

*ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΟΧΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ
ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΤΗΣ ΑΡΜΠΑΡΟΡΙΖΑΣ*

Πτυχιακή εργασία

της Κοτσαρίνη Κωνσταντίνας

&

του Χριστόπουλου Ορφέα



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ, 2020

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΑΙΘΕΡΙΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΑΠΟ
PELARGONIUM ODORATISSIMUM ΜΕ ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ-
ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΑΖΑΣ (GC-MS)

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Επιβλέπουσα Εκπαιδευτικός: Ηρειώτου Ευφημία

Λιοσάτου Γεωργία

Μουρελάτου Αθηνάϊδα

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια, κ. Ηρειώτου Ευφημία για τις χρήσιμες συμβουλές της και την επιστημονική καθοδήγηση της. Ήταν δίπλα μας κάθε στιγμή που προέκυπταν απορίες και ανάγκη για διευκρινήσεις. Επίσης, για τη σημαντική βοήθειά της και την καθοδήγησή της, σχετικά με τη συγγραφή και τη τελική διαμόρφωση της εργασίας μας αλλά και για την χρήση του μηχανήματος της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μάζας.

Ακόμη, ευχαριστήσουμε τον καθηγητή κ. Κοψαχείλη Νικόλαο, για την πολύτιμη βοήθεια του κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης πειραματικών εργασιών και αναλυτικών διεργασιών με το μηχάνημα της αέριας χρωματογραφίας- φασματομετρίας μάζας (GC-MS), που παρόλο το βαρύ και πιεστικό του πρόγραμμα, αφιέρωσε χρόνο για την εκπόνηση της εργασίας μας.

Τέλος, σημαντική ήταν και η συμβολή της καθηγήτριας κ. Παπαδάκης Κατερίνας, που μας βοήθησε αναμφισβήτητα στον τρόπο συγγραφής των τελικών αποτελεσμάτων και ήταν πάντα πρόθυμη να απαντήσει στις όποιες απορίες μας.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, ασχολούνται όλο και περισσότεροι επιστήμονες με την μελέτη των αιθέριων ελαίων, καθώς η χρήση τους ποικίλει στα προϊόντα που καταναλώνει και χρησιμοποιεί καθημερινά ο άνθρωπος. Αυτό συμβαίνει, επειδή περιέχουν συστατικά και ουσίες που συμβάλουν σε σημαντικούς παράγοντες της υγείας του ανθρώπου. Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της χημικής σύστασης του αιθέριου ελαίου από εννιά διαφορετικά δείγματα του *Pelargonium odoratissimum*. Αυτά τα εννιά δείγματα συλλέχθηκαν από το νησί της Κεφαλονιάς μέσα στον ίδιο χρόνο από το Φεβρουάριο μέχρι και τον Οκτώβρη με περίπου ένα μήνα διαφορά του ενός δείγματος από το επόμενο. Η παραλαβή τους έγινε με υδροαπόσταξη και η ανάλυση της χημικής τους σύστασης με αέριο χρωματογράφο-φασματογράφο μάζας (GC-MS). Στη συνέχεια έγινε ταυτοποίηση των χημικών ενώσεων και σύγκριση με τη διεθνή βιβλιογραφία. Από τα εννιά δείγματα ταυτοποιήθηκαν συνολικά 48 χημικές ενώσεις. Σε μεγάλο ποσοστό ήταν οι ενώσεις Citronellol, Geraniol, Citronellyl formate, Isomenthone και Germacrene-D.

Abstract

In the last years, more and more scientists are concerned with the study of essential oils, because their use varies in the products that people consume and use on daily basis. This happens, because they contain ingredients and compounds that contribute in important factors, such as human health. The aim of this particular thesis was the study of the chemical composition of the essential oil caled *Pelargonium odoratissimum*. The study was based on nine different samples. These nine samples were collected on the island of Kefalonia, in the same year, from February to October. There was a one-month gap between each collection. The essential oils were extracted with the hydro-dispersion method and their chemical composition was analyzed using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Afterwards, the compounds were identified and were compared to literature. From the nine samples 48 compounds were identified. Citronellol, geraniol, citronellyl formate, isomenthone and germacrene-D were the majority.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο	Σελίδα
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
II. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ.....	4
2.1. Ορισμός.....	5
2.2. Αποθήκευση και διατήρηση των αιθέριων ελαίων....	6
2.3. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στον άνθρωπο.....	7
III. ΚΕΦΑΛΑΙΟ <i>PELARGONIUM</i> SPECIES.....	8
3.1. Χημική σύσταση <i>Pelargonium</i>	9
3.2. Εξαγωγή αιθέριου ελαίου.....	10
IV. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ- ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΑΣ (GC-MS).....	11
4.1. Λειτουργία της αέριας χρωματογραφίας- Φασματοσκοπίας (GC-MS).....	13
4.2. Δείκτες κατακράτησης Kovats.....	14
V. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	15
VI. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	16
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Σελίδα
Εικόνα 1.1. <i>P. capitatum</i>	1
Εικόνα 1.2. <i>P. radens</i>	2
Εικόνα 1.3. Αρμπαρόριζα (<i>P.graveolens</i>).....	3
Εικόνα 2.1. Αιθέριο έλαιο.....	4
Εικόνα 2.2. Αιθέρια έλαια.....	5
Εικόνα 3.1. <i>P. odoratissimum</i>	9
Εικόνα 3.2. Συσκευή τύπου Clevenger.....	11
Εικόνα 4.1. Συσκευή αέριας χρωματογραφίας- φασματοσκοπίας μάζας.....	11
Εικόνα 4.2. Gas Chromatography System.....	13
Εικόνα 6.1. Συντακτικός τύπος (+) - Citronellol και (-) -Citronellol...	59
Εικόνα 6.2. Συντακτικός τύπος Geraniol-Nerol.....	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 6.1. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το πρώτο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (11/2/11).....	18
Πίνακας 6.2. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το δεύτερο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (18/3/11).....	22
Πίνακας 6.3. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το τρίτο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (19/4/11).....	26
Πίνακας 6.4. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI:	

Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το τέταρτο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (3/5/11).....	30
Πίνακας 6.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το πέμπτο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (1/6/11).....	34
Πίνακας 6.6. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το έκτο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (5/7/11).....	38
Πίνακας 6.7. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το έβδομο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (29/7/11).....	41
Πίνακας 6.8. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI:	

Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το όγδοο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (2/9/11).....	45
Πίνακας 6.9. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το ένατο δείγμα <i>P. odoratissimum</i> (3/10/11).....	49
Πίνακας 6.10. Ποσοστιαίες αναλογίες των εννιά δειγμάτων του αιθέριου ελαίου του <i>P. odoratissimum</i>.....	53

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα	Σελίδα
Γράφημα 6.1. Παρουσίαση βασικών συστατικών 1ου δείγματος.....	21
Γράφημα 6.2. Παρουσίαση βασικών συστατικών 2ου δείγματος.....	25
Γράφημα 6.3. Παρουσίαση βασικών συστατικών 3ου δείγματος.....	29
Γράφημα 6.4. Παρουσίαση βασικών συστατικών 4ου δείγματος.....	33
Γράφημα 6.5. Παρουσίαση βασικών συστατικών 5ου δείγματος.....	37
Γράφημα 6.6. Παρουσίαση βασικών συστατικών 6ου δείγματος.....	40
Γράφημα 6.7. Παρουσίαση βασικών συστατικών 7ου δείγματος.....	44
Γράφημα 6.8. Παρουσίαση βασικών συστατικών 8ου δείγματος.....	48
Γράφημα 6.9. Παρουσίαση βασικών συστατικών 9ου δείγματος.....	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εδώ και πολλούς αιώνες τα φυτά χρησιμοποιούνται τόσο στην αρωματοποιία όσο και για φαρμακευτικούς σκοπούς. Συγκεκριμένα, το γένος *Pelargonium* περιέχει περίπου 280 είδη εκ των οποίων περίπου το 80% εμφανίζεται στη Νότια Αφρική και το υπόλοιπο 20% σε άλλες χώρες της Αφρικής αλλά και την Αυστραλία. Τα είδη του *Pelargonium* εξαιτίας της ποικιλίας των αρωμάτων τους αλλά και των διαφορετικών ιδιοτήτων τους χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή αιθέριου ελαίου. Το *Pelargonium* αποτελεί ένα από τα επτά γένη της οικογένειας *Geraniaceae* και τα πιο εμπορικά φυτά στο συγκεκριμένο γένος είναι το *P.capitaum*, *P.graveolens*, *P.odoratissimum* και *P.radens*.(Adriana Szutt et al, 2019; Romitelli I. & Martins M.B.G., 2013)



Εικόνα 1.1: *P. capitaum* (Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Pelargonium_capitatum)



Εικόνα 1.2 : *P. radens* (Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Pelargonium_radens)

Τα έλαια του γερανίου (*Geraniaceae*) είναι από τα πιο εμπορικά αιθέρια έλαια παγκοσμίως εξαιτίας των πολλαπλών εφαρμογών που έχουν. Λαμβάνονται κατά κύριο λόγο με ατμοαπόσταξη των ποωδών μερών του φυτού. Η σύνθεση των αιθέριων ελαίων γενικά στα φυτά επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως: τοποθεσία, κλίμα, θερμοκρασία, ηλικία. Οι παραπάνω λόγοι αφορούν το φυτό και εξίσου σημαντική είναι και η διαδικασία δειγματοληψίας. Η επιλογή δηλαδή του σωστού μέρους του φυτού, η ξήρανση, η κονιοποίηση, η απόσταξη και η κατάλληλη αποθήκευση. Επίσης, ένας σημαντικός παράγοντας που τα αιθέρια έλαια του γερανίου είναι εμπορικά οφείλεται στο ότι το λάδι του γερανίου έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρότατη αντιμικροβιακή δράση όπως έχουν πολλά από τα είδη *Pelargonium*. (Mei Wang et al, 2014; Maria Lis-Balchin and Gerhild Roth, 2000)

Η αρμπαρόριζα, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, ανήκει στο γένος *Pelargonium* της οικογένειας *Geraniaceae*, είναι ένα αρωματικό φυτό που έχει θεραπευτικές ιδιότητες. Προέρχεται από τη Νότια Αφρική και το έντονο άρωμα της μας γίνεται αντιληπτό

όταν την τρίβουμε. Ανθίζει κατά τους μήνες Απρίλιο-Μάιο και τη διακρίνουμε από τον ροζ και μωβ χρωματισμό των λουλουδιών της. Στη χώρα μας, ανάλογα με την περιοχή στην οποία βρισκόμαστε, θα την συναντήσουμε με διάφορες ονομασίες όπως: αμπακανέλα, λουκουμόχορτο, αλμπαρόζα. Όσον αφορά το *P. odoratissimum*, όπως τα περισσότερα είδη *Pelargonium*, προέρχεται από τη Νότια Αφρική και είναι γνωστό ως γεράνι μήλου ή πελοργόνιο μήλου λόγω του έντονου αρώματος μήλου που έχει και οφείλεται στα εξαιρετικά αρωματικά φύλλα του. (Adriana Szutt et al, 2019; Romitelli I. & Martins M.B.G, 2013)



Εικόνα 1.3: Αρμπαρόριζα (*P. graveolens*)

Πηγή:(https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CF%81%CE%B3%CF%8C%CE%BD%CE%B9%CE%BF_%CF%84%CE%BF_%CE%B2%CE%B1%CF%81%CF%8D%CE%BF%CF%83%CE%BC%CE%BF#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Rose_Geranium.jpg)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΑΙΘΕΡΙΟ ΕΛΑΙΟ



Εικόνα 2.1: Αιθέριο έλαιο

(Πηγή:

https://www.google.com/search?q=%CE%B1%CE%B9%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B1+%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%B1+%CE%B2%CE%B9%CE%BA%CE%B9%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CE%B1&safe=active&sxsrf=ALeKk01lXhef4s7_087Z3OJsYnOlXmJ0kg:1605695221414&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjAl6jq8IvtAhVJzqQKHQDFBXIQ_AUoAXoECAUQA&biw=1536&bih=722#imgsrc=BF_sKir0BJXHF

M)

Τα τελευταία χρόνια τα αιθέρια έλαια αποτελούν αντικείμενο διεξοδικής μελέτης, έρευνας και επεξεργασίας από πολλούς ερευνητές. Όλο και πιο συχνά γίνεται λόγος για τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν και για τις διάφορες χρήσεις τους. Όπως είναι γνωστό, τα αιθέρια ελαία παράγονται από αρωματικά φυτά.



Εικόνα 2.2: Αιθέρια έλαια

(Πηγή:

https://www.google.com/search?q=%CE%B1%CE%B9%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B1%20%CE%B5%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%B1&sxsrf=ALeKk01WT5abnuF9wMOMUo_QH2D0IE3x2w%3A1605798326395&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiNi8328I7tAhVQ66QKHchpBJIQ_AUoAXoECAUQA&biw=1360&bih=657&fbclid=IwAR3NgOP7RExORtRANEGjTWL9PEi55x4F07zaL8njtYbvk5j0X3wnpb5zF5w#imgsrc=WQBGENygvDZ-hM

Χρησιμοποιούνται ως καλλυντικά, αρώματα, σε εναλλακτικές και συμπληρωματικές θεραπείες, σε φαρμακευτικές εφαρμογές για αντιμετώπιση σωματικών και ψυχικών δυσαρμονιών, στη βιομηχανία τροφίμων, ενώ ταυτόχρονα η χρήση τους εξαπλώνεται ολοένα και περισσότερο, λόγω του αιτήματος των καιρών για επιστροφή στη φύση. Η τάση αυτή έχει οδηγήσει όλες τις χώρες σε μια αύξηση της ζήτησης για φυσικά προϊόντα και ιδιαίτερα για αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά.

