



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

——— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 ———

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΦΑΡΜΑΚΟΓΝΩΣΙΑΣ & ΧΗΜΕΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

**Μελέτη γεωγραφικής και υψομετρικής διακύμανσης
πτητικών μεταβολιτών σε φυτικά μέρη της
Κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*)**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ

ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΗΛΙΑΣ ΖΟΥΡΝΑΤΖΗΣ

ΑΘΗΝΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2020

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Βασίλειος Ρούσσης

Καθηγητής, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μαρία Μαρίνα Κουλάδη

Καθηγήτρια, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Βασίλειος Ρούσσης

Καθηγητής, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Όλγα Τζάκου

Καθηγήτρια, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας εξετάστηκε η χημική σύσταση του αιθερίου ελαίου βελονών και κλαδιών 36 ατόμων *Abies cephalonica*, από τρεις περιοχές της Ελλάδας και από τρία διαφορετικά υψόμετρα κάθε περιοχής συλλογής. Το φυτικό υλικό υποβλήθηκε σε υδραπόσταξη και τα αιθέρια έλαια που παραλήφθηκαν αναλύθηκαν με αέριο χρωματογράφο συνδεδεμένο με φασματογράφο μάζας (GC/MS). Η χημική σύσταση του αιθερίου ελαίου των βελονών και των κλαδιών της *A. cephalonica* χαρακτηριζόταν κυρίως από μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες με κύριο συστατικό στο αιθέριο έλαιο των βελόνων το β -πινένιο και το λιμονένιο/ β -φελλανδρένιο, ενώ τα βασικά συστατικά στο αιθέριο έλαιο των κλαδιών ήταν το λιμονένιο και το α - και β -πινένιο. Συνολικά, τα υπό μελέτη αιθέρια έλαια δεν εμφάνισαν σημαντικές ποιοτικές διαφορές, ωστόσο κάποιες ποσοτικές διακυμάνσεις εντοπίστηκαν κυρίως μεταξύ των δειγμάτων από διαφορετικές περιοχές συλλογής. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε κάποια συστηματική διαφοροποίηση στη χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων σε συνάρτηση με το υψόμετρο για κάθε περιοχή συλλογής.

ABSTRACT

In the framework of the present study the chemical composition of the essential oils of *Abies cephalonica* leaves and twigs was investigated. The plant material was collected from Mt. Ainos, Mt. Parnitha and Mt. Dirfi, in western and central Greece, and three different altitudes of each area. In total 36 samples were collected and the fresh leaves and twigs were subjected separately to hydrodistillation. The obtained essential oils were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Comparative analysis of the essential oils showed only a few quantitative variations, mainly between the samples collected from different geographic areas. Overall, monoterpene hydrocarbons dominated both foliage and twig oil. β -Pinene was the major component in the leaf oils, followed by limonene/ β -phellandrene and α -pinene, while limonene characterized the twig oils, followed by α -pinene and β -pinene. No recurring pattern was observed among the essential oils originating from different altitudes of the same area, thus no clear influence of this parameter on the chemical profile of foliage or twig oils could be attributed.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε ορισμένους ανθρώπους, η συμβολή και η συμπαράσταση των οποίων ήταν πολύτιμη και καθοριστική στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω, καταρχάς, στον καθηγητή μου και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κύριο Βασίλειο Ρούσση, ο οποίος με τίμησε με την εμπιστοσύνη του αναθέτοντάς μου την εκπόνηση αυτής της εργασίας. Τον ευχαριστώ θερμά για την καθοδήγηση και για τις πολύτιμες συμβουλές του, για το χρόνο που διέθεσε απλόχερα και για την αδιάλειπτη και πάντα με προθυμία παροχή της βοήθειάς του σε οποιοδήποτε πρόβλημα αντιμετώπιζα καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Κρίνω απαραίτητο να εκφράσω την εκ των προτέρων εκτίμησή μου προς τα υπόλοιπα μέλη της επιτροπής για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους στο σύνολο της.

Ευχαριστίες θα ήθελα επίσης να απευθύνω στην επίκουρη καθηγήτρια κ. Ευσταθία Ιωάννου, για την πολύτιμη βοήθεια και συμβουλές που μου προσέφερε.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κ. Κουλάδη Μαρία-Μαρίνα, για την άμεση ανταπόκρισή της και τις συμβουλές της καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα ακόμη να στείλω τις ευχαριστίες μου στη διδάκτορα Κατερίνα Κουτσαβίτη για το χρόνο που διέθεσε και για την πολύτιμη βοήθειά της που ήταν καθοριστική για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Πάνω απ' όλα, είμαι ευγνώμων στους γονείς μου οι οποίοι υπήρξαν ανεκτίμητο στήριγμα για μένα σε κάθε στάδιο της ζωής μου και τους ευχαριστώ για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω και την υπόλοιπη οικογένειά μου που είναι πάντα δίπλα μου, καθώς επίσης και τους φίλους μου για τη στήριξη και την παρουσία τους στη ζωή μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT.....	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	1
1.1. Pinaceae.....	1
1.2. Το γένος <i>Abies</i>	2
1.3. <i>Abies cephalonica</i>	5
1.4. Δρογοϊστορία-Δρογοετυμολογία.....	9
1.5. Δρογοχημεία.....	11
1.6. Φαρμακολογικές δράσεις	17
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	20
2.1. Συλλογή φυτικού υλικού.....	20
2.2. Παραλαβή αιθερίων ελαίων	20
2.3. Αέριος χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας (GC-MS).....	20
2.4. Ανάλυση αποτελεσμάτων	21
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	23
3.1. Απόδοση αιθερίου ελαίου	23
3.2. Χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων από τις βελόνες της <i>A. cephalonica</i>	24
3.3. Χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων από τα κλαδιά της <i>A. cephalonica</i>	47
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	78

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. Pinaceae

Στην οικογένεια Pinaceae ανήκουν κυρίως δέντρα, συμπεριλαμβανομένων και πολλών δασικών ειδών όπως τα έλατα, πεύκα, κέδροι κ.α., και σπανιότερα θάμνοι . Τα κυριότερα γένη που περιλαμβάνονται σε αυτή την οικογένεια είναι τα: *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Cedrus* και *Pinus* με το τελευταίο να αποτελεί το μεγαλύτερο γένος της οικογένειας (Γιαννίταρος και Τζάκου, 2014). Συναντώνται ως αυτοφυή στο βόρειο ημισφαίριο αλλά λόγω του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό δέντρων που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία ξύλου προέρχεται από αυτή την οικογένεια, φυτεύονται ευρέως και στο νότιο ημισφαίριο. Συγκεκριμένα προτιμώνται εξαιτίας της ταχείας ανάπτυξης και καλής ποιότητας ξύλου που εμφανίζουν κάποια γένη της οικογένειας (Farjon 2010).

Τα φύλλα τους είναι βελονοειδή και ο τρόπος διάταξης τους στους κλάδους διαφέρει από γένος σε γένος και αποτελεί ταξινομικό γνώρισμα. Τα δέντρα της οικογένειας διαθέτουν μονογενή άνθη που σχηματίζουν κώνους και είναι μόνοικα δηλαδή εμφανίζονται αρσενικά και θηλυκά αναπαραγωγικά όργανα στο ίδιο άτομο. Τα αρσενικά άνθη αναπτύσσονται σπειροειδώς και έχουν γυρεόσακους στη κάτω επιφάνεια τους ενώ σε ορισμένα γένη διαθέτουν και αεροφόρους σάκους για την καλύτερη μεταφορά μέσω αέρα και διευκόλυνσης της επικονίασης. Τα θηλυκά άνθη αποτελούνται από καρπικά λέπια, από τα οποία καθένα διαθέτει συνήθως 2 σπερμοβλάστες, και αναπτύσσονται σπειροειδώς σε έναν άξονα ενώ ανάλογα με το γένος μπορεί να διαθέτουν και καλυπτήρια λέπια κάτω από τα καρπικά. Τα σπέρματα συνήθως διαθέτουν ένα πτερύγιο ενώ τα έμβρυα που προκύπτουν έχουν 2-26 κοτυληδόνες (Γιαννίταρος και Τζάκου, 2014).

1.2. Το γένος *Abies*

Το γένος *Abies* (Ελάτη) είναι το δεύτερο μεγαλύτερο στην οικογένεια Pinaceae (Farjon 2010) και περιλαμβάνει περίπου 50 είδη που αναπτύσσονται κυρίως στο βόρειο ημισφαίριο μεταξύ 500 με 2000μ. σε ορεινές και ψυχρές περιοχές. Το έλατο είναι δέντρο δασικό, αειθαλές, μόνοικο με άνθη που σχηματίζουν ίιουλους ή κώνους και πολλαπλασιάζεται κυρίως με σπέρματα. Τα φύλλα του είναι βελόνες που διαφέρουν ως προς τη μορφή τους ανάλογα με το είδος και ο φλοιός του είναι λείος, καστανωπός αρχικά ενώ αργότερα αποκτά λευκόφαιο χρώμα, και εκκρίνει ρητίνη (Χριστόπουλος και Μπαστιάς, 1983).

Πίνακας 1. Βοτανική ταξινόμηση του γένους *Abies*

Βασίλειο	Plantae
Άθροισμα	Tracheophyta
Υποάθροισμα	Spermatophytina
Κλάση	Pinopsida
Υπερτάξη	Pinidae
Τάξη	Pinales
Οικογένεια	Pinaceae
Γένος	<i>Abies</i>

(Euro+Med Plantbase)

Σύμφωνα με την Flora Europaea στην Ευρώπη συναντώνται κυρίως τα εξής είδη του γένους

Abies:

Abies procera

Abies grandis

Abies lasiocarpa

Abies sibirica

Abies nordmanniana

Abies alba

Abies nebrodensis

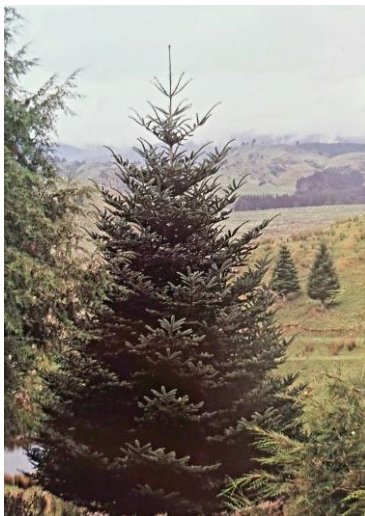
Abies cephalonica

Abies borisii-regis (υβρίδιο *Abies alba* x *Abies cephalonica*)

Abies pinsapo

Abies insignis (υβρίδιο *Abies pinsapo* x *Abies nordmanniana*)

(Tutin et al., 1964)



Εικόνα 1. Δέντρο και κώνοι *Abies nebrodensis* (Van Gelderen και Van Hoey Smith 1996)



Εικόνα 2. Δέντρο και βελόνες *Abies grandis* (Van Gelderen και Van Hoey Smith 1996)



Εικόνα 3. *Abies alba* (Kohler 1887)

Στην Ελλάδα απαντούν αυτοφυή τα είδη:

Ελάτη η κεφαλληνιακή (*A. cephalonica*)

Ελάτη η λευκή ή Ελάτη η κτενοειδής (*A. alba* ή *Abies pectinata*)

Ελάτη του βασιλέως Βόριδος (*A. borisii-regis*)

(Χριστόπουλος και Μπασιτιάς, 1983)

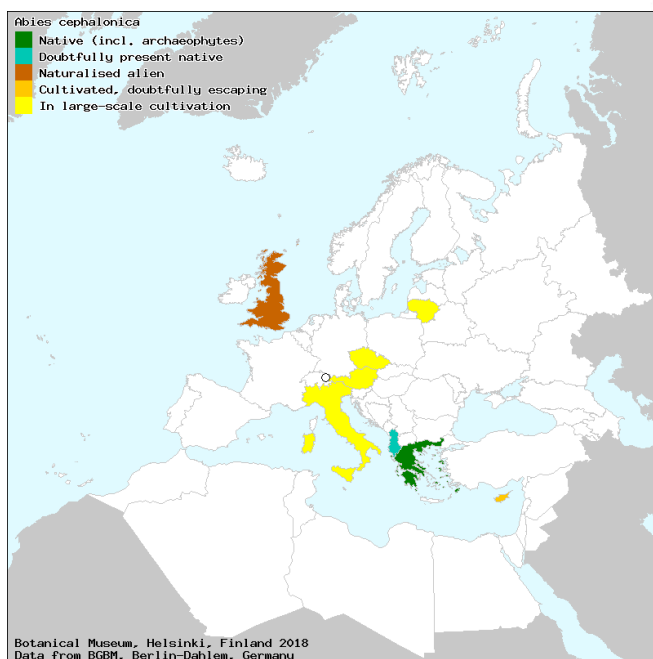
1.3. *Abies cephalonica*

Συνώνυμα είδη:

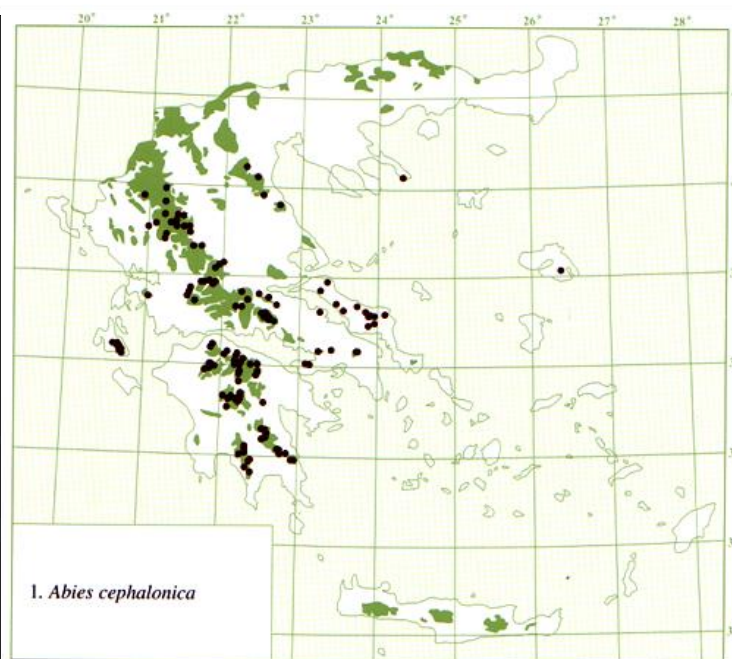
Abies alba var. *cephalonica*

Abies apollinis

(Euro+Med Plantbase)



Εικόνα 4. Εξάπλωση της *A. cephalonica* στην Ευρώπη (Euro+Med Plantbase)

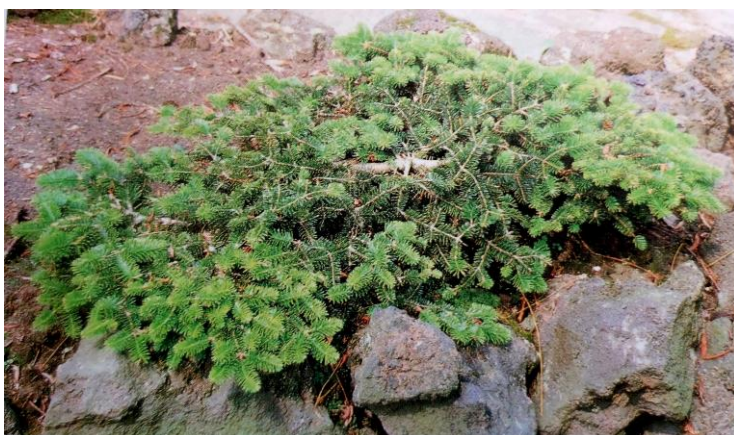


Εικόνα 5. Βουνοπλαγιές σε υψόμετρο 600m - 1800m, όπου η *A. cephalonica* σχηματίζει αμιγή δάση ή μαζί με το *Pinus nigra* (Strid και Tan 1997)

Η Κεφαλληνιακή ελάτη (*A. cephalonica*) είναι ενδημικό δένδρο της Ελλάδας και περιγράφηκε πρώτη φορά ως νέο είδος το 1838 από τον J. W. Loudon (Phitos et al., 2015). Ανήκει στο γένος *Abies* της οικογένειας *Pinaceae* και συναντάται στην Κεφαλλονιά, στην Εύβοια, στη νότια Πελοπόννησο και μεμονωμένα στη Μακεδονία (Farjon, 2010). Αναπτύσσεται σε υψόμετρο από 600 ως 1800m (Phitos et al., 2015) σε υπόβρυγα βιοκλίματα με χαμηλή ετήσια βροχόπτωση 700-800mm και μέση ετήσια θερμοκρασία 8-16 °C (Aussenac, 2002). Έχει ύψος 15-25m και οριζόντιες διακλαδώσεις που του προσδίδουν ένα πυραμιδοειδές σχήμα και μπορεί να αναπτυχθεί σε βαθιά, γόνιμα εδάφη (Καββάδας, 1956) αλλά και σε ξηρά, αβαθή, κυρίως ασβεστολιθικά πετρώματα, εξαιτίας του ριζικού του συστήματος που εισχωρεί ανάμεσα στις ρωγμές (Χριστόπουλος and Μπαστιάς, 1983). Το ριζικό σύστημα της *A. cephalonica* αναπτύσσεται με κεντρική ρίζα στα δέκα πρώτα χρόνια ενώ αργότερα φαίνεται να αποκτά περισσότερες διακλαδώσεις (Spanos et al., 2008).

Τα φύλλα της *A. cephalonica* είναι βελόνες, πράσινου χρώματος και μυτερές με δυο υπόλευκες επιμήκεις γραμμές και σπειροειδή διάταξη πάνω στο δέντρο (Καββάδας, 1956). Έχουν διαστάσεις 2 x 0,2 cm περίπου, με τα στόματα να βρίσκονται στη κεντρική περιοχή της βελόνας και κάθε μία διαθέτει 2 ρητινοφόρους αγωγούς (Jasińska et al., 2017). Επίσης ανάλογα με τη θέση της βελόνας στο δέντρο παρατηρούνται αλλαγές στη μορφολογία των βελόνων, με αυτές στο εξωτερικό να έχουν περισσότερα στόματα και μεγαλύτερο πάχος, ενώ αντίθετα αυτές που βρίσκονται εσωτερικά υπό σκιά είναι πιο λεπτές και μικρές, πιθανότατα για εξοικονόμηση ενέργειας. Πολλές φορές αυτές που βρίσκονται στο φως συσσωρεύονται και σχηματίζουν δομές ως “βούρτσα” με αποτέλεσμα την καλύτερη διάχυση φωτός στο εσωτερικό σε αυτές που βρίσκονται υπό σκιά, ενώ ανάλογα με την ένταση της ακτινοβολίας αλλάζει και η γωνία βελόνας-κλαδιού για την καλύτερη αντανάκλαση φωτός μεταξύ βελόνων (Papageorgiou et al., 2015).

Η Κεφαλληνιακή ελάτη είναι μόνοικο είδος, δηλαδή διαθέτει και αρσενικά και θηλυκά αναπαραγωγικά όργανα στο ίδιο δέντρο, με τους αρσενικούς κώνους να αναπτύσσονται ομοιόμορφα στο κάτω μέρος των κλαδιών της προηγούμενης χρονιάς ενώ οι θηλυκοί αναπτύσσονται σε διαφορετικά σημεία για να αποφεύγεται η αυτογονιμοποίηση (Dörken και Nimsch, 2018). Οι θηλυκοί στρόβιλοι εμφανίζονται συνήθως μόνοι τους ή σε ομάδες των δύο στο πάνω μέρος των κλαδιών της προηγούμενης χρονιάς και ωριμάζουν σταδιακά σε κώνους χρώματος ανοιχτού πράσινου ή κιτρινωπού αρχικά, που γίνεται καφέ στην ωρίμανση (Politi et al., 2011). Οι θηλυκοί κώνοι είναι όρθιοι και κυλινδρικοί πάνω στους οποίους αναπτύσσονται καρπικά λέπια, που είναι πλατιά και τριγωνικά (Καββάδας, 1956), και κάθε ένα από αυτά διαθέτει δύο σπέρμοβλάστες (Dörken και Nimsch, 2018). Διαθέτουν επίσης στενά και μεμβρανώδη καλυπτήρια λέπια, αντικαρδιώδη, οδοντωτά στα χείλη των λοβών και μυτερά στη μέση τους (Καββάδας, 1956). Οι αρσενικοί κώνοι είναι μονοαξονικοί και αποτελούνται από μικροσποραγγειοφόρους που διατάσσονται σπειροειδώς πάνω τους και οι γυρεόκοκκοι τους διαθέτουν 2 αεροφόρους σάκους (Dörken και Nimsch, 2018). Οι ώριμοι κώνοι έχουν κυλινδρικό σχήμα, οξεία κορυφή και είναι λουσμένοι στη ρητίνη (Χριστόπουλος και Μπαστιάς, 1983). Έχουν μήκος περίπου 12-15cm με μέγιστη διάμετρο 4cm ενώ κάθε κώνος περιέχει περίπου 270-330 σπέρματα (Daskalaku et al., 2018). Τα σπέρματα έχουν ωοειδές τριγωνικό σχήμα και διαθέτουν πλατύ περύγιο (Καββάδας, 1956) ενώ τα έμβρυα μπορούν να έχουν από 3 ως 8 κοτυληδόνες αλλά συνήθως παρατηρούνται 6 (Daskalaku et al., 2018).



Εικόνα 6. Δέντρο και κώνος της *Abies cephalonica* (Van Gelderen και Van Hoey Smith 1996)

Η Κεφαλληνιακή ελάτη φτάνει σε αναπαραγωγική ωριμότητα στα 50 χρόνια και η μέγιστη παραγωγή κώνων παρατηρείται στα 100-140 χρόνια ενώ ο αναπαραγωγικός κύκλος διαρκεί 1,5-2 χρόνια (Politi et al., 2011). Οι ταξιανθίες της εμφανίζονται νωρίτερα σε σύγκριση με άλλα είδη του γένους της και είναι πιο πρώιμη (Aussenac, 2002). Συγκεκριμένα ανθίζει αρχές Μαΐου, οι κώνοι μεγαλώνουν για ένα χρόνο μέχρι τη γονιμοποίηση που γίνεται με αέρα μέσα με τέλη Μαΐου και ακολουθεί η ωρίμανση των κώνων περίπου ως τον Οκτώβρη που συμβαίνει η απολέπιση (Politi et al., 2011). Τα σπέρματα παραμένουν αδρανή μέχρι τη βλάστηση που συμβαίνει τέλη χειμώνα με αρχές άνοιξης, με ιδανικές συνθήκες τους 15 με 20 °C σε φως αλλά παρατηρείται καλύτερο ποσοστό βλαστικότητας αν προηγηθεί μια περίοδος χαμηλών θερμοκρασιών (Daskalakou et al., 2018).



Εικόνα 7. Αρσενικοί και θηλυκοί κώνοι της *A. cephalonica*

1.4. Δρογοϊστορία-Δρογοετυμολογία

Η ελάτη περιλαμβάνει περίπου 30 είδη, τα κοινώς ονομαζόμενα Έλατα ή Ελάτοι, δένδρα δασικά, υψικάρηνα, ευθυτενέστατα, πολύ διαδεδομένα στους ορεινούς τόπους του βόρειου ημισφαιρίου. Παρέχουν ξυλεία εκλεκτής ποιότητας και κοινής χρήσεως στην οικοδομική.

Κατά τον Halacsy μόνο ένα είδος απαντά στην Ελλάδα, η Ελάτη η Κεφαλληνιακή (*Abies cephalonica*), συνώνυμα της θεωρούνται οι ποικιλίες όπως η παναχαϊκή (*Abies panachaica*) ή της βασίλισσας Αμαλίας (*A. reginae amaliae*) και ή του Απόλλωνος (*A. apollonis*). Απαντάται στα υψηλότερα βουνά της Ελλάδας και αναφέρεται από τον Θεόφραστο ως δέντρο “άγριον”, “αείφυλλον”, “ορεινόν”, “ου δεχόμενον θεραπείαν”, “ισχυρόν”, “παλίσκιον”, “φιλόψυχρον”, “φθόμενον από σπέρματος μόνον”, “αυξητικόν εις μήκος”, “ορθοφυές”, και “μακροστέλεχος”, είναι δε από δασικής άποψης πολύτιμο δένδρο. Κατά τον Ησύχιο “άβιν = ελάτην, οι δε πεύκην”.

Ο Carnoy αναφέρει ότι πρόκειται για ένα κωνοφόρο και αναφέρει ότι το πρόσημο αβ-σημαίνει νερό και αφορά δένδρα και φυτά χυμώδη ή υδατικά. Επίσης αναφέρει ότι το όνομα της ελάτης προέρχεται από το Ινδοευρωπαϊκό πρόθεμα el- που αφορά τα φυτά με ξύλο ερυθρωπό ή κιτρινωπό.

Στη Γαλλική γλώσσα η ελάτη λέγεται sapin, στην Αγγλική λέγεται fir, στην Τούρκικη γλώσσα λέγεται Τσάμ και στη Γερμανική λέγεται tanne. Στη δημοτική συνηθίσαμε να ονομάζουμε αυτά τα δένδρα «το έλατο». Επιστημονικώς όλα τα είδη είναι θηλυκού γένους, γι’ αυτό και τα είδη φέρουν το δεύτερο όνομα τους σε θηλυκό γένος (Carnoy 1959, Γεννάδιος 1914).

Το έλατο ήταν γνωστό από την αρχαιότητα και αποτελούσε σύμβολο σταθερότητας καθώς και πηγή έμπνευσης μύθων και θαυμασμού στην αρχαία Ελλάδα λόγω του πυραμιδοειδούς του σχήματος (Μπάουμαν 2004). Σύμφωνα με τη μυθολογία το έλατο σχετίζεται με τον θεό των βοσκών Πάνα, που ερωτεύτηκε την νύμφη Πίτυ, η οποία άρεσε και στον Βοριά. Ο Βοριάς, επειδή η νύμφη προτιμούσε τον Πάνα, αποφάσισε για εκδίκηση να τη ρίξει από ένα βράχο, όπου τη βρήκε νεκρή ο Πάνας και τη μεταμόρφωσε σε έλατο, ενώ οι σταγόνες ρητίνης του δέντρου αντιπροσωπεύουν τα δάκρυα της νύμφης που κλαίει όταν φυσάει ο Βοριάς. Το έλατο φαίνεται επίσης να συνδέεται και με άλλους θεούς, όπως ο Δίας που απεικονίζεται συχνά μαζί του ή τον Διόνυσο, για τον οποίο κατασκευάζονταν είδωλά του από ξύλο ελάτου ενώ υπάρχουν και αναφορές από τον Όμηρο ο οποίος το εξυμνεί στα έπη του και το αναφέρει πολλές φορές ως κατασκευαστικό υλικό όπως στη σχεδία του Οδυσσέα, το πλοίο του Τηλέμαχου και τη σκηνή του Αχιλλέα (Μπάουμαν 2004).

Ο Θεόφραστος αναγνωρίζει τη σημασία του έλατου ως δασικό δέντρο και ο Διοσκουρίδης αναφέρει τη φαρμακολογική δράση της ρητίνης που παράγει (Γεννάδιος 1914). Το έλατο χρησιμοποιούνταν κυρίως στη ναυπηγική για κατασκευή τριηρών λόγω του ανθεκτικού του ξύλου και απεικονίζεται πολλές φορές σε αρχαία ελληνικά νομίσματα (Μπάουμαν 2004).

Χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό σε πάρκα ή για τις γιορτές των Χριστουγέννων, κυρίως όταν είναι σε νεαρή ηλικία, στην οικοδομική (Χριστόπουλος 1983) και στη μελισσοκομία για παραγωγή μελιού (Phitos et al. 2015).



Εικόνα 8. Όρθιος κώνος
ελάτου μεταξύ δύο
κλαδιών. Πάλλη,
Κεφαλληνία, Ημίδραχμο,



Εικόνα 9. Ο Δίας ένθρονος, με
δέσμη κεραυνών και αετός
επάνω σε έλατο. Αίτνα,
Σικελία, Τετράδραχμο,

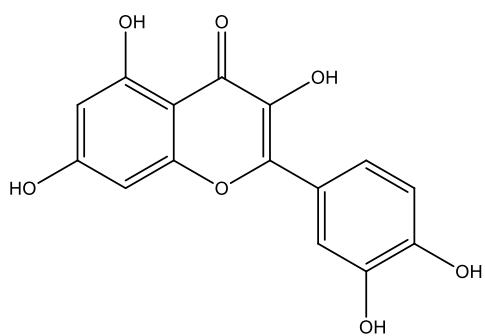


Εικόνα 10. Τράγος που βόσκει
σε έλατο. Αίνοσ,
Τετράδραχμο,
5^{ος} αιώνας π.Χ.

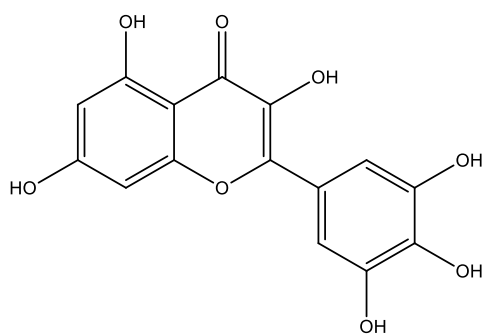
1.5. Δρογοχημεία

Στο γένος *Abies* συναντώνται κυρίως φλαβονοειδή, λιγνάνια και τερπενοειδή, που περιλαμβάνουν τριτερπένια, διτερπένια, σεσκιτερπένια και μονοτερπένια, αλλά υπάρχουν και κάποιες ποσότητες φαινολών στεροειδών και άλλων χημικών συστατικών (Yang et al., 2008). Τα τριτερπενοειδή που έχουν απομονωθεί από είδη του γένους *Abies* μπορούν να χωριστούν ανάλογα με τον σκελετό τους κυρίως σε mariesanes, abiesanes, cycloartanes και lanostanes που περιλαμβάνουν 9β-lanost-7-enoids, 3,4-seco-9β-lanost-7-enoids, lanost-8-enoids, lanost-9(11)-enoids, 13,17-friedo-9β-lanostanoids (Raldugin και Shevtsov, 1991). Σε χημική μελέτη των συστατικών της *A. spectabilis* εντοπίστηκαν φλαβονοειδή, λιγνάνια και τερπενοειδή που περιλαμβάνουν διτερπένια, τριτερπένια και ένα σεσκιτερπένιο (Wu et al., 2010) ενώ στην *A. delavayi* πέρα από αυτά βρέθηκαν και 3 κουμαρίνες (Yang et al., 2014). Η *A. pindrow* περιέχει τερπενοειδή, φλαβονοειδή και συγκεκριμένα χαλκόνες, αλλά και λιπαρά οξέα, υδατάνθρακες ενώ έχει εντοπιστεί και μαλτόλη (Majeed et al., 2013). Παρόμοια χημικά συστατικά εντοπίζονται και σε μεθανολικά εκχυλίσματα φύλλων *A. webbiana* που περιέχουν φλαβονοειδή και τερπένια αλλά και στεροειδή, σάκχαρα, φαινολικές ενώσεις, τανίνες και σαπωνίνες (Rajalakshmi et al., 2016).

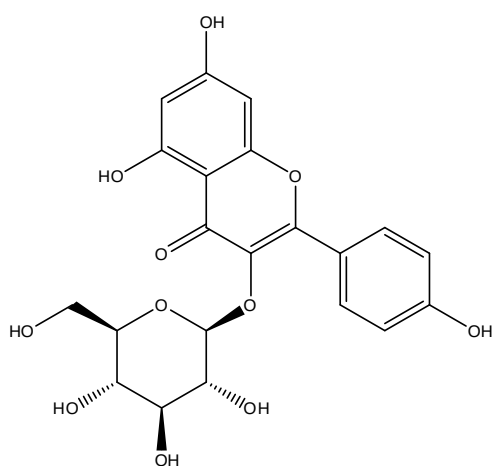
Από την *A. cephalonica* έχουν απομονωθεί τα εξής φλαβονοειδή: ραμνοσυλ-βιτεξίνη, καιμπερολο 3-O-γλυκοσίδης, κερκετινο 3-O-ρουτινοσίδης, μυρικετινο 3-O-γαλακτοσίδης, μυρικετινο 3-O-γλυκοσίδης, μυρικετινο 3-O-ραμνοσίδης, μυρικετινο 3-O-ρουτινοσίδης, ισοραμνετινο 3-O-ραμνοσίδης, κατεχίνη και επικατεχίνη (Couladis et al. 1997). Η *A. cephalonica*, σε σύγκριση με τα είδη *A. alba* και *A. borisii-regis*, φαίνεται ότι περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα φλαβονοειδών σε εκχυλίσματα φύλλων και συγκεκριμένα κερκετίνη και μυριστίνη ενώ η ισοραμνετίνη δεν εντοπίζεται στα υπόλοιπα είδη (Delcheva et al., 2010).



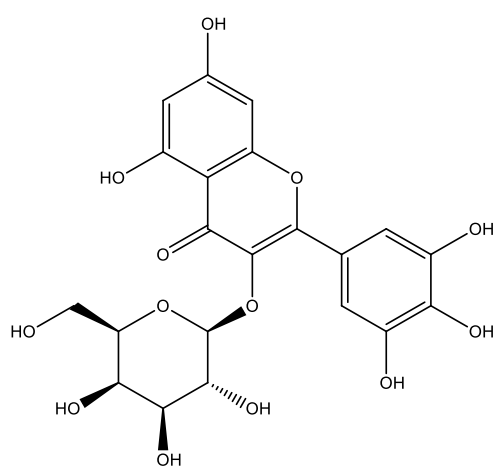
Κερκετίνη



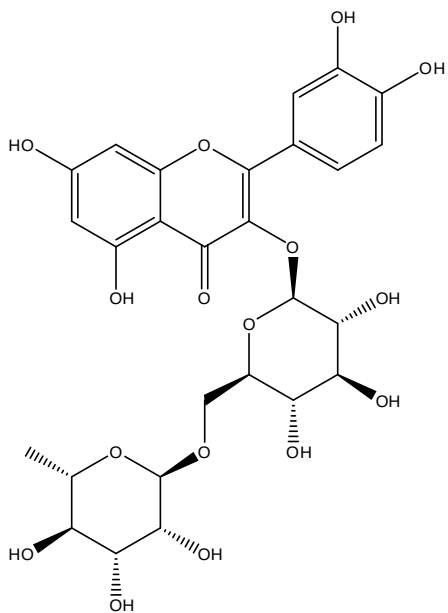
Μυριστίνη



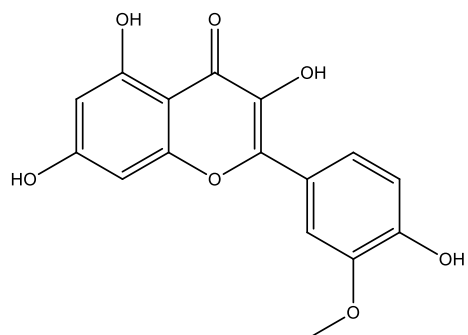
Καιμπφερολο 3-O-γλυκοσίδης



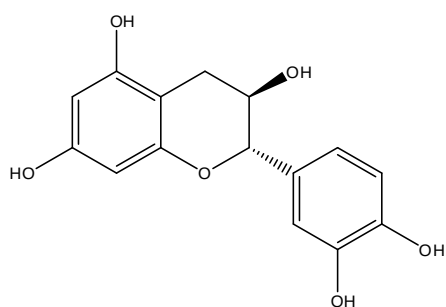
Μυρικετινο 3-O-γαλακτοσίδης



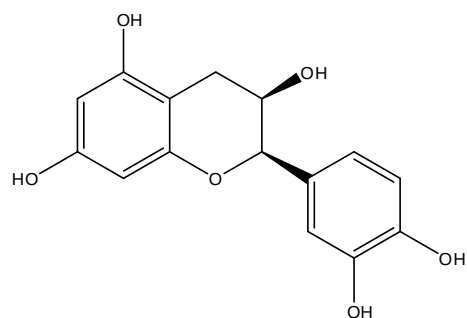
Κερκετινο 3-O-ρουτινοσίδης



Ισοραμνετίνη

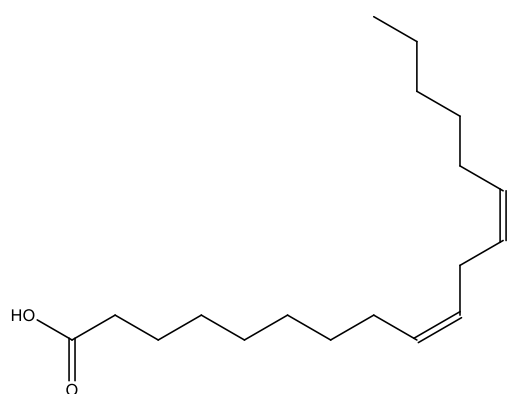


Κατεχίνη

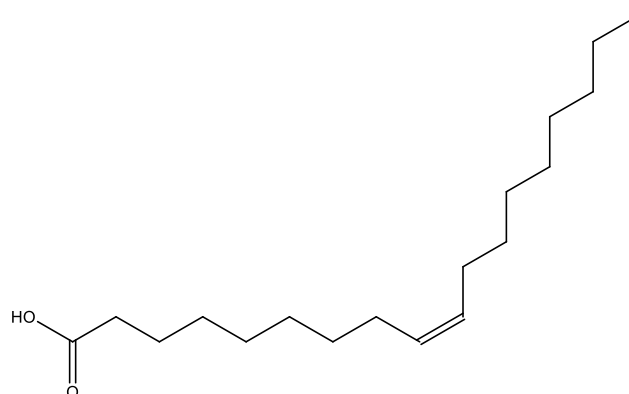


Επικατεχίνη

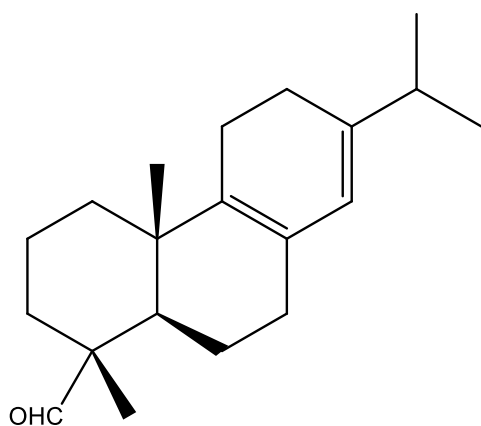
Τα εκχυλίσματα σπερμάτων του φυτού φαίνεται ότι περιέχουν λιπόφιλες ουσίες σε ποσοστό 32 % και συγκεκριμένα λιπαρά οξέα, κυρίως λινολεϊκό και ολεϊκό οξύ (Wajs-Bonikowska et al., 2016). Παρομοίως σε άλλη μελέτη των λιπαρών οξέων των εκχυλισμάτων των σπερμάτων της *A. cerhalonica* εντοπίστηκαν ως βασικά συστατικά το λινολεϊκό και ολεϊκό οξύ (Wolff et al., 1997). Επίσης εκτός από λιπαρά οξέα εντοπίζονται και υδρογονάνθρακες, αλδεΐδες, αλκοόλες, οξέα, εστέρες, λιπαρές αλκοόλες και στερόλες. Συγκεκριμένα έχουν απομονωθεί κυρίως παλουστράλη, νεοαβιετάλη, παλουστρόλη, νεοαβιετόλη, παλουστρικό οξύ, λεβοπιμαρικό οξύ και νεοαβιετικό οξύ. (Wajs-Bonikowska et al., 2016).



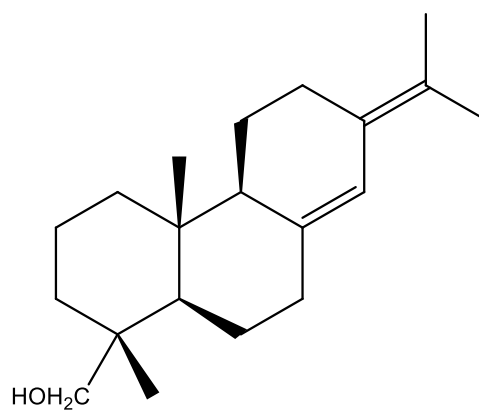
Λινολεϊκό οξύ



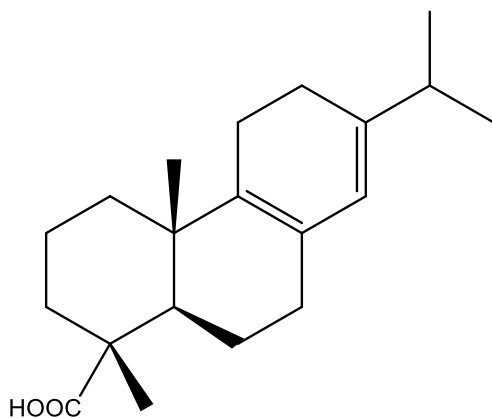
Ολεϊκό οξύ



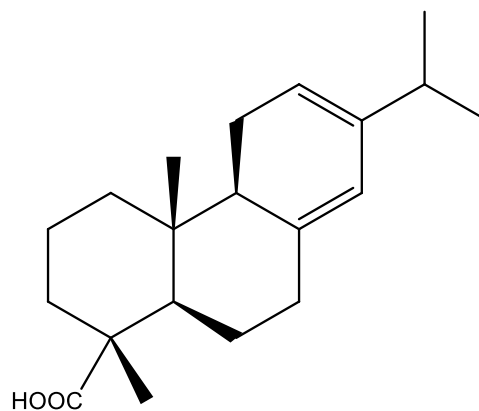
Παλουστράλη



Νεοαβιετόλη



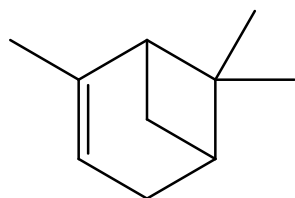
Παλουστρικό οξύ



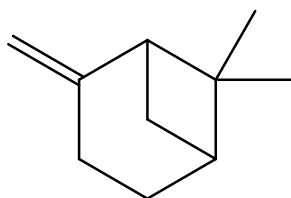
Λεβοπιμαρικό οξύ

Τα αιθήρια έλαια των βελόνων και των υπέργειων τμημάτων του γένους *Abies* φαίνεται να περιέχουν κυρίως τερπενοειδή και οι μεταβολίτες που συναντώνται συχνά είναι: α -πινένιο, καμφένιο, μυρκένιο, π -κυμένιο, λιμονένιο, β -φελλανδρένιο, τερπινολένιο, οξικό βορνύλιο και α -χουμουλένιο (Bağcı et al., 1999; Chalchat et al., 2001; Uçar et al., 2010; Uçar και Uçar, 2014). Παρόλο που κάποιοι μεταβολίτες είναι κοινοί μεταξύ των ειδών, διαφέρουν ποσοτικά από είδος σε είδος. Για παράδειγμα στο αιθέριο έλαιο της *A. sachalinensis* κύριο συστατικό είναι το α -πινένιο αλλά υπάρχουν και σημαντικές ποσότητες από καμφένιο, οξικό βορνύλιο, λιμονένιο, β -πινένιο και β -φελλανδρένιο (Satou et al., 2009), ενώ στην *A. alba* το β -πινένιο είναι σε μεγαλύτερη ποσότητα και ακολουθείται από το καμφένιο και το α -πινένιο (Roussis et al., 2000). Το αιθέριο έλαιο των κλαδιών του γένους *Abies* φαίνεται να περιέχει κοινά συστατικά με αυτά του αιθέριου ελαίου των βελόνων, με το λιμονένιο να υπάρχει σε μεγαλύτερες ποσότητες και να ακολουθείται από τα α -πινένιο και καμφένιο (Duquesnoy et al., 2007; Koukos et al., 2001).

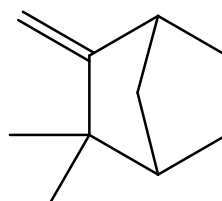
Για την *A. cerhalonica* έχει μελετηθεί το αιθέριο έλαιο βελόνων όπου κύρια ουσία φαίνεται να είναι το β -πινένιο που ακολουθείται από α -πινένιο, λιμονένιο και καμφένιο (Roussis et al., 2000).



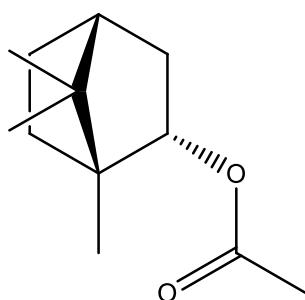
α -Πινένιο



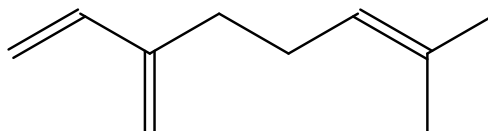
β -Πινένιο



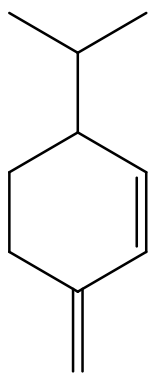
Καμφένιο



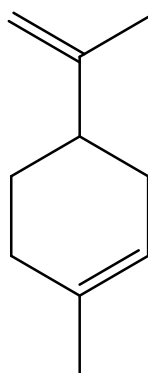
Οξικό βορνύλιο



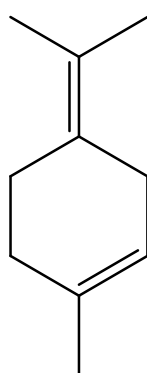
Μυρκένιο



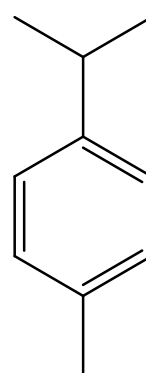
β -Φελλανδρένιο



Λιμονένιο



Τερπινολένιο



π -Κυμένιο

Πίνακας 2. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων διαφόρων ειδών του γένους *Abies*

Είδος	Περιοχή συλλογής	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
<i>Abies alba</i>	Δυτική Σερβία	Βελόνες	β -πινένιο 19,8 %	Roussis et al., 2000
			καμφένιο 15,3 %	
			α -πινένιο 10,9 %	
<i>Abies alba</i>	Μαυροβούνιο	Νεαροί βλαστοί	β -πινένιο 32,8 %	Chalchat et al., 2001
			α -πινένιο 17,3 %	
			καμφένιο 16,7 %	
<i>Abies balsamea</i>	Καναδάς	Βελόνες	β -πινένιο 29,9 %	Pichette et al., 2006
			δ -3-καρένιο 19,6 %	
			α -πινένιο 14,6 %	
<i>Abies borissi-regis</i>	Ελλάδα	Βελόνες	λιμονένιο 22,6 %	Roussis et al., 2000
			β -πινένιο 11,4 %	
			καμφένιο 10,2 %	
<i>Abies borissi-regis</i>	Ελλάδα	Κλαδιά	λιμονένιο 46,5 %	Koukos et al., 2001
			οξείδιο καρνοφυλλενίου 7,1 %	
			α -πινένιο 3,3 %	
<i>Abies cephalonica</i>	Ελλάδα	Βελόνες	β -πινένιο 21,3 %	Roussis et al., 2000
			α -πινένιο 16 %	
			λιμονένιο 14,2 %	
<i>Abies cilicica</i>	Τουρκία	Νεαροί βλαστοί	β -καρνοφυλλένιο 33,4 %	Bagci και Babaç, 2003
			α -χουμουλένιο 20,5 %	
			α -πινένιο 15,1 %	
<i>Abies nordmaniana</i>	Τουρκία	Νεαροί βλαστοί	δ -3-καρένιο 31,6 %	Bagci και Babaç, 2003
			β -καρνοφυλλένιο 25,7 %	
			καμφένιο 10,2 %	
<i>Abies numidica</i>	Βορειοανατολική Αλγερία	Υπέργεια τμήματα	α -πινένιο 22,6 %	Ramdani et al., 2014
			λιμονένιο 19,7 %	
			β -πινένιο 12,3 %	

1.6. Φαρμακολογικές δράσεις

Η ρητίνη που παράγεται από τους κορμούς των ελάτων αναφέρεται ότι εμφανίζει φαρμακολογική δράση. Συγκεκριμένα περιγράφεται η χρήση της ρητίνης κυρίως εξωτερικά για κατασκευή εμπλάστρων που ερεθίζουν ελαφρώς το δέρμα και προκαλούν υπεραιμία. Αυτή που παράγεται από έλατα ή πεύκα ονομάζεται τερεβινθίνη και σε μικρές δόσεις προκαλεί υπεραιμία και ερεθίζει τα νεύρα ενώ σε μεγαλύτερες φέρνει ζάλη και υπνηλία. Με κατάποση μικρής ποσότητας προκαλεί καύση και ναυτία ενώ σε μεγαλύτερες δόσεις μπορεί να επιφέρει γαστρεντερίτιδα και εμετό. Χρησιμοποιείται σε χρονικούς κατάρρους της ουροδόχου κύστης και των πνευμόνων (Αφεντούλης, 1890). Παρόμοιες φαρμακολογικές δράσεις περιγράφονται και από τον Λάνδερερ (1845) που αναφέρει επίσης και τη χρήση της τερεβινθίνης εξωτερικά σε έλκη και πληγές για ζωογόνηση.

