που περιέχει το δενδρολίβανο, έχει αξιοποιηθεί για σημαντικές βιολογικές δράσεις όπως είναι η αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική, η αντικαρκινική και η αντιθρομβωτική (Ζάχος, 2020).

1.2. Φυτό Μέντας

1.2.1. Ιστορικά στοιχεία

Η ονομασία μέντα προέρχεται από την λατινική λέξη *mentha*, η οποία με την σειρά της πηγάζει από την αρχαιοελληνική λέξη μίνθη. Σύμφωνα με την μυθολογία η Μίνθη ήταν νύμφη που ανήκε στον κάτω Κόσμο, την οποία ο θεός Άδης ήθελε να την κάνει ερωμένη του. Ωστόσο η Περσεφόνη ή αλλιώς η θεά Δήμητρα την καταδίωξε. Ο θεός Άδης ως ένδειξη βοήθειας προς την Μίνθη την μεταμόρφωσε σε ένα φυτό, το οποίο έκανε εμφάνιση πρώτη φορά στο βουνό της Τριφυλίας. Είναι η κοινή γνωστή,, μέντα σήμερα (Παναγιωτόπουλου, 2017).

1.2.2. Γενικά χαρακτηριστικά φυτού

Η μέντα αποτελεί γένος ποωδών αρωματικών φυτών, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των χειλανθών των εύκρατων περιοχών. Το φυτό της μέντας πρόκειται για ένα από τα δημοφιλέστερα και ευρέως διαδεδομένα αρωματικά φυτά της μεσογειακής χλωρίδας. Μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με τον δυόσμο. Το φυτό της μέντας συναντάται και με το όνομα ηδύοσμος (Λιονουδάκης, Κουλιέρης, 2020). Υπάρχουν, τρία κύρια είδη μέντας : α) η Μέντα (*menthapiperita*) , β) ο Δυόσμος (*menthaspictata*) και γ) το Φλισκούνι (*menthapulegium*) (Λάππας, 2013).

Το φυτό της μέντας είναι εφικτό να αναπτυχθεί σε ένα μεγάλο εύρος κλιμάτων και εδαφών. Η μέντα συγκομίζεται κυρίως τον Ιούλιο, ενώ από καλλιέργειες που είναι βρίσκονται σε εύφορα και αρδευόμενα χωράφια, μπορεί να πραγματοποιηθεί και άλλη μία συγκομιδή τον μήνα Σεπτέμβριο. Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της μέντας είναι 17°C και όταν αρδεύεται σε τακτικό βαθμό μπορεί να αντέξει και στις υψηλές θερμοκρασίες των θερινών μηνών. Ευδοκίμει και αποδίδει καλύτερα σε εδάφη με τιμή pH 6.5. Η μέντα χαρακτηρίζεται ως φυτό πολύ απαιτητικό σε νερό και σε συνθήκες ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών μπορεί να είναι αναγκαίο το πότισμα έως και τρεις φορές την εβδομάδα (Βικιπαίδεια, μέντα).

Το αρωματικό φυτό της μέντας πολλαπλασιάζεται και αναπτύσσεται με σπόρους, ριζώματα, με μοσχεύματα ,ή μικρά φυτάρια μικροπολλαπλασιασμού. Ο συνηθέστερος τρόπος πολλαπλασιασμού θεωρείται ότι είναι η μέθοδος διαίρεσης ριζών. Η πιο κατάλληλη εποχή της φυτείας χαρακτηρίζεται ο μήνας Οκτώβριος, ενώ η εγκατάσταση με φυτάρια μικροπολλαπλασιασμού πραγματοποιείται την άνοιξη μέχρι και τα μέσα των καλοκαιρινών μηνών. Η φύτευση γίνεται σε ομάδες ή αλλιώς μαζί με άλλα αρωματικά φυτά σε συστάδες και σε διάφορους βραχόκηπους. (Λάππας, 2013)



Εικόνα 3. Σπόρος μέντας

1.2.3 Περιγραφή του Φυτού της Μέντας

Το φυτό της μέντας είναι ένα από τα ευρύτερα διαδεδομένα βότανα στον κόσμο. Η μέντα πρόκειται για ένα αειθαλές φυτό ή αρωματική πόα, που το ύψος της ανέρχεται μέχρι και τα 70 εκατοστά. Καλλιεργείται παντού και χρησιμοποιείται για να προσδίδει νοστιμιά και γεύση σε οτιδήποτε. Η μέντα προέρχεται από τις μεσογειακές χώρες και καλλιεργείται στην Ευρώπη, την Κίνα, την Ινδία και την Ωκεανία καθώς και στην Αμερική. Τα φύλλα του φυτού σχηματίζουν ζεύγη και βρίσκονται τοποθετημένα απέναντι το ένα με το άλλο και οι μίσχοι έχουν σχήμα τετραγώνου. Τα φύλλα της μέντας έχουν χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα με κοκκινωπές λεπτομέρειες στο εσωτερικό. Το φυτό της μέντας διαθέτει μυτερή κορυφή και στην περίμετρο της είναι αγκαθωτή. Τα φύλλα και οι μίσχοι του φυτού είναι χνουδωτά ενώ τα άνθη του φυτού διαθέτουν ροζ- μωβ χρώμα και έχουν την χαρακτηριστική οσμή του φυτού (Εναλλακτική δράση, 2016).

1.3 Φυτό δυόσμου

1.3.1. Ιστορικά στοιχεία

Ο δυόσμος είναι ένα αρωματικό φυτό που προέρχεται από την ανατολή και έπειτα εξαπλώθηκε στην Ευρώπη. Για αιώνες οι Άραβες πίνουν τσάι δυόσμου, ως διεργετικό της σεξουαλικής τους ικανότητας. Επίσης ήταν σημαντικό αρωματικό φυτό για τους

αρχαίους έλληνες, αιγύπτιους και ρωμαίους. Σύμφωνα με τον Διοσκουρίδη, τον Πλίνιο και τον Ιπποκράτη ο δυόσμος έχει μεγάλη φαρμακευτική αξία και ωραίο άρωμα. Συγκεκριμένα έχουν γίνει αναφορές ότι οι αρχαίοι έλληνες έτριβαν τα τραπέζια τους με δυόσμο πριν κάτσουν και φάνε ή το μούσκευαν στο νερό του μπάνιου τους. Τον 6^ο αιώνα στην Γαλλία και στην Αγγλία καθάριζαν τα δόντια τους με διάφορες κρέμες οι οποίες αρωματίζονταν με δυόσμο. Το 1696 οι βρετανοί βοτανολόγοι συνιστούσαν δυόσμο για την διάρροια (Μπαζαίος, 1983).



Εικόνα 4. Δυόσμος

1.3.2. Γενικά χαρακτηριστικά φυτού

Ο Δυόσμος (spearmint) είναι ένα αρωματικό φυτό και ανήκει στο είδος της μέντας. Η επιστημονική ονομασία του είναι *Menta spicata*, ηδύοσμος ή μίνθη ή σταχυωδή (Μπαζαίος, 1983).

Πιο συγκεκριμένα ανήκει:

- Στο βασίλειο των φυτών
- Στη συνομοταξία αγγειόσπερμα
- Στη ομοταξία δικοτυλήδωνα
- Στην τάξη λαμιώδη
- Στην οικογένεια των χειλανθών
- Στο Είδος *Menta spicata* (Βικιπαίδεια, δυόσμος).

Μέρη του δυόσμου που χρησιμοποιούνται είναι τα φύλλα και οι ανθισμένες κορυφές.(Μπαζαίος, 1983).

Τα φύλλα του δυόσμου έχουν έντονο πράσινο χρώμα ενώ τα άνθη του είναι μοβ. Τα φύλλα του έχουν μήκος από 5 έως 9cm και πλάτος από 1,5 έως και 3cm, ενώ το ύψος μπορεί να φτάσει τα 30-100cm (Ζάχαρης, 2021).



Εικόνα 5. Φύλλα δυόσμου



Εικόνα 6. Άνθη δυόσμου

Έχουν παρατηρηθεί αρκετές ποικιλίες δυόσμου με τις πιο διαδεδομένες να είναι δυο.

Η *Menta spicata* και η *Menta crispa*. (Ζάχαρης, 2021).

- *Menta spicata*:

Είναι ένα ποώδες και πολυετές φυτό. Τα φύλλα του χαρακτηρίζονται ως τριχωτά πράσινα, με σχήμα μυτερό και με οδοντωτό περίγραμμα και έντονο άρωμα. (Νικολαΐδης, Ακριβού, 2019). Τα άνθη του έχουν χρώμα ροζ δίνοντας μια χαρακτηριστική οσμή. Ανθίζει κυρίως το φθινόπωρο ή στο τέλος του καλοκαιριού και το ύψος του μπορεί να φτάσει από 30-100cm (Ζάχαρης, 2021).



Εικόνα 7. *Menta spicata*

➤ *Menta crispa* (curly mint):

Είναι ένα πολυετές βότανο. Τα φύλλα του έχουν χρώμα πράσινο και σχήμα σγουρό. Η περίοδος ανάπτυξής του είναι από τον Ιούνιο μέχρι και τον Οκτώβριο. Το ύψος του ανέρχεται από 30-60cm. (Ζάχαρης, 2021).



Εικόνα 8. *Menta crispa*

Θρεπτική αξία:

Ο δυόσμος έχει 44kcal/100gr διαθέτει πολύ σημαντικά συστατικά όπως είναι οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες, το ασβέστιο, ο σίδηρος, το μαγνήσιο, το φώσφορο, το κάλιο, το νίτρο, ο χαλκό άλλα και βιταμίνες α,β-6, c ,νερό και πολλά άλλα (Δήμου, 2020).

Καλλιέργεια:

Ο δυόσμος είναι πολυετές φυτό και είναι δυνατόν να καλλιεργείται στο έδαφος , σε γλάστρα ή και σε θερμοκήπιο (Ζάχαρης, 2021). Δεν έχει πολλές απαιτήσεις αφού μπορεί να αναπτυχθεί σε ηλιόλουστα μέρη, με υψηλά επίπεδα υγρασίας και με την κατάλληλη και σωστή διαδικασία αποστράγγισης τα φύλλα μπορούν να αποδώσουν υψηλή ποσότητα αιθέριου ελαίου. Ο δυόσμος δεν θεωρείται ανθεκτικός, διότι έχει ευαισθησία στην παγωνιά. Έχει την δυνατότητα να απλώνεται γρήγορα και να ευδοκιμεί όταν ποτίζεται πολύ. Ο δυόσμος ανθίζει το καλοκαίρι και κόβεται το φθινόπωρο ενώ τα φύλλα του ξεραίνονται και πωλούνται στην αγορά.(Μπαζαΐος, 1983).

1.3.3. Χρήσεις του δυόσμου

Από παλιότερα ονομάζεται βότανο της φιλοξενίας και αξιοποιείται στην μαγειρική και ως καλλωπιστικό. Επίσης από τους παλιότερους χρόνους προορίζοντας σαν φυτό με μεγάλη φαρμακευτική αξία (Ζάχαρης, 2021). Πιο συγκεκριμένα στην μαγειρική

χρησιμοποιείται στα καφεδάκια, στις σάλτσες, στα γεμιστά, στις κρεατόπιτες και σαν ρόφημα. Επίσης χρησιμοποιείται στην φαρμακοβιομηχανία και στην αρωματοβιομηχανία.(Κολοπτάς, 2018).Έχουν γίνει αναφορές ότι χρησιμοποιείται για το κρυολόγημα, τον βήχα, τον πυρετό, τον εμετό, τον εντερικό κολικό και την απώλεια όρεξης. Επιπλέον για το μασάζ λόγω της χαλαρωτικής δράσης και για την αντιμετώπιση της αϋπνίας (Νικολαΐδης, Ακριβού, 2019). Ο δυόσμος διαθέτει βιολογικές δραστηριότητες και χρησιμοποιείται στην ιατρική ως αντισπασμωδικό , διουρητικό, αντιβακτηριδιακό, αντιμυκητιακό και αντιοξειδωτικό. Τέλος χρησιμοποιείται στην μεσογειακή διατροφή και αρωματίζει σάλτσες ξύδι και κρασί (Μπαζαΐος, 1983).

