



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΑΡΜΑΚΟΓΝΩΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ 17 ΤΑΧΑ ΤΩΝ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΩΝ CUPRESSACEAE ΚΑΙ PINACEAE

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ, ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ
ΒΙΟΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΝΕΚΤΑΡΙΑ ΚΥΡΙΑΚΟΥΛΗ

**ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2018**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Βασίλειος Ρούσσης

Καθηγητής, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Βασίλειος Ρούσσης

Καθηγητής, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Όλγα Τζάκου

Καθηγήτρια, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ευσταθία Ιωάννου

Επίκ. Καθηγήτρια, Τμήμα Φαρμακευτικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αναλύθηκε η χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων 17 τάξα, εκ των οποίων 11 τάξα ανήκουν στην οικογένεια Cupressaceae και συγκεκριμένα στα γένη *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Sequoiadendron*, *Thuja* και *Thuja*, ενώ 6 τάξα ανήκουν στα γένη *Picea* και *Tsuga* της οικογένειας Pinaceae.

Τα φύλλα και τα κλαδιά από κάθε δείγμα υποβλήθηκαν ξεχωριστά σε υδραπόσταξη και τα αιθέρια έλαια που παραλήφθηκαν, αναλύθηκαν ως προς τη χημική τους σύσταση με αέρια χρωματογραφία – φασματομετρία μάζας (GC-FID, GC-MS).

Τα αιθέρια έλαια των εκπροσώπων του γένους *Thuja* χαρακτηρίζονται από την παρουσία μονοτερπενίων, τα οποία κυριαρχούν τόσο στο αιθέριο έλαιο των φύλλων, όσο και των κλάδων. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν σημαντικές ποσοτικές διαφορές που διακρίνουν μεταξύ τους τα είδη. Η ομάδα των διτερπενίων ανιχνεύθηκε σε αξιοσημείωτα ποσοστά στα αιθέρια έλαια της *Thuja occidentalis*, ενώ το ποσοστό τους στα είδη *Thuja plicata* και *Thuja orientalis* ήταν εμφανώς χαμηλότερο. Το οξυγονωμένο μονοτερπένιο α-θυιόνη κυριαρχούσε στα δείγματα του γένους *Thuja* που αναλύθηκαν εκτός από το αιθέριο έλαιο του είδους *T. orientalis*.

Στα αιθέρια έλαια των υπολοίπων εκπροσώπων της οικογένειας Cupressaceae που αναλύθηκαν παρατηρήθηκε, όπως ήταν αναμενόμενο, σημαντική διακύμανση στο ποσοστό των χημικών κατηγοριών, κυρίως με διακριτές ποσοτικές διαφορές για το κάθε είδος, ωστόσο το αιθέριο έλαιο του *Sequoiadendron giganteum* διέφερε εμφανώς και ποιοτικά με την παρουσία παραγώγων φαινυλοπροπανίου, συστατικά τα οποία δεν ανιχνεύθηκαν στα άλλα δείγματα.

Στα αιθέρια έλαια των δειγμάτων της οικογένειας Pinaceae (γένη *Picea* και *Tsuga*) επικρατούν τα μονοτερπένια και ιδίως το α-πινένιο και ο οξικός βορνυλεστέρας. Επίσης, το αιθέριο έλαιο των φύλλων χαρακτηριζόταν από υψηλότερα ποσοστά μονοτερπενίων συγκριτικά με των αντίστοιχων κλάδων, στους οποίους ήταν σχετικά αυξημένο το ποσοστό των διτερπενίων.

ABSTRACT

In the framework of the present study, the chemical composition of the essential oils of 17 taxa was investigated, namely 11 taxa from the genera *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Sequoiadendron*, *Thujaopsis* of the Cupressaceae family and 6 taxa of the Pinaceae family, belonging to the genera *Picea* and *Tsuga*.

The leaves and twigs of each sample were subjected separately to hydrodistillation and the obtained essential oils were analyzed by gas chromatography, and gas chromatography mass - spectrometry (GC-FID, GC-MS).

The essential oils of both leaves and twigs of *Thuja* spp. were characterized by a high monoterpene content. Mainly quantitative differences were observed within the diterpenes being identified in significant amounts in the samples of *T. occidentalis* whereas their percentage in *T. orientalis* and *T. plicata* essential oils was found to be significantly lower. The oxygenated monoterpene α -thujone characterized the essential oils of the investigated species of the genus *Thuja* with the exception of *T. orientalis*.

Among the rest of the essential oils of Cupressaceae family significant variations were observed. These variations were mainly quantitative with mono-, sesqui- and diterpenes being present in various amounts. It is worth noting that the essential oil of *Sequoiadendron giganteum* was also rich in phenylpropane derivatives, constituents that were not detected in the rest of the analyzed samples.

The essential oils of the Pinaceae family (genera *Picea* and *Tsuga*) were characterized mainly by monoterpenes with α -pinene and bornyl acetate being the major constituents. It was also observed that the leaves were richer in monoterpenes, whereas the twigs were richer in diterpenes.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα ιδιαίτερα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Βασίλειο Ρούσση και την Επίκουρη Καθηγήτρια Ευσταθία Ιωάννου για την ανάθεση του θέματος, την υποστήριξη και την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής Καθηγητή Βασίλειο Ρούσση, Καθηγήτρια Όλγα Τζάκου και Επίκουρη Καθηγήτρια Ευσταθία Ιωάννου για την ανάγνωση και αξιολόγηση της εργασίας μου.

Ευχαριστώ επίσης τη μεταδιδακτορική ερευνήτρια Αικατερίνη Κουτσαβίτη για την πολύτιμη βοήθειά της κατά την πορεία της εργασίας μου.

Θα ήθελα, ακόμη, να ευχαριστήσω όλους τους μεταπτυχιακούς φοιτητές, υποψήφιους διδάκτορες, μεταδιδακτορικούς ερευνητές και τεχνικούς του εργαστηρίου για τη συνεργασία τους και τη βοήθειά τους καθ' όλη τη διάρκεια παραμονής μου στο εργαστήριο.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια και τους φίλους μου για την στήριξή τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	v
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	1
1.1 Οικογένεια Cupressaceae	1
1.1.1 <i>Chamaecyparis</i> Spach.....	2
1.1.2 <i>Cupressus</i> L.....	6
1.1.3 <i>Sequoiadendron</i> J. Buchholz.....	16
1.1.4 <i>Thuja</i> L.....	18
1.1.5 <i>Thujopsis</i> Endl.....	31
1.2 Οικογένεια Pinaceae.....	33
1.2.1 <i>Picea</i> A. Dietr.....	34
1.2.2 <i>Tsuga</i> (Endl.) Carriere	45
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	47
2.1 Οργανολογία	47
2.2 Συλλογή φυτικού υλικού	47
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	51
3.1 Ανάλυση των αιθερίων ελαίων από τα γένη <i>Chamaecyparis</i> , <i>Cupressus</i> , <i>Sequoiadendron</i> και <i>Thujopsis</i> (Cupressaceae)	51
3.1.1 <i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	51
3.1.2 <i>Cupressus sempervirens</i>	54
3.1.3 <i>Sequoiadendron giganteum</i>	55
3.1.4 <i>Thujopsis dolabrata</i>	57
3.2 Ανάλυση των αιθερίων ελαίων από το γένος <i>Thuja</i> (Cupressaceae)	66
3.2.1 <i>Thuja occidentalis</i>	66
3.2.2 <i>Thuja plicata</i>	67
3.2.3 <i>Thuja orientalis</i>	68
3.3 Ανάλυση των αιθερίων ελαίων από τα γένη <i>Picea</i> και <i>Tsuga</i> (Pinaceae)	77
3.3.1 <i>Picea abies</i>	77
3.3.2 <i>Picea asperata</i> var. <i>heterolepis</i>	78
3.3.3 <i>Picea breweriana</i>	79
3.3.4 <i>Picea jezoensis</i> var. <i>jezoensis</i>	80
3.3.5 <i>Picea sitchensis</i>	81

3.3.6 <i>Tsuga canadensis</i>	82
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	91
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	113

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 Οικογένεια Cupressaceae

Η οικογένεια Cupressaceae, περιλαμβάνει συνολικά 32 γένη (w1). Είναι η τρίτη μεγαλύτερη οικογένεια κωνοφόρων με 135 είδη, με την πιο ευρεία εξάπλωση. Είναι η μόνη οικογένεια που εμφανίζεται σε όλες τις κατοικήσιμες ηπείρους και είναι παρούσα και σε πολλά ωκεάνια νησιά όπου υπάρχουν αυτοφυή κωνοφόρα. Έχει εξάπλωση στο βόρειο και το νότιο ημισφαίριο, με το γένος *Juniperus* να είναι ο κύριος εκπρόσωπος της οικογένειας Cupressaceae στο βόρειο ημισφαίριο (Farjon & Filer, 2013). Είδη της οικογένειας Cupressaceae καλλιεργούνται σε όλο τον κόσμο και ιδιαίτερος στη Νότια Αμερική, στη λεκάνη της Μεσογείου και στη Βόρεια Αφρική (Ibrahim et al. 2017).