Τα είδη του γένους *Abies* φαίνεται να είναι φαρμακολογικού ενδιαφέροντος αφού παρουσιάζουν ποικιλία δράσεων. Εκχυλίσματα της *A. balsamea* εμφανίζουν ορμονική δράση σε προνύμφες *Pyrrhocoris apterus*, με αποτέλεσμα αυτές να πεθαίνουν λόγω αποτυχίας της μεταμόρφωσης (Sláma και Williams, 1965), ενώ αιθανολικά και υδατικά εκχυλίσματα φλοιού του *A. pindrow* δρουν ως ανθελμινθικά ενάντια σε *Eisenia foetida* σε ελάχιστη δόση 25 mg/ml και προκαλούν αρχικά παράλυση και μετέπειτα θάνατο (Bharti et al., 2014). Σε μελέτη όπου χρησιμοποιήθηκαν μεθανολικά, αιθανολικά και ακετονικά εκχυλίσματα βελόνων και ανθισμένων κώνων της *A. cilicica* ενάντια σε μύκητες και βακτήρια, διαπιστώθηκε ότι τα εκχυλίσματα ακετόνης ανθισμένων κώνων παρουσίασαν την καλύτερη αντιμικροβιακή δράση (Saleh και Al-Mariri, 2016). Παρόμοια αντιμικροβιακή δράση παρατηρείται και στην *A. webianna* της οποίας τα εκχυλίσματα βελόνων χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία νανοσωματιδίων αργύρου που παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* και *Pseudomonas aeruginosa* (Sowmiya και Prakash, 2018) ενώ τα εκχυλίσματα χλωροφορμίου από βελόνες εμφανίζουν αγχολυτική δράση σε αρουραίους (Singh et al., 2018). Παρόμοια αγχολυτική δράση σε επίμυες παρουσίασαν τα εκχυλίσματα χλωροφορμίου και μεθανόλης υπέργειων τμημάτων της *A. pindrow* με τα καλύτερα αποτελέσματα να εμφανίζονται σε δόσεις 200 και 400 mg (Kumar και Kumar, 2015a) και τα συστατικά τους που αναφέρεται ότι είχαν αποτέλεσμα κατά του άγχους είναι η μαλτόλη, το γαλλικό οξύ, το π-κουμαρικό οξύ, η εσπεριτίνη και η απιγενίνη (Kumar και Kumar, 2017). Επίσης, τα μεθανολικά εκχυλίσματα και το κλάσμα οξικού αιθυλεστέρα υπέργειων τμημάτων του συγκεκριμένου είδους διαπιστώθηκε ότι λειτουργούν ως αντικαταθλιπτικά και αντιστρέφ σε επίμυες (Kumar και Kumar, 2015b). Η *A. pindrow*

αναφέρεται ότι παρουσιάζει και αντιοξειδωτική δράση με τα μεθανολικά εκχυλίσματα βελονών να παρουσιάζουν τα καλύτερα αποτελέσματα ενώ αυτά της ακετόνης να περιέχουν το υψηλότερο ποσοστό φαινολών και φλαβονοειδών (Gupta et al., 2011). Αντιοξειδωτικές ιδιότητες αναφέρεται ότι έχουν και τα εκχυλίσματα του φλοιού *A. alba*, από τα οποία το κλάσμα οξικού αιθυλεστέρα έχει τη μεγαλύτερη ποσότητα πολυφαινόλων και δεσμεύει ιόντα σιδήρου και ελεύθερες ρίζες (Vasincu et al., 2013). Επίσης, εκχυλίσματα ορισμένων ειδών φαίνεται να έχουν επίδραση στις αντλίες ασβεστίου (Ca^{+}). Συγκεκριμένα αυτά της *A. pindrow* διαπιστώθηκε ότι μπλοκάρουν τις αντλίες ασβεστίου δικαιολογώντας ίσως έτσι την παραδοσιακή χρήση του δέντρου σε βρογχίτιδα και διάρροια (Mushtaq et al., 2015), ενώ παρόμοια συσχέτιση έγινε και για την *A. webbiana* μεταξύ του φραγμού των αντλιών ασβεστίου και της βρογχοδιασταλτικής και σπασμολυτικής δράσης που παρατηρήθηκε (Yasin et al., 2014). Εκτός από την προστατευτική δράση των εκχυλισμάτων του *A. pindrow* σε βρογχοσπασμούς παρατηρείται και σταθεροποιητική δράση σε μαστοκύτταρα και προστασία ενάντια σε έλκος (Singh et al., 2000). Τα εκχυλίσματα της *A. spectabilis* έχουν αντικαρκινική δράση (Wu et al., 2018) ενώ για αυτά της *A. sibirica* αναφέρονται και αντιγηραντικές ιδιότητες (Kudryavtseva et al., 2016). Τα εκχυλίσματα φύλλων *A. webbiana* έχουν προστατευτική δράση για το ήπαρ και τα νεφρά ενώ τα μεθανολικά εκχυλίσματα βελόνων *A. spectabilis* έχουν αντιπυρετική δράση (Visnoi et al., 2007).

Για την *A. cephalonica* αναφέρεται ότι τα αιθανολικά εκχυλίσματα παρουσιάζουν προστατευτική δράση ενάντια σε 6 βακτηριοφάγους και συγκεκριμένα τους κολιφάγους T₁, T₂, T₄, T₇, φX174 και MS₂ (Verykokidou et al., 2008).

Γενικά τα αιθέρια έλαια του γένους *Abies* έχουν κυρίως αντιμικροβιακές ιδιότητες ενάντια διαφόρων μυκήτων και βακτηρίων. Το αιθέριο έλαιο υπέργειων τμημάτων της *A. numidica* δοκιμάστηκε σε βακτήρια και μύκητες και διαπιστώθηκε ότι ήταν πολύ αποτελεσματικό κατά των *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* και *Saccharomyces cerevisiae*, μέτρια αποτελεσματικό κατά των *S. aureus*, *S. epidermidis* και *Micrococcus luteus* ενώ δεν έδειξε μεγάλη δράση κατά της *Klebsiella pneumonia* (Ramdani et al., 2014). Παρομοίως αιθέριο έλαιο βελόνων της *A. balsamea* εξετάστηκε για αντιβακτηριακή δράση ενάντια σε *E. coli* και *S. aureus* με δραστικότητα να εμφανίζεται μόνο κατά του δεύτερου βακτηρίου, δραστικότητα κατά του *S. aureus* εμφάνισαν και τα α -πινένιο, β -καρυοφυλλένιο και α -χουμουλένιο (Pichette et al., 2006). Ο συνδυασμός αιθερίων ελαίων *A. alba* και *Citrus limon* που ψεκάστηκαν σε χώρους νοσοκομείου προκάλεσαν μείωση συγκέντρωσης βακτηρίων και μυκήτων για 2 ώρες σε ποσοστά 40% και 30-60% αντίστοιχα (Lanzerstorfer et al., 2019). Αντίθετα σε άλλη αναφορά το αιθέριο έλαιο της *A.*

alba δεν παρουσίασε κάποια σημαντική δράση, παρά μόνο κατά του *S. aureus* που παρουσίασε μέτρια αντιβακτηριακή δράση ωστόσο διαπιστώθηκε η ικανότητα σάρωσης ελευθέρων ριζών (DPPH και ABTS) (Yang et al., 2009). Το αιθέριο έλαιο βελόνων της *A. koreana* εμφάνισε αντιβακτηριακές ιδιότητες με καλά αποτελέσματα κατά των *S. epidemidis* (Jeong et al., 2007) και *Propionibacterium acnes* αλλά και αντιφλεγμονώδη δράση (Yoon et al., 2009). Σύμφωνα με μελέτη στην οποία δοκιμάστηκαν αιθέρια έλαια 9 ειδών του γένους *Abies* παρατηρείται ότι γενικά εμφανίζουν καλύτερη δράση ενάντια σε μύκητες από ότι σε βακτήρια ενώ δεν φαίνεται να έχουν ιδιαίτερη δραστηριότητα κατά της *E. coli* (Bağcı και Diğrak, 1996). Επίσης, το αιθέριο έλαιο της *A. balsamea* αναφέρεται ότι παρουσίασε κυτταροτοξικότητα σε καρκινικά κύτταρα MCF-7, PC-3, A-549, DLD-1, M4BEU και CT-26 με τη δράση να οφείλεται κυρίως στο α -χουμουλένιο (Legault et al., 2003) ενώ το αιθέριο έλαιο που προέρχεται από φρέσκους κώνους της *A. cilicia* επέδειξε επουλωτική δράση (Tumen et al., 2011). Σε έρευνα όπου δοκιμάστηκαν αιθέρια έλαια διαφόρων ειδών για την εντομοκτόνο δράση ενάντια στα έντομα *Phyllaphis fagi* και *Sitophilus oryzae* διαπιστώθηκε ότι αυτό της *A. grandis* ήταν το πλέον δραστικό εντομοκτόνο επαφής για το πρώτο ενώ είχε αποτελέσματα και ως υποκαπνιστικό για το δεύτερο έντομο (Yazdgerdian et al., 2015).

Για την *A. cephalonica* δεν υπάρχει κάποια μελέτη ως προς τις ιδιότητες του αιθερίου ελαίου.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Συλλογή φυτικού υλικού

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν βελόνες και κλαδιά *Abies cephalonica* που είχαν συλλεχθεί από τον Αίνο, την Πάρνηθα και τη Δίρφη. Από κάθε περιοχή συλλέχθηκαν 12 δείγματα, 4 από κάθε περιοχή διαφορετικού υψομέτρου (Πίνακας 3). Για να αποφευχθούν οι εποχικές διακυμάνσεις οι συλλογές έγιναν Οκτώβριο, Νοέμβριο και Μάρτιο, διάστημα κατά το οποίο τα δέντρα βρίσκονται ακόμη στο ίδιο βιολογικό στάδιο. Το φυτικό υλικό, μετά από διαχωρισμό βελόνων από τα κλαδιά, υποβλήθηκε σε υδραπόσταξη προς παραλαβή αιθερίων ελαίων.

2.2. Παραλαβή αιθερίων ελαίων

Αδρομερώς τετμημένα νωπά φύλλα και κλαδιά υποβλήθηκαν ξεχωριστά σε υδραπόσταξη για 2,5 ώρες σε συσκευή τύπου Clevenger συνδεδεμένη με τροποποιημένο ψυχόμενο υποδοχέα αιθερίων ελαίων. Η επιπλέον ψύξη χρησιμοποιήθηκε με σκοπό τη πρόληψη παραπροϊόντων της θερμικής κατεργασίας. Ύστερα από το τέλος της κάθε απόσταξης παραλήφθηκε το αιθέριο έλαιο με μικρή ποσότητα πεντανίου, και στη συνέχεια προστέθηκε άνυδρο θειικό νάτριο ως αφυγραντικό μέσο. Τα παραλαμβανόμενα αιθέρια έλαια διατηρήθηκαν στους -4°C μέχρι να αναλυθούν.

2.3. Αέριος χρωματογραφία-φασματομετρία μάζας (GC-MS)

Οι αναλύσεις αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μάζας (GC-MS) διεξήχθησαν σε αέριο χρωματογράφο Agilent Technologies 7820A, εξοπλισμένο με τριχοειδή στήλη HP-5 MS (30 m x 0,25 mm, film thickness 0,25μm), συνδεδεμένο σε σειρά με φασματογράφο μάζας Agilent Technologies 5977B. Η μέθοδος ιονισμού ήταν ο βομβαρδισμός με δέσμη ηλεκτρονίων στα 70 eV (EIMS). Ως κινητή φάση χρησιμοποιήθηκε το αδρανές αέριο He (2 mL/min). Το θερμικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε στις αναλύσεις των αιθερίων ελαίων είχε θερμοκρασία έναρξης 60°C, η οποία με ρυθμό αύξησης 3°C/min, έφτανε 300°C όπου και παρέμενε σταθερή για 10 min. Η θερμοκρασία εισόδου ήταν 200°C και η θερμοκρασία αντίχρευσσης 250°C.

Η ταυτοποίηση των χημικών συστατικών έγινε με σύγκριση του χρόνου ανάσχεσης κάθε συστατικού σε σχέση με τους χρόνους ανάσχεσης πρότυπων ενώσεων και τη μελέτη των φασμάτων μάζας με τη βοήθεια βιβλιοθηκών (Wiley library spectra, NIST/NBS) και δεδομένων της βιβλιογραφίας (Adams, 2007). Ο ποσοτικός προσδιορισμός των συστατικών βασίστηκε στον ολικό αριθμό των θραυσμάτων των συστατικών, όπως αυτά ανιχνεύτηκαν από το φασματογράφο μάζας.

2.4. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Για την ανάλυση των χρωματογραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα MSD Chemstation Data Analysis F.01.03.2357. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 26. Λόγω μη κανονικής κατανομής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε τεστ Kruskal-Wallis.

Πίνακας 3. Στοιχεία συλλογής φυτικού υλικού *A. cephalonica*

Κωδικός	Περιοχή συλλογής	Υψόμετρο (m)	Θερμοκρασία (°C)	Ημερομηνία συλλογής
AC01	Αίνος, Κεφαλονιά	1560	14	18/10/2019
AC02	Αίνος, Κεφαλονιά	1560	14	18/10/2019
AC03	Αίνος, Κεφαλονιά	1560	14	18/10/2019
AC04	Αίνος, Κεφαλονιά	1560	14	18/10/2019
AC05	Αίνος, Κεφαλονιά	1300	15	18/10/2019
AC06	Αίνος, Κεφαλονιά	1300	15	18/10/2019
AC07	Αίνος, Κεφαλονιά	1300	15	18/10/2019
AC08	Αίνος, Κεφαλονιά	1300	15	18/10/2019
AC09	Αίνος, Κεφαλονιά	1040	16	18/10/2019
AC10	Αίνος, Κεφαλονιά	1040	16	18/10/2019
AC11	Αίνος, Κεφαλονιά	1040	16	18/10/2019
AC12	Αίνος, Κεφαλονιά	1040	16	18/10/2019
AC13	Πάρνηθα, Αττική	1000	14	15/11/2019
AC14	Πάρνηθα, Αττική	1000	14	15/11/2019
AC15	Πάρνηθα, Αττική	1000	14	15/11/2019
AC16	Πάρνηθα, Αττική	1000	14	15/11/2019
AC17	Πάρνηθα, Αττική	1200	13	15/11/2019
AC18	Πάρνηθα, Αττική	1200	13	15/11/2019
AC19	Πάρνηθα, Αττική	1200	13	15/11/2019
AC20	Πάρνηθα, Αττική	1200	13	15/11/2019
AC21	Πάρνηθα, Αττική	1300	11	15/11/2019
AC22	Πάρνηθα, Αττική	1300	11	15/11/2019
AC23	Πάρνηθα, Αττική	1300	11	15/11/2019
AC24	Πάρνηθα, Αττική	1300	11	15/11/2019
AC25	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	1070	15	14/3/2020
AC26	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	1070	15	14/3/2020
AC27	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	1070	15	14/3/2020
AC28	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	1070	15	14/3/2020
AC29	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	850	17	14/3/2020
AC30	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	850	17	14/3/2020
AC31	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	850	17	14/3/2020
AC32	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	850	17	14/3/2020
AC33	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	570	19	14/3/2020
AC34	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	570	19	14/3/2020
AC35	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	570	19	14/3/2020
AC36	Δίρφυς, Στενή Εύβοιας	570	19	14/3/2020

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

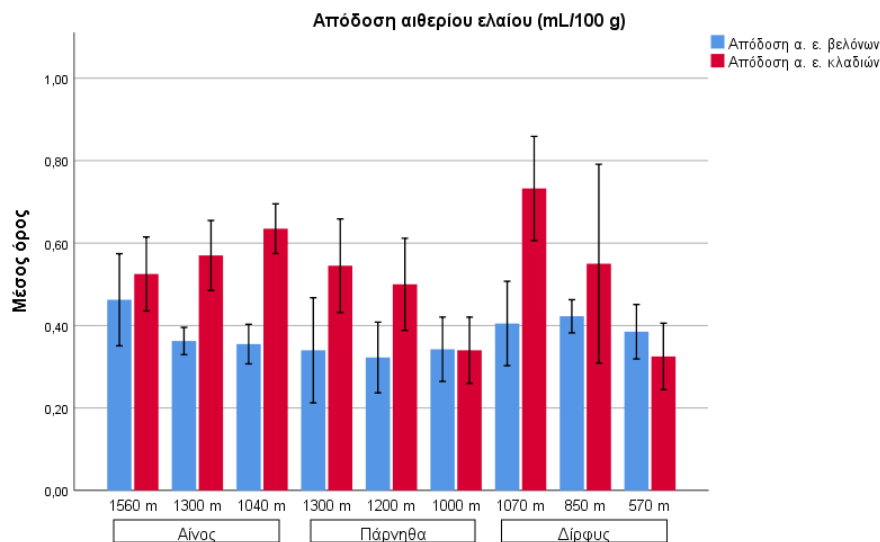
3.1. Απόδοση αιθερίου ελαίου

Συνολικά παραλήφθηκε αιθέριο έλαιο βελονών και κλαδιών από 36 δείγματα και η απόδοση εκφράστηκε σε mL/100 g. Στον Πίνακα 4. παρουσιάζεται η μέση τιμή της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο για κάθε υψόμετρο των περιοχών συλλογής.

Πίνακας 4. Μέση τιμή ($\pm$ SD) απόδοσης αιθερίου ελαίου βελονών και κλαδιών (mL/100 g) ανά περιοχή και υψόμετρο

	Αίνος			Πάρνηθα			Δίρφυς		
	1560 m	1300 m	1040 m	1300 m	1200 m	1000 m	1070 m	850 m	570 m
Βελόνες	0,46 $\pm$ 0,11	0,36 $\pm$ 0,03	0,36 $\pm$ 0,05	0,34 $\pm$ 0,13	0,32 $\pm$ 0,09	0,34 $\pm$ 0,08	0,41 $\pm$ 0,1	0,42 $\pm$ 0,04	0,39 $\pm$ 0,07
Κλαδιά	0,53 $\pm$ 0,09	0,57 $\pm$ 0,08	0,64 $\pm$ 0,06	0,55 $\pm$ 0,11	0,50 $\pm$ 0,11	0,34 $\pm$ 0,08	0,73 $\pm$ 0,13	0,55 $\pm$ 0,24	0,33 $\pm$ 0,08

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1 η απόδοση του αιθερίου ελαίου των κλαδιών ήταν μεγαλύτερη από αυτή των βελονών σε όλες τις περιοχές με τη υψηλότερη να εμφανίζεται στον Αίνο. Συνολικά δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στις αποδόσεις των βελονών και των κλαδιών μεταξύ των περιοχών.

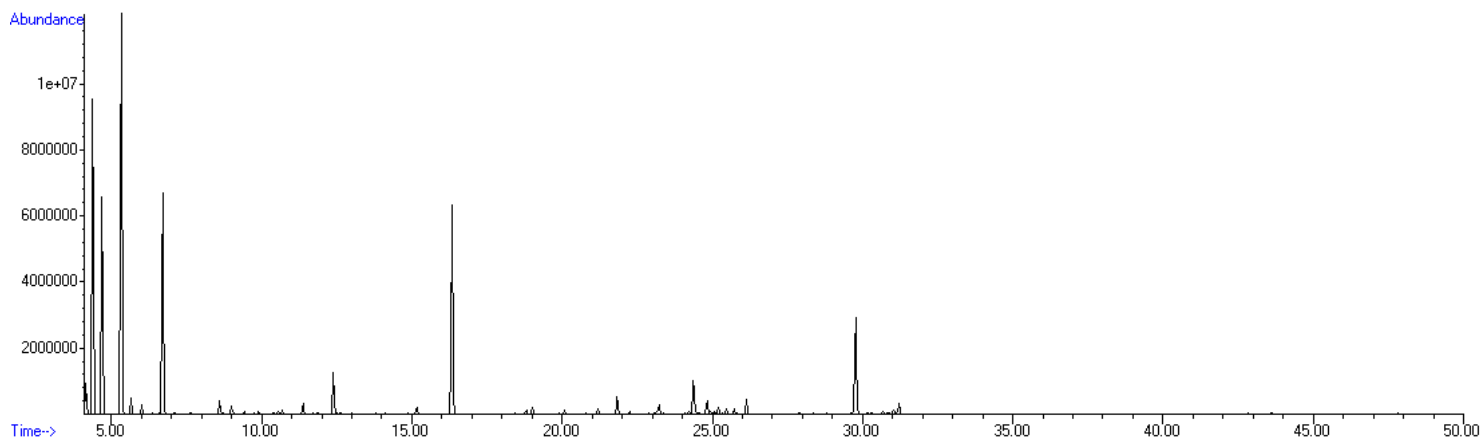


Σχήμα 1. Μέση τιμή ($\pm$ SD) απόδοσης αιθερίου ελαίου βελονών και κλαδιών (mL/100 g) ανά περιοχή και υψόμετρο

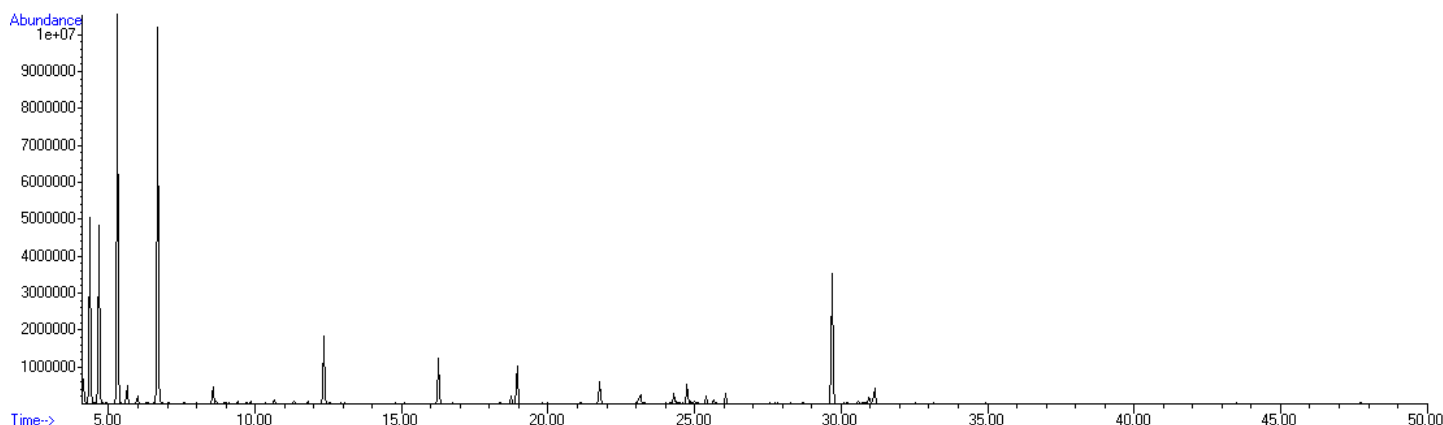
Παρατηρείται ότι η απόδοση του αιθερίου ελαίου των βελονών δεν φαίνεται να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών υψομέτρων κάθε περιοχής. Ωστόσο, η απόδοση των κλαδιών φαίνεται να αυξάνεται με την αύξηση του υψομέτρου στις περιοχές της Πάρνηθας και Δίρφης, ενώ παρατηρείται το αντίστροφο για τα δείγματα που συλλέχθηκαν στον Αίνο.

Δεν υπάρχει κάποια σχετική αναφορά στη βιβλιογραφία για την απόδοση αιθερίων ελαίων της *A. cephalonica* αλλά υπάρχουν αναφορές για άλλα είδη του γένους *Abies*. Παρόμοια απόδοση αιθερίου ελαίου βελονών με αυτή των αποτελεσμάτων μας ($0,38 \pm 0,08$ mL/100 g) αναφέρεται για την *A. pindrow* σε ποσοστό 0,4% v/w (Padalia et al., 2014), ενώ η απόδοση αιθερίου ελαίου κλαδιών της *A. borisii-regis* (*A. alba* x *A. cephalonica*) είναι 0,5% (Duquesnoy et al., 2007), που είναι παρόμοιο ποσοστό με αυτό που παρατηρείται πειραματικά ($0,52 \pm 0,16$ mL/100 g). Αντίθετα, στην *A. koreana* υψηλότερη απόδοση αιθερίου ελαίου παρατηρείται στις βελόνες με ποσοστό 1.0 % ενώ τα κλαδιά που παρουσιάζουν απόδοση 0,6% (Baran et al., 2007).

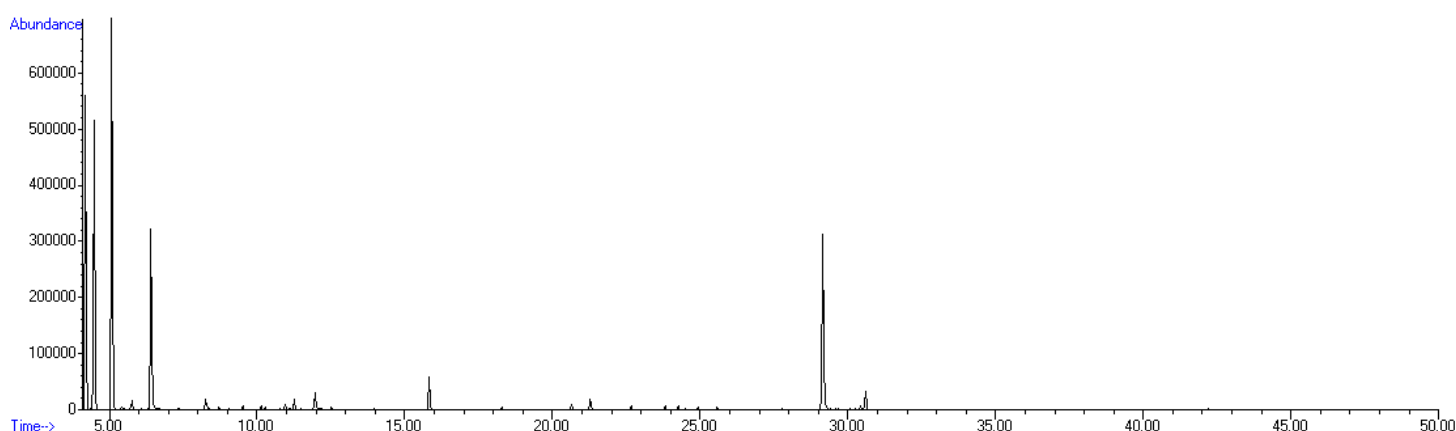
3.2. Χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων από τις βελόνες της *A. cephalonica*



Εικόνα 11. Χρωματογράφημα αερίου χρωματογραφίας αιθερίου ελαίου βελονών από τον Αίνο (1560 m)



Εικόνα 12. Χρωματογράφημα αερίου χρωματογραφίας αιθερίου ελαίου βελονών από την Πάρνηθα (1200 m)



Εικόνα 13. Χρωματογράφημα αερίου χρωματογραφίας αιθερίου ελαίου βελονών από τη Δίρφη (850 m)

Οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες κυριαρχούν στο αιθέριο έλαιο των βελονών από όλες τις περιοχές συλλογής με ποσοστά 51,6-78,6%. Συγκεκριμένα, στο αιθέριο έλαιο των βελονών των δειγμάτων που συλλέχθηκαν στον Αίνο, οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες έχουν ποσοστό 51,6-67,6% και σε σειρά αφθονίας δεύτερα έρχονται τα οξυγονωμένα μονοτερπένια (8,1-23%). Ακολουθούν οι σесκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες και τα οξυγονωμένα σесκιτερπένια με ισοδύναμα ποσοστά (4,3-21,9%, 6,2-21,5%). Στο αιθέριο έλαιο των βελονών των δειγμάτων από την Πάρνηθα ωστόσο, οι σесκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες και τα οξυγονωμένα σесκιτερπένια εμφανίζονται σε ισοδύναμα ποσοστά (5,9-19,7% και 7,0-22,4%) και ακολουθούν τα οξυγονωμένα μονοτερπένια (1,9-10,5%). Στα δείγματα που συλλέχθηκαν από τη Δίρφη, τα οξυγονωμένα σесκιτερπένια καταλαμβάνουν το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό (10,4-26,3%) μετά τους μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες (52,6-78,6%) και ακολουθούν τα οξυγονωμένα μονοτερπένια και οι σесκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες σε παραπλήσια ποσοστά μεταξύ τους (2,1-17,8% και 0,8-18,2%).

Πίνακας 5. Χημική σύσταση (%) του αιθερίου ελαίου των βελονών *A. cephalonica* από τον Αίνο.

		Αίνος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRI ^β	AC01L	AC02L	AC03L	AC04	AC05L	AC06L	AC07L	AC08	AC09L	AC10L	AC11L	AC12
α -Pinene	932	18,3	13,2	10,6	11,8	15,6	16,1	20,1	12,9	15,7	16,9	15,9	15,5
Camphene	946	12,0	4,7	11,3	14,4	19,9	17,2	8,9	11,0	8,8	11,3	10,0	14,8
β -Pinene	974	23,3	22,1	20,6	23,3	16,2	12,8	23,0	24,0	26,6	24,6	17,8	20,0
Myrcene	988	0,8	0,8	0,8	1,1	1,2	0,5	1,1	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7
α -Phellandrene	1002	0,5	tr	0,3	0,3	0,4	0,3	0,7	0,3	tr	0,5	tr	0,3
δ -3-Carene	1008	Tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Terpinene	1014	Tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>p</i> -Cymene	1020	Tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Limonene+ β -Phellandrene	1024/ 1025	12,1	10,2	11,1	11,7	10,3	10,5	8,7	11,9	13,6	10,7	18,7	9,9
1,8-Cineole	1026	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
(<i>E</i>)- β -Ocimene	1044	-	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	-	-	-	-
γ -Terpinene	1054	Tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Terpinolene	1086	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,4	0,5
Linalool	1095	0,5	0,8	0,4	1,3	tr	tr	tr	0,7	tr	0,4	tr	tr
<i>endo</i> -Fenchol	1114	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>cis-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1118	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Campholenal	1122	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Pinocarveol	1135	tr	-	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	tr	tr
<i>trans-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1136	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	tr	tr	-	-
<i>trans</i> -Verbenol	1140	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
Camphor	1141	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	-	tr
Camphene hydrate	1145	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Pinocarvone	1160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
Borneol	1165	0,5	tr	0,5	0,4	tr	0,4	tr	0,4	tr	tr	tr	0,6
<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	1166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>cis</i> -Pinocamphone	1172	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr

		Αίθος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^a	RR1 ^b	AC01L	AC02L	AC03L	AC04	AC05L	AC06L	AC07L	AC08	AC09L	AC10L	AC11L	AC12
Terpinen-4-ol	1174	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Cryptone	1183	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Terpineol	1186	2,4	3,3	2,8	3,2	1,0	1,4	1,4	2,3	2,5	2,4	1,6	1,2
Myrtenol	1194	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	tr	tr
Verbenone	1204	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Piperitol	1207	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Carveol	1215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>endo</i> -Fenchyl acetate	1218	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
Piperitone	1249	tr	0,3	tr	-	tr	tr	-	-	-	-	-	tr
Geraniol	1252	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Linalool acetate	1254	0,4	1,5	0,8	1,9	tr	tr	tr	0,9	tr	0,7	tr	tr
Bornyl acetate	1284	13,4	4,9	16,2	14,2	3,1	18,8	10,8	13,0	3,3	15,4	5,1	17,4
<i>trans</i> -Pinocarvyl acetate	1298	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
unknown 1 ^b (121, 194)	1345	-	-	1,4	0,6	0,9	0,6	-	0,5	0,3	0,9	0,7	0,6
α -Terpinyl acetate	1346	0,4	0,7	0,9	0,5	0,4	1,1	tr	0,7	0,8	2,8	-	tr
Citronellyl acetate	1350	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
α -Longipene	1350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-
Neryl acetate	1359	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclosativene	1369	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	-	tr	-
Longicyclene	1371	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	-	tr	-
α -Ylangene	1373	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr
α -Copaene	1374	tr	tr	tr	tr	tr	0,6	tr	tr	tr	-	1,7	tr
Geranyl acetate	1379	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
β -Bourbonene	1387	-	tr	-	-	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr
β -Elemene	1389	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
β -Longipinene	1400	tr	tr	tr	-	-	tr	-	-	tr	tr	tr	tr
Longifolene	1407	0,4	0,5	0,4	tr	tr	1,3	tr	tr	0,6	0,5	3,4	tr
(<i>E</i>)-Caryophyllene	1417	1,1	2,9	1,4	2,1	2,5	2,2	3,0	2,7	4,1	0,8	2,6	2,6

		Αίθος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRP ^γ	AC01L	AC02L	AC03L	AC04	AC05L	AC06L	AC07L	AC08	AC09L	AC10L	AC11L	AC12
<i>p</i> -Menth-1-en-9-ol acetate	1421	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	tr	-	tr
β -Copaene	1430	tr	tr	tr	tr	tr	0,4	tr	tr	tr	tr	1,3	tr
α -Guaiene	1437	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-
6,9-Guaiadiene	1442	-	-	-	-	0,8	tr	-	0,4	tr	-	-	0,4
α -Himachalene	1449	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
unknown 2 (161, 253)	1450	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	0,3
α -neo-Clovene	1452	tr	0,6	0,5	tr	0,5	-	0,8	-	-	-	-	-
α -Humulene	1452	0,8	1,7	0,7	1,3	1,4	1,3	1,0	1,7	2,3	0,6	1,5	1,6
(<i>E</i>)- β -Farnesene	1454	-	tr	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -Cadina-1(6),4-diene	1461	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>trans</i> -cadina-1(6),4-diene	1475	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	tr	-
γ -Muurolene	1478	tr	0,3	tr	tr	tr	0,4	tr	tr	tr	tr	0,9	tr
Germacrene D	1484	2,2	2,1	0,9	0,7	1,3	2,4	0,9	1,2	1,2	0,7	2,3	0,7
γ -Selinene	1485	tr	0,2	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
β -Selinene	1489	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
δ -Selinene	1492	0,9	2,4	1,5	0,8	3,0	1,1	1,3	1,7	1,3	0,5	0,8	1,7
<i>cis</i> - β -Guaiene	1492	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-
γ -Amorphene	1495	tr	0,4	tr	tr	-	-	-	-	tr	tr	tr	-
Valencene	1496	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	tr
α -Selinene	1498	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
4- <i>epi</i> - <i>cis</i> -Dihydroagarofuran	1499	tr	0,4	tr	1,1	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1,1	tr
α -Muurolene	1500	0,4	0,4	tr	tr	0,6	1,2	tr	tr	tr	tr	3,4	0,4
Cuparene	1504	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
δ -Amorphene	1511	0,4	1,0	0,7	tr	0,7	tr	0,7	0,5	0,6	tr	tr	0,4
γ -Cadinene	1513	tr	0,6	0,6	tr	0,8	0,6	tr	tr	0,4	0,4	1,0	0,4
7- <i>epi</i> - α -Selinene	1520	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr
δ -Cadinene	1522	1,0	1,8	1,2	0,6	1,7	1,4	1,0	tr	0,8	0,8	1,9	0,8
<i>trans</i> -Cadina-1,4-diene	1533	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr

		Αίθος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RR1 ^γ	AC01L	AC02L	AC03L	AC04	AC05L	AC06L	AC07L	AC08	AC09L	AC10L	AC11L	AC12
α -Cadinene	1537	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
α -Calacorene	1544	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Elemol	1548	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
(E)-Nerolidol	1561	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-
Germacrene D-4-ol	1574	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
Caryophyllene oxide	1582	tr	tr	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Humulene epoxide II	1608	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	-	tr
Selina-6-en-4-ol	1616	6,7	17,0	10,5	6,5	13,8	5,5	14,2	10,3	12,6	5,8	5,7	7,8
1,10-di-epi-Cubenol	1618	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
1-epi-Cubenol	1627	-	-	tr	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-
epi- α -Cadinol	1638	tr	0,2	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
epi- α -Muurolol	1640	tr	0,3	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
α -Muurolol	1644	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	tr	-
β -Eudesmol	1649	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr
α -Cadinol	1652	tr	0,8	0,6	0,4	0,9	tr	tr	0,6	0,7	tr	-	0,5
Selin-11-en-4- α -ol	1658	0,8	2,4	1,6	0,9	1,6	0,7	1,7	0,9	1,6	0,8	0,6	0,8
unknown 5 (55, 224)	1690	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manool oxide	1987	tr	tr	tr	tr	tr	0,6	tr	tr	tr	0,7	tr	tr
Palustradiene	2014	-	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Abietatriene	2055	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr
Abietadiene	2087	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr
Abienol	2149	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,7	tr	tr	tr
Palustral	2236	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	-
dehydro-Abietal	2274	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	tr	-
bis(2-ethylhexyl) ester of hexanedioic acid	2422	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Μονοτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		67,6	51,6	55,5	63,4	64,3	57,9	63,1	61,4	66,0	65,6	63,5	61,7
Οξυγονωμένα Μονοτερπένια		17,6	11,5	23,0	22,1	5,4	22,3	12,2	18,5	6,9	22,6	8,1	19,8

		Αίθος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRR ^β	AC01L	AC02L	AC03L	AC04	AC05L	AC06L	AC07L	AC08	AC09L	AC10L	AC11L	AC12
Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		7,2	15,3	7,9	6,6	13,9	12,9	8,7	8,2	11,3	4,3	21,9	9,3
Οξυγονωμένα Σεσκιτερπένια		7,5	21,5	12,7	7,8	16,3	6,2	15,9	11,8	14,9	6,6	6,3	9,1
Διτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Οξυγονωμένα Διτερπένια		tr	tr	tr	tr	tr	0,6	tr	tr	0,7	0,7	tr	tr
Άλλες ενώσεις			tr	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο		99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,8	99,8	99,8	99,9
Απόδοση (mL/100 g)		0,41	0,35	0,48	0,61	0,34	0,34	0,41	0,36	0,41	0,31	0,38	0,32

^α Σειρά παρουσίας των συστατικών σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών από στήλη HP-5MS, υπο τις πειραματικές συνθήκες που έχουν περιγραφεί.

^β Η αρίθμηση των μη ταυτοποιημένων συστατικών είναι μοναδική στους Πίνακες 5-7, 9-11 σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών· στην παρένθεση περιλαμβάνονται η βασική κορυφή και το μοριακό ιόν.

^γ Οι σχετικοί δείκτες έκλουσης έχουν υπολογιστεί με βάση τους χρόνους έκλουσης των συστατικών, σε σύγκριση με τους χρόνους έκλουσης προτύπων κανονικών υδρογονανθράκων (C₈–C₂₅), που αναλύθηκαν υπό τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες.

tr: ίχνη (< 0.05)

–: δεν ανιχνεύθηκε

Πίνακας 6. Χημική σύσταση (%) του αιθερίου ελαίου των βελονών *A. cephalonica* από την Πάρνηθα.

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC13L	AC14	AC15	AC16L	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24L
α -Thujene	924	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	-
α -Pinene	932	19,5	14,5	14,7	19,7	10,6	8,7	13,1	11,3	15,4	17,2	27,5	22,7
Camphene	946	7,9	10,1	8,6	8,3	6,6	11,0	6,5	10,6	8,4	11,0	5,1	7,0
Thuja-2,4(10)-diene	953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Sabinene	969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
β -Pinene	974	31,0	28,4	20,9	26,3	30,6	11,6	8,7	23,8	2,5	19,0	13,2	24,0
Myrcene	988	1,5	1,1	3,1	2,0	1,2	2,2	3,8	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9
α -Phellandrene	1002	1,1	0,5	1,6	0,8	0,7	0,4	tr	0,4	1,4	0,4	tr	0,9
δ -3-Carene	1008	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-	tr	tr	-
α -Terpinene	1014	tr	tr	0,5	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>p</i> -Cymene	1020	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr
1- <i>p</i> -Menthene	1021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>o</i> -Cymene	1022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Limonene+ β -Phellandrene	1024/ 1025	14,6	20,1	16,2	12,0	24,7	28,6	27,6	23,4	29,4	19,5	13,8	8,1
(<i>Z</i>)- β -Ocimene	1032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
2-Heptanol, acetate	1036	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
(<i>E</i>)- β -Ocimene	1044	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-	-	tr	-
γ -Terpinene	1054	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Terpinolene	1086	1,3	1,0	1,0	0,4	0,8	0,6	0,4	0,8	0,5	0,8	tr	0,6
2-Nonanone	1087	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Linalool	1095	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>n</i> -Nonanal	1100	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
<i>endo</i> -Fenchol	1114	0,3	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
<i>cis-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1118	tr	tr	1,9	tr	0,9	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Campholenal	1122	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>cis-p</i> -Mentha-2,8-dien-1-	1133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
<i>trans</i> -Pinocarveol	1135	-	-	-	tr	-	-	tr	-	-	tr	tr	-

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC13L	AC14	AC15	AC16L	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24L
<i>trans-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1136	tr	tr	1,2	tr	0,6	tr	-	-	-	-	-	tr
<i>cis</i> -Verbenol	1137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>trans</i> -Verbenol	1140	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	-
Camphor	1141	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
Camphene hydrate	1145	0,3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Pinocamphone	1158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
Pinocarvone	1160	-	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	tr	tr	-
Borneol	1165	0,2	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	1166	-	-	tr	-	-	tr	tr	-	-	tr	tr	-
<i>cis</i> -Pinocamphone	1172	-	tr	-	tr	tr	-	-	-	-	tr	tr	tr
Terpinen-4-ol	1174	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Cryptone	1183	-	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-
α -Terpineol	1186	6,4	3,8	2,2	1,7	2,6	1,5	0,7	4,3	0,6	3,6	1,1	1,9
Myrtenol	1194	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
<i>cis</i> -Piperitol	1195	-	-	0,5	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
γ -Terpineol	1199	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verbenone	1204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
<i>trans</i> -Piperitol	1207	-	tr	0,7	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Carveol	1215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
Nerol	1227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Carvone	1239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
Piperitone	1249	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Linalool acetate	1254	tr	tr	tr	tr	tr	0,4	0,5	tr	tr	0,4	tr	tr
Bornyl acetate	1284	1,0	1,1	1,8	1,8	2,8	1,2	0,7	3,0	tr	2,7	2,5	1,3
Methyl myrtenate	1293	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
<i>trans</i> -Piperitol acetate	1343	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
unknown 1 ^β (121, 194)	1345	-	1,1	-	-	-	-	-	0,6	-	0,4	-	-
α -Terpinyl acetate	1346	0,7	-	1,5	1,2	1,6	2,4	2,0	2,6	1,3	3,0	1,8	1,0

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRP ^γ	AC13L	AC14	AC15	AC16L	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24L
Citronellyl acetate	1350	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Neryl acetate	1359	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclosativene	1369	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	-	tr	tr
Longicyclene	1371	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-	tr	tr
α -Ylangene	1373	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Copaene	1374	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,8	tr
β -Bourbonene	1387	-	tr	-	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	-
β -Elemene	1389	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
β -Longipinene	1400	-	-	tr	tr	-	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
Longifolene	1407	0,3	tr	tr	0,5	tr	0,4	0,6	tr	0,9	0,9	5,6	0,9
(E)-Caryophyllene	1417	1,5	4,0	6,3	4,1	2,0	7,0	4,6	1,6	1,6	1,2	2,0	5,4
p-Menth-1-en-9-ol	1421	-	-	-	-	tr	-	-	tr	tr	tr	-	-
β -Copaene	1430	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
α -Guaiene	1437	-	tr	-	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	tr
6,9-Guaiadiene	1442	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr		-
α -Humulene	1452	0,9	2,1	3,4	2,2	1,3	4,2	2,5	0,7	1,1	0,8	1,1	3,0
(E)- β -Farnesene	1454	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
cis-Cadina-1(6),4-diene	1461	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
trans-cadina-1(6),4-diene	1475	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	tr
γ -Muurolene	1478	tr	tr	tr	0,5	tr	tr	0,6	tr	0,6	tr	tr	0,3
Germacrene D	1484	1,3	0,6	2,4	2,7	1,3	1,5	5,1	0,6	6,6	1,8	1,7	5,0
γ -Selinene	1485	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
β -Selinene	1489	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
δ -Selinene	1492	1,1	0,9	0,7	1,3	0,9	1,6	1,4	1,3	1,7	1,2	1,5	1,2
cis- β -Guaiene	1492	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -Amorphene	1495	tr	-	-	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr
4-epi-cis-	1499	tr	0,8	0,8	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Muurolene	1500	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,8	tr	tr	tr	1,3	tr

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRR ^γ	AC13L	AC14	AC15	AC16L	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24L
Cuparene	1504	-	-	-	tr	-	tr	-	-	tr	tr	tr	-
δ-Amorphene	1511	0,5	0,3	tr	0,5	0,3	0,4	0,8	0,5	0,9	tr	0,7	0,6
γ-Cadinene	1513	tr	0,3	0,7	0,8	0,7	0,6	1,1	0,4	0,9	0,5	tr	0,5
7- <i>epi</i> -α-Selinene	1520	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
δ-Cadinene	1522	0,6	1,0	1,7	1,7	1,5	1,2	2,2	0,8	2,3	1,0	1,1	1,2
<i>trans</i> -Cadina-1,4-diene	1533	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
α-Cadinene	1537	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α-Calacorene	1544	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
(<i>E</i>)-Nerolidol	1561	-	tr	tr	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	-
β-Calacorene	1564	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-
Germacrene D-4-ol	1574	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
Caryophyllene oxide	1582	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
5- <i>epi</i> -7- <i>epi</i> -α-Eudesmol	1607	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humulene epoxide II	1608	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr
Selina-6-en-4-ol	1616	6,9	6,7	6,2	9,7	6,7	12,0	12,2	10,3	18,3	10,3	8,6	10,4
1- <i>epi</i> -Cubenol	1627	-	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-
<i>epi</i> -α-Cadinol	1638	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>epi</i> -α-Muurolol	1640	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,7	tr	tr	tr
α-Muurolol	1644	-	tr	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
β-Eudesmol	1649	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr
α-Cadinol	1652	0,3	0,4	tr	tr	tr	0,6	tr	0,6	0,9	0,5	tr	0,5
Selin-11-en-4-α-ol	1658	0,7	1,0	0,8	1,3	1,0	1,8	1,7	1,3	2,5	1,5	0,8	1,5
unknown 7 (195, 220)	1756	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
Manool oxide	1987	-	-	tr	tr	-	tr	0,7	-	-	1,0	1,1	tr
Palustradiene	2014	tr	-	tr	tr	-	tr	tr	-	tr	tr	3,3	tr
Abietatriene	2055	-	-	tr	tr	-	tr	tr	-	-	tr	1,0	-
Abietadiene	2087	-	-	tr	tr	-	tr	tr	-	-	tr	1,7	-
Abienol	2149	tr	-	tr	0,4	-	tr	1,6	-	0,5	tr	0,9	1,0

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRF ^β	AC13L	AC14	AC15	AC16L	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24L
Palustral	2236	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	0,7	tr
Dehydroabietal	2274	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
Abietal	2313	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Dehydroabietol	2368	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
Μονοτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		76,9	75,7	66,6	69,5	75,2	63,1	60,1	71,3	58,5	68,7	60,5	64,2
Οξυγονωμένα Μονοτερπένια		8,9	6,0	10,3	4,7	8,8	5,5	3,9	10,5	1,9	10,1	5,4	4,2
Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		6,2	10,0	16,0	14,3	8,0	16,9	19,7	5,9	16,6	7,4	15,8	18,1
Οξυγονωμένα Σεσκιτερπένια		7,9	8,1	7,0	11,0	7,7	14,4	13,9	12,2	22,4	12,7	9,4	12,4
Διτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		tr	0,0	tr	tr	0,0	tr	tr	0,0	tr	tr	6,0	tr
Οξυγονωμένα Διτερπένια		tr	0,0	tr	0,4	0,0	tr	2,3	-	0,5	1,0	2,7	1,0
Άλλες ενώσεις		-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολο		99,9	99,8	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,8	99,9
Απόδοση (mL/100 g)		0,29	0,28	0,35	0,45	0,32	0,32	0,43	0,22	0,16	0,38	0,46	0,36

^α Σειρά παρουσίασης των συστατικών σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών από στήλη HP-5MS, υπο τις πειραματικές συνθήκες που έχουν περιγραφεί.

