

**ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ  
ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΛΕΒΑΝΤΑΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ:  
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΦΡΑΦΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ  
ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΑΣ*

**ΠΕΝΤΑΦΡΑΓΚΑ ΕΡΓΙΝΑ - ΗΛΙΑ**

ΑΘΗΝΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2017

**ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ - ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ  
ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΛΕΒΑΝΤΑΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΕΩΣ:  
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΦΡΑΦΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ  
ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΑΣ*

**ΠΕΝΤΑΦΡΑΓΚΑ ΕΡΓΙΝΑ - ΗΛΙΑ**

**A.M: 1111201200086**

ΑΘΗΝΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2017

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση και προσδιορισμός της ποσοστιαίας σύστασης επιλεγμένων δειγμάτων αιθέριων ελαίων λεβάντας ελληνικής προελεύσεως. Στη συνέχεια έγινε σύγκριση και αξιολόγηση των ποσοτικών αποτελεσμάτων με τις προδιαγραφές που ορίζει η Ευρωπαϊκή Φαρμακοποιία για τη φαρμακευτική χρήση του αιθέριου ελαίου της λεβάντας.

Για όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία, χρησιμοποιήθηκε αεριοχρωματογράφος Hewlett-Packard 6890, συνδεδεμένος με σύστημα φασματομέτρου μαζών Hewlett-Packard 5973 που λειτουργεί με ιοντισμό με ηλεκτροψεκασμό (ESI) και με ενέργεια ιοντισμού 70 eV. Η ταυτοποίηση των πτητικών συστατικών επιτεύχθηκε με τη χρήση τη βιβλιοθήκης δεδομένων Wiley275, βιβλιογραφικών δεδομένων και με επιμέρους μελέτη των θραυσμάτων της φασματομετρίας μαζών.

Ελέγχοντας τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας και συγκρίνοντάς τις με τα δεδομένα από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται πως τα περισσότερα από τα υπό εξέταση δείγματα αιθέριων ελαίων λεβάντας ικανοποιούν σε μεγάλο βαθμό τις προδιαγραφές της, με εξαίρεση κάποια δείγματα, τα οποία αποκλίνουν σε κάποια σημεία από τις επιθυμητές τιμές.

## **ABSTRACT**

In this thesis, a qualitative analysis and determination of the percentage composition of selected samples of Greek lavender essential oils was conducted, in order to compare and evaluate the quantitative results with the standards set by the European Pharmacopoeia for pharmaceutical use of the essential oil of lavender. For all measurements made in this paper, we used gas-chromatographer Hewlett-Packard 6890, connected with mass spectrometer Hewlett-Packard 5973, that works by using electrospray ionisation (ESI) and ionization energy 70 eV. The identification of the volatile components was achieved by using the library Wiley275, bibliographical data and individual study of the fragments of mass spectrometry. After evaluating the standards of the European Pharmacopoeia and comparing them to data from the analysis carried out, it is observed that most of the test samples of essential lavender oil satisfy the standards, with the exception of some samples, which differ in some respects from the desired values.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές Ν. Θωμαΐδη και Μ. Κουμπάρη του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας για την εμπιστοσύνη, την ανάθεση του θέματος και τη συνεχή καθοδήγησή τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στην καθηγήτρια κα Ιωάννα Χήνου του εργαστηρίου Φαρμακογνωσίας για την παραχώρηση του εργαστηριακού εξοπλισμού, καθώς επίσης και για τις πολύτιμες συμβουλές της κατά τη διάρκεια της συγγραφής του παρόντος πονήματος. Η γενικότερη υποστήριξή της υπήρξε ανεκτίμητης αξίας για την εκπόνηση και ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας.

Θα επιθυμούσα επίσης να ευχαριστήσω την Δρα κα Κωνσταντία Γκραιίκου, για την καθοριστική βοήθειά της και το χρόνο που αφιέρωσε κατά την εκτέλεση του πειραματικού μέρους, καθώς και για τις χρήσιμες υποδείξεις της στην επεξεργασία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους κ. Ευθύμιο Ουλιανούδη και κ. Ιωάννη Καντζαρτζή για την προσφορά των δειγμάτων αιθέριου ελαίου λεβάντας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για τη συνεχή στήριξη.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ .....	9
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ.....	9
1.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	11
1.3 ΟΞΥΓΟΝΩΜΕΝΑ ΤΕΡΠΕΝΙΑ .....	12
1.4 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.....	13
1.4.1 Ο ρόλος των Αιθέριων Ελαίων στα Φυτά.....	13
1.4.2 Μεταβολίτες.....	14
1.4.3 Βιοσύνθεση του Μεβαλονικού Οξέος .....	15
1.4.4 Βιοσύνθεση του Σικιμικού Οξέος.....	15
1.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ .....	16
1.5.1 Γενικά.....	16
1.5.2 Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων .....	17
1.5.3 Το μέρος του φυτού που αναλύεται.....	17
1.5.4 Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια .....	17
1.5.5 Εποχική διακύμανση.....	17
1.5.6 Μηχανικές και χημικές βλάβες .....	18
1.5.7 Κλίμα .....	18
1.5.8 Γεωγραφική Θέση.....	18
1.5.9 Γενετικοί Παράγοντες.....	19
2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	20
2.1.1 <i>Lavandula angustifolia</i> Mill. (Εικόνα 6) .....	22
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	23
2.3 Η ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΒΑΝΤΑΣ .....	24
2.4 ΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ.....	25
3.2 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΜΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ .....	26
3.2.1 Υδροαπόσταξη (HD).....	26
3.2.2 Υδροατμοαπόσταξη .....	26
3.2.3 Απόσταξη με υδρατμούς (SD).....	27
3.3 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΗ.....	27

3.3.1 Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες.....	27
3.3.2 Εκχύλιση με ψυχρό λίπος .....	28
3.3.3 Εκχύλιση με θερμό λίπος.....	28
3.3.4 Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες.....	28
3.3.5 Εκχύλιση με υπερκρίσιμο υγρό (SFE).....	28
3.3.6 Εκχύλιση με υπερήχους .....	28
3.3.7 Εκχύλιση υποβοηθούμενη από μικροκύματα (microwave assisted extraction, MAE)....	29
3.3.8 Εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων χωρίς διαλύτη (Solvent Free Microwave Extraction, SFME) .....	29
3.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ .....	29
4.1 ΑΕΡΙΟΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ (GC) .....	31
4.1.1 Γενικές Αρχές Λειτουργίας.....	31
4.1.2 Το Φέρον Αέριο .....	32
4.1.3 Η Στήλη.....	33
4.1.4 Ανιχνευτές.....	34
4.2 ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΩΝ .....	35
4.2.1 Γενικές Αρχές .....	35
4.2.2 Πηγές Ιόντων .....	36
4.2.3 Μέθοδος ιοντισμού αέριας φάσης: Ιοντισμός με δέσμη ηλεκτρονίων (Electron Ionization, EI) .....	37
4.2.4 Αναλυτές Μαζών .....	37
4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ GC-MS ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ .....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ .....	40
5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	40
5.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ .....	40
5.2.1 Συσκευή GC-MS.....	40
5.2.3 Περαιτέρω πληροφορίες για την προέλευση ορισμένων δειγμάτων.....	41
5.2.4 Πειραματική διαδικασία .....	42
5.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΑΣ .....	42
5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	43
5.4.1 Ανάλυση του Δείγματος LEVAKER (1) .....	43
5.4.2 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPIV (2).....	46
5.4.3 Ανάλυση του Δείγματος LEVEN (3).....	49
5.4.4 Ανάλυση του Δείγματος LEVKERIN (4).....	52
5.4.5 Ανάλυση του Δείγματος LEVKYT (5).....	55
5.4.6 Ανάλυση του Δείγματος LEVKAT (6).....	58

5.4.7 Ανάλυση του Δείγματος LEVKYM (7).....	61
5.4.8 Ανάλυση του Δείγματος LEVKAM (8).....	64
5.4.9 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPSIM (9).....	67
5.4.10 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPIX (10).....	70
5.4.11 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPYM (11).....	73
5.4.12 Ανάλυση του Δείγματος LEVAM (12).....	76

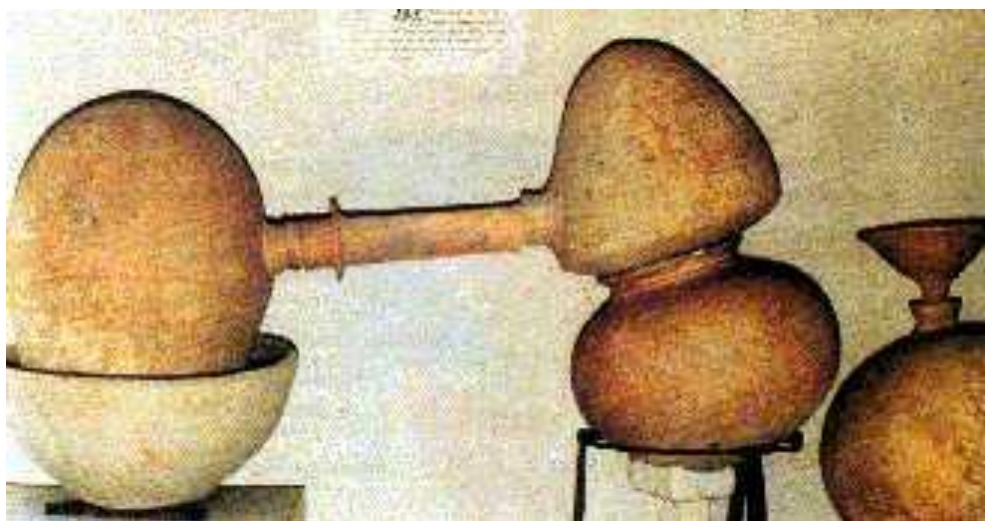


## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ

#### 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Η ιστορία των αιθέριων ελαίων συνδέεται στενά με την ιστορία των αρωμάτων και των μπαχαρικών. Τα πρώτα στοιχεία για τα αιθέρια έλαια προέρχονται από την αρχαία Ινδία, την Περσία και την Αίγυπτο. Ο Ibn Sina, ένας μεγάλος γιατρός της Περσίας, γνωστός στην Ευρώπη ως Avicenna, επινόησε ένα σωλήνα ο οποίος απόσταζε με ατμό τα φυτά και παρήγαγε πραγματικά αιθέρια έλαια και όχι αρωματικά ύδατα, όπως συνέβαινε στο παρελθόν (εικόνα 1). Τόσο η Ελλάδα, όσο και η Ρώμη διεξήγαγαν εκτεταμένο εμπόριο αρωματικών ελαίων και αλοιφών με τις χώρες της Ανατολής. Είναι πολύ πιθανό, τα προϊόντα αυτά να ήταν αποστάγματα τα οποία παρασκεύαζαν τοποθετώντας άνθη, ρίζες και φύλλα σε λιπαρά έλαια. Στους περισσότερους αρχαίους πολιτισμούς, τα αρωματικά φυτά και τα ρητινώδη προϊόντα τους χρησιμοποιούνταν χωρίς κατεργασία. Με τον ερχομό του χρυσού αιώνα του αραβικού πολιτισμού αναπτύχθηκε μια τεχνική για την απόσταξη των αιθέριων ελαίων. Οι Άραβες ήταν οι πρώτοι που απέσταξαν αιθυλική αλκοόλη από ζάχαρη που είχε ζυμωθεί, εξασφαλίζοντας έτσι ένα νέο διαλύτη για την εξαγωγή των αιθέριων ελαίων αντί των λιπαρών ελαίων που χρησιμοποιούνταν για αρκετές χιλιετίες. [1]



*Εικόνα 1: Αποστακτήρας αιθέριων ελαίων, 2500 π.Χ. Μουσείο στα Τάξιλα του Πακιστάν*

Οι γνώσεις που ήταν σχετικές με την απόσταξη, διαδόθηκαν στην Ευρώπη κατά το μεσαίωνα και η απομόνωση αιθέριων ελαίων με απόσταξη περιγράφηκε στο διάστημα από τον 11<sup>ο</sup> μέχρι και τον 13<sup>ο</sup> αιώνα. Τα αποστάγματα αυτά έγιναν πολύ δημοφιλή στα φαρμακεία του μεσαίωνα και μέχρι το 1500 είχαν εμφανιστεί τα ακόλουθα προϊόντα: κεδρέλαιο, λάδι κόστου, τριανταφυλλέλαιο, λάδι δεντρολίβανου, λεβάντας, λιβανιού, φασκομηλιάς, κανέλας, μοσχολίβανου και σμύρνας. [1]

Επικρατούσε η άποψη ότι η απόσταξη εξυπηρετούσε το διαχωρισμό των αρωματικών από τα ακατέργαστα και τα επουσιώδη συστατικά με τη βοήθεια της φωτιάς και ταίριαζε σχεδόν ιδανικά με το χαρακτηρισμό ως «χημικής» μεθόδου, όπως χαρακτηρίστηκε από το διάσημο Ελβετό γιατρό και αλχημιστή Παράκελσο. Σύμφωνα με τη θεωρία του, υπάρχει ένα ύψιστο απόσταγμα, η πεμπτουσία ή αιθέρας, που αντιπροσωπεύει το ενεργό μέρος κάθε φαρμάκου και η απομόνωση αυτού του αποστάγματος θα πρέπει να είναι ο σκοπός της φαρμακευτικής. Οι θεωρίες του παρακίνησαν τους γιατρούς και τους φαρμακοποιούς να αναζητήσουν αιθέρια έλαια με απόσταξη αρωματικών φύλλων, ξύλων και ριζών. [1]

Από την εποχή του Μάρκο Πόλο, τα ξακουστά μπαχαρικά της Ινδίας, της Κίνας και της Άπω Ανατολής έδωσαν ώθηση στην ανάπτυξη του εμπορίου με την Ανατολή. Όπως ήταν φυσικό, τα μπαχαρικά αυτά (κάρδαμο, φασκόμηλο, κανέλα, μοσχοκάρυδο), υπέστησαν απόσταξη από τους φαρμακοποιούς. Μέχρι τα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα είχαν εμφανιστεί περίπου 100 αιθέρια έλαια, παρόλο που για πολύ λίγα από αυτά ήταν γνωστά τα συστατικά. (Εικόνα 2). Καθώς οι χημικές γνώσεις επεκτείνονταν, προς τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα και στις αρχές του 20<sup>ου</sup>, πολλοί γνωστοί χημικοί πήραν μέρος στο χαρακτηρισμό των αιθέριων ελαίων. Η βελτίωση των γνώσεων γύρω από τα αιθέρια έλαια οδήγησε στην απότομη αύξηση της παραγωγής τους. [1]



*Εικόνα 2: Αιθέριο Έλαιο Λεβάντας*

## **1.2 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

Τα αιθέρια έλαια είναι αρωματικές οργανικές πτητικές χημικές ενώσεις με χαρακτηριστική μυρωδιά, που βρίσκονται σε υγρή μορφή σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, με ελαιώδη εμφάνιση και χημική σύσταση εξαρτώμενη από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες (όπως περιγράφεται παρακάτω). Δεδομένου ότι είναι πτητικές ενώσεις, τα μόριά τους εξατμίζονται εύκολα και καθώς διαχέονται στον ατμοσφαιρικό αέρα, έρχονται σε επαφή με τα όργανα όσφρησης, τα οποία και διεγείρουν. Η πλειονότητα των αιθέριων ελαίων είναι σχεδόν άχρωμα και έχουν υψηλό δείκτη διάθλασης. Είναι διαλυτά στους περισσότερους οργανικούς διαλύτες, αλλά έχουν πολύ μικρή διαλυτότητα στο νερό. Επίσης έχουν χαμηλότερη πυκνότητα από το νερό, γεγονός που επιτρέπει το διαχωρισμό τους κατά την υδροαπόσταξη. [2].

Πρόκειται για πολυσύνθετα μίγματα οργανικών ενώσεων. Το χαρακτηριστικό άρωμα του κάθε αιθέριου ελαίου προκύπτει από το συνδυασμό όλων των συστατικών του, καθένα από τα οποία επηρεάζει σε διαφορετικό βαθμό το τελικό αποτέλεσμα. Συχνά η παρουσία ενός

μόνο συστατικού σε αναλογία 1% ή και μικρότερη, έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του αρώματος. [1,2].

Τα κυριότερα συστατικά των αιθέριων ελαίων ανήκουν στην κατηγορία των τερπενίων (οξυγονωμένα και μη οξυγονωμένα) και στην κατηγορία των αρωματικών ενώσεων του φαινυλοπροπανίου. [3].

### 1.3 ΟΞΥΓΟΝΩΜΕΝΑ ΤΕΡΠΕΝΙΑ

Τα κυριότερα οξυγονωμένα τερπένια είναι αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες, φαινόλες, εστέρες, λακτόνες, αιθέρες, οξείδια και οξέα. Παρακάτω δίνονται σε συντομία, διάφορες ιδιότητες των παραπάνω τερπενικών οξυγονωμένων ουσιών.

- **Αλκοόλες:** (λιναλόλη, γερανιόλη, νερόλη, κιτρονελόλη, μινθόλη, βορνεόλη)  
Οι τερπενικές αλκοόλες είναι αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές, αντιπαρασιτικές και νευροτονικές. Οι πολυτερπινικές αλκοόλες έχουν αντιαλλεργική και αντιφλεγμονώδη δράση.
- **Αλδεΐδες:** (κιτράλη, σαφρανάλη)  
Οι αρωματικές αλδεΐδες εμφανίζουν συνήθως αντιμυκητιστακή και αντιφλεγμονώδη δράση. Βοηθούν στη διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος και δεν είναι τοξικές σε θεραπευτικές δόσεις, σε υψηλές όμως συγκεντρώσεις μπορούν να προκαλέσουν δερματοπάθειες.
- **Κετόνες:** (καμφορά, θουγιόνη)  
Οι κετόνες αποτελούν τα τοξικότερα συστατικά των αιθέριων ελαίων. Οι τοξικές χημικές ουσίες σε μεγάλη ποσότητα, μπορούν να προκαλέσουν επιληπτικά φαινόμενα, σπασμούς και διανοητική σύγχυση.
- **Φαινόλες:** (θυμόλη, ευγενόλη)  
Είναι διεγερτικές, τονωτικές, αντιβακτηριακές, αντισηπτικές, αντιπαρασιτικές και συντελούν στη διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος. Παράλληλα χρησιμοποιούνται και ως διεγέρτες των βλεννωδών και δερματικών μεμβρανών. Ωστόσο, είναι πιθανό να προκαλέσουν δερματοπάθειες.
- **Εστέρες:** (οξικός γερανυλεστέρας, οξικός λιναλυλεστέρας, οξικός μεθυλεστέρας)  
Οι εστέρες διαθέτουν καταπραϊντικές ιδιότητες. Κάποιοι από αυτούς έχουν αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές ιδιότητες. Ο γνωστότερος εστέρας είναι ο

οξικός εστέρας της λιναλόλης που βρίσκεται στη λεβάντα. Αυτές οι ενώσεις είναι ήπιες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς παρενέργειες.

- **Λακτόνες:** Οι λακτόνες παρουσιάζουν ομοιότητες με τις κετόνες, αφού προκαλούν δερματίτιδες και έχουν νευροτοξικά αποτελέσματα. Εμφανίζουν αντιφλεγμονώδη δράση.
- **Οξείδια:** (οξείδιο του καρνοφυλλενίου, οξείδιο του λεμονένιου)  
Η κύρια θεραπευτική ιδιότητα των οξειδίων είναι η βοήθεια στην απόχρεμψη φλεγμάτων. [4,5,36].

## 1.4 ΒΙΟΣΥΝΘΕΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

### 1.4.1 Ο ρόλος των Αιθέριων Ελαίων στα Φυτά

Παρότι έχουν γίνει αρκετές έρευνες και υποθέσεις όσον αφορά τη δράση και τη σημασία των αιθέριων ελαίων, ο πραγματικός τους ρόλος στους οργανισμούς των φυτών δεν έχει γίνει ακόμη πλήρως γνωστός. Η μυρωδιά των λουλουδιών, είναι πιθανό να βοηθάει στη φυσική επιλογή, δρώντας ως ελκυστικό για ορισμένα έντομα. (Εικόνα 3). Τα έλαια των φύλλων, του ξύλου και των ριζών πιθανόν να χρησιμεύουν στην προστασία τους από τα φυτοπαράσιτα και τα φυτοφάγα ζώα. Οι ελαιορητινώδεις εκκρίσεις που εμφανίζονται όταν ο κορμός του δέντρου πληγωθεί, εμποδίζουν την απώλεια του χυμού και ενεργούν ως ένας προστατευτικός φραγμός απέναντι στα παράσιτα και στους παθογόνους οργανισμούς. Επιπλέον, λόγω των αντισηπτικών ιδιοτήτων των συστατικών που περιέχουν, δρουν κατά των βακτηρίων, των μυκήτων και των ζυμών. [1]

Στα φυτά η παραγωγή των αιθέριων ελαίων γίνεται σε ειδικευμένους εκκριτικούς σχηματισμούς, όπως τα ελαιοφόρα δοχεία, τα αδενώδη τοιχώματα, οι ελαιοφόροι πόροι και τα ιδιόβλαστα ελαιοκύτταρα. Τα αιθέρια έλαια είναι πρόδρομες ουσίες δραστικών μεταβολιτών και μειώνουν την απώλεια του νερού με την διαπνοή.



*Εικόνα 3: Αρωματικά Φυτά*

#### **1.4.2 Μεταβολίτες**

Ο μεταβολισμός των φυτών διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή, ανάλογα με το ρόλο των μεταβολιτών οι οποίοι συντίθενται σε κάθε περίπτωση. Κατά τον πρωτογενή μεταβολισμό παράγονται μεταβολίτες, οι οποίοι εμπλέκονται άμεσα σε ζωτικές διαδικασίες, σχετικές με την ανάπτυξη και τη διαχείριση της ενέργειας των φυτικών κυττάρων. Παρουσιάζει μεγάλη ομοιογένεια, καθώς οι περιορισμένοι μεταβολίτες που παράγονται μέσω αυτής της οδού δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ των κυττάρων ενός φυτού ή μεταξύ διαφορετικών φυτικών ειδών. Από την άλλη πλευρά, οι δευτερογενείς μεταβολίτες συμμετέχουν σε εξειδικευμένες λειτουργίες, συσσωρεύονται κατά περίπτωση σε κύτταρα και ιστούς, οι μοριακές τους δομές διαφέρουν μεταξύ των φυτικών ειδών και η παρουσία τους συνήθως συνδέεται με τη μορφολογική και φυσιολογική εξειδίκευση των κυττάρων. Προέρχονται από βιοσυνθετικές πορείες οι οποίες αποτελούν προέκταση του πρωτογενούς μεταβολισμού και αναλαμβάνουν οικοφυσιολογικούς ρόλους, που περιλαμβάνουν την άμυνα των φυτών απέναντι σε παθογόνα και φυτοφάγα, την αντιμετώπιση αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης, την αναπαραγωγή μέσω προσέλκυσης επικονιαστών αλλά και τη διασπορά των σπερμάτων και αλληλοπάθεια. [6-9].

Τα τερπένια αποτελούν τη μεγαλύτερη κατηγορία δευτερογενών μεταβολιτών με περίπου 25000 μέλη. Η βιοσύνθεσή τους ξεκινά από το οξικό ή το σικιμικό οξύ. Το οξικό οξύ, το



οποίο σχηματίζεται από υδατάνθρακες μέσω του πυροσταφυλικού οξέος, είναι η πρόδρομος ένωση πολλών σημαντικών φυσικών προϊόντων. Από αυτό ξεκινούν δύο διαφορετικά μονοπάτια: Το μονοπάτι του ακυλο-πολυμηλονικού οξέος, το οποίο οδηγεί σε λιπαρά οξέα και ο δρόμος του μεβαλονικού οξέος, που οδηγεί στα τερπένια και σε στεροειδή. Το σικιμικό οξύ οδηγεί σε βιοσυνθετικές οδούς που καταλήγουν σε αρωματικά αμινοξέα, από τα οποία στη συνέχεια παράγονται τα φαινυλοπροπάνια και ακολούθως παράγωγες ουσίες που αποτελούν συστατικά των αιθερίων ελαίων. [8,10].