Περιλαμβάνει αειθαλή δένδρα ή κατακείμενους έως όρθιους θάμνους, με στενά βελονοειδή, ακανθόληκτα ή λεπιοειδή φύλλα. Τα πρώτα παρουσιάζουν τριμερή διάταξη κατά σπονδύλους, ενώ τα δεύτερα αντίθετη και σταυρωτή διάταξη συμφύομενα συχνά με το διαπλατυσμένο βλαστό. Άνθη μονογενή κατά ιούλους, οι οποίοι βρίσκονται πάνω στο ίδιο άτομο (μόνοικα φυτά) και σπανίως σε διαφορετικά άτομα (δίοικα φυτά). Γυρεόκοκκοι χωρίς αεροσάκκους. Οι θήλεις ταξιανθίες είναι συνήθως κωνοειδούς μορφής (κώνοι) ή σφαιρικές ή σχεδόν σφαιρικές, οι οποίες κατά την ωρίμανη αποξυλώνονται. Σπέρμα χωρίς πτερύγιο ή μεμβρανώδη στεφάνη (Σαρλής, 1999). Κάποια γνωστά γένη που ανήκουν στην εν λόγω οικογένεια είναι οι κυπαρισσίδες (*Cupressus*), το γένος *Thuja* και οι άρκευθοι (*Juniperus*). Τα έλαια από το ξύλο εκπροσώπων της οικογένειας Cupressaceae διαφέρουν από τα αντίστοιχα έλαια των Pinaceae λόγω της ύπαρξης ορισμένων τερπενίων, όπως θυμόλη, καρβακρόλη, αλλά και παράγωγα τροπολόνης. Η συσσώρευση ρητινών, που είναι χαρακτηριστική των Pinaceae, είναι μικρής σημασίας στην οικογένεια Cupressaceae (Kubeczka & Schultze, 1987). Χημικά, η οικογένεια Cupressaceae παρουσιάζει μεγαλύτερες ομοιότητες με την οικ. Taxodiaceae, αλλά μπορεί να διακριθεί από την οικ. Taxodiaceae λόγω της ύπαρξης αρκετών σεσκιτερπενίων, που εντοπίζονται μόνο στα είδη Cupressaceae (Otto & Wilde, 2001).

Κάποια είδη που απαντώνται στην Ελλάδα είναι τα: *Cupressus sempervirens*, *Juniperus communis*, *Juniperus excelsa*, *Juniperus foetidissima*, *Juniperus oxycedrus* ενώ

τα *Cupressus glauca* και *Thuja orientalis* που είναι αυτοφυή της Ινδίας και της Κίνας αντίστοιχα, καλλιεργούνται στην Ελλάδα σε κήπους και πάρκα (Σαρλής, 1999).

1.1.1 *Chamaecyparis* Spach.

Το γένος *Chamaecyparis* αποτελείται από περίπου 8 είδη δένδρων από την ανατολική Ασία και τη Βόρεια Αμερική (Emami et al. 2009). Μονόικα δένδρα, πυραμιδοειδούς κόμης, φύλλα συνήθως πεπλατυσμένα, σταυρωτά τοποθετημένα, λεπιοειδή, ωοειδή προς ρομβικά, μυτερά ή αμβλεία. Άνθη που φέρονται στην άκρη των πλευρικών κλαδιών, τα αρσενικά άνθη ωοειδή ή επιμήκη, κίτρινα, σπανίως κόκκινα, συχνά εμφανή από το μεγάλο αριθμό τους. Κώνοι σφαιροειδείς, βραχύβιοι, σκληροί. Αναπτύσσονται καλύτερα σε κάπως υγρό, καλά αποστραγγιζόμενο αμμώδες αργίλιο και σε ελαφρώς σκιερές τοποθεσίες, προστατευμένες από τους ξηρούς ανέμους (Ouden & Boom, 1982).

***Chamaecyparis lawsoniana* (A.Murray bis) Parl.**

Το είδος *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl. (Συν: *Cupressus lawsoniana* A. Murray, Χαμαικυπάρισσος του Λόσον) είναι δένδρο, που φτάνει 43-55 m σε ύψος και 1,2-1,8 m σε διάμετρο κορμού (Gao et al. 2007). Μερικές φορές αναφέρεται ως «ψευδο-κυπάρισσος» (false-cypress), για να διαχωριστεί από άλλες κυπαρισσίδες της οικογένειας. Είναι μακρόβιο (Dourant & Gaudullo, 2016). Έχει στενό κιονωτό κορμό με πυκνό φύλλωμα και ερυθροκάστανο φλοιό που σχηματίζει στρογγυλές, φολιδωτές πλάκες. Τα πράσινα ώριμα φύλλα βρίσκονται σε αντικριστά ζευγάρια, έχουν μυτερές άκρες, καμπυλωμένες προς τα μέσα και διαφανείς κεντρικούς αδένες. Οι άρρενες κώνοι είναι επιμήκεις, 6-8 mm, κυανόμαυροι πριν ανοίξουν, κεραμιδί όταν είναι ανοιχτοί. Οι ρυτιδωμένοι ερυθροκόκκινοι θηλυκοί κώνοι φτάνουν το 1 mm μήκος (Emami et al. 2009).

Συναντάται στις παραλιακές περιοχές του νοτιοδυτικού Όρεγκον και της βόρειας Καλιφόρνιας στις ΗΠΑ (Gao et al. 2007). Το κλίμα στο οποίο ευδοκμεί χαρακτηρίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια με υγρούς χειμώνες, αλλά ποικίλλει ανάλογα με την απόσταση από τον ωκεανό και το υψόμετρο. Το pH του εδάφους κυμαίνεται από πολύ όξινο ως ουδέτερο. Προτιμάει μέτριας υφής εδάφη με σταθερή υγρασία το καλοκαίρι, αλλά

αναπτύσσεται και σε πιο ξηρές συνθήκες. Είναι σχετικά ανθεκτικό στη σκιά και αναπτύσσεται σε ένα εύρος τύπων εδάφους και συνθηκών. Μπορεί να αναπτυχθεί τόσο σε ανοιχτή περιοχή, όσο και υπό την σκιά άλλων δασικών δένδρων. Ο ρυθμός ανάπτυξης είναι σχετικά αργός για τα νεαρά δένδρα, αλλά τα γηραιότερα έχουν την ικανότητα να ανταγωνίζονται άλλα είδη δένδρων στη διαδοχή. Συνήθως απαντάται σε μεικτά δάση κωνοφόρων (έλατα, πεύκα), ή μαζί με πλατύφυλλα δένδρα, όπως βελανιδιές. Από οικολογικής άποψης είναι ενδιαφέρον είδος, διότι αν και η φυσική του εξάπλωση είναι περιορισμένη, ευδοκιμεί σε μεγάλο εύρος συνθηκών.

Η *C. lawsoniana* εισήχθη στην Ευρώπη το 1854 και πήρε το όνομά της από ένα φυτώριο στη Σκωτία (Lawson & Son) όπου καλλιεργήθηκε πρώτη φορά. Τώρα καλλιεργείται, αν και όχι ευρέως, στη Γερμανία, τη Γαλλία, την Ολλανδία, τη Δανία και το Ηνωμένο Βασίλειο και επίσης εκτός Ευρώπης στην Αυστραλία, τη Νότια Αφρική, την Κένυα, τη Νέα Ζηλανδία και τη Σρι Λάνκα (Dourant & Gaudullo, 2016). Υπάρχουν πάνω από 230 ποικιλίες σε όλο τον κόσμο (Tucker et al. 2000). Όλα τα είδη του γένους *Chamaecyparis* έχουν σκληρό, αρωματικό ξύλο, υψηλής εμπορικής αξίας ενώ πολλά από αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν από τους γηγενείς πληθυσμούς της Αμερικής για την κατασκευή τόξων, κουπιών για κανό και πιάτων (Palá-Paúl et al. 2012). Η *C. lawsoniana* χρησιμοποιείται εκτεταμένα ως διακοσμητικό φυτό και ανεμοθραύστης σε πάρκα και κήπους της δυτικής Ευρώπης (De Pooter et al. 2011).

Χημική συστατικά του είδους *Chamaecyparis lawsoniana*

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι το μεθανολικό εκχύλισμα του φλοιού της *C. lawsoniana* περιέχει φαινολικά παράγωγα (Gao et al. 2007), ενώ το ξύλο του κορμού περιέχει αζουλένιο, παλμιτικό οξύ και τα σεσκιτερπένια T-μουρολόλη, T-καδινόλη (Gao et al. 2008). Στους άωρους κώνους παρατηρούνται διτερπένια (φερουγινόλη, πισιφερόλη και το επιμερές της, 5-επιπισιφερόλη, φορμοσανοξίδιο, *trans*-κομμουνικό οξύ και τορουλοσάλη) και σεσκιτερπένια (οξικό οπλοπανυλεστέρα και 4β-υδρόξυγερμακρα-1-(10)-5-διένιο) (Smith et al. 2007). Το αιθέριο έλαιο των περισσότερων ειδών από το γένος *Chamaecyparis* που έχουν αναλυθεί, χαρακτηρίζεται κυρίως από μονοτερπένια, τα οποία όμως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για χημειοταξινομικούς σκοπούς, επειδή

εμφανίζονται μεγάλες διαφορές μεταξύ δειγμάτων του ίδιου ή διαφορετικού είδους. Τέτοιες διαφορές πιθανόν οφείλονται στα διαφορετικά φυτικά τμήματα που μελετώνται ή στη διαφορετική μέθοδο εκχύλισης. Η χημική σύσταση του αιθερίου ελαίου επηρεάζεται κι από τη γεωγραφική προέλευση, την περίοδο συλλογής, το κλίμα και την ηλικία του φυτού (Palá-Paúl et al. 2012).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων *Chamaecyparis lawsoniana* που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία.