2.1. Ορισμός

Τα αιθέρια έλαια είναι οργανικές πτητικές χημικές ενώσεις με ελαιώδη εμφάνιση σε υγρή μορφή. Λαμβάνονται συνήθως με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης. Σε θερμοκρασία περιβάλλοντος βρίσκονται σε υγρή μορφή αλλά γίνονται πτητικά σε θερμοκρασίες μεταξύ 50°C-320°C. Συνήθως είναι άχρωμα ως υποκίτρινα με κάποιες εξαιρέσεις και όπως όλα τα έλαια είναι διαλυτά στους

περισσότερους οργανικούς διαλύτες και έχουν μικρή διαλυτότητα στο νερό. Επίσης, έχουν χαμηλότερη πυκνότητα από το νερό με αποτέλεσμα να επιτρέπεται ο διαχωρισμός τους κατά την υδροαπόσταξη. Τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα συστατικά. Στα οξυγονούχα συστατικά ανήκουν οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, τα οξέα, κλπ. και είναι υπεύθυνα για το άρωμά τους. Στα μη οξυγονούχα συστατικά ανήκουν οι υδρογονάνθρακες που δεν συμβάλουν σχεδόν καθόλου στο άρωμα των αιθέριων ελαίων. (Κωνσταντόπουλος Γ. Γεώργιος και συνεργάτες, 2017)

2.2. Αποθήκευση και διατήρηση των αιθέριων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια πριν από την αποθήκευση υφίστανται αφυδάτωση (ξήρανση). Τα αιθέρια έλαια διαβρώνουν οργανικά υλικά και διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες. Ως εκ τούτου, τα μέσα αποθήκευσης που πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις, μπορεί να είναι γυάλινα ή από αλουμίνιο.

Βασικοί παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα των αιθέριων ελαίων είναι:

- Η θερμοκρασία αποθήκευσης, η οποία πρέπει να βρίσκεται λίγους βαθμούς πάνω από το μηδέν (4 °C).
- Η διατήρηση σε αδιαφανή δοχεία ώστε να παρεμποδίζεται η επίδραση του φωτός και

- Τέλος, για να αποφεύγονται αλλοιώσεις από την επίδραση αέρα, τα δοχεία όπου φυλάγονται τα αιθέρια έλαια πρέπει να γεμίζουν τελείως, να αφαιρείται ο αέρας και να πληρείται το εναπομείναν κενό με άζωτο.
(Κωνσταντόπουλος Γ. Γεώργιος και συνεργάτες, 2017)

2.3. Ο ρόλος των αιθέριων ελαίων στον άνθρωπο

Όσον αφορά το ρόλο τους στον άνθρωπο, τα αιθέρια έλαια έχουν μια σειρά από θετικές ιδιότητες. Πρόκειται για προϊόντα με μεγάλη εμπορική αξία που χρησιμοποιούνται κυρίως στην αρωματοποιία, τη φαρμακευτική και την βιομηχανία τροφίμων. Συμβάλουν στην αύξηση ποιότητας της γεύσης και των αρωμάτων των προϊόντων. Συγκεκριμένα, τα αιθέρια έλαια προσφέρουν στον άνθρωπο τις παρακάτω θεραπευτικές ιδιότητες:

- ◆ Αναλγητικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιτοξικές
- ◆ Αντισηπτικές, αντιβακτηριδιακές, αντικές, αντιμυκητιακές
- ◆ Εντομοκτόνες, απωθητικές
- ◆ Σπασμολυτικές, χωνευτικές, διουρητικές
- ◆ Αποσμητικές
- ◆ Επούλωτικές (Βικιπαίδεια)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

PELARGONIUM SPECIES

Τα είδη *Pelargonium* ξεχωρίζουν για την ποικιλομορφία των αρωμάτων που έχουν, καθώς από ένα φρέσκο και μεντώδες άρωμα πηγαίνουν σε ένα πιο φρουτώδες και πικάντικο. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο από το συγκεκριμένο γένος είναι το *P. capitatum*, *P. graveolens*, *P. odoratissimum*, *P. radens*. Συγκεκριμένα, τα φύλλα του *P. odoratissimum* χρησιμοποιούνται ως αρωματικά, ως εντομοαπωθητικά και στην αρωματοθεραπεία. Επίσης, το συγκεκριμένο είδος βρίσκει εφαρμογή, και για την καταπολέμηση γαστρεντερικών παθήσεων, των λοιμώξεων του λαιμού, της αιμορραγίας, της νευραλγίας αλλά και για τη θεραπεία δερματικών προβλημάτων. (Adriana Szutt et al, 2019; Milene A. Andrade et al, 2011; Khalid A. Khalid et al, 2010)

3.1. Χημική σύσταση *Pelargonium*

Το *P. odoratissimum* ανήκει στην οικογένεια *Geraniaceae*. Στην ίδια οικογένεια ανήκει και το γένος *Geranium* με αποτέλεσμα τα δύο αυτά γένη (*Pelargonium*, *Geranium*) να έχουν πολλά κοινά όσο αφορά τις χρήσεις και εφαρμογές των ελαίων

τους αλλά και τη χημική σύσταση αυτών. Μια υψηλής ποιότητας χημική ένωση με πλούσιο άρωμα που λαμβάνεται από τη συγκεκριμένη οικογένεια είναι η ροδινόλη (μείγμα κιτρονελλόλης, γερανιόλης και διαφόρων αλκοολών). Τα έλαια αυτής της οικογένειας προλαμβάνουν τις ασθένειες που οφείλονται σε τρόφιμα και σε αραιωμένη μορφή μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσα σε συμπληρώματα διατροφής ως αντιοξειδωτικά. Έρευνες έχουν δείξει ότι το αιθέριο έλαιο του *P. odoratissimum* έχει αντιμικροβιακή δράση και σπασμολυτικές ιδιότητες. Δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με την αντιμυκητιακή δράση αυτού του αιθέριου ελαίου αλλά οι Lis Balchin et al (1998) αξιολόγησαν την αντιβακτηριακή του δράση κατά των *S.aureus*, *Proteus*, *vulgaris*, *Staphylococcus epidermidis* και *Bacillus cereus* και διαπίστωσαν την αναστολή της ανάπτυξής τους. Επίσης, το συγκεκριμένο αιθέριο έλαιο έχει φαρμακολογική δραστηριότητα αλλά και στυπτικά, τονωτικά και αντισηπτικά αποτελέσματα. (Mei Wang et al, 2014; Adriana Szutt et al, 2019; Milene A.Andrade et al, 2011; Νικόλαος Σ.Χριστοδουλάκης και συνεργάτες, 2013)



Εικόνα 3.1: *P. odoratissimum*, (Πηγή:

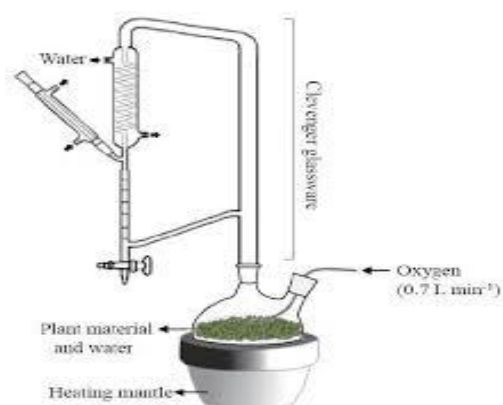
https://en.wikipedia.org/wiki/Pelargonium_odoratissimum#/media/File:Pelargonium_odoratissimum_001.JPG)

Τα έλαια του *Pelargonium* έχουν μεγάλη ποσότητα σε κιτρονελλόλη, γερανιόλη, ισομινθόνη, λιναλοόλη, μυρμηκικό κιτρονελλύλιο, μυρμηκικό γερανιύλιο, γερανυλεστέρα, προπιονικό γερανιύλιο και σεσκιτερπένια. Όσον αφορά το αιθέριο έλαιο του *P. odoratissimum* είναι επίσης πλούσιο σε μεθυλοευγενόλη, λιμονένιο και fenchone. Η μεθυλοευγενόλη είναι δυνατός αντιμικροβιακός παράγοντας και είναι υπεύθυνη για την αντιμικροβιακή δράση του ελαίου. Συγκεκριμένα, είναι δραστική έναντι των *S. aureus*, *S. epidemris*, *Bacillus cereus* και *Proteus vulgaris*. Από την άλλη πλευρά, το λιμονένιο και η fenchone είναι ασθενείς αντιμικροβιακοί παράγοντες. Επίσης, στο *P. odoratissimum* μπορούμε να ανιχνεύσουμε και ποσότητες φλαβονοειδών όπως η quercetin, η kaempferol και η myricetin.(Adriana Szutt et al, 2019; Maria Lis-Balchin and Gerhild Roth, 2000; Romitelli I. & Martins M.B.G, 2013)

3.2. Εξαγωγή αιθέριου ελαίου

Η εξαγωγή του ελαίου από το φυτό *P. odoratissimum*, όπως και η λήψη των περισσότερων εμπορικών φυτικών ελαίων, γίνεται συνήθως με ατμοαπόσταξη των ποωδών μερών του φυτού και των φύλλων του. Η ατμοαπόσταξη γίνεται με συσκευή τύπου Clevenger και η απομόνωση του αιθέριου ελαίου επιτυγχάνεται με την προσθήκη διχλωρομεθανίου, το οποίο στην συνέχεια εξατμίζεται πλήρως σε περιστροφικό εξατμιστή. Τέλος, το αιθέριο έλαιο αποθηκεύεται σε σφραγισμένα γυάλινα φιαλίδια σε θερμοκρασίες ψύξης μέχρι τη χημική του ανάλυση. Επίσης, το αιθέριο έλαιο μπορεί να ληφθεί και με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης των φύλλων του φυτού. Η χημική ανάλυση γίνεται με αέρια χρωματογραφία συζευγμένη με

φασματογράφο μάζας (GC-MS), συγκρίνοντας τους χρόνους έκλουσης και τους δείκτες Kovats των ενώσεων με δεδομένα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.(Mei Wang et al, 2014; Milene A.Andrade et al, 2011)



Εικόνα 3.2: Συσκευή τύπου Clevenger (Πηγή:

https://www.google.com/search?q=%CE%B1%CF%84%CE%BC%CE%BF%CE%B1%CF%80%CF%8C%CF%83%CF%84%CE%B1%CE%BE%CE%B7%20Clevenger&hl=el&sxsrf=ALeKk01hy81UmN0Law4e3C_ihTjAQao3Q%3A1605798823024&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj_8bTj8o7tAhXNzaQKHZleBs8Q_AUoAXoECAQQA&biw=1360&bih=657&fbclid=IwAR2DSp5PhMwpZ9impMYSVvyrqba_hKPed1RvFFf31cfWct9i5tWtxm--SJc#imgcr=rvFdZyjO3ioEcM

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ-ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΜΑΖΑΣ (GC-MS)



Εικόνα 4.1: Συσκευή αέριας χρωματογραφίας-φασματοσκοπίας μάζας

(Πηγή:https://www.google.com/search?q=%CE%A3%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AE+%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%B1%CF%82+%CF%87%CF%81%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%86%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%AF%CE%B1%CF%82+%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1%CF%82&safe=active&sxsrf=ALeKk01Imah6UYRJDQGvk0c6icZpM5YeSg:1605696637223&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjxqbaN9ovtAhXHGewKHc6iBt8Q_AUoAXoECAUQA&biw=1536&bih=722#imgcr=Vxy4uBxXLujcGM)

Στην αέρια χρωματογραφία (GC), ο διαχωρισμός των πτητικών συστατικών γίνεται με βάση την κατανομή ενός μη πτητικού υγρού(στατική φάση) και ενός αερίου(κινητή φάση, φέρον αέριο). Τα πλεονεκτήματα που έχει είναι η ταχύτητα ανάλυσης, ο διαχωρισμός, η ευκολία κατά την λειτουργία της, τα άριστα ποιοτικά αποτελέσματα και οι μικρές δαπάνες. Αντιθέτως, δεν μπορεί να επιβεβαιώσει την ταυτότητα ή την δομή οποιασδήποτε κορυφής. (Κωνσταντόπουλος Γ.Γεώργιος και συνεργάτες, 2017)

Η φασματομετρία μαζών έχει ποικιλία εφαρμογών όπως είναι η σύσταση εξεταζόμενου δείγματος, η δομή ανόργανων, οργανικών και βιολογικών μορίων, η ποιοτική και ποσοτική σύσταση μιγμάτων. Επίσης, παρέχει και στοιχεία για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των άγνωστων ενώσεων (δομή, στοιχειώδης σύνθεση, μοριακό βάρος). Συνδέεται εύκολα με έναν αέριο χρωματογράφο (GC) και για αυτό αρκετοί κατασκευαστές οργάνων προσφέρουν αέριους χρωματογράφους που μπορούν να συζευχθούν με φασματόμετρο μάζας (MS). (Κωνσταντόπουλος Γ.Γεώργιος και συνεργάτες, 2017)

Η σύζευξη GC-MS συνδυάζει τον υψηλό διαχωρισμό και την ταχύτητα της ανάλυσης της GC, με τον προσδιορισμό και τις ποσοτικές αναλύσεις που παρέχει το MS. Από την άλλη πλευρά το GC-MS είναι ακριβό και πιο περίπλοκο για το χειρισμό τους σε σχέση με μια GC και γενικά δεν υπάρχει πληθώρα χειριστών για GC-MS.