Οφέλη δυόσμου:

- Αντιοξειδωτική δράση:

Λόγω των φαινολικών ενώσεων θεωρείται ότι έχει και αντικαρκινική δράση.

- Αναπνευστικό σύστημα:

Ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα που προστατεύει από πολλές λοιμώξεις.

- Γαστρεντερικό σύστημα:

Βελτιώνει την υγεία του στόματος μειώνοντας τους εντόνους πόνους του γαστρικού και την γαστροισοφαγική παλινδρόμηση

- Ψυχική υγεία:

Έχει χαλαρωτικές ιδιότητες με αποτέλεσμα να μειώνει το έντονο στρες, την ανησυχία μέχρι και την σωματική κόπωση.

Η κατανάλωση του δυόσμου απαιτεί προσοχή. Σε υψηλές ποσότητες έχει παρατηρηθεί ότι είναι τοξικός και μπορεί να οδηγήσει σε αλλεργικές αντιδράσεις ιδιαίτερα σε ευαίσθητα άτομα. Τα προβλήματα που προκαλεί παρατηρούνται στο ήπαρ και στα νεφρά. Σε Έγκυες, σε θηλάζουσες μητέρες, σε βρέφη και σε παιδιά είναι προτιμότερο να αποφεύγεται η κατανάλωση του για τυχόν παρενέργειες. (Δήμου, 2020)

2. Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια συναντώνται σε υγρή, ελαιώδη μορφή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, αλλά γίνονται πτητικά σε θερμοκρασία ζέσης από 50-320°C. Εξαιτίας αυτής της πτητικότητάς τους έχουν ιδιαίτερο άρωμα. Τα αιθέρια έλαια στην πλειονότητά τους είναι άχρωμα και χαρακτηρίζονται από υψηλό δείκτη διάθλασης. . Είναι διαλυτά, σε πολλούς οργανικούς διαλύτες, αλλά έχουν ελάχιστη διαλυτότητα στο νερό. Επιπρόσθετα, έχουν μικρότερη πυκνότητα από το νερό, πράγμα που επιτρέπει τον διαχωρισμό τους με την μέθοδο της υδροαπόσταξης. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες εξαιρέσεις όπως είναι τα αιθέρια έλαια της κανέλας και του γαρύφαλλου. Η χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων είναι πολύπλοκη. Γενικά, τα συστατικά των αιθέριων ελαίων κατηγοριοποιούνται σε δύο μεγάλες ομάδες, στα οξυγονούχα και

στα μη οξυγονούχα οργανικά στοιχεία. Στην πρώτη κατηγορία κατατάσσονται οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, οι εστέρες, τα οξέα, τα οποία οφείλονται για το χαρακτηριστικό άρωμα των ελαίων. Στην δεύτερη ομάδα ενώσεων περιέχονται οι υδρογονάνθρακες (τερπενικοί και μη τερπενικοί), οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως μη ουσιώδη συστατικά των αιθέριων ελαίων και συμβάλλουν ελάχιστα ή και καθόλου στο άρωμά τους (Ζάρπα Μαρία).

2.1. Μέθοδοι επεξεργασίας αιθέριων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια μπορούν να παραληφθούν με διάφορους τρόπους. Πιο συγκεκριμένα:

1.Απόσταξη: πρόκειται για μία μέθοδο σύγχρονη και απλή συνηθισμένη για την παραλαβή αιθέριων ελαίων. Στηρίζεται στην διαφορά των τάσεων των ατμών των συστατικών του διαλύματος. Συναντάται σε τρία είδη :

- i. Υδροαπόσταξη ή απόσταξη με νερό
- ii. Υδροαπόσταξη ή απόσταξη με ατμό και νερό
- iii. Απόσταξη με Υδρατμούς.

2.Εκχύλιση: η συγκεκριμένη μέθοδος, εφαρμόζεται σε άνθη ή φυτικά μέρη που είναι ευαίσθητα στη μέθοδο της απόσταξης. Μπορεί να πραγματοποιηθεί με τέσσερις μεθόδους:

- i. Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες

- ii. Εκχύλιση με ψυχρό λίπος
- iii. Εκχύλιση με θερμό λίπος
- iv. Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες

3.Μηχανική παραλαβή: Τα αιθέρια έλαια στην συγκεκριμένη μέθοδο παραλαμβάνονται με μηχανικά μέσα εξολοκλήρου (Μαρίνου, 2013).

2.1.1. Αιθέριο έλαιο δενδρολίβανου

Τα αιθέρια έλαια είναι διάφορα πτητικά και αρωματικά υγρά τα οποία παραλαμβάνονται από μερικά τμήματα του φυτού , όπως τα φύλλα, οι σπόροι, οι μίσχοι και τα άνθη. Το αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου παράγεται μέσω υδροαπόσταξης ή απόσταξης ατμού από τα ανθοφόρα τμήματά του και χαρακτηρίζεται ως ένα άχρωμο ή ελαφρώς κιτρινωπό υγρό, το οποίο έχει το χαρακτηριστικό άρωμα του φυτού (Ζάχος, 2020). Οι πιο δημοφιλείς κλάδοι όπου έχουν αξιοποιηθεί είναι η φαρμακοβιομηχανία, η βιομηχανία τροφίμων, καλλυντικών και η αρωματοποιία. Οι βιοδραστικές ενώσεις οι οποίες περιέχονται στο αιθέριο έλαιο όπως ορισμένα τερπενοειδή και φαινολικά, η ευκαλυπτόλη και η ευγενόλη είναι σημαντικά για την υγεία λόγω των ιδιοτήτων που έχουν (Nguyen N. Hai *et. al*, 2022). Όσο αναφορά τα οφέλη για την υγεία , το αιθέριο έλαιο έχει χρησιμοποιηθεί για την θεραπεία της δυσπεψίας, διαταραχών της γαστρεντερικής οδού καθώς και για την ανακούφιση μυϊκών και αρθρικών πόνων (Ζάχος, 2020).

Πέραν από τη χρήση του ελαίου στο τομέα της υγείας, έχει αξιοποιηθεί από τη βιομηχανία τροφίμων λόγω ουσιών με αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση, οι οποίες συμβάλλουν στην αύξηση της διάρκειας ζωής των τροφίμων και στη διατήρηση της ποιότητας τους ακόμα και κατά την αποθήκευσή τους. Συνεπώς μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα φυσιολογικό συντηρητικό το οποίο αποσκοπεί στη συντήρηση των τροφίμων. Το αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου έχει χρησιμοποιηθεί επίσης ως συστατικό ποικίλων καλλυντικών, αρωμάτων, σαπουνιών αλλά και για την περιποίηση των μαλλιών καθώς προσφέρει θρέψη, ενδυνάμωση και ενισχύει την ανάπτυξή τους (Ζάχος, 2020). Όσο αναφορά τα καλλυντικά προστίθεται κυρίως για το άρωμά τους και για να καλύψουν ορισμένες δυσάρεστες οσμές που σχηματίζονται κατά τη διαδικασία παραγωγής τους (Sarkic, Stappen, 2018). Επιπρόσθετα, έχει παρατηρηθεί η χρήση του σε έλαια και άλατα μπάνιου και διάφορες αλοιφές (Ζάχος, 2020).

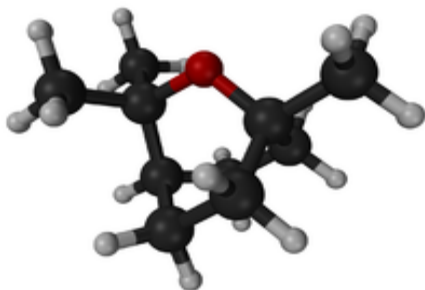
2.1.2. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δενδρολίβανου

Η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου ποικίλλει πολλές φορές ανάλογα με την ποιότητα του φυτού, την κατάστασή του καθώς και από την μέθοδο εκχύλισης που εφαρμόστηκε. Τα αιθέρια έλαια αποτελούνται κυρίως από λιπόφιλα, μικρά και μη πολικά μόρια και έχουν την ικανότητα να εισχωρούν στο δέρμα και να δρουν στο σημείο εκείνο. Οι κύριες χημικές ενώσεις του αιθέριου ελαίου είναι η ευκαλυπτόλη, το α- πινένιο, η καμφορά, β- καρνοφυλλένιο, το καμφένιο, η

βερμπενόνη, το β-πινένιο, το β- μυρένιο, το λιμονένιο και η βορνεόλη (Sarkic, Stappen, 2018).

1,8 κινεόλη ή ευκαλυπτόλη

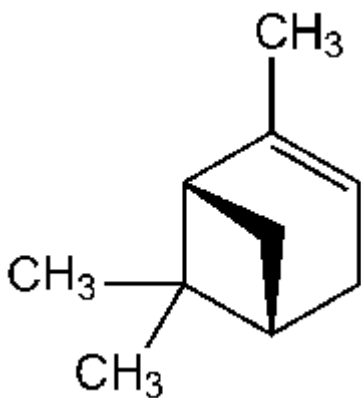
Η 1,8 κινεόλη που αλλιώς ονομάζεται και ευκαλυπτόλη αποτελεί μια χημική ένωση που εντοπίζεται στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα μονοτερπενικό κυκλικό αιθέρα με πολλές φαρμακολογικές επιδράσεις (Aprotosoaie *et. al*, 2019). Η γεύση της ευκαλυπτόλης είναι πικάντικη και είναι υπεύθυνη για το χαρακτηριστικό άρωμα του δενδρολίβανου. Αποτελεί μια ένωση αδιάλυτη στο νερό μες σημείο βρασμού 176 ° C (Ζάχος, 2020). Στο τομέα της ιατρικής έχει χρησιμοποιηθεί για την θεραπεία της αναπνευστικής οδού , λόγω των αντιμικροβιακών, βλεννολυστικών, βρογχολυστικών και αντιφλεγμονωδών ιδιοτήτων του. Έχει αξιοποιηθεί επίσης σε κυτταρικές αναλύσεις κατά της βλάβης του DNA λόγω της αντιγονοτοξικής ικανότητας (Aprotosoaie *et. al*, 2019).



Εικόνα 9. Χημική δομή ευκαλυπτόλης

α- πινένιο

Το α- πινένιο πρόκειται για ένα μονοτερπένιο το οποίο εντοπίζεται στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου. Στη φύση απαντώνται δύο ισομερή , το α- πινένιο και το β- πινένιο. Το άρωμα αυτής της ένωσης θυμίζει έλατο και πεύκο, δεν διαλύεται στο νερό και έχει σημείο βρασμού 157 ° C (Ζάχος, 2020). Οι ιδιότητες οι οποίες έχει η συγκεκριμένη ένωση είναι κυρίως αντιμικροβιακές, αντιμεταστατικές, αντιβιοτικές και αποπτωτικές. Μελέτες που έχουν διεξαχθεί έχουν δείξει ότι το α- πινένιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση ασθενειών που σχετίζονται με φλεγμονές (Pandey *et. al*, 2022).