Πίνακας 1. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *C. lawsoniana*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Βέλγιο	φύλλα	limonene (18,8-57,6%), oplopanonyl acetate (7,6-22,7%), calamenene (1,2-7,9%)	De Pooter et al. 2011
Ελλάδα	φύλλα	limonene (18,5%), oplopanonyl acetate (15,9%), beyerenne (17,1%)	Giatropoulos et al. 2013
ΗΠΑ	φλοιός	α -terpineol (14,33%), δ -cadinene(8,17%)	Tucker et al. 2000
ΗΠΑ	καρδιόξυλο	α -terpineol (29,5%), borneol (12,2%), fenchol (11,1%)	Duringer et al. 2009
ΗΠΑ	καρδιόξυλο	α -terpineol (14,33%), δ -cadinene (8,17%)	Craig et al. 2004
Ιαπωνία	φύλλα	limonene (65%), unidentified (6,37%)	Yatagai et al. 1985
Ιράν	υπέργεια τμήματα	terpinene-4-ol (22,0%), sabinene (21,0%), camphor (7,8%)	Emami et al. 2009
Ισπανία	βλαστοί και φύλλα	limonene (77,7%), p-cymen-7-ol (3,0%)	Palá-Paúl et al. 2012
Κίνα	φύλλα	3,5-di-tert-butylbenzoquinone (33,4%), limonene (18,2%), α -pinene (13,0%)	Wang et al. 2011

Βιολογικές δράσεις του είδους *Chamaecyparis lawsoniana*

Αντιμικροβιακή

Αιθέρια έλαια της *C. lawsoniana* ελέγχθηκαν έναντι δύο κοινών μυκήτων αποσύνθεσης του ξύλου, τους *Gloeophyllum trabeum* και *Trametes versicolor*. Η ανάλυση έδειξε αντιμυκητιασική δράση ιδιαίτερα για τα έλαια που λήφθηκαν με εκχύλιση με υπερκρίσιμο CO₂ (SCC). Εικάζεται ότι τα εν λόγω αιθέρια έλαια του ξύλου, μπορούν να αποτελέσουν βάση για την ανάπτυξη πιο φιλικών προς το περιβάλλον συντηρητικών (Du et al. 2011).

Σε έλεγχο αντιμικροβιακής δράσης έναντι του *Phytophthora ramorum*, το εκχύλισμα οξικού αιθυλεστέρα από το καρδιόξυλο της *C. lawsoniana* επέδειξε μέτρια αντιμικροβιακή δράση (Manter et al. 2007), ενώ το αιθέριο έλαιο (140 mg/kg) του ξύλου αναστέλλει ισχυρά τη βλάστηση σπορίων (zoospore germination) και την ανάπτυξη υφών του *P. ramorum* στις καλλιέργειες (Manter et al. 2006).

Ο μύκητας *Candida albicans* είναι πολύ ευαίσθητος σε χαμηλές συγκεντρώσεις του αιθερίου ελαίου, το οποίο φαίνεται επίσης να δρα κυρίως κατά των Gram (+) και λιγότερο κατά των Gram (-) βακτηρίων και μπορεί έτσι να θεωρηθεί ως καλός αντιβακτηριακός και αντιμυκητιασικός παράγοντας (Palá-Paúlra et al. 2012).

Οκτώ ενώσεις (κυρίως διτερπένια) που απομονώθηκαν από τους κόνους της *C. lawsoniana*, εμφάνισαν τιμές MIC από 4 έως 128 μg/ml κατά κάποιων πολυανθεκτικών στελεχών *Staphylococcus aureus* και σε δύο επιδημικά στελέχη ανθεκτικά στη μεθικιλίνη (Smith et al. 2007).

Άλλες δράσεις

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *C. lawsoniana*, έχει μελετηθεί για την εντομοαπωθητική και εντομοκτόνο δράση έναντι του φορέα του δάγκειου ιού, *Aedes albopictus*, όπου δείχθηκε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε έλεγχο του πληθυσμού των προνυμφών, αλλά και ως εντομοαπωθητικός παράγοντας για το συγκεκριμένο είδος (Giatropoulos et al. 2013). Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι τόσο ο εσωτερικός, όσο και ο εξωτερικός φλοιός της *C. lawsoniana* έχει πλούσιο φαινολικό περιεχόμενο, που τον καθιστά καλή πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών (Gao et al. 2007). Ακόμα, αναφέρονται

αντιτερμιτικές ιδιότητες για το καρδιόξυλο, ενώ εκχύλισμα των σπόρων αυτού του είδους επιδεικνύει ανασταλτική δράση στην ανάπτυξη (juvenilising activity) του εντόμου *Tenebrio molitor* (σκώληκας του αλεύρου). Το αιθανολικό εκχύλισμα των φύλλων έχει αντική δράση έναντι του *Herpes simplex* τύπου 2 (Smith et al. 2007). Από δοκιμές σε μύες, συνεπάγεται ότι μικρές ποσότητες του ελαίου της *C. lawsoniana* δεν έχει τοξικές επιδράσεις, ούτε προκαλεί ανάπτυξη υπερευαισθησίας ή οξύ ερεθισμό του δέρματος (Craig et al. 2004), ενώ θεωρείται και σχετικά ασφαλές για το υδάτινο περιβάλλον (Düringer et al. 2010).

1.1.2 *Cupressus* L.

Το γένος *Cupressus* αποτελείται από 12 είδη τα οποία κατανέμονται στη βόρεια Αμερική, στη Μεσόγειο και στην υποτροπική Ασία σε μεγάλα υψόμετρα (Rawat et al. 2010). Με βάση τη γενετική και μορφολογική του ανάλυση, κατατάσσεται στην υποοικογένεια *Cupressoideae*. Αποτελείται από αειθαλή δένδρα ή μεγάλους θάμνους, με ύψος από 5 έως 40 μέτρα (Tumen et al. 2011). Στην Ευρώπη, τη νοτιοδυτική Ασία και τη βόρεια Αφρική αντιπροσωπεύεται από τάξα που έχουν προσαρμοστεί σε κάποιες περιπτώσεις σε συνθήκες μεγάλης ξηρασίας ή ξηρά και θερμά καλοκαίρια (Farjon & Filer, 2013). Τρία είδη, τα οποία αναφέρονται στη χλωρίδα της βορείου Αμερικής, συχνά συγχέονται μεταξύ τους, λόγω μορφολογικής ομοιότητας. Τα είδη αυτά περιλαμβάνουν το *Cupressus atlantica* Gaussen, είδος ενδημικό του Μαρόκου, το *C. dupreziana* A. Camus ενδημικό της Αλγερίας και το *C. sempervirens* L. (Nehdi, 2013).

***Cupressus sempervirens* L.**

Μεσαίου μεγέθους, μόνικο, αειθαλές, κωνοφόρο δένδρο, έως 35-40 m ύψος, με κορμό διαμέτρου 1 m, σπανίως 2 m. Μπορεί να ζήσει για περισσότερο από 100 χρόνια, ενώ σε φυσικούς πληθυσμούς απαντώνται και δένδρα 200-500 χρόνων. Ένα από τα γηραιότερα δένδρα βρίσκεται στην Ιταλία και εκτιμάται ότι έχει ηλικία μεγαλύτερη των 800 χρονών (Caudullo & de Rigo, 2016). Τα φύλλα έχουν μήκος 0,5 έως 1 mm, σκουροπράσινα και αμβλεία. Οι αρσενικοί κώνοι είναι 4 έως 8 mm, οι θηλυκοί 25 έως 40 mm. Είναι

ελλειπτικοί-επιμήκεις (σπανίως σφαιρικοί), πράσινοι όταν είναι νεαροί και γυαλιστεροί κιτρινογκρί όταν είναι ώριμοι (Al-Snafi. 2016). Η ανθοφορία ξεκινά την άνοιξη και οι κώνοι ωριμάζουν την άνοιξη της επόμενης χρονιάς (Nehdi 2013, Caudullo & de Rigo 2016). Η επικονίαση γίνεται με τον άνεμο, από τα μέσα του χειμώνα έως την αρχή της άνοιξης. Τα αρσενικά άνθη είναι κυλινδρικά, μήκους 3-5 χιλιοστών, κίτρινου χρώματος όταν είναι ώριμα. Τα θηλυκά άνθη είναι καστανοπράσινα και στρογγυλά (Caudullo & de Rigo, 2016).