Εικόνα 4.2: Gas Chromatography System (Πηγή:

[https://www.google.com/search?q=%CE%91%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%B1%20%CF%87%CF%81%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1-%CE%A6%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AF%CE%B1%20%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1%CF%82&tbm=isch&hl=el&tbs=rimg%3ACWpbC_13Vw5ONYYYznxmtnBqr&sa=X&ved=0CB4QuIIBahcKEwio272-9Y7tAhUAAAAAHQAAAAAQEQ&biw=1343&bih=657&fbclid=IwAR0wItklFnM5LaXxknqDHc9O9pHDDchTM0KQm9R-WwLcOZFZfeNh0uikOoY#imgrc=2TfwHDMfjYucPM\)](https://www.google.com/search?q=%CE%91%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%B1%20%CF%87%CF%81%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1-%CE%A6%CE%B1%CF%83%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AF%CE%B1%20%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1%CF%82&tbm=isch&hl=el&tbs=rimg%3ACWpbC_13Vw5ONYYYznxmtnBqr&sa=X&ved=0CB4QuIIBahcKEwio272-9Y7tAhUAAAAAHQAAAAAQEQ&biw=1343&bih=657&fbclid=IwAR0wItklFnM5LaXxknqDHc9O9pHDDchTM0KQm9R-WwLcOZFZfeNh0uikOoY#imgrc=2TfwHDMfjYucPM)

4.1 Λειτουργία της Αέριας Χρωματογραφίας- Φασματοσκοπίας (GC-MS)

Αρχικά, το δείγμα εισάγεται στον αέριο χρωματογράφο, όπου τα συστατικά του εξαερώνονται. Τα συστατικά κινούνται μέσα στη στήλη με διαφορετικές ταχύτητες, λόγω της τάσης των ατμών τους και των αλληλεπιδράσεων με τη στατική φάση. Στη συνέχεια, διαχωρίζονται λόγω διαφορετικών δυνάμεων συγκράτησης και έκλουσης μεταξύ των συστατικών του μίγματος και του υλικού πλήρωσης της στήλης κατά τη ροή του φέροντος αερίου. Έπειτα, οι ουσίες που έχουν διαχωριστεί εισέρχονται στον φασματογράφο μάζας. Οι ουσίες αυτές θραυσματοποιούνται παράγοντας ιόντα. Η θραυσματοποίηση των ενώσεων γίνεται συνήθως με δέσμη ηλεκτρονίων υψηλής

ενέργειας που προκαλεί την απώλεια ενός ηλεκτρονίου από το μόριο. Το πρωταρχικό προϊόν θραυσματοποίησης είναι φορτισμένο με θετικά ιόντα (M^+). Το μοριακό ιόν έχει αρκετή ενέργεια που οδηγεί στη διάσπαση χημικών δεσμών και δημιουργεί νέα θετικά ιοντικά θραύσματα. Τα ιόντα που παράγονται κινούνται μέσα στο μαγνητικό πεδίο όπου εκτρέπονται και διαχωρίζονται με βάση το λόγο μάζας/ηλεκτρικό φορτίο (m/z). Το ρεύμα που παράγεται μετριέται με κατάλληλο ανιχνευτή. Το διάγραμμα που προκύπτει από την ένταση του ρεύματος και του λόγου m/z αποτελεί το φάσμα μαζών. (Κωνσταντόπουλος Γ. Γεώργιος και συνεργάτες, 2017)

4.2 Δείκτες κατακράτησης Kovats

Όταν αναλύουμε το ίδιο δείγμα ακριβώς υπό τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες περιμένουμε το ίδιο χρωματογράφημα. Άρα, όταν αναλύσουμε ένα άγνωστο δείγμα με τις ίδιες συνθήκες που αναλύσαμε ένα δείγμα πρότυπων ουσιών, οι ουσίες στο άγνωστο δείγμα μπορούν να ταυτοποιηθούν συγκρίνοντας του χρόνους κατακράτησης (χρόνους έκλουσης) με τους αντίστοιχους χρόνους έκλουσης των προτύπων. Όμως, όταν συμπίπτουν ο χρόνος έκλουσης μια άγνωστης ουσίας με τον χρόνο έκλουσης μιας γνωστής δεν σημαίνει ότι μιλάμε για την ίδια ουσία, αλλά αποτελεί ένδειξη, καθώς στον ίδιο χρόνο μπορεί να εκλούονται και άλλες ουσίες. Επομένως, μας γίνεται αντιληπτό ότι μια σημαντική παράμετρος για την ταυτοποίηση πτητικών ουσιών είναι ο χρόνος κατακράτησης ή έκλουσης (Retention Time-RT) της κάθε ουσίας. Βέβαια, οι συνθήκες από ένα εργαστήριο σε ένα άλλο ή ακόμα και στο ίδιο δεν είναι πάντα πανομοιότυπες αλλά ούτε ελεγχόμενες. Έτσι πολλές φορές συναντάμε αποκλίσεις και σφάλματα. Για να αποφευχθούν όσο το δυνατόν

περισσότερο αυτά τα σφάλματα γίνεται χρήση και μιας άλλης παραμέτρου που σχετίζεται με τον RT και είναι ανεξάρτητη των εργαστηριακών συνθηκών. Αυτή η παράμετρος είναι ο δείκτης κατακράτησης Κόβατς και επιτρέπει τα αποτελέσματα που έχουν μετρηθεί σε κάποιο εργαστήριο να χρησιμοποιηθούν από κάποιο άλλο. Το σύστημα αυτό συνδυάζει δύο θεμελιώδεις ιδιότητες της αέριας χρωματογραφίας: το σχετικό χρόνο κατακράτησης και τον ειδικό όγκο κατακράτησης. (Κωνσταντόπουλος Γ. Γεώργιος και συνεργάτες, 2017)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η ανάλυση των αιθέριων ελαίων των εννιά δειγμάτων από *Pelargonium odoratissimum* πραγματοποιήθηκε με αέριο χρωματογράφο-φασματογράφο μάζας (GC: Agilent 7890A; MS: Agilent 5977A; AS: Agilent 7693). Το κάθε δείγμα περιείχε 10μL αιθέριου ελαίου και 240μL εξανίου. Τα τέσσερα πρώτα δείγματα ήταν αραιωμένα 1/10 με αιθανόλη. Ποσότητα 1μL εκχύθηκε από κάθε δείγμα στον εισαγωγέα σε λειτουργία split (split ratio 1/50). Η θερμοκρασία του εισαγωγέα ήταν 280°C και του φούρνου 60°C. Κατά την ανάλυση η θερμοκρασία διατηρήθηκε στους 60°C για 5 min ανέβηκε στους 220 °C με ρυθμό 4 °C/min και στη συνέχεια στους 280 °C με ρυθμό 11 °C/min, όπου και παρέμεινε για 15min. Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε He υψηλής καθαρότητας με ροή 1 ml/min. Ο διαχωρισμός πραγματοποιήθηκε στην τριχοειδή στήλη HP-5MS (30*0,25*0,25). Ο τρόπος

λειτουργίας βασιζόταν στον ιοντισμό πρόσκρουσης ηλεκτρονίων(70eV) και ο ανιχνευτής ήταν ρυθμισμένος να σαρώνει σε επιλεγμένο εύρος μαζών (29-400 m/z).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα όσον αφορά τη χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου από το φυτό *Pelargonium odoratissimum*.

Συλλέχθηκαν 9 δείγματα του φυτού διαφορετικές περιόδους μέσα στον ίδιο χρόνο.

Πιο συγκεκριμένα: Δείγμα 1: 11/2/11, δείγμα 2: 18/3/11, δείγμα 3: 19/4/11, δείγμα 4: 3/5/11, δείγμα 5: 1/6/11, δείγμα 6: 5/7/19, δείγμα 7: 29/7/11, δείγμα 8: 2/9/11, δείγμα 9: 3/10/11

Η απομόνωση του αιθέριου ελαίου από τα δείγματα έγινε με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μάζας, έτσι ώστε να παραχθεί το μοναδικό σύνολο κορυφών για κάθε δείγμα, δηλαδή το χρωματογράφημα.

Σε αυτό το σημείο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για το *Pelargonium odoratissimum* δεν υπάρχει πληθώρα βιβλιογραφικών αναφορών έτσι πολλές φορές ανατρέξαμε σε πληροφορίες για άλλα είδη *Pelargonium* ή σε συγγενή γένη. Επίσης, τα επιστημονικά άρθρα δεν συμφωνούν απόλυτα μεταξύ τους αλλά ούτε με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, πολλές ουσίες που

έχουν ταυτοποιηθεί στην συγκεκριμένη εργασία δεν υπήρχαν στα επιστημονικά άρθρα αλλά και το αντίθετο.

Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το πρώτο δείγμα *Pelargonium odoratissimum*(11/2/11)

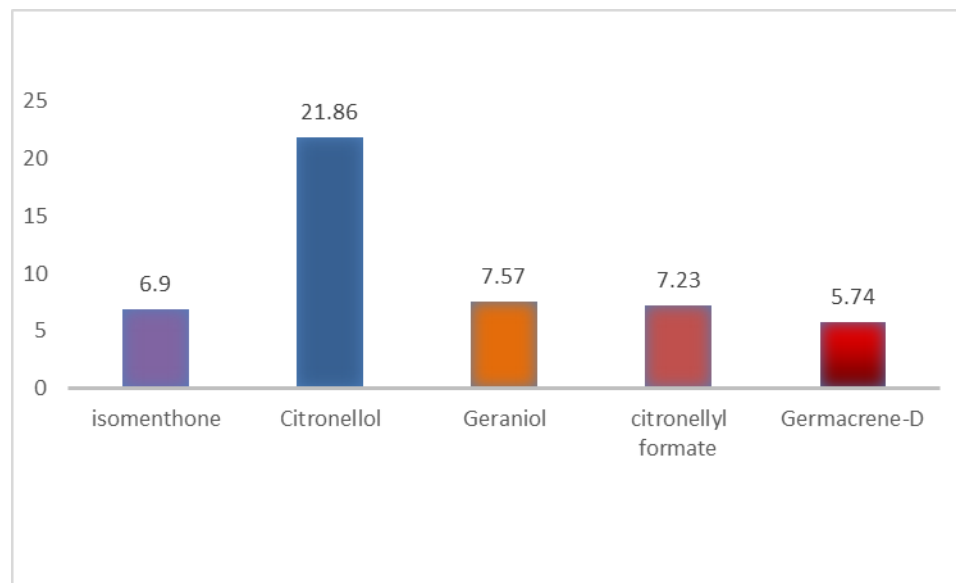
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1.a-Pinene	5541		947	930	939	-	1,33
2.p-cymene	8132	1021,8	-	-	1026	-	0,47
3.Limonene	8266	1025,4	1026	-	1031	1028	2,05
4.Eucalyptol	8383	1028,6	-	-	1033	-	0,81
5.n.i	8559	1033,3	-	-	-	-	0,39
6.γ-Terpinene	9302	1053	-	-	1062	-	0,46
7.Linalool	10799	1092,8	1100	1074	1098	1092	4,14
8.n.i	11258	1105	-	-	-	-	0,75
9.cis rose oxide	11,91	1122,2	1121	-	-	-	0,23
10.Menthone	12946	1149,8	1152	1140	-	1154	0,28
11.isomenthone	13356	1160,7	1162	-	1154	1164	6,9
12.Terpinen-4-ol	13899	1175	-	-	-	-	0,24
13.a-Terpineol	14443	1189,6	1194	1197	1189	1198	0,59

14.n.i	14,76	1198	-	-	-	-	0,4
15.Citronellol	16031	1228,6	1238	1238	-	1234	21,86
16.Geraniol	17117	1254,6	1259	1261	-	1256	7,57
17.a-citral	17811	1271,2	1272	1275	-	-	0,22
18.citronellyl formate	18011	1276	1277	1280	-	1279	7,23
19.n.i	18396	1285,2	-	-	-	-	0,4
20.n.i	19148	1303,2	-	-	-	-	3,6
21.n.i	22173	1375,6	-	-	-	-	1,09
22.β-Bourbonene	22,55	1384,6	1372	1392	-	1386	1,93
23.caryophyllene	23937	1418,8	1406	1403	1418	1425	1,32
24.aromadendrene	24906	1443,4	1443	1467	-	1451	0,6
25.n.i	25141	1449,4	-	-	-	-	0,45
26.n.i	25308	1453,6	-	-	-	-	0,39
27.n.i	25,6	1461,2	-	-	-	-	0,74
28.n.i	26135	1474,8	-	-	-	-	0,4
29.n.i	26227	1477	-	-	-	-	0,69
30.Germacrene-D	26428	1482,2	1464	1486	1480	-	5,74
31.n.i	26988	1496,4	-	-	-	-	4,05
32.n.i	27188	1501,6	-	-	-	-	0,52

33.γ-Cadinene	27765	1516,2	1495	-	1524	-	0,42
34.δ-Cadinene	28108	1525	1501	1528	-	-	2,39
35.n.i	28333	1530,6	-	-	-	-	0,79
36.n.i	28659	1539	-	-	-	-	0,34
37.Spathulenol	28927	1545,8	1551	-	-	-	0,32
38.geranyl butanoate	29587	1562,6	1542	-	-	1563	1,47
39.n.i	31743	1619	-	-	-	-	9,38
40.n.i	32337	1635,7	-	-	-	-	0,34
41.n.i	32621	1643,6	-	-	-	-	0,7
42.n.i	32788	1648,2	-	-	-	-	0,35
43.β-Eudesmol	32838	1649,6	1618	-	-	-	0,31
44.n.i	32955	1652,8	-	-	-	-	0,82
45.n.i	34794	1704,2	-	-	-	-	1,09

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Maher Boukhris et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et al, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al,2019

Στο πρώτο δείγμα παρατηρούμε ότι βρέθηκαν 45 χημικές ουσίες από τις οποίες ταυτοποιήθηκαν οι 24. Οι επικρατέστερες ουσίες σε αυτό το δείγμα είναι: Citronellol (21,86%), Geraniol (7,57%), Citronellyl formate (7,23%), Isomenthone (6,9%), Germacrene-D (5,74%). Όσον αφορά τους συγγραφείς οι Mei Wang et al (2014) έχουν 20 ουσίες κοινές με εμάς. Οι Maher Boukris et al (2013) έχουν 13 κοινές ουσίες με εμάς. Οι Khalid A.Khalid et al (2010) έχουν 11 ουσίες κοινές με εμάς και οι Adriana SZUTT et al (2019) έχουν 12 ουσίες κοινές με εμάς.