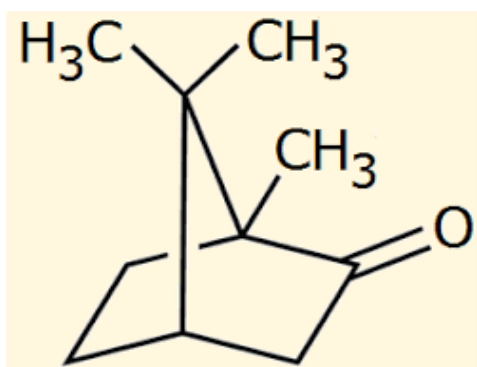


Εικόνα 10 . Χημική δομή α- πινένιου

Καμφορά

Η καμφορά πρόκειται για μια κηρώδη, λευκή ή άχρωμη ένωση με έντονη χαρακτηριστική οσμή που ανήκει στα τερπενοειδή και κυριαρχεί στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου. Αποτελεί μια ένωση αδιάλυτη στο νερό και διαλυτή σε αλκοόλη

και αιθέρα με σημείο ζέσης 204 ° C. Η καμφορά διαθέτει ένα σύνολο βιολογικών ιδιοτήτων όπως είναι οι αντιμικροβιακές, αντικοκκιδικές, αντιαλγητικές, αντικαρκινικές και ιδιότητες ενάντια ιών και του βήχα. Επίσης αποτελεί μια ένωση με ισχυρή εντομοκτόνο δράση. Έχει χρησιμοποιηθεί λόγω των καρδιαγγειακών της επιδράσεων και της δυνατότητας της να ενισχύει την διείσδυση στο δέρμα. Εκτός όμως από τις θετικές αυτές ιδιότητες , η καμφορά αν καταναλωθεί σε ποσότητα 3,5g μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο (Chen *et. al*, 2013).



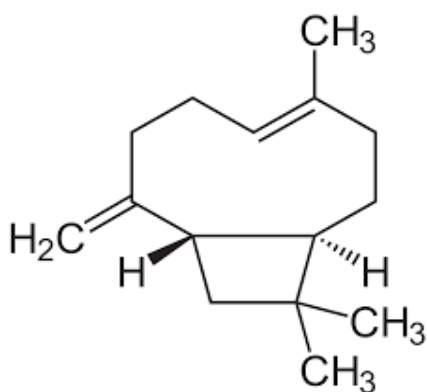
Εικόνα 11. Χημική δομή καμφοράς

β- καρνοφυλλένιο

Το β- καρνοφυλλένιο είναι ένα σεσκιτερπένιο και αποτελεί μια κυρίαρχη ένωση στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου. Η οσμή του β- καρνοφυλλένιου χαρακτηρίζεται ως ξυλώδης και πικάντικη και χρησιμοποιείται ως αρωματική ουσία. Πρόκειται για μια ένωση με σημείο βρασμού 262-264° C και βρίσκεται συνήθως σε μίγμα με το ισοκαρνοφυλλένιο και το α- καρνοφυλλένιο. Οι ιδιότητες που διαθέτει είναι ισχυρές

αντιφλεγμονώδεις, αντιβακτηριδιακές, αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές.

Επιπρόσθετες, θετικές επιδράσεις αποτελούν η συμβολή του στην ανακούφιση από το άγχος, τον πόνο, στη μείωση της χοληστερόλης, στη πρόληψη της οστεοπόρωσης και στην αντιμετώπιση επιληπτικών κρίσεων. Μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση του β-καρυοφυλλένιου στον ατμοσφαιρικό αέρα εμφανίζει ελάχιστη αλλεργία στο δέρμα (Skold *et, al.* 2006).

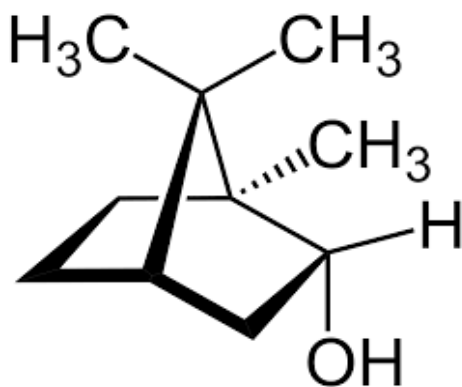


Εικόνα 12. Χημική δομή β-καρυοφυλλένιου

βορνεόλη

Στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου εντοπίζεται και η οργανική ένωση βορνεόλη, η οποία έχει έντονη οσμή η οποία θυμίζει την καμφορά. Ανήκει στα μονοτερπένια και είναι γενικά μια ένωση δυσδιάλυτη στο νερό με σημείο βρασμού 208 °C. Δεν είναι επιθυμητή σε μεγάλες ποσότητες στα αιθέρια έλαια που χρησιμοποιούνται στην

αρωματοβιομηχανία λόγω του αρώματός του (Ζάχος, 2020). Η βορνεόλη αποτελεί μια ένωση με αρκετά οφέλη για την υγεία. Αρχικά συμβάλλει στη βελτίωση της πέψης των τροφών, στην επούλωση πληγών και στη καλύτερη κυκλοφορία του αίματος. Επιπλέον σημαντική είναι η συμβολή της στην αντιμετώπιση βρογχικών συμπτωμάτων και στην διευκόλυνση της αναπνοής καθώς και έχει εντοπισθεί ότι μειώνει το άγχος. Μελέτες έχουν δείξει ότι έχει αντιβακτηριδιακές, αντιφλεγμονώδεις και αντισηπτικές ιδιότητες (Sango Cho *et. al*, 2017).



Εικόνα 13. Χημική δομή βορνεόλης

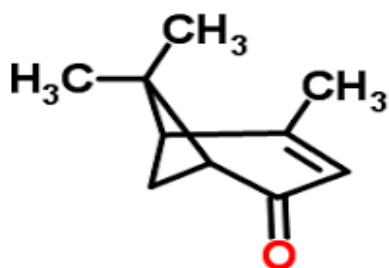
λιμονένιο

Το λιμονένιο είναι μια ένωση η οποία ανήκει στα τερπένια, μια ομάδα η οποία χαρακτηρίζεται από έντονο άρωμα και με μεγάλο σημείο βρασμού μεγαλύτερο από 390 ° C. Αποτελεί μια ένωση η οποία εντοπίζεται στη φύση με πολλά οφέλη και ιδιότητες για την υγεία. Μελέτες έχουν δείξει ότι το λιμονένιο , το οποίο βρέθηκε στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου, διαθέτει αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές,

αγγολυτικές και πιθανόν να έχει ιδιότητες προληπτικές για ασθένειες και αντικαρκινικές (Russo, Marcu, 2017).

Βερμπενόνη

Η βερμπενόνη αποτελεί μια οργανική ένωση που ανήκει στα μονοτερπένια και υπάρχει σε ένα ποσοστό στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου με σημείο ζέσης 228° C. Γενικά είναι μια ένωση αδιάλυτη στο νερό και αναμιγνύεται με μια ποικιλία πολυάριθμων οργανικών διαλυτών (Ζάχος, 2020). Λόγω του χαρακτηριστικού ευχάριστου αρώματός του χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία, στην αρωματοθεραπεία και σε διάφορα αφεψήματα από βότανα. Διάφορες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν απέδειξαν ότι η βερμπενόνη έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες ενώ επίσης έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς ως κατασταλτικό για τον βήχα (Santoyo *et. al*, 2005).



Εικόνα 14. Χημική δομή βερμπενόνης

2.2. Αιθέριο έλαιο μέντας

Από τα φύλλα του φυτού της μέντας παράγεται και το αιθέριο έλαιο Μέντα μέσω της διαδικασίας της υδροαπόσταξης των φύλλων και των ανθών της με ατμό. Αρκετές μελέτες που έχουν διεξαχθεί κατά το παρελθόν έχουν αποδείξει πως το αιθέριο έλαιο της μέντας έχει αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Balaban *et. al*, 2018).

2.2.1 Θεραπευτικές ιδιότητες και χρήσεις αιθέριου ελαίου μέντας

Η μέντα αξιοποιείται από την αρωματοποιεία, την ζαχαροπλαστική και την ποτοποιεία, την φαρμακοβιομηχανία καθώς και τη κοσμετολογία. Στην αγορά κυκλοφορούν πολυάριθμα και πολυποίκιλα σκευάσματα που έχουν ως βάση τους την μέντα, όπως είναι για παράδειγμα οδοντόκρεμες, καταπραϋντικές αλοιφές, χάπια κατά της δυσπεψίας, παστίλιες για τους πόνους στο λαιμό, καραμέλες και στοματικά διαλύματα. Η θεραπευτική της δράση είναι ευρέως δεδομένη και διαδεδομένη, καθώς το αιθέριο έλαιό της διαθέτει μια πολύ σημαντική ουσία που ονομάζεται μενθόλη. Η συγκεκριμένη ουσία ενισχύει την αντιμετώπιση των σπασμών και συμβάλλει στην καλή πέψη. Παράλληλα, ελαχιστοποιεί τους μυϊκούς και ρευματικούς πόνους, βοηθά στην ανακούφιση από τις κοιλιακές κράμπες, το φούσκωμα, τις διάφορες παθήσεις του εντέρου καθώς και τον εμετό. Οι εισπνοές των υδρατμών του ελαίου της,

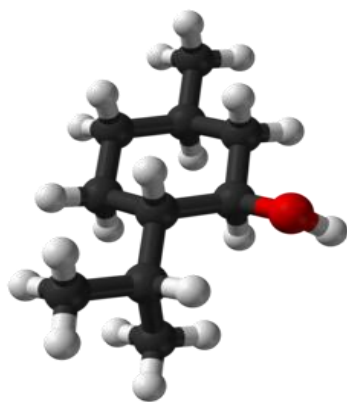
βοηθούν στην αποσυμφόρηση της ρινικής κοιλότητας διευκολύνοντας μ αυτό τον τρόπο την αναπνοή από το συνάχι και τον βήχα. Τέλος, έχει αποδειχθεί ότι το αιθέριο έλαιο έχει θεαματικά αποτελέσματα στους έρπητες του σώματος, καθώς μπορεί να χαρακτηριστεί ως αντιβακτηριδιακό και αντισηπτικό. (Λάμπας, 2013)

2.2.2. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου μέντας

Το αιθέριο έλαιο της μέντας αποτελείται κυρίως από τις παρακάτω ενώσεις:

Μενθόλη

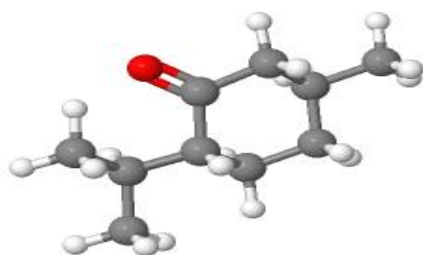
Η μενθόλη αποτελεί οργανική ένωση, η οποία παράγεται συνθετικά ή παραλαμβάνεται από το αιθέριο έλαιο της μέντας. Είναι μία κηρώδης, κρυσταλλική ουσία, λευκού χρώματος, όπου σε θερμοκρασία δωματίου είναι στερεή και λιώνει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία. Ο μοριακός τύπος της μενθόλης είναι $C_{10}H_{20}O$ (Buleandraa *et al.*, 2016).