#### **1.4.3 Βιοσύνθεση του Μεβαλονικού Οξέος**

Η βιοσύνθεση του μεβαλονικού οξέος ξεκινά από το ακετυλο-CoA. Δύο μόρια αυτής της βασικής ομάδας συμπυκνώνονται και μαζί με ένα ακόμα ακετυλο-CoA πραγματοποιείται αλδολική συμπύκνωση και ύστερα υδρόλυση, δίνοντας ως προϊόν το 3-υδροξυ-3-μεθυλο-γλουρυλο-CoA. Με αναγωγή της θειολεστερικής ομάδας από NADPH παράγεται το μεβαλονικό οξύ, το οποίο μετατρέπεται σε πυροφωσφορικό ισοπεντενύλιο (IPP) μέσω φωσφορυλίωσης και αποκαρβοξυλίωσης.

Η διαδικασία της βιοσύνθεσης συνεχίζεται με τη μετατροπή του πυροφωσφορικού ισοπεντενυλίου σε πυροφωσφορικό διμεθυλαλλύλιο (DMAPP), με τη βοήθεια ενός ενζύμου που φέρει την ομάδα -SH. Γίνεται υποκατάσταση της εύκολα αποχωρούσας αλλυλικής πυροφωσφορικής ομάδας (OPP) από τον πυρηνόφιλο δεσμό C=C του πυροφωσφορικού ισοπεντενυλίου και με αποχώρηση ενός πρωτονίου στο ενδιάμεσο καρβοκατίον που σχηματίζεται, πραγματοποιείται σύζευξη κεφαλής ουράς με αποτέλεσμα το σχηματισμό του πυροφωσφορικού γερανυλίου (GPP), από το οποίο συντίθενται τα μονοτερπένια.

Η συμπύκνωση του πυροφωσφορικού γερανυλίου με ένα μόριο πυροφωσφορικού ισοπεντενυλίου οδηγεί στο πυροφωσφορικό φαρνεσύλιο, από το οποίο είναι δυνατό να προέλθουν διάφορα σεσκιτερπένια. [8,10].

#### **1.4.4 Βιοσύνθεση του Σικιμικού Οξέος**

Η βιοσυνθετική μέθοδος του σικιμικού οξέος περιλαμβάνει τα εξής τρία στάδια: Αρχικά γίνεται συμπύκνωση της 4-φωσφοερυθρόζης με το φωσφοενολοπυροσταφυλικό οξύ, στη συνέχεια κυκλοποίηση του σκελετού προς εξαμελή δακτύλιο και τέλος αφυδάτωση και αναγωγή.

Τα σημαντικότερα προϊόντα αυτής της βιοσυνθετικής οδού αποτελούν τα αρωματικά αμινοξέα, όπως η φαινυλαλανίνη και οι αρωματικοί δευτερογενείς μεταβολίτες (μόρια με έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους οι οποίοι φέρουν ένα τουλάχιστον υδροξύλιο ως υποκαταστάτη ενωμένο σε άνθρακα του δακτυλίου). Η μετατροπή της φαινυλαλανίνης στο τρανς-κινναμωμικό οξύ μέσω του ενζύμου λυάση της φαινυλαλανίνης (PAL), οδηγεί στη βιοσύνθεση φαινυλοπροπανοειδών. [8-10].

## **1.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΣΤΑ ΦΥΤΑ**

### **1.5.1 Γενικά**

Τα αιθέρια έλαια μαζί με τα αλκαλοειδή και τα φαινολικά συστατικά είναι σημαντικά συστατικά του δευτερογενούς μεταβολισμού του φυτού. Η αξία τους κρίνεται τόσο από την πολυετή χρήση τους στη βιομηχανία φαρμάκων, τροφίμων και αρωμάτων, όσο και από τις αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητές τους. Καθίσταται έτσι απαραίτητη η γνώση των κατάλληλων συνθηκών καλλιέργειας, συλλογής και επεξεργασίας, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή σύσταση, απόδοση και ποιότητα σε αιθέριο έλαιο. Για να καταστεί αυτό εφικτό, είναι απαραίτητο να είναι γνωστοί οι παράγοντες που καθορίζουν τη χημική σύσταση και την απόδοση του αιθέριου ελαίου στα φυτά.

Η χημική ταυτότητα των αρωματικών φυτών προσδιορίζεται από την ποσότητα του αιθέριου ελαίου που παράγουν (απόδοση σε αιθέριο έλαιο: ml/100g ξηρού βάρους φυτού) και από την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αιθέριων ελαίων τους (δηλαδή το είδος των ενώσεων που συνιστούν το αιθέριο έλαιο και την εκατοστιαία συμμετοχή τους). Αμφότεροι παράμετροι ποικίλλουν τόσο στα αυτοφυή, όσο και στα καλλιεργούμενα αρωματικά φυτά ως προς τους εξής παράγοντες:

- Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων
- Το μέρος του φυτού που αναλύεται
- Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια
- Την εποχική διακύμανση
- Τις μηχανικές και χημικές βλάβες
- Το κλίμα



- Τη γεωγραφική θέση
- Τους γενετικούς παράγοντες

### **1.5.2 Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων**

Το στάδιο ανάπτυξης των οργάνων του φυτού (φύλλα, άνθη, καρποί) είναι καθοριστικό για τη σύσταση του αιθέριου ελαίου του φυτού. Στις περισσότερες περιπτώσεις η απόδοση σε αιθέριο έλαιο είναι αυξημένη κατά την περίοδο της ανθοφορίας. Παράλληλα, η αναλογία ορισμένων συστατικών αυξάνεται από 10% που βρισκόταν στα αρχικά στάδια, σε 50-70% στο στάδιο της πλήρους άνθησης. Οι αλλαγές που παρατηρούνται στη σύσταση των πτητικών συστατικών κατά την ωρίμανση των οργάνων οφείλονται σε αντιδράσεις κυκλοποίησης και αφυδάτωσης των συστατικών.

### **1.5.3 Το μέρος του φυτού που αναλύεται**

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

### **1.5.4 Το εκκριτικό όργανο που παράγει τα αιθέρια έλαια**

Οι διαφορές στη σύσταση του αιθέριου ελαίου στα διάφορα μέρη του φυτού μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει και από την ετερογενή κατανομή των εκκριτικών οργάνων (τριχίδια, πόροι) στο φυτό. Συχνά από τα όργανα αυτά δεν εκκρίνονται τα ίδια συστατικά, ενώ μπορεί και ο μηχανισμός έκκρισης να είναι διαφορετικός ή ακόμα και να μην αναπτύσσονται ταυτόχρονα σε όλα τα μέρη του φυτού. Το είδος και η θέση των οργάνων αυτών είναι χαρακτηριστικά για κάθε οικογένεια.

### **1.5.5 Εποχική διακύμανση**

Σε πολλά είδη η σύσταση του αιθέριου ελαίου τους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους, γεγονός που καθορίζει και την εποχή συλλογής του φυτού. Έτσι, ανάλογα με την εποχή παρατηρούνται αλλαγές στην ταυτότητα του κύριου συστατικού ή ακόμα και της κύριας ομάδας. Συχνά οι μεταβολές στη σύσταση και στην απόδοση σε αιθέριο έλαιο

συνδέονται με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν τους διάφορους μήνες του έτους (διάρκεια ηλιοφάνειας, θερμοκρασία, υγρασία) ή ακόμα και με επιμολύνσεις από παθογόνους μικροοργανισμούς (ιδιαίτερα κατά τους μήνες με υψηλή βροχόπτωση). Η εποχή συλλογής επιλέγεται βάσει του επιθυμητού συνδυασμού σύστασης και απόδοσης σε αιθέριο έλαιο.

### **1.5.6 Μηχανικές και χημικές βλάβες**

Η συγκέντρωση των δευτερογενών μεταβολιτών στο φυτό επηρεάζεται από πληγές ή προσβολές που μπορεί να προκληθούν από αρπακτικά πτηνά ή ακόμα και από την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Στις περιπτώσεις αυτές μπορεί να παραχθούν νέα συστατικά, ή να παρατηρηθεί αύξηση της συγκέντρωσης ή και αλλαγή στις αναλογίες των ήδη υπάρχοντων συστατικών. Η αντίδραση ενός υγιούς φυτού σε οποιοδήποτε είδος μηχανικής ή χημικής βλάβης, εξαρτάται και από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, τη διαθεσιμότητα του νερού, την ηλιοφάνεια κ.α.

### **1.5.7 Κλίμα**

Η παραγωγή των αιθέριων ελαίων εξαρτάται άμεσα από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον ανάπτυξης του φυτού. Το κλίμα είναι ο μοναδικός παράγοντας που ξεφεύγει από τον ανθρώπινο έλεγχο και θεωρείται καθοριστικός για την ποιότητα των αιθέριων ελαίων. Υπό συνθήκες ξηρασίας μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών και μεταβάλλεται η ικανότητα πρόσληψης θρεπτικών συστατικών. Κάτω από τέτοιου είδους στρεσογόνες συνθήκες, τα φυτά είναι περισσότερο επιρρεπή σε παθογόνους οργανισμούς και φυτοφάγα ζώα.

### **1.5.8 Γεωγραφική Θέση**

Στη βιβλιογραφία παρατηρείται μια αξιοσημείωτη ποικιλότητα στην περιεκτικότητα των συστατικών αιθέριου ελαίου σε κάποια είδη φυτών, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη χημειοτύπων. Η ύπαρξη χημειοτύπων είναι το αποτέλεσμα διαφορών στις περιβαλλοντικές συνθήκες και στις συνθήκες καλλιέργειας (γεωγραφικό ύψος, ηλιοφάνεια, τύπος εδάφους), οι οποίες καταλήγουν και σε γενετικές διαφοροποιήσεις των ειδών.

### **1.5.9 Γενετικοί Παράγοντες**

Η παραγωγή και η χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων από τα φυτά είναι γενετικά καθορισμένη. Ωστόσο, μικρές διαφορές στο γονότυπο ατόμων του ίδιου είδους επηρεάζουν σημαντικά τη χημική σύσταση των δευτερογενών μεταβολιτών χωρίς να μεταβάλλουν τη μορφολογία του. [8,11].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>: ΛΕΒΑΝΤΑ



Εικόνα 4: Λεβάντα

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ονομασία λεβάντα (lavender) απορρέει από το λατινικό *lavare* που σημαίνει «πλένω». Η λεβάντα είναι γένος φυτών που ανήκει στην οικογένεια των Χειλανθών (*Labiatae*). (Εικόνα 4). Το γνωστότερο γένος είναι η λαβαντούλα, που περιλαμβάνει περίπου 25 διαφορετικά είδη. Είναι ιθαγενές των παραμεσόγειων περιοχών. Επίσης φύεται στα Κανάρια Νησιά, στην Ινδία και σε άλλες ασιατικές χώρες. Είναι πολυετές ποώδες, φρυγανώδες-ημιθαμνώδες αρωματικό αειθαλές φυτό με γκριζοπράσινα γραμμοειδή φύλλα, ακέραια ή πτεροσχιδή, που καλύπτονται με λευκό τρίχωμα. Τα άνθη είναι κυανά ή ιώδη. Ο αρωματικός χαρακτήρας οφείλεται σε ελαιοφόρους αδένες οι οποίοι είναι θαμμένοι στις πολύ μικρές αστερόμορφες τρίχες που καλύπτουν, εκτός από τα φύλλα, τα άνθη και τους βλαστούς. Είναι φυτό εντομόγαμα. [12,13].

Το είδος *L. angustifolia* είναι ένα εύρωστο φυτό, κοντό και φουντωτό με βλαστούς, μη διακλαδιζόμενο, με ζωνρά κυανά άνθη. Καλλιεργείται ευρέως, ιδιαίτερα στην Γαλλία, την Ιταλία, τις ΗΠΑ και την Αγγλία, αφ' ενός για το αιθέριο έλαιο και αφ' ετέρου για τα στενά αρωματικά φύλλα και τις ταξιανθίες του που ξεραίνονται και χρησιμοποιούνται για

αρωματισμό κλειστών χώρων. Στην Ελλάδα καλλιεργείται στην Αρκαδία, την Κεφαλληνία, τις Σέρρες, την Κομοτηνή και τη Σαμοθράκη. (Εικόνα 5). Ένα ακόμα είδος που καλλιεργείται είναι το *L. latifolia*, ένα φυτό ψηλότερο από το προηγούμενο, με βλαστούς εντονότερα διακλαδιζόμενους και άνθη χρώματος σκούρου κυανού. Σε μικρότερη έκταση καλλιεργούνται τα είδη *L. stoechas* και *L. lanata*. Τα φυτά αυτά, χρησιμοποιούνται και ως καλλωπιστικά. Το αιθέριο έλαιο από το είδος *L. latifolia* θεωρείται κατώτερο από αυτό του είδους *L. angustifolia* και χρησιμοποιείται στη ζωγραφική της πορσελάνης, στη δημιουργία βερνικιών, στη σαπυνοποιία, στην παραγωγή φθηνών αρωμάτων και στον αρωματισμό διαφόρων προϊόντων. [12,13].



Εικόνα 5: Καλλιέργεια Λεβάντας



### 2.1.1 *Lavandula angustifolia* Mill. (Εικόνα 6)

<b>Βασίλειο:</b>	Plantae
<b>Συνομοταξία:</b>	Magnoliophyta
<b>Ομοταξία:</b>	Magnoliopsida
<b>Τάξη:</b>	Lamiales
<b>Οικογένεια:</b>	Labiatae
<b>Γένος:</b>	<i>Lavandula</i>
<b>Είδος:</b>	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.



Εικόνα 6: *Lavandula angustifolia* Mill

## 2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Τον 15ο αιώνα, όταν αναπτύχθηκε η τεχνική της απόσταξης με ατμό, οι Hildegarde von Bingen, Matthiolus και Paracelsus περιέγραψαν τη χρήση κορεσμένου απεσταγμένου νερού με αιθέριο έλαιο λεβάντας ως ηρεμιστικό και κατά του πονόδοντου και της κεφαλαλγίας. [14,15]. Το έλαιο χρησιμοποιούταν παραδοσιακά εξατμίζοντάς το σε δωμάτια ως ηρεμιστικό για ανήσυχα παιδιά. Έχουν παρατηρηθεί ακόμα και ναρκωτικές επιδράσεις, όταν χρησιμοποιούνται υψηλές συγκεντρώσεις [16]. Ο Rembertus Dodonaeus (1608) ανέφερε τη χρήση της λεβάντας ως κατευναστικό παράγοντα, ακόμη και σε περιπτώσεις επιληπτικών κρίσεων. Ο Pabst (1888) υποστήριξε ότι το λάδι λεβάντας ανήκει στις ισχυρά τοξικές ουσίες. Ενδείξεις μπορεί επίσης να σχετίζονται με γαστρεντερικές και μυοσκελετικές διαταραχές. Λεβάντα χρησιμοποιείται επίσης στη συμπεριφορική θεραπεία [17]. Τα λουλούδια και το αιθέριο έλαιο της *Lavandula officinalis* έχουν χρησιμοποιηθεί λόγω της κατασταλτικής δράσης τους σε όλη την Ευρώπη (εικόνα 7). [18].

### ΧΡΗΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΣΤΟΜΑ

Σύμφωνα με τις πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα που διατίθενται στο εμπόριο, το λάδι λεβάντας έχει διατεθεί στο εμπόριο για χρήση ως πρόσθετο για ιαματικά λουτρά από το 1976. Από το 2009, έχουν διατεθεί στην αγορά και μαλακές κάψουλες με λάδι λεβάντας στη Γερμανία. Της πρακτικής αυτής έχει προηγηθεί μια μακρά παράδοση χορήγησης του αιθέριου ελαίου πάνω σε ένα κομμάτι ζάχαρης [19,20]. Μερικές πηγές αναφέρουν δοσολογίες για χρήση από το στόμα: πέντε σταγόνες αιθέριο έλαιο σε ένα κύβο ζάχαρης, δύο φορές την ημέρα. [21].

### ΔΕΡΜΑΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Υπάρχει αρκετά μεγάλη παράδοση για την άμεση δερματική χρήση του λαδιού λεβάντας σε αραιωμένα (συνήθως 10%) παρασκευάσματα, για υποστηρικτική θεραπεία σε συνθήκες νευρικής ή σωματικής έντασης που μπορεί να εμφανίζονται ως ανησυχία, δυσκολία στον ύπνο, γαστρεντερικά προβλήματα (π.χ. κράμπες, μετεωρισμός), πόνοι περιόδου. Έχει πραγματοποιηθεί εκτενής έρευνα για τη δερματική χρήση του λαδιού της λεβάντας. Η πρακτική αυτή πηγαίνει πίσω περισσότερα από 30 χρόνια και μπορεί να θεωρηθεί ως παραδοσιακή [21]. Το πρώτο έγγραφο που αναφέρει μια λεπτομερή χρήση του αιθέριου ελαίου λεβάντας 10% αραιωμένο με αιθέριο έλαιο ελιάς χρονολογείται το 1999.



*Εικόνα 7: Πρόσληψη αιθέριου ελαίου με εισπνοή, από το στόμα και από το δέρμα*

### **2.3 Η ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΒΑΝΤΑΣ**

Η λεβάντα διαθέτει πολλές θεραπευτικές ιδιότητες, αρκετές από τις οποίες έχουν μελετηθεί επιστημονικά. Η αρωματοθεραπεία με αιθέριο έλαιο λεβάντας έχει ισχυρή επίδραση σε ψυχολογικές παραμέτρους, λόγω της ηρεμιστικής και χαλαρωτικής της δράσης. Το μασάζ με αιθέριο έλαιο συμβάλλει στη βελτίωση της διάθεσης, στη μείωση των πονοκεφάλων και ιλίγγων, στην καλύτερη συγκέντρωση και ποιότητα ύπνου [19]. Κλινικές μελέτες απέδειξαν την αποτελεσματικότητα της χορήγησης αιθέριου ελαίου από το στόμα (80 mg/ημέρα), σε αγχώδεις διαταραχές όπως ανησυχία, κατάθλιψη, νευρασθένεια και μελαγχολία [22]. Ανακουφίζει άτομα εξουθενωμένα από ψυχικό στρες, νευρική κατάσταση, αϋπνία και νευρικούς στομαχικούς ερεθισμούς [23]. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις για θεραπεία αναπνευστικών νοσημάτων, όπως το άσθμα, ο κοκίτης, η γρίπη και η βρογχίτιδα. [24,25].

Το λάδι της λεβάντας είναι επίσης χρήσιμο για τη θεραπεία του δέρματος, καθώς δεν είναι καθόλου ερεθιστικό και μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα και σε ανοιχτές πληγές και εγκαύματα, όπου βοηθάει στην ίαση και στην πρόληψη σχηματισμού ουλών. Έχει αντισηπτική δράση, καθώς θεραπεύει το έκζεμα και την ακμή, αλλά και αντιμικροβιακή,



δρώντας κατά των *E.coli*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* [26]. Παράλληλα βοηθάει αποτελεσματικά στην απαλλαγή από βακτήρια (στρεπτόκοκκος, πνευμονιόκοκκος). Ενδεικτικά αναφέρεται πως είναι δραστικό έναντι του MRSA (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) και του VRE (vancomycin-resistant *Enterococcus faecalis*).

Έρευνες έδειξαν πως η λεβάντα έχει επίδραση στο κεντρικό νευρικό σύστημα [15,27], στη θεραπεία του Αλτσχάιμερ, της εγκεφαλικής ισχαιμίας, αλλά και του καρκίνου του μαστού [28]. Χρησιμοποιείται επίσης για τη θεραπεία της αλωπεκίας και για τσιμπήματα εντόμων, για μετεγχειρητικό πόνο, αλλά και για μυϊκό πόνο, υπό τη μορφή ιαματικού λουτρού, ενώ συμβάλλει στην αποτελεσματική ανακούφιση των συμπτωμάτων της εμμηνόπαυσης (εξάψεις, κατάθλιψη). [13].

#### **2.4 ΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ**

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν επαρκείς μελέτες που αποδεικνύουν τις θεραπευτικές ιδιότητες της λεβάντας για βραχυπρόθεσμη θεραπεία ορισμένων προβλημάτων ψυχικής και σωματικής υγείας, δεν υπάρχουν εκτενέστερες μελέτες οι οποίες να μπορούν να εξακριβώσουν την ασφάλεια της μακροχρόνιας χρήσης της, καθώς και τη συνολική αποτελεσματικότητα στο πλαίσιο της διαχείρισης των ασθενειών αυτών.

Ορισμένες δυσμενείς επιπτώσεις μετά την εφαρμογή της λεβάντας που έχουν αναφερθεί είναι ήπιες αλλεργικές αντιδράσεις, των οποίων τα συμπτώματα ήταν πλήρως αναστρέψιμα μετά τη διακοπή της χρήσης του προϊόντος που περιείχε λάδι λεβάντας [29], η γυναικομαστία σε προεφηβικά αγόρια μετά από την τοπική εφαρμογή προϊόντος η οποία ήταν επίσης αναστρέψιμη [30], λοιμώξεις και παρασιτώσεις που ακολουθούνται από γαστρεντερικές διαταραχές και διαταραχές του νευρικού συστήματος [31].

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ**

### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Τα αιθέρια έλαια είναι υγρά και δεν αφήνουν κηλίδα σε διηθητικό χαρτί, σε αντίθεση με τα λιπαρά έλαια. Είναι άχρωμα έως υποκίτρινα με ελάχιστες εξαιρέσεις. Κατά την παραμονή τους για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την παραλαβή τους σκουραίνουν, ρητινοποιούνται και παρουσιάζουν αλλοιώσεις στην οσμή τους. Αιτία αυτών αποτελούν οι αντιδράσεις αυτοοξειδωσης, πολυμερισμού και υδρόλυσης των εστέρων. Η υγρασία, η θερμοκρασία και το φως επηρεάζουν τα αιθέρια έλαια, γι' αυτό και πρέπει να φυλάσσονται σε μικρά και καλά κλεισμένα γυάλινα ή μεταλλικά δοχεία. Οι κλασικές τεχνικές παραλαβής των αιθέριων ελαίων είναι η απόσταξη, η εκχύλιση και η μηχανική έκθλιψη.

### **3.2 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΜΕ ΑΠΟΣΤΑΞΗ**

Είναι η πιο απλή, διαδεδομένη και οικονομική τεχνική παραλαβής αιθέριων ελαίων. Βασίζεται στη διαφορά του σημείου ζέσεως των συστατικών ενός διαλύματος. Περιλαμβάνει την υδροαπόσταξη, την υδρο-ατμοαπόσταξη, την απόσταξη με υδρατμούς και άλλα είδη απόσταξης. Η απόσταξη είναι γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων.

#### **3.2.1 Υδροαπόσταξη (HD)**

Η συσκευή της υδροαπόσταξης που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα ονομάζεται Clevenger. Στην υδροαπόσταξη, το προς απόσταξη φυτικό υλικό, τοποθετείται σε σφαιρική φιάλη με νερό, η οποία συνδέεται με ψυκτήρα και με θερμαντική συσκευή. Το χαρακτηριστικό της τεχνικής αυτής είναι ότι το νερό και το φυτικό υλικό είναι σε άμεση επαφή. Στην υδροαπόσταξη πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του φυτικού υλικού, ώστε να μην συμβαίνει θερμική διάσπαση διαφόρων συστατικών του αιθέριου ελαίου. Τα μειονεκτήματα της τεχνικής είναι ο μεγάλος χρόνος, η μικρή απόδοση σε αιθέριο έλαιο και η παραλαβή κατώτερης ποιότητας αιθέριου ελαίου. [34].

#### **3.2.2 Υδροατμοαπόσταξη**

Στην υδροατμοαπόσταξη το φυτικό υλικό δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό, αλλά τοποθετείται σε πλέγμα που βρίσκεται πιο ψηλά από την επιφάνεια του νερού. Ο ατμός που σχηματίζεται από την θέρμανση του νερού, έρχεται σε επαφή με τη μάζα του φυτικού υλικού και παρασύρει το αιθέριο έλαιο. [3,8,34,35].