^β Η αρίθμηση των μη ταυτοποιημένων συστατικών είναι μοναδική στους Πίνακες 5-7, 9-11 σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών· στην παρένθεση περιλαμβάνονται η βασική κορυφή και το μοριακό ιόν.

^γ Οι σχετικοί δείκτες έκλουσης έχουν υπολογιστεί με βάση τους χρόνους έκλουσης των συστατικών, σε σύγκριση με τους χρόνους έκλουσης προτύπων κανονικών υδρογονανθράκων (C₈–C₂₅), που αναλύθηκαν υπό τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες.

tr: ίχνη (< 0.05)

–: δεν ανιχνεύθηκε

Πίνακας 7. Χημική σύσταση (%) του αιθερίου ελαίου των βελονών *A. cephalonica* από τη Δίρφη.

		Δίρφη											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC25L	AC26L	AC27	AC28L	AC29L	AC30L	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36L
<i>α</i> -Pinene	932	20,6	11,0	9,7	10,7	8,0	9,8	10,6	12,9	9,8	19,0	15,5	14,3
Camphene	946	19,3	13,4	8,7	12,7	7,9	6,3	12,1	8,8	9,3	11,1	5,5	12,9
<i>β</i> -Pinene	974	25,2	17,4	22,8	9,2	10,7	28,6	24,4	27,3	5,9	28,6	26,5	12,9
Myrcene	988	tr	1,5	2,6	1,6	1,0	1,0	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0
<i>α</i> -Phellandrene	1002	tr	1,4	0,6	1,3	0,5	tr	tr	0,3	0,7	0,5	0,6	0,7
<i>δ</i> -3-Carene	1008	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	tr	tr	-	-
<i>α</i> -Terpinene	1014	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>p</i> -Cymene	1020	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Limonene+ <i>β</i> -Phellandrene	1024/ 1025	12,4	21,8	13,3	35,1	27,5	24,0	16,8	21,0	25,5	18,0	27,6	34,1
<i>γ</i> -Terpinene	1054	-	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Terpinolene	1086	0,9	1,3	0,6	1,1	0,5	1,0	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6
Linalool	1095	-	tr	-	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	-	-
<i>endo</i> -Fenchol	1114	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	-
<i>cis-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1118	-	1,9	1,5	1,3	tr	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -Campholenal	1122	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>cis-p</i> -Mentha-2,8-dien-1-ol	1133	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
<i>trans-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1136	-	1,3	1,0	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Verbenol	1140	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
Camphor	1141	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-
Camphene hydrate	1145	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Pinocamphone	1158	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Borneol	1165	tr	-	tr	tr	0,3	tr	0,5	tr	tr	-	tr	tr
<i>cis</i> -Pinocamphone	1172	tr	-	0,6	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-
Terpinen-4-ol	1174	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-
<i>α</i> -Terpineol	1186	1,5	1,3	0,7	1,6	1,4	1,8	1,1	1,3	0,6	1,3	0,9	tr
<i>cis</i> -Piperitol	1195	-	0,6	tr	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Piperitol	1207	-	0,8	tr	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-

		Δίρφους											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC25L	AC26L	AC27	AC28L	AC29L	AC30L	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36L
<i>trans</i> -Carveol	1215	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-
<i>endo</i> -Fenchyl acetate	1218	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Carvone	1239	-	-	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-
Piperitone	1249	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linalool acetate	1254	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	0,7	tr	tr	-
Bornyl acetate	1284	2,5	2,1	0,9	1,2	12,6	7,1	8,0	3,5	1,4	0,5	tr	1,6
unknown 1 ^β (121, 194)	1345	-	0,7	-	-	0,8	-	-	tr	tr	-	-	-
α -Terpinyl acetate	1346	-	1,3	-	0,9	2,7	1,6	3,7	1,6	9,1	0,6	1,2	1,4
α -Ylangene	1373	-	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr
α -Copaene	1374	-	tr	-	tr	0,5	-	-	tr	tr	tr	tr	tr
β -Elemene	1389	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
β -Longipinene	1400	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
Longifolene	1407	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	0,4	0,9	tr	tr	tr
(<i>E</i>)-Caryophyllene	1417	0,8	2,2	3,8	1,4	1,8	1,6	3,5	2,5	7,5	1,4	4,9	2,9
β -Copaene	1430	-	tr	tr	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-
α -Guaiene	1437	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
α -Humulene	1452	tr	1,1	2,2	0,8	1,3	1,1	2,2	1,4	4,4	0,8	2,6	1,6
<i>trans</i> -cadina-1(6),4-diene	1475	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
γ -Murolene	1478	-	0,7	0,8	tr	tr	tr	tr	0,4	0,5	tr	tr	tr
Germacrene D	1484	tr	-	-	1,5	1,8	0,6	0,6	-	0,4	0,3	0,5	0,6
γ -Selinene	1485	-	-	-	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	-	-
β -Selinene	1489	-	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	-
δ -Selinene	1492	tr	1,0	1,0	0,9	1,2	0,9	0,9	1,0	1,2	0,6	0,5	0,5
γ -Amorphene	1495	-	tr	tr	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	tr
4- <i>epi-cis</i> -Dihydroagarofuran	1499	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Murolene	1500	-	tr	tr	tr	0,9	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Cuparene	1504	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
δ -Amorphene	1511	tr	0,6	tr	tr	0,6	tr	tr	0,6	0,9	0,4	tr	tr

		Δίφρυς											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^a	RRI ^γ	AC25L	AC26L	AC27	AC28L	AC29L	AC30L	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36L
γ-Cadinene	1513	-	tr	1,0	tr	0,6	tr	tr	tr	0,9	tr	0,6	tr
7- <i>epi</i> -α-Selinene	1520	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr
δ-Cadinene	1522	tr	1,5	1,8	0,9	1,4	tr	0,8	0,5	1,5	0,6	1,2	0,8
<i>trans</i> -Cadina-1,4-diene	1533	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
α-Cadinene	1537	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	-
α-Calacorene	1544	-	tr	tr	tr	tr	-	-	-	tr	tr	tr	tr
β-Calacorene	1564	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
Caryophyllene oxide	1582	-	tr	0,8	tr	tr	tr	-	tr	0,7	tr	tr	tr
Humulene epoxide II	1608	-	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
Selina-6-en-4-ol	1616	15,2	13,3	22,4	12,7	12,8	12,8	12,2	12,8	15,0	10,5	9,3	12,5
1- <i>epi</i> -Cubenol	1627	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	tr	-	tr	-
<i>epi</i> -α-Cadinol	1638	-	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr
<i>epi</i> -α-Muurolol	1640	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α-Muurolol	1644	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
β-Eudesmol	1649	-	-	tr	-	-	tr	-	tr	tr	tr	-	-
α-Cadinol	1652	tr	tr	tr	0,6	0,5	tr	tr	0,6	tr	tr	tr	tr
Selin-11-en-4-α-ol	1658	1,5	1,7	3,1	1,7	1,7	1,7	1,4	1,7	1,6	4,3	1,1	1,5
Manool oxide	1987	-	tr	-	tr	tr	-	-	-	tr	-	-	-
Palustradiene	2014	-	tr	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
Abietatriene	2055	-	-	-	tr	tr	-	-	-	tr	-	-	-
Manool	2056	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abietadiene	2087	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-
Abienol	2149	-	-	-	0,8	0,5	tr	-	-	tr	-	-	-
Palustral	2236	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-
Μονοτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		78,4	67,8	58,3	71,7	56,1	70,7	65,0	71,6	52,6	78,6	77,1	76,5
Οξυγονωμένα Μονοτερπένια		4,0	10,0	4,7	6,9	17,8	10,5	13,3	6,4	11,8	2,4	2,1	3,0
Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		0,8	7,1	10,6	5,5	10,5	4,2	8,0	6,8	18,2	4,1	10,3	6,4
Οξυγονωμένα Σεσκιτερπένια		16,7	15,0	26,3	15,0	15,0	14,5	13,6	15,1	17,3	14,8	10,4	14,0

		Δίφρυς											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC25L	AC26L	AC27	AC28L	AC29L	AC30L	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36L
Διτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		-	tr	-	tr	tr	-	-	-	tr	-	-	-
Οξυγονωμένα Διτερπένια		-	tr	-	0,8	0,5	tr	-	-	-	-	-	-
Άλλες ενώσεις		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολο		99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9
Απόδοση (mL/100 g)		0,29	0,35	0,51	0,47	0,4	0,38	0,47	0,44	0,32	0,42	0,46	0,34

^α Σειρά παρουσίασης των συστατικών σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών από στήλη HP-5MS, υπο τις πειραματικές συνθήκες που έχουν περιγραφεί.

^β Η αρίθμηση των μη ταυτοποιημένων συστατικών είναι μοναδική στους Πίνακες 5-7, 9-11 σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών· στην παρένθεση περιλαμβάνονται η βασική κορυφή και το μοριακό ιόν.

^γ Οι σχετικοί δείκτες έκλουσης έχουν υπολογιστεί με βάση τους χρόνους έκλουσης των συστατικών, σε σύγκριση με τους χρόνους έκλουσης προτύπων κανονικών υδρογονανθράκων (C₈–C₂₅), που αναλύθηκαν υπό τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες.

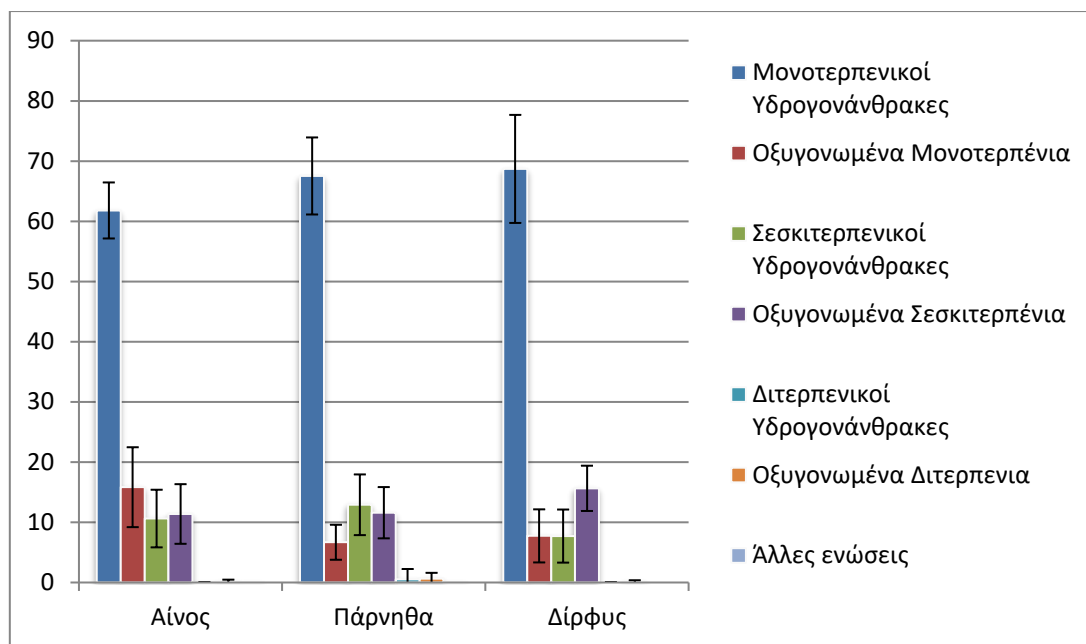
tr: ίχνη (< 0.05)

–: δεν ανιχνεύθηκε

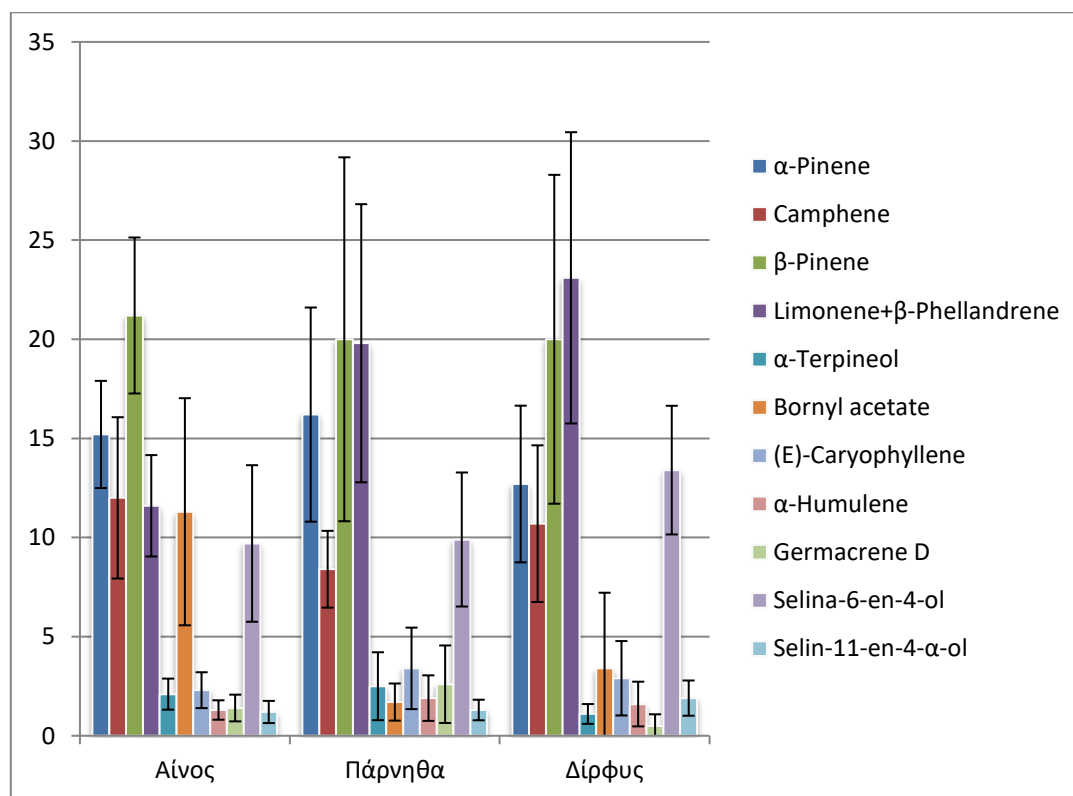
Συνολικά, οι διτερπενικοί υδρογονάνθρακες, τα οξυγονωμένα παράγωγά τους και λοιπά συστατικά ανιχνεύθηκαν σε σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά, tr-6%, tr-2,7% και tr-0,8% αντίστοιχα.

Το αιθέριο έλαιο των βελονών όλων των δειγμάτων χαρακτηρίζεται από την ομάδα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων και συγκεκριμένα από την παρουσία του λιμονενίου, το οποίο συνεκλύεται με το β-φελλανδρένιο (8,1-31%), του α-πινενίου (8,0-27,5%) του καμφενίου (4,7-19,9%) και του β-πινενίου (2,5-31,0%). Το οξικό βορνύλιο (tr-18,8%) και η α-τερπινεόλη (tr-6,4%) είναι τα κυριότερα οξυγονωμένα μονοτερπένια, ενώ τα κύρια συστατικά που ανήκουν στην ομάδα των σесκιτερπενικών υδρογονανθράκων είναι το E-καρνοφυλλένιο (0,8-7,5%), το α-χουμουλένιο (tr-4,4%) και το γερμακρένιο D (tr-6,6%). Ακολουθώς, οι σесκιτερπενικές αλκοόλες, σελινα-6-εν-4-όλη (5,5-22,4%) και σελιν-11-εν-4α-όλη (0,6-4,3%), χαρακτηρίζουν το κλάσμα των σесκιτερπενικών υδρογονανθράκων. Από την κατηγορία των διτερπενίων κυριότερα συστατικά είναι οι υδρογονάνθρακες, παλουστραδιένιο (tr-3,3%) και αβιετατριένιο (tr-1%) και τα οξυγονωμένα παράγωγα, οξείδιο της μανοόλης (tr-1,1%) και αβιενόλη (tr-1,6%).

Το β- (12,8-26,6%), και το α-πινένιο (10,6-20,1%) είναι οι βασικότεροι εκπρόσωποι των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων στα δείγματα από τον Αίνο και ακολουθούν το καμφένιο (4,7-19,9%) και λιμονένιο/β-φελλανδρένιο (8,7-18,7%) σε παραπλήσια ποσοστά. Στα αιθέρια έλαια από την Πάρνηθα οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες αποτελούνται κυρίως από το λιμονένιο/β-φελλανδρένιο (8,1-29,4%) και το β-πινένιο (2,5-31,0%) και ακολουθούν τα α-πινένιο (8,7-27,5%) και το καμφένιο (5,1-11%). Στα αιθέρια έλαια των βελονών από τη Δίρφη παρατηρείται επίσης το ίδιο με το ποσοστό του λιμονενίου/β-φελλανδρενίου (12,4-35,1%) να είναι λίγο υψηλότερο από το β-πινένιο (5,9-28,6%) και τα α-πινένιο (8,0-20,6%) και καμφένιο (5,5-19,3%) να ανιχνεύονται σε περίπου ίσα ποσοστά. Κύριο οξυγονωμένο μονοτερπένιο στον Αίνο και τη Δίρφη είναι το οξικό βορνύλιο (Αίνος: 3,1-18,8%, Δίρφης: tr-12,6%) ενώ στην Πάρνηθα είναι η α-τερπινεόλη (0,6-6,4%). Σε όλες τις περιοχές το (E)-καρνοφυλλένιο (Αίνος: 0,8-4,1%, Πάρνηθα: 1,2-7%, Δίρφης: 0,8-7,5%) είναι το βασικό συστατικό των σесκιτερπενικών υδρογονανθράκων και η σελινα-6-εν-4-όλη (Αίνος 5,5-17%, Πάρνηθα 6,2-18,3%, Δίρφης 9,3-22,4%) κυριαρχεί μεταξύ των οξυγονωμένων παραγώγων τους.



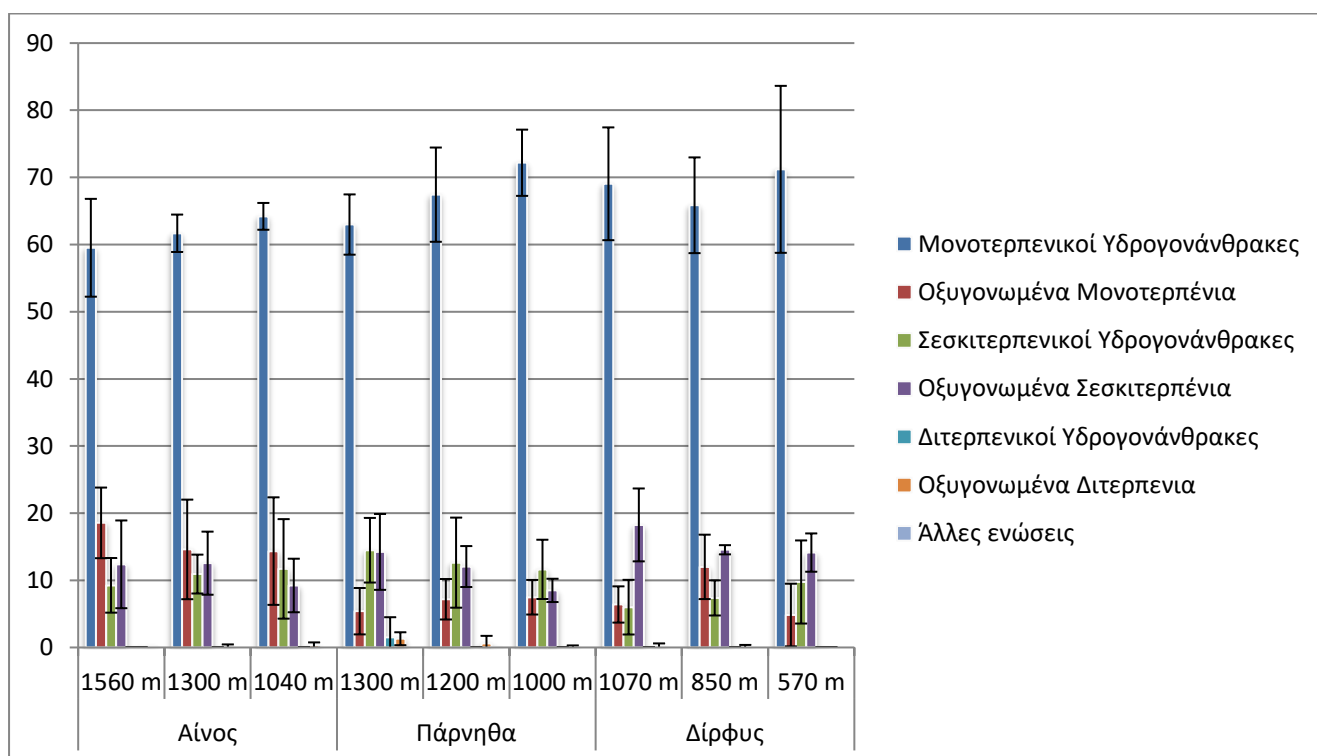
Σχήμα 2. Μέση τιμή ($\pm$ SD) ποσοστών των χημικών ομάδων των αιθερίων ελαίων των βελονών ανά περιοχή συλλογής.



Σχήμα 3. Μέση τιμή ($\pm$ SD) ποσοστών των κύριων συστατικών των αιθερίων ελαίων των βελονών ανά περιοχή συλλογής.

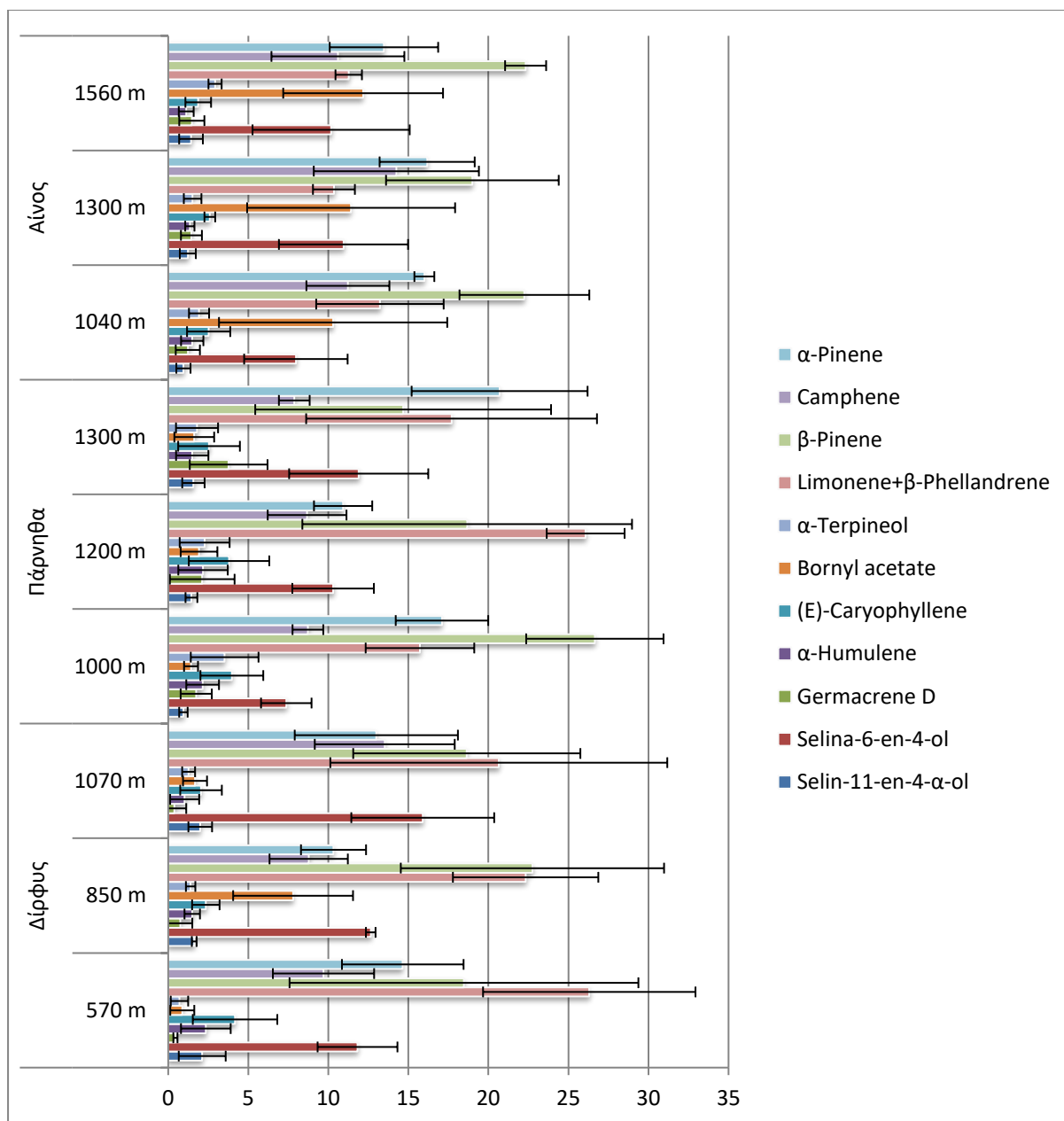
Παρατηρείται ότι τα α -πινένιο, β -πινένιο, (*E*)-καρυοφυλλένιο και α -χουμουλένιο έχουν παραπλήσιο ποσοστό στα δείγματα όλων των περιοχών. Σημαντικότερες ποσοτικές διαφορές παρατηρούνται στους μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες λιμονένιο/ β -

φελλανδρένιο, στο οξικό βορνύλιο και στη σελινα-6-εν-4-όλη. Συγκεκριμένα, το αιθέριο έλαιο των βελονών από την Εύβοια χαρακτηρίζεται από υψηλότερα ποσοστά σε λιμονένιο/ β -φελλανδρένιο (12,4-35,1%). Σημαντικά ποσοστά σε αυτούς τους μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες παρατηρούνται και στο αιθέριο έλαιο των βελονών από την Πάρνηθα (8,1-29,4%), ενώ ακολουθούν τα αιθέρια έλαια των βελονών από τον Αίνο (8,7-18,7%). Τα υψηλά επίπεδα σε λιμονένιο/ β -φελλανδρένιο που παρατηρούνται στην Εύβοια, συνοδεύονται από χαμηλότερα ποσοστά σε α -πινένιο (8,0-20,6%), συγκριτικά με τα δείγματα που συλλεχθήκαν στην Κεφαλονιά (10,6-20,1%) και την Πάρνηθα (8,7-27,5%). Επίσης, οι βελόνες που συλλέχθηκαν από τον Αίνο περιέχουν οξικό βορνύλιο σε υψηλότερα ποσοστά (3,1-18,8%) συγκριτικά με τα αιθέρια έλαια των βελονών που συλλέχθηκαν από τις άλλες δύο περιοχές (Δίρφη: α -12,6%, Πάρνηθα: α -3,0%). Το οξυγονωμένο σεσκιτερπένιο σελινα-6-εν-4-όλη εμφανίζεται σε σχετικά υψηλότερα ποσοστά στο αιθέριο έλαιο των βελονών από τη Δίρφη (9,3-15,0%) και ακολουθούν τα αιθέρια έλαια των βελονών από την Πάρνηθα (6,2-18,3%) και τον Αίνο (5,7-17,0%) που περιέχουν το συγκεκριμένο σεσκιτερπένιο σε σχεδόν ίδια επίπεδα (Σχήμα 3.).



Σχήμα 4. Μέση τιμή ($\pm$ SD) του ποσοστού των χημικών ομάδων του αιθερίου ελαίου των βελονών ανά περιοχή συλλογής και υψόμετρο.

Το ποσοστό της κύριας χημικής κατηγορίας όλων των δειγμάτων, των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων, δεν εμφανίζει σημαντική διακύμανση σε συνάρτηση με το υψόμετρο. Επίσης, δεν παρατηρείται συνολικά κάποια επαναλαμβανόμενη τάση στη μεταβολή του ποσοστού των υπολοίπων χημικών κατηγοριών με τη μεταβολή του υψομέτρου. Ωστόσο, τα επίπεδα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων στο αιθέριο έλαιο των βελονών που συλλέχθηκαν στον Αίνο φαίνεται να είναι χαμηλότερα όσο μειώνεται το υψόμετρο (Σχήμα 4.). Τα επίπεδα των σεσκιτερπενίων δεν φαίνεται να μεταβάλλονται σημαντικά στα δείγματα από τον Αίνο. Όμοια τάση παρατηρείται και στην περίπτωση των βελονών από την Πάρνηθα, με το ποσοστό των μονοτερπενίων να αυξάνεται όσο μειώνεται το υψόμετρο, παράλληλα με μία ανάλογη μείωση των ποσοστών των σεσκιτερπενίων, τόσο των οξυγονωμένων, όσο και των μη οξυγονωμένων παραγώγων. Στο αιθέριο έλαιο των βελονών από την Εύβοια ωστόσο, παρατηρείται μείωση των επιπέδων των οξυγονωμένων σεσκιτερπενίων με ταυτόχρονη αύξηση των μη οξυγονωμένων αναλόγων τους με τα ποσοστά των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων να παραμένουν σχεδόν σταθερά με τη μεταβολή του υψομέτρου. Τα διτερπένια παραμένουν σε αρκετά χαμηλό ποσοστό σε όλα τα υψόμετρα.



Σχήμα 5. Μέση τιμή ($\pm$ SD) του ποσοστού των κύριων συστατικών του αιθερίου ελαίου των βελονών ανά περιοχή συλλογής και υψόμετρο.

Το ποσοστό του β -πινενίου όπως και αυτό του (*E*)-καρυοφυλλενίου και α -χουμουλενίου φαίνεται να μη μεταβάλλονται σημαντικά σε συνάρτηση με το υψόμετρο. Μεγάλη διαφορά εμφανίζεται ωστόσο στο ζεύγος λιμονενίου/ β -φελλανδρενίου, αλλά και στο οξικό βορνύλιο συγκεκριμένα στην περίπτωση των βελονών που συλλέχθηκαν από την Εύβοια. Ωστόσο, μία μικρή αλλά σταθερή αύξηση σε ποσοστό φαίνεται να εμφανίζει ο σεσκιτερπενικός υδρογονάνθρακας (*E*)-καρυοφυλλένιο όσο μειώνεται το υψόμετρο. Αντίθετα, το ποσοστό του οξυγονωμένου σεσκιτερπενίου σελίνα-6-εν-4-όλη φαίνεται να μειώνεται με τη μείωση του υψομέτρου (Σχήμα 5.).

Όπως και στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, έτσι και σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τα μονοτερπένια ήταν η πρώτη σε αφθονία χημική ομάδα στο αιθέριο έλαιο βελόνων *A. cephalonica* από την Πάρνηθα, με ποσοστό 74% (Roussis et al., 2000). Οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες κυριαρχούν στο αιθέριο έλαιο των βελονών και άλλων ειδών *Abies*, όπως *A. concolor* (Wagner et al., 1989), *A. pindrow* (Padalia et al., 2014), *A. balsamea* (Regimbal και Collin, 1994), *A. numidica* (Ramdani et al., 2014) και *A. spectabilis* (Satyal και Setzer, 2017).

Τα υψηλά ποσοστά β -πινενίου, α -πινενίου, λιμονενίου/ β -φελλανδρενίου και καμφενίου στο αιθέριο έλαιο των βελόνων ήταν αναμενόμενα και είναι κοινά σε πολλά είδη του γένους *Abies*. Το αιθέριο έλαιο βελόνων της *A. concolor* χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά α -πινενίου και β -πινενίου αλλά και σημαντικά επίπεδα καμφενίου και λιμονενίου (Wagner et al., 1989) ενώ σε αυτό της *A. balsamea* κύριο χημικό συστατικό είναι το β -πινένιο (38,8%) ενώ εντοπίζονται σε σημαντικά ποσοστά α -πινένιο (9,4%), καμφένιο (5,9%) και λιμονένιο (4,6%) (Regimbal & Collin, 1994). Για το αιθέριο βελόνων της *A. pindrow* αναφέρονται υψηλά επίπεδα λιμονενίου (21%), καμφενίου (19%) και α -πινενίου ενώ ανιχνεύεται και β -πινένιο σε σημαντικό ποσοστό (6,5%) (Padalia et al., 2014). Η α -τερπινεόλη, το α -χουμουλένιο και το γερμακρένιο D έχουν ανιχνευθεί σε αιθέριο έλαιο βελόνων της *A. cephalonica* (Roussis et al., 2000) αλλά δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια αναφορά για τη παρουσία του οξικού βορνυλίου, της σελινα-6-εν-4-όλης και της σελιν-11-εν-4-α-όλης στο συγκεκριμένο είδος. Το οξικό βορνύλιο ανιχνεύεται σε σημαντικό ποσοστό στο αιθέριο έλαιο της *A. alba* (Chalchat et al., 2001) (Yang et al., 2009) και της *A. sachalinensis* (Satou et al., 2009). Επίσης, αποτελεί το κυρίαρχο συστατικό στο αιθέριο έλαιο βελόνων της *A. koreana* (Baran et al., 2007) και ανιχνεύεται σε χαμηλά ποσοστά στο αιθέριο έλαιο βελόνων της *A. nordmanniana*, *A. bornmülleriana*, *A. equitrojani* και *A. cilicica* (Uçar et al., 2010). Η σελιν-11-εν-4-α-όλη ανιχνεύεται σε σημαντικό ποσοστό στο αιθέριο έλαιο βελόνων της *A. pindrow* (Padalia et al., 2014) και της *A. bornmülleriana* ενώ εντοπίζεται και σε ελάχιστα ποσοστά στις *A. nordmanniana*, *A. equitrojani* και *A. cilicica* (Uçar et al., 2010). Επίσης, η σελινα-6-εν-4-όλη έχει ανιχνευθεί σε ελάχιστο ποσοστό σε αιθέριο έλαιο βελονών της *A. spectabilis* (Satyal και Setzer, 2017) αλλά και σε αιθέριο έλαιο σπερμάτων και κώνων *A. alba* και *A. koreana* (Wajs-Bonikowska et al., 2015).

Πίνακας 8. Σύγκριση ποσοστού % των βασικών χημικών συστατικών αιθερίου ελαίου βελονών από την Πάρνηθα με αυτά της βιβλιογραφίας

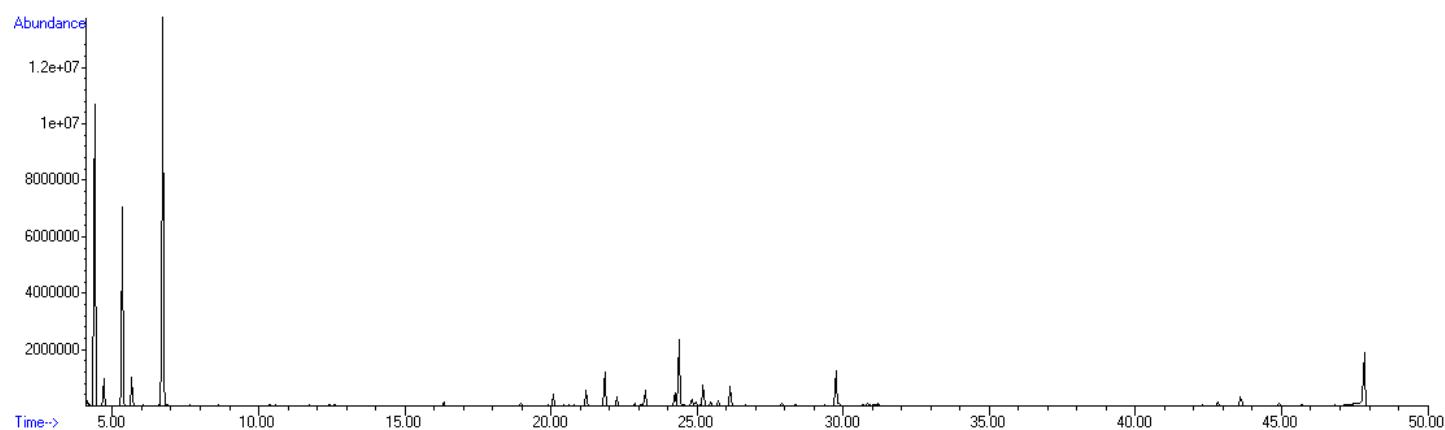
Συστατικά	πειραματικά αποτελέσματα	Roussis et al. (2000)
<i>α</i> -Pinene	16,2	16,0
Camphene	8,4	9,3
<i>β</i> -Pinene	20,0	21,3
Myrcene	1,6	1,7
Limonene	19,8*	14,2
Terpinolene	0,7	1,0
<i>α</i> -Terpineol	2,5	1,7
<i>α</i> -Terpinyl acetate	1,6	0,9
<i>β</i> -Caryophyllene	-	3,0
(<i>E</i>)-Caryophyllene	3,4	-
<i>α</i> -Humulene	1,9	1,8
Germacrene D	2,6	1,3
<i>γ</i> -Cadinene	0,5	0,6
<i>δ</i> -Cadinene	1,4	1,0
Globulol	-	7,2
Selina-6-en-4-ol	9,9	-

Τα αποτελέσματα αντιπροσωπεύουν το μέσο όρο 36 δειγμάτων

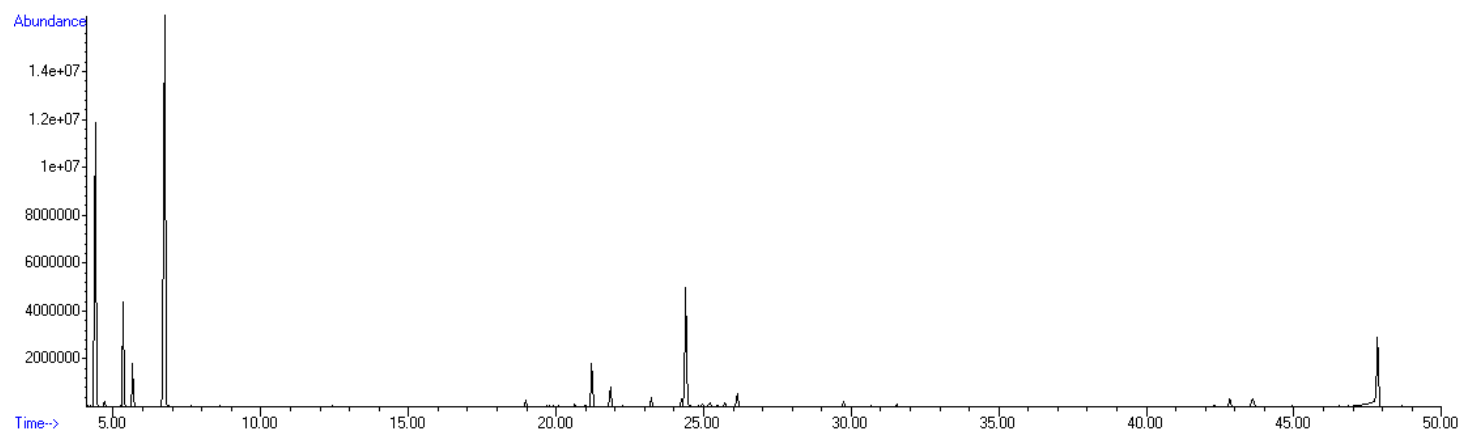
*Ένα μέρος του ποσοστού οφείλεται και στο *β*-φελλανδρένιο

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, όπου γίνεται σύγκριση των βασικών χημικών συστατικών του αιθερίου ελαίου από βελόνες *A. cephalonica* από την Πάρνηθα, παρατηρείται ότι τα βασικά χημικά συστατικά του αιθερίου ελαίου βελόνων είναι κοινά με αυτά που έχουν παρατηρηθεί παλαιότερα στη συγκεκριμένη περιοχή (Roussis et al., 2000) και παρουσιάζουν παρόμοια ποσοστά. Στη σύγκριση που γίνεται παραπάνω παρατηρείται μια μικρή διαφορά στο ποσοστό του λιμονενίου επειδή στα αποτελέσματά μας συνεκλύεται με το *β*-φελλανδρένιο, που καταλαμβάνει σημαντικό ποσοστό, και είναι δύσκολος ο ακριβής προσδιορισμός της ποσότητας κάθε χημικού συστατικού οπότε το ποσοστό τους υπολογίστηκε ως μίγμα. Το χημικό προφίλ που αναφέρεται ότι χαρακτηρίζει το αιθέριο έλαιο των βελονών της *A. cephalonica* (*β*-πινένιο>*α*-πινένιο>λιμονένιο) (Roussis et al. 2000) είναι ίδιο και στα δικά μας αποτελέσματα. Η μόνη διαφορά που παρατηρείται είναι η απουσία γκλομπουλόλης στα αποτελέσματά μας, η οποία βρίσκεται σε ποσοστό 7,2% στο αιθέριο έλαιο βελόνων που αναφέρεται στη βιβλιογραφία για την *A. cephalonica* ενώ η σελινα-6-εν-4-ολη που καταλαμβάνει 9,9%±3,4 στα δείγματα από την Πάρνηθα (Αίνος 9,7%±3,9, Δίρφυς 13,5%±3,2) δεν αναφέρεται στη βιβλιογραφία για το συγκεκριμένο είδος.

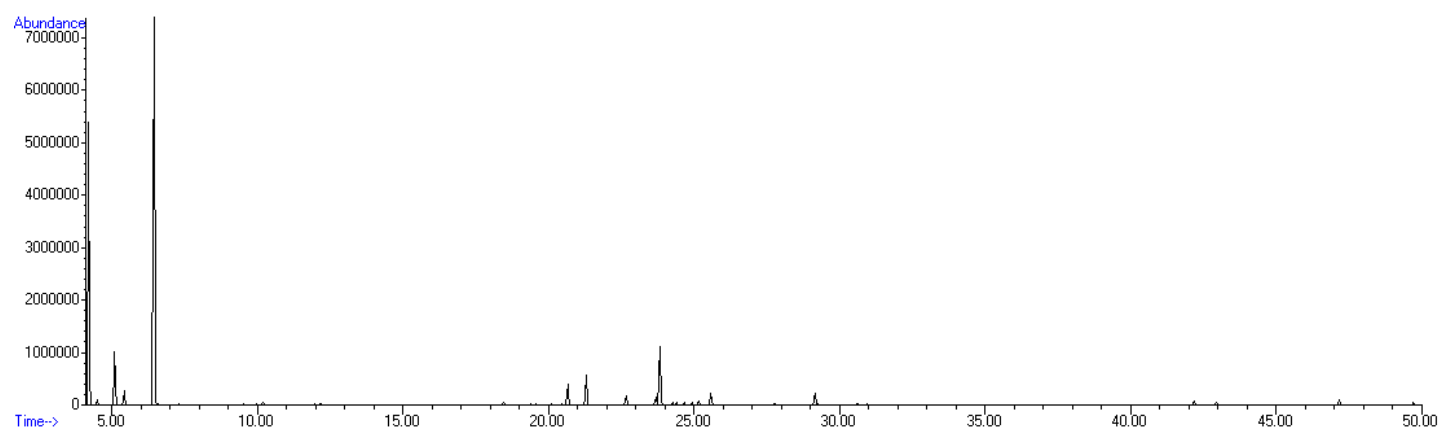
3.3. Χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων από τα κλαδιά της *A. cephalonica*



Εικόνα 14. Χρωματογράφημα αερίου χρωματογραφίας αιθερίου ελαίου κλαδιών από τον Αίνο (1300 m)



Εικόνα 15. Χρωματογράφημα αερίου χρωματογραφίας αιθερίου ελαίου κλαδιών από την Πάρνηθα (1000 m)



Εικόνα 16. Χρωματογράφημα αερίου χρωματογραφίας αιθερίου ελαίου κλαδιών από τη Δίρφη (1300 m)

Όπως στην περίπτωση των βελονών, έτσι και στο αιθέριο έλαιο των κλαδιών, κυρίαρχη χημική ομάδα που χαρακτηρίζει όλα τα δείγματα είναι οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες (Αίνος: 55,7-75,5%, Δίρφος: 51,9-82,3%, Πάρνηθα: 44,9-73,0%). Οι σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες ακολουθούν σε σειρά αφθονίας, με τα αιθέρια έλαια των κλαδιών από την Πάρνηθα (13,7-34,2%) και τον Αίνο (9,5-29,0%), να είναι πιο πλούσια συγκριτικά με τα δείγματα από τη Δίρφη (4,1-18,4%). Τα οξυγονωμένα διτερπένια φαίνεται να καταλαμβάνουν ακολούθως σημαντικά ποσοστά, ιδιαίτερα στα αιθέρια έλαια από την Πάρνηθα (1,4-29,3%) και τη Δίρφη (1,2-37,6%). Οξυγονωμένα διτερπένια ανιχνεύθηκαν και στα αιθέρια έλαια από τον Αίνο, ωστόσο σε χαμηλότερα ποσοστά (tr-8.5%). Επίσης, χαμηλότερα ποσοστά καταλαμβάνουν τα οξυγονωμένα σεσκιτερπένια (Δίρφος: 1,4-8,2%, Αίνος: 1,2-8,1%, Πάρνηθα: 0,5-6,4%) και ακολουθούν οι διτερπενικοί υδρογονάνθρακες (Πάρνηθα: 0,6-8,7%, Δίρφος: tr-3,2%, Αίνος: tr-2,1%), και τα οξυγονωμένα μονοτερπένια (Αίνος: tr-1,8%, Δίρφος: tr-1,3%, Πάρνηθα: tr-0,3%).