Εικόνα 15. Χημική δομή μενθόλης

Μενθόνη

Η μενθόνη είναι μονοτερπένιο, το οποίο έχει άρωμα μέντας και απαντάται σε ποικίλα αιθέρια έλαια. Η μενθόνη βρίσκεται σε αφθονία στην φύση. Σχετίζεται δομικά με την μενθόλη, η οποία έχει μία δευτεροταγή αλκοόλη στη θέση του καρβονυλίου. Η μενθόνη βρίσκει χρήση σε αρώματα και καλλυντικά προϊόντα εξαιτίας, της χαρακτηριστικής μυρωδιάς μέντας που διαθέτει. Ο μοριακός τύπος της μενθόνης είναι $C_{10}H_{18}O$ (Molinstics).

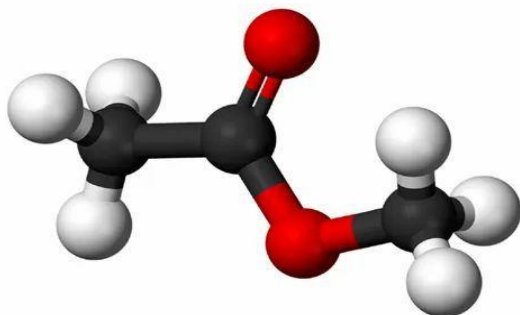


ChemEssen.com

Εικόνα 16. Χημική δομή μενθόνης

Οξικός μενθυλεστέρας

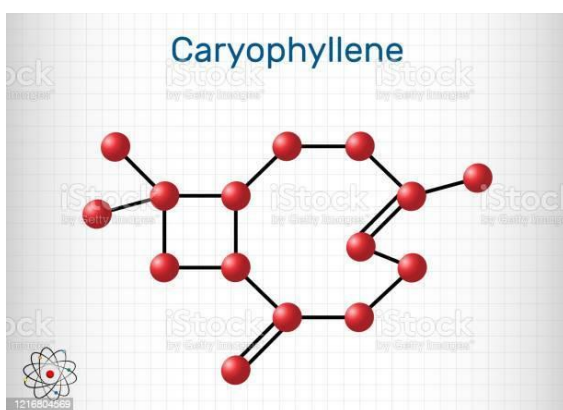
Ο οξικός μενθυλεστέρας αποτελεί ένα φυσικό μονοτερπένιο, το οποίο συμβάλλει στη μυρωδιά και στην γεύση της μέντας. Το μονοτερπένιο είναι ο οξικός εστέρας της μενθόλης. Ο οξικός μενθυλεστέρας αποτελεί το 3-5% του πτητικού ελαίου της *mentha piperita*, συμβάλλοντας σημαντικά στη μυρωδιά και την γεύση του. Ο μοριακός τύπος του οξικού μενθυλεστέρα είναι $C_{12}H_{22}O_2$ (Pubchem).



Εικόνα 17. Χημική δομή οξικού μενθυλεστέρα

Καρνοφυλλένιο

Το καρνοφυλλένιο είναι ένα φυσικό δικυκλικό σεσκιτερπένιο, το οποίο αποτελεί συστατικό πολυάριθμων αιθέριων ελαίων, όπως είναι για παράδειγμα το γαρύφαλλο. Έχει σημαντικό ρόλο ως φάρμακο, αρωματικό και ελυστικό εντόμων. Ο μοριακός τύπος είναι $C_{15}H_{24}$. (Pubchem)



Εικόνα 18 . Χημική δομή καρνοφυλλένιου

2.3 Αιθέριο έλαιο δυόσμου

Το έλαιο του δυόσμου παράγεται από τα αρωματικά φύλλα τα οποία αποστάζονται. Το αιθέριο έλαιο του δυόσμου είναι διαυγές με άρωμα πράσινου δυόσμου, το οποίο έχει πολλές χρήσεις με αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση. Το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στις βιομηχανίες τροφίμων, των καλλυντικών, της ζαχαροπλαστικής, στις τσίχλες, στις οδοντόκρεμες και στις φαρμακευτικές βιομηχανίες (Derek j.McPhee, 2015). Επίσης αρωματίζει παστίλιες και πωλούνταν στα φαρμακεία για τον λαιμό. Βοήθα στην ουλίτιδα με την χρήση γάργαρων, στην αμυγδαλίτιδα και στις φλεγμονές του ρινοφάρυγγα (Μπαζαίος, 1983). Επιπλέον έχει την ιδιότητα να βελτιώνει την γεύση και την ασφάλεια των τροφίμων λόγω των αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχει. Το αιθέριο έλαιο του δυόσμου δεν διαλύεται στο νερό παρά μόνο ελάχιστα, ενώ διαλύεται σε αιθανόλη, αιθέρα και σε οργανικούς διαλυτές. Οι Παράγοντες που το επηρεάζουν είναι η υγρασία, η θερμοκρασία και το φως. Φυλάσσονται σε μικρά γυάλινα ή ανοξείδωτα δοχεία στους 0°C .Το αιθέριο έλαιο *M. spicata* είναι δραστικό έναντι των Gram+, Gram- και των ειδών *Candida* (Derek j.McPhee,2015).



Εικόνα 19. Αιθέριο έλαιο δυόσμου

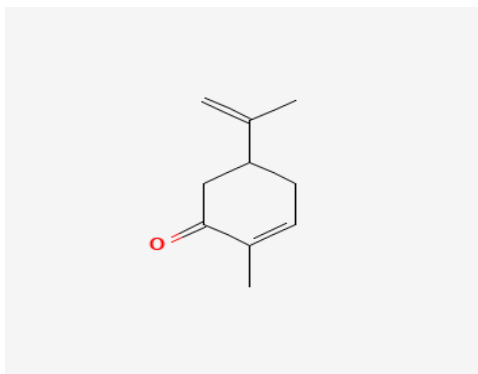
Για την παρασκευή του αιθέριου ελαίου του δυόσμου χρησιμοποιείται η απόσταξη με υδρατμό. Στην μέθοδο αυτή ο ατμός δημιουργείται σε μια ανεμογεννήτρια και στη συνέχεια εισάγεται κάτω από το τμήμα του φυτού που θέλουμε να παραχθεί το έλαιο. Το πλεονέκτημα σε αυτή την μεθόδου είναι ότι το μπορεί να επεξεργασθεί εύκολα το φυτικό υλικό, εμποδίζοντας με αυτό τον τρόπο την αλλοίωση των συστατικών του ελαίου (Βοτανολογικά, 2015).

2.3.1. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δυόσμου

Τα αιθέρια έλαια θεωρούνται πτητικά ελαιώδη υγρά, τα οποία έχουν χαρακτηριστική έντονη οσμή και είναι διαφανή με μερικές σπάνιες εξαιρέσεις. Το άρωμα του αιθέριου ελαίου και σε αυτή την περίπτωση του δυόσμου, προκύπτει από τον συνδυασμό αρωμάτων κάθε μορίου που αποτελεί την σύνθεση του ελαίου του. Τα πιο σημαντικά συστατικά του αιθέριου ελαίου του δυόσμου που βρίσκονται σε μεγαλύτερη ποσότητα είναι η καρβόνη, το λιμονένιο και το β- μπουρνένιο (Vieira A.J. *et. al*, 2018).

Carvone (καρβόνη):

Το carvone είναι μια μονοτερπενική κετόνη με χημικό τύπο $C_{10}H_{14}O$ και σημείο βρασμού $230^{\circ}C$. Το carvone ανιχνεύεται σε πολλά αιθέρια ελαία αλλά σε μεγάλη ποσότητα υπάρχει στο κύμινο (*carum carvi*), τον δυόσμο (*menthe spicata*) και τον άνηθο (Βικιπαίδεια, καρβόνη).



Εικόνα 20. Δομή καρβόνης

Η καρβόνη αποτελείται από δυο οπτικά ισομερή, που έχουν την ικανότητα να παράγουν διαφορετικές βιολογικές αποκρίσεις. Πιο συγκεκριμένα η πρώτη είναι η S-(+) Carvone ή d-carvone η οποία έχει πικάντικο άρωμα, με νότες σίκαλης με μέτρια ένταση οσμής. Η δεύτερη είναι η R-(-)-carvone ή L-carvone με γλυκιά και μέτρια ένταση οσμής (Morcia C. ,Terzi V., 2016). Το carvone εκκρίνεται σε διαφορετικές συγκεντρώσεις και εξαρτάται από το είδος, τα μέρη που χρησιμοποιούνται αλλά και από τις μεθόδους εκχύλισης (Bouyahya *et. al*, 2021) . Τα έλαια που περιέχουν carvone χρησιμοποιούνται στην αρωματοθεραπεία , στα τρόφιμα και στις τσίχλες (Βικιπαίδεια, καρβόνη). Επίσης εφαρμόζονται και στην γεωργία για την προστασία της καλλιέργειας και χρησιμοποιείται και ως παράγοντας κατά της βλάστησης και κατά την αποθήκευση των κονδύλων.

Τέλος καλό είναι να αναφερθεί ότι έχει και φαρμακολογικές ιδιότητες με νευροπροστατευτική επίδραση, αναπτύσσεται ως φάρμακο μερικών διαταραχών όπως η κατάθλιψη, η καταστολή, ο πόνος και οι επιληπτικές κρίσεις. Επιπλέον έχει αντιμικροβιακή δράση έναντι πολλών βακτηρίων, έχει αντιβιομεμβρανική δράση κατά *S.aureus*, αντικαρκινική δράση, αντιφλεγμονώδη δράση, αντιοξειδωτική δράση,

ακαρεοκτόνο δραστηριότητα, αγγχολυτική δραστηριότητα και αντιαρθριτική δράση.

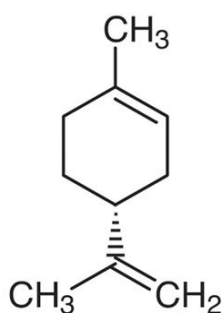
Το carvone μέσα από όλες αυτές τις ιδιότητες έχει την ικανότητα να χρησιμοποιείται για την απολύμανση συσκευασίας τροφίμων και ιατροτεχνολογικών προϊόντων.

(Morcia C. ,Terzi V., 2016).

Limonene (λιμονένιο)

Το limonene είναι μια υγρή χημική οργανική ένωση ,με χημικό τύπο $C_{10}H_{16}$. Πιο συγκεκριμένα είναι ένας υδρογονάνθρακας που ανήκει στα κυκλικά μονοτερπένια.

(Βικιπαίδεια, λιμονένιο). Το λιμονένιο είναι από τις πιο κοινές ενώσεις που βρίσκονται στα αιθέρια έλαια διαφόρων αρωματικών φυτών. (Kazyoba *et. al*, 2008).



Εικόνα 21. Δομή λιμονένιου



Εικόνα 22. Υγρό λιμονένιο

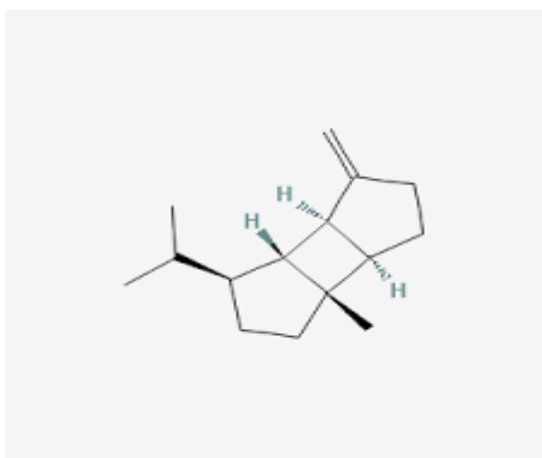
Το limonene περιέχεται στον φλοιό των εσπεριδοειδών και αποτελεί το κύριο συστατικό στα αιθέρια έλαια αυτών. Γι' αυτό τον λόγω χρησιμοποιείται ως αρωματική

υλη στα τρόφιμα και στα ποτά (Βικιπαίδεια, λιμονένιο). Το limonene είναι μια οπτική ενεργή ένωση, στο οποίο υπάρχουν δυο εναντιομερείς μορφές R και S. Το εναντιομερές γνωστό και ως d-limonene είναι η κυριότερη ένωση των αιθέριων ελαίων της φλούδας των εσπεριδοειδών, ενώ το (+)- limonene είναι ένα φθηνό υποπροϊόν του πορτοκαλιού. Το l- limonene βρίσκεται κυρίως στα αιθέρια έλαια του Pinus όπως το έλαιο πευκοβελόνας και στα έλαια του είδους menthe όπως ο δυόσμος (Kazyoba *et. al*, 2008). Επίσης έχει την ικανότητα να αποσταχθεί χωρίς να αποσυντεθεί, ενώ σε υψηλή θερμοκρασία έχει την ιδιότητα να πυρολύεται και να δημιουργεί ισοπρένιο (Βικιπαίδεια, λιμονένιο).