### **3.2.3 Απόσταξη με υδρατμούς (SD)**

Στην απόσταξη με υδρατμούς εισάγεται ατμός, ο οποίος παράγεται σε ειδικό ατμολέβητα, που περιέχει το φυτικό υλικό και ο ατμός παρασύρει το αιθέριο έλαιο. Στην απόσταξη με υδρατμούς ανήκει η συσκευή μικροαπόσταξης- εκχύλισης Likens - Nickerson. Η συσκευή αποτελείται από το κύριο σώμα, διαμορφωμένο για οργανικούς διαλύτες ελαφρύτερους του νερού, έναν ψυκτήρα και δύο φιάλες, μια σφαιρική και μια απιοειδή. Το δείγμα τοποθετείται μαζί με νερό (σε αναλογία 1/10) στη σφαιρική φιάλη και ο οργανικός διαλύτης στην απιοειδή και θερμαίνεται με υδατόλουτρο. Οι σχηματιζόμενοι ατμοί από την σφαιρική φιάλη, που περιέχουν τα πτητικά συστατικά του αιθέριου ελαίου, φτάνουν στο ψυκτήρα, υγροποιούνται και κυλούν στον κύριο χώρο της συσκευής, όπου υπάρχει σε ισορροπία η οργανική και η υδατική φάση. Εκεί τα πτητικά συστατικά εκχυλίζονται από τον οργανικό διαλύτη. Στο τέλος της διαδικασίας όλα τα συστατικά του αιθέριου ελαίου έχουν συγκεντρωθεί στην απιοειδή φιάλη. [3,8,34,35].

## **3.3 ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΗ**

Η εκχύλιση με υγρούς διαλύτες βασίζεται στην κατανομή της διαλυμένης ουσίας μεταξύ δύο υγρών, τα οποία είναι πρακτικώς μη αναμίξιμα (υδατική – οργανική φάση). Στην υδατική φάση κατά κύριο λόγο συλλέγονται οι πολικές ουσίες και τα ανόργανα συστατικά, ενώ στην οργανική οι μη πολικές ουσίες. Η τεχνική της εκχύλισης χρησιμοποιείται για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου από φυτικά υλικά, τα οποία είναι ευπαθή στην απόσταξη, όπως άνθη και φύλλα. Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο εκχυλιστικό υλικό, διακρίνεται σε εκχύλιση με ψυχρό λίπος, εκχύλιση με θερμό λίπος, με πτητικούς διαλύτες και σε υπερκρίσιμη εκχύλιση. [35].

### **3.3.1 Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες**

Ως διαλύτες χρησιμοποιούνται κυρίως ο πετρελαϊκός αιθέρας, το βενζόλιο και η αιθυλική αλκοόλη. Το προϊόν που λαμβάνεται κατά την εκχύλιση μετά την απομάκρυνση του πτητικού διαλύτη, εκτός από το αιθέριο έλαιο περιέχει και άλλες ουσίες, όπως χρωστικές. Μετά από επεξεργασία με αιθυλική αλκοόλη λαμβάνεται τελικά το αιθέριο έλαιο. [3,8,34,35].

### **3.3.2 Εκχύλιση με ψυχρό λίπος**

Η εκχύλιση με ψυχρό λίπος αποτελεί βελτίωση του τρόπου παρασκευής αρωματικών αλοιφών. Το λίπος που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι καθαρό και ημίσκληρο. Το λίπος έχει την ικανότητα να απορροφά και να συγκρατεί τις πτητικές ουσίες με τις οποίες έρχεται σε επαφή. Η εκχύλιση διαρκεί 24-30 ώρες, ενώ το λαμβανόμενο λίπος μαζί με το αιθέριο έλαιο ή διατίθεται ως έχει ή επεξεργάζεται με αλκοόλη. [3,8,34,35].

### **3.3.3 Εκχύλιση με θερμό λίπος**

Η εκχύλιση αυτή μοιάζει με την εκχύλιση με ψυχρό λίπος, με τη διαφορά ότι τα άνθη και το λίπος τοποθετούνται σε δοχεία που θερμαίνονται στους 800°C. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από εσπεριδοειδή και τριαντάφυλλα. [34].

### **3.3.4 Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες**

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται υδατοδιαλυτοί διαλύτες ως εκχυλιστικά μέσα ή σε ανάμιξη με το νερό, για την παραλαβή των περισσότερων φυτικών συστατικών που χρησιμοποιούνται στην κοσμετολογία. Τέτοιοι διαλύτες είναι η αιθυλενογλυκόλη, προπυλενογλυκόλη και η βουτενογλυκόλη. (Κόκκινος, χ.χ.).

### **3.3.5 Εκχύλιση με υπερκρίσιμο υγρό (SFE)**

Η εκχύλιση αυτή είναι μια ραγδαία αναπτυσσόμενη τεχνική διαχωρισμού, που χρησιμοποιεί διαλύτες, όπως το διοξείδιο του άνθρακα σε υπερκρίσιμες συνθήκες. Στηρίζεται στην υψηλή εκχυλιστική ικανότητα ενός ρευστού όταν αυτό βρίσκεται σε συνθήκες υπερκρίσιμης κατάστασης. Βασικό μειονέκτημα της τεχνικής είναι οι μεγάλες πιέσεις λειτουργίας που οδηγούν σε μεγάλο κόστος, καθώς επίσης και η πολυπλοκότητά της.

### **3.3.6 Εκχύλιση με υπερήχους**

Στην εκχύλιση με υπερήχους, το δείγμα τοποθετείται με κατάλληλο οργανικό διαλύτη σε λουτρό υπερήχων. Η διάδοση των υπερήχων χαρακτηρίζεται από ελάχιστη συχνότητα 16 kHz και προκαλεί κίνηση του υγρού λόγω συμπίεσης και αραιώσης. Με την αύξηση της πίεσης επιτυγχάνονται φαινόμενα διείσδυσης και μεταφοράς, ενώ με την αύξηση της

θερμοκρασίας επιταχύνονται φαινόμενα διάχυσης και διάλυσης. Με την χρήση των υπερήχων μειώνεται ο χρόνος εκχύλισης, χρησιμοποιούνται μικρότεροι όγκοι διαλυτών και εκχυλίζονται ταυτόχρονα πολλά δείγματα. Η εκχύλιση με υπέρηχους εφαρμόζεται στον προσδιορισμό ενώσεων που είναι θερμικά ασταθείς. [33,34].

### **3.3.7 Εκχύλιση υποβοηθούμενη από μικροκύματα (microwave assisted extraction, MAE)**

Τις τελευταίες δεκαετίες άρχισε να υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη νέων τεχνικών παραλαβής των αιθέριων ελαίων, με την χρήση των οποίων έχει τελικά επέλθει σημαντική μείωση στο χρόνο εκχύλισης. Έτσι ξεκίνησε η χρήση των μικροκυμάτων (MW) στην εκχύλιση. Με τις συμβατικές τεχνικές η θερμότητα μεταδίδεται από τη θερμαντική πλάκα στο δοχείο θέρμανσης και από εκεί στο διάλυμα. Αντίθετα με τα μικροκύματα η θέρμανση ξεκινάει από το δείγμα, μιας και το δοχείο δεν απορροφά την ακτινοβολία των μικροκυμάτων. Με την MAE επιτυγχάνεται και σημαντική μείωση στον όγκο δείγματος και διαλύτη, λόγω της αποδοτικότερης εκχύλισης. [3,8,34,35].

### **3.3.8 Εκχύλιση με τη βοήθεια μικροκυμάτων χωρίς διαλύτη (Solvent Free Microwave Extraction, SFME)**

Η SFME είναι μια τεχνική που συνδυάζει την ακτινοβολία των μικροκυμάτων και την ξηρή απόσταξη. Με την τεχνική αυτή το φυτικό μέρος τοποθετείται σε δοχείο μέσα σε φούρνο μικροκυμάτων, χωρίς την προσθήκη νερού ή κάποιου οργανικού διαλύτη. Τα μικροκύματα αλληλεπιδρούν με το εγκλωβισμένο (εσωτερικό) νερό που υπάρχει στο φυτό, προκαλώντας τη θέρμανσή του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη διαστολή των κυττάρων του φυτού, τη ρήξη των αδένων των ελαιοφόρων υποδοχέων και τελικά την απελευθέρωση του αιθέριου ελαίου. Το αιθέριο έλαιο, στη συνέχεια εξατμίζεται μαζί με το εσωτερικό νερό και παραλαμβάνεται με την βοήθεια ψυκτήρα. [3,8,34,35].

## **3.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ**

Με την τεχνική αυτή τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται με μηχανικά μέσα (πιεστήρια). Χρησιμοποιείται στους ξηρούς καρπούς και στους φλοιούς των εσπεριδοειδών. Τα μηχανήματα για τους ξηρούς καρπούς είναι πιεστήρια, που μοιάζουν με αυτά που

χρησιμοποιούνται στα ελαιοτριβεία. Τα μηχανήματα για τους φλοιούς των εσπεριδοειδών, είτε ξύνουν, είτε τρυπών τους φλοιούς με αποτέλεσμα την απελευθέρωση των αιθερίων ελαίων, που στη συνέχεια διαχωρίζονται από το στερεό υπόλειμμα. [3,8,34,35].

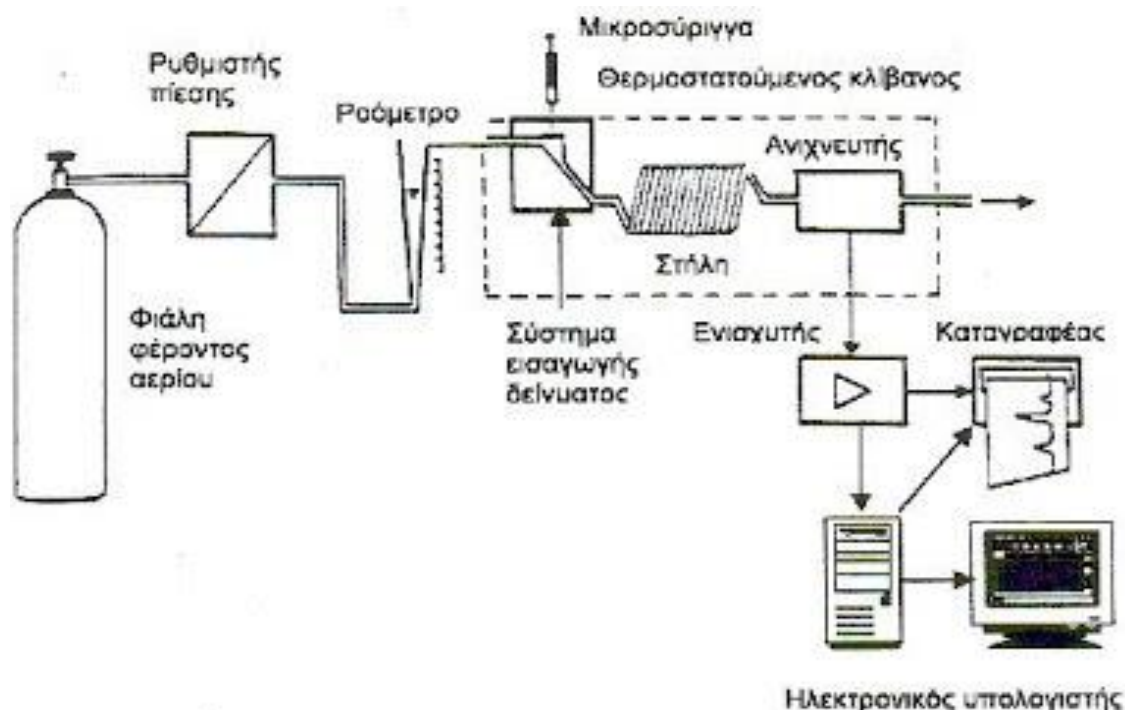
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

### 4.1 ΑΕΡΙΟΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ (GC)

#### 4.1.1 Γενικές Αρχές Λειτουργίας

Η ιδέα της χρωματογραφίας αερίου-υγρού αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1941 από τους Martin και Synge, οι οποίοι ανέπτυξαν επίσης τη χρωματογραφία κατανομής υγρού-υγρού. Η πρακτική αξία της τεχνικής της χρωματογραφίας αερίου-υγρού άρχισε να αναγνωρίζεται ύστερα από περίπου δέκα χρόνια, όταν άρχισε και να χρησιμοποιείται ως βασικό εργαλείο στο εργαστήριο. Το πρώτο εμπορικό σύστημα χρωματογραφίας αερίου-υγρού εμφανίστηκε στην αγορά το 1955. Από εκεί και πέρα η εξέλιξη των εφαρμογών με την τεχνική αυτή ήταν ραγδαία. [35].

Η τεχνική της αεριοχρωματογραφίας είναι σχετικά απλή και χρησιμοποιείται για την ανάλυση πτητικών ουσιών σε τρόφιμα, φάρμακα, προϊόντα πετρελαίου κ.λπ. Η διάταξη ενός αερίου χρωματογράφου δίνεται στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 8):



*Εικόνα 8: Διάταξη Αεριοχρωματογραφίας (GC)*

Τα βασικά στάδια που ακολουθούνται προκειμένου να επιτευχθεί αποτελεσματικός διαχωρισμός, περιλαμβάνουν την εισαγωγή κατάλληλης ποσότητας δείγματος (από μερικά δέκατα  $\mu\text{L}$ , έως 20  $\mu\text{L}$ ) στο ειδικό στόμιο εισαγωγής με βαθμονομημένη μικροσύριγγα. Στο σημείο αυτό εφαρμόζεται υψηλή θερμοκρασία, με αποτέλεσμα οι ενώσεις λόγω της πτητικότητάς τους να μεταφέρονται στην αέρια φάση. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της πίεσης που ασκείται από το φέρον αέριο, οι ουσίες μεταφέρονται στη χρωματογραφική στήλη. Η ταχύτητα και η ικανότητα του διαχωρισμού εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και για αυτό το λόγο η στήλη βρίσκεται σε θερμοστατούμενο κλίβανο. Η βέλτιστη θερμοκρασία στήλης εξαρτάται από το σημείο βρασμού του δείγματος και τον απαιτούμενο βαθμό διαχωρισμού. Γενικά, θερμοκρασία ίση ή λίγο υψηλότερη του μέσου σημείου βρασμού του δείγματος, οδηγεί σε λογικούς χρόνους έκλυσης (2-30 min). Για δείγματα των οποίων τα σημεία βρασμού καλύπτουν ευρεία περιοχή τιμών, συχνά απαιτείται προγραμματισμός θερμοκρασίας κατά τον οποίο η θερμοκρασία της στήλης αυξάνει συνεχώς ή σε βήματα κατά τη διάρκεια του διαχωρισμού.

Η στήλη αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα του οργάνου διότι στο σημείο αυτό πραγματοποιείται ο διαχωρισμός των ενώσεων. Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται λόγω των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα μεταξύ του υλικού της στήλης και των χημικών ενώσεων. Επιπλέον, ο διαχωρισμός των συστατικών καθορίζεται από την κατανομή κάθε συστατικού μεταξύ του φέροντος αερίου (κινητή φάση) και της στατικής φάσης (στήλη). Έτσι οι ενώσεις εκλύονται από τη στήλη σε διαφορετικούς χρόνους και εισέρχονται μέσω μιας ειδικής συνδεσμολογίας στο χώρο όπου γίνεται η ανίχνευσή τους από τον ανιχνευτή. Τα σήματα ανίχνευσης καταγράφονται από καταγραφικό. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής είναι οι ενώσεις να είναι πτητικές. [36].

#### **4.1.2 Το Φέρον Αέριο**

Ως φέρον αέριο χρησιμοποιείται συνήθως ήλιο ( $\text{He}$ ), άζωτο ( $\text{N}_2$ ), υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ) ή αργό ( $\text{Ar}$ ). Το αέριο πρέπει να βρίσκεται σε υπερκάθαρη κατάσταση, να είναι αδρανές, απαλλαγμένο από προσμίξεις και να μπορεί να διαφοροποιηθεί στον ανιχνευτή από τα διάφορα συστατικά του μίγματος. Επίσης δεν πρέπει να περιέχει οξυγόνο ή υγρασία ώστε να μην οξειδώνει ή ενεργοποιεί τη στατική φάση της στήλης αντίστοιχα. Το αέριο διοχετεύεται στη χρωματογραφική στήλη από τη φιάλη υψηλής πίεσης και η παροχή του ρυθμίζεται με ειδικές βαλβίδες και ροόμετρα. [35].



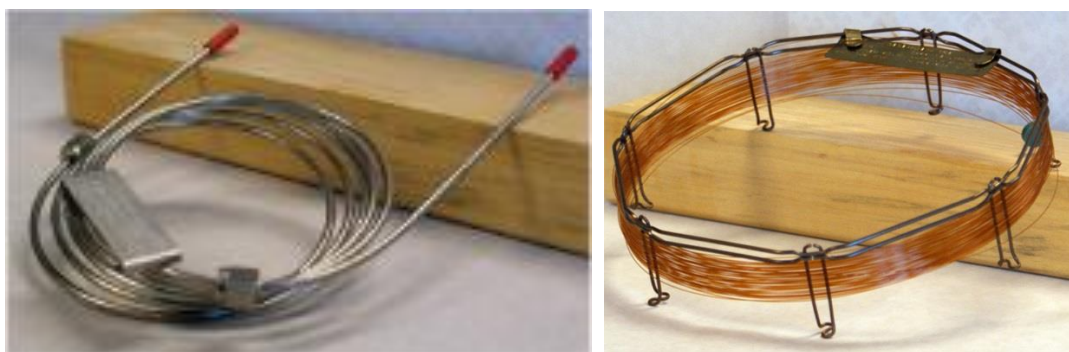
### 4.1.3 Η Στήλη

Η καρδιά του χρωματογράφου είναι η στήλη. Αποτελείται από έναν επιμήκη σωλήνα, συνήθως με τη μορφή σπειράματος ή U, ώστε να καταλαμβάνει όσο το δυνατόν μικρότερο χώρο, από ανοξείδωτο χάλυβα, αλουμίνιο, χαλκό, πλαστικό ή ύαλο. Το μήκος κυμαίνεται από 1-2 m για τις πληρωμένες στήλες, μέχρι αρκετές εκατοντάδες μέτρα για τις τριχοειδείς, εσωτερικής διαμέτρου της τάξεως των mm στις αναλυτικές στήλες και πολλών δεκάδων cm στις παρασκευαστικές στήλες.

Υπάρχουν δύο είδη στηλών: οι πληρωμένες και οι τριχοειδείς στήλες (εικόνα 9). Οι στήλες πληρώσεως, διαθέτουν στο εσωτερικό του σωλήνα πυκνά πακτωμένο ένα στερεό υλικό υποστήριξης το οποίο είναι επικαλυμμένο με την υγρή στατική φάση, η οποία σχηματίζει ένα λεπτό υγρό υμένιο γύρω από την επιφάνεια του υλικού υποστήριξης. Η κινητή φάση διαχέεται ανάμεσα στο υλικό πλήρωσης και έρχεται άμεσα σε επαφή με το επικαλυμμένο υλικό. Οι τριχοειδείς στήλες διαθέτουν ένα λεπτό άνοιγμα το οποίο βρίσκεται στο κέντρο της στήλης και φτάνει μέχρι το τέλος της. Μέσα από αυτή την οπή η κινητή φάση διέρχεται και έρχεται σε επαφή με την στατική φάση. Η στατική φάση βρίσκεται σε όλη την επιφάνεια του εσωτερικού τοιχώματος της στήλης. [35].

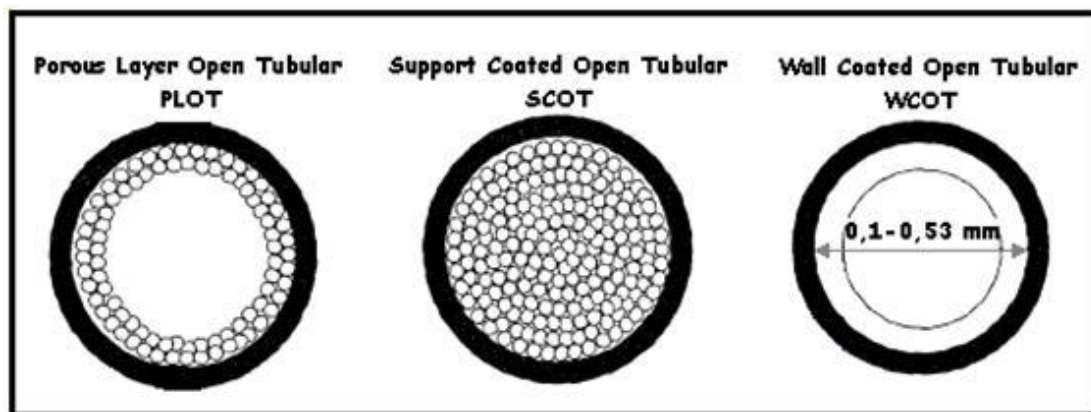
Οι στήλες που χρησιμοποιούνται κυρίως σήμερα είναι οι τριχοειδείς, αφού είναι πολύ λεπτότερες και μακρύτερες χωρίς πακετάρισμα και εμφανίζουν υψηλότερες αποδόσεις απ' ό,τι οι πληρωμένες στήλες. [35].

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά τους είναι ο μεγάλος αριθμός θεωρητικών πλακών, η μικρότερη απαιτούμενη ποσότητα δείγματος (ng), ο μικρότερος χρόνος έκλουσης και οι μικρότερες θερμοκρασίες διαχωρισμού. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σύζευξη οργάνων (π.χ. με φασματοόμετρο μαζών). [36].



Εικόνα 9: Στήλες αέριας χρωματογραφίας α) πλήρωσεως β) τριχοειδής

Οι στήλες ανοικτού σωλήνα (τριχοειδείς στήλες) διακρίνονται σε στήλες ανοικτού σωλήνα με επικάλυψη εσωτερικών τοιχωμάτων (wall-coated open tubular, WCOT), στις οποίες η επικάλυψη γίνεται με λεπτό στρώμα στατικής φάσης, σε στήλες ανοικτού σωλήνα με επικάλυψη υλικού στήριξης (support-coated open tubular, SCOT), στις οποίες το εσωτερικό τοίχωμα επικαλύπτεται με λεπτό υμένιο αδρανούς υλικού στήριξης και σε στήλες (PLOT), όπου δεν υπάρχει υγρή επικάλυψη των σωματιδίων στο εσωτερικό της στήλης (εικόνα 10). [35].



*Εικόνα 10: Τριχοειδείς στήλες α) PLOT, β) SCOT και γ) WCOT*

#### 4.1.4 Ανιχνευτές

Ένα από τα πλεονεκτήματα της αεριοχρωματογραφίας είναι ο μεγάλος αριθμός των ευαίσθητων και επιλεκτικών ανιχνευτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι ανιχνευτές είναι οι ανιχνευτές ιοντισμού φλόγας (FID), οι ανιχνευτές θερμικής αγωγιμότητας (TCD), σύλληψης ηλεκτρονίων (ECD), θερμοϊοντικοί (TID), ανιχνευτές ατομικής εκπομπής (AED), κλπ. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι αεριοχρωματογράφοι συνδέονται με φασματομετρικά όργανα, όπως τα φασματόμετρα μαζών. Τα φασματομετρικά αυτά συστήματα όχι μόνο ανιχνεύουν την εμφάνιση των αναλυτών κατά την έκλουσή τους από τη στήλη αλλά βοηθούν και στην ταυτοποίησή τους. [35].