Συναντάται σε διάφορες περιοχές. Από περιοχές με σχετικά ξηρά κλίματα και ήπιους χειμώνες έως περιοχές με κρύους και σχετικά δριμείς χειμώνες. Φυσικές δασικές εκτάσεις με *C. sempervirens* υπάρχουν στη νότιο Ανατολία, στην Κύπρο, στη Συρία, στην Παλαιστίνη, στο Λίβανο και σε νησιά της νοτίου Ελλάδος. Απομονωμένα άτομα έχουν αναφερθεί στην περιοχή του Elburz στα βουνά του νότιου Ιράν (Brofas et al. 2006). Έχει τη δυνατότητα να αναπτύσσεται σε δύσκολες συνθήκες, όπως σε ασβεστολιθικά, πηλώδη, ξηρά και φτωχά εδάφη (Gallis et al. 2007).

Ανάλογα με τη μορφή της κόμης, διακρίνεται σε: *Cupressus sempervirens f. horizontalis* (funeral cypress) κυπαρίσσι, με πλατιά, σχεδόν οριζόντια κόμη και *Cupressus sempervirens f. sempervirens* (Italian cypress), κυπαρίσσι, με πυραμιδοειδώς ανορθωμένη κόμη (Σαρλής, 1999). Ενδιάμεσες μορφές αυτών των δύο σχηματίζονται ως αποτέλεσμα διασταύρωσης τους (Brofas et al. 2006). Παρόλο που οι δύο μορφές συχνά περιγράφονται ως διαφορετικά taxa, η *forma sempervirens* θεωρείται ότι είναι καλλιεργητική, προερχόμενη από παλαιότερη επιλεκτική φύτευση, καθώς είναι πιο σπάνια σε φυσικά περιβάλλοντα (Caudullo & de Rigo, 2016). Είναι αυτοφυή των παραμεσογείων χωρών. Στη χώρα μας απαντώνται στον Παρνασσό, μεταξύ Μεσσήνης και Καλαμάτας, στα Σφακιώτικα όρη της Κρήτης, στη Μακεδονία, Μήλο, Ρόδο, Σάμο και Χίο. Επίσης, καλλιεργούνται σε όλη τη χώρα, ιδιαίτερα η *forma sempervirens* (ορθόκλαδο κυπαρίσσι), που θεωρείται ως μεταλλαγή (mutation) (Σαρλής, 1999).

Το είδος *C. sempervirens* εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον σε περιπτώσεις αναδάσωσης και διακόσμησης τοπίου σε ολόκληρη τη λεκάνη της Μεσογείου (Toroglu 2007). Οι Brofas et al. (2006) εκτιμούν ότι το είδος αυτό μπορεί να αξιοποιηθεί για τη γενικότερη αναβάθμιση των Μεσογειακών οικοσυστημάτων, λόγω της μεγάλης του προσαρμοστικότητας σε διάφορα περιβάλλοντα. Επιδεικνύει αντοχή στην ξηρασία, τους

ανέμους, τη σκόνη, το χιονόνερο και τους ατμοσφαιρικούς ρύπους ενώ έχει καλά ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα και την ικανότητα να φύεται τόσο σε αλκαλικό όσο και σε όξινο περιβάλλον (Nehdi, 2013). Χρησιμοποιείται στην δασοπροστασία για τη διατήρηση της ποιότητας του εδάφους και για την αποφυγή της ερημοποίησης σε ζεστές περιοχές, όπου το χώμα είναι ρηχό και άλλα είδη φυτών έχουν αποτύχει να φυτρώσουν. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης και στην πυροπροστασία. Είναι ανθεκτικό στο θαλασσίνο άνεμο, οπότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως παραλιακός ανεμοθραύστης (Caudullo & de Rigo, 2016). Κάποιες χρήσεις του φυτού και του αιθερίου ελαίου περιλαμβάνουν την αρωματοποιία και την παρασκευή σαπουνιών (Khubeiz et al. 2016, Selim et al. 2014). Τα σπέρματα μπορούν εύκολα να συλλεχθούν και να εκχυλισθούν με μειωμένο κόστος για διάφορες βιομηχανικές χρήσεις (Nehdi, 2013). Το ξύλο είναι κατάλληλο για μικροξυλουργική, για εξωτερικές ξύλινες κατασκευές (πόρτες, παράθυρα, έπιπλα κήπου κλπ) καθώς και στην κατασκευή πλοίων. Η εντομοαπωθητική οσμή του καθιστά το ξύλο κατάλληλο για ντουλάπια για την αποθήκευση υφασμάτων και τροφίμων (Caudullo & de Rigo, 2016).

Στο παρελθόν χρησιμοποιούνταν σε όλες τις Μεσογειακές χώρες από τους αρχαίους πολιτισμούς. Ιστορικά κείμενα, ζωγραφίες και απολιθώματα από την Ρωμαϊκή εποχή, μαρτυρούν τη χρήση του ως πρώτη ύλη ξυλείας, για ιατρικές θεραπείες (Ciaraldi, 2000), ή ως διακοσμητικό δένδρο σε κήπους και οικίες (Bagnoli et al. 2009). Έχει καλλιεργηθεί στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου και σε άλλες περιοχές για διακοσμητικούς και θρησκευτικούς σκοπούς. Από την Ελληνική και τη Ρωμαϊκή εποχή έχει χρησιμοποιηθεί ως διακοσμητικό φυτό, για την παροχή σκιάς σε κήπους και κοιμητήρια καθώς και ως ανεμοθραύστης στους δρόμους και είναι χαρακτηριστικό στοιχείο των μεσογειακών παραλιακών και αστικών τοπίων (Caudullo & de Rigo, 2016).

Χημικά συστατικά του είδους *Cupressus sempervirens*

Στη βιβλιογραφία, αναφέρεται ότι οι κύριοι χημειοταξινομικοί δείκτες του γένους *Cupressus* είναι τα διφλαβονοειδή (Romani et al. 2002). Η προκαταρκτική φυτοχημική ανάλυση δείχνει περιεκτικότητα του *Cupressus sempervirens* σε αλκαλοειδή 0,7%, φλαβονοειδή 0,22%, ταννίνες 0,31%, σαπωνίνες 1,9% και φαινόλες 0.067% (Al-Snafi

2016). Το μεθανολικό εκχύλισμα των φύλλων περιέχει αντιοξειδωτικές ουσίες ισοδύναμες με 53 mg κερκετίνης /g ξηρού δείγματος (Selim et al. 2014).

Το μεθανολικό εκχύλισμα των φύλλων περιέχει φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, τανίνες (Mothana et al. 2009, Ibrahim et al. 2007). Το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο των φρέσκων φύλλων ανέρχεται σε 4.35 mg ισοδύναμα του γαλλικού οξέος/g εκχυλίσματος και το συνολικό περιεχόμενο σε φλαβονοειδή σε 9.5 mg ισοδύναμα της κερκετίνης/g εκχυλίσματος (Al-Snafi 2016). Στα υδροαλκοολικά εκχυλίσματα των φύλλων από αρκετά είδη *Cupressus* εμφανίζονται διάφορες υποκατηγορίες πολυφαινόλων (διφλαβονοειδή, μεθυλιωμένα παράγωγα διφλαβονοειδών, γλυκοσίδες φλαβονοειδών). Τα συνολικά διφλαβονοειδή στην *C. sempervirens* ανέρχονται σε 3-4% mg/g νωπού βάρους.

Ενδεικτικά, από γλυκοζυλιωμένα φλαβονοειδή αναφέρονται η μυρικιτρίνη, η κοσμοσιίνη, (Mothana et al. 2009, Ibrahim et al. 2007), η ρουτίνη, ο γλυκοσίδης και ο ραμνοσίδης της κερκετίνης, ο ραμνοπυρανοσίδης της κερκετίνης, ο 3-O-ραμνοσίδης της καιμπερόλης, ενώ κάποια διφλαβονοειδή από τα φύλλα είναι η κουπρεσοφλαβόνη, η αμεντοφλαβόνη, η ρομπουσταφλαβόνη, η μεθυλαμεντοφλαβόνη, η ινοκιφλαβόνη, η 7-μεθόξυ-αμεντοφλαβόνη (sequoiaflavone) και η ισοκρυπτομερίνη. Η 7-μεθόξυ-αμεντοφλαβόνη αναφέρεται μόνο σε αυτό το είδος. Η παρουσία ενός διγλυκοσίδη φλαβονοειδούς σε είδος Cupressaceae μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χημειοταξινομικός δείκτης (Romani et al. 2002).

Αναφέρονται επίσης τα φαινολοξέα, καφεϊκό και *p*-κουμαρικό οξύ (Mothana et al. 2009, Ibrahim et al. 2007) και στα φύλλα απαντώνται κάποιοι υδρογονάνθρακες (εικοσάνιο, εικοσιτετράνιο, εικοσιτριάνιο, εικοσιπεντάνιο), στερόλες (χοληστερόλη και β-αμυρίνη) και λιπαρά οξέα (C12:0-C25:0), κάποια κορεσμένα (λαουρικό, μυριστικό, δεκαπεντανοϊκό, παλμιτικό, στεαρικό, αραχιδικό, λιγνοκερικό οξύ) και κάποια ακόρεστα (ολεϊκό και λινολεϊκό) (Ibrahim et al. 2009).