Το limonene έχει μελετηθεί αρκετά λόγω της φαρμακευτικής του ιδιότητας αλλά και λόγω του αρώματος που προσδίδει. Επιπλέον χρησιμοποιείται ευρέως ως προσθετό γεύσης και αρώματος σε διάφορα προϊόντα όπως τα αρώματα, τα ποτά, τα απορρυπαντικά, τα σαπούνια και προϊόντα καθαρισμού ως συστατικό των προϊόντων αυτών. Από πιο σημαντικές ιδιότητες του limonene είναι η φαρμακευτική λόγω της αντιμικροβιακής ιδιότητας τόσο ως καθαρή ένωση, όσο και ως κύριο συστατικό αιθέριων ελαίων διαφόρων φυτών. Σε συγκέντρωση 1000μl/l τόσο το αιθέριο έλαιο, όσο και το limonene αναστέλλει την ανάπτυξη της salmonella, Escherichia coli, Staphylococcus aureus και των ειδών Pseudomonas. Έχει αντιοξειδωτική δράση, αντιφλεγμονώδη δράση, αντιχολερική δράση, αντικαρκινική δράση και εντομοκτόνο δράση (Kazyoba *et. al*, 2008). Χρησιμοποιείται σε διάφορα είδη διατροφών και τέλος παρουσιάζει χαμηλή τοξικότητα και δεν αποτελεί μεταλλαξιογόνο, καρκινογόνο και νεφροτοξικό κίνδυνο για τον άνθρωπο (Vieira A.J. *et. al*, 2018).

B- Bourbonene

Το b-Bourbonene είναι μια οργανική ένωση γνωστή ως σεσκιτερπενοειδή. Είναι δηλαδή τερπένια με τρεις διαδοχικές μονάδες ισοπρενίου, με μοριακό τύπο $C_{15}H_{24}$.



Εικόνα 23 . Χημική δομή β- μπουρνένιου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Υλικά και μέθοδοι

2.1.1. Υλικά

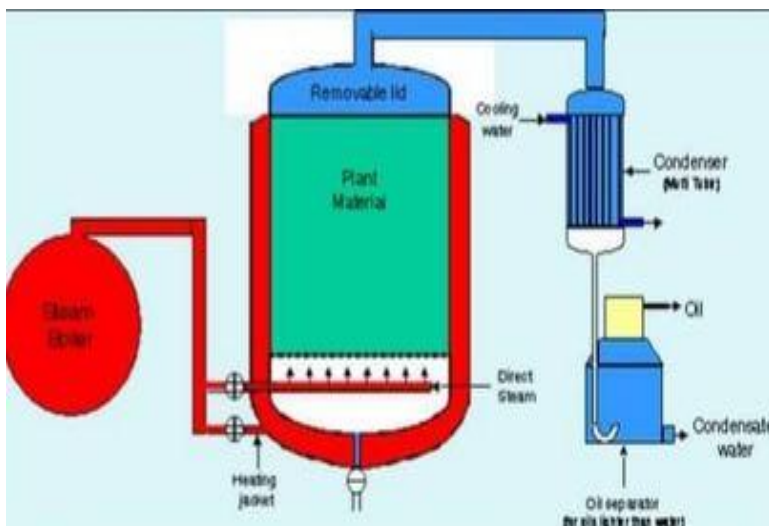
Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική μας εργασία ήταν τα τρία δείγματα αιθέριων ελαίων δενδρολίβανου, μέντας και δυόσμου. Έπειτα χρησιμοποιήθηκε ο αέριος χρωματογράφος και χρωματογράφος μάζας για το χημικό προσδιορισμό των προαναφερθέντων δειγμάτων.

2.1.2. Μέθοδοι

Τα δείγματα των φυτών του δενδρολίβανου, της μέντας και του δυόσμου υπέστησαν τη διαδικασία αρχικά της υδροαπόσταξης ώστε να διαχωριστεί το αιθέριο έλαιό τους. Έπειτα τα έλαια αυτά αναλύθηκαν για την ταυτοποίηση των συστατικών τους με τη μέθοδο αέριας χρωματογραφίας και χρωματογραφίας μάζας (GC- MS). Στη συνέχεια οι ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν εξετάστηκαν για τις ιδιότητες που διαθέτουν.

A) Υδροαπόσταξη αιθέριου ελαίου

Το πρώτο βήμα για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου, της μέντας και του δυόσμου είναι η εφαρμογή της μεθόδου της υδροαπόσταξης. Πιο συγκεκριμένα το πρώτο βήμα της μεθόδου είναι η τοποθέτηση του δείγματος δενδρολίβανου στο ειδικό δοχείο απόσταξης που περιέχει νερό. Το δοχείο θερμαίνεται με φωτιά ή ατμό, ο οποίος διέρχεται μέσα από κάποιες σωληνώσεις. Η ταχύτητα και ο ρυθμός της απόσταξης εξαρτάται από την ένταση της φωτιάς ή των υδρατμών που κυκλοφορούν στα τοιχώματα του συστήματος. Αρχικά, θα πρέπει να είναι μικρή και με τη πάροδο του χρόνου αυξάνεται ώστε να παραληφθεί το μέγιστο ποσοστό του αιθέριου ελαίου (Καλλίδη, 2017). Για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου του δυόσμου και της μέντας χρησιμοποιείται επίσης η μέθοδος απόσταξης με υδρατμό (water and steam distillation) ή υδροαπόσταξη. Στην διαδικασία αυτή υπάρχει ένας άμβυκας με βραστό νερό και από πάνω είναι τοποθετημένο ένα πλέγμα ή σχάρα. Ο δυόσμος ως φυσικό υλικό τοποθετείται πάνω στο πλέγμα με αποτέλεσμα να μην έρχεται σε επαφή το νερό με τον δυόσμο (Βοτανολογικά, 2015). Στην συνέχεια ο ατμός που δημιουργείται από την θέρμανση του νερού, έρχεται σε επαφή με το φυτικό υλικό του δυόσμου με αποτέλεσμα την απομάκρυνση του αιθέριου ελαίου του (Χημικό εργαστήριο). Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί από τις υπόλοιπες μεθόδους απόσταξης αιθέριου ελαίου λόγω της εύκολης επεξεργασίας και της αποφυγής διαφόρων αλλοιώσεων στα συστατικά του ελαίου (Βοτανολογικά, 2015).



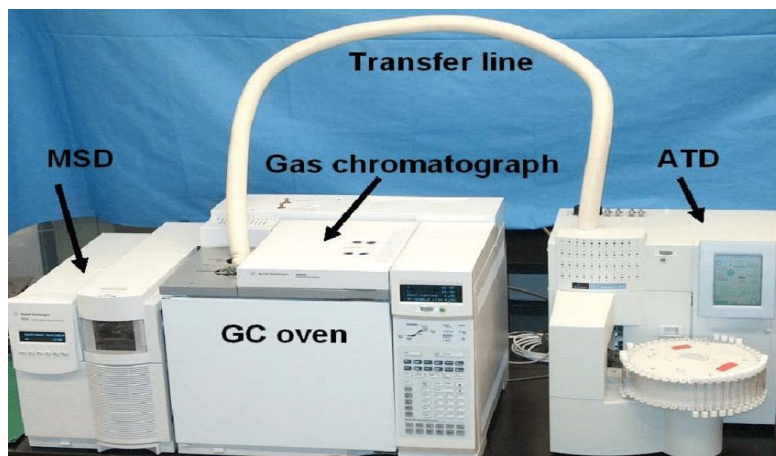
Εικόνα 24. Διαδικασία απόσταξης με ατμό

B) GC / MS χημική ανάλυση αιθέριου ελαίου

Ο χημικός προσδιορισμός του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου, της μέντας και του δυόσμου πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο GC/MS όπου χρησιμοποιήθηκε το όργανο που φαίνεται και στην Εικόνα 14. Η αέρια χρωματογραφία και η φασματομετρία μάζας έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιεί υγρά, αέρια και στερεά δείγματα (ThermoFisher). Η αναλυτική αυτή μέθοδος συνδυάζει την αέρια χρωματογραφία και την φασματομετρία μάζας για τον εντοπισμό και προσδιορισμό διαφορετικών ενώσεων μέσα σε ένα δείγμα. Ο αέριος χρωματογράφος χρησιμοποιεί στήλη όπου οι ιδιότητες της για τον διαχωρισμό των ενώσεων εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της στήλης. Οι διαφορετικές χημικές ιδιότητες μεταξύ των διαφορετικών ενώσεων και η συγγένειά τους στη στατική φάση θα οδηγήσει στον

διαχωρισμό των ενώσεων κατά την διάρκεια που το δείγμα διασχίζει τη στήλη. Έπειτα τα μόρια συγκρατούνται από τη στήλη και στην συνέχεια εκκλύονται σε διαφορετικούς χρόνους το καθένα. Αυτό βοηθά το φασματόμετρο μάζας να ανιχνεύσει τα μόρια σπάζοντας κάθε μόριο σε ιονισμένα θραύσματα και ανιχνεύοντας τα θραύσματα. Γενικά, ο συνδυασμός της αέριας χρωματογραφίας με τη φασματομετρία μάζας επιτρέπουν πολύ λεπτότερο και καλύτερο βαθμό ταυτοποίησης. Επιπλέον ένα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι μειώνεται η πιθανότητα σφάλματος, καθώς είναι δύσκολο δύο διαφορετικά μόρια να συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο στον αέριο χρωματογράφο και στο φασματόμετρο μάζας (Sparkman *et. al*, 2011). Η λήψη δεδομένων της μεθόδου GC/MS μπορεί να πραγματοποιηθεί με 2 τρόπους. Είτε με λειτουργία πλήρους σάρωσης είτε με επιλεγμένη λειτουργία παρακολούθησης ιόντων. Τέλος στη διαδικασία πραγματοποιείτε ανίχνευση και ανάλυση ιόντων. Η αναγνώριση της κάθε ουσίας πραγματοποιείτε με την ανίχνευση διαθέσιμων βιβλιοθηκών φάσματος μάζας, με αποτέλεσμα την αναγνώριση και την ποσοτικοποίηση των ενώσεων (ThermoFisher). Με την GC/MS μπορούν να γίνουν διάφορες αναλύσεις και μια εξ αυτού είναι η ανάλυση τροφίμων και αιθέριων ελαίων (Μαρκοπούλου).

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε είναι αρχικά ποσότητα του αιθέριου ελαίου των 5mL αραιώθηκε σε 1ml εξανίου πριν εγχυθεί στο σύστημα. Στο τέλος τα δείγματα διατηρήθηκαν στους 300° C για 5 λεπτά. Για τον εντοπισμό και προσδιορισμό των χημικών ενώσεων που ανιχνεύτηκαν στο αιθέριο έλαιο χρησιμοποιήθηκαν βάσεις δεδομένων.