## 4.2 ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΩΝ

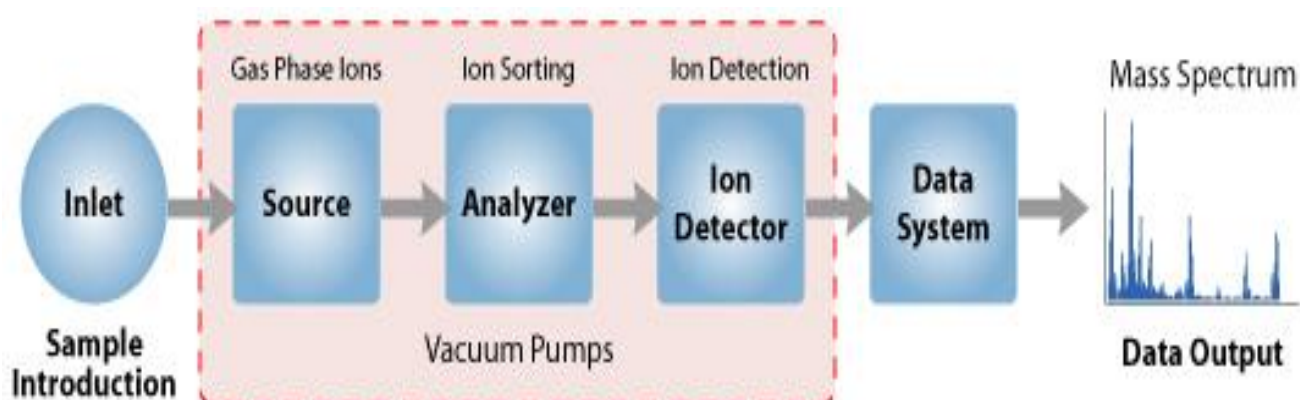
### 4.2.1 Γενικές Αρχές

Η φασματομετρία μαζών είναι η τεχνική με τη μεγαλύτερη ποικιλία εφαρμογών, καθώς παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη στοιχειακή σύσταση του δείγματος, τη δομή ανόργανων, οργανικών, οργανομεταλλικών και βιολογικών μορίων, την ποιοτική και ποσοτική σύσταση μιγμάτων, τη δομή και σύσταση επιφανειών και την αναλογία ισοτόπων στοιχείων. [35].

Η αρχή λειτουργίας της φασματομετρίας μαζών στηρίζεται στη δημιουργία ιόντων (κυρίως θετικών) μιας ένωσης, το διαχωρισμό τους με βάση το λόγο της μάζας προς φορτίο ( $m/z$ ) και την καταγραφή τους. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατό να προσδιοριστεί το μοριακό βάρος (MB) της ένωσης και ο τρόπος σύνδεσης των διαφόρων ομάδων μεταξύ τους.

Τα φασματομέτρα μαζών αποτελούνται από (εικόνα 11):

1. Το θάλαμο ιοντισμού, όπου μετατρέπεται η ένωση σε ιόντα, συνήθως κατιόντα με απόσπαση ενός ηλεκτρονίου,
2. Τον αναλυτή μαζών, όπου γίνεται διαχωρισμός των ιόντων με βάση το λόγο  $m/z$ ,
3. Τον ανιχνευτή.



*Εικόνα 11: Διάταξη Φασματομετρίας Μαζών*

Ο ρόλος του συστήματος εισόδου είναι να αφήνει μια πολύ μικρή ποσότητα δείγματος να εισέρχεται στο φασματόμετρο μαζών, όπου τα συστατικά του μετατρέπονται σε ιόντα σε αέρια κατάσταση. Η πηγή ιόντων, η οποία συχνά συνδυάζεται με το σύστημα εισόδου σε μια ενιαία μονάδα, μετατρέπει τα συστατικά του δείγματος σε ιόντα τα οποία εξέρχονται με τη μορφή ρεύματος ιόντων (συνήθως θετικών) και επιταχύνονται προς τον αναλυτή μαζών. Εκεί γίνεται ο διαχωρισμός των ιόντων της ουσίας με βάση το λόγο μάζα προς φορτίο ( $m/z$ ). Στο φασματόμετρο μαζών περιλαμβάνεται ένας μεταλλάκτης ο οποίος μετατρέπει τη δέσμη των ιόντων σε ηλεκτρικό σήμα. Το σήμα αυτό μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία, να αποθηκευτεί στη μνήμη του υπολογιστή και να παρουσιαστεί, ή να καταγραφεί με διάφορους τρόπους.

Στα φασματόμετρα μαζών είναι απαραίτητη η λειτουργία ενός συστήματος κενού που διατηρεί χαμηλή πίεση σε όλα τα τμήματα του οργάνου, εκτός από το τμήμα του επεξεργαστή του σήματος και του οργάνου παρουσίασης των ενδείξεων [35]. Απαιτείται επίσης η εξασφάλιση υψηλού κενού, διότι έτσι δημιουργούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες θέρμανσης ατμοί της προς προσδιορισμό ουσίας χωρίς τη διάσπασή της, που οδηγούνται στο θάλαμο ιοντισμού. Επίσης απομακρύνονται τα μόριά της και τα ουδέτερα προϊόντα της διάσπασης από το χώρο της ανάλυσης μετά από κάθε μέτρηση.

#### 4.2.2 Πηγές Ιόντων

Η επιλογή της πηγής ιόντων είναι καθοριστική για τη μορφή του φάσματος μαζών μιας ουσίας. Οι πηγές χωρίζονται σε πηγές αέριας φάσης, στις οποίες ανήκουν οι πηγές πρόσκρουσης ηλεκτρονίων (EI) και οι πηγές χημικού ιοντισμού (CI), και σε πηγές εκρόφησης, στις οποίες ανήκουν οι πηγές ιοντισμού πεδίου (FI), εκρόφησης πεδίου (FD), ιοντισμού με ηλεκτροψεκασμό (ESI), ιοντισμού εκρόφησης με τη βοήθεια υλικού μήτρας (MALDI), κα. Στις πηγές αέριας φάσης τα δείγματα αρχικά εξαερώνονται και ύστερα ιοντίζονται, ενώ συνήθως περιορίζονται σε ενώσεις με χαμηλά μοριακά βάρη, που είναι θερμικώς σταθερές, με σημεία ζέσεως μικρότερα από 500 °C. Αντίθετα, στις πηγές εκρόφησης τα δείγματα σε στερεή ή υγρή κατάσταση, μετατρέπονται απευθείας σε αεριώδη ιόντα. Το πλεονέκτημα των πηγών αυτών είναι ότι μπορούν να εφαρμοσθούν σε μη πτητικά ή θερμικώς ασταθή δείγματα, καθώς δεν απαιτούν εξάτμιση των μορίων του αναλύτη.

Οι πηγές ιόντων διακρίνονται επίσης σε μαλακές και σκληρές. Οι σκληρές πηγές μεταφέρουν μεγάλο ποσό ενέργειας στα μόρια του αναλύτη, ώστε να παραμείνουν σε έντονα διεγερμένη ενεργειακή κατάσταση. Κατά την αποδιέγερση, σπάνε αρκετοί δεσμοί

και παράγονται ιοντικά θραύσματα με λόγους  $m/z$  μικρότερους από αυτόν του μοριακού ιόντος. Οι μαλακές πηγές προκαλούν περιορισμένο κατακερματισμό. [35].

#### **4.2.3 Μέθοδος ιοντισμού αέριας φάσης: Ιοντισμός με δέσμη ηλεκτρονίων (Electron Ionization, EI)**

Είναι η παλαιότερη τεχνική ιοντισμού και παρουσιάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά από όλες τις μεθόδους. Μια δέσμη ηλεκτρονίων που δημιουργείται από μία πηγή (θερμαινόμενο νήμα βολφραμίου ή ρηνίου) περνά μέσα από το δείγμα αέριας φάσης. Ένα ηλεκτρόνιο που συγκρούεται με ένα ουδέτερο μόριο της ένωσης του αναλύτη, μπορεί να χτυπήσει ένα άλλο ηλεκτρόνιο, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα θετικά φορτισμένο ιόν. Η διαδικασία ιοντισμού μπορεί να παράγει είτε ένα μοριακό ιόν που θα έχει το ίδιο μοριακό βάρος και στοιχειακή σύσταση με την αρχική ουσία, είτε ένα ιόν θραύσμα που αντιστοιχεί σε ένα μικρότερο τμήμα του μορίου της ένωσης του αναλύτη. Το δυναμικό ιοντισμού είναι η ενέργεια ηλεκτρονίων που θα παράγει ένα μοριακό ιόν. Τα περισσότερα φασματόμετρα μαζών χρησιμοποιούν ενέργεια 70 eV για τον ιοντισμό μέσω δέσμης ηλεκτρονίων. Μειώνοντας την ενέργεια των ηλεκτρονίων, μειώνεται η θραυσματοποίηση και ο αριθμός των θραυσμάτων που δημιουργούνται.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου ιοντισμού είναι το γεγονός ότι η διαδικασία που ακολουθείται είναι πλήρως κατανοητή και μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες σχεδόν τις πτητικές ενώσεις. Επιπλέον δίνει επαναλήψιμα φάσματα μαζών, παρουσιάζει πληροφορίες για τη δομή των ενώσεων μέσω της θραυσματοποίησης και παρέχει τη δυνατότητα ταυτοποίησης ενώσεων με σύγκριση των φασμάτων μαζών των περισσότερων ενώσεων μέσω των βιβλιοθηκών. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι το δείγμα πρέπει να είναι πτητικό και σταθερό στις υψηλές θερμοκρασίες και ότι στο φάσμα μαζών το μοριακό ιόν μπορεί να εμφανίζεται με πολύ χαμηλή ένταση ή να απουσιάζει τελείως. Η τεχνική ιοντισμού EI χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό μορίων χαμηλής μοριακής μάζας <1000 Da. [36].

#### **4.2.4 Αναλυτές Μαζών**

Τα ιόντα μετά από τον σχηματισμό τους στην περιοχή της πηγής ιόντων, επιταχύνονται στον αναλυτή μαζών από ένα ηλεκτρικό πεδίο. Ο αναλυτής μαζών διαχωρίζει αυτά τα ιόντα, σύμφωνα με το λόγο  $m/z$ . Η επιλογή του αναλυτή μαζών εξαρτάται από την ακρίβεια, την ευαισθησία, το εύρος ανάλυσης μαζών, το ρυθμό σάρωσης και από το όριο ανίχνευσης που απαιτείται για μια εφαρμογή. Κάθε αναλυτής έχει πολύ διαφορετικά χαρακτηριστικά λειτουργίας και ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένα πεδία αναλύσεων. Οι

αναλυτές μαζών περιγράφονται ως συνεχείς ή ως παλμικοί. Οι συνεχείς αναλυτές περιλαμβάνουν τετραπολικά φίλτρα και μαγνητικούς τομείς. Μεταδίδουν ένα μόνο επιλεγμένο  $m/z$  στον ανιχνευτή και το φάσμα μαζών προκύπτει από τη σάρωση του αναλυτή, έτσι ώστε να ανιχνεύονται διαφορετικοί λόγοι  $m/z$ . Υπάρχει η δυνατότητα σε αυτούς του αναλυτές να παρακολουθούν ένα συγκεκριμένο ιόν με καθορισμένο λόγο  $m/z$ . Αυτός ο τρόπος παρακολούθησης ονομάζεται *single ion monitoring* (SIM) και ενισχύει την ευαισθησία, ρυθμίζοντας το φασματόμετρο μαζών να παρακολουθεί το ιόν  $m/z$  που ενδιαφέρει για την ανάλυση. Με αυτό τον τρόπο λειτουργίας, χάνεται οποιαδήποτε πληροφορία σχετικά με τα άλλα ιόντα. Από την άλλη, με τους παλμικούς αναλυτές μαζών, το φάσμα μαζών κάθε φορά αντιστοιχεί σε ένα μόνο παλμό ιόντων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι αναλυτές χρόνου-πτήσης (TOF), τετραπολικής παγίδας ιόντων (QIT) και ο αναλυτής κυκλοτρονιακού συντονισμού ιόντων με μετασχηματισμό *fourier*, (FTICR). [36].

#### **4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ GC-MS ΣΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ**

Η φασματομετρία μαζών είναι η τεχνική που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ποικιλία εφαρμογών, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τη σύσταση των δειγμάτων, τη δομή ανόργανων, οργανικών και βιολογικών μορίων, την ποιοτική και ποσοτική σύσταση μιγμάτων και την ισοτοπική αναλογία τους. Ωστόσο, η χρησιμότητά της στην ανάλυση πολύπλοκων μιγμάτων περιορίζεται λόγω του μεγάλου πλήθους παραγόμενων θραυσμάτων. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν τεχνικές στις οποίες τα φασματόμετρα μαζών συζευγνύονται με συστήματα διαχωρισμού. Όταν δυο ή περισσότερες τεχνικές ή όργανα διαχωρισμού συνδέονται για τη δημιουργία ενός νέου και αποτελεσματικότερου οργάνου, τότε η προκύπτουσα τεχνική καλείται συζευγμένη τεχνική. Μια από τις σημαντικότερες είναι η σύζευξη της αεριοχρωματογραφίας με τη φασματομετρία μαζών (GC-MS), μια τεχνική που έχει αποτελέσει ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την ανάλυση πολύπλοκων οργανικών και βιοχημικών μιγμάτων (εικόνα 12).

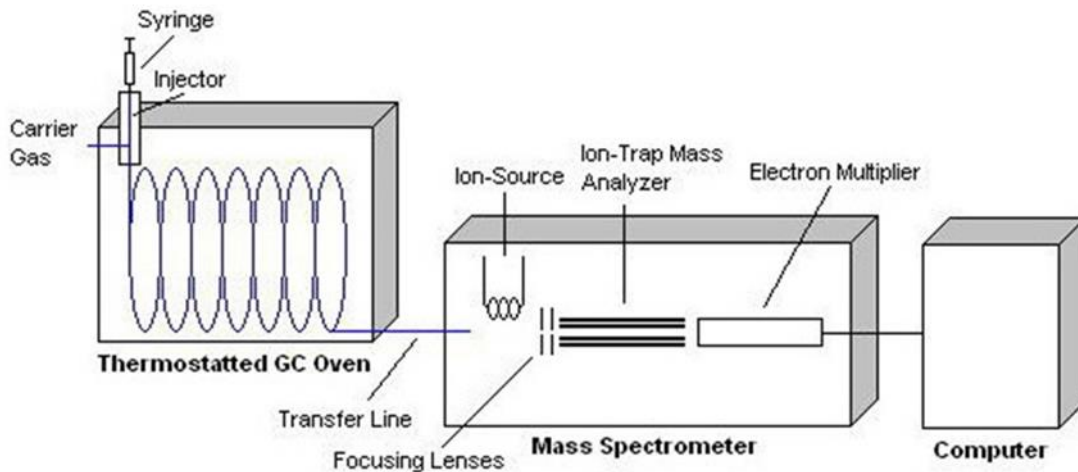


Figure 1 – Diagram of Gas Chromatograph with Mass Spectrometer attached

Εικόνα 12: Διάταξη GC-MS

Αρχικά το δείγμα εισάγεται στον αεριοχρωματογράφο, όπου το μίγμα εξαερώνεται. Τα συστατικά κινούνται μέσα στη στήλη και διαχωρίζονται. Οι διαχωριζόμενες ενώσεις στη συνέχεια εισέρχονται απευθείας στο φασματοόμετρο μαζών.

Δεδομένου ότι η GC-MS αποτελεί ένα εξαιρετικό εργαλείο για την ανάλυση συστατικών αιθερίων ελαίων, έγιναν πολλές προσπάθειες δημιουργίας βιβλιοθηκών συστατικών αιθερίων ελαίων από θερμοκρασιακά προγραμματισμένα πρότυπα χρωματογραφήματα, ώστε τα αποτελέσματα του ποιοτικού προσδιορισμού των συστατικών των αιθερίων ελαίων από διαφορετικά εργαστήρια να είναι συγκρίσιμα. Οι προσπάθειες αυτές όμως ήταν ανεπιτυχείς, καθώς όπως διαπιστώθηκε, το θερμοκρασιακό πρόγραμμα και το υλικό κατασκευής της στήλης του χρωματογράφου επηρέαζαν σημαντικά την επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων. Στην κατεύθυνση αυτή, όταν τα εργαστήρια άρχισαν να ακολουθούν ενιαία διαδικασία κατασκευής και πλήρωσης της στήλης, τα αποτελέσματα ήταν εξαιρετικά ως προς την αναπαραγωγικότητα και επαναληψιμότητα.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

#### 5.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας είναι ο ποιοτική ανάλυση και ο προσδιορισμός της ποσοστιαίας (%) σύστασης των δειγμάτων αιθέριων ελαίων λεβάντας και η αξιολόγησή τους με βάση τις προδιαγραφές που ορίζει η Ευρωπαϊκή Φαρμακοποιία.

#### 5.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

##### 5.2.1 Συσκευή GC-MS

Για τις ανάγκες της ανάλυσης των αιθέριων ελαίων χρησιμοποιήθηκε αεριοχρωματογράφος συζευγμένος με φασματοόμετρο μαζών (Gas chromatograph–mass spectrometer, GC-MS).

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε αεριοχρωματογράφο Hewlett-Packard 6890, συνδεδεμένο με σύστημα φασματομέτρου μαζών Hewlett-Packard 5973 που λειτουργεί με ιοντισμό με ηλεκτροψεκασμό (ESI) και με ενέργεια ιονισμού 70 eV. Ο αεριοχρωματογράφος είναι εξοπλισμένος με έναν split/ splitless εγχυτήρα με λόγο διαμερισμού 1/10 και μια τριχοειδή στήλη HP 5MS με μήκος 30 m, εσωτερική διάμετρο 0,25 mm και πάχος μεμβράνης 0,25 μm. Η θερμοκρασία στο θάλαμο εισαγωγής δείγματος ήταν 200 °C. Η αρχική θερμοκρασία της στήλης ήταν 60 °C σταθερή για 5 min και με αύξηση 3 °C/ min έφτασε στους 280°C. Το φέρον αέριο είναι He. Η ταυτοποίηση των πτητικών συστατικών επιτεύχθηκε με τη χρήση τη βιβλιοθήκης δεδομένων Wiley275, βιβλιογραφικών δεδομένων και με επιμέρους μελέτη των θραυσμάτων της φασματομετρίας μαζών.



### 5.2.2 Δείγματα αιθέριου ελαίου λεβάντας

Τα δείγματα αιθέριου ελαίου λεβάντας που αναλύθηκαν είναι τα εξής (πίνακας 1):

Πίνακας 1: Τα Δείγματα

A/A	ΟΝΟΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ
1	LEVAKER	ΕΤΑΙΡΙΑ ΝΑΡΔΟΣΤΑΧΥ
2	LEVAPIV	ΕΤΑΙΡΙΑ ΑΡΙΒΙΤΑ
3	LEVEN	ΕΤΑΙΡΙΑ KORRES
4	LEVKERIN	ΕΤΑΙΡΙΑ NEAL'S YARD REMEDIES
5	LEVKYT	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
6	LEVKAT	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
7	LEVKYM	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
8	LEVKAM	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
9	LEVAPSIM	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
10	LEVAPIX	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
11	LEVAPYM	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
12	LEVAM	ΓΡΕΒΕΝΑ (ΚΑΝΤΑΡΤΖΗΣ)
13	LEVKIR	ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ ΚΥΡΙΑΖΑΝΟΥ

### 5.2.3 Περαιτέρω πληροφορίες για την προέλευση ορισμένων δειγμάτων

**LEVKYT:** *Lavandula angustifolia* Yubileina που καλλιεργείται στην περιοχή Κιβωτού Γρεβενών και έχει αποσταχτεί στην Αναρράχη Κοζάνης.

**LEVKAT:** *Lavandula angustifolia* Hemus που καλλιεργείται στην περιοχή Αγίου Γεωργίου Γρεβενών και έχει αποσταχτεί στην Αναρράχη Κοζάνης.

**LEVKYM:** *Lavandula angustifolia* Yubileina που καλλιεργείται στην περιοχή Κιβωτού Γρεβενών και έχει αποσταχτεί στην Ξηρολίμνη Κοζάνης.

**LEVKAM:** *Lavandula angustifolia* Sevtopolis που καλλιεργείται στην περιοχή Αγίου Γεωργίου Γρεβενών και έχει αποσταχτεί στην Ξηρολίμνη Κοζάνης.

**LEVAPSIM:** *Lavandula angustifolia* Sevtopolis που καλλιεργείται στην περιοχή Κληματαλίου Γρεβενών και έχει αποσταχτεί στην Ξηρολίμνη Κοζάνης.

**LEVAPIX:** *Lavandula angustifolia* Hemus που καλλιεργείται στην περιοχή Αγίου Γεωργίου Γρεβενών και έχει αποσταχτεί στην Ξηρολίμνη Κοζάνης.

**LEVAPYM:** *Lavandula angustifolia* Yubileina που καλλιεργείται στην περιοχή Αγίου Γεωργίου Γρεβενών και έχει αποσταχτεί στην Ξηρολίμνη Κοζάνης.

**LEVAM:** Μίγμα των τριών παραπάνω ελαίων (LEVAPSIM, LEVAPIX, LEVAPYM).

#### 5.2.4 Πειραματική διαδικασία

- Τα προς ανάλυση δείγματα αραιώθηκαν με πεντάνιο. Χρησιμοποιήθηκε μια σταγόνα (0,05 mL) αιθέριου ελαίου αραιωμένη σε 3 mL πεντανίου.
- Στη συνέχεια έγινε εισαγωγή των δειγμάτων στη συσκευή GC-MS.
- Η ανάλυση κάθε δείγματος πραγματοποιήθηκε τρεις φορές.
- Οι μετρήσεις παρατίθενται μετά από επεξεργασία και λήψη του μέσου όρου των τιμών των τριών αναλύσεων κάθε δείγματος.