Γράφημα 6.1: Παρουσίαση βασικών συστατικών πρώτου δείγματος

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (χρόνος κατακράτησης) και KI: Kovats Index (δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το δεύτερο δείγμα *Pelargonium odoratissimum* (18/3/11)

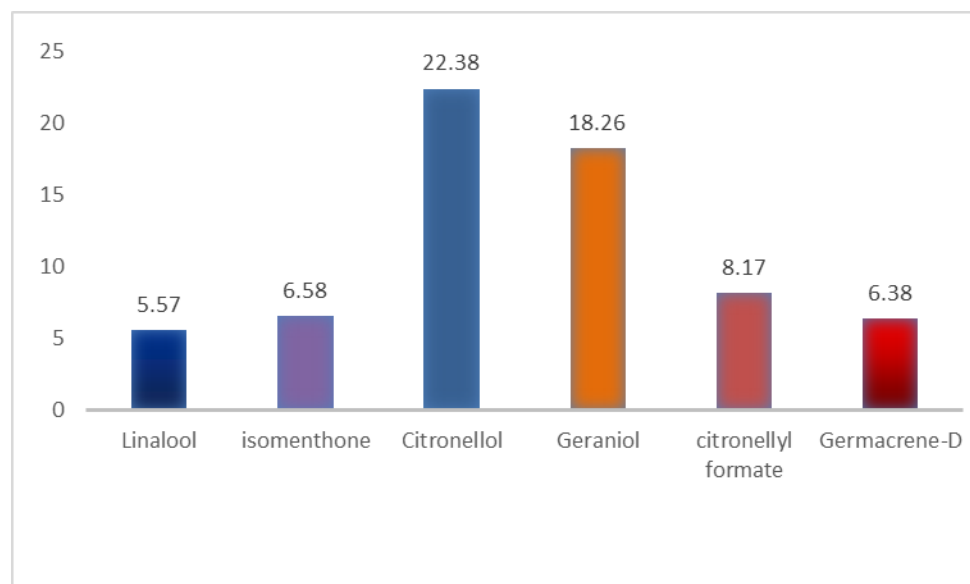
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1. n.i	5533	-	-	-	-	-	1,04
2. p-cymene	8124	1021,6	-	-	1026	1023	0,26
3. Limonene	8266	1025,4	1026	-	1031	1028	0,49
4. Eucalyptol	8383	1028,6	-	-	1033	1030	0,56
5. n.i	8,55	1033	-	-	-	-	0,37
6. Linalool	10,79	1092,6	1100	1074	1098	1092	5,57
7. trans rose oxide	11,25	1104,8	1107	1079	-	1111	1,06
8. cis rose oxide	11902	1122	1121	-	-	-	0,36
9. isomenthone	13356	1160,6	1162	-	1154	1164	6,58
10. a-Terpineol	14443	1189,6	1194	1197	1189	1198	0,33

11. Citronellol	16014	1228,2	1238	1238	-	1234	22,38
12. Geraniol	17109	1254,4	1259	1261	-	1256	18,26
13. citronellyl formate	18003	1275,8	1277	1280	-	1279	8,17
14. n.i	19,14	1303	-	-	-	-	7,7
15. Copaene	22165	1375,4	-	1382	1376	-	1,31
16. β -Bourbonene	22541	1384,4	1372	1392	-	1386	2,34
17. Caryophyllene	23937	1418,8	1406	1403	1418	1425	2,06
18. n.i	24948	1444,6	-	-	-	-	0,98
19. n.i	25141	1449,4	-	-	-	-	0,66
20. Humulene	25308	1453,8	1440	1459	-	-	0,36
21. Aromadendrene	25,6	1461,2	1443	1467	-	1451	0,41
22. n.i	26135	1474,8	-	-	-	-	0,37
23. n.i	26227	1477	-	-	-	-	1,28
24. Germacrene-D	26419	1482	1464	1486	1480	-	6,38
25. Bicyclogermacrene	27038	1497,6	-	-	-	-	0,86
26. a-Muurolene	27197	1501,8	1483	1503	-	-	0,32
27. γ -Cadinene	27765	1516,2	1495	-	1524	-	0,43
28. δ -Cadinene	28108	1525	1501	1528	-	-	2,54
29. n.i	28333	1530,6	-	-	-	-	0,46

30.n.i	29579	1562,4	-	-	-	-	1,15
31.n.i	30356	1582	-	-	-	-	0,36
32.phenylethyl tiglate	30,49	1585,4	-	1590	-	1588	1,96
33.t-Cadinol	32587	1642,6	-	-	-	-	0,39
34.n.i	33022	1654,8	-	-	-	-	0,26
35.n.i	34794	1704,2	-	-	-	-	1,45
36.n.i	35387	1720,8	-	-	-	-	0,3

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et a, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al,2019

Στο δεύτερο δείγμα βρέθηκαν 36 χημικές ουσίες από τις οποίες ταυτοποιήθηκαν οι 23. Οι επικρατέστερες ουσίες σε αυτό το δείγμα είναι: Citronellol (22,38%), Geraniol (18,26%), Citronellyl formate (8,17%), Isomenthone (6,58%), Germacrene-D (6,38%), Linalool (5,57%). Όσον αφορά τους συγγραφείς, οι Mei Wang et al (2014) έχουν 17 ουσίες κοινές με εμάς. Οι συγγραφείς Boukhris Maher et al (2013) έχουν 15 ουσίες κοινές με εμάς. Οι Khalid A.Khalid et al (2010) έχουν 10 κοινές ουσίες με εμάς ενώ οι Adriana SZUTT et al (2019) έχουν 14 κοινές ουσίες με εμάς.



Γράφημα 6.2: Παρουσίαση βασικών συστατικών δεύτερου δείγματος

Πίνακας 6.3: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (Δείκτες συγκράτησης Κόβατς) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το τρίτο δείγμα *Pelargonium odorstissimum* (19/4/11)

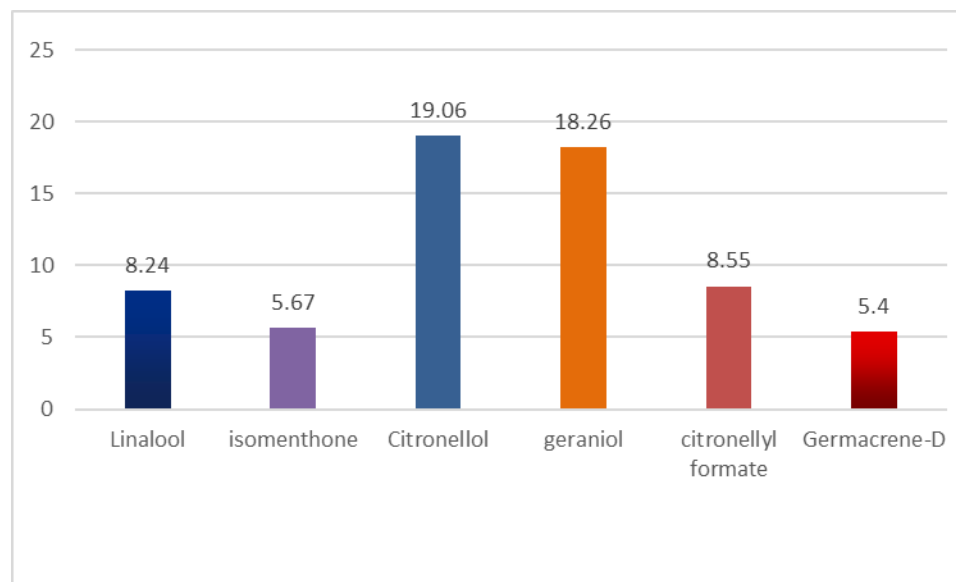
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό %
1.n.i	5558	-	-	-	-	-	1,63
2.n.i	6603	-	-	-	-	-	0,36
3.b-pinene	6712	-	-	-	980	-	0,24
4.Myrcene	7071	-	993	997	991	-	0,38
5.p-cymene	8157	1022,6	-	-	1026	-	1,01
6.Limonene	8291	1026,2	1026	-	1031	1028	1,84
7.Eucalyptol	8,4	1029	-	-	1033	-	1,79
8.E-ocimene	8584	1034	-	1034	1046	-	0,4
9.γ-Terpinene	9328	1053,6	-	-	1062	-	0,55
10.Linalool	10824	1093,4	1100	1074	1098	1092	8,24
11.trans rose oxide	11275	1105,4	1107	1079	-	1111	0,61
12.cis rose oxide	11935	1122,8	1121	-	-	-	0,2
13.isomenthone	13381	1161,4	1162	-	1154	1164	5,67
14.Terpinen-4-ol	13924	1175,8	-	-	-	-	0,22
15.a-Terpineol	14459	1190	1194	1197	1189	1198	0,57

16. Estragole	14785	1198,6	-	-	-	-	0,25
17. Citronellol	16039	1228,8	1238	1238	-	1234	19,06
18. geraniol	17142	1255,2	1259	1261	-	1256	18,26
19. citronellyl formate	18028	1276,4	1277	1280	-	1279	8,55
20. n.i	19165	1303,6	-	-	-	-	6,52
21. n.i	21112	1350,2	-	-	-	-	0,21
22. Copaene	22182	1375,8	-	1383	1376	-	0,92
23. β -bourbonene	22558	1384,8	1372	1392	-	1386	1,65
24. Caryophyllene	23954	1419,4	1406	1403	1418	1425	2,68
25. n.i	24973	1445,2	-	-	-	-	0,86
26. n.i	25199	1451	-	-	-	-	0,58
27. Humulene	25324	1454,2	1440	1459	-	-	0,51
28. Aromadendrene	25608	1461,4	1443	1467	-	1451	0,31
29. n.i	26143	1475	-	-	-	-	0,29
30. n.i	26244	1477,6	-	-	-	-	1,17
31. Germacrene-D	26436	1482,4	1464	1486	1480	-	5,4
32. Bicyclogermacrene	27071	1498,6	-	-	-	-	1,24
33. α -Muurolene	27213	1502,2	1483	1503	-	-	0,31
34. γ -Cadinene	27773	1516,4	1495	-	1524	-	0,39

35. δ-Cadinene	28116	1525,2	1501	1528	-	-	2,03
36. n.i	28,35	1531	-	-	-	-	0,39
37. Geranyl butyrate	29595	1562,8	1542	-	-	1563	1,06
38. phenyl ethyl tiglate	30506	1586	1564	1590	-	1589	0,98
39. t-Cadinol	32587	1642,6	-	-	-	-	0,34
40. n.i	33,03	1655	-	-	-	-	0,19
41. n.i	34376	1692,6	-	-	-	-	0,23
42. n.i	34802	1704,6	-	-	-	-	1,16

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et a, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al, 2019

Από το τρίτο δείγμα βρέθηκαν 42 χημικές ουσίες εκ των οποίων οι 30 ταυτοποιήθηκαν. Οι επικρατέστερες ουσίες στο συγκεκριμένο δείγμα είναι: Citronellol (19,06%), Geraniol (18,26%), Citronellyl formate (8,55%), Linalool (8,24%), isomenthone (5,67%), Germacrene-D (5,4%). Οι συγγραφείς Mei Wang et al (2014) έχουν 20 ουσίες κοινές με εμάς. Οι Boukhris Maher et al (2013) έχουν 17 ουσίες κοινές με εμάς, οι Khalid A.Khalid et al (2010) έχουν 14 ουσίες κοινές με εμάς και τέλος οι Adriana SZUTT et al (2019) έχουν 13 ουσίες κοινές με εμάς.