Πίνακας 9. Χημική σύσταση (%) του αιθερίου ελαίου των κλαδιών *A. cephalonica* από τον Αίνο.

		Αίνος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC01	AC02	AC03	AC04	AC05	AC06	AC07	AC08	AC09	AC10	AC11	AC12
<i>α</i> -Thujene	924	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>α</i> -Pinene	932	23,8	19,6	15,6	17,8	23,0	22,7	34,0	21,6	28,6	34,0	22,3	20,8
Camphene	946	1,6	0,3	tr	0,9	0,6	1,9	0,5	1,8	0,8	0,5	1,0	1,8
<i>β</i> -Pinene	974	11,1	9,1	10,6	12,8	8,2	8,6	18,9	13,5	8,5	20,3	7,0	17,0
Myrcene	988	1,3	1,0	1,9	2,2	3,1	1,0	2,2	1,8	1,2	1,3	1,3	1,3
<i>α</i> -Phellandrene	1002	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr
<i>p</i> -Mentha-1(7),8-diene	1003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>δ</i> -3-Carene	1008	0,3	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr
<i>α</i> -Terpinene	1014	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr
<i>p</i> -Cymene	1020	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
1- <i>p</i> -Menthene	1021	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
Limonene+ <i>β</i> -Phellandrene	1024/ 1025	26,7	25,7	47,4	30,0	26,8	28,7	12,2	31,3	30,4	15,5	35,9	24,6
<i>γ</i> -Terpinene	1054	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr
Terpinolene	1086	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr
Linalool	1095	tr	-	-	tr	tr	-	tr	-	tr	tr	tr	tr
endo-Fenchol	1114	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr
<i>cis-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
<i>trans-p</i> -Mentha-2,8-dien-1-ol	1119	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-
<i>α</i> -Campholenal	1122	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>cis-p</i> -Mentha-2,8-dien-1-ol	1133	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>trans</i> -Pinocarveol	1135	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,4	tr	tr	0,3	0,3	tr
<i>cis</i> -Verbenol	1137	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-
<i>trans</i> -Verbenol	1140	tr	-	-	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	tr
Camphor	1141	-	-	-	-	tr	tr	-	tr	-	-	-	-
<i>trans</i> -Pinocamphone	1158	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
Pinocarvone	1160	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Borneol	1165	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr

		Αίθος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC01	AC02	AC03	AC04	AC05	AC06	AC07	AC08	AC09	AC10	AC11	AC12
<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	1166	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	-	tr
<i>cis</i> -Pinocamphone	1172	tr	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Terpinen-4-ol	1173	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Cryptone	1183	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	tr	-
α -Terpineol	1186	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,4	0,4	0,4
Myrtenol	1194	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Verbenone	1204	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Carveol	1215	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	tr
<i>cis</i> -Carveol	1226	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Carvone	1239	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	0,4	-
Linalool acetate	1254	-	-	-	tr	-	-	-	tr	tr	-	-	-
Bornyl acetate	1284	0,9	tr	tr	tr	tr	0,4	tr	tr	tr	0,4	tr	1,4
α -Cubebene	1348	-	-	-	tr	-	-	0,7	-	-	-	-	-
α -Longipinene	1350	0,5	0,6	tr	tr	0,4	0,6	-	tr	0,4	0,7	1,2	tr
Cyclosativene	1369	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Longicyclene	1371	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Ylangene	1373	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,4	tr
α -Copaene	1374	0,8	0,6	tr	tr	0,7	0,8	0,7	1,0	tr	tr	2,4	0,7
β -Bourbonene	1387	-	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
β -Elemene	1389	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr
Sativene	1390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
β -Longipinene	1400	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Longifolene	1407	2,1	2,9	2,6	1,1	1,6	3,0	2,0	1,4	2,4	3,5	5,8	1,9
(<i>E</i>)-Caryophyllene	1417	1,2	1,3	0,5	5,7	0,7	2,2	4,2	2,8	3,9	0,8	2,1	1,9
β -Copaene	1430	0,7	0,4	tr	tr	0,6	0,7	0,5	0,8	tr	tr	1,6	0,6
β -Gurjunene	1431	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
α -Guaiene	1437	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
6,9-Guaiadiene	1442	-	-	-	-	0,3	tr	-	tr	tr	-	-	0,4

		Αίθος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC01	AC02	AC03	AC04	AC05	AC06	AC07	AC08	AC09	AC10	AC11	AC12
<i>α-neo</i> -Cloveene	1452	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
<i>α</i> -Humulene	1452	0,8	0,7	tr	2,9	tr	1,1	2,0	1,5	2,0	tr	1,0	1,0
(<i>E</i>)- <i>β</i> -Farnesene	1454	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Cadina-1(6),4-diene	1475	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
<i>γ</i> -Muuroleone	1478	1,8	1,9	0,5	1,4	1,7	1,7	3,1	1,0	0,8	1,2	2,6	1,4
Germacrene D	1484	12,4	10,8	3,6	10,1	12,4	13,0	4,9	5,7	5,0	7,7	2,4	8,6
<i>γ</i> -Selinene	1485	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>β</i> -Selinene	1489	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>δ</i> -Selinene	1492	0,8	0,8	0,6	0,5	0,8	tr	-	0,5	0,5	0,8	tr	1,4
<i>cis</i> - <i>β</i> -Guaiene	1492	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
<i>γ</i> -Amorphene	1495	0,6	0,7	tr	0,5	0,6	0,5	0,9	tr	tr	0,5	0,6	0,6
4- <i>epi</i> - <i>cis</i> -Dihydroagarofuran	1499	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	tr	0,8	tr
<i>α</i> -Muuroleone	1500	1,4	1,1	0,5	0,5	1,4	1,7	1,1	1,8	tr	0,4	4,0	1,4
Cuparene	1504	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-
<i>β</i> -Bisabolene	1505	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-
<i>δ</i> -Amorphene	1511	0,5	0,6	tr	0,3	0,3	tr	-	tr	0,3	0,4	-	0,5
<i>γ</i> -Cadinene	1513	1,1	1,3	tr	0,8	1,4	1,0	1,7	0,5	0,5	0,7	1,2	0,7
7- <i>epi</i> - <i>α</i> -Selinene	1520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
<i>δ</i> -Cadinene	1522	2,8	3,1	1,2	2,1	3,2	2,7	2,7	1,7	1,2	1,7	2,0	1,9
<i>trans</i> -Cadina-1,4-diene	1533	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr
<i>α</i> -Cadinene	1537	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>α</i> -Calacorene	1544	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-	tr	tr	tr
Elemol	1548	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
<i>β</i> -Calacorene	1564	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Germacrene D-4-ol	1574	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Caryophyllene oxide	1582	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	0,6	-
<i>β</i> -Copaen-4- <i>α</i> -ol	1590	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Humulene epoxide II	1608	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-

		Αίθος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC01	AC02	AC03	AC04	AC05	AC06	AC07	AC08	AC09	AC10	AC11	AC12
Selina-6-en-4-ol	1616	4,6	7,2	5,3	3,4	2,6	1,2	2,3	2,7	3,9	3,3	1,3	5,2
1- <i>epi</i> -Cubenol	1627	tr	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	-
<i>epi</i> - α -Cadinol	1638	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	-	-	tr
unknown 3 ^β (91, 220)	1639	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -Muurolol	1640	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Muurolol (=Torreyol)	1644	tr	tr	-	-	tr	tr	-	tr	-	-	tr	tr
β -Eudesmol	1649	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr
α -Cadinol	1652	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Selin-11-en-4- α -ol	1658	0,6	0,9	0,7	0,4	tr	-	0,9	tr	0,5	tr	tr	tr
unknown 4 (71, 224)	1668	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
unknown 6 (151, 236)	1715	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-
unknown 7 (71, 224)	1765	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-
Manool oxide	1987	0,4	2,2	1,8	0,8	1,2	1,1	tr	0,4	0,6	2,2	tr	1,1
18-Norabieta-8,11,13-triene	2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-
Palustradiene	2014	tr	1,8	1,6	1,4	1,0	1,1	tr	1,1	tr	1,1	-	1,1
Abietatriene	2055	tr	tr	0,5	0,4	tr	tr	0,7	tr	tr	tr	0,4	tr
Abietadiene	2087	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Abienol	2149	0,8	3,6	4,0	3,1	6,6	3,3	1,4	5,9	7,6	1,8	tr	2,2
Palustral	2236	0,3	1,6	1,0	0,8	0,5	0,8	-	1,1	0,3	0,4	-	tr
dehydro-Abietal	2274	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Abietal	2313	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dehydro-Abietol	2368	-	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-	-	tr	tr
Μονοτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		64,8	55,7	75,5	63,7	61,7	62,9	67,8	70,0	69,5	71,6	67,5	65,5
Οξυγονωμένα Μονοτερπένια		0,9	tr	tr	tr	tr	0,4	0,4	tr	tr	1,1	1,1	1,8
Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		27,5	26,8	9,5	25,9	26,1	29,0	24,5	18,7	17,0	18,4	27,3	23,0
Οξυγονωμένα Σεσκιτερπένια		5,2	8,1	6,0	3,8	2,6	1,2	5,1	2,7	4,9	3,3	2,7	5,2
Διτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		tr	1,8	2,1	1,8	1,0	1,1	0,7	1,1	tr	1,1	1,3	1,1
Οξυγονωμένα Διτερπένια		1,5	7,4	6,8	4,7	8,3	5,2	1,4	7,4	8,5	4,4	tr	3,3

		Αίριος											
		1560 m				1300 m				1040 m			
Συστατικά ^α	RRI ^γ	AC01	AC02	AC03	AC04	AC05	AC06	AC07	AC08	AC09	AC10	AC11	AC12
Άλλες ενώσεις		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο		99,9	99,8	99,9	99,9	99,7	99,8	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9
Απόδοση (mL/100 g)		0,63	0,53	0,53	0,41	0,65	0,59	0,59	0,45	0,64	0,55	0,69	0,66

^α. Σειρά παρουσίασης των συστατικών σύμφωνα με τη σειρά έκλυσης αυτών από στήλη HP-5MS, υπό τις πειραματικές συνθήκες που έχουν περιγραφεί.

^β Η αρίθμηση των μη ταυτοποιημένων συστατικών είναι μοναδική στους Πίνακες 5-7, 9-11 σύμφωνα με τη σειρά έκλυσης αυτών· στην παρένθεση περιλαμβάνονται η βασική κορυφή και το μοριακό ιόν.

^γ Οι σχετικοί δείκτες έκλυσης έχουν υπολογιστεί με βάση τους χρόνους έκλυσης των συστατικών, σε σύγκριση με τους χρόνους έκλυσης προτύπων κανονικών υδρογονανθράκων (C₈–C₂₅), που αναλύθηκαν υπό τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες.

tr: ίχνη (< 0.05)

–: δεν ανιχνεύθηκε

Πίνακας 10. Χημική σύσταση (%) του αιθερίου ελαίου των κλαδιών *A. cephalonica* από την Πάρνηθα

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^a	RRI ^b	AC13	AC14	AC15	AC16	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24
α -Thujene	924	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr
α -Pinene	932	21,0	14,2	16,0	19,9	11,3	6,8	8,6	8,7	7,7	28,9	37,8	34,4
Camphene	946	0,4	tr	0,5	0,4	tr	0,2	tr	tr	tr	0,8	0,7	0,7
Thuja-2,4(10)-diene	953	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
Sabinene	969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
β -Pinene	974	7,3	18,7	4,1	4,9	16,2	2,9	1,6	4,4	1,1	5,8	10,4	14,2
Myrcene	988	2,8	1,8	7,2	5,6	1,4	4,3	2,8	1,6	1,2	1,2	1,0	1,0
α -Phellandrene	1002	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
δ -3-Carene	1008	-	-	-	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr
α -Terpinene	1014	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr
<i>p</i> -Cymene	1020	tr	-	tr	tr	-	tr	-	-	tr	tr	-	tr
1- <i>p</i> -Menthene	1021	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	-
<i>o</i> -Cymene	1022	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	-
Limonene+ β -Phellandrene	1024/ 1025	35,7	36,5	26,0	20,1	43,7	48,8	31,9	57,0	42,5	36,3	16,5	3,2
(<i>E</i>)- β -Ocimene	1044	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
γ -Terpinene	1054	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr
Terpinolene	1086	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Linalool	1095	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-
<i>n</i> -Undecane	1100	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>endo</i> -Fenchol	1114	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
<i>cis-p</i> -Menth-2-en-1-ol	1118	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Campholenal	1122	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Pinocarveol	1135	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
<i>cis</i> -Verbenol	1137	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Verbenol	1140	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Pinocamphone	1158	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	-
Pinocarvone	1160	-	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	-	tr	tr	tr

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRI'	AC13	AC14	AC15	AC16	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24
Borneol	1165	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	1166	-	tr	tr	-	-	-	tr	-	-	tr	tr	-
<i>cis</i> -Pinocamphone	1172	-	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	tr	tr	tr
Terpinen-4-ol	1173	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	tr	tr
Cryptone	1183	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Terpineol	1186	tr	0,3	tr	tr	-	tr	-	tr	tr	0,3	tr	tr
Myrtenol	1194	-	tr	tr	tr	-	tr	-	tr	-	tr	tr	tr
Verbenone	1204	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Carveol	1215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
Carvone	1239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
Piperitone	1249	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bornyl acetate	1284	-	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr
α -Longipinene	1350	0,6	0,4	tr	0,6	0,4	0,4	tr	tr	0,4	0,5	1,5	0,5
Cyclosativene	1369	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
Longicyclene	1371	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
α -Ylangene	1373	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Copaene	1374	tr	0,5	tr	0,4	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,9	tr
β -Bourbonene	1387	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-	-	tr	tr	tr
β -Elemene	1389	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
β -Longipinene	1400	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Longifolene	1407	3,7	2,2	1,4	1,4	1,8	2,7	1,5	1,8	2,3	2,5	8,4	2,6
(<i>E</i>)-Caryophyllene	1417	1,7	3,5	5,0	3,4	2,3	4,5	3,3	1,6	1,2	1,1	1,4	3,3
β -Copaene	1430	tr	0,4	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,5	tr
α -Guaiene	1437	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr
6,9-Guaiadiene	1442	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
α -Himachalene	1449	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Humulene	1452	0,8	1,7	2,5	1,6	1,2	2,4	1,7	0,7	0,7	0,5	0,8	1,6
(<i>E</i>)- β -Farnesene	1454	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRI'	AC13	AC14	AC15	AC16	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24
<i>trans</i> -Cadina-1(6),4-diene	1475	-	-	tr	tr	-	tr	-	-	tr	tr	-	tr
γ -Muurolene	1478	0,6	1,5	2,0	3,6	1,0	0,8	0,8	0,6	0,9	1,1	0,6	1,6
Germacrene D	1484	10,8	5,0	12,2	14,1	9,1	8,2	7,7	7,6	13,8	6,0	1,4	13,3
γ -Selinene	1485	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-
β -Selinene	1489	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
δ -Selinene	1492	tr	tr	tr	-	0,4	0,5	tr	tr	0,6	0,7	0,6	0,5
<i>cis</i> - β -Guaiene	1492	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
γ -Amorphene	1495	tr	tr	0,6	1,0	0,4	tr	tr	tr	tr	0,4	tr	0,5
4- <i>epi-cis</i> -	1499	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr
α -Muurolene	1500	0,3	1,0	0,6	0,9	0,3	0,3	0,7	tr	0,4	tr	1,4	0,4
Cuparene	1504	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	-
δ -Amorphene	1511	tr	tr	0,4	0,6	0,3	0,3	tr	tr	0,4	0,5	tr	tr
γ -Cadinene	1513	0,4	tr	1,2	1,9	0,7	0,6	tr	0,4	0,7	0,7	tr	1,0
7- <i>epi</i> - α -Selinene	1520	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	tr	-
δ -Cadinene	1522	1,1	0,8	3,1	4,7	1,8	1,5	1,3	1,0	1,8	1,7	0,8	2,2
<i>trans</i> -Cadina-1,4-diene	1533	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Cadinene	1537	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
α -Calacorene	1544	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr	tr
Longicamphenylone	1562	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -Calacorene	1564	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
Germacrane D-4-ol	1574	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr
Caryophyllene oxide	1582	tr	tr	0,4	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr
Humulene epoxide II	1608	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr	tr
Selina-6-en-4-ol	1616	0,5	0,8	1,0	2,2	2,9	3,7	5,0	0,5	7,2	3,4	3,3	4,2
τ -Cadinol	1618	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	0,3
1- <i>epi</i> -Cubenol	1627	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> - α -Cadinol	1638	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	-	tr
<i>epi</i> - α -Muurolol	1640	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr

		Πάρνηθα											
		1000 m				1200 m				1300 m			
Συστατικά ^α	RRI'	AC13	AC14	AC15	AC16	AC17	AC18	AC19	AC20	AC21	AC22	AC23	AC24
α -Muurolol (=Torreyol)	1644	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	tr	-
β -Eudesmol	1649	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
α -Cadinol	1652	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Selin-11-en-4- α -ol	1658	tr	tr	tr	tr	0,4	0,5	0,8	tr	0,9	0,3	tr	0,6
unknown 4 ^β (71, 224)	1668	-	0,3	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
Manool oxide	1987	0,8	1,2	1,1	1,5	tr	tr	3,1	2,5	0,4	2,2	1,4	0,8
Palustradiene	2014	1,1	1,5	0,9	1,7	1,7	1,3	1,7	2,3	0,9	1,6	4,3	0,6
Abietatriene	2055	tr	tr	tr	0,6	0,3	tr	0,6	0,7	tr	tr	1,7	tr
Abietadiene	2087	tr	tr	tr	tr	0,9	0,6	tr	0,4	tr	tr	2,7	tr
unknown 8 (191, 281)	2100	-	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-
(11E,13Z)-Labdadien-8-ol	2111	-	-	0,3	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
Abienol	2149	9,4	5,7	12,1	8,1	-	7,4	21,6	5,8	12,7	2,0	1,1	11,9
unknown 9 (134, 341)	2172	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-
Palustral	2236	0,9	1,3	1,2	0,7	1,4	1,2	2,3	1,2	1,5	1,4	0,6	0,5
Dehydroabietal	2274	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr
4- <i>epi</i> -Abietal	2298	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
<i>n</i> -Tricosane	2300	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-
Abietal	2313	-	tr	-	-	tr	tr	-	-	-	tr	tr	-
Dehydroabietol	2368	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr
Μονοτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		67,2	71,2	53,8	50,9	72,6	63,0	44,9	71,7	52,5	73,0	66,4	53,5
Οξυγονωμένα Μονοτερπένια		tr	0,3	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,3	tr	tr
Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		20,0	17,0	29,0	34,2	19,7	22,2	17,0	13,7	23,2	15,7	18,3	27,5
Οξυγονωμένα Σεσκιτερπένια		0,5	1,1	1,4	2,2	3,3	4,2	6,4	0,5	8,7	3,7	3,3	5,1
Διτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		1,1	1,5	0,9	2,3	2,9	1,9	2,3	3,4	0,9	1,6	8,7	0,6
Οξυγονωμένα Διτερπένια		11,1	8,2	14,7	10,3	1,4	8,6	29,3	10,0	14,6	5,6	3,1	13,2
Άλλες ενώσεις		0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο		99,9	99,9	99,8	99,9	99,9	99,9	99,9	99,3	99,9	99,9	99,8	99,9
Απόδοση (mL/100 g)		0,26	0,45	0,31	0,34	0,46	0,59	0,59	0,36	0,47	0,61	0,67	0,43

^α Σειρά παρουσίασης των συστατικών σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών από στήλη HP-5MS, υπο τις πειραματικές συνθήκες που έχουν περιγραφεί.

^β Η αρίθμηση των μη ταυτοποιημένων συστατικών είναι μοναδική στους Πίνακες 5-7, 9-11 σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών· στην παρένθεση περιλαμβάνονται η βασική κορυφή και το μοριακό ιόν.

^γ Οι σχετικοί δείκτες έκλουσης έχουν υπολογιστεί με βάση τους χρόνους έκλουσης των συστατικών, σε σύγκριση με τους χρόνους έκλουσης προτύπων κανονικών υδρογονανθράκων (C₈–C₂₅), που αναλύθηκαν υπό τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες.

tr: ίχνη (< 0.05)

—: δεν ανιχνεύθηκε

Πίνακας 11. Χημική σύσταση (%) του αιθερίου ελαίου των κλαδιών *A. cephalonica* από τη Δίρφυ

		Δίρφυς											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^a	RRI ^γ	AC25	AC26	AC27	AC28	AC29	AC30	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36
<i>α</i> -Pinene	932	27,4	18,8	15,1	10,8	11,8	14,2	15,3	13,6	8,4	23,3	19,0	11,3
Camphene	946	0,5	tr	1,1	tr	tr	tr	0,4	tr	tr	0,6	tr	tr
Thuja-2,4(10)-diene	953	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
Sabinene	969	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-
<i>β</i> -Pinene	974	5,1	3,1	3,1	2,6	2,6	13,8	6,6	11,9	1,9	19,2	5,8	3,3
Myrcene	988	1,3	4,0	12,8	4,9	2,8	1,2	0,8	1,3	4,7	1,8	1,0	1,8
<i>α</i> -Phellandrene	1002	-	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	Tr	tr	-
<i>δ</i> -3-Carene	1008	tr	0,6	tr	tr	-	tr	tr	-	tr	Tr	-	-
<i>α</i> -Terpinene	1014	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	-
<i>p</i> -Cymene	1020	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	tr
Limonene+ <i>β</i> -Phellandrene	1024/ 1025	45,2	51,4	50,2	59,4	50,9	45,2	28,8	47,1	54,7	34,3	51,0	61,2
<i>γ</i> -Terpinene	1054	tr	-	-	tr	tr	-	tr	-	tr	Tr	tr	tr
Terpinolene	1086	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	tr
<i>trans-p</i> -Mentha-2,8-dien-	1119	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-
<i>α</i> -Campholenal	1122	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	Tr	tr	-
<i>cis-p</i> -Mentha-2,8-dien-1-	1133	-	-	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-
<i>trans</i> -Pinocarveol	1135	tr	-	-	-	tr	tr	-	tr	-	Tr	tr	-
<i>cis</i> -Verbenol	1137	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
<i>trans</i> -Verbenol	1140	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-	tr	-	-	-
Camphor	1141	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Pinocamphone	1158	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
Pinocarvone	1160	-	tr	-	-	-	-	tr	-	-	Tr	-	-
Borneol	1165	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
<i>p</i> -Mentha-1,5-dien-8-ol	1166	tr	-	-	tr	tr	tr	-	-	tr	-	-	-
<i>cis</i> -Pinocamphone	1172	tr	-	-	-	-	-	tr	-	-	Tr	-	-
Terpinen-4-ol	1173	tr	-	-	tr	tr	-	-	-	-	Tr	-	-
<i>α</i> -Terpineol	1186	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	tr

		Δίρφους											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^a	RRI ^γ	AC25	AC26	AC27	AC28	AC29	AC30	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36
Myrtenol	1194	tr	-	tr	-	tr	tr	tr	tr	-	Tr	tr	-
Verbenone	1204	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Carveol	1215	tr	tr	tr	0,6	-	-	-	-	0,5	-	-	-
<i>cis</i> -Carveol	1226	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-
Carvone	1239	-	tr	tr	0,7	-	tr	-	-	0,7	-	-	-
Bornyl acetate	1284	tr	-	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	-
α -Longipinene	1350	0,4	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,7	0,9	0,7	tr	tr
Cyclosativene	1369	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	Tr	-	-
Longicyclene	1371	tr	tr	-	-	tr	-	tr	tr	tr	Tr	tr	tr
α -Ylangene	1373	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	tr
α -Copaene	1374	tr	tr	tr	-	0,7	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	tr
β -Bourbonene	1387	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
β -Elemene	1389	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
β -Longipinene	1400	tr	tr	-	tr	-	-	tr	tr	tr	Tr	-	-
Longifolene	1407	2,5	1,9	2,9	1,6	0,8	1,1	1,1	4,3	4,6	4,5	1,4	1,1
(<i>E</i>)-Caryophyllene	1417	3,5	2,3	2,5	1,1	1,7	2,3	1,5	3,5	3,4	1,5	4,1	4,0
β -Copaene	1430	tr	tr	tr	-	0,6	-	tr	tr	tr	-	tr	tr
α -Humulene	1452	1,2	1,0	1,3	tr	1,1	1,4	0,9	1,8	1,9	0,8	2,0	2,0
(<i>E</i>)- β -Farnesene	1454	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-	-	-
<i>trans</i> -Cadina-1(6),4-diene	1475	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
γ -Muurolene	1478	0,9	0,7	tr	tr	0,9	tr	0,4	0,4	1,4	Tr	1,9	1,8
Germacrene D	1484	7,3	4,0	3,5	1,4	5,8	1,3	1,4	3,8	1,2	Tr	4,3	4,8
γ -Selinene	1485	-	-	-	-	tr	tr	-	-	tr	-	-	-
β -Selinene	1489	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr
δ -Selinene	1492	tr	tr	tr	tr	0,8	tr	tr	0,5	tr	Tr	tr	tr
γ -Amorphene	1495	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	Tr	tr	tr
4- <i>epi-cis</i> -	1499	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	-	-
α -Muurolene	1500	tr	0,4	tr	tr	1,2	tr	tr	tr	tr	Tr	0,5	tr

		Δίφους											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^a	RRI ^γ	AC25	AC26	AC27	AC28	AC29	AC30	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36
Cuparene	1504	tr	tr	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-
δ-Amorphene	1511	tr	tr	tr	tr	0,5	tr	tr	tr	0,5	Tr	tr	tr
γ-Cadinene	1513	0,6	0,5	tr	tr	0,5	tr	0,3	tr	1,0	Tr	1,1	1,2
7- <i>epi</i> -α-Selinene	1520	-	-	-	-	tr	-	tr	tr	-	-	-	-
δ-Cadinene	1522	1,4	1,1	tr	tr	1,5	tr	0,6	0,9	2,2	Tr	3,1	3,4
<i>trans</i> -Cadina-1,4-diene	1533	-	-	-	-	tr	-	tr	-	tr	-	tr	tr
α-Cadinene	1537	tr	-	-	-	tr	-	tr	tr	tr	-	-	tr
α-Calacorene	1544	-	-	-	-	tr	-	tr	-	tr	-	-	tr
β-Calacorene	1564	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
Caryophyllene oxide	1582	tr	0,5	2,0	tr	tr	tr	tr	tr	0,9	Tr	tr	tr
Humulene epoxide II	1608	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	tr
Selina-6-en-4-ol	1616	1,4	2,4	3,5	1,5	6,9	3,6	2,6	5,0	4,6	2,7	1,8	2,4
τ-Cadinol	1618	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>epi</i> -α-Cadinol	1638	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
<i>epi</i> -α-Muurolol	1640	-	tr	-	-	tr	-	tr	-	tr	-	-	tr
α-Muurolol (=Torreyol)	1644	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
α-Cadinol	1652	-	-	-	-	tr	-	-	tr	-	Tr	-	-
Selin-11-en-4-α-ol	1658	tr	tr	tr	-	0,8	tr	0,4	0,6	0,6	Tr	tr	tr
Manool oxide	1987	0,6	tr	tr	tr	0,8	tr	0,3	tr	tr	Tr	tr	tr
Palustradiene	2014	tr	0,6	-	1,2	0,9	1,2	0,7	0,7	tr	1,0	tr	tr
Abietatriene	2055	tr	-	tr	1,1	tr	tr	tr	tr	tr	Tr	tr	-
Manool	2056	-	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abietadiene	2087	tr	0,6	tr	0,9	tr	tr	0,5	tr	tr	Tr	tr	tr
unknown 8 ^β (191, 281)	2100	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
(11E,13Z)-Labdadien-8-	2111	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-
Abienol	2149	0,6	3,5	1,9	10,7	4,9	12,0	29,9	2,3	4,5	5,8	1,8	-
unknown 9 (134, 341)	2172	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
Palustral	2236	-	1,3	tr	1,4	0,9	2,6	4,1	1,5	1,3	3,7	1,1	1,6
dehydro-Abietal	2274	-	-	tr	tr	tr	tr	0,5	-	-	-	-	-

		Δίρφους											
		1070 m				850 m				570 m			
Συστατικά ^a	RRI ^γ	AC25	AC26	AC27	AC28	AC29	AC30	AC31	AC32	AC33	AC34	AC35	AC36
Abietal	2313	-	-	-	-	tr	-	0,7	-	-	-	-	-
Μονοτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		79,5	77,9	82,3	77,7	68,1	74,4	51,9	73,9	69,7	79,2	76,8	77,6
Οξυγονωμένα Μονοτερπένια		tr	tr	tr	1,3	tr	tr	tr	tr	1,2	Tr	tr	tr
Σεσκιτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		17,8	11,9	10,2	4,1	16,1	6,1	6,2	15,9	17,1	7,5	18,4	18,3
Οξυγονωμένα Σεσκιτερπένια		1,4	2,9	5,5	1,5	8,2	3,6	3,0	5,6	6,1	2,7	1,8	2,4
Διτερπενικοί Υδρογονάνθρακες		tr	1,2	tr	3,2	0,9	1,2	1,2	0,7	tr	1,0	tr	tr
Οξυγονωμένα Διτερπένια		1,2	5,9	1,9	12,1	6,6	14,6	37,6	3,8	5,8	9,5	2,9	1,6
Άλλες ενώσεις		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο		99,9	99,8	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9	99,9
Απόδοση (mL/100 g)		0,64	0,63	0,9	0,76	0,5	0,71	0,76	0,23	0,41	0,23	0,29	0,37

^a Σειρά παρουσίασης των συστατικών σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών από στήλη HP-5MS, υπο τις πειραματικές συνθήκες που έχουν περιγραφεί.

^β Η αρίθμηση των μη ταυτοποιημένων συστατικών είναι μοναδική στους Πίνακες 5-7, 9-11 σύμφωνα με τη σειρά έκλουσης αυτών· στην παρένθεση περιλαμβάνονται η βασική κορυφή και το μοριακό ιόν.

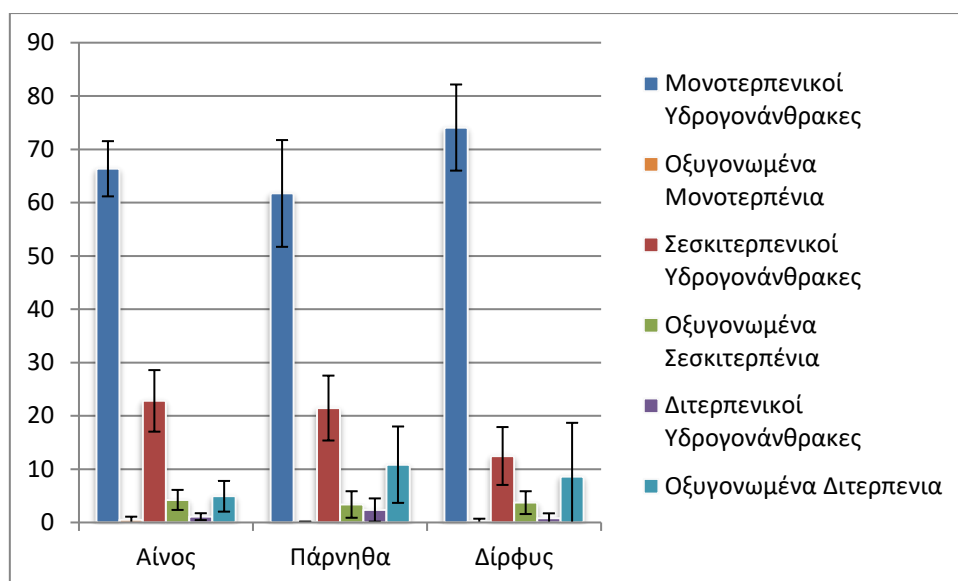
^γ Οι σχετικοί δείκτες έκλουσης έχουν υπολογιστεί με βάση τους χρόνους έκλουσης των συστατικών, σε σύγκριση με τους χρόνους έκλουσης προτύπων κανονικών υδρογονανθράκων (C₈–C₂₅), που αναλύθηκαν υπό τις ίδιες χρωματογραφικές συνθήκες.

tr: ίχνη (< 0.05)

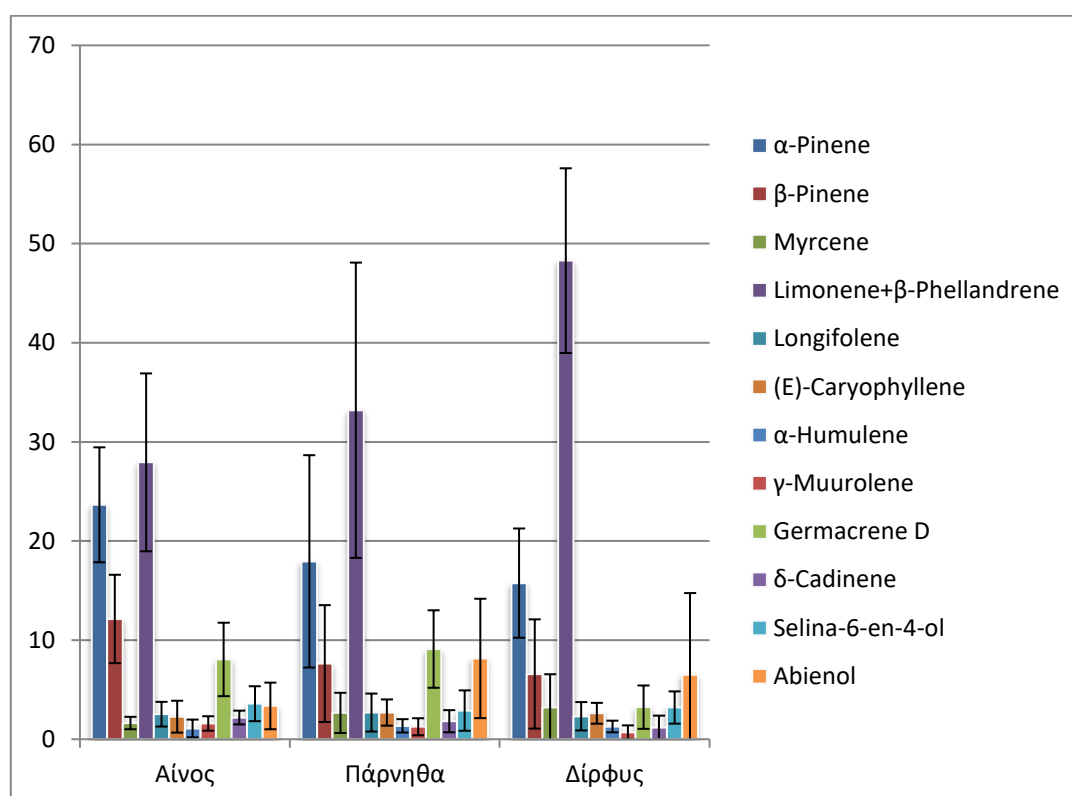
–: δεν ανιχνεύθηκε

Σε όλες τις περιοχές παρατηρήθηκαν τα ίδια κύρια συστατικά για κάθε χημική ομάδα. Συνολικά, οι κυριότεροι μεταβολίτες στο αιθέριο έλαιο των κλαδιών είναι τα μονοτερπένια λιμονένιο/ β -φελλανδρένιο με 3,2-61,2%, ακολουθεί το α -πινένιο με 6,8-37,8% και μετά το β -πινένιο (1,1-20,3%), το σεσκιτερπένιο γερμακρένιο D (tr-14,1%) και αβιενόλη (tr-29,9%). Στο αιθέριο έλαιο εντοπίζονται επίσης με σημαντικά ποσοστά το μυρκένιο (0,8-12,8%), το λονγκιφολένιο (0,8-8,4%), η σελινά-6-εν-4-όλη (0,5-7,2%), το (*E*)-καρυοφυλλένιο (0,5-5,7%), το δ -καδινένιο (tr-4,7%) και το α -χουμουλένιο (tr-2,9%).

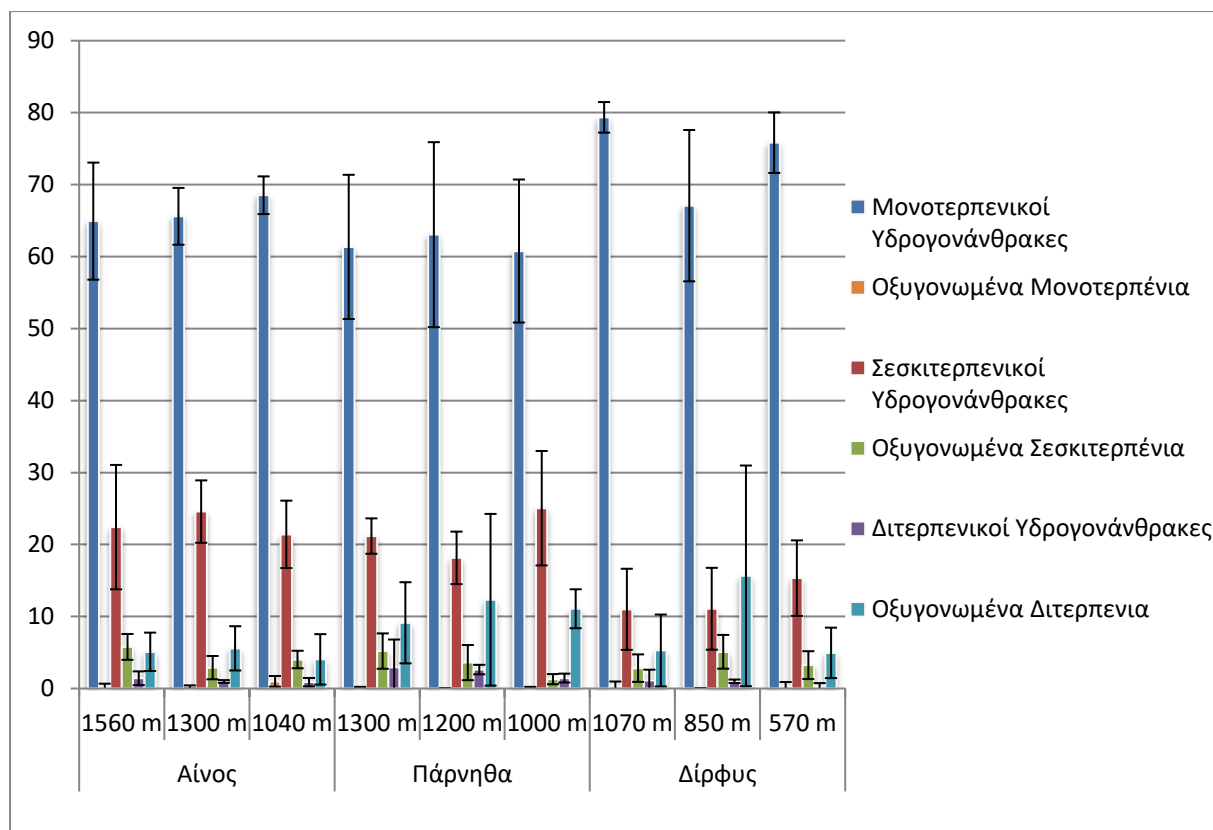
Το λιμονένιο/ β -φελλανδρένιο φαίνεται να επικρατεί στη συντριπτική πλειοψηφία των αιθερίων ελαίων με τα δείγματα από τη Δίρφη να φαίνονται πιο πλούσια σε αυτά τα παράγωγα (28,8-61,2%) και να ακολουθούν τα δείγματα από τον Αίνο (12,2-47,4%) και την Πάρνηθα (3,2-57%). Από την ίδια χημική ομάδα υψηλά ποσοστά κατέχει το α -πινένιο (Αίνος: 15,6-34% Πάρνηθα: 6,8-37,8% Δίρφυς: 8,4-27,4%) και παρατηρείται ότι οι περιοχές με χαμηλό ποσοστό α -πινενίου έχουν υψηλότερο ποσοστό λιμονενίου/ β -φελλανδρενίου ενώ ισχύει και το αντίστροφο. Τα δείγματα από τη Δίρφη που χαρακτηρίζονται από υψηλότερα ποσοστά λιμονενίου/ β -φελλανδρενίου, εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά σε α -πινένιο (8,4-27,4%) σε σύγκριση με τα αιθέρια έλαια από την Πάρνηθα (6,8-37,8%) και τα δείγματα από τον Αίνο (15,6-34%). Στον Αίνο μετά το λιμονένιο/ β -φελλανδρένιο και το α -πινένιο ακολουθεί το β -πινένιο σε υψηλότερη ποσότητα (7,0-20,3%) σε σχέση με την Πάρνηθα (1,1-18,7%) και τη Δίρφη (1,9-19,2%). Το σεσκιτερπένιο γερμακρένιο D εμφανίζεται σε σημαντικό ποσοστό στην Πάρνηθα (1,4-14,1%) και στον Αίνο (2,4-13,0%) αλλά στη Δίρφυ ανιχνεύεται σε χαμηλότερα επίπεδα (tr-7,3%). Το οξυγονωμένο διτερπένιο αβιενόλη παρατηρείται σε υψηλά επίπεδα στη Πάρνηθα (1,1-21,6%) και στη Δίρφυ (0,6-29,9%) αλλά το ποσοστό του στον Αίνο είναι σημαντικά χαμηλότερο (tr-7,6%).



Σχήμα 6. Μέση τιμή ($\pm$ SD) ποσοστών των χημικών ομάδων των αιθερίων ελαίων των κλαδιών ανά περιοχή συλλογής.

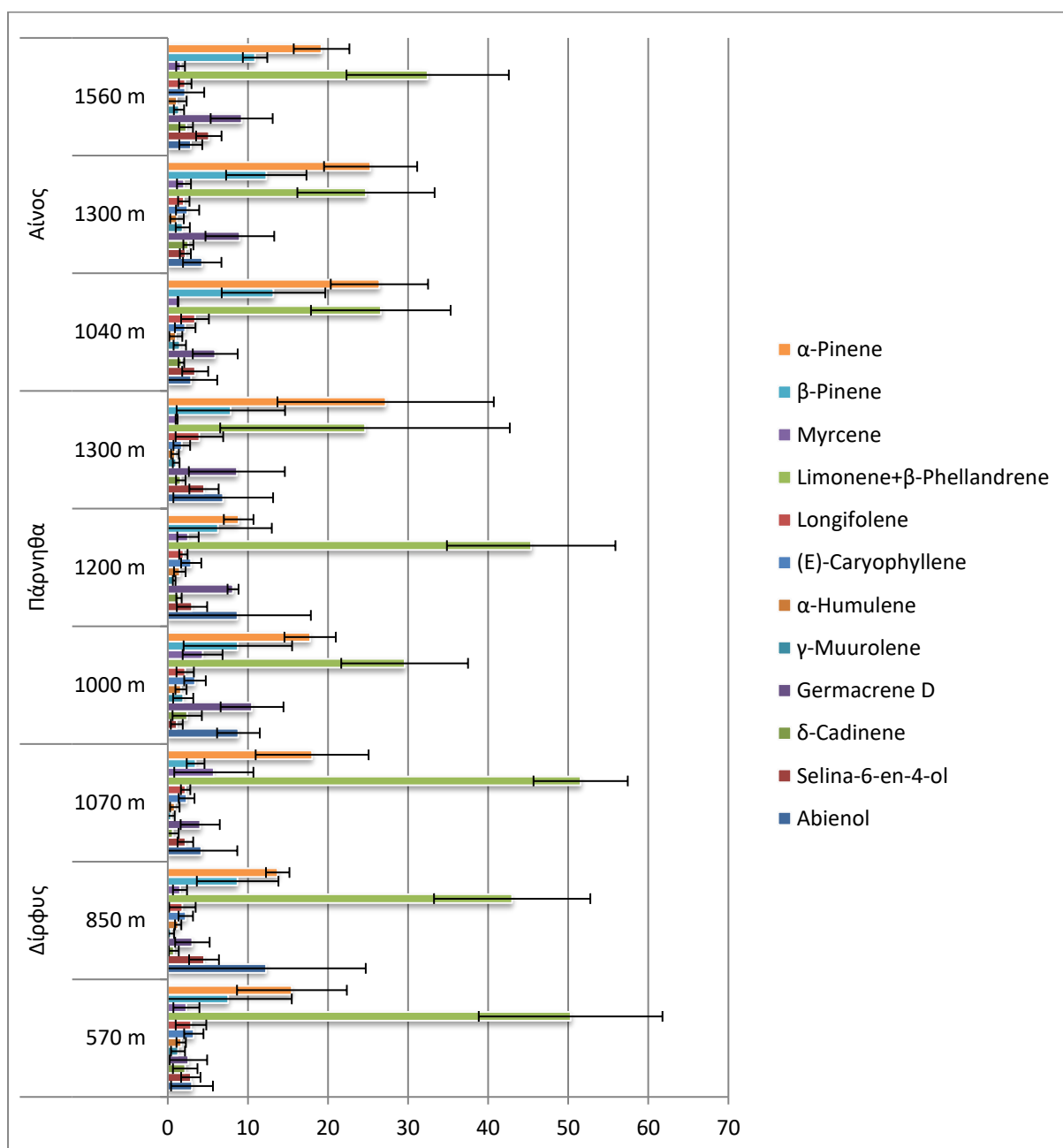


Σχήμα 7. Μέση τιμή ($\pm$ SD) ποσοστών των κύριων συστατικών των αιθερίων ελαίων των κλαδιών ανά περιοχή συλλογής.



Σχήμα 8. Μέση τιμή ($\pm$ SD) του ποσοστού των χημικών ομάδων του αιθερίου ελαίου των κλαδιών ανά περιοχή συλλογής και υψόμετρο.