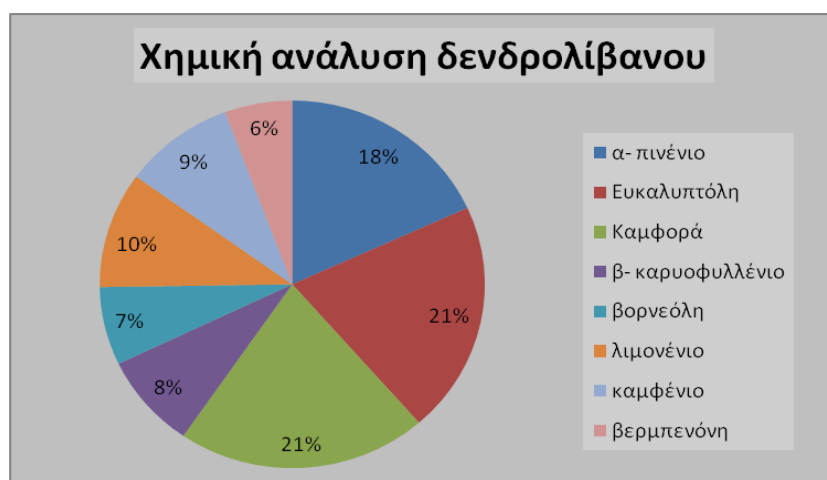
Εικόνα 25. Αέριος χρωματογράφος και χρωματογράφος μάζας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δενδρολίβανου

Μετά την ολοκλήρωση της υδροαπόσταξης, εφαρμόστηκε αέρια χρωματογραφία και η φασματομετρία μάζας όπου ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου συνολικά 29 ενώσεις που αντιστοιχούν στο 100% του συνολικού ελαίου. Τα μονοτερπένια καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό του αιθέριου ελαίου με κυριότερες ενώσεις την καμφορά (15,45%), ακολουθούμενη από την ευκαλυπτόλη (14,99%), το α- πινένιο (13,37%), ενώ σε χαμηλότερο ποσοστό το λιμονένιο (7,51%), το καμφένιο (6,88%) και το β- καρυοφυλλένιο (6,12%), την βορνεόλη (5,05%) και την βερμπενόνη (4,17%). Οι ενώσεις αυτές παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 1. Χημικές ενώσεις δενδρολίβανου

Εκτός από αυτές τις ενώσεις ανιχνεύθηκαν και άλλες σε μικρότερο ποσοστό όπως φαίνονται στο πίνακα 1. Επίσης στον πίνακα παρατηρούμε το χρόνο έκλουσης της κάθε ένωσης, καθώς και ο δείκτης Kovats από 6 διαφορετικές βάσεις δεδομένων. Ο δείκτης κατακράτησης μια χημικής ένωσης ορίζεται ως ο χρόνος κατακράτησης που παρεμβάλλεται μεταξύ γειτονικών n- αλκανίων. Πιο συγκεκριμένα το σύστημα των δεικτών Kovats αποτελεί την βάση για το προσδιορισμό της ταυτότητας των συστατικών με την χρήση της αέριας χρωματογραφίας. Το πλεονέκτημα που διαθέτει ο δείκτης Kovats είναι ότι εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το είδος της στατικής φάσης και τη θερμοκρασία. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του δείκτη Kovats είναι ο εξής:

$$I_a = 100N + 100n \log t'_{R,a} - \log t'_{R,N} / \log t'_{R,N+n} - \log t'_{R,N},$$

όπου N= ο αριθμός ατόμων άνθρακα του κ- αλκανίου με τη μικρότερη ανθρακική αλυσίδα

n= η διαφορά ατόμων άνθρακα δύο κ- αλκανίων τα οποία περιβάλλουν την ένωση

Με βάση τα αποτελέσματα που λάβαμε από τον υγρό χρωματογράφο υπολογίσαμε το δείκτη Kovats και το συγκρίναμε με ορισμένες βάσεις δεδομένων από κάποιες άλλες παρόμοιες μελέτες.

Πίνακας 1. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δενδρολίβανου

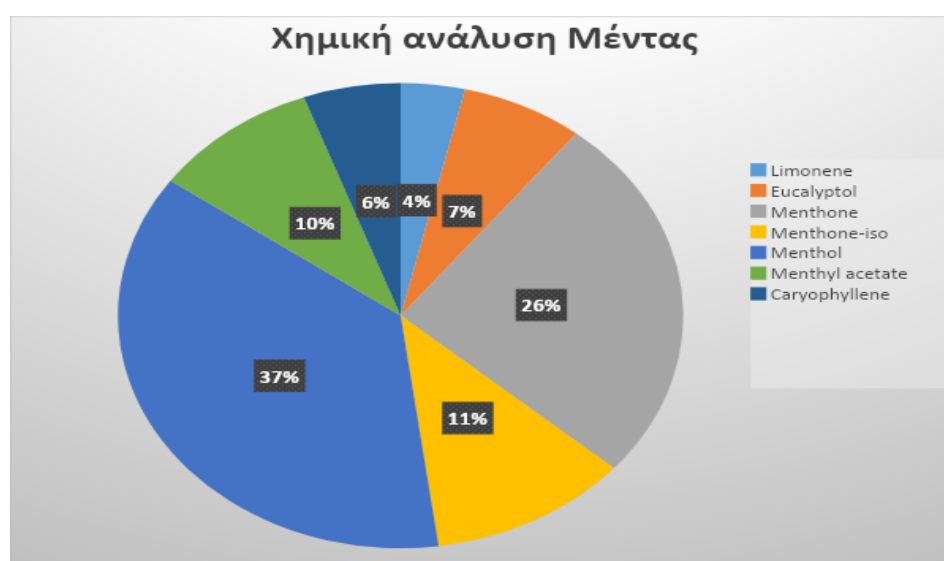
Στήλη1	COMPOUND	Ποσοστό %	RT	KI	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	KI 5	KI 6
1	Tricyclene	0,32	5.282	-	928	-	924	924	920	921
2	α-Thujene	0,31	5.374	-	944	-	928	931	924	924
3	α-Pinene	13,37	5.566	-	946	936	936	936	932	932
4	Camphene	6,88	5.951	-	960	950	951	951	948	946
5	Verbenene	0,25	6.084	-	-	-	-	958	981	961
6	β-Pinene	3,43	6.711	-	981	978	978	978	976	974
7	β- Myrcene	1,30	7.071	-	991	-	990	993	986	988
8	α-Phellandrene	3,21	7.514	1005	1009	-	1005	1005	1001	1002
9	α-Terpinene	1,31	7.898	1015	-	1013	1016	1019	1012	1014
10	p-Cymene	2,25	8.157	1022	1027	1015	1025	1029	-	1020
11	Limonene	7,51	8.316	1027	1036	1025	1030	1032	1019	1024
12	Eucalyptol	14,99	8.391	1028	1048	-	1031	1034	1028	1026
13	γ-Terpinene	1,81	9.327	1053	1066	1051	1059	1064	1050	1054
14	cis- Sabinene hydrate	0,34	9.628	1061	1089	-	1066	1074	1076	1065
15	α-Terpinolene	1,13	10.414	1082	1098	1082	1088	1091	-	1086
16	Linalool	0,58	10.823	1093	1101	1086	1098	1105	1087	1095
17	trans- Sabine hydrate	0,23	11.667	1116	1107	-	1097	1103	-	1098
18	Camphor	15,45	12.595	1140	1156	1123	1144	1150	1122	1141
19	Borneol	5,05	13.423	1162	1179	1150	1165	1173	1150	1165
20	Terpinen-4-ol	1,45	13.907	1175	1195	1164	1178	1183	1162	1174
21	α-Terpineol	2,79	14.451	1190	1192	1176	1191	1197	1177	1186
22	Myrtenol	0,19	14.693	1196	-	-	1194	1205	1186	1194
23	Verbenone	4,17	15.220	1209	1223	1183	1206	1215	1205	1204
24	Bornyl acetate	3,69	18.454	1287	1305	1270	1286	1290	1270	1287
25	Carvacrol	0,17	19.089	1302	-	-	-	-	-	1298
26	Methyl eugenol	0,35	23.410	1406	-	-	1402	-	1368	1403
27	β-Caryophyllene	6,12	23.962	1420	1451	1421	1420	1424	1420	1417
28	α-Humulene	0,83	25.324	1454	-	1455	1453	1459	1453	1452
29	Caryophyllene oxide	0,53	30.372	1583	1615	1578	1583	1591	1566	1582
	Total identified	100,0								

RT: Retention time

KI: Kovats retention index

3.2. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου μέντας

Κατά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της υδροαπόσταξης , πραγματοποιήθηκε αέρια χρωματογραφία καθώς και φασματομετρία μάζας, όπου ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο της μέντας στο σύνολο 16 ενώσεις , οι οποίες αντιστοιχούν στο 100% του συνολικού ποσοστού του ελαίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό του αιθέριου ελαίου μέντας, το καταλαμβάνει η ένωση μενθόλη (menthol) (34.52%), ακολουθούν οι ενώσεις μενθόνη (menthone) (23,98%), ισο-μενθόνη (menthone-iso) (10,69%), οξικός μενθυλεστέρας (menthyl acetate) (8.92%). Σε μικρότερο ποσοστό συναντώνται η ευκαλυπτόλη (eucalyptol) (6,54%), το καρνοφυλλένιο (caryophyllene) (5,19%) και το λεμονένιο (limonene) (3,42%). Όλες οι παραπάνω ενώσεις παρουσιάζονται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 2. Χημικές ενώσεις μέντας

Έπειτα κατασκευάστηκε ο παρακάτω πίνακας ο οποίος περιέχει συγκεντρωτικά όλες τις ενώσεις που ανιχνεύθηκαν στη σύσταση του αιθέριου ελαίου της μέντας. Ο αριθμός των ενώσεων που ανιχνεύθηκαν είναι 16.