Γράφημα 6.3: Παρουσίαση βασικών συστατικών τρίτου δείγματος

Πίνακας 6.4: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (Δείκτες συγκράτησης Κόβατς) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το τέταρτο δείγμα *Pelargonium odoratissimum* (3/5/11)

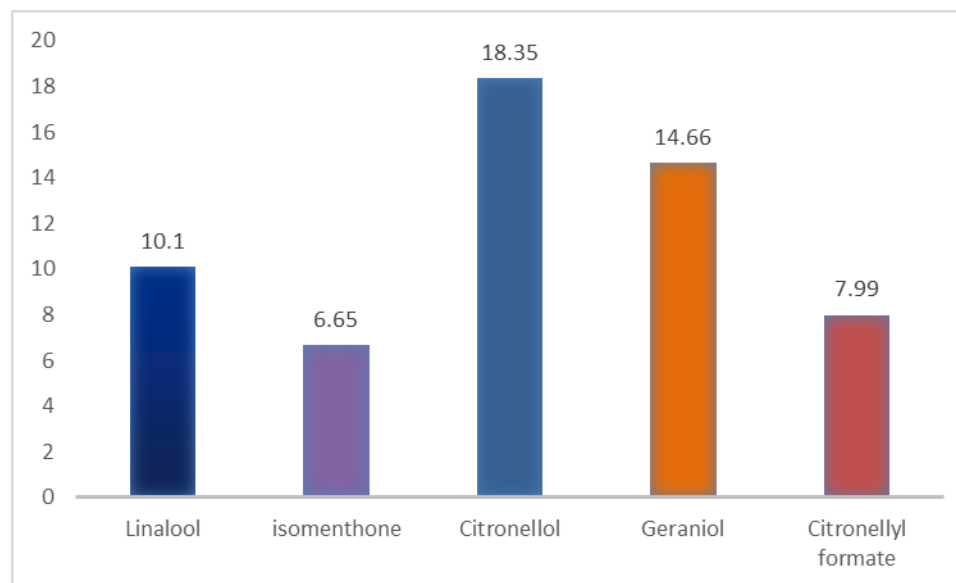
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1.n.i	5558	-	-	-	-	-	1,07
2.Linalool-3,7-oxide	6544	-	-	-	-	-	0,33
3.Myrcene	7071	-	993	997	991	-	0,21
4.p-cymene	8157	1022,6	-	-	1026	-	0,26
5.Limonene	8291	1026,2	1026	-	1031	1028	0,42
6.Eucalyptol	8408	1029,2	-	-	1033	-	0,61
7.n.i	8584	1034	-	-	-	-	0,46
8.E-Ocimene	8943	1043,4	-	1034	1046	-	0,25
9.Linalool	10823	1093,4	1100	1074	1098	1092	10,1
10.trans rose oxide	11283	1105,6	1107	1079	-	1111	0,57
11.Menthone	12971	1150,4	1152	1140	-	1154	0,26
12.isomenthone	13381	1161,4	1162	-	1154	1164	6,65
13.a-Terpineol	14459	1190	1194	1197	1189	1198	1,03
14.Citronellol	16039	1228,8	1238	1238	-	1234	18,35
15.Geraniol	17142	1255,2	1259	1261	-	1256	14,66
16.Citronellyl formate	18028	1276,4	1277	1280	-	1279	7,99

17.n.i	19165	1303,6	-	-	-	-	5,58
18.Copaene	22,19	1376	-	1382	1376	-	0,82
19.b-Bourbonene	22558	1384,8	1372	1392	-	1386	1,75
20.Caryophyllene	23954	1419,2	1406	1403	1418	1425	1,72
21.n.i	24,94	1444,4	-	-	-	-	0,68
22.n.i	25207	1451,2	-	-	-	-	0,5
23.Humulene	25324	1454,2	1440	1459	-	-	0,38
24.Aromadendrene	25617	1461,6	1443	1467	-	1451	0,41
25.n.i	26152	1475,2	-	-	-	-	0,32
26.n.i	26244	1477,6	-	-	-	-	0,98
27.Germacrene-D	26436	1482,4	1464	1486	1480	-	4,47
28.Leden	27004	1496,8	1473	1499	-	-	1,94
29.a-Murolene	27213	1502,2	1483	1503	-	-	0,34
30.a-Amorphene	27773	1516,4	-	1518	-	-	0,29
31.δ-cadinene	28116	1525,2	1501	1528	-	-	1,81
32.n.i	28341	1530,8	-	-	-	-	0,48
33.geranyl butanoate	29595	1562,8	1542	-	-	1563	1,31
34.phenyl ethyl tiglate	30506	1586	1564	1590	-	1588	0,94
35.n.i	31743	1619,2	-	-	-	-	3,33

36.n.i	32595	1642,8	-	-	-	-	0,3
37.n.i	33,03	1655	-	-	-	-	0,32
38.n.i	34802	1704,6	-	-	-	-	0,93

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et al, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al,2019

Στο δείγμα του Μαΐου βρήκαμε 38 χημικές ουσίες εκ των οποίων οι 26 ταυτοποιήθηκαν. Οι επικρατέστερες ουσίες στο συγκεκριμένο δείγμα ήταν: Citronellol (18,35%), Geraniol (14,66%), Linalool (10,1%), Citronellyl formate (7,99%), isomenthone (6,65%). Σύμφωνα με τους συγγραφείς Mei Wang et al (2014) είχαμε 20 κοινές ουσίες, οι συγγραφείς Boukhris Maher et al (2013) είχαν επίσης 20 ουσίες κοινές με εμάς, οι Khalid A.Khalid et al (2010) είχαν 11 ουσίες κοινές με εμάς και οι Adriana SZUTT et al (2019) 14 ουσίες κοινές με εμάς.



Γράφημα 6.4: Παρουσίαση βασικών συστατικών τέταρτου δείγματος

Πίνακας 6.5: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (Δείκτες συγκράτησης Κόβατς) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών (GC-MS) για το πέμπτο δείγμα *Pelargonium odoratissimum* (1/6/11)

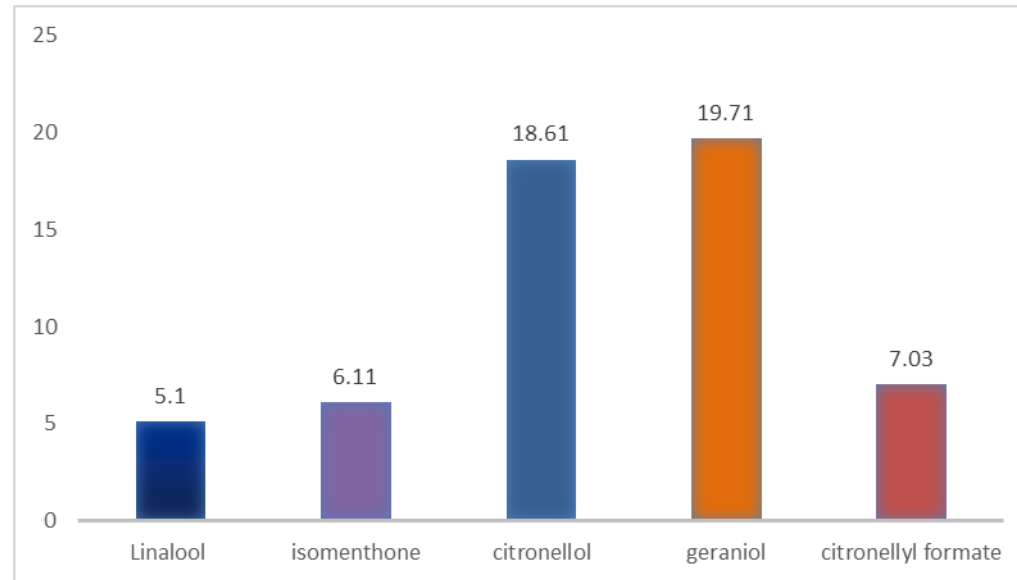
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1. p-Cymene	8,157	1022,62				1026	0,41
2. limonene	8,3	1026,42		1026		1031 1028	0,3
3. Eucalyptol	8,408	1029,29				1033	0,43
4. Linalool	10,824	1093,46	1100	1074	1098	1092	5,1
5. phenylethyl alcohol	11,283	1105,65				1105	0,64
6. cis-rose oxide	11,935	1122,97	1121				0,24
7. isomenthone	13,381	1161,38	1162		1154	1164	6,11
8. α-terpineol	14,468	1190,25	1194	1197	1189	1198	0,31
9. citronellol	16,039	1228,81	1238	1238		1234	18,61
10. geraniol	17,142	1255,2	1259	1261		1256	19,71
11. citronellyl formate	18,028	1276,4	1277	1280		1279	7,03
12. n.i.	19,098	1302,01					2,2
13. geranyl formate	19,165	1303,61	1300	1307		1303	4,33
14. γ-Dodecalactone	20,761	1341,8					0,65
15. copaene	22,19	1375,99		1383	1376		0,72
16. β-Bourbonene	22,558	1384,78	1372	1392		1386	1,63

17. Caryophyllene oxide	23,962	1419,55	1406	1403	1418	1425	2,11
18. aromandendrene	24,965	1445,06	1443			1451	0,43
19. n.i.	25,149	1449,73					0,43
20. n.i.	25,324	1454,18					0,47
21. n.i.	25,617	1461,64					0,45
22. n.i.	26,152	1475,24					0,27
23. n.i.	26,244	1477,58					0,94
24. Germacrene-D	26,436	1482,46	1464	1486	1480	1482	4,65
25. Leden	27,004	1496,91	1473	1499			2,93
26. a-Muurolene	27,205	1502,02	1483	1503			0,35
27. γ-Cadinene	27,773	1516,46	1495		1524		0,32
28. n.i.	28,116	1525,18					1,73
29. n.i.	28,35	1531,13					0,65
30. n.i.	29,595	1562,79					1,6
31. n.i.	30,381	1582,78					0,32
32. n.i.	31,743	1619,12					6,32
33. n.i.	32,086	1628,7					0,31
34. n.i.	32,194	1631,72					0,21
35. n.i.	32,345	1635,93					0,2

36.n.i.	32,604	1643,17	0,65
37.n.i.	32,796	1648,53	0,63
38.n.i.	32,972	1653,44	0,4
39.n.i.	33,03	1655,06	0,4
40.n.i.	34,802	1704,55	1,23

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et al, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al, 2019

Στο 5ο δείγμα βρήκαμε 40 χημικές ουσίες από τις οποίες ταυτοποιήθηκαν οι 21. Οι επικρατέστερες ουσίες ήταν: Geraniol (19,71%), Citronellol (18,61%), Citronellyl formate (7,03%), Isomenthone (6,11%). Όσον αφορά τους συγγραφείς, οι Mei Wang et al (2014) έχουν 16 ουσίες κοινές με εμάς, οι Boukhris Maher et al (2013) έχουν 12 ουσίες κοινές με εμάς. Οι Khalid A.Khalid et al (2010) έχουν 10 ουσίες κοινές με εμάς και οι Adriana SZUTT et al (2019) έχουν 13 ουσίες κοινές με εμάς.



Γράφημα 6.5: Παρουσίαση βασικών συστατικών πέμπτου δειγματος

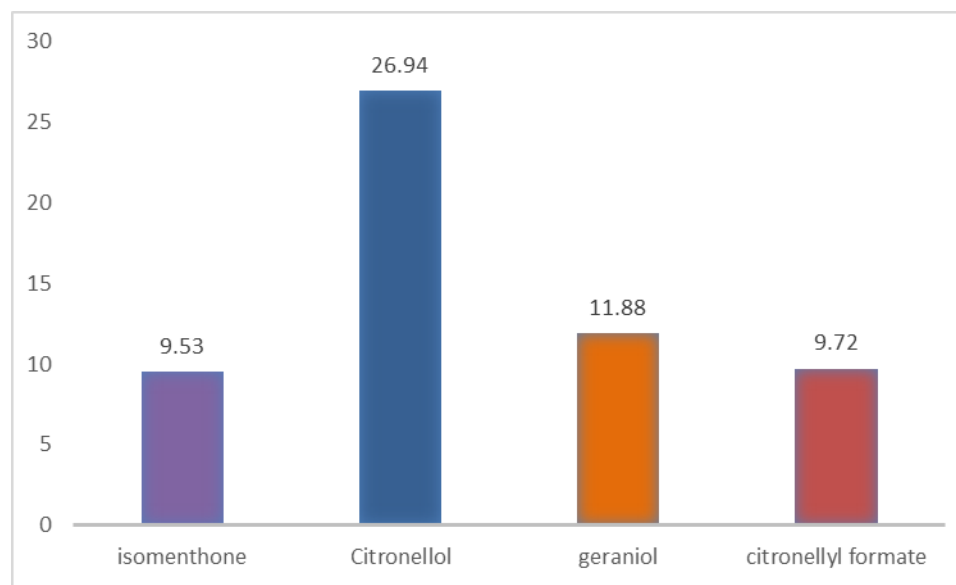
Πίνακας 6.6: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (Δείκτες συγκράτησης Κόβατς) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών για το έκτο δείγμα *Pelargonium odoratissimum* (5/7/11)

Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1. p-cymene	8,157	1022,62			1026		0,8
2. linalool	10,832	1093,67	1100	1074	1098	1092	2,6
3. Phenylethyl alcohol	11,283	1105,65				1105	1,16
4. isomenthone	13,389	1161,59	1162		1154	1164	9,53
5. Citronellol	16,03	1228,59	1238	1238		1234	26,94
6. geraniol	17,125	1254,79	1259	1261		1256	11,88
7. citronellyl formate	18,028	1276,4	1277	1280		1279	9,72
8. n.i.	19,089	1302,01					2,96
9. n.i.	20,761	1341,8					0,61
10. a-Cubebene	22,182	1375,8	1365		1351		0,68
11. b-Bourbonene	22,558	1384,78	1372	1392		1386	1,39
12. Caryophyllene	23,962	1419,55	1406	1403	1418	1425	2,71
13 Germacrene-D	26,436	1482,46	1464	1486	1480		3,98
14. Leden	27,004	1496,91	1473	1499			4,41
15. δ-Cadinene	28,116	1525,18	1501	1528			1,37
16. n.i.	28,35	1531,13					0,87

17. Geranyl butanoate	29,595	1562,79	1542	1563	1,5
18. n.i.	31,751	1619,35			4,92
19. n.i.	34,802	1704,55			0,72

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et al, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al, 2019

Στο έκτο δείγμα μας βρήκαμε 19 χημικές ουσίες και μπορέσαμε να ταυτοποιήσουμε τις 14 από αυτές. Οι επικρατέστερες ουσίες ήταν: Citronellol (26,94%), Geraniol (11,88%), Citronellyl formate (9,72%), Isomenthone (9,53%). Οι συγγραφείς Mei Wang et al (2014) είχαν 12 ουσίες κοινές με εμάς. Οι Boukhris Maher et al (2013) είχαν 9 ουσίες κοινές με εμάς. Οι Khalid A.Khalid et al (2010) είχαν 6 ουσίες κοινές με εμάς και οι Adriana SZUTT et al (2019) είχαν 9 ουσίες κοινές με εμάς.