### 5.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΑΣ

Οι απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας για την σύσταση του αιθέριου ελαίου της *Lavandula angustifolia* Mill για φαρμακευτική χρήση, σε χαρακτηριστικές χημικές ενώσεις και σε περιεκτικότητες αυτών, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 2):

Πίνακας 2: Πίνακας ενώσεων και ποσοστών τους στο αιθέριο ελάιο της *Lavandula angustifolia* Mill. όπως ορίζονται στην Ευρωπαϊκή Φαρμακοποιία

ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
limonene	< 0,1
cineole <1,8->	< 2,5
camphor	< 1,2
octanone <3->	0,1 - 5,0
linalol	20,0 - 45,0
linalyl acetate	25,0 - 47,0
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0
lavandulyl acetate	> 0,2
lavandulol	> 0,1
terpineol <α->	< 2,0

## 5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 5.4.1 Ανάλυση του Δείγματος LEVAKER (1)

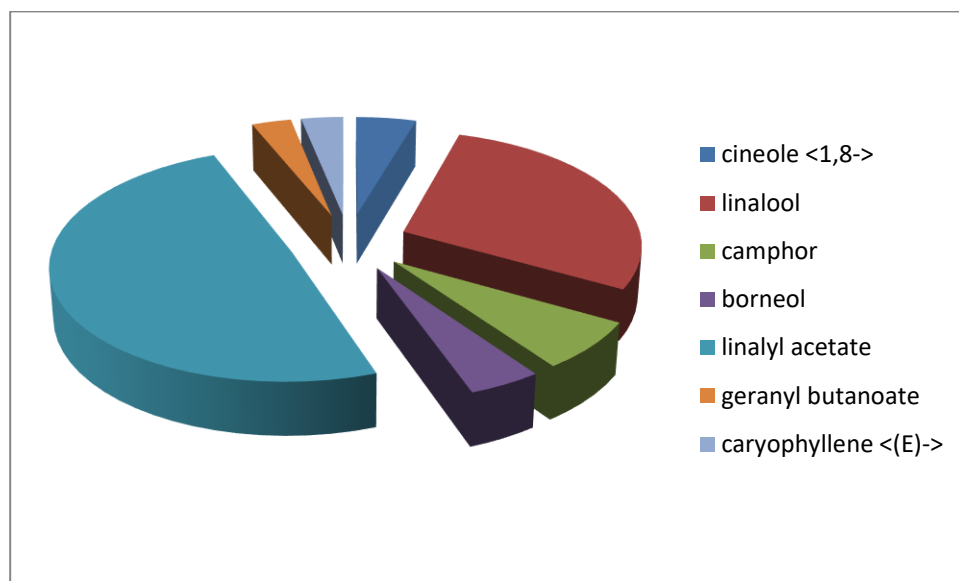
A. Ταυτοποιήθηκαν 31 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (42,05%) και η λιναλόλη (linalol) (24,43%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν η καμφορά (camphor) (5,88%), η 1,8 κινεόλη (cineole <1,8->) (3,9%) και η βορνεόλη (borneol) (3,76%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

Πίνακας 3: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,57	pinene <α->	0,28
2	8,25	camphene	0,32
3	9,21	sabinene	≈ 0,1
4	9,43	pinene <β->	≈ 0,1
5	9,81	octanone <3->	0,64
6	9,95	mycrene	0,76
7	11,03	hexyl acetate	0,74
8	11,83	limonene	1,04
9	11,97	cineole <1,8->	3,9
10	12,17	ocimene <(Z)-β->	1,71
11	12,67	ocimene <(E)-β->	1,68
12	13,87	linalool oxide	≈ 0,1
13	14,53	terpinolene <α->	0,29
14	15,67	linalol	24,43
15	16,33	octanol <3->	0,39
16	17,73	camphor	5,88
17	19,01	borneol	3,76
18	19,34	terpinen-4-ol	0,37
19	19,93	hexyl butanoate	0,61
20	20,15	terpineol <α->	1,66
21	23,01	linalyl acetate	42,05
22	24,35	geranyl butanoate	2,56
23	26,44	hexyl tiglate	0,24
24	27,76	lavandulyl acetate	0,58
25	28,66	geranyl acetate	1,08
26	30,4	caryophyllene <(E)->	2,73
27	30,97	pergamotene <α->	≈ 0,1
28	31,88	farnesene <(E)-β->	0,67
29	33,04	germacrene D	0,76
30	37,2	caryophyllene oxide	≈ 0,1
31	41,32	bisabolol <α->	0,37
ΟΛΙΚΟ			99,5

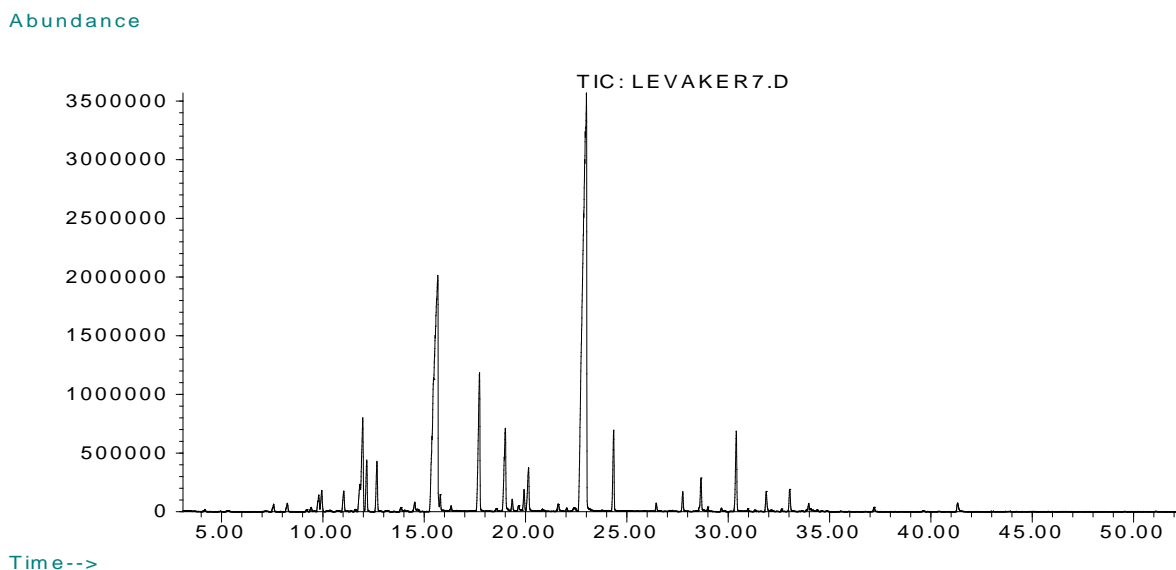
*Γ. Γράφημα 1: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών*



*Δ. Πίνακας 4: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας*

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	LEVAKER (%)
limonene	< 0,1	1,04
cineole <1,8->	< 2,5	3,9
camphor	< 1,2	5,88
octanone <3->	0,1- 5,0	0,64
linalol	20,0- 45,0	24,43
linalyl acetate	25,0 - 47,0	42,05
terpinen-4-ole	0,1 - 8,0	0,37
lavandulyl acetate	> 0,2	0,58
lavandulol	> 0,1	-
terpineol <α->	< 2,0	1,66

## E. Χρωματογράφημα 1



### 5.4.2 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPIV (2)

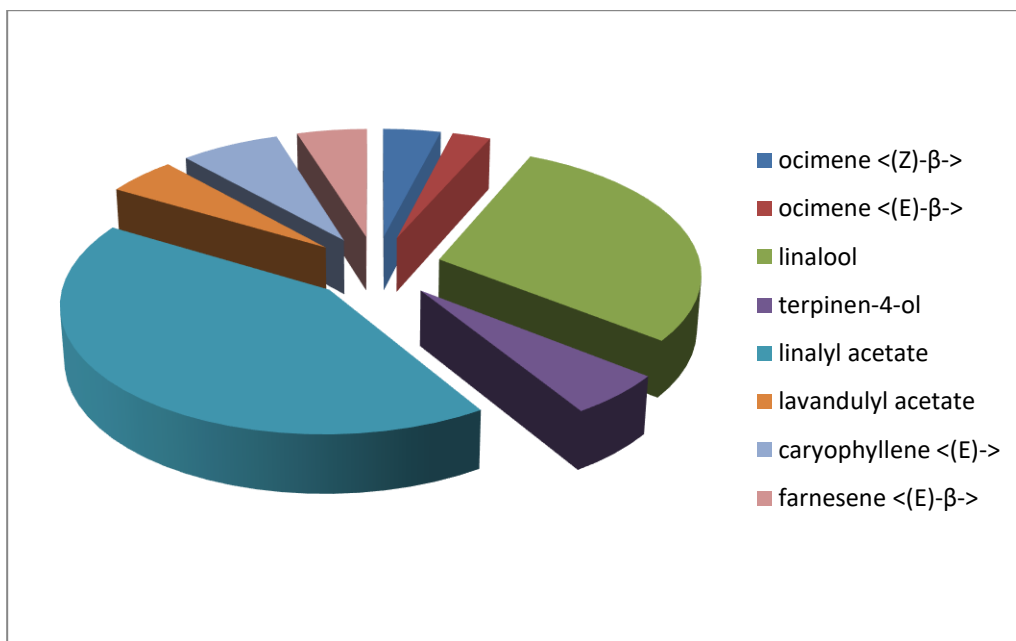
A. Ταυτοποιήθηκαν 34 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (33,93%) και η λιναλόλη (linalol) (23,2%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν το β-καρυοφυλλένιο (caryophyllene <(E)->) (5,5%), ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (3,88%), η τερπινεόλη-4 (terpinen-4-ol) (4,37%), το β-φαρνεσένιο (farnesene <(E)-β->) (3,88%) και το cis-οκιμένιο (ocimene <(Z)-β->) (3,19%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 5: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,27	thujene	≈ 0,1
2	7,58	pinene <α->	≈ 0,1
3	8,25	camphene	≈ 0,1
4	9,56	octen-3-ol	≈ 0,1
5	9,78	octanone <3->	0,97
6	9,94	mycrene	0,4
7	10,34	octanol <3->	≈ 0,1
8	10,8	carene <δ-3->	≈ 0,1
9	11,02	hexyl acetate	0,41
10	11,8	limonene	0,23
11	11,94	cineole <1,8->	0,66
12	12,15	ocimene <(Z)-β->	3,19
13	12,65	ocimene <(E)-β->	2,13
14	13,19	terpinene <γ->	0,16
15	13,84	linalool oxide <cis->	0,18
16	15,45	linalol	23,2
17	15,72	octen-1-ol	0,68
18	17,63	camphor	0,24
19	18,52	lavandulol	0,8
20	18,93	borneol	0,38
21	19,33	terpinen-4-ol	4,37
22	19,89	hexyl butanoate	0,35
23	20,07	terpineol <α->	1,04
24	22,77	linalyl acetate	33,93
25	24,3	lavandulyl acetate	3,88
26	27,74	geranyl butanoate	0,38
27	28,64	geranyl acetate	0,61
28	30,37	caryophyllene <(E)->	5,5
29	30,96	pergamotene <α->	0,17
30	31,87	farnesene <(E)-β->	3,88
31	33,03	germacrene D	0,87
32	34,18	bisabolene <β->	≈ 0,1
33	34,83	sesquiphellandrene <β->	≈ 0,1
34	37,19	caryophyllene oxide	0,74
ΟΛΙΚΟ			89,35

Γ. Γράφημα 2: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών

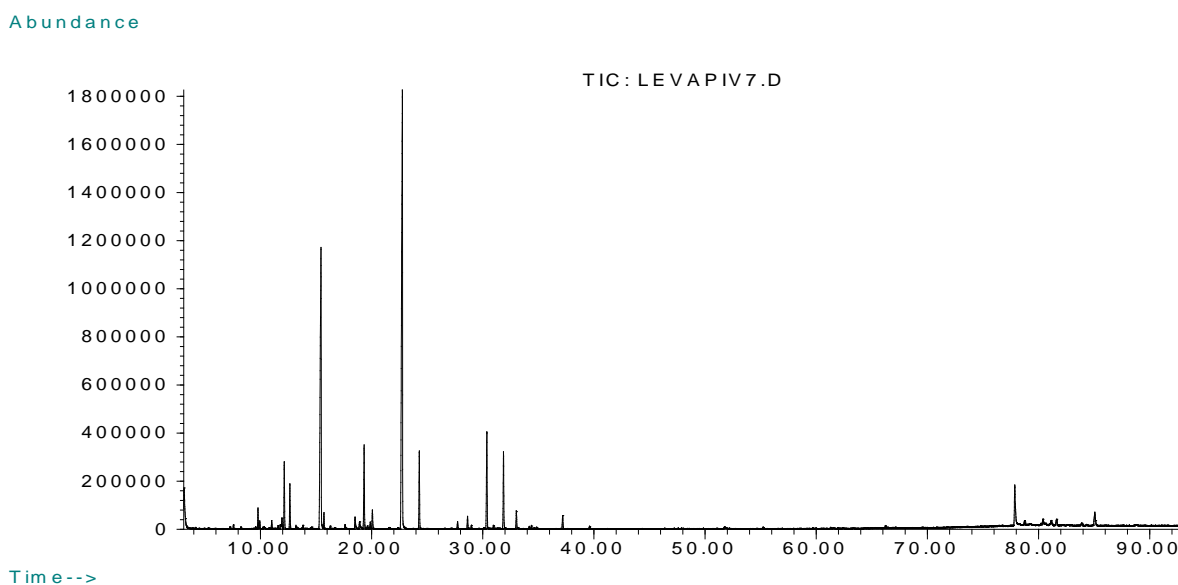


Δ. Πίνακας 6: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΒΑΡΙV (%)
limonene	< 0,1	0,23
cineole <1,8->	< 2,5	0,66
camphor	< 1,2	0,24
octanone <3->	0,1 - 5,0	0,97
linalol	20,0 - 45,0	23,2
linalyl acetate	25,0 - 47,0	33,93
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	4,37
lavandulyl acetate	> 0,2	3,88
lavandulol	> 0,1	0,8
terpineol <α->	< 2,0	1,04



## Ε. Χρωματογράφημα 2



### 5.4.3 Ανάλυση του Δείγματος LEVEN (3)

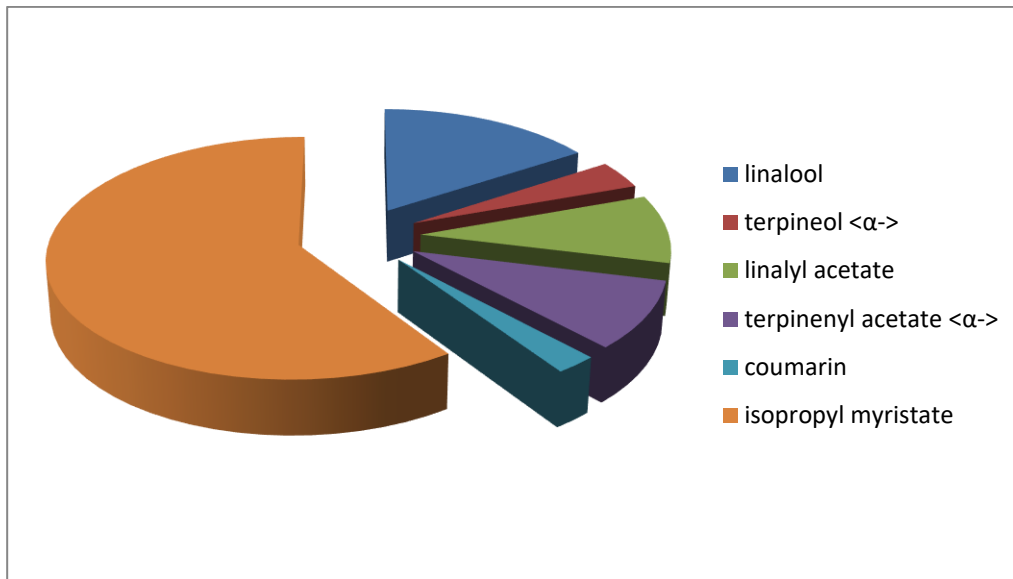
Α. Ταυτοποιήθηκαν 37 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο μυριστικός ισοπροπυλεστέρας (isopropyl myristate) (48,99%) και η λιναλόλη (linalol) (13,02%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (7,59%), α-οξικός τερπινυλεστέρας (terpinenyl acetate <α->) (7,56%), η α-τερπινεόλη (terpineol <α->) (3,09%) και η κουμαρίνη (coumarin) (2,01%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 7: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,58	pinene <α->	≈0,05
2	8,25	camphene	≈0,05
3	9,43	pinene <β->	≈0,05
4	9,95	mycrene	≈0,05
5	11,81	limonene	0,13
6	11,96	cineole <1,8->	0,7
7	12,16	ocimene <(Z)-β->	0,09
8	12,57	1-propanol	0,12
9	14,03	dihydromucronol	1,25
10	15,62	linalol	13,02
11	15,78	thujone <trans->	0,11
12	17,13	terpinen-1-ol	0,08
13	17,68	camphor	1,12
14	17,85	terpineol <β->	0,29
15	18,5	bicyclo	0,33
16	18,76	terpineol <trans-β->	0,15
17	18,97	borneol	0,78
18	19,35	terpinene-4-ol	0,39
19	20,19	terpineol <α->	3,09
20	20,37	terpineol <γ->	1
21	21,57	nerol	0,98
22	22,82	linalyl acetate	7,59
23	22,9	geraniol	1,27
24	24,24	carene	0,3
25	25,66	sabinene	≈0,05
26	27,31	terpinenyl acetate <α->	7,56
27	27,76	neryl acetate	0,06
28	28,66	geranyl acetate	0,6
29	30,37	caryophyllene <(E)->	0,43
30	30,55	nopyl acetate	1,25
31	31,32	coumarin	2,01
32	31,87	caryophyllene <(E)->	0,19
33	33,03	germacrene D	≈0,05
34	34,21	bisabolene <β->	≈0,05
35	35,03	hydroxyl citronellal	0,36
36	44,19	acetylcedrene	1,29
37	48,3	isopropyl tetradecanoate	48,99
ΟΛΙΚΟ			95,53

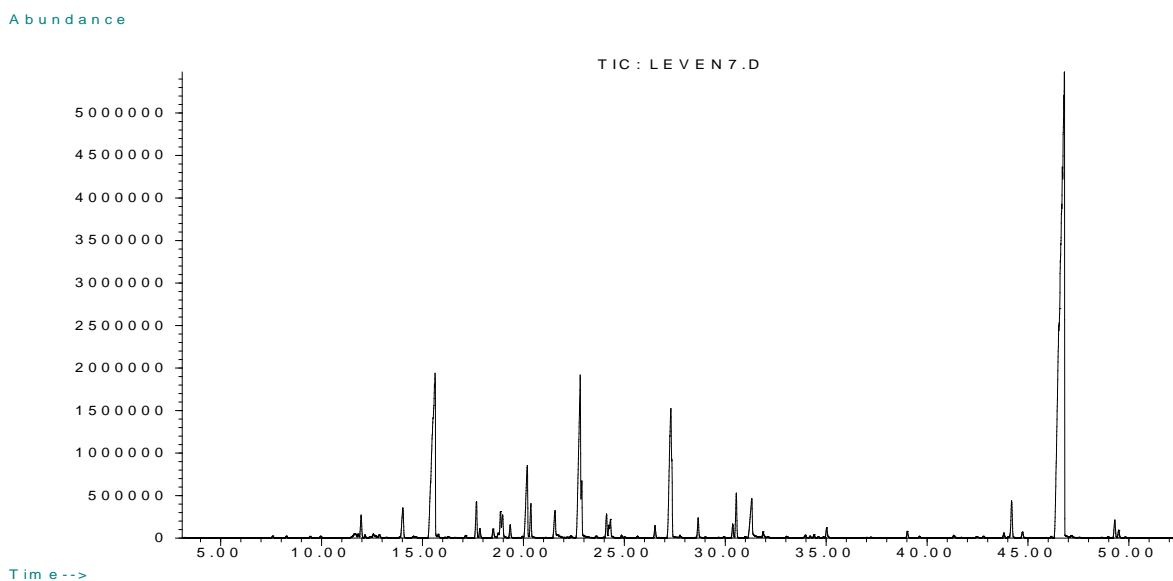
Γ. Γράφημα 3: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



Δ. Πίνακας 8: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	LEVEN (%)
limonene	< 0,1	0,13
cineole <1,8->	< 2,5	0,7
camphor	< 1,2	1,12
octanone <3->	0,1 - 5,0	-
linalol	20,0 - 45,0	13,02
linalyl acetate	25,0 - 47,0	7,59
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	0,39
lavandulyl acetate	> 0,2	-
lavandulol	> 0,1	-
terpineol $\alpha$ -	< 2,0	-

### E. Χρωματογράφημα 3



#### 5.4.4 Ανάλυση του Δείγματος LEVKERIN (4)

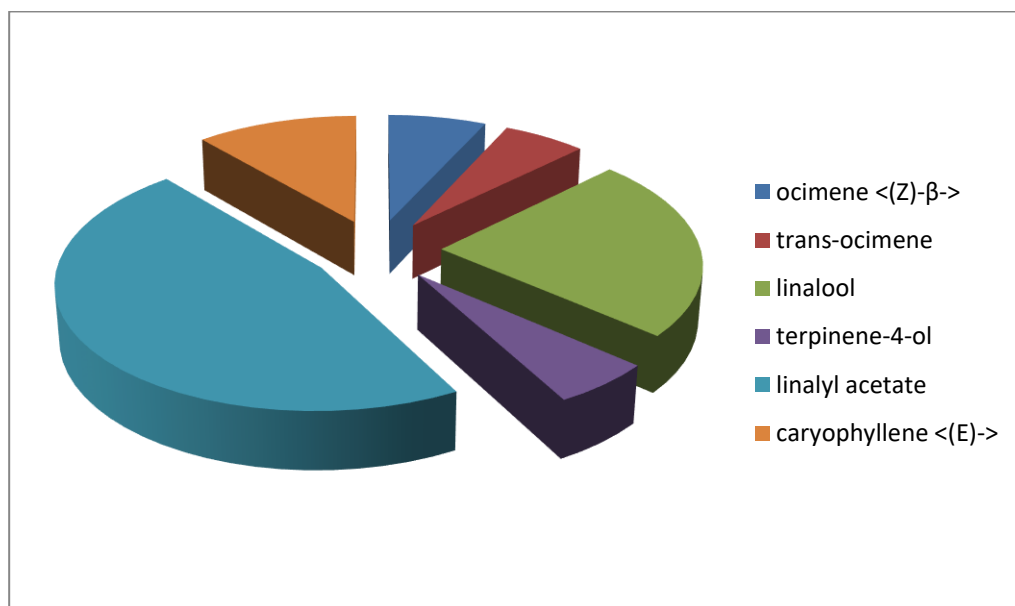
A. Ταυτοποιήθηκαν 31 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (40,44%) και η λιναλόλη (linalol) (20,51%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν το β-καρυοφυλλένιο (caryophyllene <E>->) (9,81%), το cis-οκιμένιο (ocimene <Z>-β->) (5,95%), το trans-οκιμένιο (ocimene <E>-β->) (5,07%) και η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (4,92%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 9: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,33	thujene	≈ 0,2
2	7,7	pinene <α->	≈ 0,2
3	8,39	camphene	≈ 0,2
4	9,36	sabinene	≈ 0,2
5	9,69	octen-3-ol	≈ 0,2
6	10,12	mycrene	1,99
7	10,98	carene <δ-3->	≈ 0,2
8	12,11	cineole <1,8->	≈ 0,2
9	12,59	ocimene <(Z)-β->	5,95
10	13,14	ocimene <(E)-β->	5,07
11	13,47	terpinene <γ->	≈ 0,2
12	14,06	linalool oxide	≈ 0,2
13	14,76	terpinolene	≈ 0,2
14	16,61	linalol	20,51
15	18,07	camphor	≈ 0,2
16	18,87	lavandulol	≈ 0,2
17	19,31	borneol	≈ 0,2
18	19,76	terpinene-4-ol	4,92
19	23,36	linalyl acetate	40,44
20	25	lavandulyl acetate	2,98
21	28,07	neryl acetate	0,75
22	29,05	geranyl acetate	1,36
23	30,98	caryophyllene <(E)->	9,81
24	31,29	pergamotene <α->	0,51
25	31,52	coumarin	≈ 0,2
26	31,72	aromadendrene	≈ 0,2
27	32,25	farnesene <(E)-β->	2,89
28	33,38	germacrene D	1,32
29	34,39	bisabolene <β->	≈ 0,2
30	34,61	amorphene <α->	≈ 0,2
31	37,5	caryophyllene oxide	1,5
ΟΛΙΚΟ			100

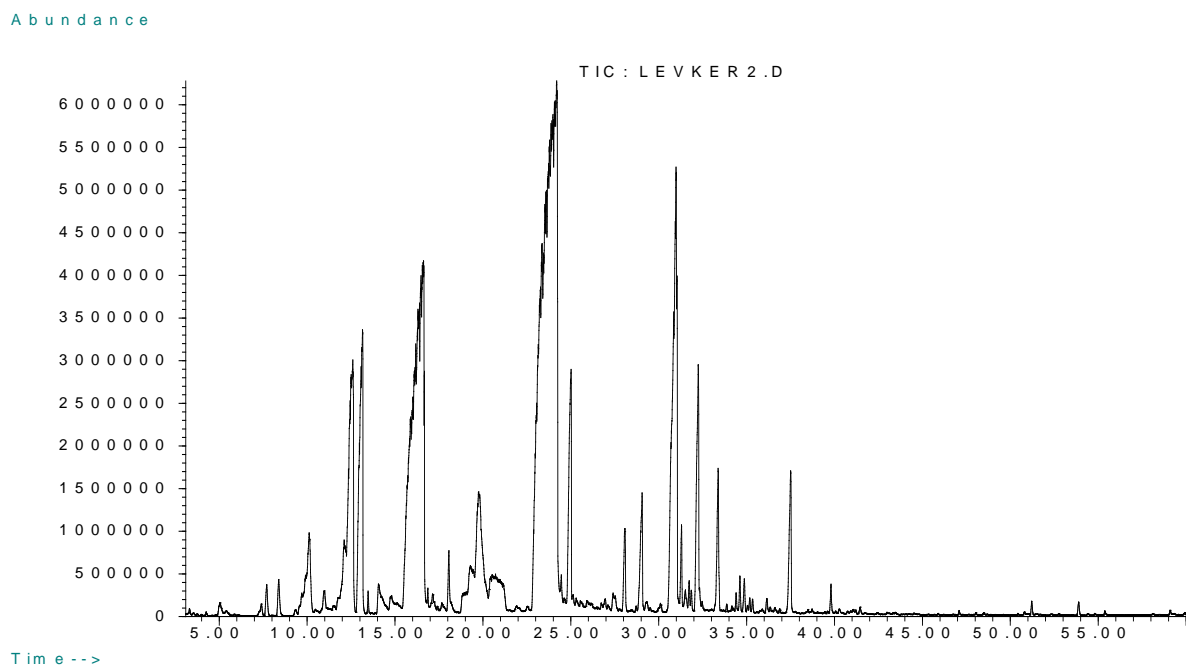
*Γ. Γράφημα 4: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών*



*Δ. Πίνακας 10: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας*

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΥΚΕΡΙΝ (%)
limonene	< 0,1	-
cineole <1,8->	< 2,5	≈ 0,2
camphor	< 1,2	≈ 0,2
octanone <3->	0,1 - 5,0	
linalol	20,0 - 45,0	20,51
linalyl acetate	25,0 - 47,0	40,44
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	4,92
lavandulyl acetate	> 0,2	2,98
lavandulol	> 0,1	≈ 0,2
terpineol <α->	< 2,0	-

## Ε. Χρωματογράφημα 4



### 5.4.5 Ανάλυση του Δείγματος LEVKYT (5)

Α. Ταυτοποιήθηκαν 28 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (33,23%) και η λιναλόλη (linalol) (26,15%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν το *cis*-οκιμένιο (ocimene <(Z)-β->) (8,18%), η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (7,49%), το β-καρυοφυλλένιο (caryophyllene <(E)->) (5,12%), ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (4,74%) και το *trans*-οκιμένιο (ocimene <(E)-β->) (3,95%).