Από τους κώνους έχουν απομονωθεί κάποιοι φαινολικοί γλυκοσίδες, κατεχίνη, επικατεχίνη, νεολιγνάνια, το σεσκιτερπένιο γιουνιπεδιόλη και κάποια διτερπένια (σουγιόλη, κομμουνικό οξύ, σανταρακοπιμαρικό οξύ, *ent*-ολιβαρικό οξύ, ιμβρικατολικό οξύ, ακετοξυ ιμβρικατολικό οξύ, φερουγινόλη, αβιετα-8,11,13-τριεν-20-όλη) (Rawat et al. 2010). Οι Milos et al. (1998) απομόνωσαν από τους κώνους της *C. sempervirens* τον μεθυλεστέρα του 3-υδροξυβενζοϊκού οξέος (πιθανώς προϊόν της θερμικής επεξεργασίας),

τα μονοτερπένια θυμοκινόνη,καρβακρόλη και περιλλική αλκοόλη και τα φαινυλοπροπάνια *p*-κυμεν-8-όλη και 2-φαινυλαιθανόλη.

Το καρδιόξυλο περιέχει τα διτερπένια, μανούλη (κύριο συστατικό), τορουλοσάλη, τορουλοσόλη και σε μικρότερες ποσότητες οξικό τορουλοσυλεστέρα, ινοκινόνη, τοταρολόνη και ινοκίολη (Pioveti et al. 1980). Από το φλοιό ειδών του γένους *Cupressus* έχουν απομονωθεί τα μονοτερπένια α -πινένιο, δ -3-καρένιο, οξικό α -τερπινυλεστέρας και η σεσκιτερπενική αλκοόλη κεδρόλη (Gallis et al. 2006).

Τα λιπόφιλο κλάσμα από τα σπέρματα του *C. sempervirens* var. *horizontalis* περιλαμβάνει λιπαρά οξέα, κυρίως α -λινολενικό και λινολεϊκό και δευτερευόντως ολεϊκό οξύ και παλμιτικό οξύ. Σε μικρότερο ποσοστό στεαρικό, λιγνοκερικό, μπεχενικό και ερουκικό. Επίσης περιλαμβάνει τοκοφερόλες, κυρίως γ -τοκοφερόλη και σε μικρότερο ποσοστό δ - και α -τοκοφερόλη. Λόγω της χαρακτηριστικής απορρόφησης στο UV, εκτιμάται η παρουσία κάποιων καροτενοειδών και χλωροφύλλης (Nehdi, 2013).

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων *Cupressus sempervirens* που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία.

Πίνακας 2. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *C. sempervirens*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Αίγυπτος	φύλλα	α -pinene (37,88%) δ -3-carene (20,05%)	Abdelgaleil et al. 2016
Αίγυπτος	φύλλα	α -cedrol (23,68%) α -pinene (21,15%)	Ibrahim et al. 2009
Αίγυπτος	υπέργεια τμήματα	α -pinene (4,6%), δ -3-carene (3,8%), α -cedrol (74,03%)	Ibrahim et al. 2017
Αλγερία	φύλλα	α -pinene (74,66%) δ -3-carene (12,87%)	Pauly et al. 1983
Αλγερία	φύλλα	α -pinene (60,5%) cedrol (8,3%)	Mazari et al. 2010
Αλγερία	φύλλα και κλαδιά	α -pinene (47,00%), δ -3-carene(19,35%), α -terpinyl acetate (4,10-6,47%)	Chanegriha et al. 1993

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
	ακραία κλαδιά	α -pinene (52,76%), δ -3-carene (21,13%), α -terpinyl acetate (6,47%)	
Γαλλία	οφθαλμοί	α -pinene (45,1%), δ -3-carene (15,6%)	Fiocco et al. 2016
Ελλάδα	φύλλα	α -pinene (54,1%), δ -3-carene (10,8%)	Giatsopoulos et al. 2013
Ελλάδα	κόννοι	α -pinene (39,54%), γ -terpinene (11,56%)	Loukis et al. 1991
Ιταλία	φύλλα	caryophyllene (32,38%), α -pinene (26,37%)	Rolli et al. 2014
Καμερούν	φύλλα	sabinene (14,8%), terpinen-4-ol (11,4%), α - pinene (9,9%)	Taponjou et al. 2005
Κροατία	κόννοι	α -pinene (69,99%), δ -3-carene (11,7%)	Milos et al. 1998
Κροατία	φύλλα	α -pinene (28,4-79,2%), δ -3-carene (9,1- 32,6%), α -cedrol(1,2-12,9%)	Milos et al. 2002
Λίβανος	φύλλα	α -pinene (57,5%) α -cedrol (4,5%)	Fahed et al.2017
Λιβύη	φύλλα	α -pinene (15,65-21,03%), δ -3-carene (0- 12,43%), terpinen-4-ol (2,93%-20,82%)	Mohareb et al. 2016
Μαρόκο	υπέργεια τμήματα	α -pinene (49%), limonene (32%), δ -3-carene (18%)	Aazza et al. 2011
Πακιστάν	φύλλα	α -pinene (55,86%), δ -3-carene (24,53%)	Mahmood et al. 2013
Σαουδική Αραβία	υπέργεια τμήματα	α -pinene (48,6%), δ -3-carene (22,1%)	Selim et al. 2014
Συρία	φύλλα	α -pinene (36,5%), δ -3-carene (22,17%)	Khubeiz et al. 2016
Τουρκία	φλοιός	α -pinene (6,7%), cedrol (6%)	Kolayli et al. 2009

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Τυνισία	κόννοι	α -pinene (47,51%), β -caryophyllene (4,53%)	Ben Nouri et al. 2015
Τυνισία	φύλλα	α -pinene (46,6%), myrcene(15,7%)	Nejia et al. 2013
Τυνισία	κλαδιά	α -pinene (23,5-64%), totarol (0,5-11,2%), cedrol (4,4%-9,3%), δ -3-carene (3,6-10,6%), α -terpinyl acetate (2,5-7,9%)	Imed et al. 2005

Βιολογικές δράσεις του είδους *Cupressus sempervirens*

Τα υπέργεια τμήματα του *Cupressus sempervirens* έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στη λαϊκή θεραπευτική. Σήμερα χρησιμοποιούνται μερικές φορές για εισπνοές, ως αντιβηχικά, υπό μορφή διαλύματος για πλύσεις και σε επιδέσμους, για την θεραπεία ασθενειών του κυκλοφορικού (Romani et al. 2002). Για πολλά χρόνια είχαν χρησιμοποιηθεί ως αντισηπτικοί, αντιρευματικοί, αντιαμροροειδικοί, αντιδιαρροϊκοί, και ως αγγειοσυσπαστικοί παράγοντες, εξαιτίας της παρουσίας τανινών (Milos et al. 1998, Imed et al. 2005). Άλλες ιδιότητες που αναφέρονται είναι αντισπασμωδικές, αντισηπτικές, και διουρητικές, για την προαγωγή της φλεβικής κυκλοφορίας προς τα νεφρά και την περιοχή της ουροδόχου κύστης (Rawat et al. 2010).

Οι Βεδουίνοι της Ιορδανίας χρησιμοποιούσαν αφέψημα των φύλλων και των κώνων του είδους *Cupressus sempervirens* για την αντιμετώπιση του διαβήτη (Alzweiri et al. 2011). Στην παραδοσιακή Τουρκική ιατρική, οι κόννοι του φυτού χρησιμοποιούνταν για την αντιμετώπιση του κοινού κρυολογήματος και του βήχα (Tumen et al. 2012).

Το αιθέριο έλαιο θεωρείται ότι έχει αντισπασμωδική δράση (Imed et al. 2005), σε περιπτώσεις έντονου βήχα (Al-Snafi. 2016). Το αιθέριο έλαιο από τα φύλλα και τους θηλυκούς κώνους χρησιμοποιείται εξωτερικά για πονοκεφάλους, κρύωμα, βήχα και βρογχίτιδα (Nehdi et al. 2013, Selim et al. 2013). Τα αποξηραμένα φύλλα χρησιμοποιούνται ως εμμηναγωγός παράγοντας και για τον στομαχόπονο, καθώς και για τη θεραπεία του διαβήτη (Nehdi et al. 2013, Selim et al. 2013).

Το εκχύλισμα που λαμβάνεται από τους κώνους έχει ανθελμινθικές, αντιπυρετικές, αντιρευματικές, αντισηπτικές, στυπτικές, αγγειοσυσπαστικές και επουλωτικές ιδιότητες (Ulusal et al. 2007). Οι αποξηραμένοι κώνοι χρησιμοποιούνται στην αντιμετώπιση της φλεγμονής, στον πονόδοντο, στη λαρυγγίτιδα και ως αντισυλληπτικοί και στυπτικοί παράγοντες (Nehdi et al. 2013, Selim et al. 2013). Επιπλέον, τα αποξηραμένα σπέρματα έχουν χρησιμοποιηθεί στην επούλωση πληγών, σε έλκη, μώλωπες, πόνους, εξανθήματα, σκάσιμο της επιδερμίδας, φλύκταινες και ερυσίπελα (Nehdi et al. 2013, Selim et al. 2013).