Γράφημα 6.6: Παρουσίαση βασικών συστατικών έκτου δείγματος

Πίνακας 6.7: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (Δείκτες συγκράτησης Kovats) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών για το 7ο δείγμα *Pelargonium odoratissimum* (29/7/11)

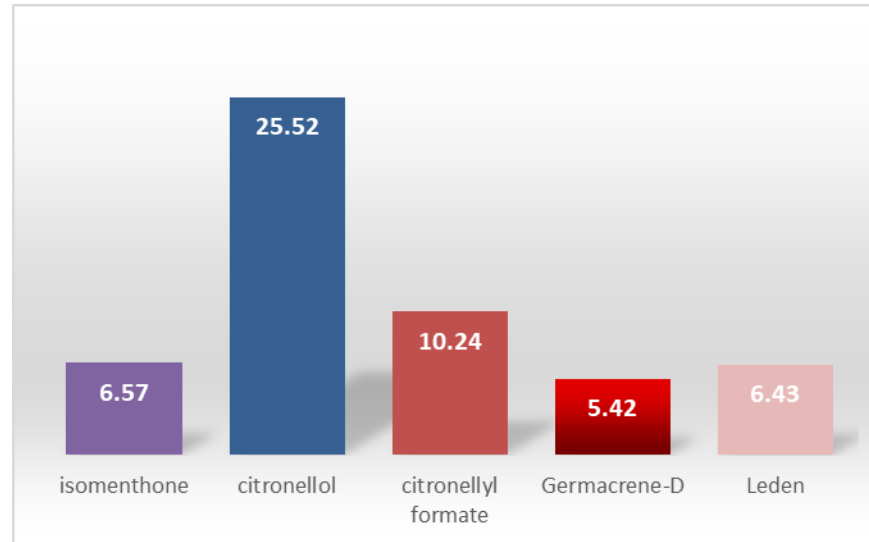
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1.p-cymene	8,157	1022,62			1026		0,52
2.limonene	8,291	1026,18	1026		1031	1028	0,67
3.Eucalyptol	8,417	1029,53			1033		0,36
4.n.i.	9,328	1053,73					0,43
5.linalool	10,832	1093,67	1100	1074	1098	1092	0,48
6.trans rose oxide	11,275	1105,44	1107	1079		1111	1,63
7.cis-rose oxide	11,927	1122,76	1121				0,62
8.menthone	12,972	1150,51	1152	1140		1154	0,34
9.isomenthone	13,381	1161,38	1162		1154	1164	6,57
10.citronellol	16,03	1228,59	1238	1238		1234	25,52
11.geraniol	17,125	1254,79	1259	1261		1256	1,85
12.citronellyl formate	18,028	1276,4	1277	1280		1279	10,24
13.n.i.	19,089	1302,01					0,59

14.n.i.	19,156	1303,39					1,38
15.n.i.	21,304	1354,79					0,41
16.copaene	22,182	1375,8		1383	1376		0,66
17.beta-bourbonene	22,558	1384,78	1372	1392		1386	1,18
18.caryophyllene	23,954	1419,35	1406	1403	1418	1425	2,39
19.n.i.	24,965	1445,06					1
20.n.i.	25,149	1449,73					0,94
21.Humulene	25,324	1454,2	1440	1459			0,73
22.Aromadendrene	25,617	1461,64	1443	1467		1451	0,72
23.δ-cadinene	26,152	1475,24	1501	1528			0,39
24.n.i.	26,244	1477,58					0,67
25.Germacrene-D	26,436	1482,46	1464	1486	1480		5,42
26.Leden	27,004	1496,91	1473	1499			6,43
27.n.i.	27,196	1501,79					0,45
28.γ-Cadinene	27,748	1515,82	1495		1524		0,35
29.n.i.	28,124	1525,39					2,05
30.n.i.	28,35	1531,13					2,11
31.Geranyl butanoate	29,595	1562,79	1542			1563	1,57
32.Spathulenol	30,164	1577,26	1551				0,44

33. b-Cedrene	30,381	1582,78	0,52
34. n.i.	31,751	1619,35	9,22
35.. n.i.	32,077	1628,45	0,26
36. n.i.	32,612	1643,39	0,69
37. n.i.	32,788	1648,31	1,24
38. n.i.	32,972	1653,44	0,87
39. n.i.	34,802	1704,55	0,54

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et al, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al, 2019

Στο 7ο δείγμα μας βρέθηκαν 39 χημικές ουσίες από τις οποίες ταυτοποιήθηκαν 23. Οι επικρατέστερες ουσίες σε αυτό το δείγμα ήταν: Citronellol (25,52%), Citronellyl formate (10,24%), Isomenthone (6,57%), Ledene (6,43%), Germacrene-D (5,42%). Όσον αφορά τους συγγραφείς, οι Mei Wang et al (2014) είχαν 19 ουσίες κοινές με εμάς, οι Boukhris Maher et al (2013) είχαν 14 ουσίες κοινές με εμάς, οι Khalid A.Khalid et al (2010) είχαν 9 ουσίες κοινές με εμάς και, τέλος, οι Adriana SZUTT et al (2019) είχαν 12 ουσίες κοινές με εμάς.



Γράφημα 6.7: Παρουσίαση βασικών συστατικών 7ου δείγματος

Πίνακας 6.8: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (Δείκτες συγκρατησης Κόβατς) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών για 8ο δείγμα *Pelargonium odoratissimum* (2/9/11)

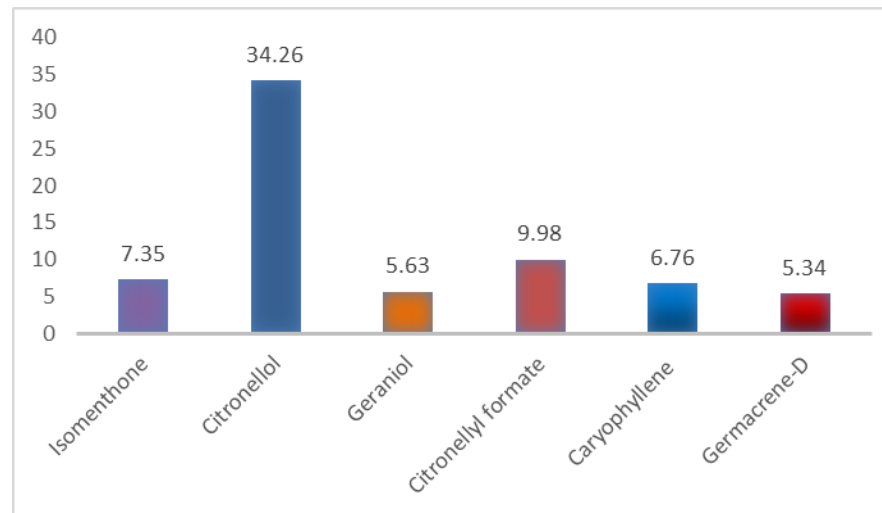
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1. Eucalyptol	8,408	1029,29			1033		0,47
2. Linalool	10,824	1093,46	1100	1074	1098	1092	1,35
3. trans rose oxide	11,267	1105,23	1107	1079		1111	2,02
4. cis-rose oxide	11,927	1122,76	1121				0,76
5 Menthone	12,955	1150	1152	1140		1154	0,42
6. Isomenthone	13,381	1161,38	1162		1154	1164	7,35
7. Menthol	14,15	1181,8	1185	1171			0,36
8. Citronellol	16,056	1229,21	1238	1238		1234	34,26
9. Geraniol	17,125	1254,79	1259	1261		1256	5,63
10. Myrtanol	17,301	1259	1265				0,42
11. Citronellyl formate	18,028	1276,4	1277	1280		1279	9,98
12. n.i.	19,089	1302,01					1,61
13. n.i.	19,156	1303,39					1,65

14.n.i.	19,265	1306					0,41
15.γ-Dodecalactone	20,761	1341,8					0,49
16.Copaene	22,19	1375,99		1382	1376		0,85
17.b-Bourbonene	22,558	1384,78	1372	1392		1386	1,74
18.Caryophyllene	23,954	1419,35	1406	1403	1418	1425	6,76
19.n.i.	24,982	1445,49					1,51
20.n.i.	25,149	1449,73					1,05
21.Humulene	25,324	1454,18	1440	1459			1,44
22.n.i.	26,152	1475,24					0,4
23.n.i.	26,244	1477,58					1,03
24.Germacrene-D	26,436	1482,46	1464	1486	1480		5,34
25.Bicyclogermacrene	27,054	1498,18					1,17
26..γ-Cadinene	27,748	1515,82	1495		1524		0,45
27.δ-Cadinene	28,124	1525,39	1501	1528			2,55
28.n.i.	28,35	1531,13					1
29.n.i.	28,442	1533,47					0,35
30.Geranyl butanoate	29,595	1562,79	1542			1563	1,08
31.n.i.	30,364	1582,35					1,08
32.phenyl ethyl tiglate	30,506	1585,96	1564	1590		1589	1,64

33.n.i.	31,584	1614,68	0,37
34.n.i.	32,077	1628,45	0,46
35.t-Cadinol	32,596	1642,94	0,52
36.n.i.	33,523	1668,83	0,55
37.n.i.	34,802	1704,55	1,02

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et al, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al,2019

Στο δείγμα του Σεπτεμβρίου βρέθηκαν 37 χημικές ουσίες εκ των οποίων ταυτοποιήθηκαν οι 23. Οι χημικές ουσίες με το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν: Citronellol (34,26%), Citronellyl formate (9,98%), isomenthone (7,35%), Caryophyllene (6,76%), Geraniol (5,63%), Germacrene-D (5,34%). Με τους συγγραφείς Mei Wang et al (2014) είχαμε 18 ουσίες κοινές, με τους Boukhris Maher et al (2013) είχαμε 14 ουσίες κοινές, με τους Khalid A. Khalid et al (2010) είχαμε 7 ουσίες κοινές και με τους Adriana SZUTT et al (2010) είχαμε 11 ουσίες κοινές.



Γράφημα 6.8: Παρουσίαση βασικών συστατικών του δείγματος

Πίνακας 6.9: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα καταγραφής RT: Retention Time (Χρόνος Κατακράτησης) και KI: Kovats Index (Δείκτες συγκράτησης Κόβατς) της αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μαζών για το έννατο δείγμα *Pelargonium odoratissimum* (3/10/11)

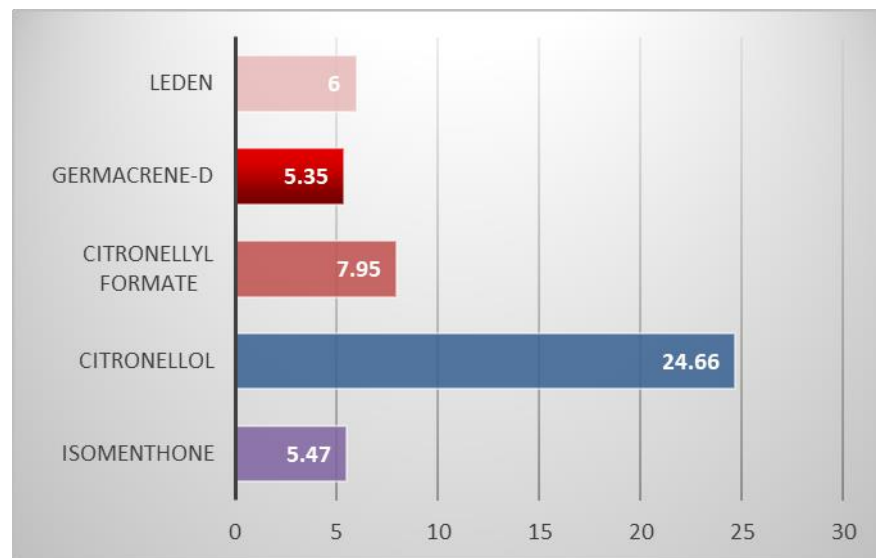
Compound	RT	KI	KI ¹	KI ²	KI ³	KI ⁴	Ποσοστό%
1.p-cymene	8,157	1022,62			1026		0,3
2.limonene	8,291	1026,18	1026		1031	1028	0,55
3.Eucalyptol	8,4	1029,08			1033		0,92
4.linalool	10,832	1093,67	1100	1074	1098	1092	0,92
5.trans rose oxide	11,275	1105,44	1107	1079		1111	1,67
6.cis-rose oxide	11,927	1122,76	1121				0,62
7.Menthone	12,963	1150,27	1152	1140		1154	0,35
8.Isomenthone	13,381	1161,38	1162		1154	1164	5,47
9.Menthol	14,158	1182	1185	1171			0,42
10.Citronellol	16,039	1228,81	1238	1238		1234	24,66
11.Geraniol	17,125	1254,79	1259	1261		1256	3,76
12.Citronellyl formate	18,028	1276,4	1277	1280		1279	7,95

13.n.i.	19,089	1301,79					0,76
14.Geranyl formate	19,156	1303,39	1300			1303	0,53
15.n.i.	21,112	1350,2					0,37
16.Citronellyl acetate	21,304	1354,79	1351	1357			0,59
17.copaene	22,19	1375,99		1383	1376		0,71
18.β-Bourbonene	22,558	1384,8	1372	1392		1386	1,22
19.Caryophyllene	23,962	1419,55	1406	1403	1418	1425	2,34
20.n.i.	24,982	1445,49					1,42
21.n.i.	25,157	1449,94					0,94
22.Humulene	25,324	1454,18	1440	1459			0,7
23.Aromadendrene	25,617	1461,64	1443	1467		1451	0,7
24.n.i.	26,152	1475,24					0,51
25.n.i.	26,244	1477,58					0,71
26.Germacrene-D	26,436	1482,46	1464	1486	1480		5,35
27.leden	26,996	1496,7	1473	1499			6
28.n.i.	27,205	1502,02					0,5
29.γ-Cadinene	27,748	1515,82	1495		1524		0,37
30.δ-Cadinene	28,124	1525,39	1501	1528			2,56
31.n.i.	28,35	1531,13					2,71

32. Geranyl butanoate	29,595	1562,79	1542		1563	1,46
33. Spathulenol	30,164	1577,26	1551			0,39
34.n.i.	30,372	1582,55				0,47
35.n.i.	31,125	1601,87				0,4
36.n.i.	31,584	1614,68				0,37
37.n.i.	31,743	1619,12				10,99
38.n.i.	32,077	1628,45				0,53
39.n.i.	32,203	1631,97				0,44
40.n.i.	32,345	1635,93				0,39
41.n.i.	32,612	1643,39				1,06
42.n.i.	32,796	1648,53				1,34
43.n.i.	32,963	1653,19				1,21
44. Citronellyl tiglate	33,523	1668,83	1632	1667	1676	1,05
45.n.i.	34,802	1704,55				0,57

¹ Mei Wang et al, 2014; ² Boukhris Maher et al, 2013; ³ Khalid A.Khalid et al, 2010; ⁴ Adriana SZUTT et al,2019

Στο ένατο και τελευταίο δείγμα βρέθηκαν 45 χημικές ουσίες και ταυτοποιήθηκαν οι 26. Οι ουσίες με το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν: Citronellol (24,66%), Citronellyl formate (7,95%), Ledene (6%), Isomenthone (5,47%), Germacrene-D (5,35%). Οι Mei Wang et al (2014) είχαν 23 ουσίες κοινές με εμάς, οι Boukhris Maher et al (2013) είχαν 16 ουσίες κοινές με εμάς, οι Khalid A.Khalid et al (2010) είχαν 10 ουσίες κοινές με εμάς και οι Adriana SZUTT et al (2019) είχαν 14 ουσίες κοινές.