Πίνακας 2. Χημική ανάλυση αιθέριου ελαίου μέντας

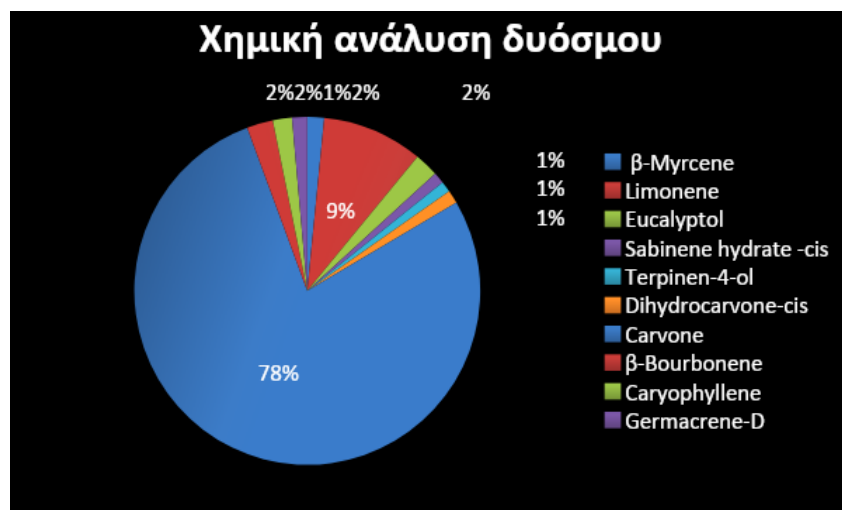
	COMPOUNT	Ποσοστό %	RT	KI	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4
1	α -Pinene	0,83	5.558	-	932	939	943	939
2	3-Hexanol	0,46	5.759	-	-	-	-	-
3	2-Hexanol	0,59	6.009	-	-	-	-	-
4	β -Pinene	1,06	6.712	-	974	976	987	972
5	p-Cymene	0,36	8.157	1022	1022	1022	1033	1033
6	Limonene	3,42	8.291	1026	1024	1027	1040	1036
7	Eucalyptol	6,54	8.383	1029	1026	1029	1043	1039
8	Menthone	23,98	12.997	1151	1148	1151	1169	1164
9	Menthone-iso	10,69	13.398	1162	1158	1162	1178	1165
10	Menthol	34,52	13.807	1173	1167	1170	1185	1173
11	Terpinen-4-ol	0,71	13.949	1176	1173	1175	1191	-
12	Menthol-iso	1,78	14.167	1182	1184	1181	1196	1182
13	Pulegone	0,52	16.482	1238	-	1235	1255	1237
14	Carvone	0,44	16.666	1242	1239	1240	1261	1243
15	Menthyl acetate	8,92	18.822	1292	1294	1294	1304	1278
16	Caryophyllene	5,19	23.962	1420	-	1418	1441	1418
	Total identified	100,0						

RT: Retention time

KI: Kovats retention index

3.3. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δυόσμου

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της υδροαπόσταξης για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου του δυόσμου, έπειτα πραγματοποιήθηκε η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας στην οποία προσδιορίζεται μεγάλος αριθμός συστατικών, δίνει την ποσότητα των συστατικών και τέλος τις κορυφές των συστατικών (Αθανασιάδη, 2022). Στο αιθέριο έλαιο του δυόσμου ανιχνεύτηκαν 10 ενώσεις από το συνολικό δείγμα ελαίου. Από τα αποτελέσματα της GC/MS υπάρχουν 3 ενώσεις που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό των συνολικών ενώσεων του δείγματος. Πιο συγκεκριμένα το 77,81% το καταλαμβάνει η carvone, το 9,43 % το καταλαμβάνει το limonene και το 2,44% το καταλαμβάνει το β - Bourbonene.



Γράφημα 3. Χημικές ενώσεις δυόσμου

Εκτός από τις ενώσεις που φαίνονται στο γράφημα 2 ανιχνεύθηκαν στο αιθέριο έλαιο του δυόσμου και άλλες ενώσεις οι οποίες παρουσιάζονται στο πίνακα 2 και είναι στο σύνολο 10 . Ο πίνακας δείχνει το ποσοστό που καταλαμβάνει η κάθε χημική ένωση , τον χρόνο έκλουσης και τον δείκτη Kovats από διάφορες μελέτες όπως και στην περίπτωση των υπόλοιπων αιθέριων ελαίων.

Πίνακας 2. Χημική σύνθεση αιθέριου ελαίου δυόσμου

Στήλη1	COMPOUND	Ποσοστό %	RT	KI	KI 1	KI 2	KI 3	KI 4	KI 5	KI 6
1	β -Myrcene	1,57	7.037	-	988	991	989	993	990	993
2	Limonene	9,43	8.258	1025	1024	1029	1031	1032	1029	1032
3	Eucalyptol	2,25	8.350	1027	1026	1031	-	1034	1031	1034
4	Sabinene hydrate -cis	1,04	9.587	1060	1065	1070	-	1070	-	1070
5	Terpinen-4-ol	1,02	13.874	1174	1174	1177	1181	1179	1177	1179
6	Dihydrocarvone-cis	1,23	14.685	1196	1191	1200	-	1195	1192	1195
7	Carvone	77,81	16.774	1246	1239	1243	1246	1244	1244	1244
8	β -Bourbonene	2,44	22.533	1384	1387	1388	1383	-	1388	1385
9	Caryophyllene	1,79	23.928	1418	1417	1421	1418	1419	1418	1419
10	Germacrene-D	1,41	26.419	1482	1484	1485	-	1482	1485	1481
11	Total identified	100,00								

RT: Retention time

KI: Kovats retention index

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Λαμβάνοντας υπόψη όλα όσα μελετήθηκαν στη παρούσα εργασία, το δενδρολίβανο αποτελεί ένα αρωματικό φυτό, το οποίο είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικά συστατικά και το αιθέριο έλαιό του έχει σημαντικές φαρμακευτικές ιδιότητες. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου μέσω του συνδυασμού των μεθόδων GC – MS , έδειξαν ότι στο έλαιο εντοπίστηκαν ενώσεις με σημαντικές ιδιότητες.

Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες που διαθέτει το αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου οφείλονται κυρίως στις ενώσεις που ανιχνεύθηκαν σε αυτό, όπως είναι 1,8 κινεόλη ή ευκαλυπτόλη, το α- πινένιο, η καμφορά και το β- καρυοφυλλένιο. Η χρήση του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου ως αντιμικροβιακού παράγοντα έχει εφαρμοστεί σε πολλά νέα προϊόντα και τρόφιμα για τη προστασία τους από παθογόνους μικροοργανισμούς. Επιπρόσθετα, η χημική ανάλυση του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου έδειξε ότι έχει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες που οφείλονται κυρίως σε ενώσεις όπως το λιμονένιο ενώ επίσης και το β- καρυοφυλλένιο. Η αντιοξειδωτική δράση του ελαίου έχει αξιοποιηθεί ιδιαίτερα στο τομέα των τροφίμων και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την περίοδο όπου συγκομίζεται το φυτό. Οι συνολικά 29 ενώσεις που ανιχνεύθηκαν στο έλαιο είναι υπεύθυνες για όλα τα οφέλη που προσφέρει για την υγεία.

Όσο αναφορά την μέθοδο που εφαρμόστηκε για την ταυτοποίηση των ενώσεων , δηλαδή την αέρια χρωματογραφία και τη χρωματογραφία μάζας, συμπεραίνουμε ότι είναι μια μέθοδος εύκολη σχετικά γρήγορη και ακριβής και δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε είναι σχετικά εύκολο στη χρήση του και παρέχει τη δυνατότητα να αναλύσει αρκετά δείγματα μαζί. Ο συνδυασμός των μεθόδων GC- MS δίνουν την δυνατότητα για εντοπισμό διαφόρων ενώσεων στο δείγμα του αιθέριου ελαίου.

Σχετικά με τον δείκτη Kovats, ο οποίος όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω αποτελεί τον δείκτη για την ταυτοποίηση των συστατικών στο αιθέριο έλαιο. Εφόσον υπολογίστηκε ο δείκτης από κάθε ένωση συγκρίθηκε με δείκτες Kovats που έχουν υπολογιστεί από άλλες μελέτες και έτσι συγκρίνοντάς τους οδηγούμαστε στο συμπέρασμα για τη ταυτότητα της χημικής ένωσης. Επίσης παρατηρούμε ότι οι δείκτες Kovats από τις 6 διαφορετικές μελέτες κυμαίνονται πάνω κάτω στις ίδιες τιμές και έτσι βοηθά στην εύκολη ταυτοποίηση των χημικών ενώσεων.

Γενικά το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από τον χημικό προσδιορισμό του αιθέριου ελαίου του δενδρολίβανου είναι ότι αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την βιομηχανία των τροφίμων. Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα των μεθόδων GC- MS , το έλαιο του δενδρολίβανου χαρακτηρίζεται από σημαντικές ιδιότητες όπως είναι οι αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές , οι οποίες οφείλονται στις χημικές ενώσεις που ανιχνεύθηκαν. Επιπρόσθετα, λόγω αυτών των ιδιοτήτων έχουν βρει εφαρμογή σε πολλούς τομείς και έχουν αξιοποιηθεί για ποικίλους και χρήσιμους σκοπούς.

Όσο αναφορά το δυόσμο αποτελεί ένα αρωματικό φυτό με μεγάλη ιστορία και μεγάλο φάσμα εφαρμογών στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Χρησιμοποιείται ευρέως στην φαρμακοβιομηχανία, στην αρωματοβιομηχανία και στα τρόφιμα απογειώνοντας την οσμή και την γεύση τους. Επίσης έχει αντιοξειδωτική δράση και ενισχύει το αναπνευστικό, γαστρεντερικό σύστημα και την ψυχική υγεία.

Το αιθέριο έλαιο του δυόσμου έχει αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση και χρησιμοποιείτε στις φαρμακοβιομηχανίες, στις βιομηχανίες τροφίμων και στα καλλυντικά. Επιπλέον βοηθού στην αντιμετώπιση πολλών ασθενειών όπως η αμυγδαλίτιδα, η ουλίτιδα κλπ.

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας GC/MS ανιχνευτήκαν ενώσεις όπως το limonene, η carvone και το β-Bourbonene, οι οποίες προσδίδουν στο αιθέριο έλαιο αντιμικροβιακή δράση, αντιοξειδωτική δράση, αντικαρκινική δράση, αντιφλεγμονώδη δράση, αναστέλλουν την ανάπτυξη *salmonellas*, *E.coli*, *Staphylococcus aureus* προφυλάσσοντας με αυτόν τον τρόπο τον οργανισμό του ανθρώπου.

Λόγω των γνωστών ιδιοτήτων που αναφέρθηκαν για το αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου, του δυόσμου και της μέντας, έχει αποδειχθεί ότι διαθέτουν μεγάλο εύρος εφαρμογής στις βιομηχανίες τροφίμων καθώς και στις βιομηχανίες αρωματοποιίας και αρωματοθεραπείας. Παρόλα αυτά απαιτούνται και άλλες συμπληρωματικές αναλύσεις όπως οι τοξικολογικές για να καταστούν κατάλληλα για χρήση από τις βιομηχανίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Αθανασιάδη Ι. (2022). *Μελέτη αντιοξειδωτικής δράσης των βοτάνων μέντας και δυόσμου στον Οίνο*. Πτυχιακή Εργασία. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, σελ.30
- Ζάχαρης Ι. (2021). *Χημική Σύσταση και Βιολογική Δράση Δυόσμου και Βασιλικού*. Πτυχιακή Εργασία. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Επιστημών Τροφής. Αθήνα σελ. 47-50
- Ζάχος Κ., (2020). *Συγκριτική μελέτη βιοδραστικών συστατικών δενδρολίβανου με βάση τη ποικιλία και την εποχή συγκομιδής*. Διπλωματική Εργασία. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Χημικών Μηχανικών, σελ. 12-17
- Καλλίδη Ε., (2017). *Αντιμικροβιακές ιδιότητες των αιθέριων ελαίων δενδρολίβανου (Rosmarinus officinalis) και πιπερόριζας (Zingiber officinalis) στη συντήρηση αιγοπρόβειου κρέατος*. Πτυχιακή Εργασία. ΑΤΕΙ Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, σελ. 26,27, 30, 31, 37- 42
- Κολοπτάς Δ. (2018). *Προτιμήσεις βοτάνων από κατοίκους της περιοχής Λαγκαδά*. Πτυχιακή Εργασία. ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας, Γεωπονίας,

Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων,
Θεσσαλονίκη, σελ. 22-24

- Λάππας Ι., (2013). *Στοιχεία της μορφολογίας και η χημική σύσταση των αρωματικών φυτών Ταϋγέτου*. Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΤΕΙ Καλαμάτας, σελ. 35-37, 53-54
- Μαλούπα Ε. (2014). *Αειφορική χρήση των Ελληνικών Αρωματικών Φυτών*. Εργαστήριο Προστασίας και Αξιοποίησης Αυτοφύων και Ανθοκομικών Ειδών, Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός- Δήμητρα, Θεσσαλονίκη, σελ. 10-12,
- Μαρίνου Σ.,(2013). *Τα πιο δημοφιλή αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά της Ελλάδας*. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα βιολογικών θερμοκηπιακών καλλιεργειών και ανθοκομίας, ΤΕΙ Καλαμάτας , σελ. 21-23, 61-62
- Μπαζαίος, Κ.,(1983). *100 Βότανα 2.000 θεραπείες*. Εκδόσεις Διατροφή και υγεία, Αθήνα. σελ. 192
- Μπακέας Ε., (2013). *Εισαγωγή στις Χρωματογραφικές μεθόδους Διαχωρισμού*, σελ. 10-12

Ξένη βιβλιογραφία

- Adams Robert P. (2007). *Identification of essential oil components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy*. 4th edition Allured Publ, Carol Stream p. 9
- Aprotosoiaie A.C., Luca V. S., Trifan A., Miron A.(2019). *Antigenotoxic Potential of some Dietary Non- phenolic Phytochemicals*. Review article. Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, University of Medicine and Pharmacy Grigore T. Popa Iasi, Iasi, Romania vol 60 p. 230- 235.