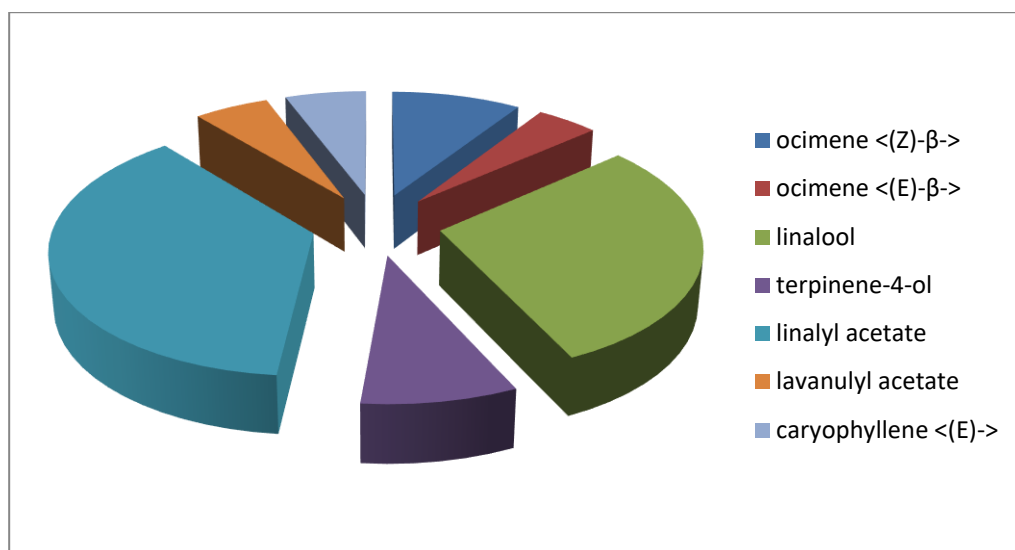
## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 11: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,37	thujene	≈ 0,2
2	7,69	pinene <α->	0,55
3	8,36	camphene	≈ 0,2
4	9,32	sabinene	≈ 0,2
5	9,69	octen-3-ol	≈ 0,2
6	9,91	octanone <3->	2,85
7	10,96	carene <δ-3->	≈ 0,2
8	11,17	hexyl acetate	≈ 0,2
9	11,98	limonene	≈ 0,2
10	12,11	cineole <1,8->	≈ 0,2
11	12,53	ocimene <(Z)-β->	8,18
12	12,99	ocimene <(E)-β->	3,95
13	13,41	terpinene <γ->	0,36
14	14,69	terpinolene	≈ 0,2
15	15,49	linalol	26,15
16	17,95	camphor	0,53
17	19	lavandulol	≈ 0,2
18	19,86	terpinene-4-ol	7,49
19	20,17	hexyl butyrate	0,61
20	20,42	terpineol <α->	1,13
21	23,00	linalyl acetate	33,23
22	24,76	lavandulyl acetate	4,74
23	27,94	neryl acetate	0,47
24	28,86	geranyl acetate	0,72
25	30,67	caryophyllene <(E)->	5,12
26	32,16	farnesene <(E)-β->	3,4
27	33,24	germacrene D	0,54
28	37,36	caryophyllene oxide	≈ 0,2
ΟΛΙΚΟ			100,02



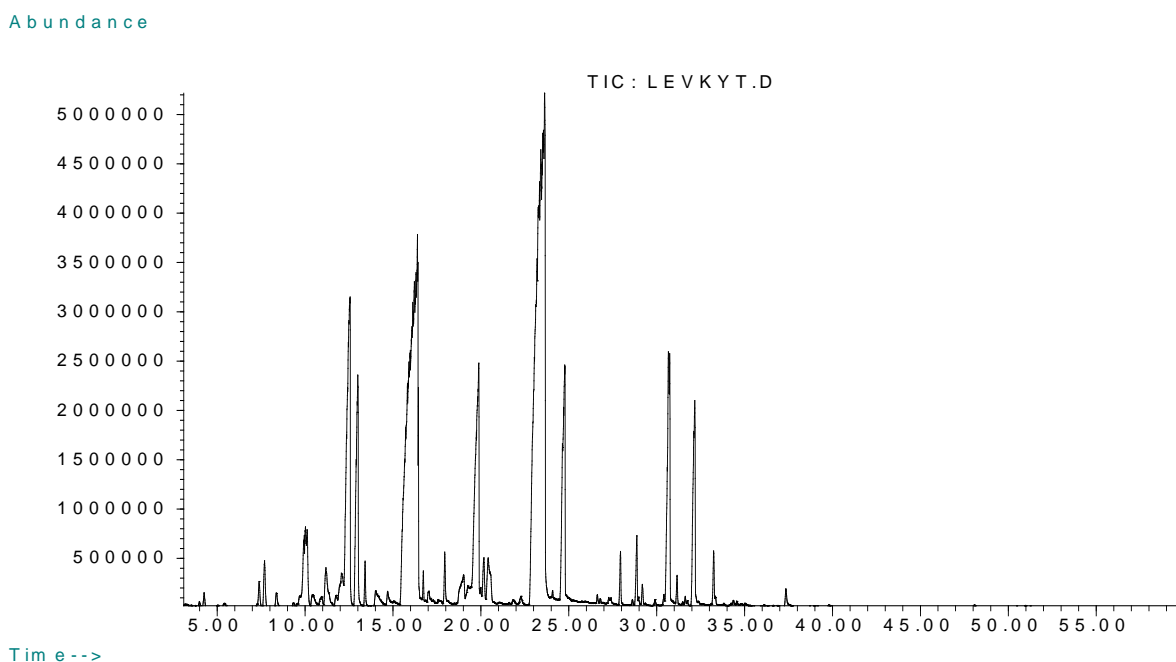
Γ. Γράφημα 5: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



Δ. Πίνακας 12: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΝΚΥΤ (%)
limonene	< 0,1	≈ 0,2
cineole <1,8->	< 2,5	≈ 0,2
camphor	< 1,2	0,53
octanone <3->	0,1 - 5,0	2,85
linalol	20,0 - 45,0	26,15
linalyl acetate	25,0 - 47,0	33,23
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	7,49
lavandulyl acetate	> 0,2	4,74
lavandulol	> 0,1	≈ 0,2
terpineol <α->	< 2,0	-

## Ε. Χρωματογράφημα 5



### 5.4.6 Ανάλυση του Δείγματος LEVKAT (6)

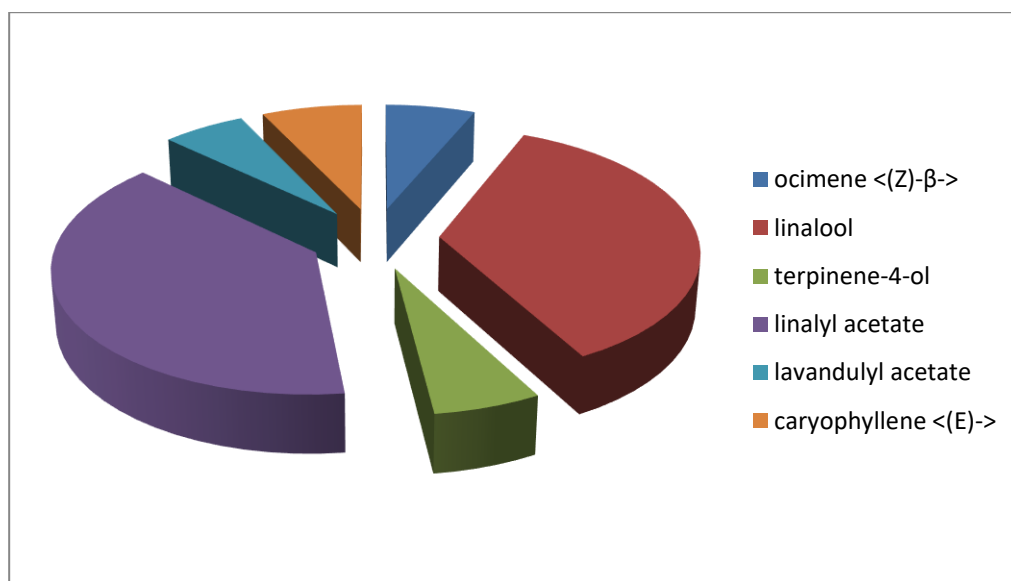
Α. Ταυτοποιήθηκαν 27 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (32,2%) και η λιναλόλη (linalol) (29,57%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν το β-καρυοφυλλένιο (caryophyllene <(E)->) (5,88%), το cis-οκιμένιο (ocimene <(Z)-β->) (5,24%), η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (4,88%) και ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (4,85%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 13: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,43	thujene	≈ 0,2
2	7,71	pinene <α->	≈ 0,2
3	8,41	camphene	≈ 0,2
4	9,37	sabinene	≈ 0,2
5	9,78	octen-3-ol	≈ 0,2
6	11,97	limonene	≈ 0,2
7	10,11	octanone <3->	3,65
8	11,25	hexyl acetate	1,3
9	12,2	cineole <1,8->	≈ 0,2
10	12,52	ocimene <(Z)-β->	5,24
11	13	ocimene <(E)-β->	3,35
12	13,43	terpinene <γ->	≈ 0,2
13	14,03	linalool oxide	≈ 0,2
14	14,71	terpinolene	≈ 0,2
15	15,61	linalol	29,57
16	18,03	camphor	0,58
17	19	lavandulol	≈ 0,2
18	19,88	terpinene-4-ol	4,88
19	20,21	hexyl butyrate	0,76
20	20,47	terpineol <α->	≈ 0,2
21	22,87	linalyl acetate	32,2
22	24,82	lavandulyl acetate	4,85
23	27,97	neryl acetate	0,46
24	28,89	geranyl acetate	0,78
25	30,72	caryophyllene <(E)->	5,88
26	32,21	farnesene <(E)-β->	4,05
27	33,28	germacrene D	0,74
ΟΛΙΚΟ			98,29

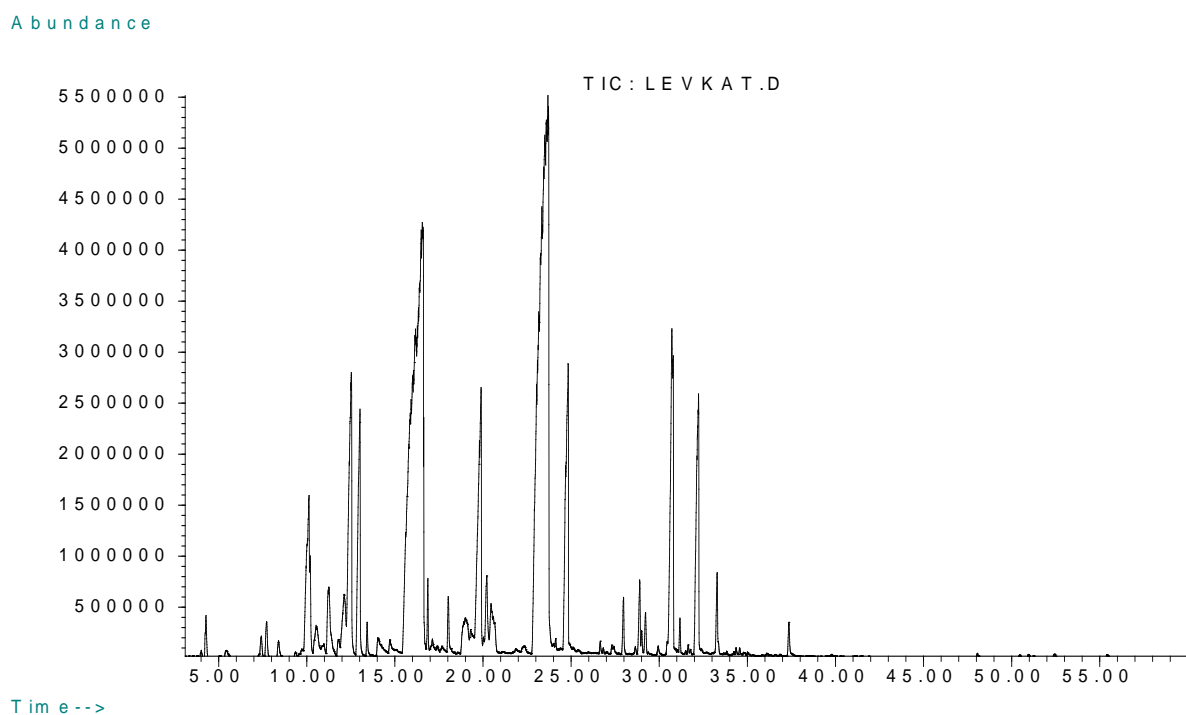
Γ. Γράφημα 6: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



Δ. Πίνακας 14: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΝΚΑΤ (%)
limonene	< 0,1	≈ 0,2
cineole <1,8->	< 2,5	1,3
camphor	< 1,2	-
octanone <3->	0,1 - 5,0	3,65
linalol	20,0 - 45,0	29,57
linalyl acetate	25,0 - 47,0	32,2
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	4,88
lavandulyl acetate	> 0,2	4,85
lavandulol	> 0,1	≈ 0,2
terpineol <α->	< 2,0	≈ 0,2

## E. Χρωματογράφημα 6



### 5.4.7 Ανάλυση του Δείγματος LEVKYM (7)

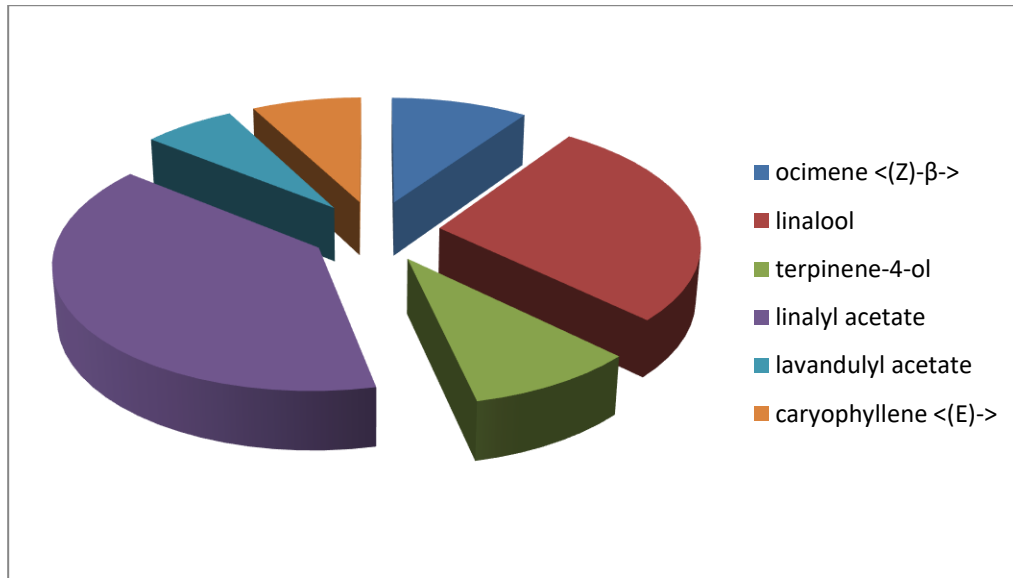
A. Ταυτοποιήθηκαν 26 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (34,98%) και η λιναλόλη (linalol) (24,58%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν το *cis*-οκιμένιο (ocimene <(Z)-β->) (8,62%), η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (8,3%), το β-καρυοφυλλένιο (caryophyllene <(E)->) (6,91%), και ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (5,82%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 15: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,42	thujene	≈ 0,2
2	7,71	pinene <α->	≈ 0,2
3	8,39	camphene	≈ 0,2
4	9,39	sabinene	≈ 0,2
5	9,74	octen-3-ol	≈ 0,2
6	10,11	mycrene	≈ 0,2
7	12,07	limonene	≈ 0,2
8	12,15	cineole <1,8->	≈ 0,2
9	12,68	ocimene <(Z)-β->	8,62
10	13,11	ocimene <(E)-β->	3,15
11	13,48	terpinene <γ->	≈ 0,2
12	14,7	terpinolene	≈ 0,2
13	16,6	linalol	24,58
14	18,01	camphor	≈ 0,2
15	19,3	lavandulol	≈ 0,2
16	20,15	terpinene-4-ol	8,3
17	20,54	terpineol <α->	≈ 0,2
18	23,99	linalyl acetate	34,98
19	25,02	lavandulyl acetate	5,82
20	28,03	neryl acetate	≈ 0,2
21	28,96	geranyl acetate	0,75
22	30,86	caryophyllene <(E)->	6,91
23	32,32	farnesene <(E)-β->	4,74
24	33,34	germacrene D	0,66
25	34,4	bisabolene <β->	≈ 0,2
26	37,42	caryophyllene oxide	0,69
ΟΛΙΚΟ			99,2

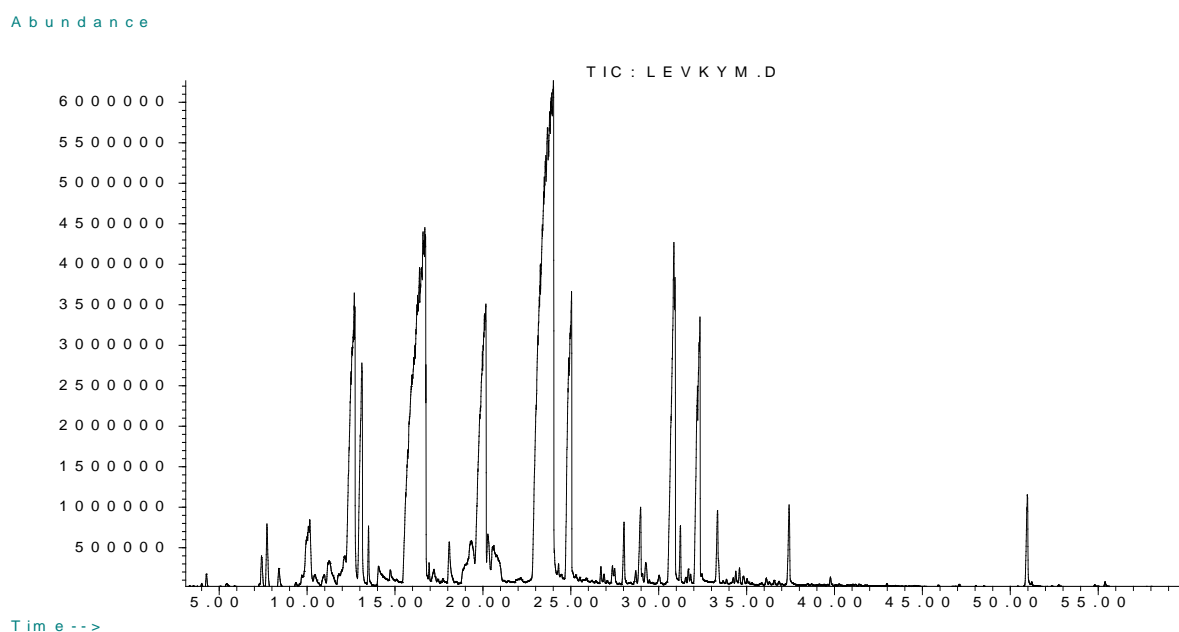
Γ. Γράφημα 7: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



Δ. Πίνακας 16: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΝΚΥΜ (%)
limonene	< 0,1	≈ 0,2
cineole <1,8->	< 2,5	≈ 0,2
camphor	< 1,2	≈ 0,2
octanone <3->	0,1 - 5,0	-
linalol	20,0 - 45,0	24,58
linalyl acetate	25,0 - 47,0	34,98
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	8,3
lavandulyl acetate	> 0,2	5,82
lavandulol	> 0,1	≈ 0,2
terpineol <α->	< 2,0	≈ 0,2

## Ε. Χρωματογράφημα 7



### 5.4.8 Ανάλυση του Δείγματος LEVKAM (8)

Α. Ταυτοποιήθηκαν 24 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (32,25%) και η λιναλόλη (linalol) (23,74%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν η τερπινεόλη-4 (terpineol-4) (9,81%), το cis-οκιμένιο (cis-ocimene) (8,82%), το β-καρυοφυλλένιο (beta-caryophyllene) (8,09%), και ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (5,33%).