Γράφημα 6.9: Παρουσίαση βασικών συστατικών 9ου δείγματος

Πίνακας 6.10: Ποσοστιαίες αναλογίες των 9 δειγμάτων του αιθέριου ελαίου του *P.odoratissimum*

Compound	Ποσοστό % 1° Δείγμα	Ποσοστό % 2° Δείγμα	Ποσοστό % 3° Δείγμα	Ποσοστό % 4° Δείγμα	Ποσοστό % 5° Δείγμα	Ποσοστό % 6° Δείγμα	Ποσοστό % 7° Δείγμα	Ποσοστό % 8° Δείγμα	Ποσοστό % 9° Δείγμα
a-Pinene	1,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Linalool-3,7-oxide	-	-	-	0,33	-	-	-	-	-
b-Pinene	-	-	0,24	-	-	-	-	-	-
Myrcene	-	-	0,38	0,21	-	-	-	-	-
p-cymene	0,47	0,26	1,01	0,26	0,41	0,8	0,52	-	0,3
Limonene	2,05	0,49	1,84	0,42	0,3	-	0,67	-	0,55
Eucalyptol	0,81	0,56	1,79	0,61	0,43	-	0,36	0,47	0,92
E-ocimene	-	-	0,4	0,25	-	-	-	-	-
γ-Terpinene	0,46	-	0,55	-	-	-	-	-	-
Linalool	4,14	5,57	8,24	10,1	5,1	2,6	0,48	1,35	0,92
phenylethyl alcohol	-	-	-	-	0,64	1,16	-	-	-

trans rose oxide	-	1,06	0,61	0,57	-	-	1,63	2,02	1,67
cis rose oxide	0,23	0,36	0,2	-	0,24	-	0,62	0,76	0,62
Menthone	0,28	-	-	0,26	-	-	0,34	0,42	0,35
isomenthone	6,9	6,58	5,67	6,65	6,11	9,53	6,57	7,35	5,47
Terpinen-4-ol	0,24	-	0,22	-	-	-	-	-	-
a-Terpineol	0,59	0,33	0,57	1,03	0,31	-	-	-	-
Menthol	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,42
Estragole	-	-	0,25	-	-	-	-	-	-
Citronellol	21,86	22,38	19,06	18,35	18,61	26,94	25,52	34,26	24,66
Geraniol	7,57	18,26	18,26	14,66	19,71	11,88	1,85	5,63	3,76
a-citral	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtanol								0,42	-
citronellyl formate	7,23	8,17	8,55	7,99	7,03	9,72	10,24	9,98	7,95
geranyl formate	-	-	-	-	4,33	-	-	-	0,53
γ -Dodecalactone	-	-	-	-	0,65	-	-	0,49	-
Citronellyl acetate	-	-	-	-	-	-	-	-	0,59
Copaene	-	1,31	0,92	0,82	0,72	-	0,66	0,85	0,71
a-Cubebene	-	-	-	-	-	0,68	-	-	-
β -Bourbonene	1,93	2,34	1,65	1,75	1,63	1,39	1,18	1,74	1,22

Caryophyllene oxide	-	-	-	-	2,11	-	-	-	-
caryophyllene	1,32	2,06	2,68	1,72	-	2,71	2,39	6,76	2,34
Humulene	-	0,36	0,51	0,38	-	-	0,73	1,44	0,7
aromadendrene	0,6	0,41	0,31	0,41	0,43	-	0,72	-	0,7
Germacrene-D	5,74	6,38	5,4	4,47	4,65	3,98	5,42	5,34	5,35
Ledene	-	-	-	1,94	2,93	4,41	6,43	-	6
Bicyclogermacrene	-	0,86	1,24	-	-	-	-	1,17	-
α -Muurolene	-	0,32	0,31	0,34	0,35	-	-	-	-
α -Amorphene	-	-	-	0,29	-	-	-	-	-
γ -Cadinene	0,42	0,43	0,39	-	0,32	-	0,35	0,45	0,37
δ -Cadinene	2,39	2,54	2,03	1,81	-	1,37	0,39	2,55	2,56
Spathulenol	0,32	-	-	-	-	-	0,44	-	0,39
geranyl butanoate	1,47	-	1,06	1,31	-	1,5	1,57	1,08	1,46
b-Cedrene							0,52	-	-
phenylethyl tiglate	-	1,96	0,98	0,94	-	-	-	1,64	-
t-Cadinol	-	0,39	0,34	-	-	-	-	0,52	-
β -Eudesmol	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-
Citronellyl tiglate	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05
Total n.i	27,68	16,38	13,59	14,95	19,41	10,08	22,85	12,49	25,96

Παρατηρώντας τα ποσοστά των ουσιών στα εννιά δείγματα μας, γίνεται αντιληπτό ότι σε κάθε δείγμα οι επικρατέστερες ουσίες είναι παρόμοιες. Σε όλα τα δείγματα η επικρατέστερη ουσία είναι η Citronellol και μάλιστα σε ποσοστά άνω του 18%. Μόνο στο δείγμα του Ιουνίου (Δείγμα 5) είναι η δεύτερη επικρατέστερη ουσία με ποσοστό 18,61%. Σημαντική αναφορά πρέπει να γίνει και για την Geraniol. Από το δείγμα 1 ως και το δείγμα 5 έχει αυξητική τάση και μάλιστα στο δείγμα του Ιουνίου (Δείγμα 5) είναι η ουσία με το μεγαλύτερο ποσοστό (19,71%). Από το δείγμα 6 ως το δείγμα 9, όμως, έχει μια κατακόρυφη πτώση. Αυτό μας δείχνει ότι ένας παράγοντας που επηρεάζει την ποσότητα κάθε ουσίας μέσα στο αιθέριο έλαιο είναι η εποχή συγκομιδής του φυτού. Από ότι φαίνεται η Geraniol έφτασε στο κορυφαίο της σημείο στις αρχές καλοκαιριού και από τα μέσα του καλοκαιριού ως και το φθινόπωρο βρισκόταν σε χαμηλά ποσοστά σε σχέση με την άνοιξη ως και τον Ιούνιο. Επίσης, πρέπει να αναφερθούμε και στις ουσίες citronellyl formate και isomenthone. Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 6.10, ο μέσος όρος που κυμαίνονται οι δύο αυτές ουσίες είναι 8,54% και 6,76% αντίστοιχα. Και οι δύο αυτές ουσίες βρίσκονται σε μεγαλύτερη ποσότητα στα δείγματα 6, 7, 8, δηλαδή, τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο. Οι ουσίες Linalool και Leden είναι αντιστρόφως ανάλογες. Η Linalool μέχρι και το δείγμα του Ιουνίου (Δείγμα 5) βρίσκεται σε ποσοστό άνω του 4% και μάλιστα στο δείγμα 4 βρέθηκε σε ποσοστό 10,1%. Στα επόμενα 4 δείγματα, όμως, κυμαίνεται από 0,48%- 2,6%. Από ότι φαίνεται λοιπόν, η περίοδος της άνοιξης ευνοεί την παραγωγή της. Αντιθέτως, η χημική ουσία Leden στα δείγματα του Φεβρουαρίου, Μαρτίου και Απριλίου δεν έχει ανιχνευθεί καθόλου. Την εμφάνιση της κάνει στο δείγμα Μαΐου σε ποσοστό 1,94% για να φτάσει στο δείγμα 7 με ποσοστό 6,43% όπου είναι και το μεγαλύτερο από τα 9 δείγματα για αυτή την ουσία. Αντιθέτως,

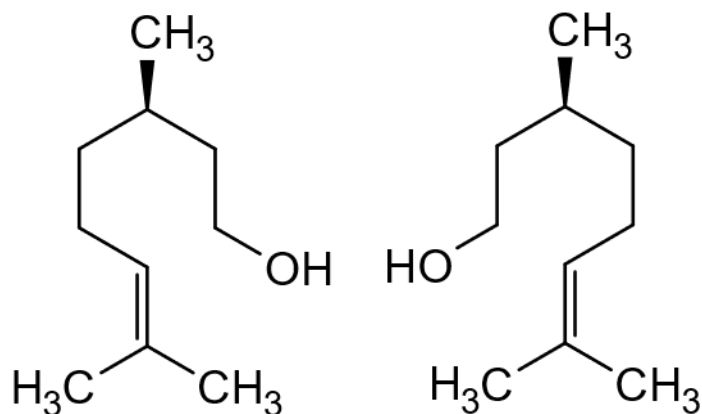
λοιπόν, με την Linalool , η περίοδος που ευνοεί την παραγωγή της είναι από μέσα Ιουλίου ως και το φθινόπωρο. Τέλος, η Germacrene-D είναι , μάλλον, η πιο σταθερή ουσία από τις επικρατέστερες. Βρίσκεται σε όλα τα δείγματα σε ποσοστά που κυμαίνονται από 3,98%- 6,38%.

Όσον αφορά τα αποτελέσματα μας σε σχέση με τη διεθνή βιβλιογραφία σε γενικές γραμμές επιβεβαιώνονται. Οι συγγραφείς Mei Wang et al (2014) ανιχνεύουν σε μεγαλύτερη ποσότητα την Citronellol με ποσοστό 32,09%. Το ίδιο και οι Adriana SZUTT et al (2019) με ποσοστό 29,77% αλλά και οι Boukhris Maher et al (2013) με ποσοστό 19,24%. Σε εμάς η Citronellol είναι, επίσης, η επικρατέστερη ουσία η οποία κυμαίνεται από 18,35%-34,26% με μέσο όρο των 9 δειγμάτων για την Citronellol να είναι 23,5%. Η 2η επικρατέστερη ουσία στα δείγματα μας είναι η Geraniol με μέσο όρο 11,22%. Βέβαια η ποσότητα της στα 9 δείγματα κυμαίνεται από 1,85%-19,71%. Οι συγγραφείς Mei Wang et al (2014) και οι Adriana SZUTT et al (2019) ανιχνεύουν σαν 3η επικρατέστερη ουσία τη Geraniol με ποσοστό 8,20% και 6,51% αντίστοιχα. Οι Boukhris Maher et al (2013) ανιχνεύουν τη Geraniol σε ποσοστό 15,3% και είναι η 2η ουσία με το μεγαλύτερο ποσοστό. Η Citronellyl formate κυμαίνεται από 7,03%-10,24% στα δείγματα μας. Οι Mei Wang et al (2014) έχουν ανιχνεύσει την ουσία σε ποσοστό 9,99%, οι Adriana SZUTT et al (2019) σε ποσοστό 9,22% και οι Boukhris Maher et al (2013) σε ποσοστό 8,39%. Οι επόμενες τρεις ουσίες που ακολουθούν σε ποσότητα στα δείγματα μας είναι οι: isomenthone (5,47%-9,53%), Germacrene-D (3,98%-6,38%), Linalool (0,48%-10,1%). Σύμφωνα με τους συγγραφείς Mei Wang et al (2014) οι ουσίες αυτές βρίσκονται στα παρακάτω ποσοστά: isomenthone (5,63%), Germacrene-D

(2,23%), Linalool (3,50%). Οι Adriana SZUTT et al (2019) ανίχνευσαν τις ουσίες αυτές σε ποσοστό: isomenthone (3,34%), Linalool (2,45%) ενώ η Germacrene-D δεν ανιχνεύθηκε. Οι Boukhris Maher et al (2013) ανίχνευσαν την Linalool σε ποσοστό 4,8%, την Germacrene-D σε ποσοστό 2,27% ενώ δεν ανίχνευσαν καθόλου την ουσία isomenthone. Τέλος, υπάρχουν και ουσίες που βρέθηκαν από διάφορους συγγραφείς σε υψηλά ποσοστά που σε εμάς είτε δεν ανιχνεύθηκαν είτε ανιχνεύθηκαν σε χαμηλά ποσοστά. Για παράδειγμα οι Mei Wang et al (2014) ανίχνευσαν την ουσία guaia-6,9-diene με ποσοστό 4,08% σε αντίθεση με εμάς, που δεν την ανιχνεύσαμε σε κανένα από τα εννιά δείγματα. Επίσης, οι συγγραφείς Adriana SZUTT et al (2019) έχουν ανιχνεύσει την ουσία Alloaromadendrene σε ποσοστό 8,08%, ενώ από την πλευρά μας η συγκεκριμένη ουσία κυμαίνεται από 0%-0,72%. Άλλη μια ουσία, που δεν έχει ανιχνευθεί καθόλου στα δείγματα μας είναι η 10-epi-γ-eudesmol, που οι συγγραφείς Boukhris Maher et al (2013) την ανίχνευσαν σε ποσοστό 7,69%. Όλες αυτές οι διαφορές, αλλά και άλλες διαφορές, οφείλονται σε παράγοντες που έχουμε ήδη προαναφέρει. Οι παράγοντες αυτοί, μπορεί να είναι: η διαφορετική περίοδος συγκομιδής, η τοποθεσία συγκομιδής, το κλίμα της εκάστοτε περιοχής (υγρασία, βροχή, θερμοκρασία).