Εντομοκτόνος/Εντομοαπωθητική δράση

Οι Tapondjou et al. (2005) έλεγξαν την τοξικότητα και την απωθητική δράση του αιθέριου ελαίου από τα φύλλα του *C. sempervirens* στα έντομα *Sitophilus zeamais* και *Tribolium confusum*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προστασία των σιτηρών, απέναντι στα έντομα-παράσιτα, κατά την αποθήκευσή τους. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εντομοαπωθητικό ή για τον έλεγχο του πληθυσμού των προνυμφών, για το είδος κουνουπιού *Aedes albopictus* (Giatropoulos et al. 2013). Σε άλλη μελέτη, το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιήθηκε κατά του *Sitophilus oryzae*, που προσβάλλει το ρύζι και το σιτάρι, και αποδείχτηκε τοξικό για το συγκεκριμένο είδος (Abdelgaleil et al. 2015).

Αντιμικροβιακή δράση

Το αιθέριο έλαιο αναστέλλει την ανάπτυξη του *Helicobacter pylori in vitro*, χωρίς να δημιουργηθούν ανθεκτικά στελέχη (Ohno et al. 2003). Παρουσιάζει αντιμυκητιασική δράση, ενώ σε μεγαλύτερη συγκέντρωση σχηματίζει ζώνες αναστολής στα βακτηριακά στελέχη *Micrococcus luteus* και *Mycobacterium simegmatis* καθώς και στο μύκητα *Kluyveromyces fragilis* (Toroglu, 2007).

Στη μελέτη των Badawy et al. (2014) το αιθέριο έλαιο είχε δράση έναντι του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens* και του *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, και ισχυρή έως μέτρια δράση σε κάποια στελέχη μυκήτων, ενώ τέλος αναφέρεται δράση έναντι της βλάστησης των σπορίων των μυκήτων *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* που προσβάλλουν φυτικούς οργανισμούς. Το αιθέριο έλαιο των φύλλων επιδεικνύει αξιοσημείωτη αντιμικροβιακή δράση έναντι του *Bacillus subtilis* (Ibrahim et al.

2009), ενώ οι Mohareb et al. (2013) αναφέρουν ότι αναστέλλει αποτελεσματικά τους μύκητες *Hexagonia apiaria* και *Ganoderma lucidum*.

Μικροβιοστατική δράση αναφέρεται για το αιθέριο έλαιο σε μερικές ακόμα μελέτες απέναντι σε τρία είδη βακτηρίων (*E. coli*, *M. leutius*, *B. lacto*) και σε επτά είδη μυκήτων (Mahmood et al. 2013), σε αρκετά διαφορετικά είδη παθογόνων βακτηρίων, εκ των οποίων τρία Gram (+) και οκτώ Gram (-) (Ben Nouri et al. 2015), ενώ ως πιο ευάλωτα στο αιθέριο έλαιο των κώνων χαρακτηρίζονται τα στελέχη *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Morganella morganii*, *Shigella* και *Vibrio cholerae*. Οι Mazari et al. (2010), χαρακτήρισαν το αιθέριο έλαιο ως μέτριας αντιβακτηριακής και αντιμικροβιακής δράσης. Επιπρόσθετα, αντιβακτηριακή δράση αναφέρεται και από τους Mohareb et al. (2016).

Μελέτες αντιμικροβιακής δράσης *in vitro* έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο του *C. sempervirens* var. *dupreziana* αναστέλλει σημαντικά την ανάπτυξη αρκετών φυτοπαθογόνων μυκήτων (Amri et al. 2013). Επίσης, το αιθέριο έλαιο του *C. sempervirens* αναστέλλει την ανάπτυξη του βακτηρίου *Streptococcus pyogenes* ενώ ανέστειλε την ανάπτυξη των μυκήτων *Candida albicans*, *Candida parapsilosis* (Ibrahim et al. 2017). Οι Khubeiz et al. (2016) αναφέρουν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση του αιθερίου ελαίου έναντι των *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus* και *Vibrio parahaemolyticus* και μέτρια δράση έναντι των *Micrococcus luteus*, *Klebsiella pneumonia* και *Pseudomonas aeruginosa*.

Αντιμικροβιακή δράση (κυρίως αντιβακτηριακή) αναφέρεται τόσο για το αιθέριο έλαιο όσο και για το μεθανολικό εκχύλισμα του *C. sempervirens*, με την *Klebsiella pneumoniae* να είναι πιο ευάλωτη στο μεθανολικό εκχύλισμα (Selim et al. 2014). Τέλος, τα μεθανολικά και υδατικά εκχυλίσματα του φυτού, έχουν μελετηθεί για την αντιμικροβιακή τους δράση, η οποία αποδείχτηκε ισχυρή κυρίως για τα Gram (+) βακτήρια (Mothana et al. 2009).

Αντιοξειδωτική δράση

Το μεθανολικό εκχύλισμα εμφανίζει αντιοξειδωτική δράση σε μικρές συγκεντρώσεις (Mothana et al. 2009). Το αιθέριο έλαιο των κώνων χαρακτηρίζεται από καλή αντιοξειδωτική ικανότητα που εκφράζεται ως ικανότητα σάρωσης των ριζών 2,2-

διφαινυλο-1-πικρυλυδραζυλίου (DPPH) και των ριζών του 2,2'-αζινο-δισ-3-αιθυλοβενζοθειαζολινο-6-σουλφονικού οξέος (ABTS) (Ben Nouri et al. 2015).

Στη μελέτη των Aazza et al. (2014), το αιθέριο έλαιο δείχτηκε αποτελεσματικό στη σάρωση ριζών NO, ενώ δείχτηκε και καλός συμπλεκτικός παράγοντας μεταλλικών ιόντων. Το έλαιο των καρπών και των κλαδιών της *C. sempervirens* var. *horizontalis* έχουν επίσης αντιοξειδωτική δράση (Asgary et al. 2013). Οι Nejia et al. (2013), αναφέρουν ισχυρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα για το αιθέριο έλαιο που έχει ληφθεί με εκχύλιση με υπερκρίσιμο CO₂ έναντι του ελαίου που έχει συλλεχθεί με υδραπόσταξη. Τέλος, υψηλή ικανότητα σάρωσης ριζών DPPH του αιθερίου ελαίου αναφέρεται και στη μελέτη των Kolayli et al. (2009).

Κυτταροτοξική δράση

Το αιθέριο έλαιο της *Cupressus sempervirens* ssp. *pyramidalis* επέδειξε αντιπολλαπλασιαστική δράση με IC₅₀=104.90 µg/mL σε κύτταρα C32 με αμελανωτικό μελάνωμα, ενώ τρία τερπένια, η λιναλοόλη, το β-καρυοφυλλένιο και η α-κεδρόλη αποδείχτηκαν επίσης δραστικά (Loizzo et al. 2008). Το αιθέριο έλαιο της *C. sempervirens* έχει αντιπολλαπλασιαστική δράση σε σειρά κυττάρων THP-1 (Aazza et al. 2014).

Άλλες δράσεις

Ο Umezu (2012) παρατήρησε ότι το αιθέριο έλαιο του *C. sempervirens* (τμήμα φυτού δεν αναφέρεται) είχε κατασταλτική δράση στο κεντρικό νευρικό σύστημα μυών. Από τους Amri et al. (2013), αξιολογήθηκε η ζιζανιοκτόνος δράση του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Cupressus sempervirens* var. *dupreziana* έναντι τριών κοινών ζιζανίων (*Sinapis arvensis*, *Phalaris paradoxa* και *Raphanus raphanistrum*) που προσβάλλουν καλλιέργειες. Το αιθέριο έλαιο ανέστειλε εντελώς την βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξή τους. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της μελέτης του M'barek (2016) έδειξαν ότι τα εκχυλίσματα των φύλλων του *C. sempervirens* μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε γεωργικά συστήματα για τον έλεγχο των παρασίτων φυτών, καθώς το υδατικό εκχύλισμα των φύλλων καθυστέρησε και μείωσε τη βλάστηση σε όλους τους σπόρους-στόχους, εμφάνισε δηλαδή σημαντική φυτοτοξικότητα.

Οι Asgary et al. (2013) αναφέρουν ότι τα αιθέρια έλαια των καρπών και των κλαδιών έχουν αντι-υπεργλυκαιμικές ιδιότητες. Άλλες δράσεις του αιθερίου ελαίου που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι αναστολή της λιποξυγενάσης (Aazza et al. 2014) και αναστολή της ακετυλοχολινεστεράσης (Aazza et al. 2011). Τέλος, οι Ibrahim et al. (2007), επιβεβαίωσαν την ηπατοπροστατευτική ιδιότητα του μεθανολικού εκχυλίσματος των φύλλων σε αρουραίους, συγκεκριμένα δράση ενάντια στην επαγόμενη με CCl₄ καταστροφή των ηπατοκυττάρων.