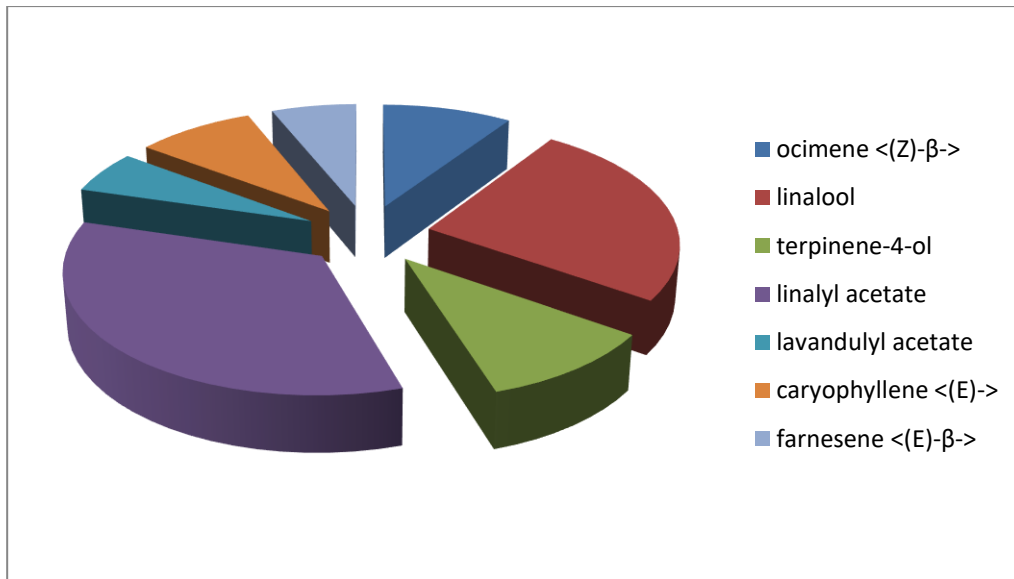


## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 17: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,42	thujene	≈ 0,2
2	7,74	pinene <α->	0,5
3	8,42	camphene	≈ 0,2
4	9,39	sabinene	≈ 0,2
5	9,7	octen-3-ol	≈ 0,2
6	10,18	mycrene	≈ 0,2
7	12,91	ocimene <(Z)-β->	8,82
8	13,28	ocimene <(E)-β->	2,68
9	13,61	terpinene <γ->	≈ 0,2
10	16,53	linalol	23,74
11	18,45	camphor	≈ 0,2
12	20,55	terpinene-4-ol	9,81
13	20,89	terpineol <α->	≈ 0,2
14	24,15	linalyl acetate	32,25
15	25,42	lavandulyl acetate	5,33
16	26,87	hexyl tiglate	≈ 0,2
17	28,13	neryl acetate	0,36
18	29,03	geranyl acetate	0,4
19	31,07	caryophyllene <(E)->	8,09
20	32,48	farnesene <(E)-β->	5,78
21	33,44	germacrene D	0,76
22	34,25	farnesene <α->	≈ 0,2
23	34,39	bisabolene <β->	≈ 0,2
24	37,48	caryophyllene oxide	1,05
ΟΛΙΚΟ			99,57

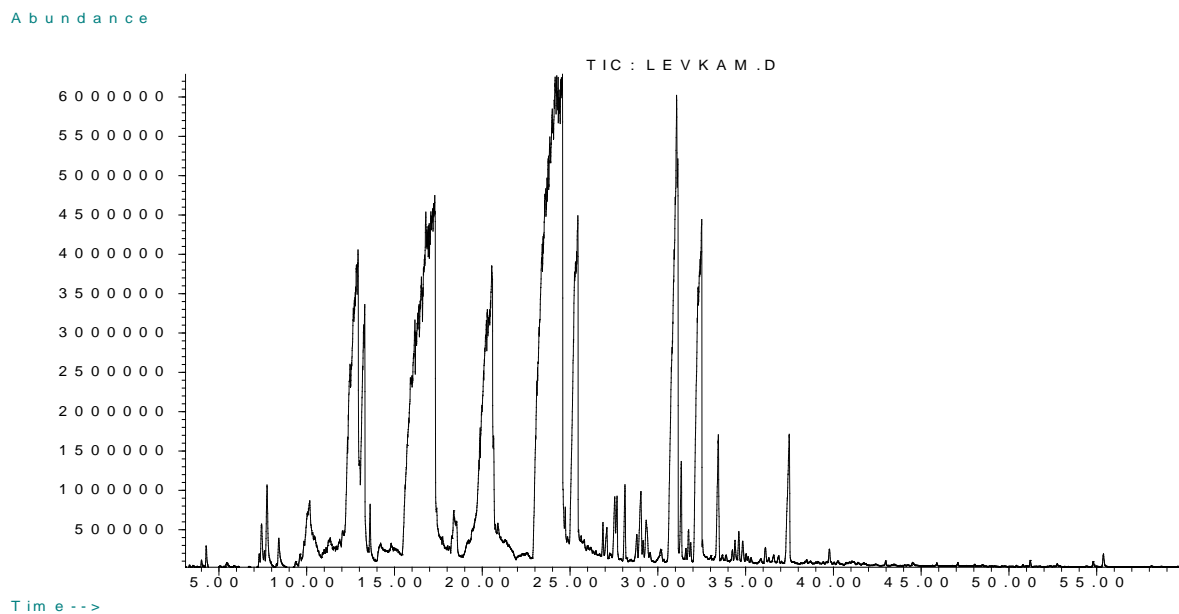
Γ. Γράφημα 8: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



Δ. Πίνακας 18: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΝΚΑΜ (%)
limonene	< 0,1	-
cineole <1,8->	< 2,5	-
camphor	< 1,2	≈ 0,2
octanone <3->	0,1 - 5,0	-
linalol	20,0 - 45,0	23,74
linalyl acetate	25,0 - 47,0	32,25
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	<b>9,81</b>
lavandulyl acetate	> 0,2	5,33
lavandulol	> 0,1	-
terpineol <α->	< 2,0	≈ 0,2

## Ε. Χρωματογράφημα 8



### 5.4.9 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPSIM (9)

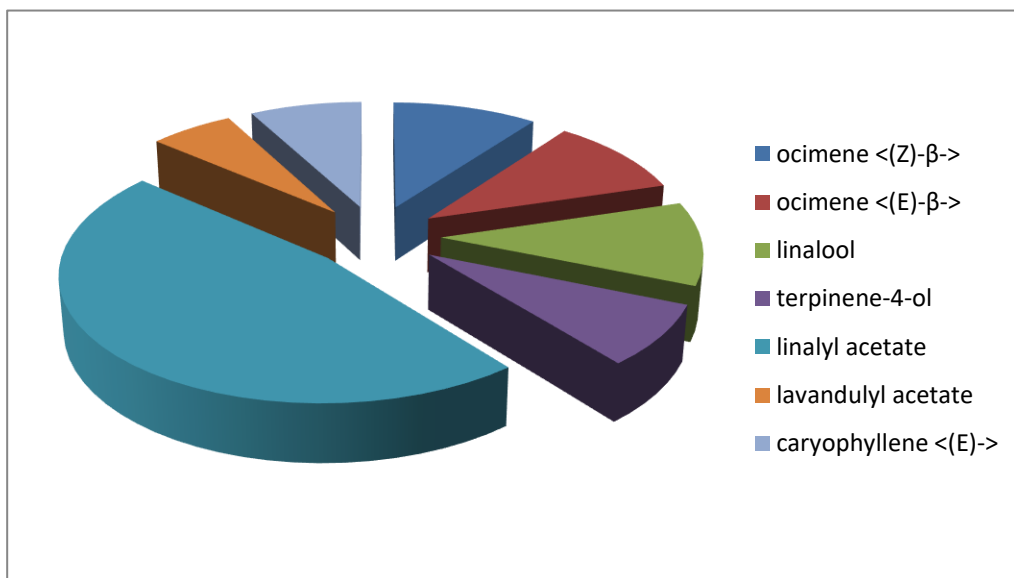
Α. Ταυτοποιήθηκαν 33 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (36,67%) και η λιναλόλη (linalol) (8,39%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν το *cis*-οκιμένιο (ocimene <Z>-β-) (7,93%), το *trans*-οκιμένιο (ocimene <E>-β-) (7,93%) και η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (6,2%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 19: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,27	thujene <α->	0,19
2	7,57	pinene <α->	0,39
3	8,24	camphene	0,15
4	9,59	1-octen-3-ol	0,29
5	9,79	octanone <3->	0,37
6	9,94	mycrene	0,34
7	10,72	octanol <3->	≈ 0,1
8	10,79	carene <δ-3->	≈ 0,1
9	11,21	terpinene <α->	≈ 0,1
10	11,81	limonene	0,16
11	11,95	cineole <1,8->	0,49
12	12,22	ocimene <(Z)-β->	7,93
13	12,68	ocimene <(E)-β->	7,93
14	13,21	terpinene <γ->	0,22
15	13,86	cis-sabinenehydrate	0,4
16	14,67	linalol oxide	0,17
17	15,66	linalol	8,39
18	15,81	1-octen3-yl acetate	0,92
19	17,65	camphor	0,34
20	18,56	lavandulol	0,68
21	18,96	borneol	0,44
22	19,45	terpinene-4-ol	6,2
23	19,91	hexyl butyrate	0,3
24	20,11	terpineol <α->	0,39
25	22,9	linalyl acetate	36,67
26	24,39	lavandulyl acetate	4,61
27	27,76	neryl acetate	0,16
28	28,66	geranyl acetate	0,22
29	30,44	caryophyllene <(E)->	6,12
30	30,98	bergamotene <α->	0,23
31	31,93	farnesene <(E)-β->	3,89
32	33,05	germacrene D	0,32
33	37,2	caryophyllene oxide	0,62
ΟΛΙΚΟ			89,53

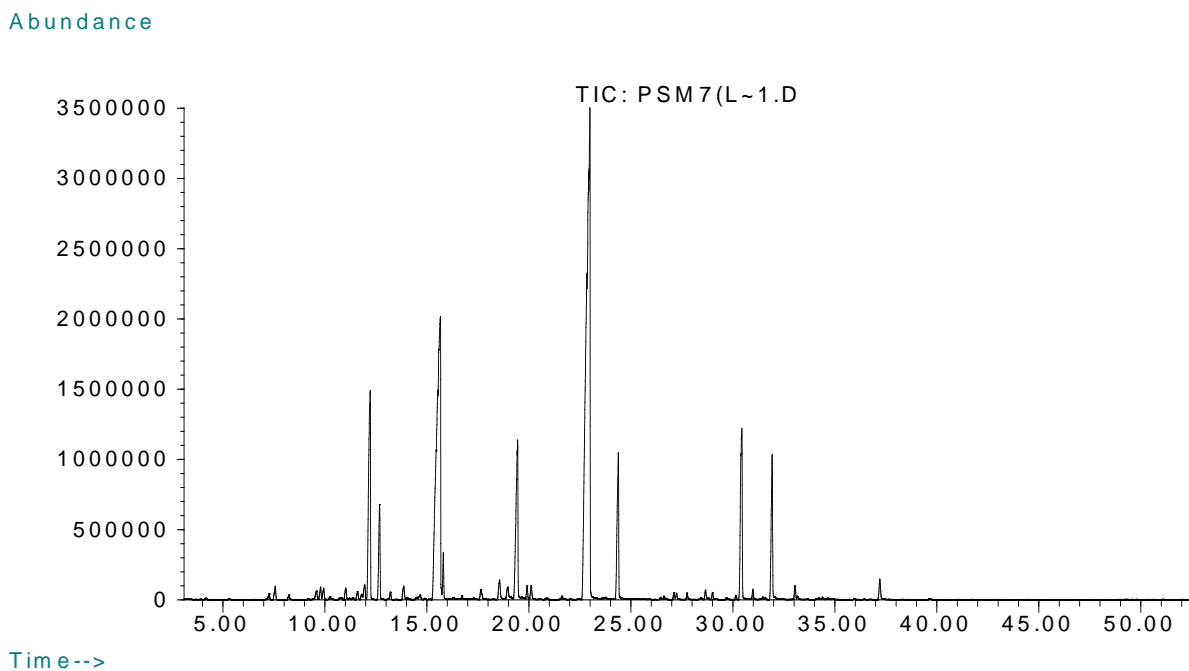
Γ. Γράφημα 9: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



Δ. Πίνακας 20: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	LEVKAPSIM (%)
limonene	< 0,1	0,16
cineole <1,8->	< 2,5	0,49
camphor	< 1,2	0,34
octanone <3->	0,1 - 5,0	0,37
linalol	20,0 - 45,0	8,39
linalyl acetate	25,0 - 47,0	36,67
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	6,2
lavandulyl acetate	> 0,2	4,61
lavandulol	> 0,1	0,68
terpineol <α->	< 2,0	0,39

## Ε. Χρωματογράφημα 9



### 5.4.10 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPIX (10)

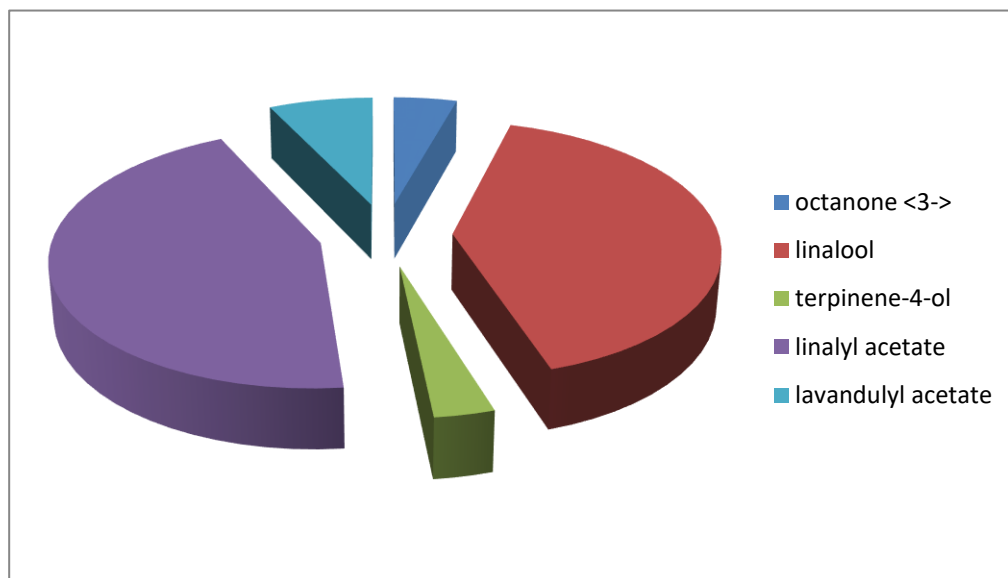
Α. Ταυτοποιήθηκαν 25 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (35,46%) και η λιναλόλη (linalol) (32,52%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (5,71%), η 3-οκτανόνη (octanone <3->) (3,47%) και η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (2,55%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 21: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,38	thujene <α->	≈ 0,2
2	7,68	pinene <α->	≈ 0,2
3	8,35	camphene	≈ 0,2
4	9,33	sabinene	≈ 0,2
5	9,64	octen-3-ol	≈ 0,2
6	10,01	octanone <3->	3,47
7	10,1	mycrene	≈ 0,2
8	10,52	octanol <3->	≈ 0,2
9	11,2	hexyl acetate	1,52
10	11,96	limonene	≈ 0,2
11	12,09	cineole <1,8->	1,17
12	14,9	linalol oxide	≈ 0,2
13	16	linalol	32,52
14	17,9	camphor	≈ 0,2
15	18,85	lavandulol	≈ 0,2
16	19,22	borneol	≈ 0,2
17	19,65	terpinene-4-ol	2,55
18	20,13	hexyl butyrate	1,16
19	20,35	terpineol <α->	≈ 0,2
20	23,44	linalyl acetate	35,46
21	24,67	lavandulyl acetate	5,71
22	27,94	neryl acetate	≈ 0,2
23	30,56	caryophyllene <(E)->	1,91
24	32,09	farnesene <(E)-β->	2,33
25	37,55	caryophyllene oxide	≈ 0,2
ΟΛΙΚΟ			87,8

Γ. Γράφημα 10: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



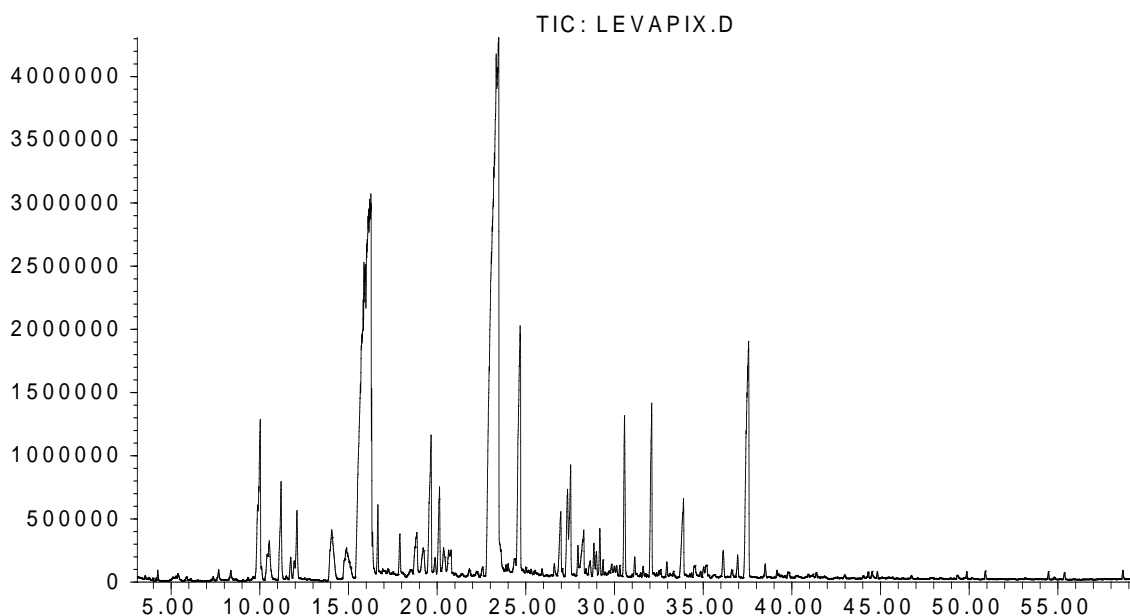
Δ. Πίνακας 22: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΒΑΡΙΧ (%)
limonene	< 0,1	≈ 0,2
cineole <1,8->	< 2,5	1,17
camphor	< 1,2	≈ 0,2
octanone <3->	0,1 - 5,0	3,47
linalol	20,0 - 45,0	32,52
linalyl acetate	25,0 - 47,0	35,46
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	2,55
lavandulyl acetate	> 0,2	5,71
lavandulol	> 0,1	≈ 0,2
terpineol <α->	< 2,0	≈ 0,2



## E. Χρωματογράφημα 10

Abundance



### 5.4.11 Ανάλυση του Δείγματος LEVAPYM (11)

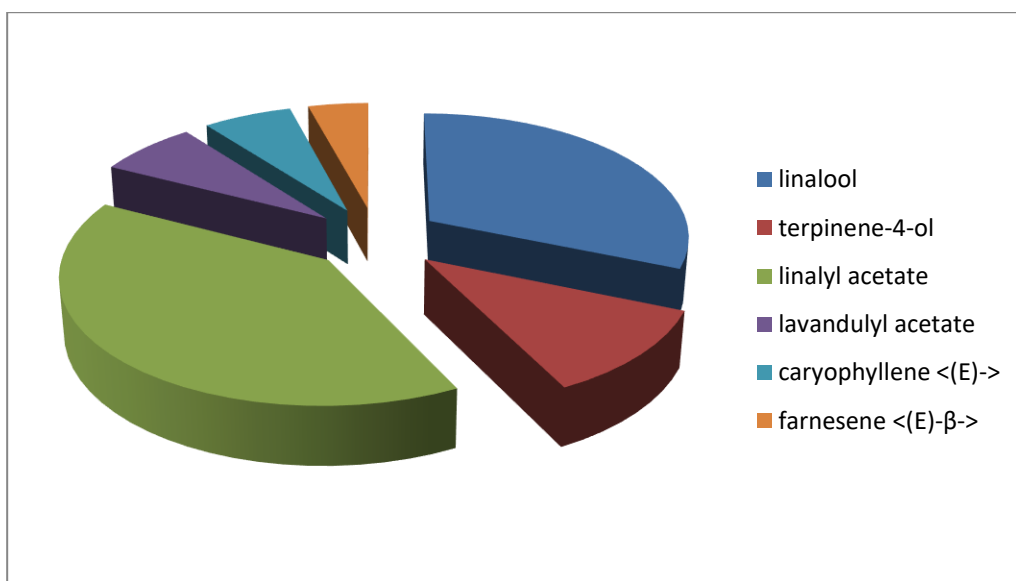
A. Ταυτοποιήθηκαν 24 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (35,61%) και η λιναλόλη (linalol) (27,88%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (10,09%), ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (6,27%) και το β-καρυοφυλλένιο (caryophyllene <E>->) (5,57%).

## B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 23: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,41	thujene <α->	≈ 0,2
2	7,71	pinene <α->	≈ 0,2
3	8,39	camphene	≈ 0,2
4	9,36	sabinene	≈ 0,2
5	9,77	octen-3-ol	≈ 0,2
6	10,02	octanone <3->	1,54
7	11,8	1-isopropyl-2-methylbenzene	0,59
8	12,14	cineole <1,8->	0,76
9	12,3	limonene	≈ 0,2
10	12,39	ocimene <(Z)-β->	1,56
11	12,84	ocimene <(E)-β->	≈ 0,2
12	16,23	linalol	27,88
13	18,11	camphor	≈ 0,2
14	19,27	lavandulol	≈ 0,2
15	20,09	terpinene-4-ol	10,09
16	20,3	hexyl butyrate	0,55
17	20,7	terpineol <α->	≈ 0,2
18	23,5	linalyl acetate	35,61
19	25,02	lavandulyl acetate	6,27
20	28,99	geranyl acetate	0,55
21	30,81	caryophyllene <(E)->	5,57
22	31,23	pergamotene <α->	0,43
23	32,26	farnesene <(E)-β->	3,76
24	37,59	caryophyllene oxide	3,3
ΟΛΙΚΟ			98,46

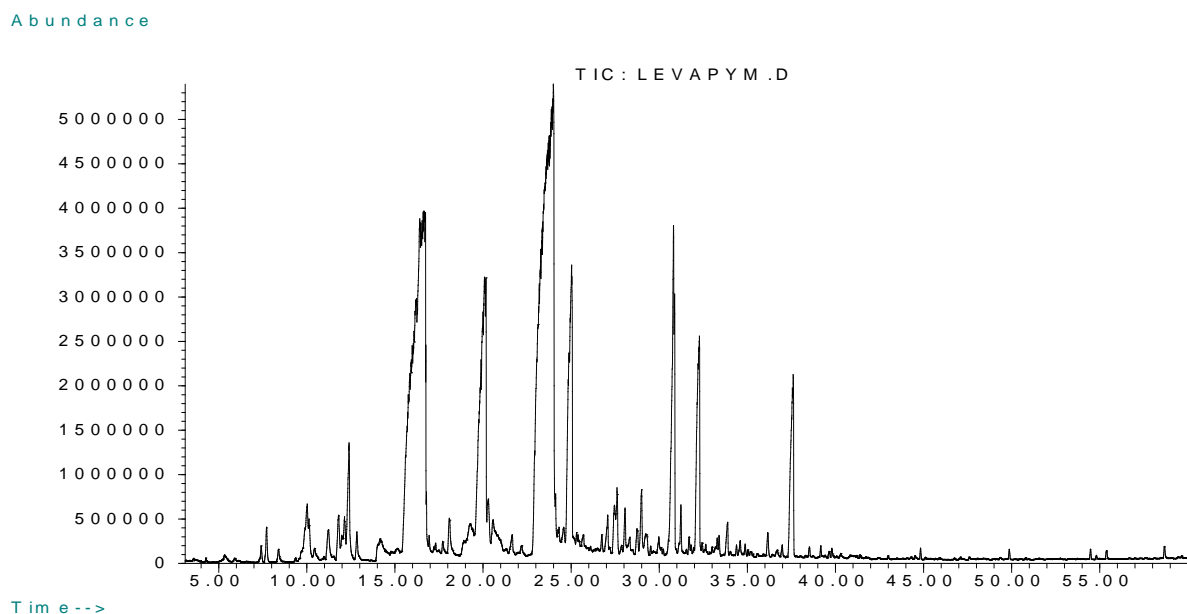
Γ. Γράφημα 11: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών



Δ. Πίνακας 24: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΒΑΡΥΜ (%)
limonene	< 0,1	≈ 0,2
cineole <1,8->	< 2,5	0,76
camphor	< 1,2	≈ 0,2
octanone <3->	0,1 - 5,0	1,54
linalol	20,0 - 45,0	27,88
linalyl acetate	25,0 - 47,0	35,61
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	10,09
lavandulyl acetate	> 0,2	6,27
lavandulol	> 0,1	≈ 0,2
terpineol <α->	< 2,0	≈ 0,2

## E. Χρωματογράφημα 11



### 5.4.12 Ανάλυση του Δείγματος LEVAM (12)

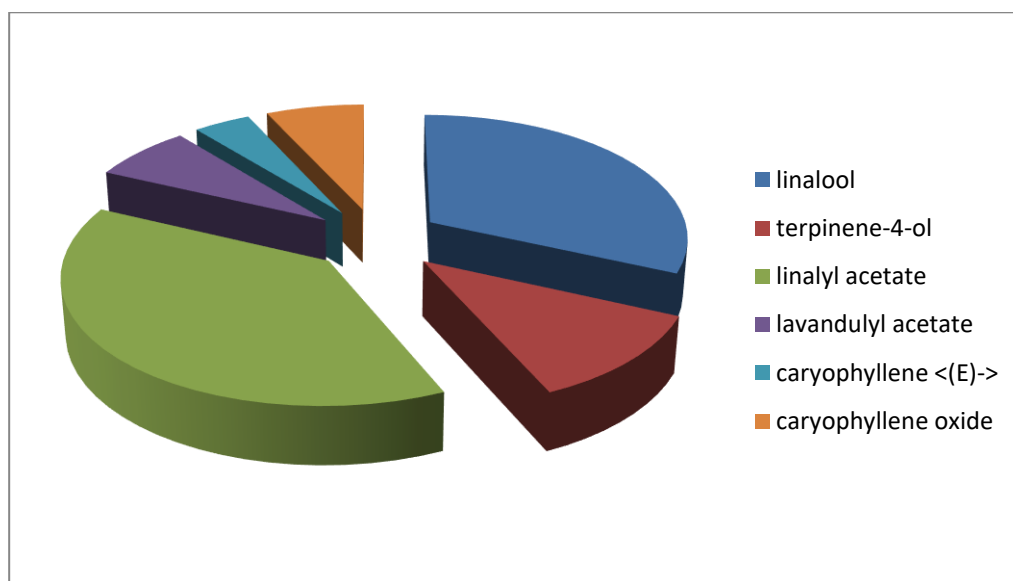
A. Ταυτοποιήθηκαν 20 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (35,74%) και η λιναλόλη (linalool) (29,38%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν η τερπινεόλη-4 (terpinene-4-ol) (10,77%), ο οξικός λαβαντουλυλεστέρας (lavandulyl acetate) (6,62%), το οξείδιο του καρνοφυλλενίου (caryophyllene oxide) (6,41%) και το β-καρνοφυλλένιο (caryophyllene <(E)->) (3,73%)..