Συνολικά, δεν παρατηρείται κάποια επαναλαμβανόμενη τάση στη μεταβολή του ποσοστού των χημικών κατηγοριών με τη μεταβολή του υψομέτρου σε όλες τις περιοχές, όπως και στην περίπτωση των αιθερίων ελαίων των βελονών. Στον Αίνο δεν φαίνεται να παρατηρείται κάποια αλλαγή στα ποσοστά των χημικών ομάδων σε συνάρτηση με το υψόμετρο. Στην Πάρνηθα τα οξυγονωμένα σεσκιτερπένια φαίνεται να μειώνονται όσο μειώνεται το υψόμετρο χωρίς να παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές παρά μόνο μεταξύ των 1300 m (3,3-8,7%) και 1000 m (0,5-2,2%) ενώ ταυτόχρονα τα οξυγονωμένα διτερπένια φαίνεται να παρουσιάζουν μια μικρή αύξηση με μείωση του υψομέτρου. Τα ποσοστά των μονοτερπενικών και σεσκιτερπενικών υδρογονανθράκων δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των διαφορετικών υψομέτρων στη Πάρνηθα. Στη Δίρφη, παρατηρείται μια μικρή αύξηση στους σεσκιτερπενικούς υδρογονάνθρακες με μείωση του υψομέτρου χωρίς να παρουσιάζονται ωστόσο σημαντικές διαφορές. Οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες φαίνεται να παραμένουν σταθεροί σε όλα τα υψόμετρα της Δίρφης με μόνη εξαίρεση το ποσοστό τους στα 850 m (51,9-74,4%) που είναι λίγο χαμηλότερο σε σχέση με αυτό στα 1070 m (77,7-82,3%).



Σχήμα 9. Μέση τιμή ($\pm$ SD) του ποσοστού των κύριων συστατικών του αιθερίου ελαίου των κλαδιών ανά περιοχή συλλογής και υψόμετρο.

Σε αντίθεση με την ανάλυση των βελονών, δεν παρατηρείται μεταβολή στα επίπεδα είτε του (*E*)-καρυοφυλλενίου, είτε της σελιν-6-εν-4-όλης σε σχέση με το υψόμετρο. Γενικά, δεν παρατηρείται ποσοτικά κάποια σημαντική μεταβολή σε επιμέρους χημικά συστατικά σε συνάρτηση με τη μεταβολή του υψομέτρου για κάθε περιοχή.

Δεν βρέθηκε στη βιβλιογραφία κάποια μελέτη για τη χημική σύσταση του αιθερίου ελαίου των κλαδιών της *A. cephalonica* ωστόσο η χημική σύσταση της ελαιορητίνης του φλοιού του συγκεκριμένου είδους παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με τα αποτελέσματά μας. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι στο πεντανικό εκχύλισμα του φλοιού της *A. cephalonica* από διάφορες περιοχές της Ελλάδας εντοπίζονται μονοτερπένια σε ποσοστό 72,9-83,5% και σεσκιτερπένια σε ποσοστό 16,6-27,1% (Fady et al. 1992). Συγκεκριμένα, τα εκχυλίσματα των κλαδιών από τη Δίρφη χαρακτηρίζονται από την παρουσία του λιμονενίου με ποσοστό 39,2% και ακολουθεί το α -πινένιο με 23,2% και το β -πινένιο με 17,7% (Fady et al. 1992). Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζουν ομοιότητες με τα δικά μας, κυρίως των αιθερίων ελαίων των κλαδιών την περιοχή της Δίρφης, όπου παρατηρούνται οι ίδιοι μεταβολίτες, δηλαδή λιμονένιο, α -πινένιο και β -πινένιο με ποσοστά $48,3 \pm 9,3\%$, $15,8 \pm 5,5\%$ και $6,6 \pm 5,5\%$ αντίστοιχα. Στα αποτελέσματά μας το ποσοστό του λιμονενίου είναι λίγο υψηλότερο από αυτό της βιβλιογραφίας ενώ το αντίθετο συμβαίνει για το α -πινένιο και β -πινένιο, όμως οι κύριοι μεταβολίτες στο αιθέριο έλαιο και στις δύο περιπτώσεις είναι κοινοί.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνολικά, εξετάστηκαν 36 δείγματα από 3 διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας και 3 διαφορετικά υψόμετρα σε κάθε περιοχή. Η απόδοση του αιθερίου ελαίου κλαδιών ήταν υψηλότερη από αυτή των βελόνων σε όλα σχεδόν τα δείγματα. Δεν παρατηρείται κάποια σημαντική διαφορά στην απόδοση του αιθερίου ελαίου μεταξύ των περιοχών αλλά εντοπίζεται μια διακύμανση σε αυτή των κλαδιών μεταξύ των διαφορετικών υψομέτρων συλλογής από τη Δίρφη. Στο αιθέριο έλαιο των βελόνων ανιχνεύθηκαν συνολικά 132 χημικά συστατικά ενώ σε αυτό των κλαδιών 120 από τα οποία τα 99 είναι κοινά και στα δύο φυτικά υλικά.

Στο αιθέριο έλαιο των βελόνων κυρίαρχη ομάδα είναι οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες και ακολουθούν τα οξυγονωμένα σεσκιτερπένια και οι σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες. Τα κύρια χημικά συστατικά ήταν το β-πινένιο, λιμονένιο/β-φελλανδρένιο, το α-πινένιο και το καμφένιο. Το ποσοστό των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων ήταν σημαντικά υψηλότερο στη Δίρφη σε σχέση με τον Αίνο, ενώ τα οξυγονωμένα παράγωγα τους ήταν σε μεγαλύτερη αφθονία στον Αίνο συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιοχές. Η περιοχή της Δίρφης παρουσίασε υψηλότερα επίπεδα οξυγονωμένων σεσκιτερπενίων σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές. Μεταξύ των υψομέτρων διαφορές παρατηρούνται μόνο στα οξυγονωμένα μονοτερπένια στη Δίρφη που ανιχνεύθηκαν σε σημαντικά υψηλότερο ποσοστό στα 850 m σε σύγκριση με τα δείγματα από τα 570 m. Το (*E*)-καρυοφυλλένιο φαίνεται να παρουσιάζει μια αύξηση με μείωση του υψομέτρου ενώ το αντίστροφο συμβαίνει με την σελίνα-6-εν-4-όλη.

Στο αιθέριο έλαιο των κλαδιών κυριαρχούν οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες και ακολουθούν οι σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες και τα οξυγονωμένα διτερπένια ενώ κύριοι μεταβολίτες είναι το λιμονένιο, το α-πινένιο και το β-πινένιο. Το ποσοστό των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων στη Δίρφη είναι μεγαλύτερο συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιοχές ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τους σεσκιτερπενικούς υδρογονάνθρακες. Τα επίπεδα των οξυγονωμένων διτερπενίων στην Πάρνηθα είναι σημαντικά υψηλότερα σε σχέση με αυτά του Αίνου. Στα υψόμετρα της Δίρφης παρατηρείται μια μικρή διακύμανση στα επίπεδα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων που είναι υψηλότερα στα 1070 m σε σχέση με τα

δείγματα που συλλέχθηκαν από τα 850 m. Επίσης τα οξυγονωμένα σεσκιτερπένια στη Πάρνηθα ανιχνεύονται σε υψηλότερο ποσοστό στα 1300 m συγκριτικά με τα 1000 m.

Όλα τα δείγματα των αιθερίων ελαίων των βελόνων και των κλαδιών παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους και δεν φαίνεται να διαφέρουν ποιοτικά. Παρατηρούνται μόνο λίγες ποσοτικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων, περισσότερο μεταξύ των διαφορετικών περιοχών συλλογής, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις ακόμα και δειγμάτων που προέρχονται από την ίδια περιοχή και υψόμετρο.

Συνολικά παρατηρήθηκαν κυρίως ποσοτικές διαφορές κατόπιν σύγκρισης των πειραματικών αποτελεσμάτων με μελέτες σχετικά με τα πτητικά συστατικά του υπό μελέτη είδους και άλλων ειδών του γένους *Abies*.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams R.P. Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass spectroscopy, 4th Edition Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL, 2007
- Aussenac G. Ecology and ecophysiology of circum-Mediterranean firs in the context of climate change. *Annals of Forest Science* **2002**, 59, 823-832.
- Bagci E., Babaç M. T. A morphometric and chemosystematic study on the *Abies* Miller (fir) species in Turkey. *Acta Botanica Gallica* **2003**, 150, 355-367.
- Bağcı E., Başer K. H. C., Kürkçüoğlu M., Babaç T., Çelik S. Study of the essential oil composition of two subspecies of *Abies cilicica* (Ant. et Kotschy) Carr. from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal* **1999**, 14, 47-49.
- Bağcı E., Diğrak M. Antimicrobial Activity of Essential Oils of some *Abies* (Fir) Species from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal* **1996**, 11, 251-256.
- Baran S., Reuss S. H., König W. A., Kalembe D. Composition of the essential oil of *Abies koreana* Wils. *Flavour and Fragrance Journal* **2007**, 22, 78-83.
- Bharti S. P., Kumar H., Parashar B., Deswal S., Chahar N., Devgan M. *In-vitro* Anthelmintic activity on aqueous and ethanol extracts of *Abies pindrow* bark. *Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **2014**, 6, 112-114.
- Carnoy A. *Dictionnaire Etymologique des Noms Grecs de Plantes*. Publications Universitaires, Louvain. 46, 117 **1959**.
- Chalchat J.-C., Sidibé L., Maksimovic Z. A., Petrovic S. D., Gorunovic M. S. Essential oil of *Abies alba* Mill., *Pinaceae*, from the pilot production in Montenegro. *Journal of Essential Oil Research* **2001**, 13, 288-289.
- Couladis M., Mabry T., Verikokidou E. Phenolics from *Abies cephalonica* and *Abies borissi-regis*. *Asian Journal of Chemistry* **1997**, 9, 889-890.
- Daskalakou E.N., Koutsovoulou K., Mavroeidi L., Tsiamitas C., Kafali E., Radaïou P.-E., Ganatsas P., Thanos C. A. Interannual variability of germination and cone/seed morphometric characteristics in the endemic Grecian fir (*Abies cephalonica*) over an 8-year-long study. *Seed Sci Res.*, **2018**, 28, 24-33.

Delcheva M., Peev D., Nikolova M. On the taxonomical identity of *Abies alba* ssp. *borisii-regis* (Mattf.) Koz. et Andr.– morphometry, flavonoids and chorology in Bulgaria. *Botanica SERBICA* **2010**, 34, 127-132.

Dioscorides P., Osbaldeston T.A., Wood R.P. *De material medica: Being an herbal with many other medicinal materials: written in Greek in the first century of the common era: a new indexed version in modern English*, IBIDIS PRESS, Johannesburg **2000**.

Dörken V.M., Nimsch H. A monograph of leaf characters in the genus *Abies* (Abietoideae, Pinaceae). Remagen-Oberwinter, Verlag Kessel, **2018**.

Duquesnoy E., Castola V., Casanova J. Composition and chemical variability of the twig oil of *Abies alba* Miller from Corsica. *Flavour and Fragrance Journal* **2007**, 22, 293-299.

Fady B., Arbez M., Marpeau A. Geographic variability of terpene composition in *Abies cephalonica* Loudon and *Abies* species around the Aegean: hypotheses for their possible phylogeny from the Miocene. *Trees* **1992**, 6, 162-171.

Farjon A. *A Handbook of the world's Conifers*. Volume I, Brill, Leiden-Boston **2010**.

Gilani S., Abbas S., Shinwari Z., Hussain F., Nargis K. Ethnobotanical studies of Kurram agency, Pakistan through rural community participation. *Pakistan Journal of Biological Sciences* **2003**, 6, 1368-1375.

Gupta D., Bhardwaj R., Gupta R. *In-vitro* antioxidant activity of extracts from the leaves of *Abies pindrow* Royle. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* **2011**, 8, 391-397.

Ishtiaq M., Iqbal P., Hussain T. Ethnobotanical uses of Gymnosperms of Neelam valley and Muzaffarabad of Kashmir. *Indian Journal of Traditional Knowledge* **2013**, 12, 404-410.

Jasińska A., Boratyńska K., Sękiewicz K., Di Gristina E., Boratyński A. Relationships among *Abies nebrodensis*, *A. alba* and *A. cephalonica* in the morphological and anatomical needle characteristics. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology* **2017**, 151, 775-782.

Jeong S.-I., Lim J.-P., Jeon H. Chemical composition and antibacterial activities of the essential oil from *Abies koreana*. *Phytotherapy Research* **2007**, 21, 1246-1250.

Kohler F. E. Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen mit kurz erläuterndem Texte: Atlas zur Pharmacopoea germanica, austriaca, belgica, danica, helvetica, hungarica, rossica, suecica, neerlandica, British pharmacopoeia, zum Codex medicamentarius, sowie zur Pharmacopoeia of the United States of America. Gera-Untermhaus **1887**.

Koukos P. K., Papadopoulou K. I., Papagiannopoulos A. D., Patiaka D. Th. Essential oils of the twigs of some conifers grown in Greece. Holz Als Roh- Und Werkstoff **2001**, 58, 437-438.

Kudryavtseva A., Krasnov G., Lipatova A., Alekseev B., Maganova F., Shaposhnikov M., Fedorova M., Snezhkina A., Moskalev A. Effects of *Abies sibirica* terpenes on cancer- and aging-associated pathways in human cells. Oncotarget **2016**, 7, 83744-83754.

Kumar D., Kumar S. Isolation and characterization of bioactive phenolic compounds from *Abies pindrow* aerial parts. Pharmaceutical Chemistry Journal **2017**, 51, 205-210.

Kumar D., Kumar S. Screening of antianxiety activity of *Abies pindrow* Royle aerial parts. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research **2015a**, 49, 66-70.

Kumar D., Kumar S. Neuropharmacological activities of *Abies pindrow* aerial parts in mice. Journal of Pharmaceutical Technology, Research And Management **2015b**, 3, 141-151.

Lanzerstorfer A., Hackl M., Schlömer M., Rest B., Deutsch-Grasl E., Lanzerstorfer C. The influence of air-dispersed essential oils from lemon (*Citrus limon*) and silver fir (*Abies alba*) on airborne bacteria and fungi in hospital rooms. Journal of Environmental Science and Health, Part A **2019**, 54, 256-260.

Legault J., Dahl W., Debiton E., Pichette A., Madelmont J.-C. Antitumor activity of balsam fir oil: Production of reactive oxygen species induced by α -humulene as possible mechanism of action. Planta Med. **2003**, 69, 402-407.

Majeed H., Bokhari T. Z., Sherwani S. K., Shah M. H. R., Khaliq B. An overview of biological, phytochemical, and pharmacological values of *Abies pindrow*. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry **2013**, 2, 182-187.

- Mushtaq S., Chaudhry M. A., Rahman H. M. A. Calcium channels blocked activity: Providing the basis for medicinal use of *Abies pindrow* in diarrhea and bronchitis. *Bangladesh Journal of Pharmacology* **2015**, 10, 430-435.
- Padalia R. C., Verma R. S., Chauhan A., Coswami P., Chanotiya C. S. Chemical analysis of volatile oils from West Himalayan pindrow fir *Abies pindrow*. *Natural Product Communications* **2014**, 9, 1181-1184
- Papageorgiou A. C., Kostoudi C., Sorotos I., Varsamis G., Korakis G., Drouzas A.D. Diversity in needle morphology and genetic markers in a marginal *Abies cephalonica* (*Pinaceae*) population. *Annals of Forest Research* **2015**, 58, 2, 217-234.
- Phitos D., Kamari G., Katsouni N., Mitsainas G. The mountain Aenos of Cephalonia island. *Katagramma*, **2015**.
- Pichette A., Larouche P.-L., Lebrun M., Legault J. Composition and antibacterial activity of *Abies balsamea* essential oil. *Phytotherapy Research* **2006**, 20, 371-373.
- Politi P.-I., Georghiou K., Arianoutsou M.. Reproductive biology of *Abies cephalonica* Loudon in mount Aenos national park, Cephalonia, Greece. *Trees* **2011**, 25, 655-668.
- Rajalakshmi P., Vadivel V., Ravichandran N., Sudha V., Brindha P. Pharmacognostic evaluation of *Abies webbiana* leaf: A Siddha herbal ingredient. *Asian J Pharm Clin Res* **2016**, 9, 213-219.
- Raldugin V. A., Shevtsov S. A. Triterpenoids of plants of the genus *Abies* Hill. *Chemistry of Natural Compounds* **1991**, 26, 373-382.
- Ramdani M., Lograda T., Chalard P., Figueredo G. Chemical and antimicrobial properties of essential oils of *Abies numidica*, endemic species of Algeria. *International Journal of Phytopharmacology* **2014**, 5, 432-440.
- Regimbal J.-M., Collin G. Essential oil analysis of balsam fir *Abies balsamea* (L.) Mill. *Journal of Essential Oil Research* **1994**, 6, 229-238
- Roussis V., Couladis M., Tzakou O., Loukis A., Petrakis P. V., Dukic N., Jancic R. A comparative study on the needle volatile constituents of three *Abies* species grown in south Balkans. *The Journal of Essential Oil Research* **2000**, 12, 41-46.

- Saleh B., Al-Mariri A. Antimicrobial activity of leaf and flowering cones of *Abies cilicica* ssp. *cilicica* (Pinaceae) crude extracts. *Herba Polonica* **2016**, 62, 55-65.
- Satou T., Matsuura M., Murakami S., Hayashi S., Koike K. Composition and seasonal variation of the essential oil from *Abies Sachalinensis* from Hokkaido, Japan. *Natural Product Communications* **2009**, 4, 845-848.
- Satyral P., Setzer W. N. Chemical composition and enantiomeric distribution of monoterpenoids of the essential oil of *Abies spectabilis* from Nepal. *American Journal of Essential Oils and Natural Products* **2017**, 5, 22-26.
- Singh R. K., Bhattacharya S. K., Acharya S. B. Pharmacological activity of *Abies pindrow*. *Journal of Ethnopharmacology* **2000**, 73, 47-51.
- Singh R. K., Kumar V., Jaiswal A. K. Anxiolytic activity of *Abies webbiana* leaves on behavioural models of anxiety in rats. *World Journal of Pharmaceutical Research* **2018**, 7, 1039-1046.
- Sláma K., Williams C. M. Juvenile hormone activity for the bug *Pyrrhocoris apterus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **1965**, 54, 411-414.
- Sowmiya K., Prakash J. T. J. Green-synthesis of silver nanoparticles using *Abies webbiana* leaves and evaluation of its antibacterial activity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **2018**, 7, 2033-2036.
- Spanos I., Ganatsas P., Raftoyannis Y. The root system architecture of young Greek fir (*Abies cephalonica* Loudon) trees. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology* **2008**, 142, 414-419.
- Strid A., Tan K. *Flora Hellenica*, Volume 1, Koeltz Scientific Books, Germany **1997**.
- Tumen I., Akkol E. K., Süntar I., Keleş H. Wound repair and anti-inflammatory potential of essential oils from cones of *Pinaceae*: Preclinical experimental research in animal models. *Journal of Ethnopharmacology* **2011**, 137, 1215-1220.
- Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Valentine D. H., Walters S. M., Webb D. A. *Flora Europaea*. Volume 1, Cambridge University Press, Cambridge **1964**.
- Uçar G., Uçar M. B. Geographical variation in the composition of *Abies bornmuelleriana* Mattf. needle oils. *Rec Nat Prod* **2014**, 8, 56-60.

Uçar G., Uçar M. B., Özdemir H., Atıcı E. Chemical characterization of volatile needle oils from Anatolian fir species: *Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf., *A. bornmülleriana* Mattf., *A. equi-trojani* Aschers et Sint. and *A. cilicica* Carr. Journal of Essential Oil Research **2010**, 22, 548-554.

Van Gelderen D.M., Van Hoey Smith J. R. P. Conifers: The illustrated encyclopedia. Volume 1: A-K, Royal Boskoop Horticultural Society by Timber Press, **1996**.

Vasincu A., Crețu E., Geangălău I., Amalinei R. L. M., Miron A. Polyphenolic content and antioxidant activity of an extractive fraction from *Abies alba* bark. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi **2013**, 111, 545-550.

Verykokidou E., Skaltsa H., Couladis M., Delitheos A. Antibacteriophage properties of some Greek plant extracts. Pharmaceutical Biology **2008**, 33, 339-343.

Visnoi S. P., Basu A., Alam S. K. M., Samanta S , Jha T. Evaluation of the antipyretic potential of methanol extract of the leaves of *Abies spectabilis* (D. Don) Spach. Natural Product Radiance **2007**, 6, 369-371.

Wagner M. R., Clancy K. M., Tinus R. W. Maturational variation in needle essential oils from *Pseudotsuga menziesii*, *Abies concolor* and *Picea engelmannii*. Phytochemistry **1989**, 28, 765-770.

Wajs-Bonikowska A., Sienkiewicz M., Stobiecka A., Maciag A., Szokac Ł., Karna E. Chemical composition and biological activity of *Abies alba* and *A. koreana* seed and cone essential oils and characterization of their seed hydrolates. Chemistry & Biodiversity **2015**, 12.

Wajs-Bonikowska A., Smeds A., Willför S. Chemical composition and content of lipophilic seed extractives of some *Abies* and *Picea* Species. Chemistry & Biodiversity **2016**, 13, 1194-1201.

Wolff R. L., Deluc L. G., Marpeau A. M., Comps B. Chemotaxonomic differentiation of conifer families and genera based on the seed oil fatty acid compositions: multivariate analyses. Trees **1997**, 12, 57-65.

Wu L., Li Y.-L., Li S.-M., Yang X.-W., Xia J.-H., Zhou L., Zhang W.-D. Systematic phytochemical investigation of *Abies spectabilis*. Chemical & Pharmaceutical Bulletin **2010**, 58, 1646-1649.

Wu T., Duan X., Hu C., Wu C., Chen X., Huang J., Liu J., Cui S. Synthesis and characterization of gold nanoparticles from *Abies spectabilis* extract and its anticancer activity on bladder cancer T24 cells. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology* **2018**, 47, 512-523.

Yang S.-A., Jeon S.-K., Lee E.-J., Im N.-K., Jhee K.-H., Lee S.-P., Lee I.-S. Radical scavenging activity of the essential oil of silver fir (*Abies alba*). *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition* **2009**, 44, 253-259.

Yang X.-W., Li S.-M., Li Y.-L., Feng L., Shen Y.-H., Lin S., Tian J.-M., Zeng H.-W., Wang N., Steinmetz A., Liu Y., Zhang W.-D. Chemical constituents of *Abies delavayi*. *Phytochemistry* **2014**, 105, 164-170.

Yang X.-W., Li S.-M., Shen Y.-H., Zhang W.-D. Phytochemical and biological studies of *Abies* species. *C&B* **2008**, 5, 56-81.

Yasin M., Hussain Janbaz K., Imran I., Gilani A.-H., Bashir S. Pharmacological studies on the antispasmodic, bronchodilator and anti-platelet activities of *Abies webbiana*: Pharmacological studies on *Abies webbiana*. *Phytotherapy Research* **2014**, 28, 1182-1187.

Yazdgerdian A. R., Akhtar Y., Isman M. B. Insecticidal effects of essential oils against woolly beech aphid, *Phyllaphis fagi* (Hemiptera: Aphididae) and rice weevil, *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies* **2015**, 3, 265-271.

Yoon W.-J., Kim S.-S., Oh T.-H., Lee N.H., Hyun C.-G. *Abies koreana* essential oil inhibits drug-resistant skin pathogen growth and LPS-induced inflammatory effects of murine macrophage. *Lipids* **2009**, 44, 471-476.

Αφεντούλης Θ. Φαρμακολογία ήτοι περί φύσεως και δυνάμεως και χρήσεως φαρμάκων, Τόμος 1^{ος}, 3^η έκδοση, Παλιγγενεσία, Αθήνα **1890**, 561-564.

Γεννάδιος Π.Γ. Λεξικόν Φυτολογικόν. Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα **1914**, 298-299.

Γιαννίτσaros Α., Τζάκου Ο. Σημειώσεις Φαρμακευτικής Βοτανικής Αθήνα **2014**.

Καββάδας Δ.Σ. Εικονογραφημένον Βοτανικόν-Φυτολογικόν Λεξικόν. Τόμος Γ. Αθήνα **1956**, 1407-1408.

Λάνδερερ Ξ. Εγχειρίδιον της φαρμακολογίας, εκ του τυπογραφίου Αντωνιάδου, Αθήνα **1845**, 192-194.

Μπάουμαν Ε. Φυτά σε αρχαία ελληνικά νομίσματα, Συμβολισμοί-Ερμηνεία. Εκδόσεις Ηλίβατον **2004**, 64-65.

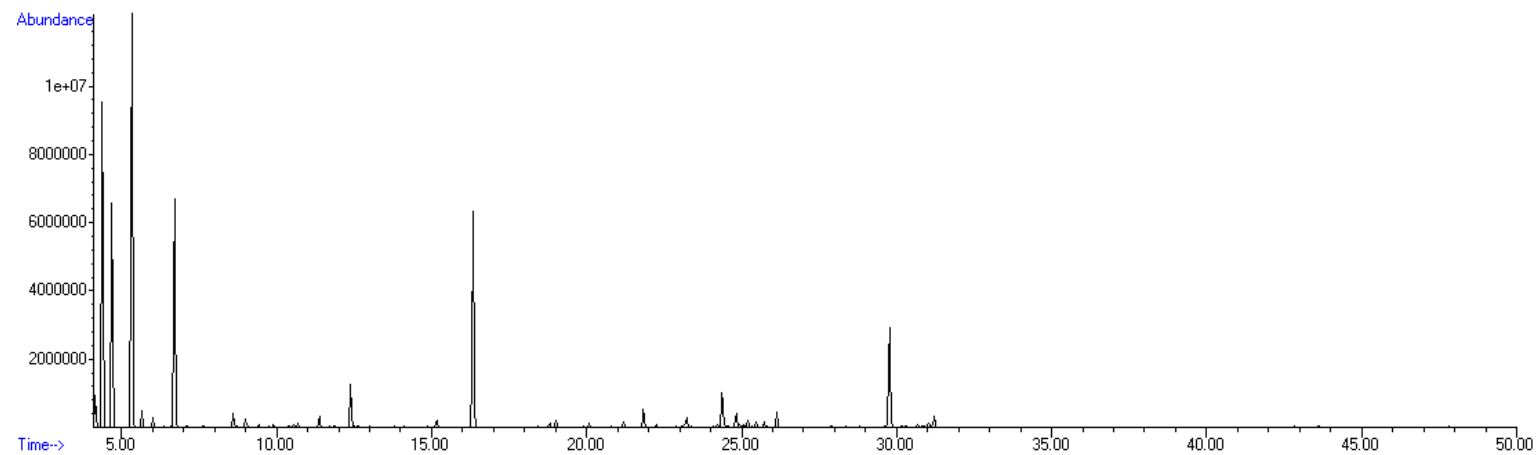
Χριστόπουλος Γ.Α. και Μπαστιάς Ι.Α. Εκπαιδευτική Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια. Φυτολογία Τόμος 10^{ος} Αθήνα **1983**, 103-104.

<http://www.emplantbase.org/home.html> 6/3/2020

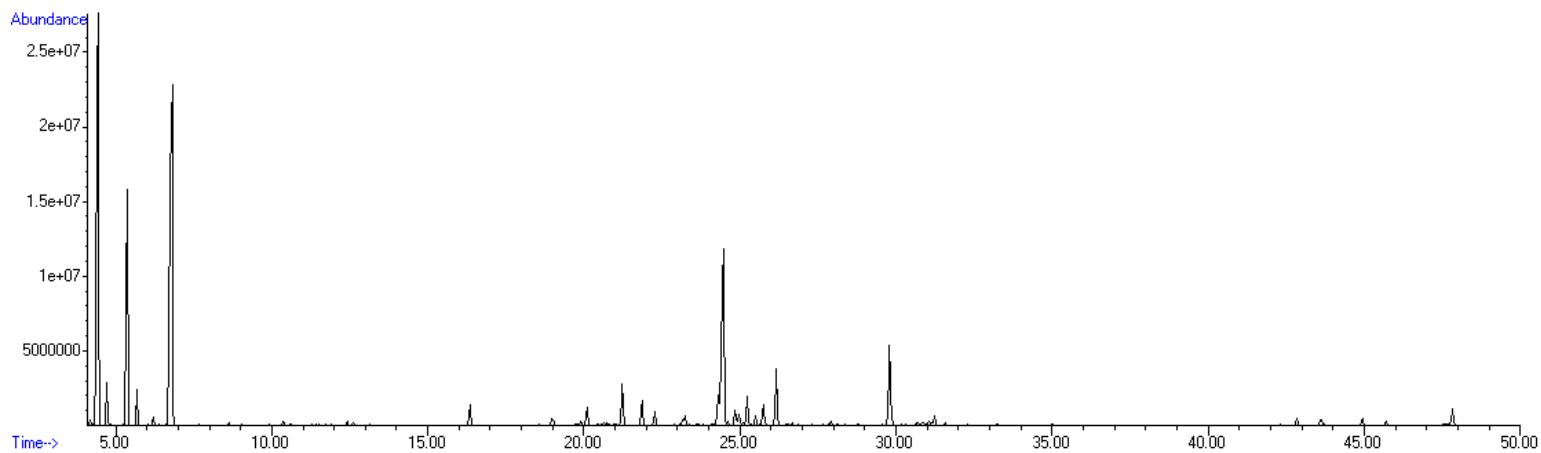
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Χρωματογραφήματα GC αιθερίου ελαίου βελονών (AC01L-AC12L) και κλαδιών (AC01T-AC12T) από τον Αίνο