1.1.3 *Sequoiadendron* J. Buchholz

Το γένος αυτό περιλαμβάνει μόνο ένα είδος. Ανήκει στην υποοικογένεια *Sequoioideae* που αποτελείται από 3 γένη, δύο εκ των οποίων απαντώνται στη βόρεια Αμερική: *Sequoia* και *Sequoiadendron* (το τρίτο γένος, *Metasequoia*, απαντάται σε μία μικρή περιοχή της Κίνας). Τα δύο είδη της Αμερικής είναι χαρακτηριστικά για το μεγάλο τους μέγεθος και τη μακροζωία τους, είναι τα ψηλότερα και μεγαλύτερα δένδρα στον κόσμο και μπορούν να ζήσουν πάνω από 2000-3000 χρόνια (Farjon & Filer, 2013).

***Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz**

Το *Sequoiadendron giganteum* απαντάται σε μια μικρή περιοχή, από τη Σιέρρα Νεβάδα ως την Καλιφόρνια. Παρά την προστασία του στα εθνικά πάρκα και σε άλλες προστατευμένες περιοχές, το *S. giganteum* πληροί τα κριτήρια και είναι τώρα στη λίστα των απειλούμενων ειδών IUCN (Farjon & Filer, 2013). Φτάνει σε ύψος τα 100 m, με πυραμιδοειδή κόμη, περιμέτρου σε κάποιες περιπτώσεις 30 m σε σημείο πάνω από την βάση, κορμός 10 m πλάτος, ίσιος, κωνικός, στα ηλικιωμένα δένδρα γυμνός από κλαδιά μέχρι και τα πρώτα 50 μέτρα. Φλοιός βαθιά αυλακωμένος, σπογγώδης, 25-50 εκατοστά παχύς, χρώματος καφέ. Τα μικρότερα κλαδιά είναι αρχικά σκουροπράσινα, αργότερα ερυθροκάστανα. Οι οφθαλμοί (buds) είναι στις κορυφαίες θέσεις των κλαδιών, σκεπασμένα από μικρά φύλλα. Φύλλα 3-6 χιλιοστών ή 1,2 εκατοστών στους κύριους βλαστούς, κοίλα επάνω, κυρτά από κάτω. Κώνοι με μήκος 5-8 cm, πλάτους 4,5-5,0 cm (Ouden & Boom, 1982). Είναι γνωστό για το ιδιαίτερα μεγάλο μέγεθος του και τη μακροζωία του. Η φυσική περιοχή της γιγάντιας σεγκόια περιορίζεται στις δυτικές πλαγιές

της Σιέρα Νεβάδα στην κεντρική Καλιφόρνια. Εξ' αιτίας αυτού, οι περισσότεροι πληθυσμοί της γιγάντιας σεγκόια έχουν κριθεί προστατευόμενοι. Το είδος αυτό εκτιμάται πρωτίστως για την αισθητική και την επιστημονική του σημασία. Έχει προταθεί ως είδος αναδάσωσης στην Ευρώπη, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις αντίξοων κλιματικών συνθηκών όπου θα μπορούσε να αποδώσει περισσότερη ξυλεία απ' ό,τι άλλα είδη (Jerkovic et al. 2003).

Χημικά συστατικά του είδους *Sequoiadendron giganteum*

Για το αιθέριο έλαιο των φύλλων του *S. giganteum* (Πίνακας 3) αναφέρονται ως κύρια συστατικά το α-πινένιο και το καμφένιο (Chalchat et al. 1988) η σαφρόλη και η ελεμικίνη, ενώ στο αιθέριο έλαιο του ξύλου τα κύρια συστατικά είναι το α-πινένιο, η εστραγόλη, η σαφρόλη, η ελεμισίνη και η μέθυλο ευγενόλη (Garcia et al. 2017).

Πίνακας 3. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *S. giganteum*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Γαλλία	ξύλο	α-pinene (18-44,5%), safrole (33,4-53%), elemicin (5,3-8,4%)	Garcia et al. 2017
Γαλλία	φύλλα	α-pinene (47,8-71,3%), safrole (10,7-31,6%), elemicin (1,7-5%)	Garcia et al. 2017
Γαλλία	φύλλα	α-pinene (80,1%-87,4%), myrcene (6,4%-9,1%)	Chalchat et al. 1988
ΗΠΑ	φύλλα	α-pinene (69,3%), myrcene (12,1%), humulene (3,40%)	
Κροατία	φύλλα	α-pinene (45,1%) elemicin (21,5%)	Jerkovic et al. 2003
Κροατία	κλαδιά	α-pinene (44,5%), limonene (8,7%), myrcene (7,9%)	Jerkovic et al. 2003

Δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με τις φαρμακολογικές ή βιολογικές δράσεις του είδους.

1.1.4 *Thuja* L.

Περιλαμβάνει 5 αποδεκτά είδη (w1). Δένδρα μόνοικα ή θάμνοι. Λεπτός φλοιός, στο εσωτερικό ινώδης. Κλαδιά απλωτά και οριζόντια, αρκετά κοντά. Κλαδίσκοι συμπιεσμένοι. Φύλλα λεπιοειδή. Κώνοι ωοειδείς ή επιμήκεις με 8-12 καρπικά λέπια (Ouden & Boom, 1982).

Thuja occidentalis L. (Eastern arborvitae, Atlantic red cedar)

Η *T. occidentalis*, γνωστή και ως Arborvitae (δένδρο της ζωής) ή λευκός κέδρος, είναι ιθαγενές είδος της βόρειας Αμερικής και καλλιεργείται στην Ευρώπη ως καλλωπιστικό (Κίλις, 2014). Γεωγραφικά, απαντάται σε ένα εύρος περιοχών από την υποαρκτική τάιγκα-τούνδρα στο βορρά έως τη ζώνη των φυλλοβόλων αγγειόσπερμων δασών στο νότο. Συναντάται ως αειθαλής θάμνος ή δένδρο, ύψους 15–35 m. Τα φύλλα είναι λεπιοειδή, έντονα πράσινα από την πάνω πλευρά, ανοιχτά πράσινα από την κάτω (Tsiri et al. 2009), όπου βρίσκονται και οι ρητινοφόροι αγωγοί (Κίλις, 2014). Τα κλαδιά είναι πράσινα και λεπιοειδή και μετατρέπονται σε καφέ. Φλοιός ινώδης, ερυθροκάστανος προς γκρι όπου είναι γηραιότερος. Άνθη μόνοικα. Κώνοι μικροί, 1-2 cm, πράσινοι προς καφέ (Κίλις, 2014). Η ξυλεία αυτού του είδους αξιοποιείται στην Ευρώπη και τη βόρεια Αμερική. Το αιθέριο έλαιο των φύλλων λαμβάνεται μετά από υδραπόσταξη ή απόσταξη με υδρατμούς και χρησιμοποιείται στην παραγωγή αρωμάτων, εντομοαπωθητικών, σαπουνιών και αποσμητικών. Το κύριο συστατικό του αιθερίου ελαίου, το μονοτερπένιο θυιόνη, χρησιμοποιείται φαρμακολογικά ως δραστικό συστατικό στην παραγωγή αποσυμφορητικών της μύτης και αντιβηχικών, αλλά και σε αρώματα, γυαλιστικά παπουτσιών και σαπούνια, ενώ πολλές ποικιλίες του είδους καλλιεργούνται για καλλωπιστικούς σκοπούς (Tsiri et al. 2009).

Η *T. occidentalis* L. “*malonyana*” είναι ποικιλία με κιονωτή κόμη με ύψος γύρω στα 10 m. Ταυτοποιήθηκε στο Arboretum Mlynany το 1905 (Svajdlenka et al. 1999).

Χημικά συστατικά του είδους *Thuja occidentalis*

Τα αιθέρια έλαια των φύλλων και των σπερμάτων περιέχουν βορνεόλη, οξικό βορνυλεστέρα, θιόνες (α- και β-), καμφορά, φεγγόνη, σαβινένιο και κάποια σεσκιτερπένια, καθώς και τα διτερπένια μπεγερένιο και ριμουένιο (Πίνακας 4). Η α-θιόνη είναι το σημαντικότερο συστατικό του αιθερίου ελαίου. Φυτοχημικές μελέτες έχουν δείξει στο πτητικό κλάσμα την παρουσία μονοτερπενίων, όπως φεγγένιο, καμφένιο και καμφορά, καρβακρόλη και π-κυμένιο. Ενώ από το μη πτητικό κλάσμα έχουν ταυτοποιηθεί ένας αριθμός από σεσκι-, δι- και τριτερπένια, καθώς και λιγνάνια (Keita et al. 2000).