## Β. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 25: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,41	thujene <α->	≈ 0,2
2	7,72	pinene <α->	≈ 0,2
3	8,4	camphene	≈ 0,2
4	9,36	sabinene	≈ 0,2
5	9,66	octen-3-ol	≈ 0,2
6	10,08	octanone <3->	1,41
7	10,99	carene <δ-3->	≈ 0,2
8	12,01	limonene	≈ 0,2
9	12,17	cineole <1,8->	≈ 0,2
10	16,97	linalol	29,38
11	18,26	camphor	≈ 0,2
12	20,2	terpinene-4-ol	10,77
13	24,09	linalyl acetate	35,74
14	25,22	lavandulyl acetate	6,62
15	28,19	neryl acetate	≈ 0,2
16	29,1	geranyl acetate	≈ 0,2
17	30,85	caryophyllene <(E)->	3,73
18	31,27	pergamotene <α->	≈ 0,2
19	32,29	farnesene <(E)-β->	2,99
20	37,79	caryophyllene oxide	6,41
ΟΛΙΚΟ			97,05

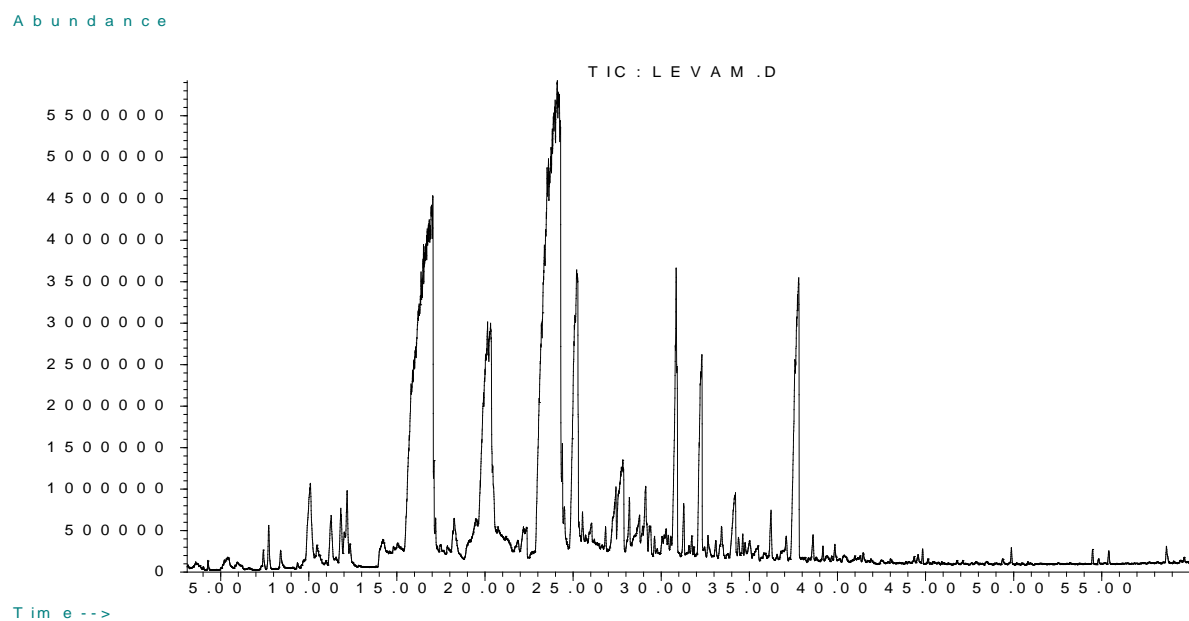
*Γ. Γράφημα 12: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών*



Δ. Πίνακας 26: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	LEVAM (%)
limonene	< 0,1	≈ 0,2
cineole <1,8->	< 2,5	≈ 0,2
camphor	< 1,2	-
octanone <3->	0,1 - 5,0	1,41
linalol	20,0 - 45,0	29,38
linalyl acetate	25,0 - 47,0	35,74
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	10,77
lavandulyl acetate	> 0,2	6,62
lavandulol	> 0,1	-
terpineol <α->	< 2,0	-

Ε. Χρωματογράφημα 12



### 5.4.13 Ανάλυση του Δείγματος LEVKIR (13)

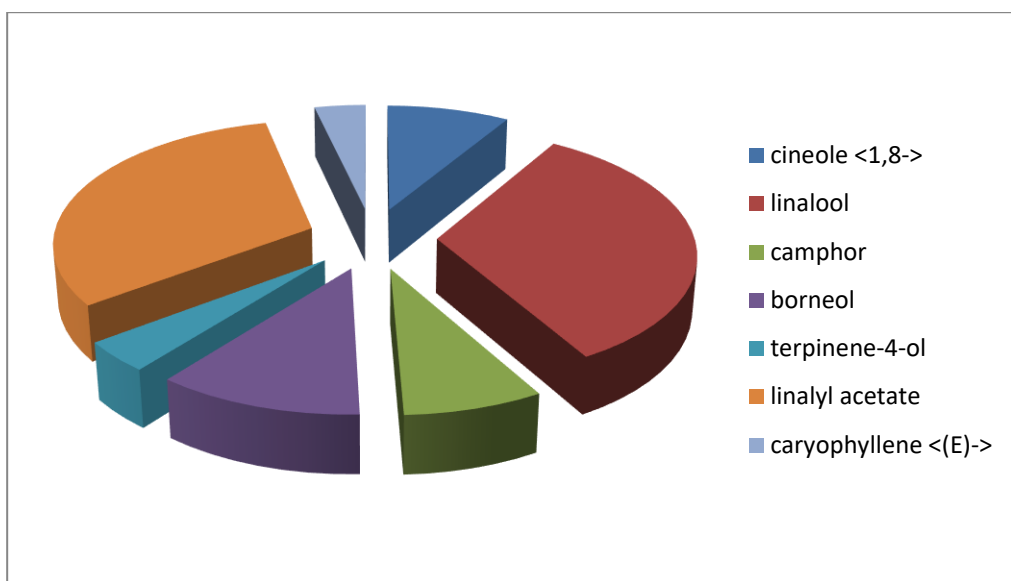
A. Ταυτοποιήθηκαν 29 συστατικά, εκ των οποίων τα κυριότερα είναι ο οξικός λιναλυλεστέρας (linalyl acetate) (29,8%) και η λιναλόλη (linalol) (31,12%). Σε υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν η βορνεόλη (borneol) (10,62%), η 1,8-κινεόλη (cineole <1,8->) (8,18%) και η καμφορά (camphor) (7,21%).

B. Ανάλυση των Συστατικών

*Πίνακας 27: Πίνακας Ανάλυσης των Συστατικών*

A/A	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (min)	ΕΝΩΣΗ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
1	7,41	thujene <α->	≈ 0,2
2	7,71	pinene <α->	≈ 0,2
3	8,38	camphene	≈ 0,2
4	9,35	sabinene	≈ 0,2
5	9,8	octen-3-ol	≈ 0,2
6	10,11	mycrene	≈ 0,2
7	10,98	carene <δ-3->	≈ 0,2
8	11,4	terpinene <α->	≈ 0,2
9	12,32	cineole <1,8->	8,18
10	12,89	ocimene <(E)-β->	0,89
11	13,4	terpinene <γ->	≈ 0,2
12	14,72	terpinolene <α->	≈ 0,2
13	16,6	linalol	31,12
14	18,49	camphor	7,21
15	19,21	lavandulol	≈ 0,2
16	19,78	borneol	10,62
17	20,23	terpinene-4-ol	3,79
18	20,67	terpineol <α->	≈ 0,2
19	23,85	linalyl acetate	29,8
20	24,83	lavandulyl acetate	1,79
21	26,72	hexyl tiglate	≈ 0,2
22	28	neryl acetate	≈ 0,2
23	28,92	geranyl acetate	1,05
24	30,76	caryophyllene <(E)->	3,41
25	32,15	farnesene <(E)-β->	1,3
26	33,29	germacrene D	0,82
27	34,43	beta bisabolene	≈ 0,2
28	37,37	caryophylleneoxide	≈ 0,2
29	41,51	bisabolol <α->	≈ 0,2
ΟΛΙΚΟ			99,98

Γ. Γράφημα 13: Παρουσίαση των βασικών Συστατικών

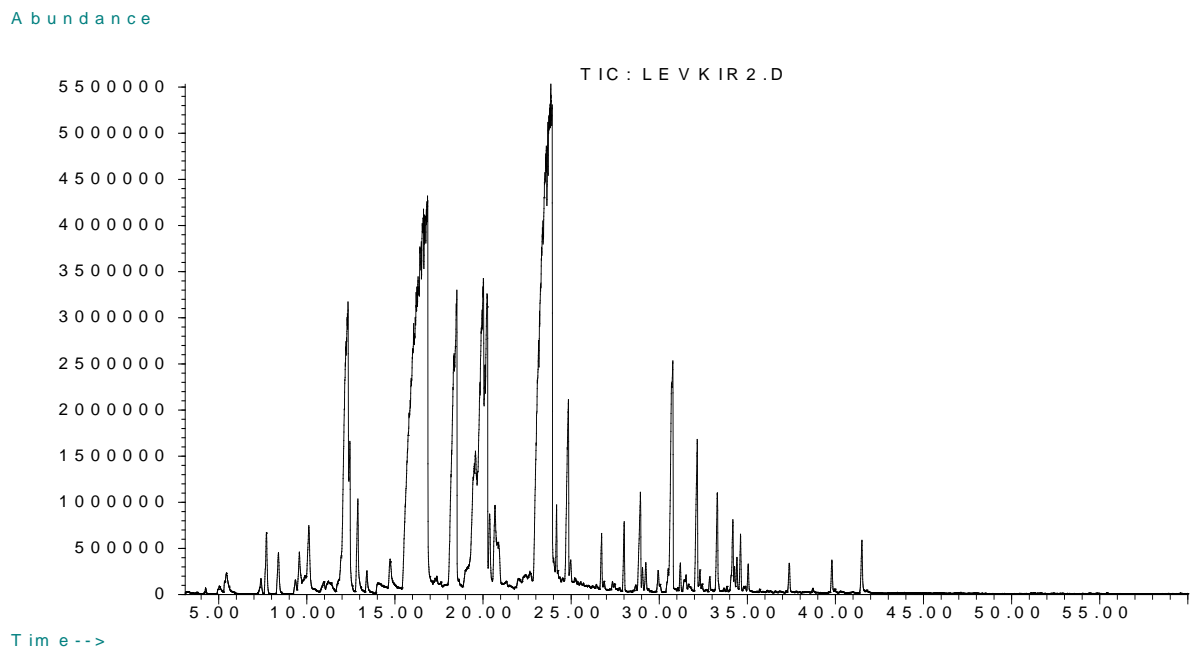


Δ. Πίνακας 28: Πίνακας Σύγκρισης της ποσοστιαίας σύστασης του δείγματος με τα ποσοστά της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας

ΕΝΩΣΗ	ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΙΑ (%)	ΛΕΥΚΙΡ (%)
limonene	< 0,1	-
cineole <1,8->	< 2,5	8,18
camphor	< 1,2	7,21
octanone <3->	0,1 - 5,0	-
linalol	20,0 - 45,0	31,12
linalyl acetate	25,0 - 47,0	29,8
terpinen-4-ol	0,1 - 8,0	3,79
lavandulyl acetate	> 0,2	1,79
lavandulol	> 0,1	≈ 0,2
terpineol <α->	< 2,0	≈ 0,2



Ε. Χρωματογράφημα 13



## 5.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα δείγματα 2 (LEVAPIV), 4 (LEVKERIN), 5 (LEVKYT), 6 (LEVKAT) και 10 (LEVAPIX) πληρούν όλες τις προδιαγραφές, με μοναδική εξαίρεση την % περιεκτικότητα του λιμονενίου, η οποία όμως παρουσιάζει αμελητέα απόκλιση. Το δείγμα 9 (LEVAPSIM) επίσης παρουσιάζει αμελητέα απόκλιση στη συγκέντρωση λιμονενίου, εμφανίζει όμως και σημαντική έλλειψη λιναλόλης. Τα δείγματα 7 (LEVKYM), 8 (LEVKAM), 11 (LEVAPYM) και 12 (LEVAM) εμφανίζουν και αυτά ιδιαίτερα ικανοποιητικά αποτελέσματα, με μοναδικές αποκλίσεις από τις προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας την ελαφρώς αυξημένη συγκέντρωση 4-τερπινεόλης και την απουσία 3-οκτανόνης στα 2 από αυτά (7 και 8). Το δείγμα 3 (LEVEN) δεν ικανοποιεί σε μεγάλο βαθμό τις απαιτήσεις, καθώς σε αυτό μετρήθηκε σημαντικά μικρότερη περιεκτικότητα λιναλόλης και οξικού λιναλυλεστέρα από την επιθυμητή. Το δείγμα 1 (LEVAKER) περιέχει αρκετά μεγαλύτερη ποσότητα 1,8-κινεόλης, λιμονενίου και καμφοράς από την αναμενόμενη, ενώ δεν ανιχνεύθηκε καθόλου λαβαντουλόλη. Παρόμοιες αποκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές παρουσιάζει και το δείγμα 13 (LEVKIR) ως προς την 1,8-κινεόλη και την καμφορά.

## 5.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αξιολογώντας τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Φαρμακοποιίας και συγκρίνοντάς τις με τα δεδομένα από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν, παρατηρείται πως τα περισσότερα από τα υπό εξέταση δείγματα αιθέριων ελαίων λεβάντας καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τις προδιαγραφές της, με εξαίρεση κάποια δείγματα, τα οποία αποκλίνουν σε κάποια σημεία από τις επιθυμητές τιμές.

Στις περιπτώσεις στις οποίες τα αιθέρια έλαια που προορίζονται για φαρμακευτική χρήση εμφανίζουν μικρές αποκλίσεις σε σχέση με τις περιεκτικότητες που ορίζει η Ευρωπαϊκή Φαρμακοποιία, είναι δυνατό να τροποποιηθεί ελαφρώς η σύστασή τους, ώστε να μπορέσουν να ικανοποιήσουν τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Οι τιμές που παρουσιάζουν απόκλιση μπορούν να διαφοροποιηθούν με απομάκρυνση μέρους των ενώσεων οι οποίες είναι εκτός των επιτρεπτών ορίων.

Συμπερασματικά, όλα τα παραπάνω δείγματα αιθέριων ελαίων λεβάντας ελληνικής προέλευσης που αναλύθηκαν, έχουν τη δυνατότητα, με μικρές τροποποιήσεις σε κάποια από αυτά, να χρησιμοποιηθούν ως φαρμακευτικά αιθέρια έλαια.

Η χλωρίδα της Ελλάδας διαθέτει πάνω από 6000 αυτοφυή φυτά, από τα οποία ένα μεγάλο ποσοστό κατέχουν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, γεγονός που αποδεικνύει ότι διαθέτει μεγάλο πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, σε συνθήκες παραγωγής αρωματικών φυτών. Οι κλιματολογικές και εδαφικές συνθήκες ευνοούν ιδιαίτερα την ανάπτυξη αρωματικών φυτών που δίνουν προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας. Στοιχεία από την επιστημονική έρευνα, αλλά και από την αγορά σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, καταδεικνύουν ότι τα αρωματικά φυτά μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο ανάπτυξης και καινοτομίας της χώρας, με την προϋπόθεση της ορθολογικής εκμετάλλευσης των φυσικών πόρων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

- 1) Αιθέρια έλαια. Πάπυρος Λάρους Μπριτάννικα (Τόμος 4, σσ. 354-355). Αθήνα: Εκδοτικός Οργανισμός Πάπυρος, (1997).
- 2) Τζιμήκα, Σ. Γραμμή παραγωγής αιθέριων ελαίων από αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά (Αδημοσίευτη Πτυχιακή Εργασία). Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, (2013).
- 3) Σκρουμπής, Β. Αρωματικά φυτά και αιθέρια έλαια. Θεσσαλονίκη, (1985).
- 4) Porter, N.G., Wilkins, A.L. Chemical, physical and antimicrobial properties of essential oils of *Leptosperum scoparium* and *kunzea ericoides*. *Phytochemistry*, 50(3), pp. 407-415, (1999).
- 5) Simon, J.E., Quinn, J. and Murray, R.G. Basil : A source of essential oils, pp. 484-489, (1990).
- 6) Buchanan, B.B., Gruissem, W. and Jones, R.L. Biochemistry and molecular biology of plants. Rockville: American society of plant physiologists, (2000).
- 7) Mizutani, J. Selected allelochemicals. *Critical reviews in plant science*, 18(6), pp. 53-671, (1999).
- 8) Γαρδέλη, Χ. Μελέτη της χημικής σύστασης αιθέριων ελαίων ορισμένων αρωματικών φυτών της ελληνικής χλωρίδας (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, (2009).
- 9) Λιακόπουλος, Γ. Ανατομικές και φυσιολογικές μεταβολές στα φύλλα της ελιάς (*olea europaea* L.) υπό συνθήκες τροφοπενίας βορίου (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Αθήνα, (2003).
- 10) Samuelsson, G. Φαρμακευτικά προϊόντα φυτικής προελεύσεως. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, (2004).
- 11) Baser, K.H.C., Buchbauer, G. Handbook of essential oils: science, technology and applications. USA: Taylor and Francis Group, (2010).
- 12) Λεβάντα. Πάπυρος Λάρους Μπριτάννικα (Τόμος 38, σσ. 14). Αθήνα: Εκδοτικός Οργανισμός Πάπυρος, (1997).
- 13) Μιχελιδάκης, Σ. Φυτικής προέλευσης εντομοαπωθητικά. Χημική ανάλυση αιθερίων ελαίων λεβάντας και νεπέτας. Βιολογικές δράσεις (Αδημοσίευτη Πτυχιακή Εργασία). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φαρμακευτικής, (2014).

- 14) Kroeber, L. Das neuzzeitliche Kräuterbuch. Hippokrates Verlag G.M.B.H. Stuttgart-Leipzig, pp. 114-117, (1935).
- 15) Madaus, G. Lehrbuch der biologischen Heilmittel Band II. Georg Thieme Verlag, Leipzig, pp. 1721-1725, (1938).
- 16) Guillemain, J., Rousseau, A. and Delaveau, P. Effets neurodépresseurs de l'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* Mill Ann Pharmaceutiques Françaises, 47(6), pp. 337-343, (1989).
- 17) Pelikan, W. Heilpflanzenkunde. Der Mensch und die Heilpflanzen Band I. Philosophisch-Antroposophischer Verlag am Goetheanum. Dornach (Schweiz) 2.Auflage, pp. 51-52, (1958).
- 18) Weiss, RF., Fintelman, V. Lehrbuch der Phytotherapie. Hippokrates Verlag, Stuttgart, pp. 298, (1999).
- 19) ESCOP Monographs. 2nd ed. *Lavandulae Flos*, *Lavandulae Aetheroleum*. European Scientific Cooperative on Phytotherapy, editor. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, pp. 147-156, (2009).
- 20) British Herbal Pharmacopoeia. (1983). British Herbal Medicine Association, Bournemouth, pp. 128-129
- 21) Fischer, G. Heilkräuter und Arzneipflanzen. Reichenberg, Gudetendeutscher Verlag Franz Kraus, pp. 124-125, (1939).
- 22) Nikfarjam, M., Parvin, N., Assarzagagan, N. and Asghari, S. The effects of *lavandula angustifolia* Mill infusion on depression in patients using citalopram: A comparison study. Iranian red crescent medical journal, 15(8), pp. 734–739, (2013).
- 23) Blumenthal, M., Goldberg, A., Brinckmann, J., Foster, S. Herbal Medicine. Expanded Commission E Monographs. American Botanical Council, Austin Texas, pp. 226-229, (2000).
- 24) Leclerc, H. Précis de phytothérapie. Masson Eds, Paris, pp. 204-205, (1966).
- 25) Valnet, J. L'Aromathérapie. Maloine S.A. Editeur (since 1964), Vigot, Paris, pp. 272-278, (2001).
- 26) Kubo, I., Muroi, H., Kubo, A. Antibacterial activity of long-chain alcohols against *Streptococcus mutans*. J Agric Food Chem, 41, pp. 2447-2450, (1993).
- 27) Büyükkuroglu, M.E., Gepdiremen, A., Hacimüftüoğlu, A., Oktay, M. The effects of aqueous extract of *Lavandula angustifolia* flowers in glutamate-induced

- neurotoxicity of cerebellar granular cell culture of rat pups. *J Ethnopharmacol*, 84, pp. 91-94, (2003).
- 28) Kim, H.M., Cho, S.H. Lavender oil inhibits immediate-type allergic reaction in mice and rats. *J Pharm Pharmacol*, 55, pp. 221-226, (1999).
- 29) Maddocks-Jennings, W. Critical incident: idiosyncratic allergic reactions to essential oils. *Complement Ther Nurs Midwifery*, 10, pp. 58-60, (2004).
- 30) Henley, D.V., Lipson, N., Korach, K.S. and Bloch, C.A. Prepubertal gynecomastia linked to lavender and tea tree oils. *N Engl J Med*, 356(5), pp. 479-485, (2007).
- 31) Koulivand, P.H., Ghadiri, M.K. and Gorji, A. Lavender and the nervous system. Evidence-based complementary and alternative medicine, doi: 10.1155/2013/681304, (2013).
- 32) Κόκκινος, Χ. Αιθέριο έλαιο, Χημικό Εργαστήριο. Ανακτήθηκε 20 Δεκεμβρίου, 2016, από [http://chimikoergastirio.blogspot.gr/2009/07/blog-post\\_9614.html](http://chimikoergastirio.blogspot.gr/2009/07/blog-post_9614.html)
- 33) Κόκκινος, Χ. Οξυγονωμένα συστατικά αιθέριων ελαίων, Χημικό Εργαστήριο. Ανακτήθηκε 20 Δεκεμβρίου, 2016, από <http://chimikoergastirio.blogspot.gr/2011/01/blog-post.html>
- 34) Κόκκινος, Χ. Παραλαβή αιθέριων ελαίων, Χημικό Εργαστήριο. Ανακτήθηκε 20 Δεκεμβρίου, 2016, από [http://chimikoergastirio.blogspot.gr/2010/02/blog-post\\_12.html](http://chimikoergastirio.blogspot.gr/2010/02/blog-post_12.html)
- 35) Skoog, D.A., Holler, F.J. and Crouch, S.R. Αρχές ενόργανης ανάλυσης. Αθήνα: Εκδόσεις Κωσταράκη, (2007).
- 36) Τζόλλας, Μ.Ν. Ανάπτυξη και βελτιστοποίηση μεθόδου ειδοπροσδιορισμού του κασσίτερου με συνδυασμένες τεχνικές χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημείας, (2013).