- Ayoob I., Rahman M., Rehman S. (2018). *Essential oil Composition of Rosmarinus officinalis L. from Kashmir (India)*. Department of Chemistry, University of Kashmir, Srinagar, India vol 14 p. 30
- Balaban Z.M., Stanojevic L., Kalaba V., Stanojevic J., Cvetkovic D., Cakic M., Gojkovic V., (2018). *Chemical Composition and Antibacterial Activity of the essential oil of Menthae Piperitae L.* University of Banja Luka, Faculty of Forestry , Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina vol 9 p. 5-10
- Bardaweel S., Bakchiche B., Alsalamat H.A., Rezzoug M., Gherib A., Flamini G. (2018). *Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of essential oil of Mentha spicata L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas*. BMC Complement Altern Med 18 p. 201
- Benabdallah A., Betina S., Bouchentouf S., Boumendjel M., Bechkri S., Bensouici C., Nicoli F., Vergine M., Negro C., De Bellis L (2022). *Chemical profiling, antioxidant, enzyme inhibitory and in silico modeling of Rosmarinus officinalis L. and Artemisia herba alba Asso. Essential oils from Algeria*. Review article. South African Journal of Botany vol 147 p 2-3.
- Bouyahya A., Mechchate H., Benali T., Ghchime R., Charfi S., Balahbib A., Burkov P., Shariati M.A., Lorenzo J.M., El Omari N. (2021). Article. *Health Benefits and Pharmacological Properties of Carvone*. Biomolecules 11, 1803
- Buleandraa M., Opreab E., Popaa D.E., Davida I.G., Moldovana Z., Mihaia I., Badeaa I.A. (2016). *Comparative Chemical Analysis of Mentha piperita and M. spicata and a Fast Assessment of Commercial Peppermint Teas*. p. 560-568
- Chen W., Vermaak I., Viljoen A. (2013). *Camphor- A fumigant during the black death and a coveted fragrant wood in Ancient Egypt and Babylon*. Review article.

Department of Pharmaceutical Sciences, Faculty of Science, Tshwane University of Technology, South Africa. Vol 18(5) p. 5434- 5440.

- De Mastro G., Mincione A., Ruta C., Poiana M. (2004). *Bio- morphological and chemical characterization of rosemary (Rosmarinus officinalis L.) biotypes.* p. 473
- De Sousa Barros A., De Moraes M., Travassos Ferreira P.A., Pinto Vieira I.G., Craveiro A.A., Santos Fontenelle R.O., De Menezes J.E.S.A., Da Silva F.W.F., De Sousa H.A. (2015). *Chemical composition and functional properties of essential oils from Mentha species.* Industrial Crops and Products vol 76 p. 560,561.
- Haida S., Essadik F.Z., Kribii A., Habsaoui A., Ounine K., Benmoumen A., Kribii A. (2015). *Study of chemical composition of rosemary essential oil from western Morocco and evaluation of antioxidant and antibacterial activity of its extracts.* World Journal of Pharmaceutical Research vol 4 p. 315
- Hussain A.I., Anwar F., Nigam P.S., Ashraf M., Gilani A.H. (2010). *Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four Mentha species.* Journal of the Science of Food and Agriculture v 90 (11) p. 30
- Kazyoba E.P., Viljoen A.M. (2008). *Limonene- a review :Biosynthetic, Ecological and Pharmacological Relevance.* Department of Pharmaceutical Sciences, Tshwane University of Technology, South Africa vol 3 (7), p. 1993-1199.
- Lemos M.F., Lemos M.F., Pacheco H. P., Endringer D.C., Scherer R. (2015). *Seasonality modifies rosemary's composition and biological activity.* Industrial Crops and Products vol 70 p. 41-43.

- Moktar M. Bishr, Osama M. Salama (2018). *Inter and intra GC-MS differential analysis of the essential oils of three Mentha species growing in Egypt*. Future Journal of Pharmaceutical Sciences vol 4 p. 54-55
- Mogosan C., Vostinaru O., Oprean R., Heghes C., Filip L., Balica G., Moldovan R.I. (2017). *A comparative analysis of the chemical composition, anti-inflammatory and antinociceptive effects of the essential oils from Three Species of Mentha Cultivated in Romania*. Article Molecules vol 22 , 263 p. 2-3 of 11
- Morcia C., Tumino G., Ghizzoni R., Terzi V., (2015). *Essential oils in Food Preservation, Flavor, Safety, Carvone Menta spicata L. oils*. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA), CRA-GPG, Genomics Research Centre, Fiorenzuola d'Arda, Piacenza, Italy p. 309-316.
- Russo E.B., Marcu J. (2017). Cannabis Pharmacology: The usual Suspects and a Few Promising Leads. Phytects, Advances in Pharmacology vol 80 p. 90- 92, 94, 98- 99.
- Salido S., Altarejos J., Nogueras M., Saanchez A., Luque P. (2003). *Chemical composition and seasonal variations of Rosemary oil from Southern Spain*. Journal of essential oil research. vol 15 p. 12
- Sang Cho K., Lim Y., Lee K., Lee J., Lee J.H., Lee I.S. (2017). *Terpens from forests and human health*. Review article. Department of Biological Sciences, Konkuk University, Seoul, Korea. Vol 33 (2) p. 97-106
- Santoyo S., Cavero S., Jaime L., Ibanez E., Senorans F.J., Reglero G.(2005). *Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Rosmarinus officinalis L. Essential oil Obtained via Supercritical Fluid Extraction*. Journal of Food Protection vol. 68, No 4, p. 790-792.

- Scherer R., Lemos M.F., Lemos Ma. F., Martinelli G.C., Lopes Martins J.D., Da Silva A.G. (2013). *Antioxidant and antibacterial activities and composition of Brazilian spearmint (Mentha spicata L.)*. Industrial Crops and Products vol 50 p. 410
- Szumny A., Figiel A., Gutierrez- Ortiz A., Carbonell- Barrachina A. (2010). *Composition of rosemary essential oil (Rosmarinus officinalis) as affected by drying method*. Journal of food Engineering vol 97 p. 257
- Skold M., Karlberg A., Matura M., Borje A. (2006). *The fragrance chemical β -caryophyllene – air oxidation and skin sensitization*. Food and Chemical Toxicology vol 44 p. 539- 540.
- Snoussi M., Noumi E., Trabelsi N., Flamini G., Papetti A., De Feo V. (2015). *Mentha spicata essential oil: Chemical composition, Antioxidant and Antibacterial activities against Planktonic and Biofilm cultures of Vibrio spp. Stains*. Molecules , Natural Products Chemistry vol 20 p. 14405.
- Sparkman DO, Penton Z, Kitson FG. (2011). *Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide*. Academic Press p. 3- 8, 15-17, 89- 94
- Vieira A.J., Beserra F.P., Souza M.C., Totti B.M., Rozza A.L.,(2018). *Limonene: Aroma of innovation in health and disease*. Sao Paulo State University, Institute of Biosciences, Department of Morphology, Botucatu, Brazil vol 283 p. 97-106.

Διαδικτυακές πηγές

- Βοτανολογικά (2015). Πώς να αποστάξουμε αιθέρια έλαια. (Ανακτήθηκε 3 Μαΐου 2022) από:
<https://botanologika.gr/pos-na-apostaksoyme-aithairia-elaia/>
- Βικιπαίδεια. Carvone (Ανακτήθηκε 10 Ιουνίου 2022) από:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Carvone>
- Βικιπαίδεια. Λιμονένιο (Ανακτήθηκε 4 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%AD%CE%BD%CE%B9%CE%BF>
- Βικιπαίδεια. Δυόσμος (Ανακτήθηκε 10 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CF%85%CF%8C%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%82>
- Βικιπαίδεια. Μέντα (Ανακτήθηκε 12 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%AD%CE%BD%CF%84%CE%B1>
- Δήμου Θ. (2020). Δυόσμος (Ανακτήθηκε 1 Ιουλίου 2022) από:
<https://www.mednutrition.gr/portal/efarmoges/leksiko-diatrofis/16542-dyosmos>
- Εναλλακτική Δράση (2016). Μέντα: Το θαυμαστό φυτό με τις χιλιάδες ιδιότητες. (Ανακτήθηκε 5 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://enallaktikidrasi.com/2016/06/menta/>
- Ζάρπα Μ. Αιθέρια Έλαια ιδιότητες. (Ανακτήθηκε 16 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://www.beautyview.gr/%CE%B1%CE%B9%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%B1-%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%B1->

[%CE%B9%CE%B4%CE%B9%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82/](#)

- Μαρκοπούλου. Αέρια Χρωματογραφία (Ανακτήθηκε 5 Ιουνίου 2022) από:
<http://www.markopoulou.gr/images/Theory/Rev3%20GC%20for%20site.pdf>
- Νικολαΐδης, Ακριβού (2019). Δυόσμος: Τι είναι και ποιες οι ευεργετικές ιδιότητες του αιθέριου ελαίου του. (Ανακτήθηκε 13 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://physislaboratory.com/el/articles/dyosmos-ti-einai-kai-poi-es-oi-eu-er-geti-kes-i-di-ot-tes-tou-ai-ther-iou-e-lai-ou-tou>
- Παναγιωτόπουλου Ε. (2017). Μέντα. (Ανακτήθηκε 2 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://www.mednutrition.gr/portal/efarmoges/leksiko-diatrofis/15722-menta>
- Χημικό εργαστήριο (2010). Παραλαβή αιθέριων ελαίων. (Ανακτήθηκε 10 Μαΐου 2022) από:
http://chimikoergastirio.blogspot.com/2010/02/blog-post_12.html
- Molinstics. Structure of Menthone. (Ανακτήθηκε 17 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://www.molinstincts.com/structure/Menthone-cstr-CT1001679663.htm>
- Pubchem. Menthyl acetate. (Ανακτήθηκε 14 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/27867>
- Pubchem. Eucalyptol. (Ανακτήθηκε 14 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Eucalyptol>
- Pubchem. Caryophyllene. (Ανακτήθηκε 14 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-Caryophyllene>
- Pubchem. Limonene. (Ανακτήθηκε 14 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Limonene>
- TMIC. beta- Bourbonene. (Ανακτήθηκε 5 Σεπτεμβρίου 2022) από:
<https://foodb.ca/compounds/FDB017384#references%20>

- Thermofischer. Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC- MS)

Information. (Ανακτήθηκε 3 Ιουνίου 2022) από:

<https://www.thermofisher.com/gr/en/home/industrial/mass-spectrometry/mass-spectrometry-learning-center/gas-chromatography-mass-spectrometry-gc-ms-information.html>