Οι ουσίες με το μεγαλύτερο ποσοστό αναλύονται στη συνέχεια, καθώς προσδίδουν σημαντικές ιδιότητες στο αιθέριο έλαιο του *Pelargonium odoratissimum*.

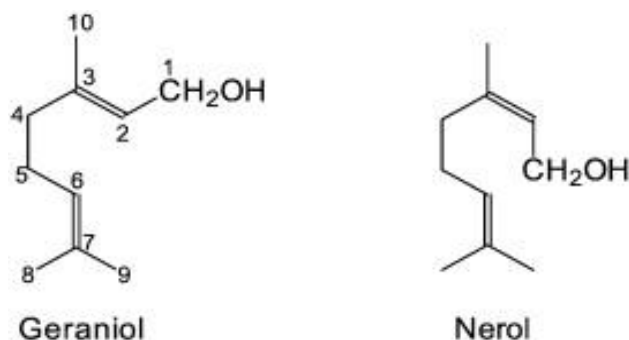
Συγκεκριμένα, η Citronellol είναι μια ακυκλική αλκοόλη μονοτερπενίου που εμφανίζεται φυσικά με δύο εναντιομερή.



Εικόνα 6.1: Συντακτικός τύπος (+) - Citronellol (αριστερά) και (-) - Citronellol (δεξιά) (Πηγή :<https://en.wikipedia.org/wiki/Citronellol>)

Η Citronellol έχει αποδειχθεί ότι έχει εντομοαπωθητική, αντιεπιληπτική, αντιφλεγμονώδη, αντιμυκητιακή και αγχολυτική δράση. Σύμφωνα με τους De Sousa DP et al (2006), μετά από πείραμα πάνω σε τρωκτικά, κατέληξαν ότι η Citronellol δρα ως νευροπροστατευτικό φάρμακο και συγκεκριμένα αναστέλλει τη δράση της πεντυλενοτετραζόλης και της πικροτοξίνης και έτσι προστατεύει τα τρωκτικά από τις επιληπτικές κρίσεις. Η Citronellol προστατεύει κυρίως, από τις γενικευμένες τονικο-κλονικές κρίσεις αλλά και από τις κλονικές κρίσεις. (De Sousa DP et al, 2006; Fillipe de Oliveira Pereira et al, 2014)

Όσον αφορά τη Geraniol (3,7-διμεθυλοκτα-τρανς-2,6-διεν-1-όλη) είναι επίσης, μια ακυκλική μονοτερπινική αλκοόλη. Το προϊόν που αναφέρεται ως γερανιόλη είναι ένα μείγμα των δύο cis-trans ισομερών. Η γερανιόλη είναι το trans ισομερές ενώ το cis είναι η νερόλη.



Εικόνα 6.2: Συντακτικός τύπος Geraniol-Nerol

(Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629910001559>)

Η γερανιόλη έχει ένα διαυγές, ωχροκίτρινο χρώμα και είναι αδιάλυτη στο νερό αλλά διαλυτή σε οργανικούς διαλύτες. Περιέχεται σε πληθώρα καταναλωτικών προϊόντων, όπως σε αποσμητικά και καλλυντικά. Έχει εντομοκτόνα και εντομοαπωθητική δράση. Σύμφωνα με την έρευνα των W.Chen & Viljoen A.M. (2010) η γερανιόλη αποδείχθηκε αποτελεσματική έναντι των κουνουπιών και μάλιστα τα κεριά γερανιόλης είναι πιο αποτελεσματικά από τα κεριά Citronella όσον αφορά την προστασία του ατόμου από κουνούπια και μύγες. Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς (W.Chen & Viljoen AM 2010), πολλά μονοτερπένια έχουν ανθελμινθική δράση όπως η γερανιόλη από *P. graveolens* που ήταν αποτελεσματική έναντι της νηματώδους ρίζας (*Meloidogyne incognita*). Τέλος, η Geraniol έχει αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική και αντικαρκινική δράση. Αντιμικροβιακή, καθώς είναι δραστική έναντι των *E.coli*, *L. monocytogenes* και *S. enterica*. Επίσης, εμφανίζει αντιβακτηριακή δράση έναντι παθογόνων που μολύνουν το αναπνευστικό σύστημα, όπως: *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae*, *S. pyogenes*, *Staphylococcus aureus*. Αντιοξειδωτική δράση, καθώς έδειξε σημαντικές δραστηριότητες καθαρισμού έναντι της ρίζας DPPH που είναι υπεύθυνη για προβλήματα

που σχετίζονται με τη γήρανση, τον καρκίνο, το αλτσχάιμερ κ.α. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η γερανιόλη αυξάνει σημαντικά την βιωσιμότητα των κυττάρων και μειώνει την υπεροξειδωση των λιπιδίων. Αντικαρκινική δράση, επειδή έδειξε ότι προλαμβάνει την υπατοκαρκινογένεση με αναστολή πολλαπλασιασμού των κυττάρων και έχει την ικανότητα να μειώνει τη σύνθεση του DNA οδηγώντας σε αποκλεισμό των κυττάρων στη φάση S του κυτταρικού κύκλου με αποτέλεσμα να έχει επιδράσεις που μειώνουν τα ανθρώπινα καρκινικά κύτταρα. (W.Chen and Viljoen A.M., 2010)

Τέλος, η Citronellyl formate και η Isomenthone είναι δύο ουσίες με σημαντικά ποσοστά στα δείγματά μας. Για καμία από τις δύο δεν υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές. Η Citronellyl formate έχει πολλά κοινά με τη Citronellol, καθώς προέρχεται από την εστεροποίηση της. Άρα, έχει ισχυρή εντομοαπωθητική δράση. Επίσης, μπορεί να έχει αντηβακτηριακή και αντιμυκητιακή δράση.

Η Isomenthone έχει τις ίδιες ιδιότητες με τη Menthone καθώς είναι το cis-ισομερές ενώ η menthone είναι το trans-ισομερές. Και αυτή η ουσία, λοιπόν, είναι μονοτερπένιο και όπως όλα τα μονοτερπένια χρησιμοποιείται για το άρωμα και τη γεύση του σε καλλυντικά και γενικά σε καταναλωτικά προϊόντα. Βρίσκεται κυρίως στα αιθέρια έλαια της οικογένειας Geranium και του γένους Mentha (Μέντα) για αυτό έχει και χαρακτηριστικό άρωμα μέντας. (Βικιπαίδεια)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στις μέρες μας, γίνονται όλο και περισσότερες έρευνες σχετικά με τη χρήση των αιθέριων ελαίων και πως αυτά συμβάλλουν στην υγεία του ανθρώπου. Στη συγκεκριμένη εργασία αναλύθηκε η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου εννιά διαφορετικών δειγμάτων από το φυτό *Pelargonium odoratissimum*. Αφού έγινε ταυτοποίηση των ενώσεων μέσω της διεθνούς βιβλιογραφίας βγήκε το συμπέρασμα ότι η χημική σύσταση του *P.odoratissimum* σταδιακά αλλάζει, ανάλογα με την περίοδο συγκομιδής. Αλλάζει όχι τόσο στις χημικές ενώσεις, όσο στα ποσοστά αυτών. Πιο συγκεκριμένα, στα οκτώ από τα εννιά δείγματα βρέθηκαν 36-45 χημικές ενώσεις. Το μόνο που διέφερε ήταν το 6ο δείγμα που ταυτοποιήθηκαν μόλις 19 χημικές ενώσεις. Όσον αφορά τις χημικές ενώσεις κάθε δείγματος ήταν παρόμοιες στο μεγαλύτερο ποσοστό. Μάλιστα, οι επικρατέστερες κάθε δείγματος ήταν παρόμοιες ως επί το πλείστον. Αυτές ήταν οι: Citronellol, Geraniol, Citronellyl formate, Isomenthone, Germacrene-D. Βέβαια, όπως έχει ήδη αναφερθεί, σταδιακά υπάρχουν κάποιες διαφορές στα δείγματα ανάλογα με την περίοδο συγκομιδής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ένωση Geraniol, όπου από τον Φεβρουάριο μέχρι και αρχές Ιουλίου κυμαίνεται σε ποσοστά 7,57%-19,71% και από τέλη Ιουλίου έως τον Οκτώβρη δεν ξεπερνά το 5,63%. Επίσης, υπάρχουν ουσίες που ενώ σε κάποια δείγματα δεν βρέθηκαν, σε άλλα ταυτοποιήθηκαν σε ικανοποιητικά ποσοστά, όπως η ένωση

Leden. Αυτές οι διαφορές λοιπόν που υπάρχουν στα αιθέρια έλαια του ίδιου φυτού οφείλονται στους εξής παράγοντες:

- περίοδος εποχής και ώρα συγκομιδής,
- γεωγραφική θέση,
- θερμοκρασία,
- φως,
- διαθεσιμότητα νερού,
- μεταχείριση από τη συγκομιδή μέχρι την ανάλυση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Milene A.Andrade, Maria G. Cardoso, Luís R. Batista, Juliana M. Freire, David L. Nelson, 2011. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oil of *Pelargonium odoratissimum* [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης:
https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2011000100009&script=sci_arttext
(εξακριβώθηκε 19 Νοεμβρ. 2020).
1. Maria Lis-Balchin, and Gerhild Roth, 2000. Composition of the essential oils of *Pelargonium odoratissimum*, *P.exstipulatum*, and *P. fragans* (Geraniaceae) and their bioactivity [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης:
[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1099-1026\(200011/12\)15:6%3C391::AID-FFJ929%3E3.0.CO;2-W](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/1099-1026(200011/12)15:6%3C391::AID-FFJ929%3E3.0.CO;2-W) (εξακριβώθηκε 16 Νοεμβρ. 2020).
2. W.Chen and Viljoen AM, 2010. Geraniol- A review of a commercially important fragrance material [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629910001559#!> (εξακριβώθηκε 17 Νοεμβρ. 2020)
3. Nikolaos S.Christodoulakis, Kalliope Gargeraki & Costas Fasseas, 2013. Leaf structure of *Pelargonium odoratissimum* (Soland.), an Aromatic species Widely Used in Herbal Remedies and Confectionery [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10496475.2012.755943> (εξακριβώθηκε 19 Νοεμβρ. 2020)
4. Fillipe de Oliveira Pereira, Juliana Moura Mendes, Igara Oliveira Lima, Kelly Samara de Lira Mota, Wylly Araujo de Oliveira & Edeltrudes de Oliveira Lima, 2014. Antifungal activity of geraniol and citronellol, two monoterpenes alcohols, against *Trichophyton rubrum* involves inhibition of ergosterol biosynthesis [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης:

- <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/13880209.2014.913299> (εξακριβώθηκε 17 Νοεμβρ. 2020).
5. De Sousa DP, Juan Carlos Ramos Goncalves, Lucindo Quintans-Junior, Jader Santa Cruz, Demetrius Antonio Machado Araujo, Reinaldo Nobrega de Almeida, 2006. Study of anticonvulsant effect of citronellol, a monoterpene alcohol, in rodents [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304394006002928> (εξακριβώθηκε 17 Νοεμβρ. 2020).
6. Khalid A.Khalid , Jaime A.Teixeira da silva, Weiming Cai, 2010. Water deficit and polythelene glycol 6000 affects morphological and biochemical characters of *Pelargonium odoratissimum* (L) [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423810001214> (εξακριβώθηκε 15 Οκτωβρ. 2020).
7. Adriana Szutt, Agnieszka Dolhanczuk-Srodka and Monika Sporek, 2019. Evaluation of chemical composition of essential oils derived from different *Pelargonium* species leaves [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης: <https://content.sciendo.com/view/journals/eces/26/4/article-p807.xml> (εξακριβώθηκε 16 Οκτωβρ. 2020)
8. Mei Wang , Amar G. Chittiboyina, Cristina Avonto, Jon F. Parcher and Ikhlas A. Khan, 2014. Comparison of current chemical and stereochemical tests for the identification and differentiation of *Pelargonium graveolens* L'Her. (Geraniaceae) essential oils: Analytical data for (-)-(1S,4R,5S)-Guaia-6,9- diene and (-)-(7R,10S)-10-epi-γ-eudesmol [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης: https://naturalingredient.org/wp/wp-content/uploads/51-RNP-EO_1309-064.pdf (εξακριβώθηκε 10 Σεπτ. 2020)
9. Romitelli I. & Martins M.B.G., 2013. Comparison of leaf morphology and anatomy among *malva sylvestris*, *Pelargonium graveolens* and *Pelargonium odoratissimum* [Διαδίκτυο]. Διεύθυνση πρόσβασης: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722013000100013&script=sci_arttext (εξακριβώθηκε 1 Νοεμβρ. 2020)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

→ Πτυχιακή εργασία

1.Κωνσταντόπουλος Γκουτιερεζ-Γεώργιος, Μαυροπούλου Μαρία-Ελένη, Μπάσα Καλλιόπη, 2017. Μελέτη χημικής σύστασης των αιθέριων ελαίων θυμαριού, μυρτιάς, δάφνης με αέρια χρωματογραφία-φασματογραφία μάζας (GC-MS).