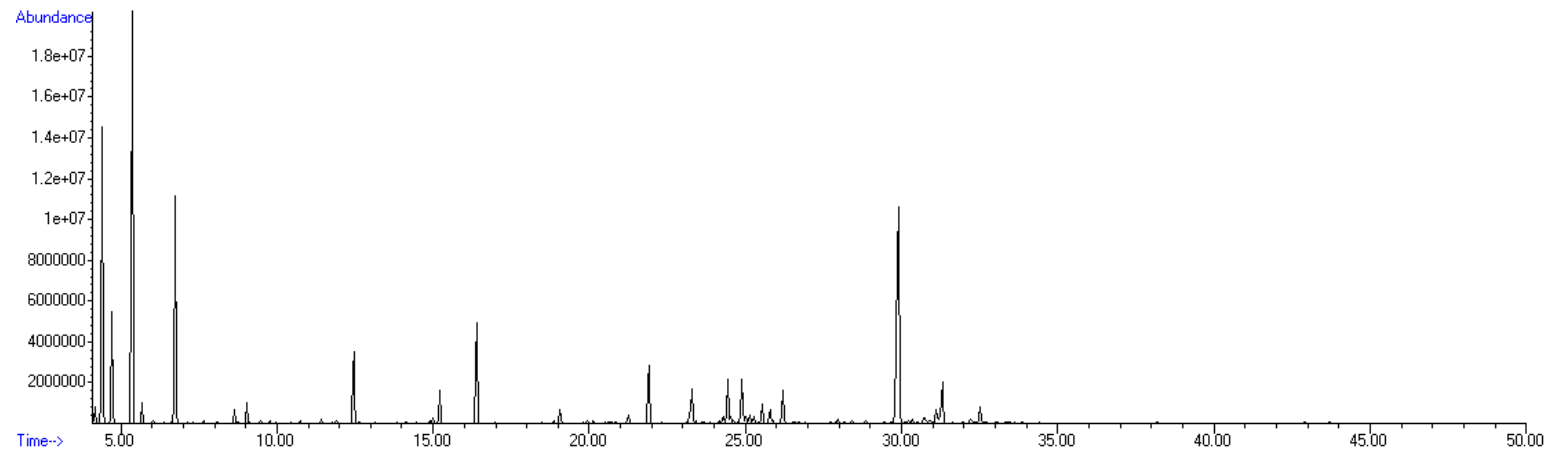
AC01L



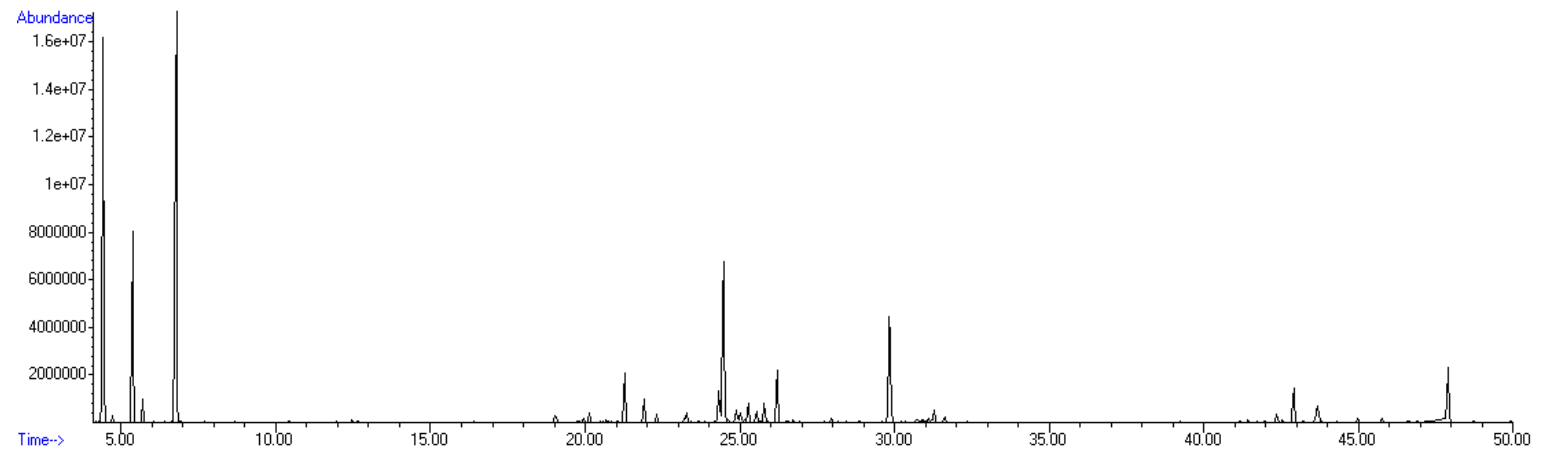
AC01T



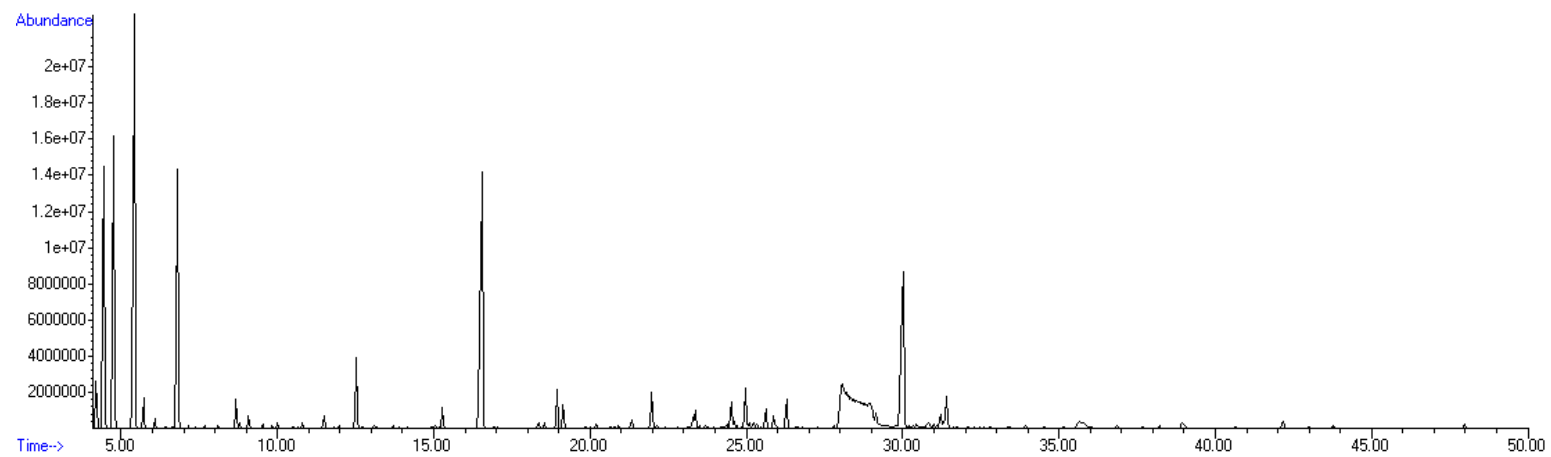
AC02L



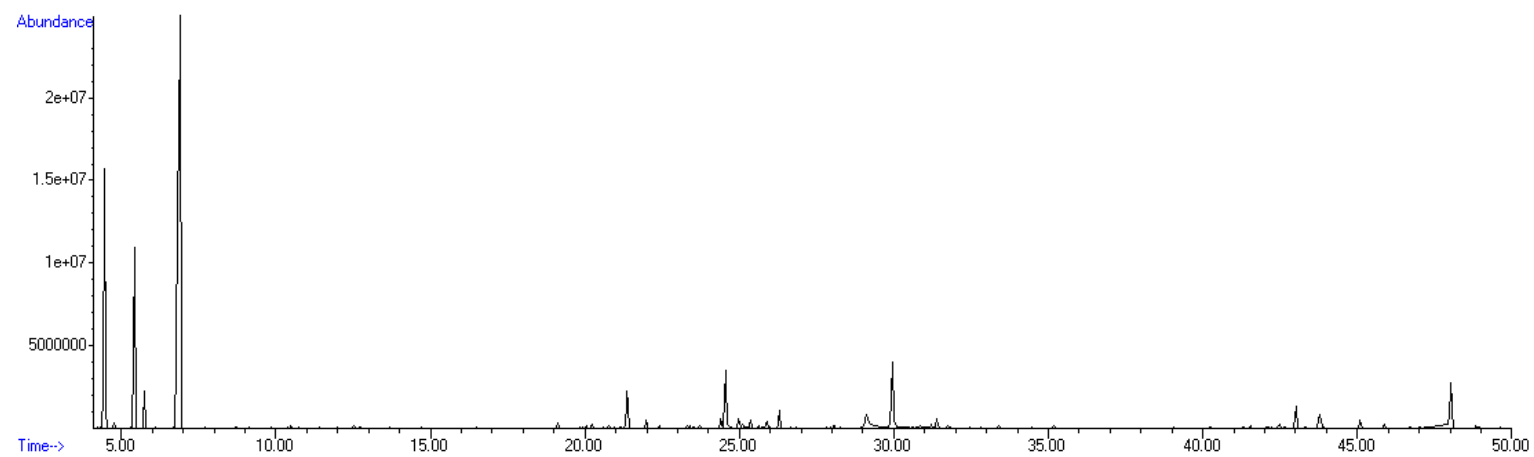
AC02T



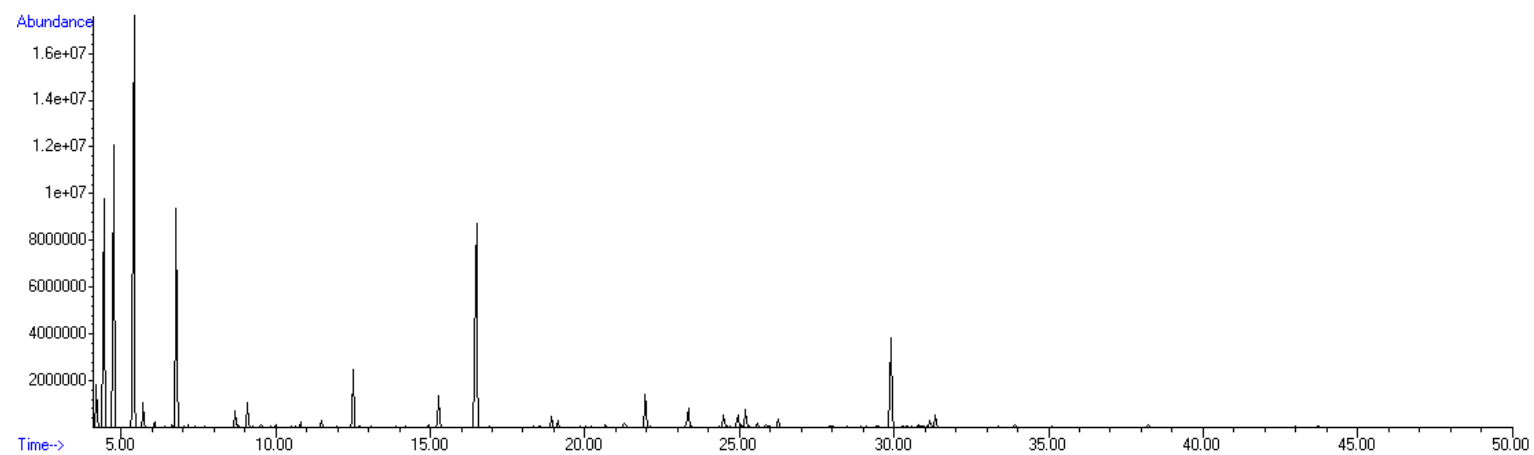
AC03L



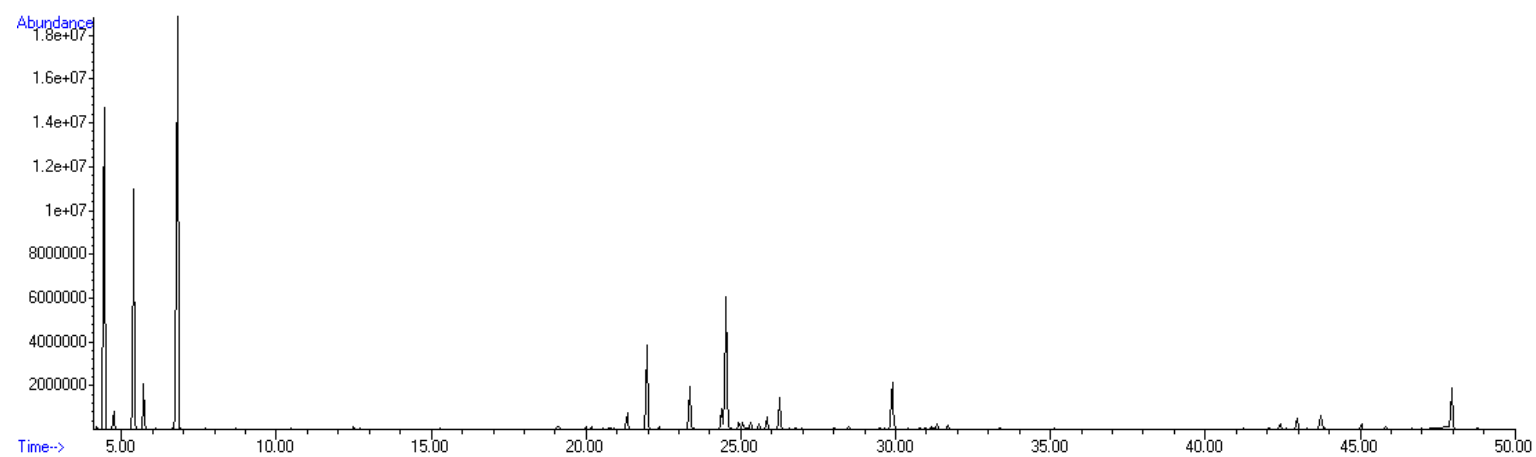
AC03T



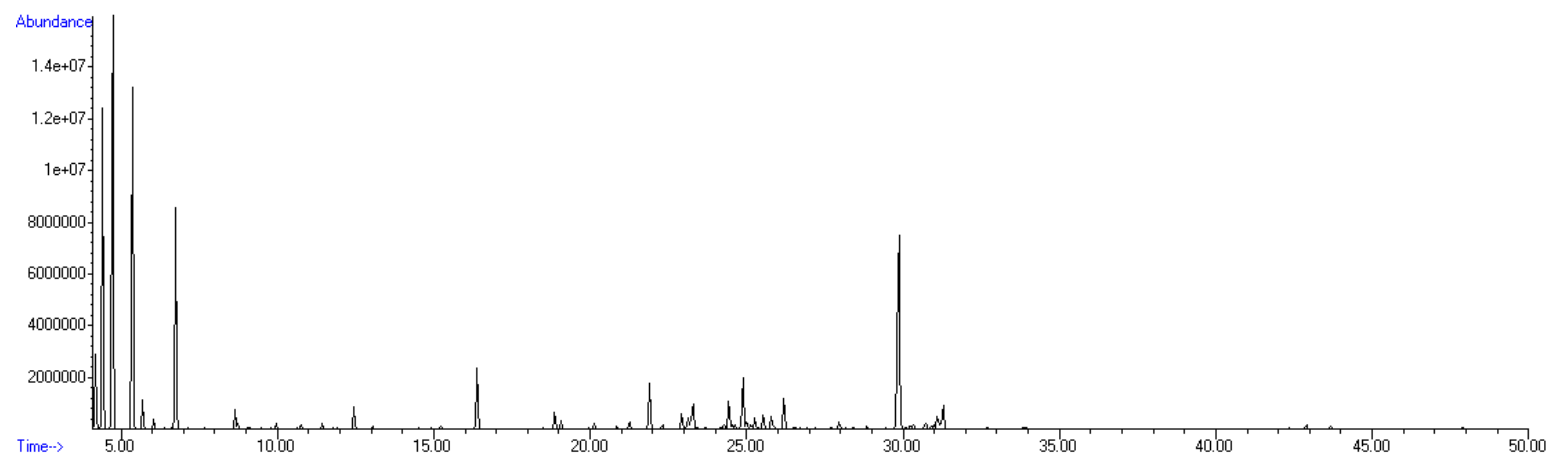
AC04L



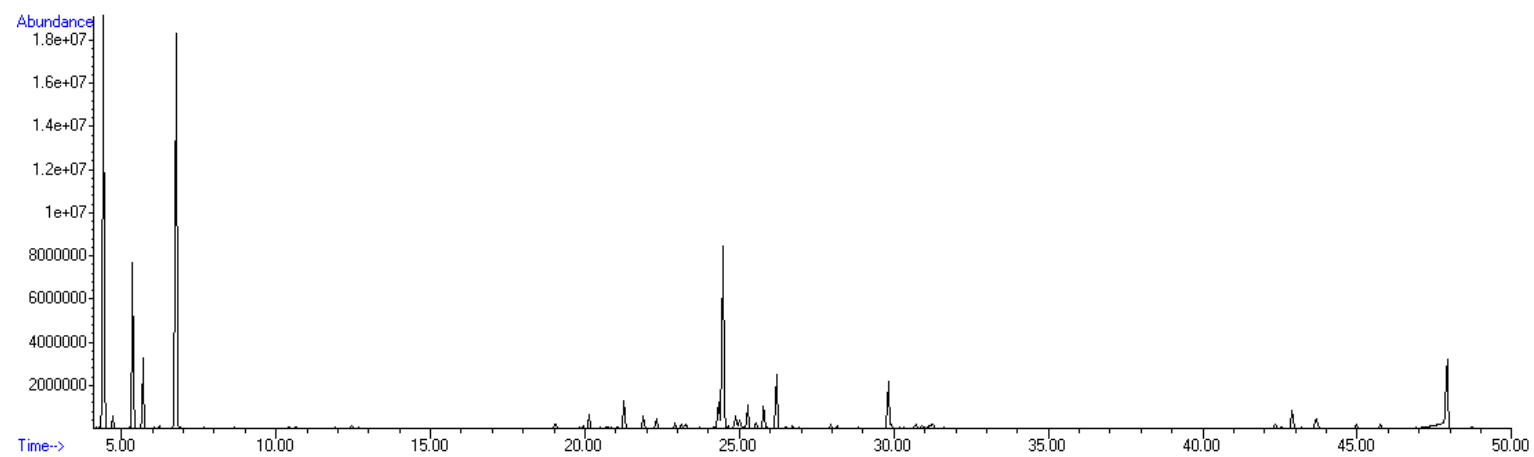
AC04T



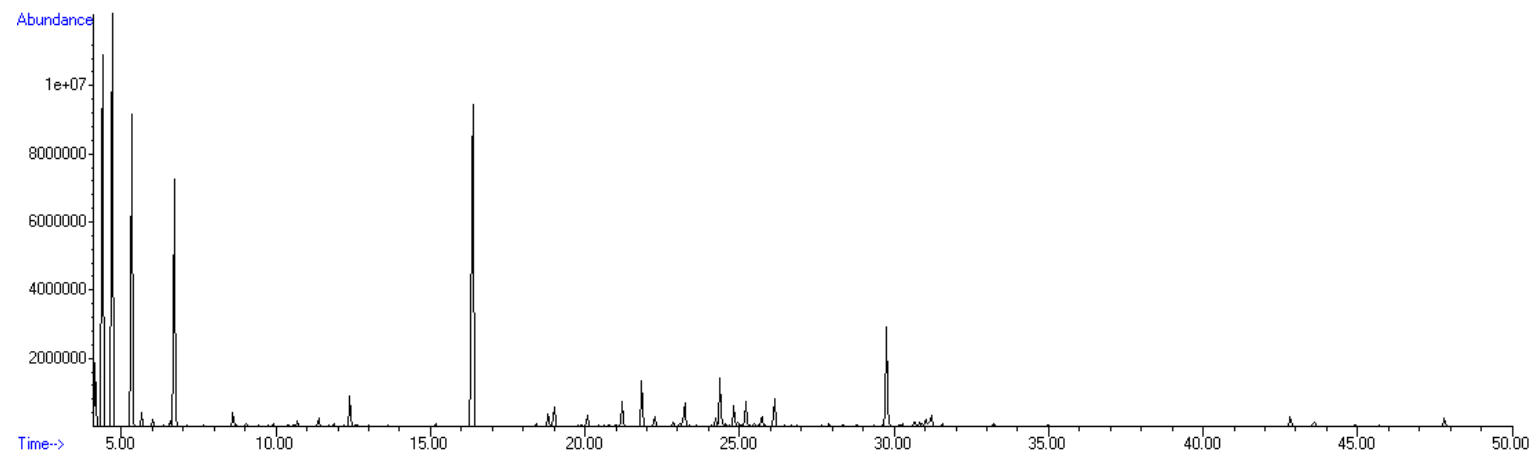
AC05L



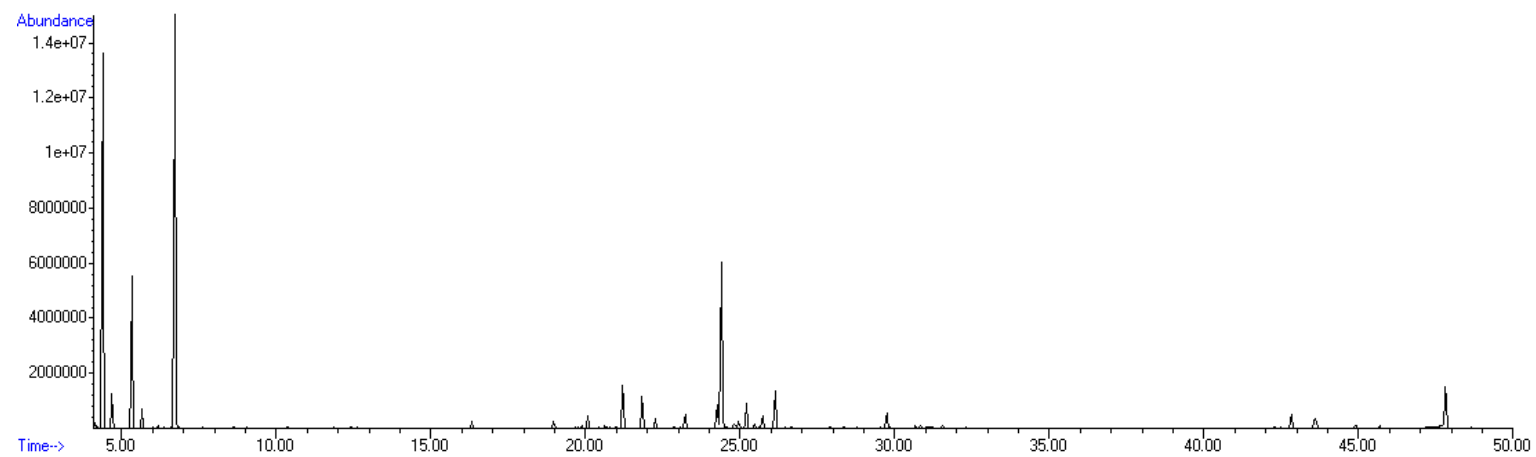
AC05T



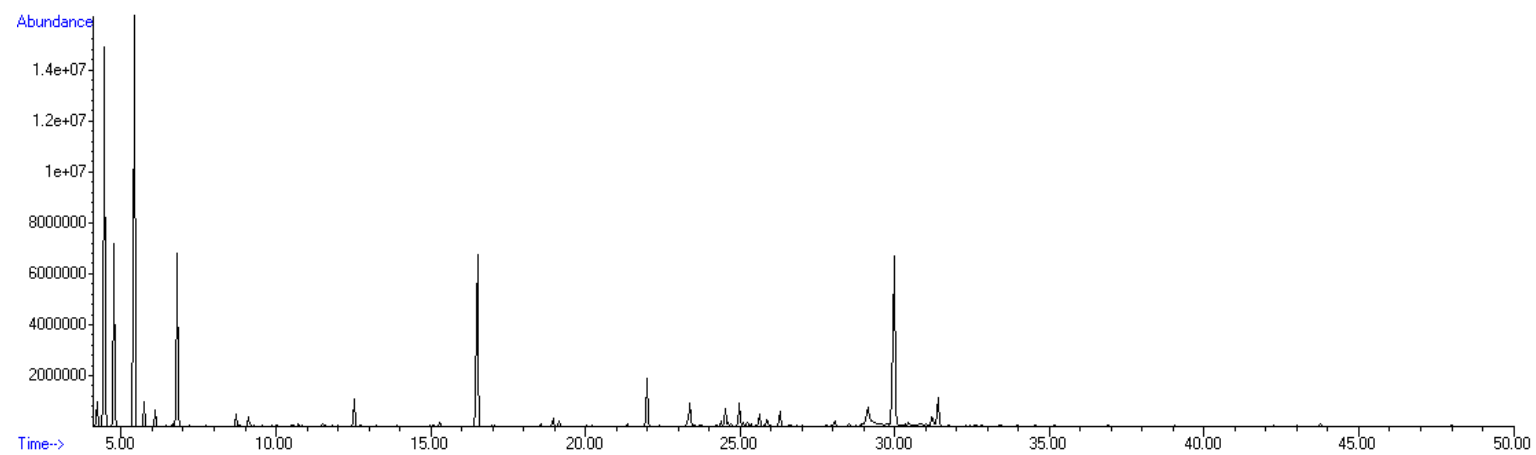
AC06L



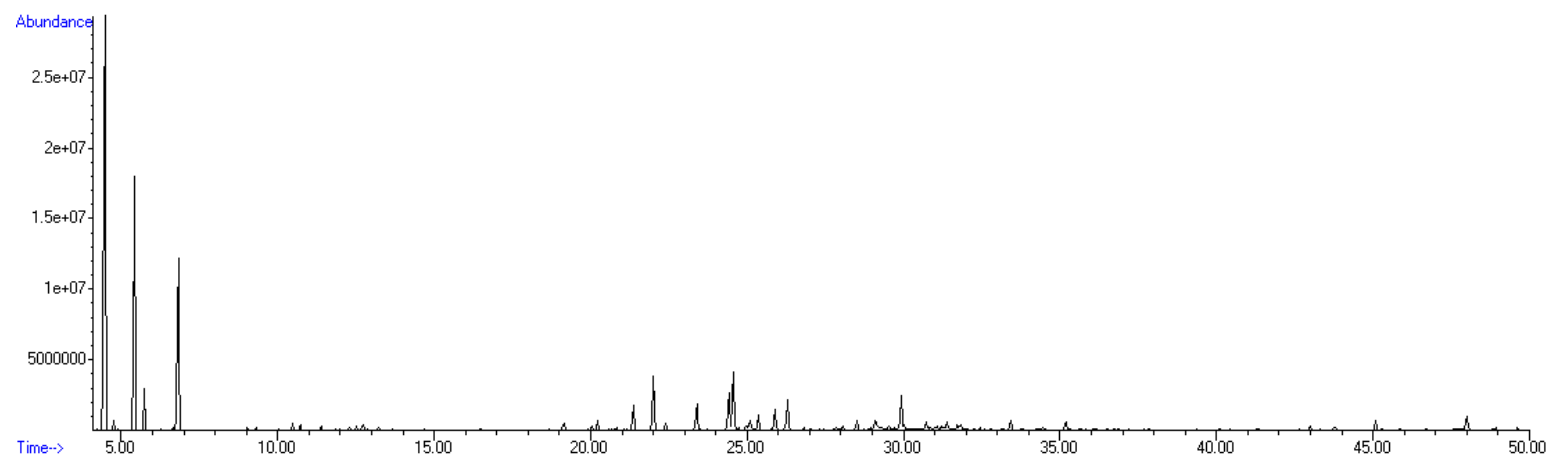
AC06T



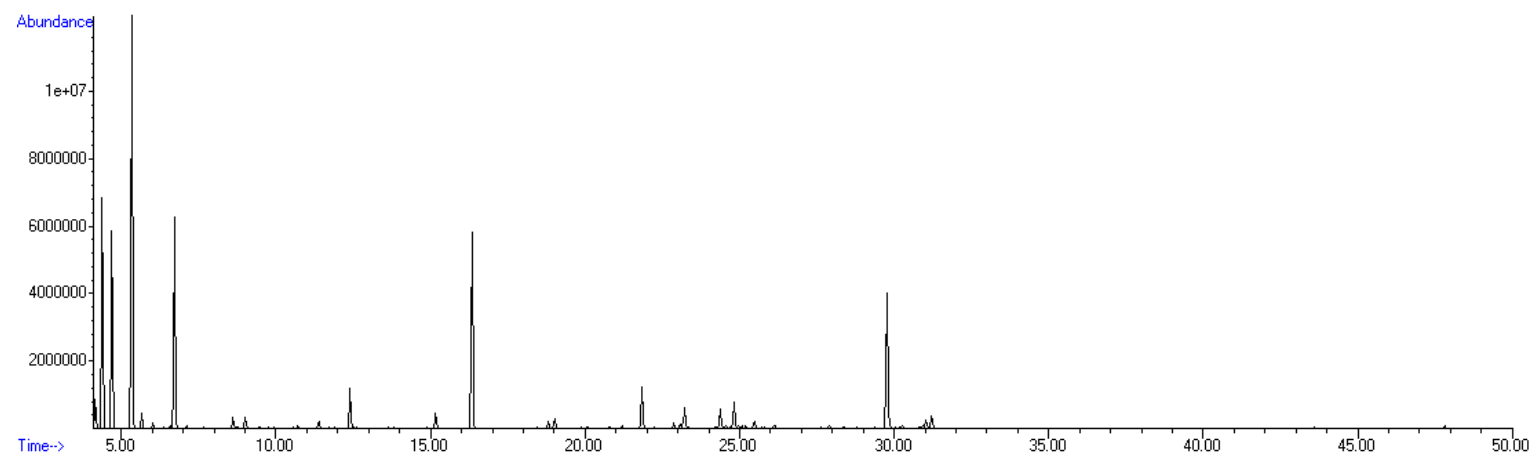
AC07L



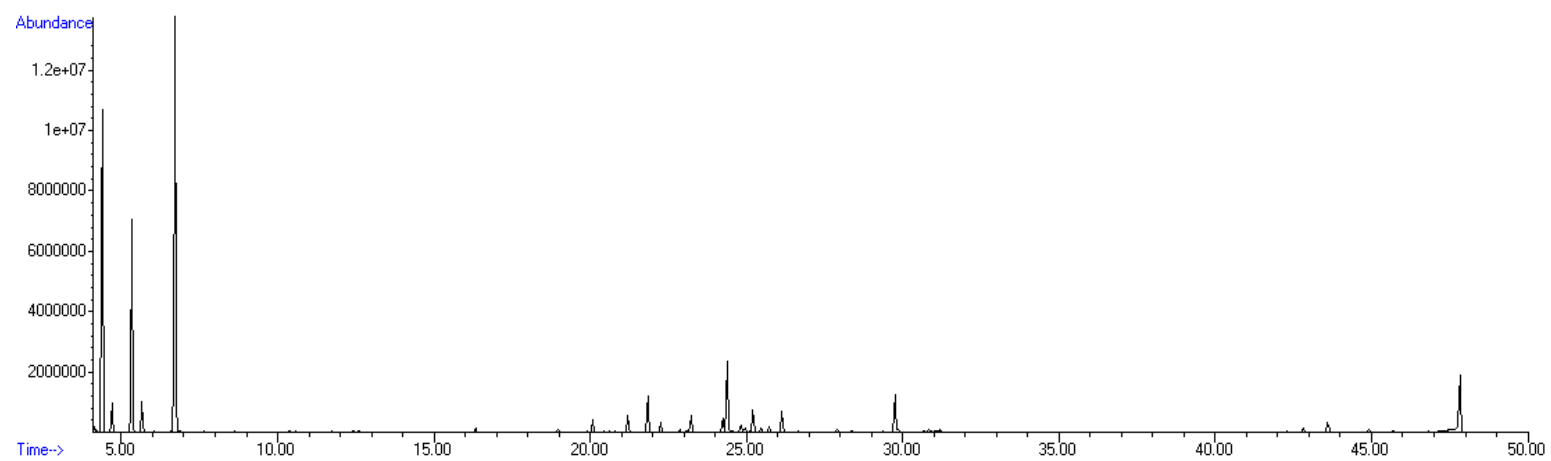
AC07T



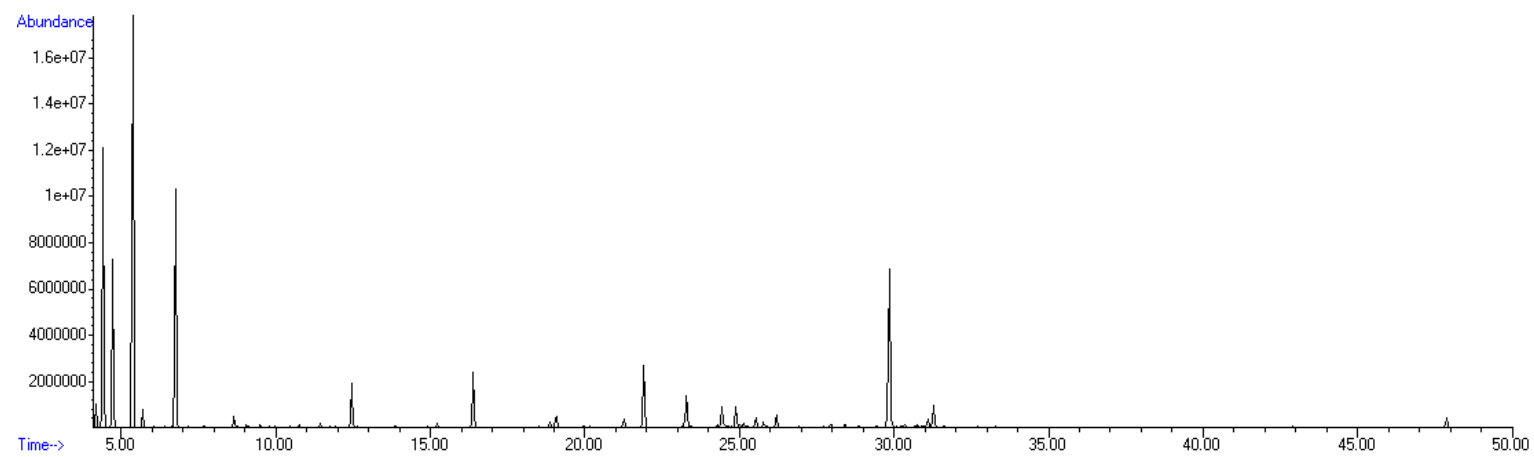
AC08L



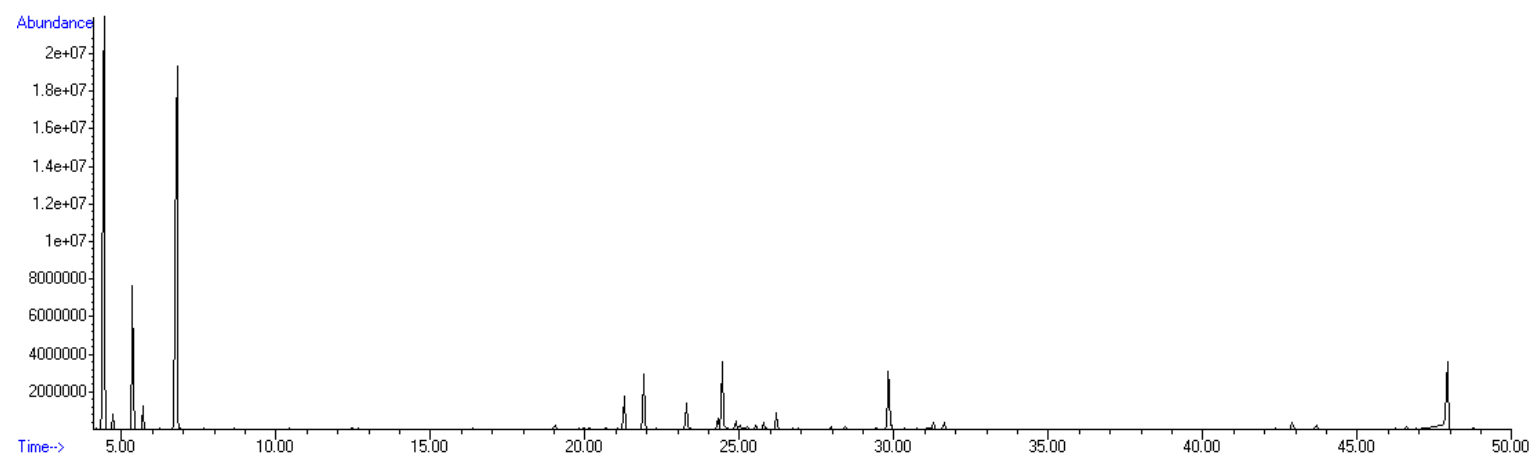
AC08T



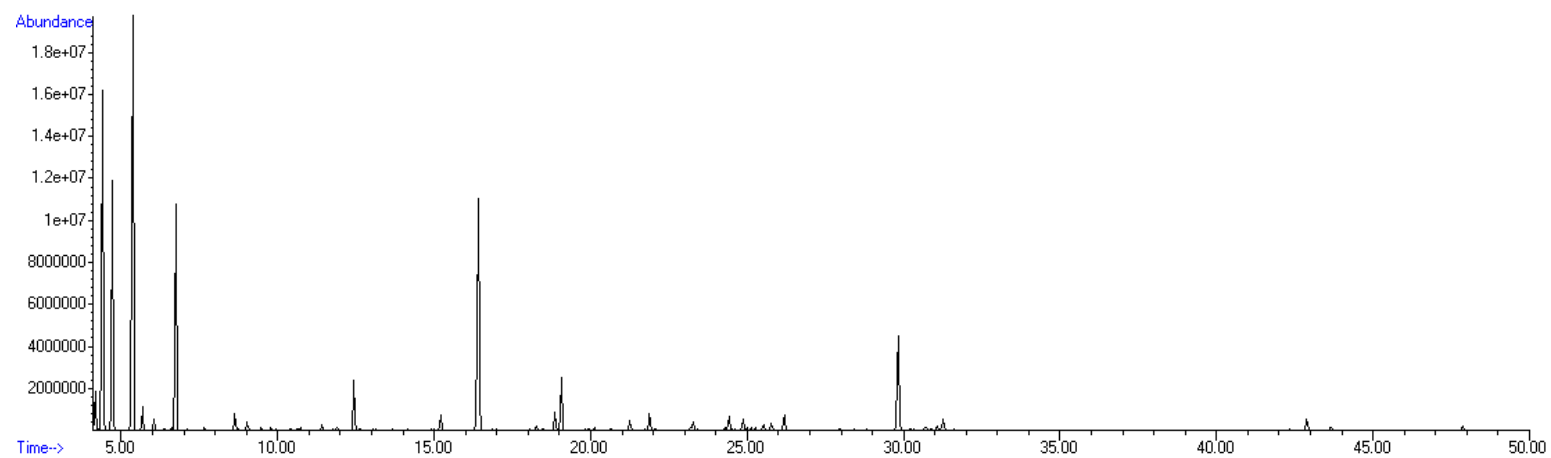
AC09L



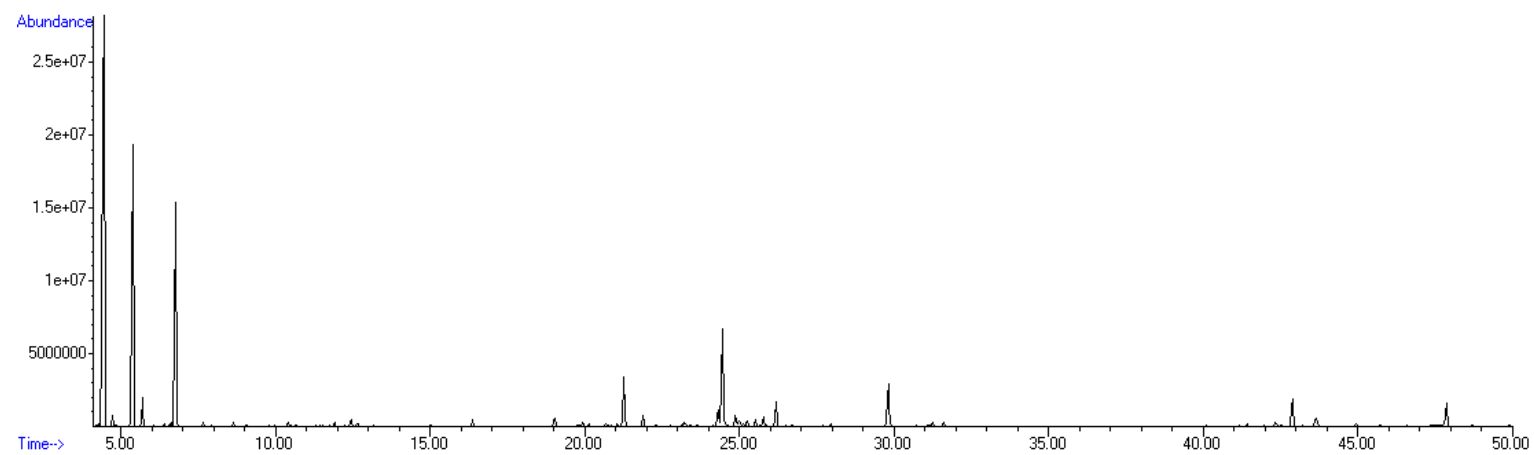
AC09T



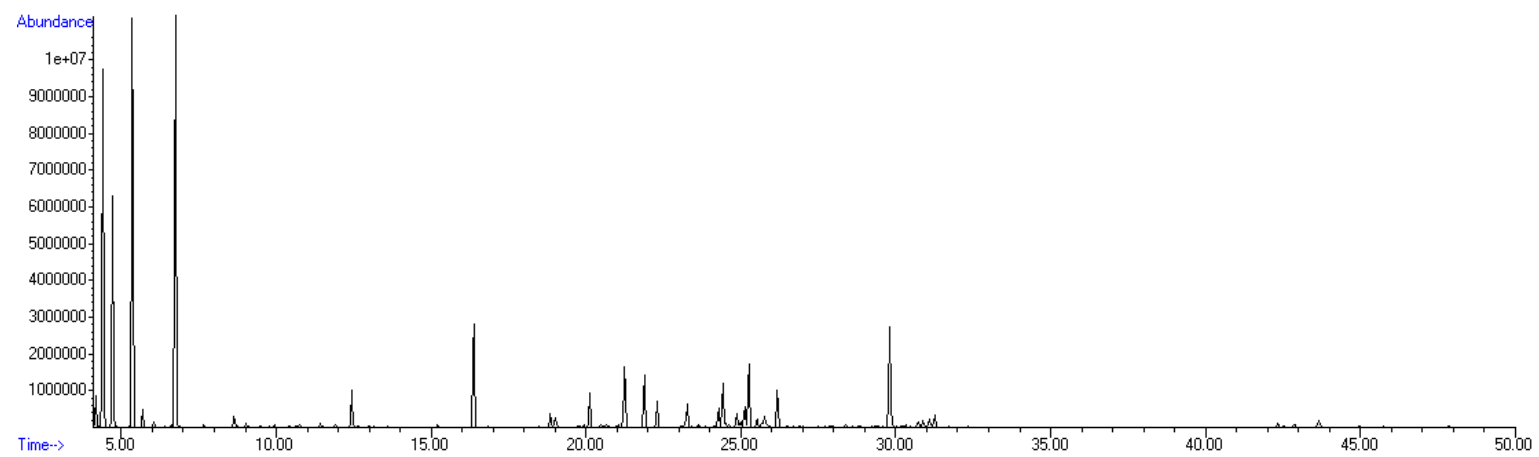
AC10L



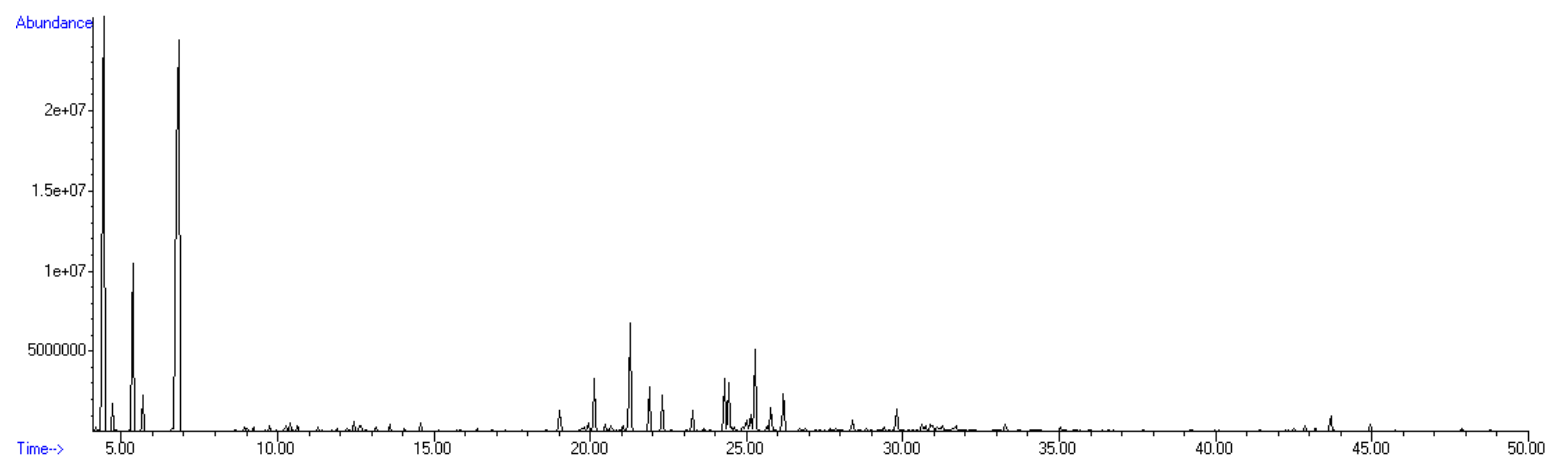
AC10T



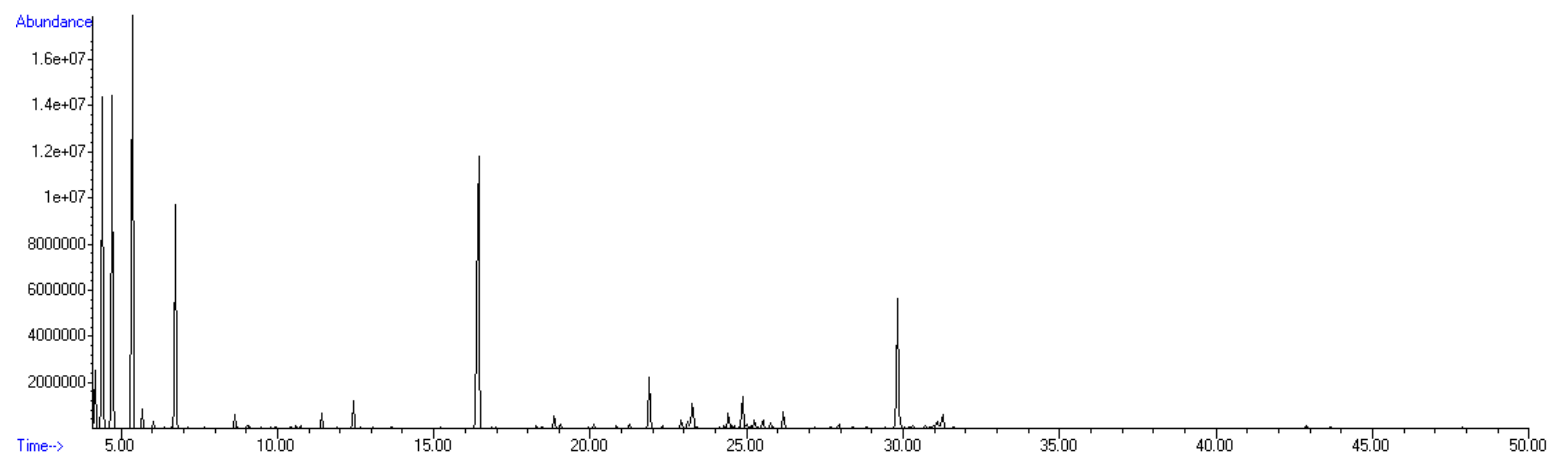
AC11L



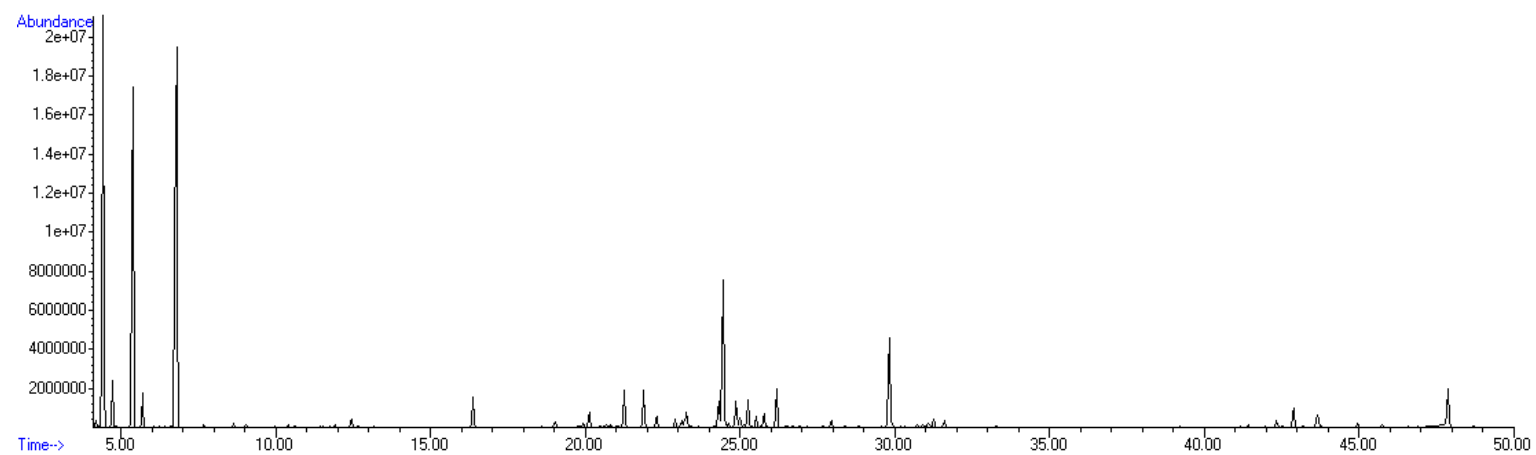
AC11T



AC12L

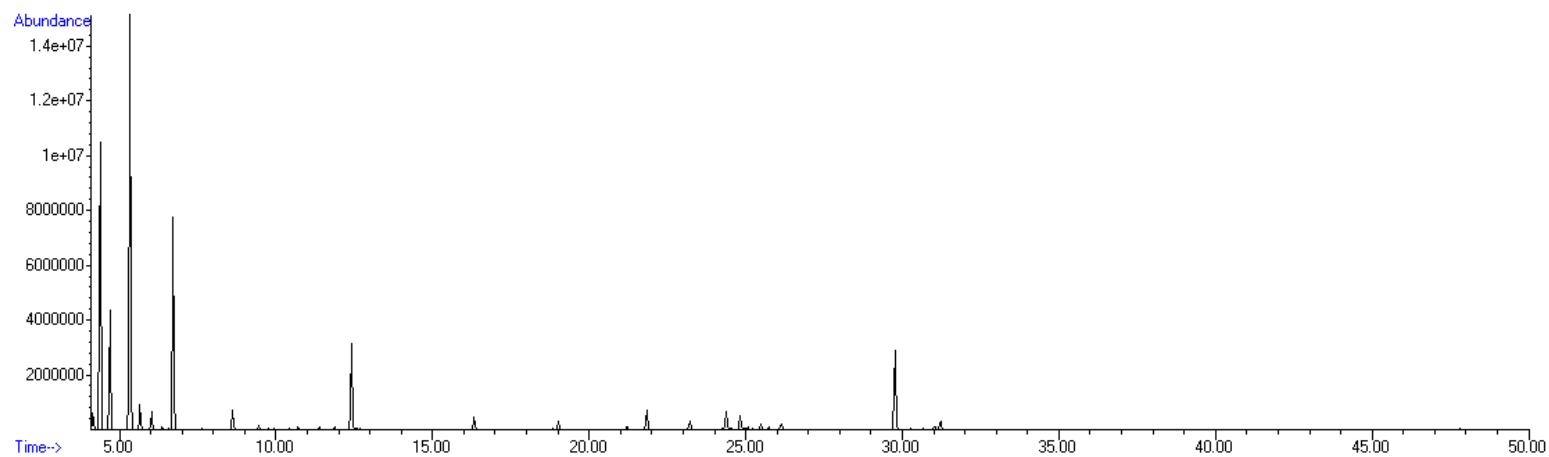


AC12T

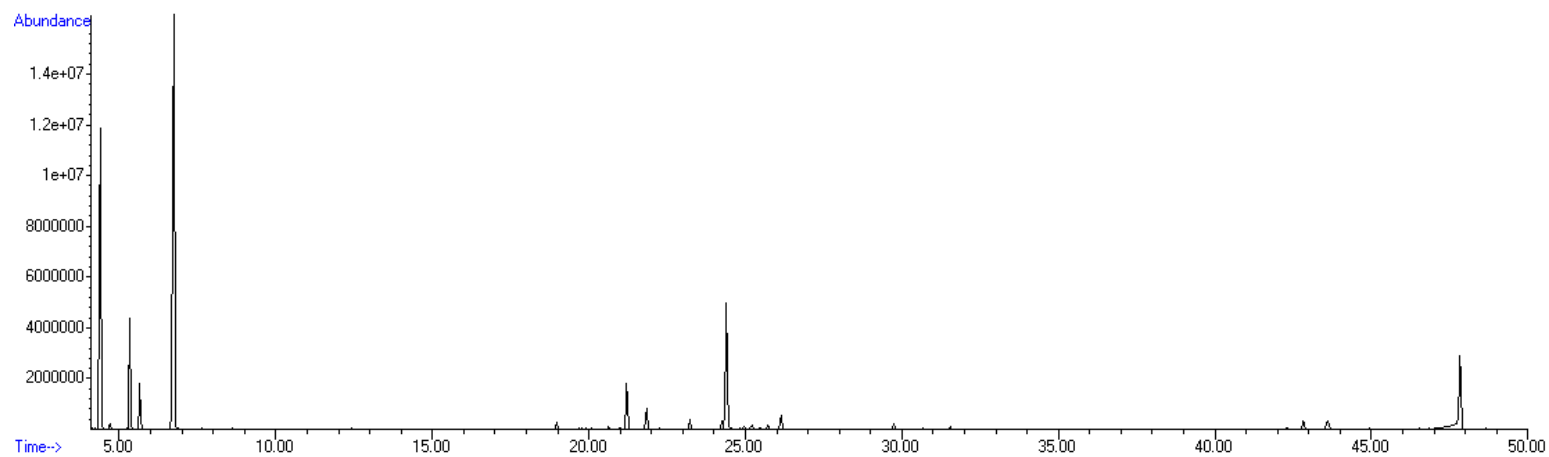


Χρωματογραφήματα GC αιθερίου ελαίου βελονών (AC13L-AC24L) και κλαδιών (AC13T-AC24T) από την Πάρνηθα

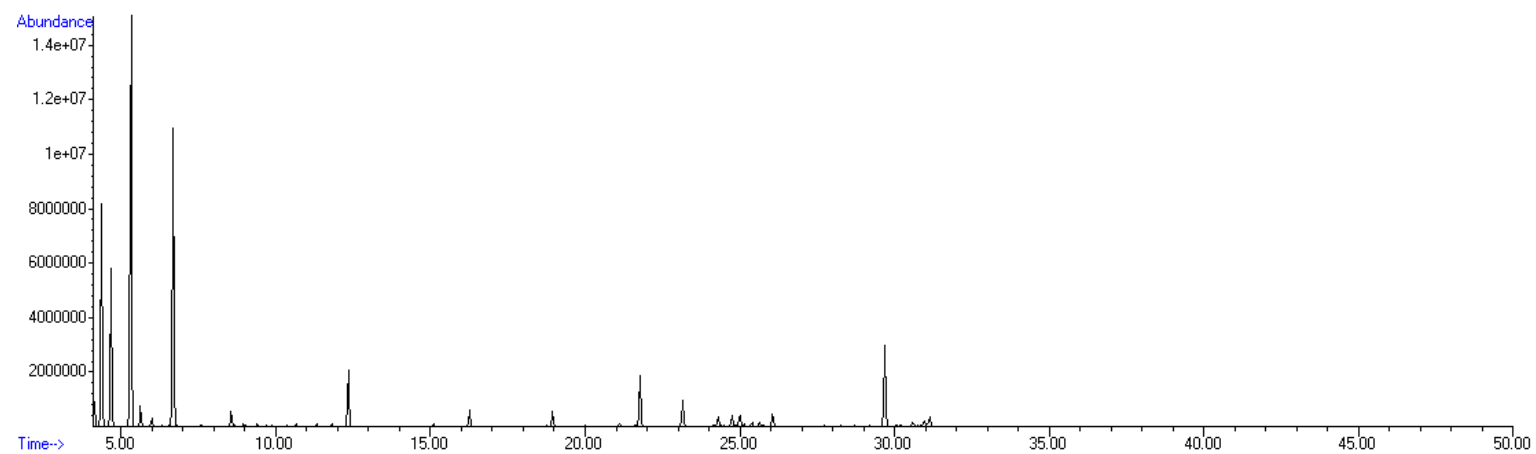
AC13L



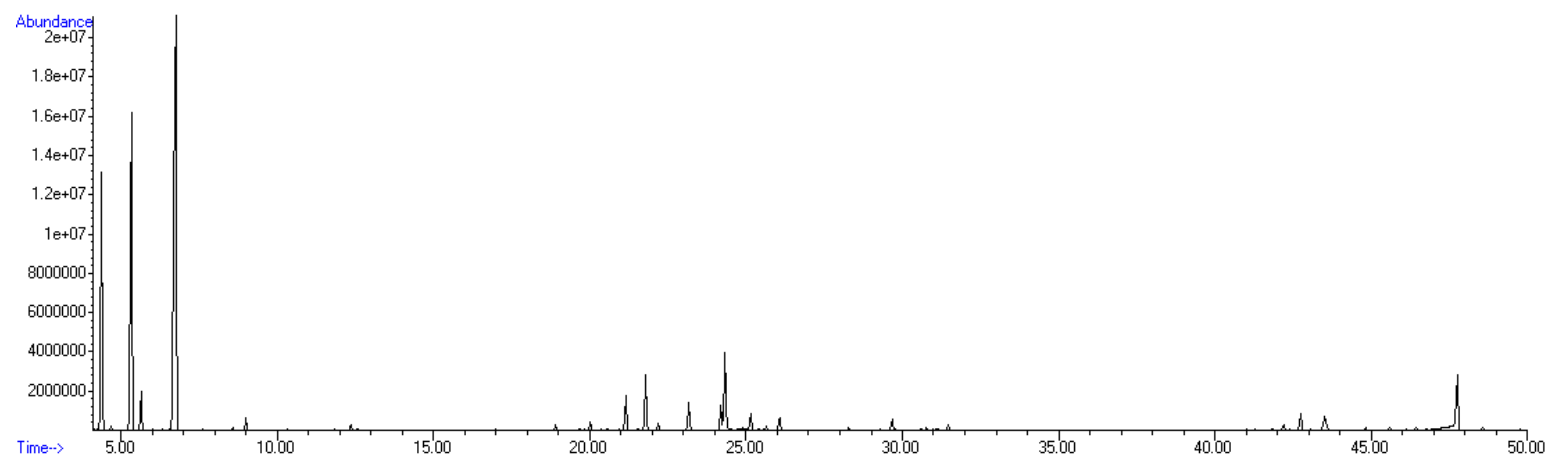
AC13T



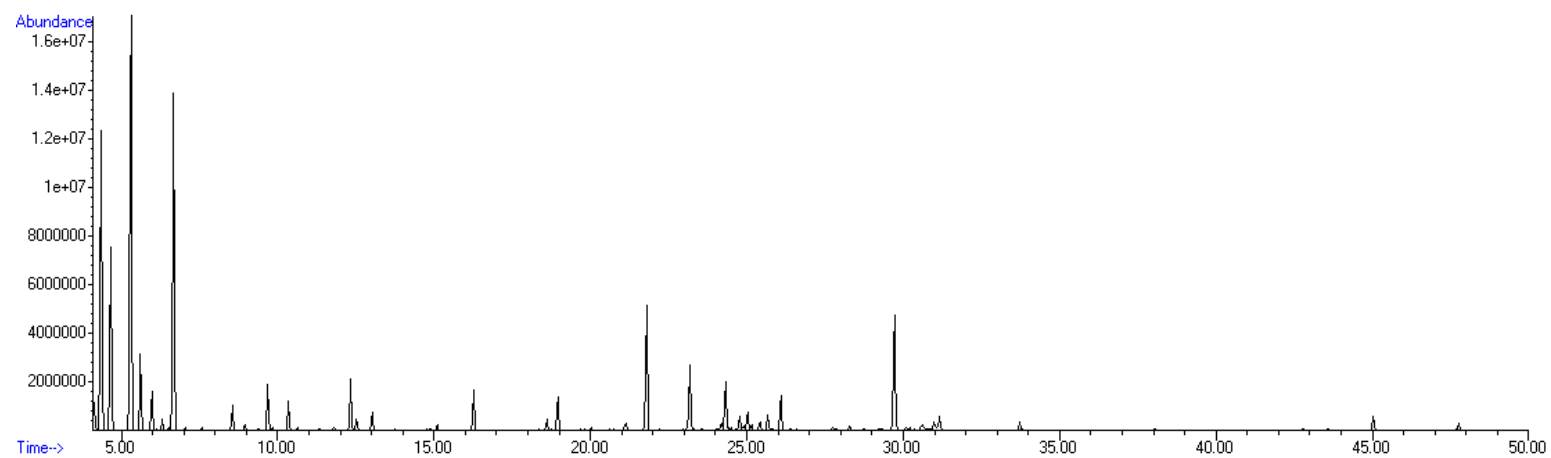
AC14L



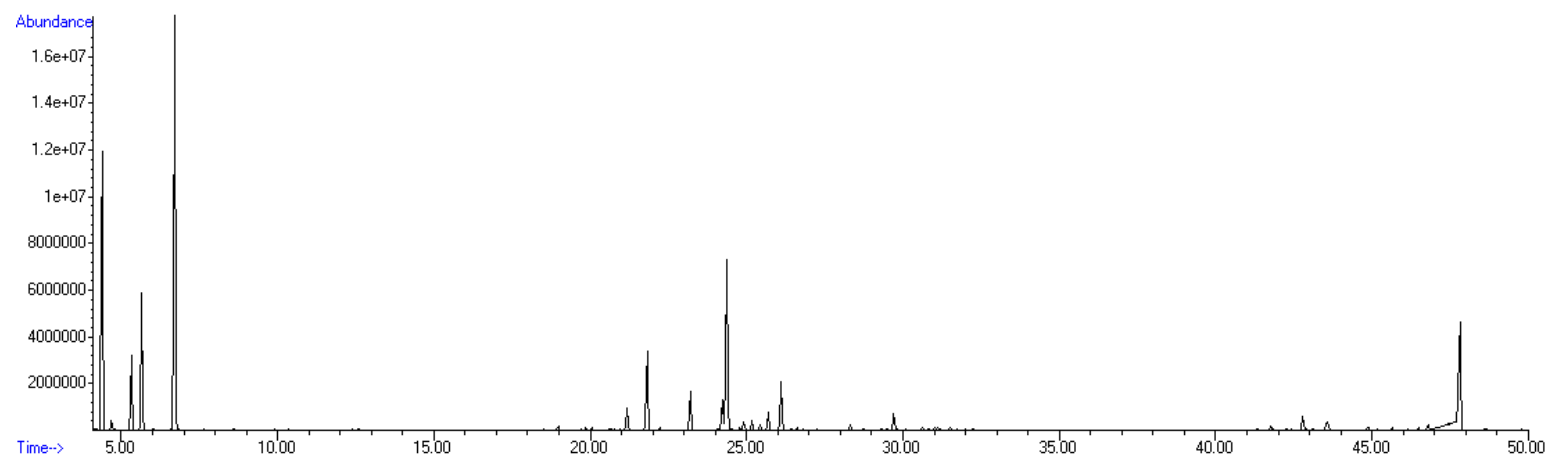
AC14T



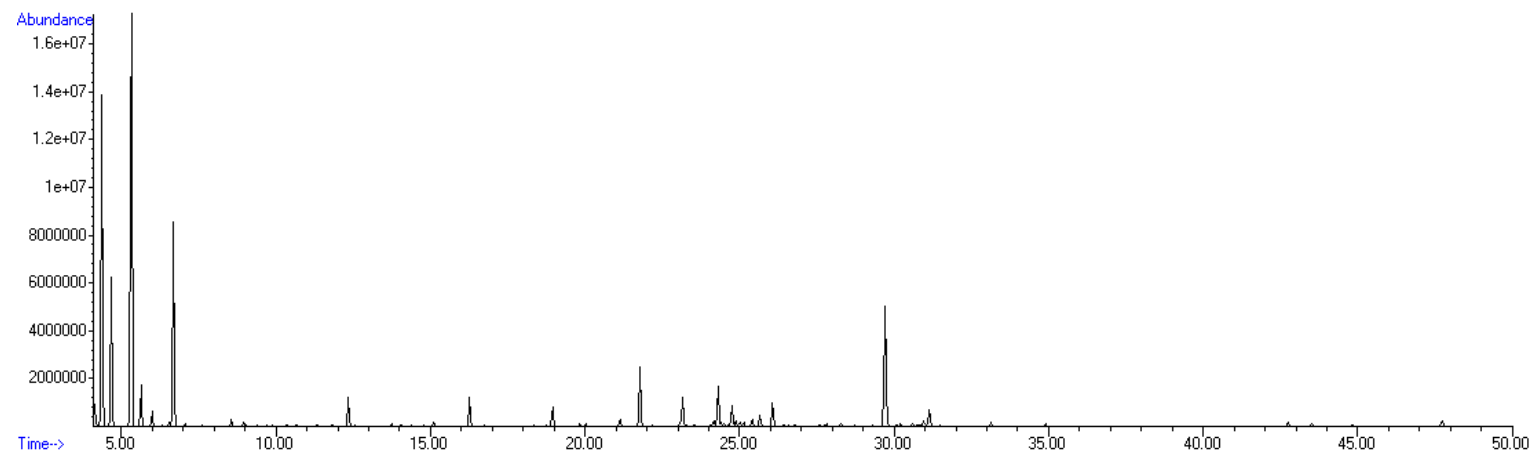
AC15L



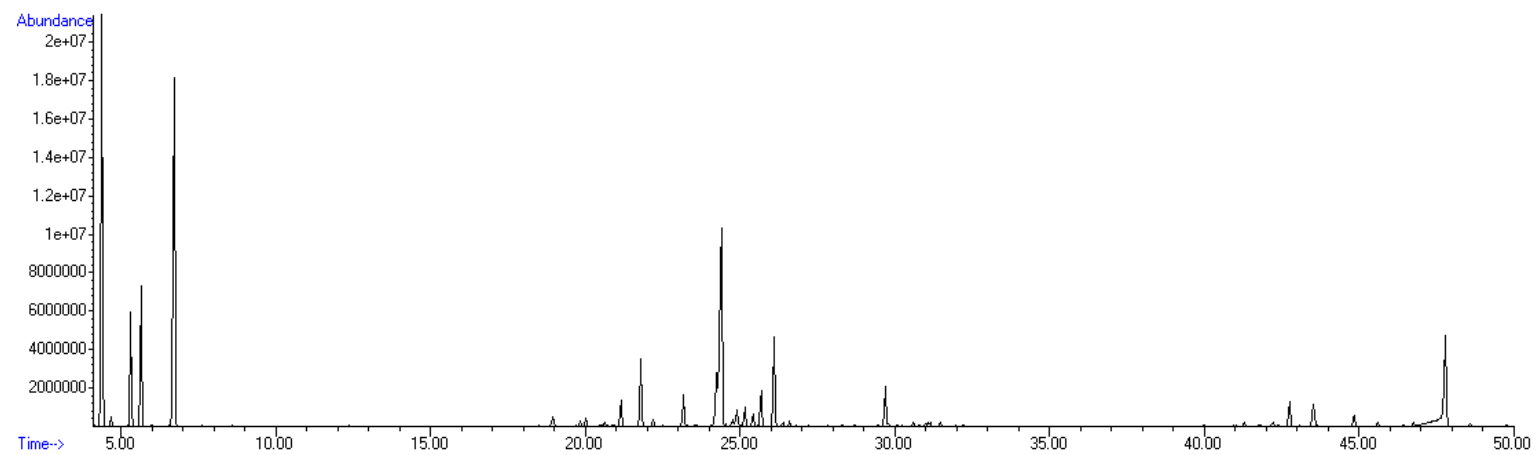
AC15T



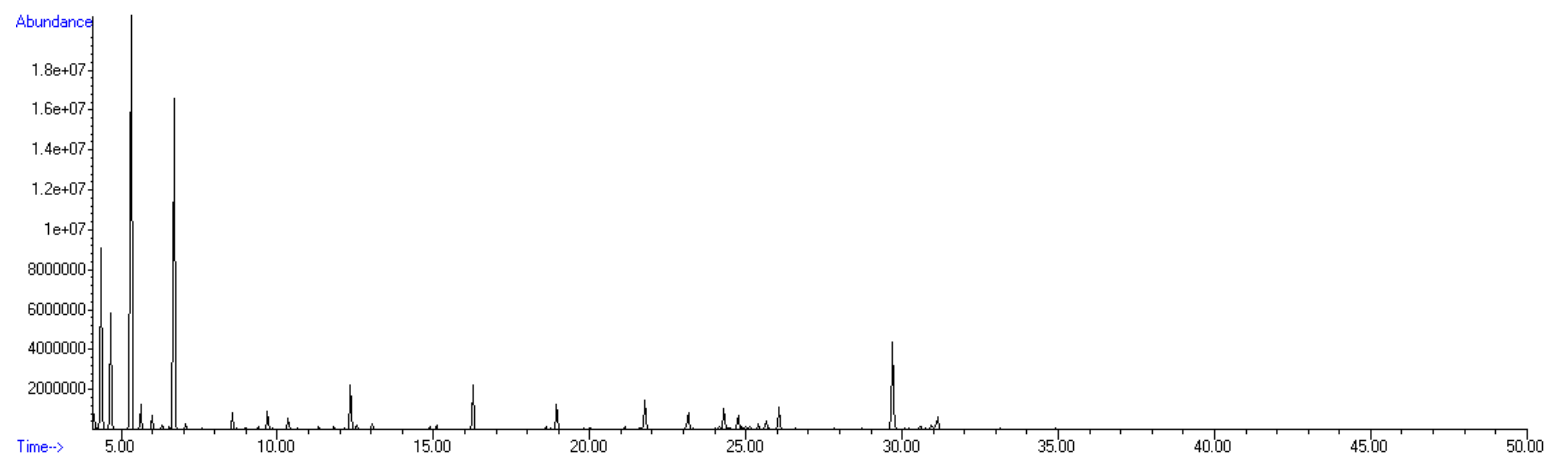
AC16L



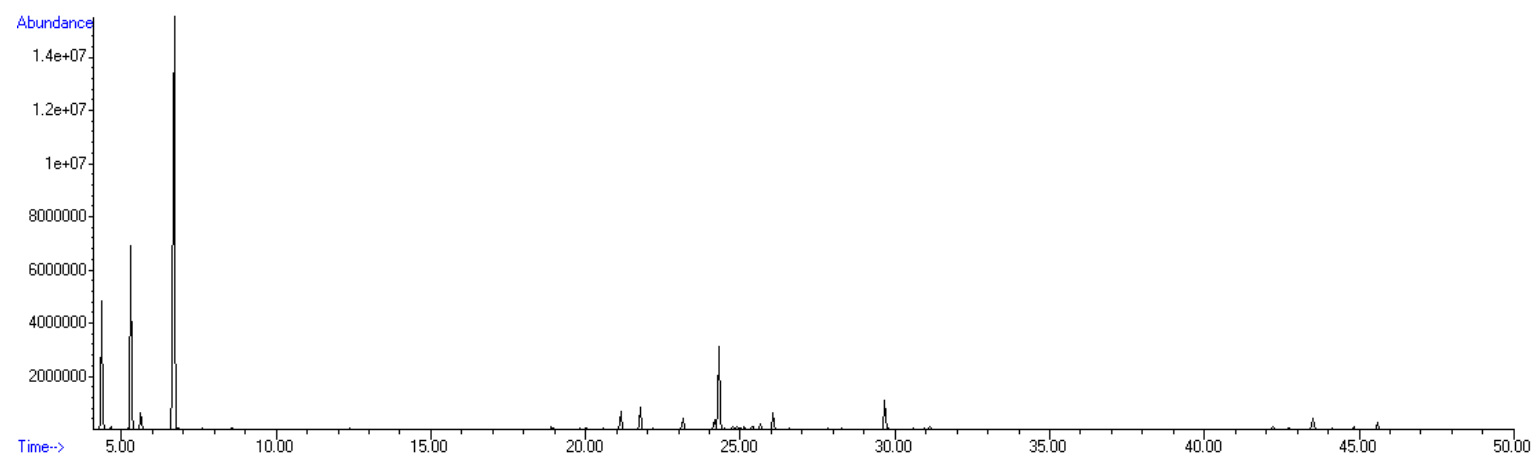
AC16T



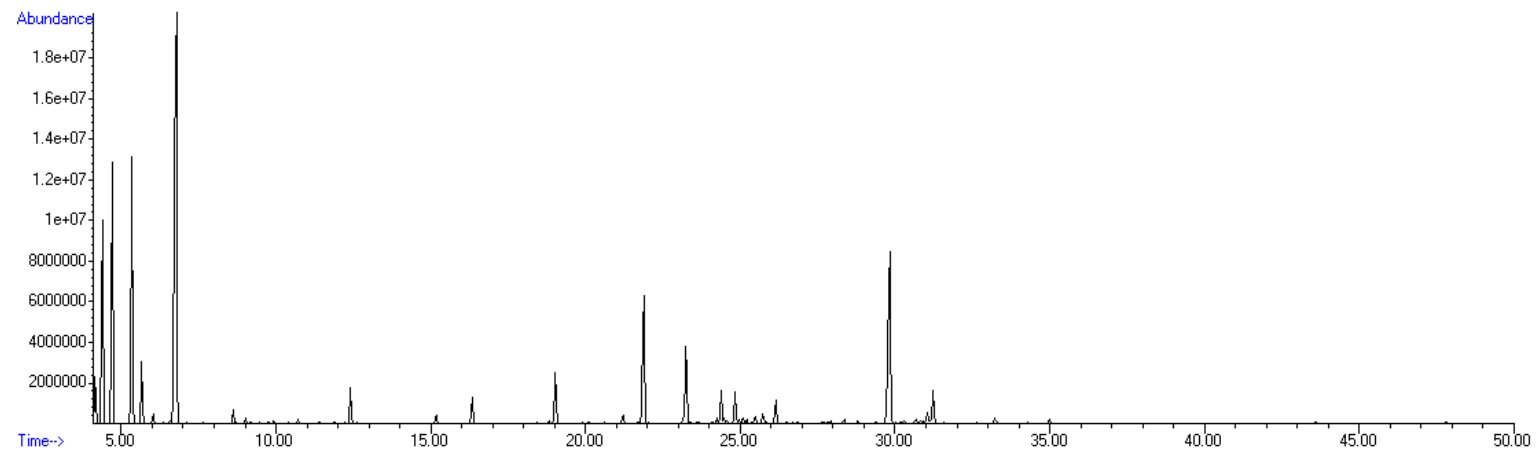
AC17L



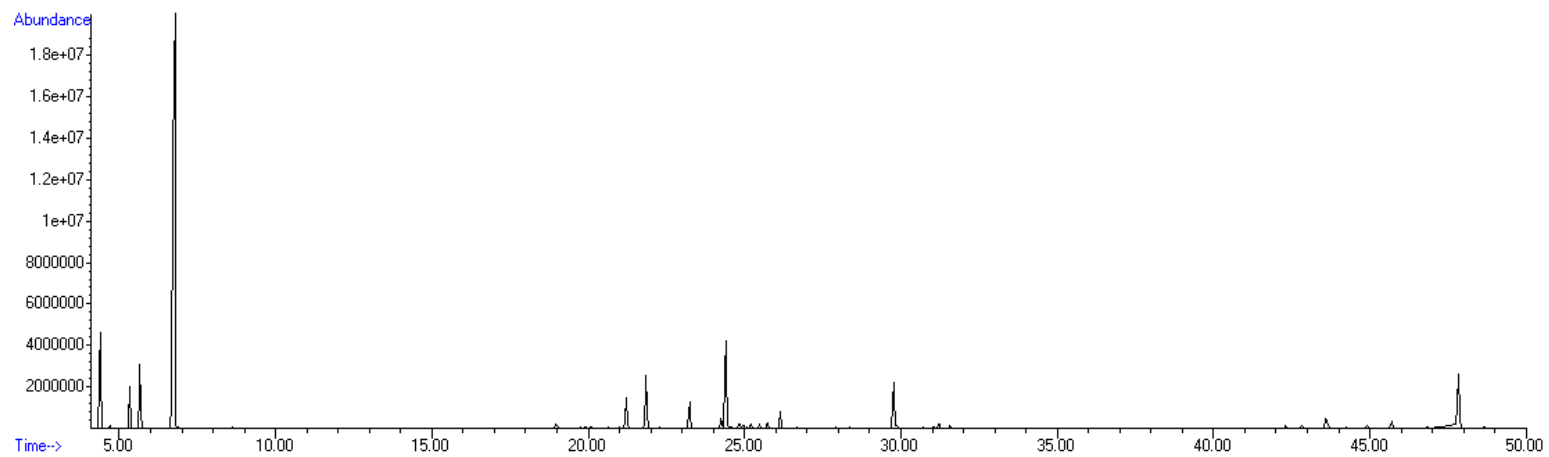
AC17T



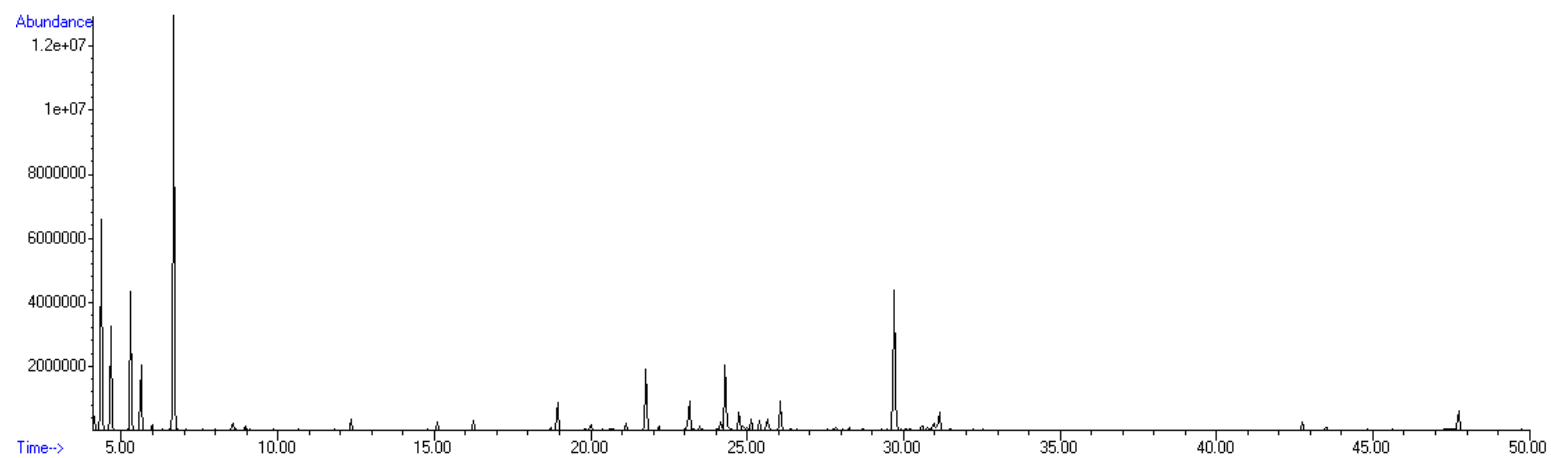
AC18L



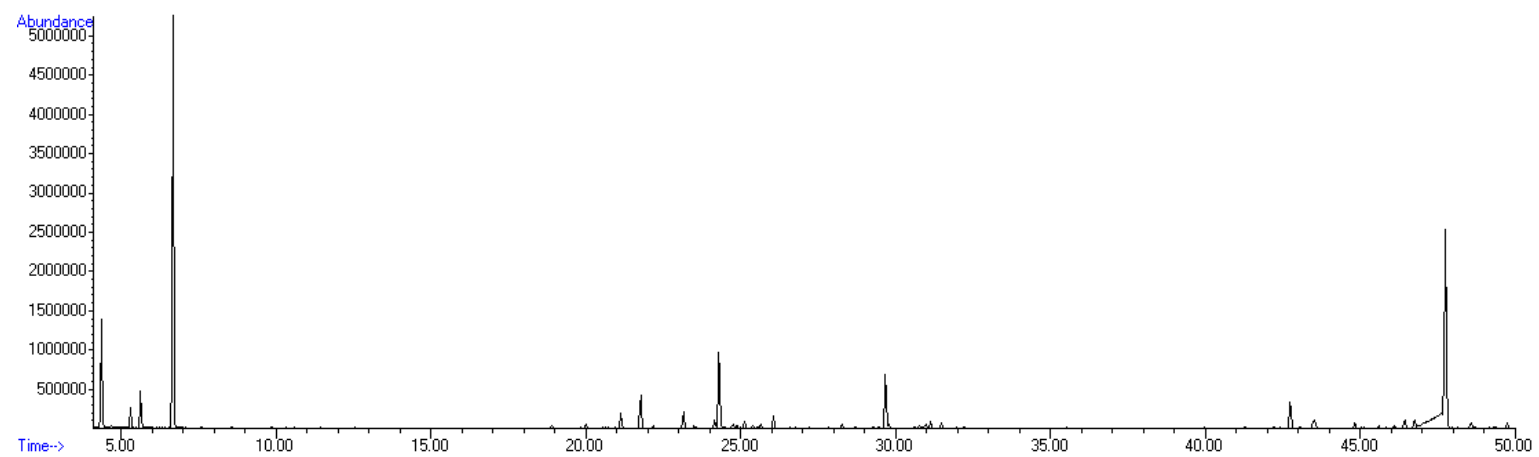
AC18T



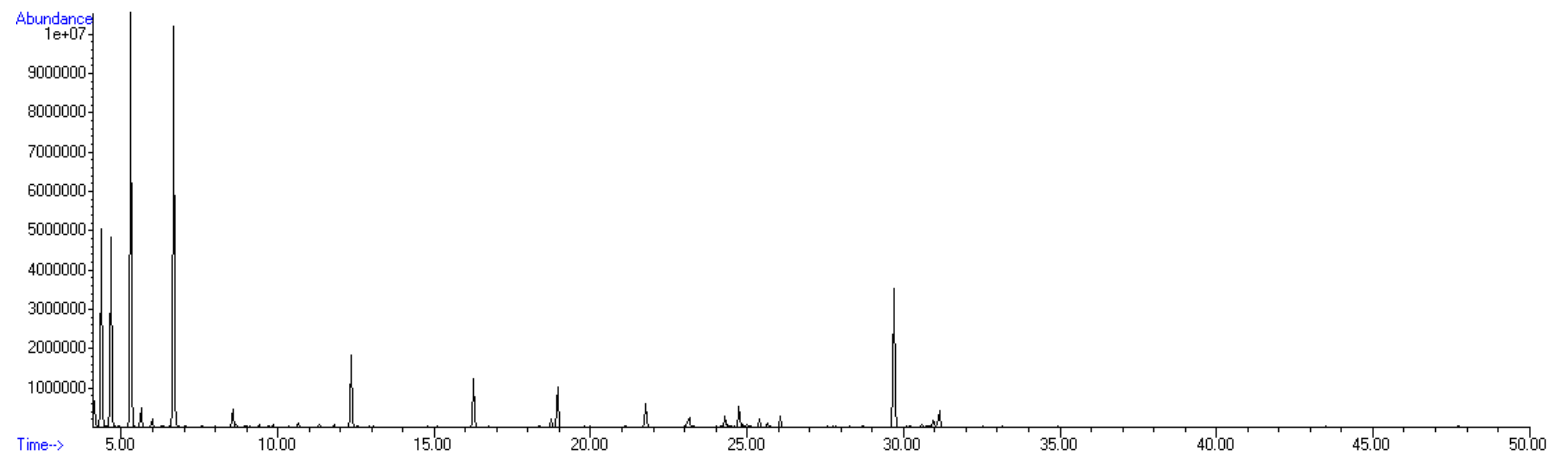
AC19L



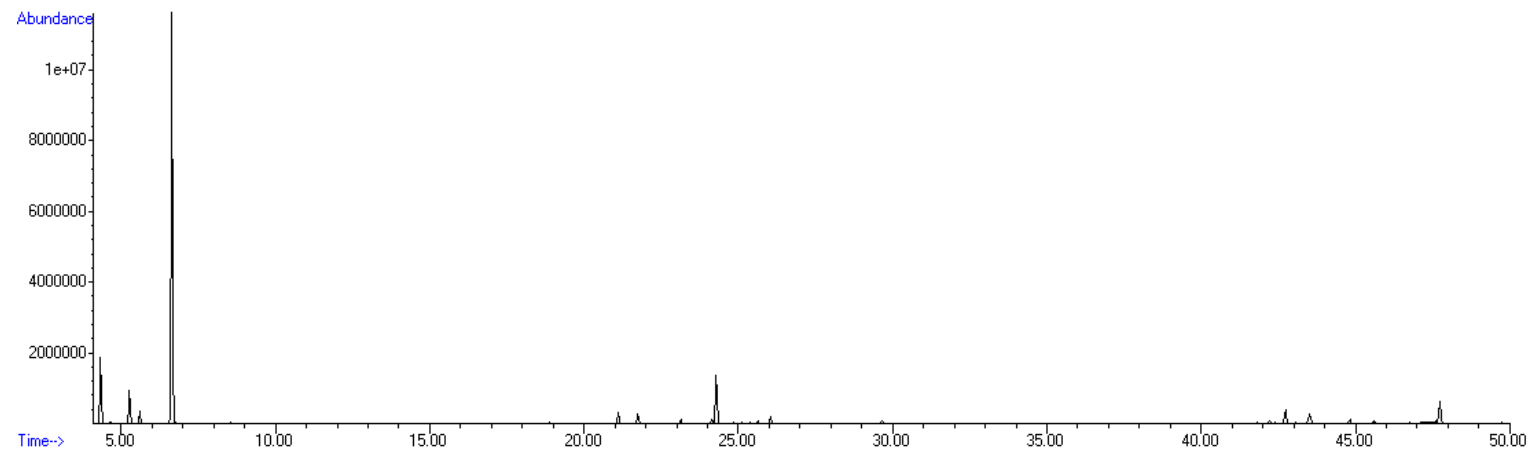
AC19T



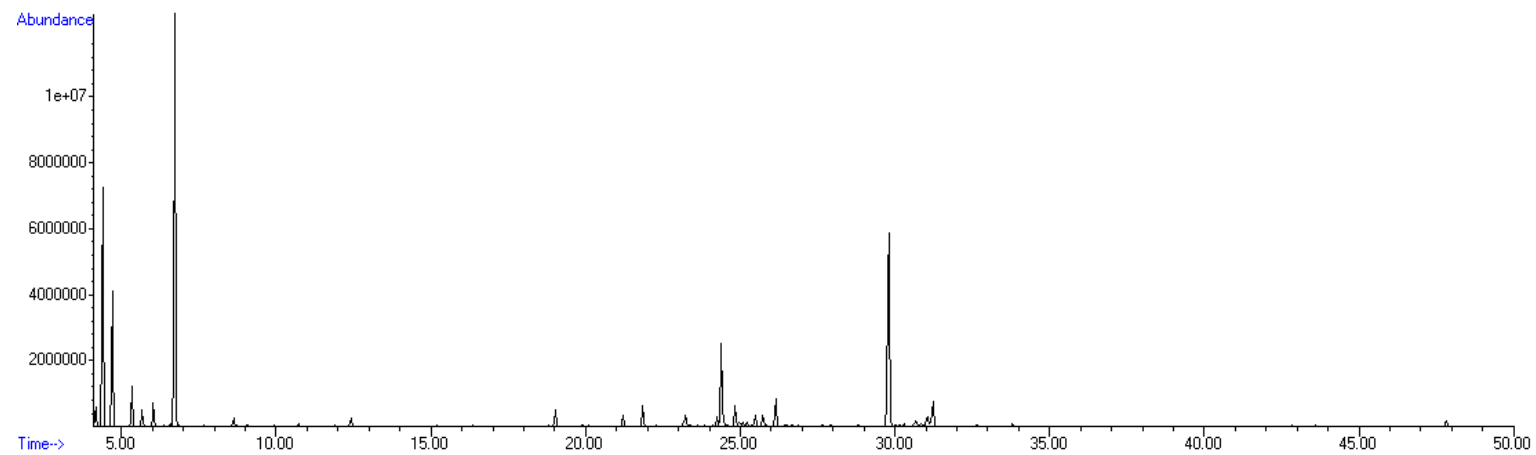
AC20L



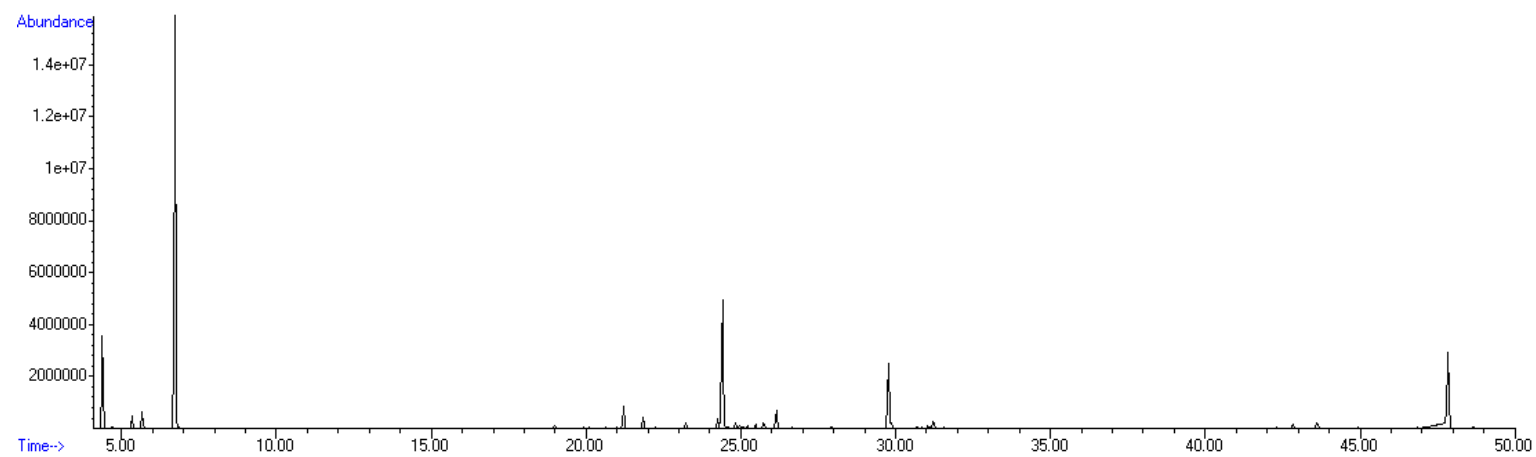
AC20T



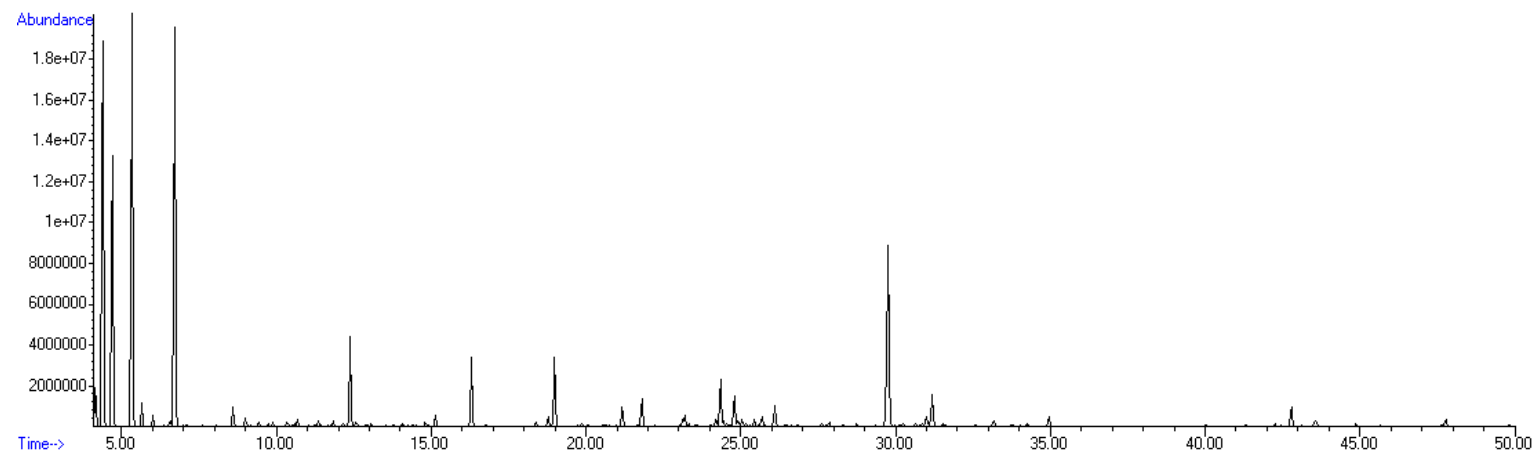
AC21L



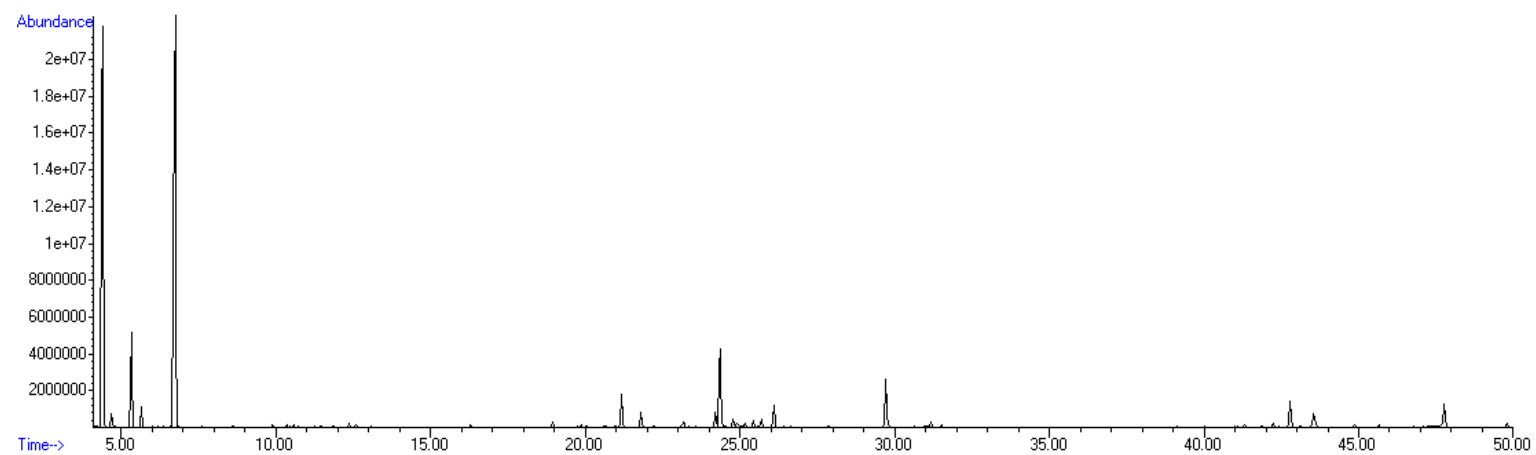
AC21T



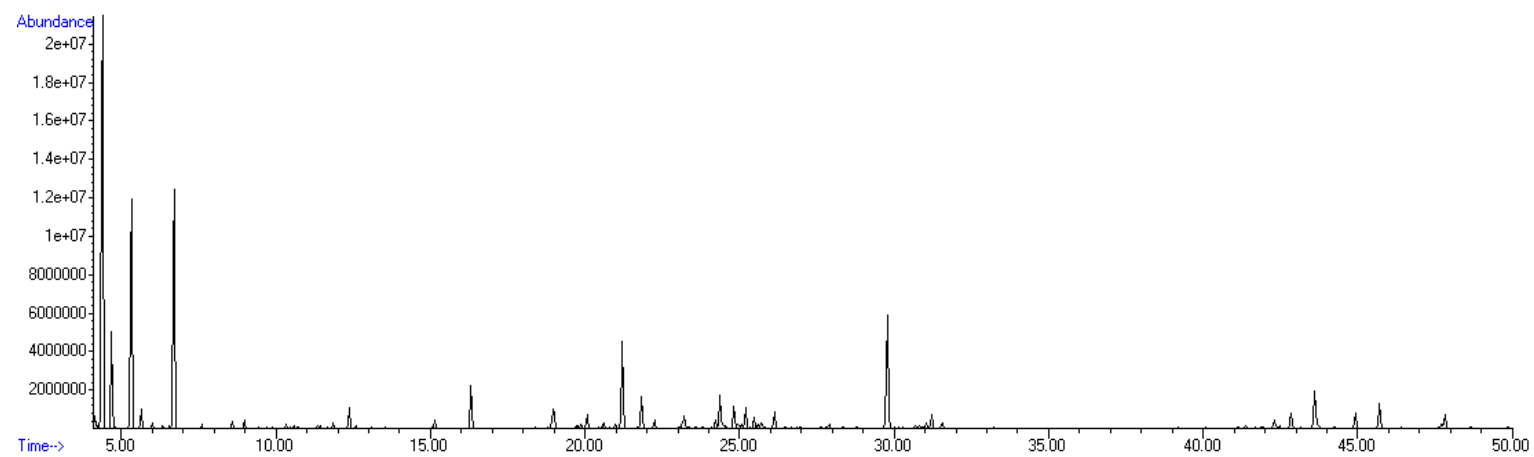
AC22L



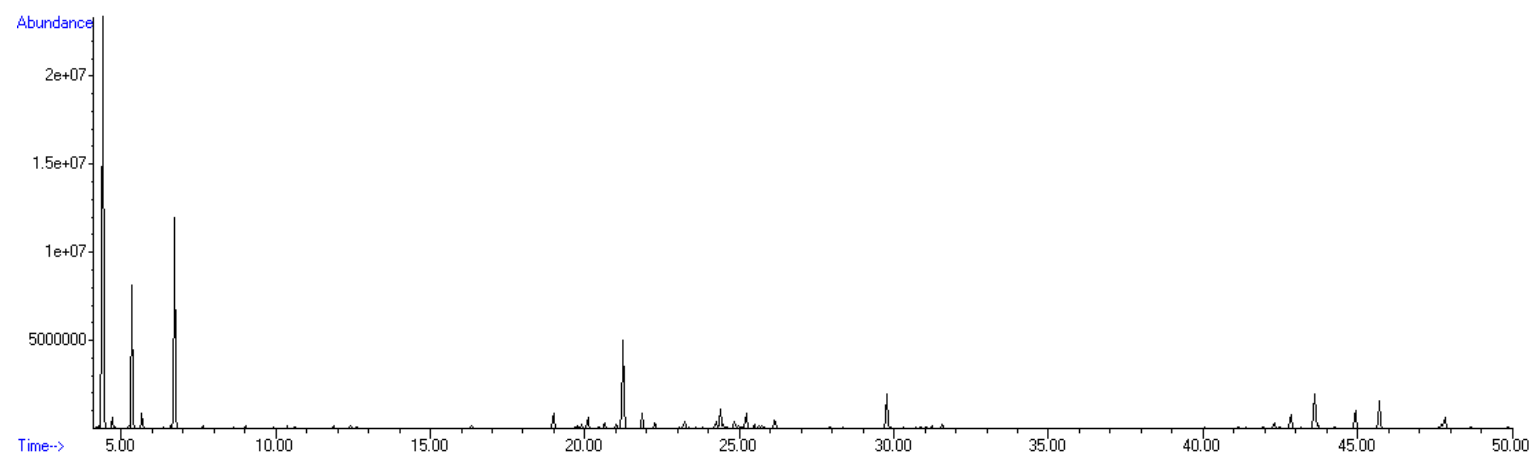
AC22T



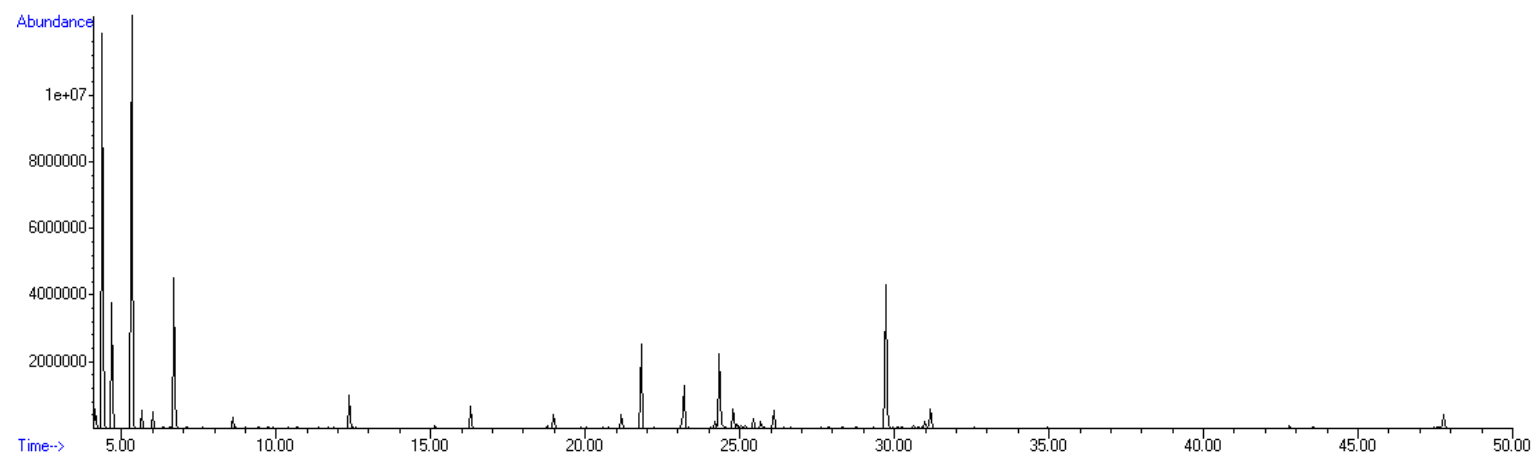
AC23L



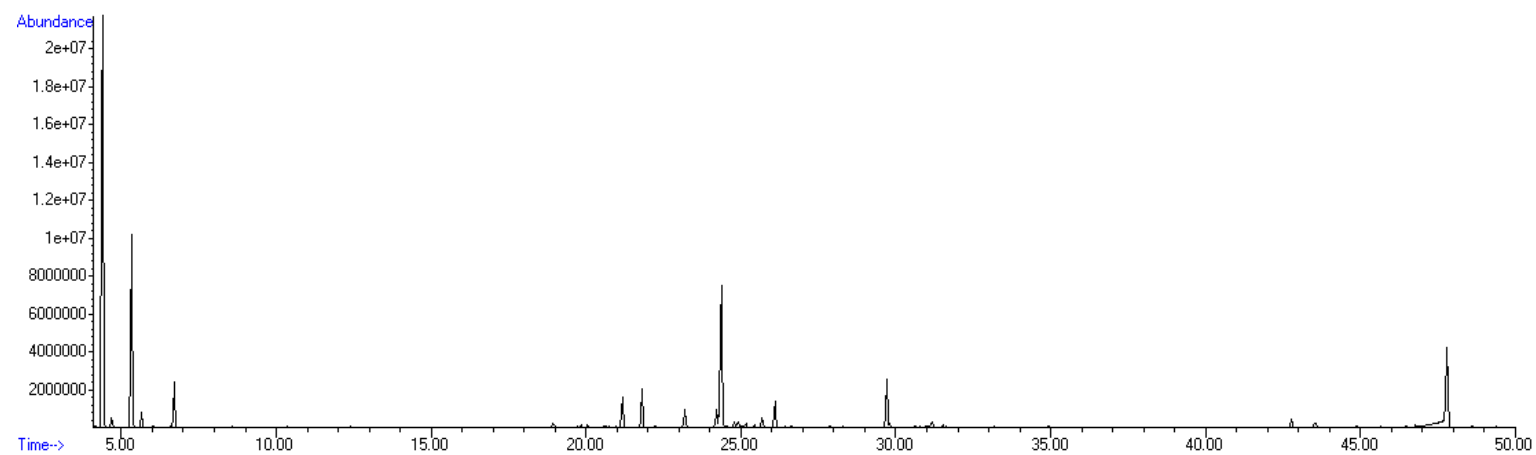
AC23T



AC24L

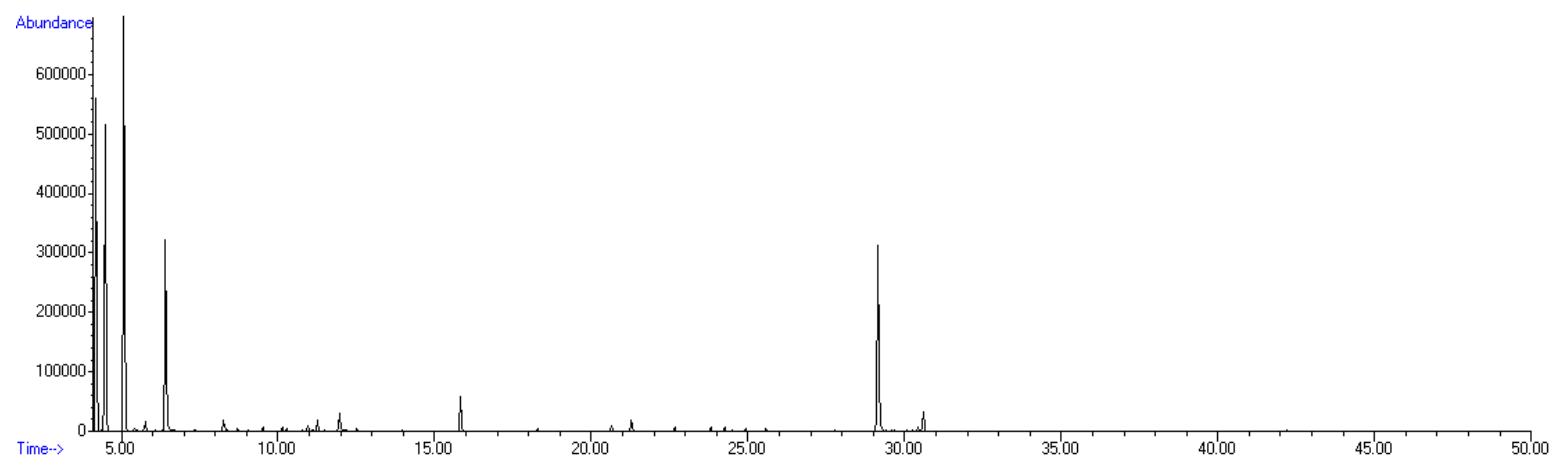


AC24T

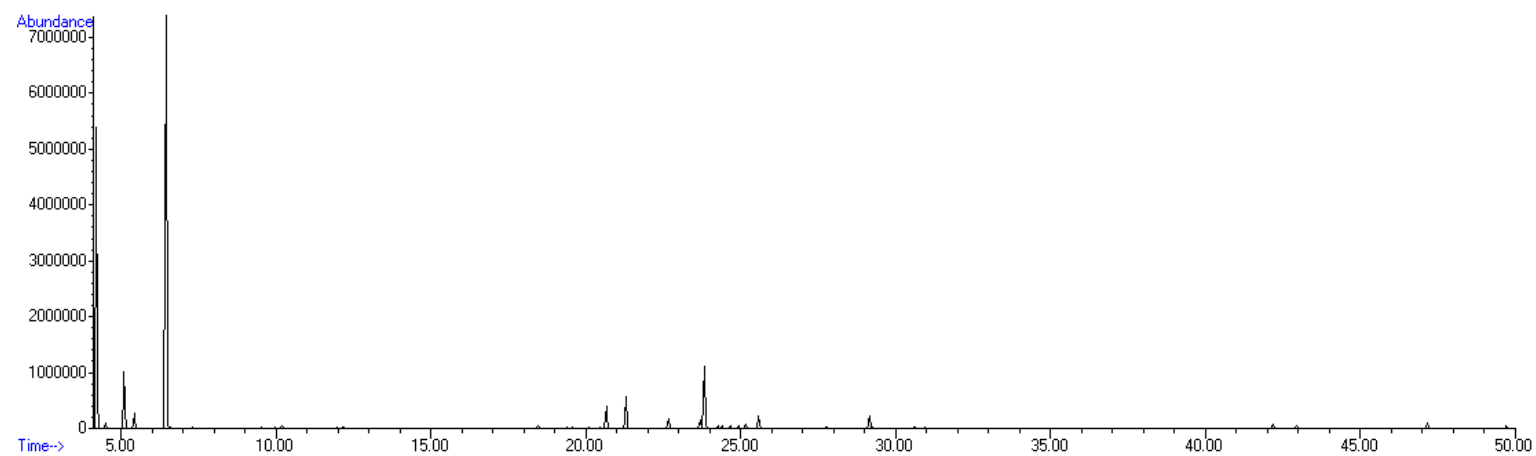


Χρωματογραφήματα GC αιθερίου ελαίου βελονών (AC25L-AC36L) και κλαδιών (AC25T-AC36T) από τη Δίρφη

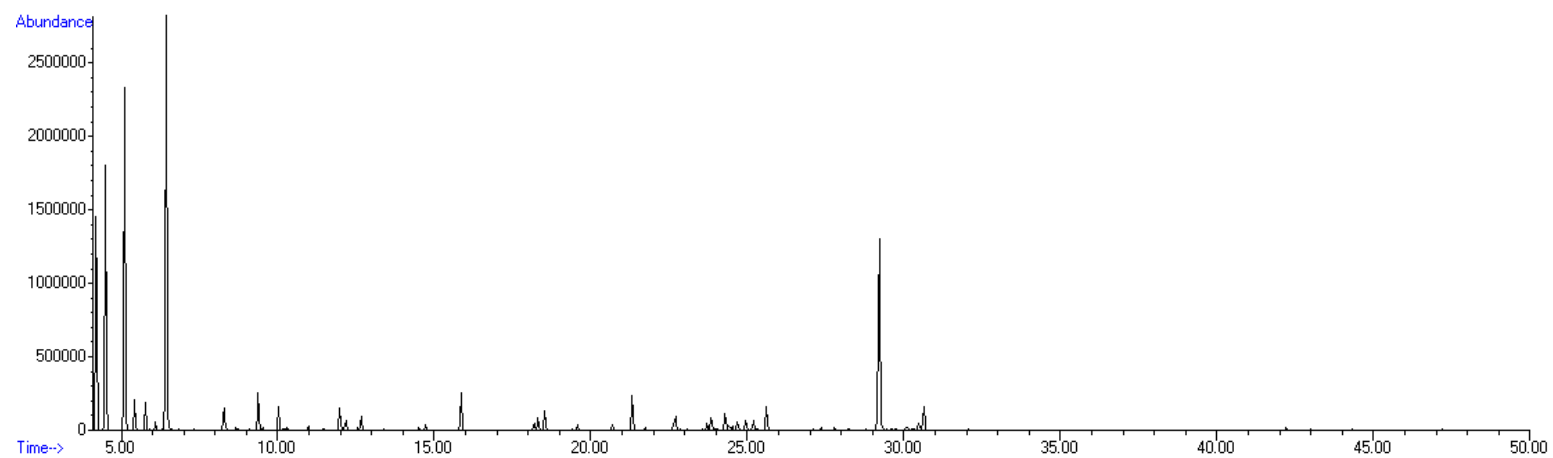
AC25L



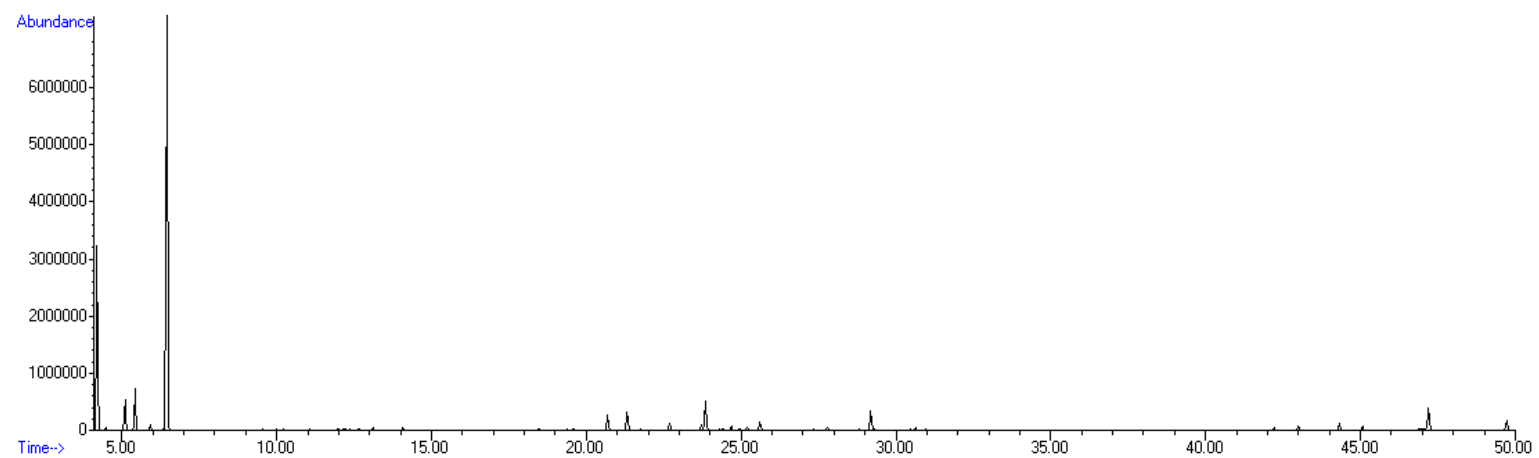
AC25T



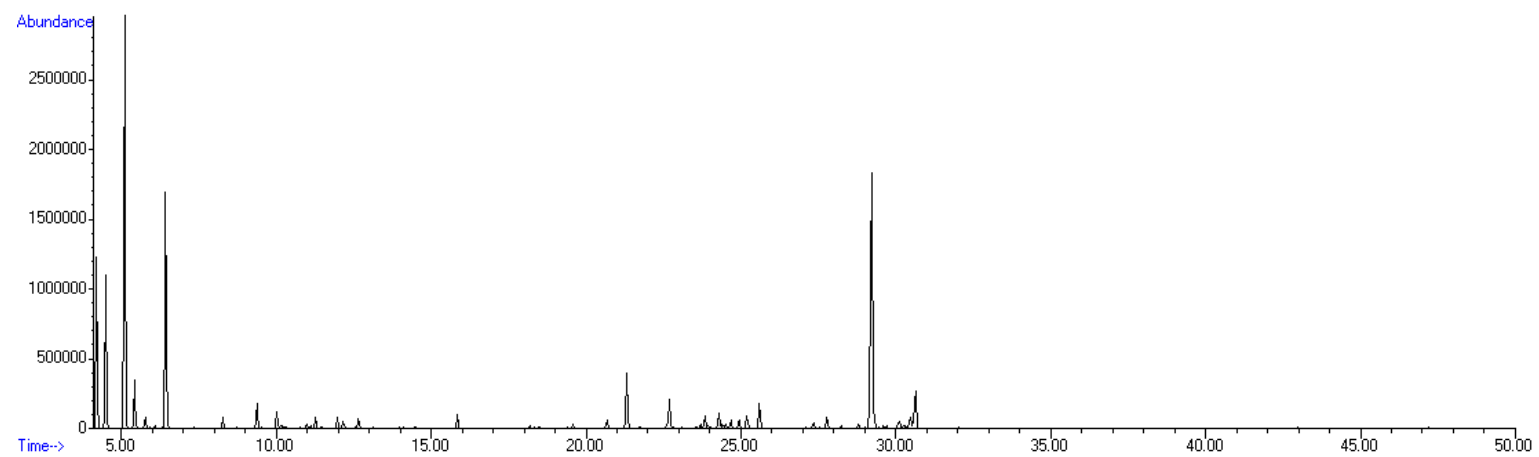
AC26L



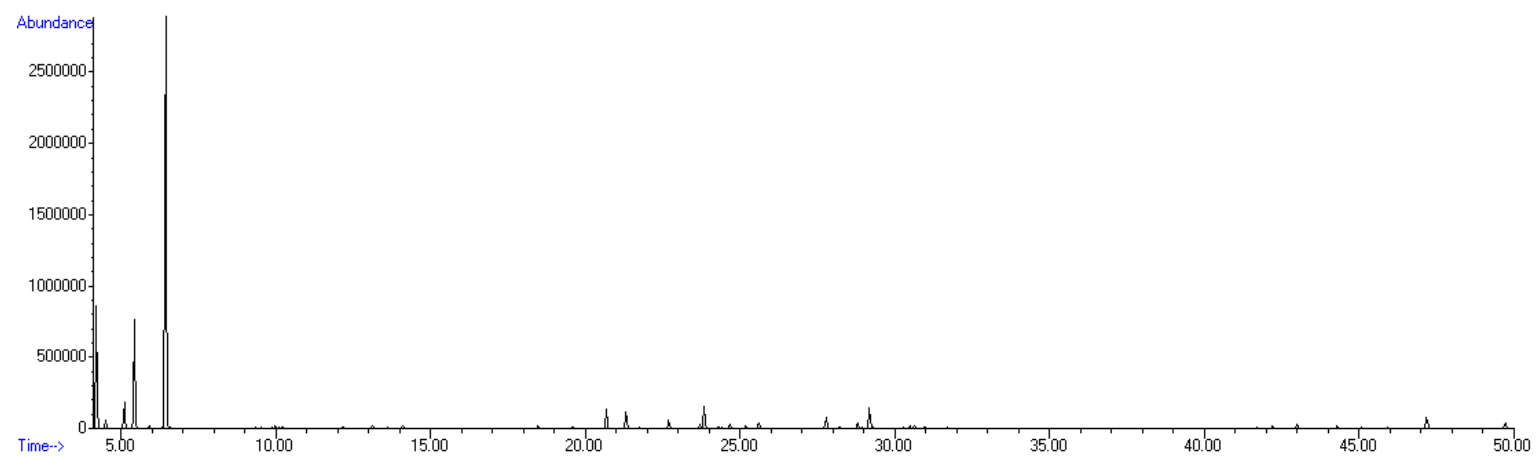
AC26T



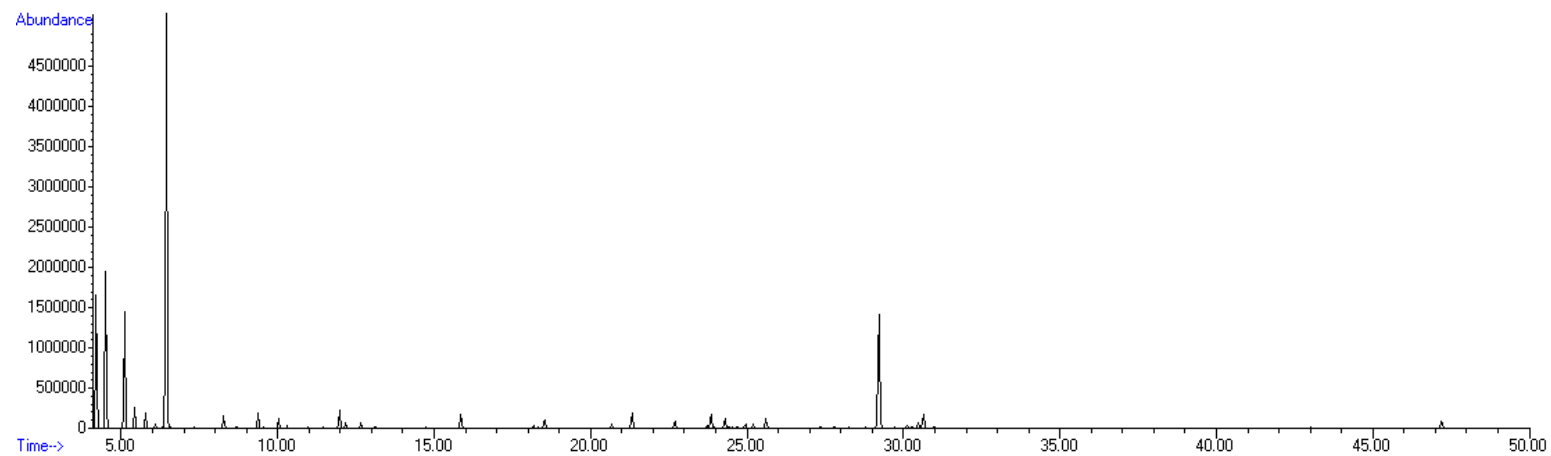
AC27L



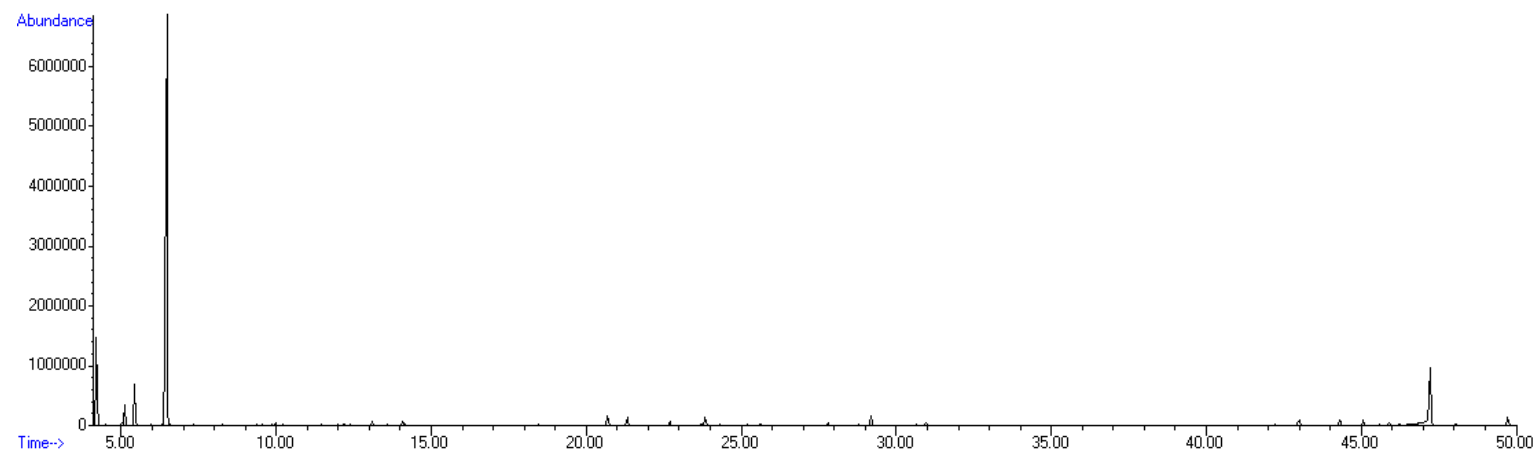
AC27T



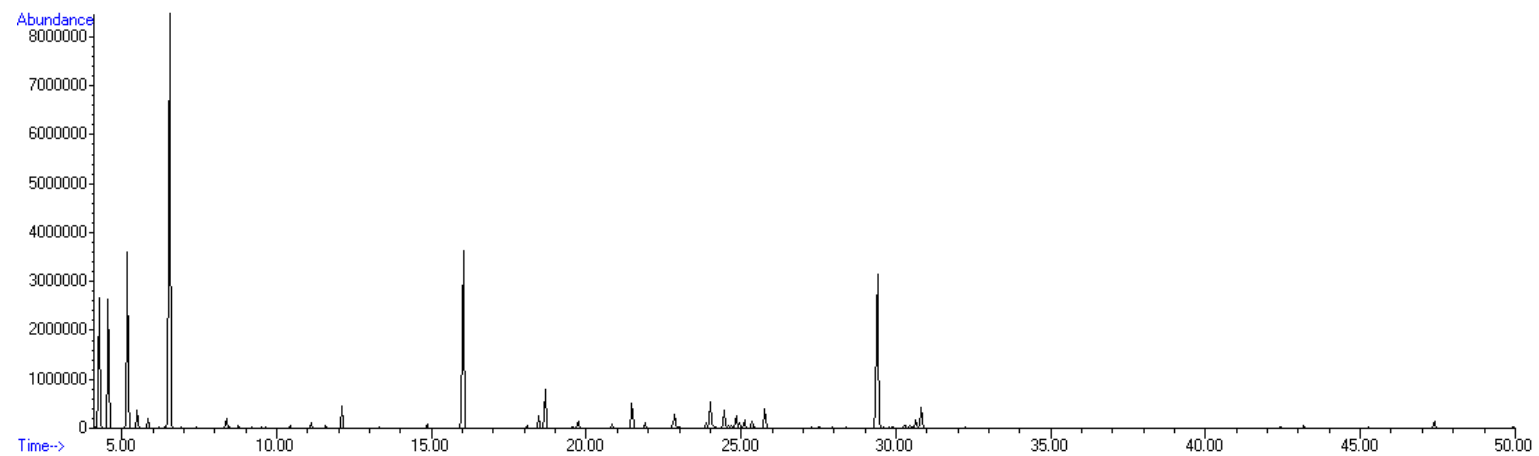
AC28L



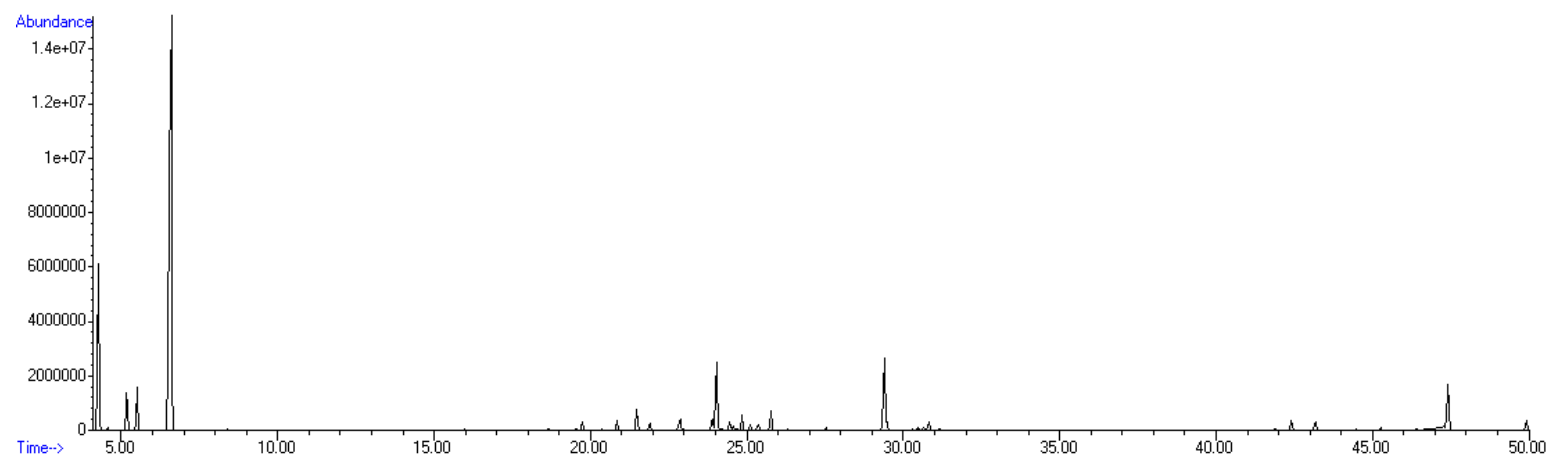
AC28T



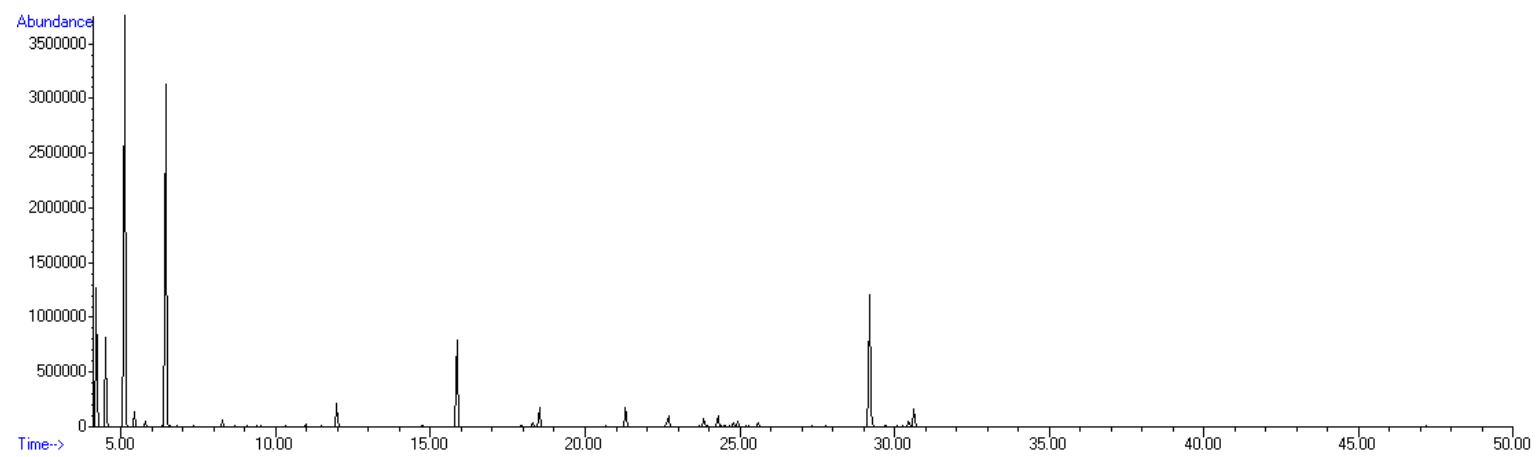
AC29L



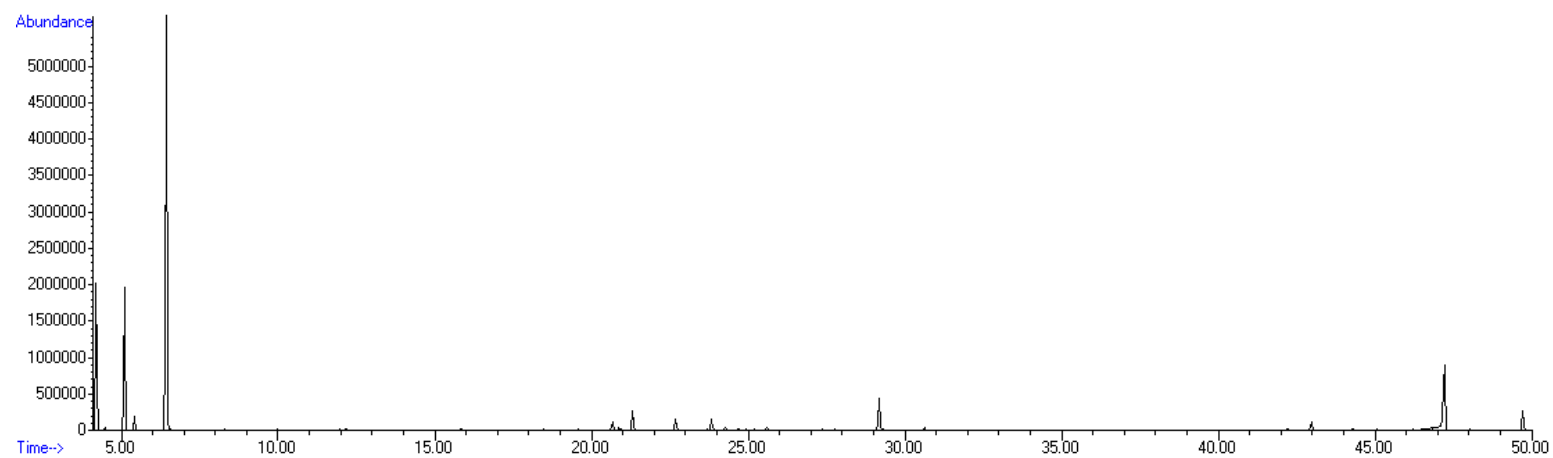
AC29T



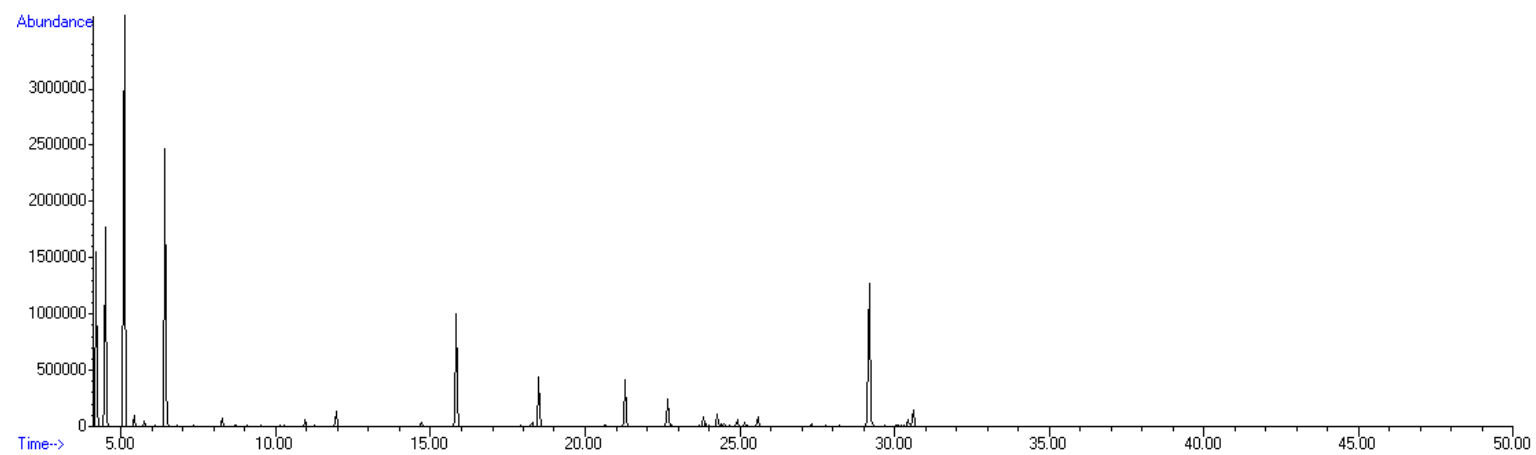
AC30L



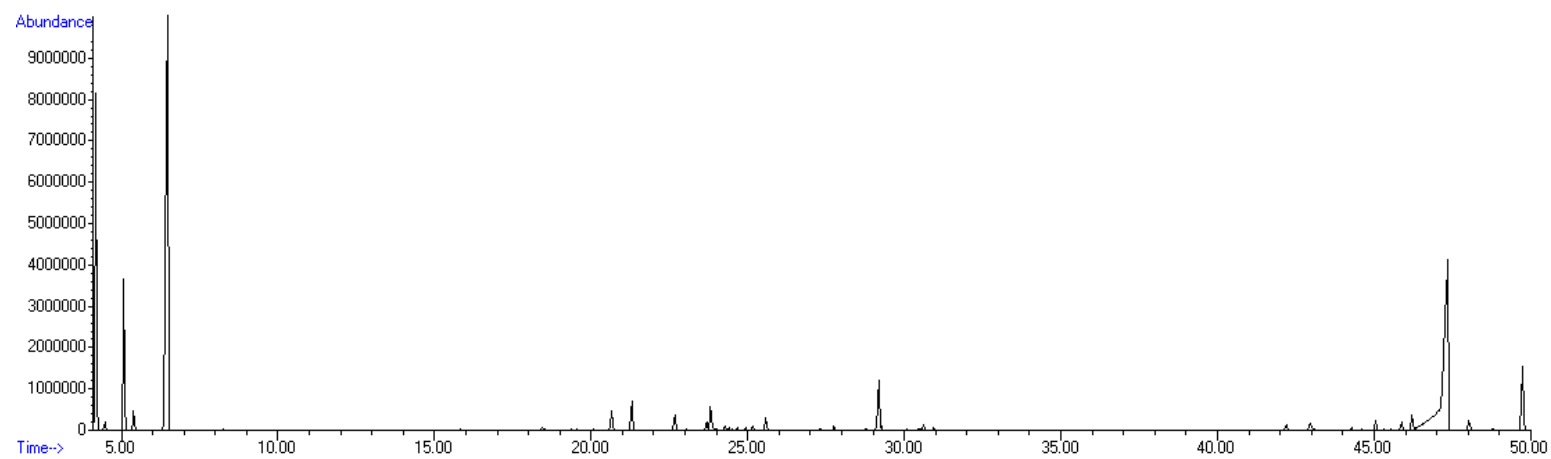
AC30T



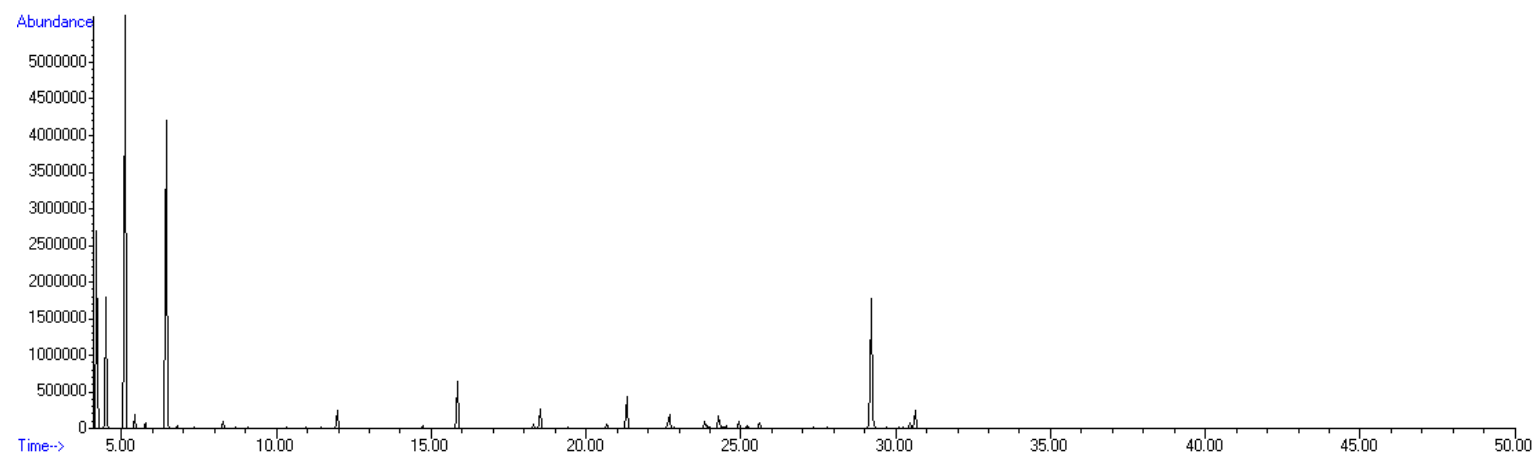
AC31L



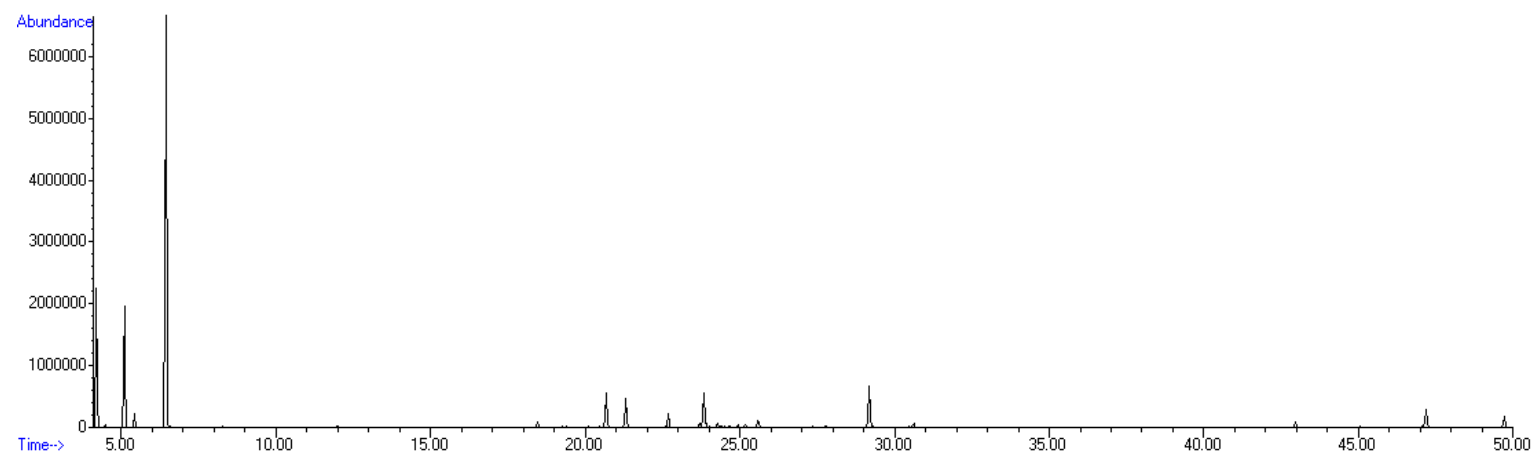
AC31T



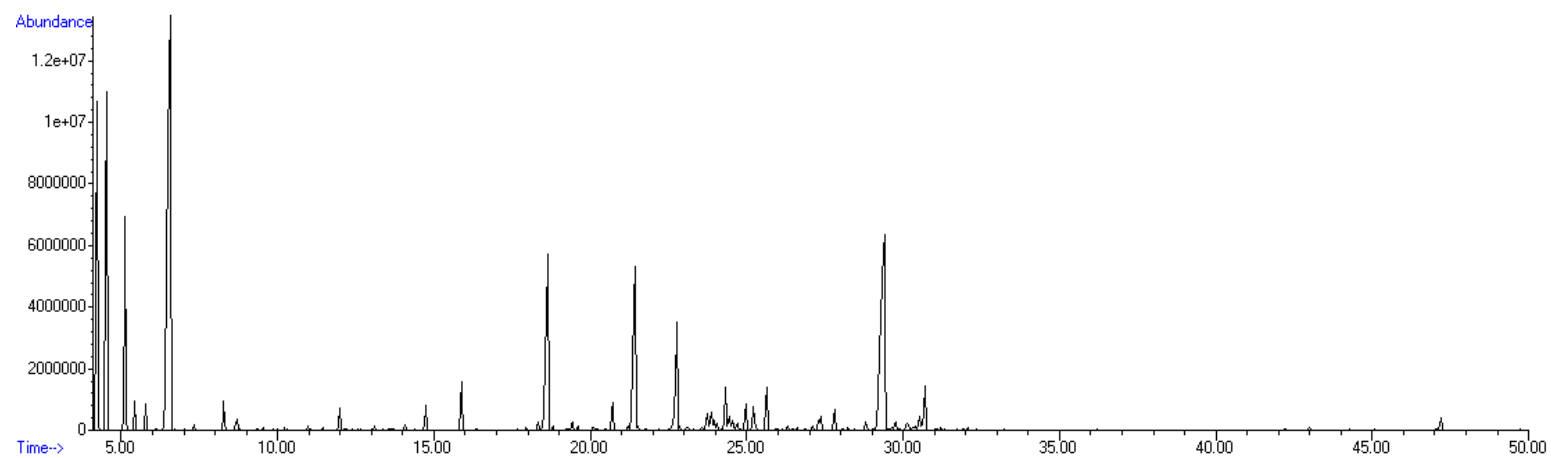
AC32L



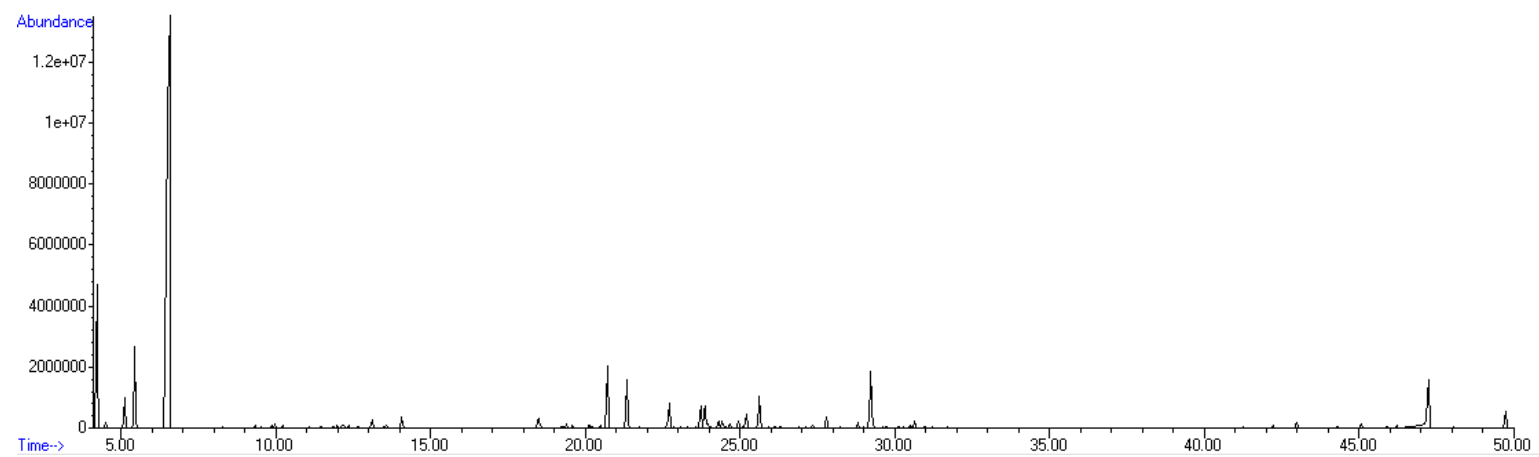
AC32T



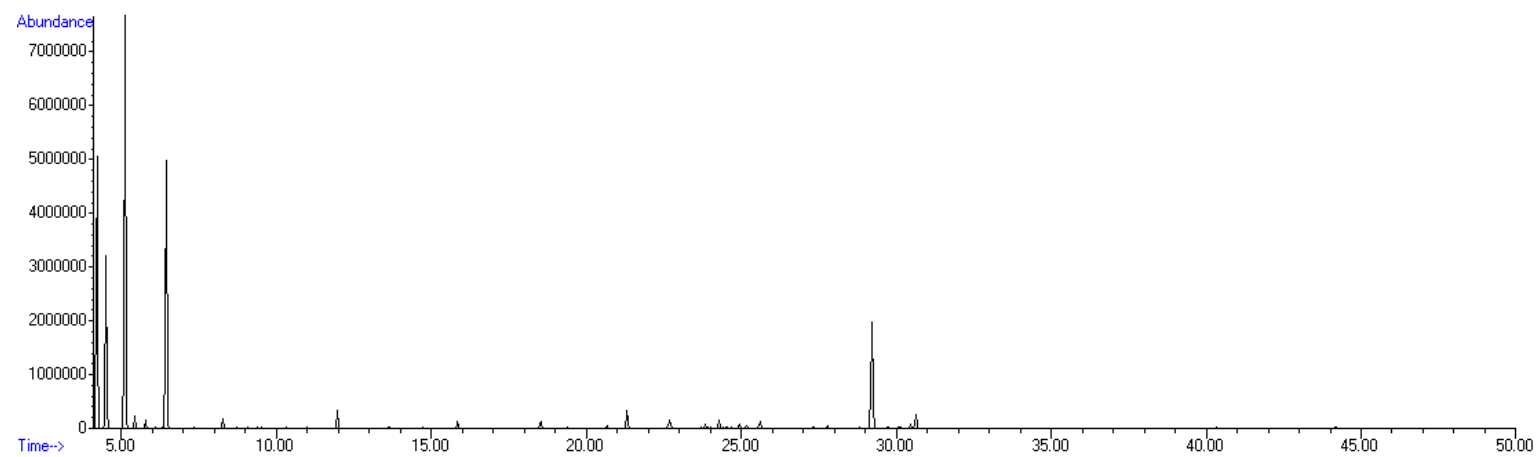
AC33L



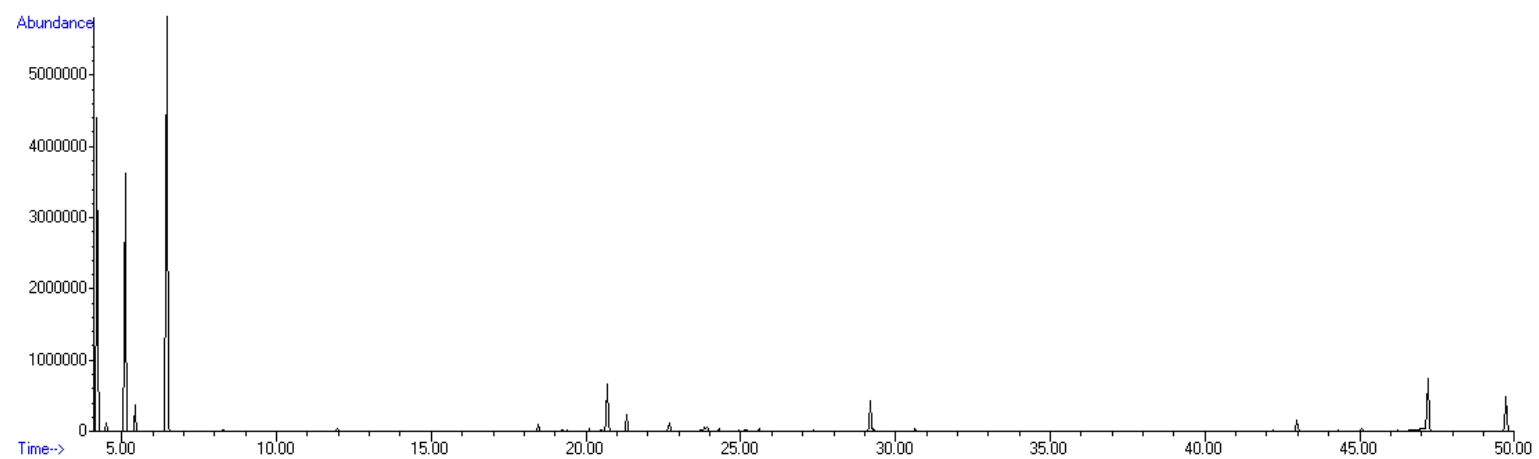
AC33T



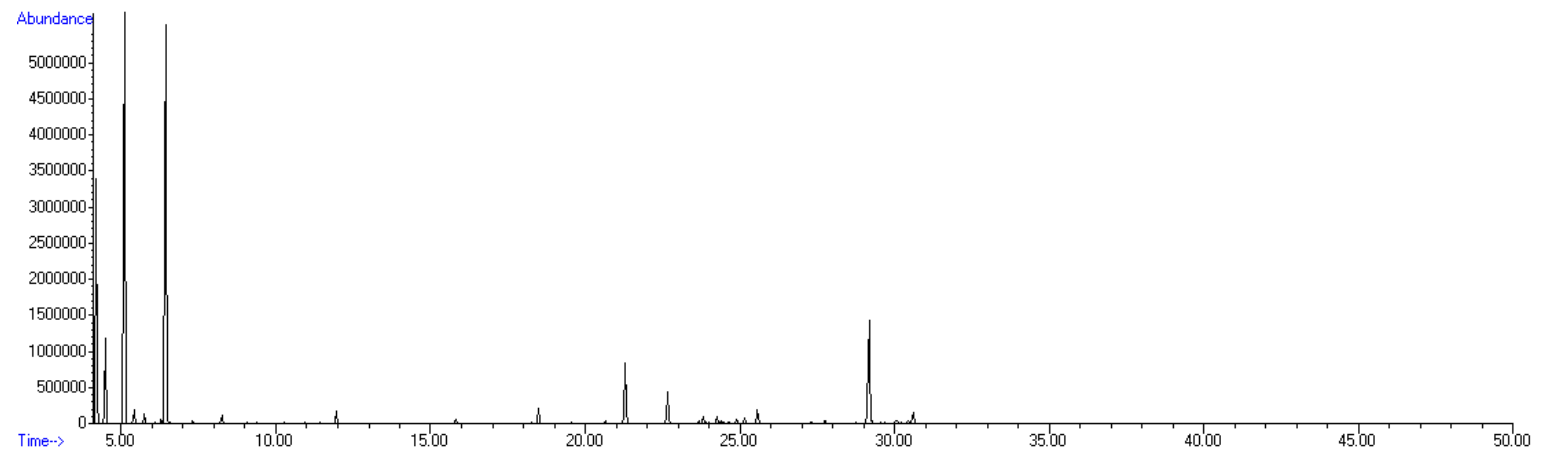
AC34L



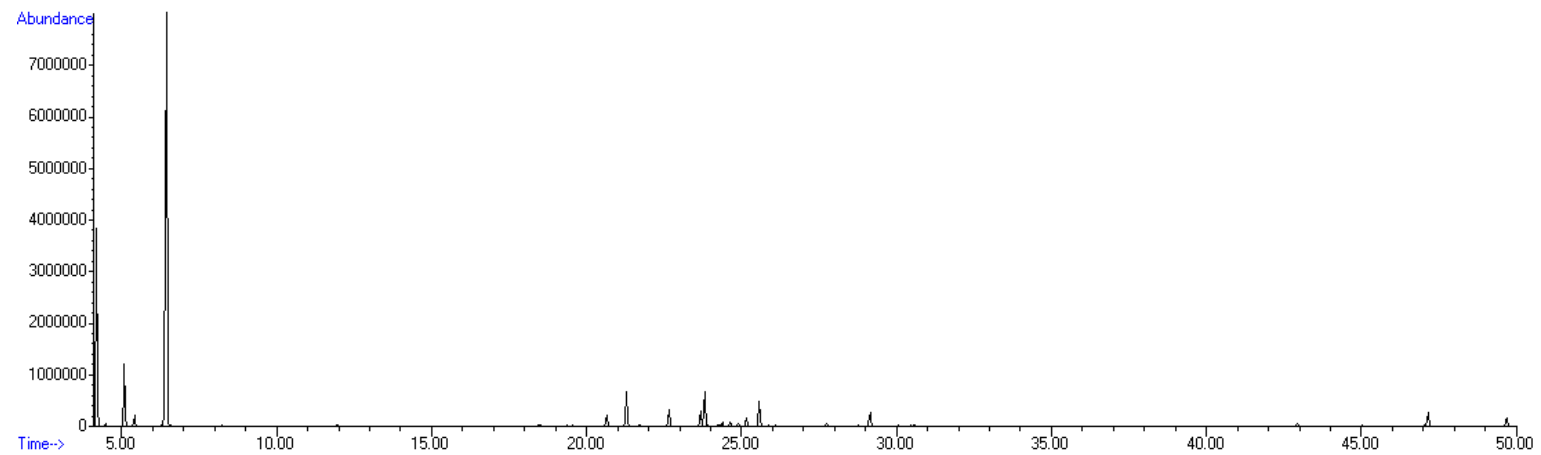
AC34T



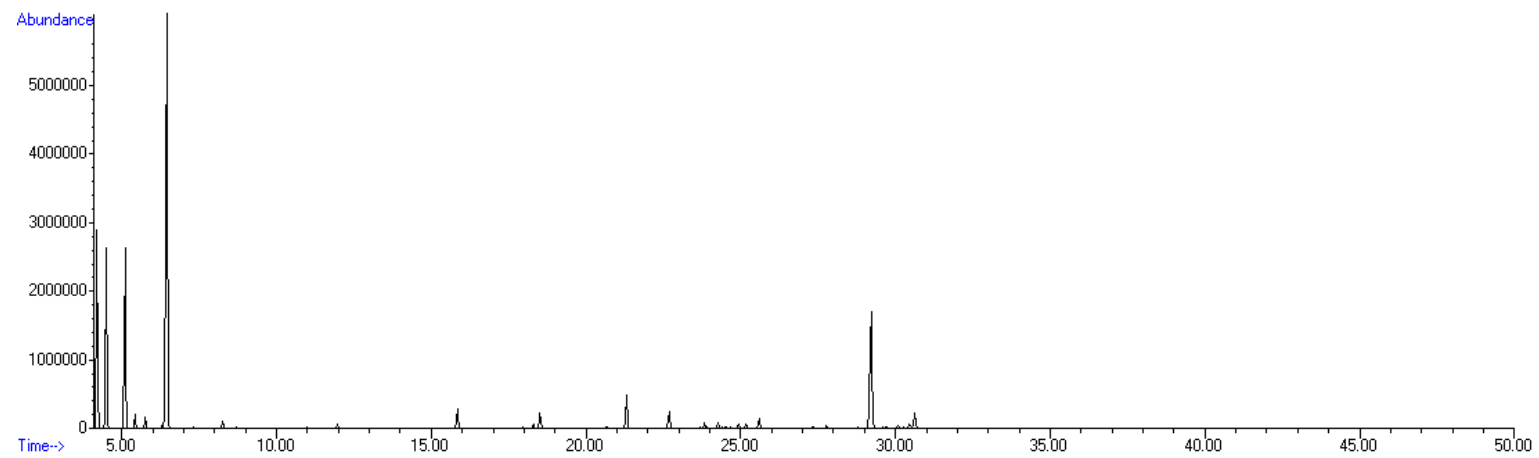
AC35L



AC35T



AC36L



AC36T