Φυτοχημικές μελέτες έχουν δείξει ότι η *T. occidentalis* περιέχει τερπένια, στεροειδή, φλαβονοειδή και πολυσακχαρίτες (Akkol et al. 2015). Τα φύλλα περιέχουν καροτένιο, ξανθοφύλλη, και ασκορβικό οξύ και τα φλαβονοειδή ροδοξανθίνη, αμεντοφλαβόνη, κερκετίνη, μυρικετίνη. Οι γλυκοπρωτεΐνες/πολυσακχαρίτες υψηλού μοριακού βάρους έχουν άμεση σχέση με τη δραστηριότητα του φυτού (Naser et al. 2005).

Το νωπό φυτικό υλικό (σε σχέση με το ξηρό) περιέχει 0,6% αιθέριο έλαιο, 2,07% αναγωγικά σάκχαρα, 4,9% υδατοδιαλυτούς πολυσακχαρίτες, 1,67% ελεύθερα οξέα και 1,31% παράγωγα τανινών. Η ξηρή πόα περιέχει αιθέριο έλαιο (1,4-4,0%), κουμαρίνες (π-κουμαρικό οξύ, ουμπελιφερόνη), φλαβονοειδή (κατεχίνη, γαλλοκατεχίνη, καιμπερόλη, 3-Ο-ραμνοκυρανοσίδη της καιμπερόλης, μυρικιτρίνη, μυρικετίνη, προκυανιδίνη B-3, προδελφινιδίνη, κερκετίνη, κερκιτρίνη), ταννικά οξέα (~1,3 %), πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες (~ 4 %) (Jasuja et al. 2015, Naser et al. 2005). Σύμφωνα με τον EMEA, το περιεχόμενο των αποξηραμένων κλάδων σε θιόνες υπολογίζεται σε 7,6 mg/g, αποτελούμενο κατά 85% από α-θιόνη και 15% από β-θιόνη (Naser et al. 2005, Brijesh et al. 2012).

Πίνακας 4. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *T. occidentalis*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Αίγυπτος <i>T. occidentalis</i>	φύλλα	α-pinene (35,49%), δ-3-carene (25,42%), cedrol (9,05%)	Badawy et al. 2014

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Αίγυπτος <i>T. occidentalis</i>	φύλλα	α -pinene (35,49%), β -carene (25,42%), cedrol (9,05%)	Mohareb et al. 2016
ΗΠΑ <i>T. occidentalis</i>	φύλλα	α -thujone (30-52%), β -thujone (4-10%), fenchone (2-8%)	Kamdern et al. 1993
ΗΠΑ, Καναδάς <i>T. occidentalis</i>	καρδιόξυλο	occidentalol (19,65-50,97%), occidenol (10-13%), occidol (11-34%)	Andersen et al. 1995
Ιαπωνία <i>T. occidentalis</i>	φύλλα	α -thujone (48,73%), fenchone (12,80%), β -thujone (7,85%)	Yatagai et al. 1985
Ιταλία <i>T. occidentalis</i>	φύλλα	δ -3-carene (33,2%), α -pinene (27,7%), cedrol (10,3%)	Benelli et al. 2012
Καναδάς <i>T. occidentalis</i>	υπέργεια τμήματα	α -thujone (49,6%), β -thujone (9%), f enchone (14%)	Keita et al. 2000
Καναδάς <i>T. occidentalis</i>	υπέργεια τμήματα	α -thujone (42,6-49,4%), fenchone (9,03-11,3%), β -thujone (6,81-8,46%) α -thujone (42,22-55,55%), fenchone (9,49%-17,23%)	Simard et al. 1988
Πολωνία <i>T. occidentalis</i>	φύλλα	α -thujone (69,80%), fenchone (7,82%), β -thujone (9,47%)	Szolyga et al. 2013
Σερβία <i>T. occidentalis</i>	φύλλα και κλαδιά	α -thujone (51,8), β -thujone (5,3), fenchone (9,1)	Radulovic et al. 2017
Τουρκία <i>T. occidentalis</i>	φύλλα	α -thujone (49,75%), beyerene (13,24%), Rimuene (4,96%)	Akkol et al. 2015
Σλοβακία <i>T. occidentalis</i> "malonyana"	φύλλα	α -thujone (30,4-40,5%), fenchone (6,7-11,1%), β -thujone (6,5-9%)	Svajdlenka et al. 1999

Βιολογικές δράσεις του είδους *Thuja occidentalis*

Τα οξυγονωμένα μονοτερπένια α- και β-θυιόνη, καθώς και τα αιθέρια έλαια που τα περιέχουν έχουν επιδείξει σημαντικές βιολογικές δράσεις, όπως εντομοκτόνο, ανθελμινθική, αντιεπιληπτική, και ανασταλτική της βουτύρυλο- και ακέτυλο-χολινεστεράσης. Επίσης, τα αιθέρια έλαια που περιέχουν θυιόνες είναι γνωστό ότι παρουσιάζουν αντιμικροβιακή δράση ενάντια τόσο σε βακτηριακά, όσο και σε μυκητιακά στελέχη. Επιπλέον, έχει επιβεβαιωθεί η συνεργιστική δράση α- και β-θυιόνης, κατά τον έλεγχο μείγματος των δύο αυτών ισομερών (Radulovic et al. 2017).

Η *T. occidentalis* ως φαρμακευτικό φυτό χρησιμοποιήθηκε από τους Αβορίγινες του Καναδικού βορρά (Upreti et al. 2012). Αναγνωρίστηκε ως θεραπευτικό μέσο κατά τη διάρκεια μιας αποστολής στον Καναδά το 16^ο αιώνα και αποδείχτηκε αποτελεσματικό για τη θεραπεία της αδυναμίας που προκαλείται από σκορβούτο. Στη λαϊκή θεραπευτική, έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία της βρογχικής καταρροής, της ενούρησης, της κυστίτιδας, της ψωρίασης, του καρκίνου της μήτρας, της αμηνόρροιας και των ρευματισμών (Kılıç O. 2014).

Για παράδειγμα, ζεστά υδατικά εκχυλίσματα από τα κλαδιά του φυτού, χρησιμοποιούνταν από τους ιθαγενείς της βόρειας Αμερικής ως ανθελμινθικά, αντισυφιλικά, αντιρευματικά, διουρητικά και εφιδρωτικά. Στον Καναδά, το έγχυμα των φύλλων χρησιμοποιούνταν από ντόπιους πληθυσμούς ως εφιδρωτικό και τονωτικό μετά τη γέννα, και εξωτερικά ως θεραπεία για την παράλυση, τον πονοκέφαλο, τους σπασμούς, το ξύλο για τους πόνους της πλάτης, τους ρευματισμούς, την πλευρίτιδα, τον πυρετό από κρύωμα. Το έγχυμα του φλοιού είχε εφαρμογή ως αντιπαρασιτικό στους ενήλικες. Στη Γερμανία, το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιούνταν ως ανθελμινθικό (Kéïta et al. 2000).

Σήμερα, χρησιμοποιείται κυρίως στην ομοιοπαθητική ως μητρικό βάμμα ή διάλυμα. Σε συνδυασμό με άλλα ανοσορρυθμιστικά φυτά, όπως η *Echinacea purpurea*, η *Echinacea pallida* και η *Baptisia tinctoria*, χρησιμοποιείται για οξείες και χρόνιες μολύνσεις της ανώτερης αναπνευστικής οδού, και ως ανοσοενισχυτικό σε συνδυασμό με αντιβιοτικά σε σοβαρές βακτηριακές λοιμώξεις όπως η βρογχίτιδα, η στηθάγχη, η φαρυγγίτιδα, η μέση ωτίτιδα και η ιγμορίτιδα. Στη δρόγη *Thujae occidentalis* herba περιλαμβάνονται μόνο τα ακραία τμήματα από τα αποξηραμένα κλαδιά του είδους και αποτελείται από τις ποικιλίες

Thuja occident. aureospica, *Thuja occident. lutea*, *Thuja occident. Vervaeneana* και *Thuja occident. wareana* (Naser et al. 2005).

Αντιμικροβιακή δράση

Το αιθέριο έλαιο της *T. occidentalis* ελέγχθηκε για αντιβακτηριακή και αντιμυκητιασική δράση έναντι σε βακτήρια και μύκητες που προσβάλλουν φυτικούς οργανισμούς, και επέδειξε αντιβακτηριακή δράση στους *Agrobacterium tumefaciens* και *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, αντίστοιχα (Badawy et al. 2014). Σε άλλη μελέτη, το αιθέριο έλαιο εμφάνισε προοπτικές ως συντηρητικό για τον έλεγχο της αποσύνθεσης του ξύλου που οφείλεται στους μύκητες *Hexagonia apiaria* και *Ganoderma lucidum*, κατόπιν ένδειξης αντιμυκητιασικής δράσης *in vitro* και *in vivo* (Mohareb et al. 2013). Επίσης, το αιθέριο έλαιο ελέγχθηκε για αντιμικροβιακή δράση και από τους Tsiri et al. (2009), ενώ από τα συστατικά του αποτιμήθηκαν μεμονωμένα το μπεγερένιο και μείγμα α- και β-θυιόνης, με το τελευταίο να επιδεικνύει ιδιαίτερα καλή δράση έναντι σε 6 Gram-θετικά και αρνητικά βακτήρια και 3 παθογόνους μύκητες. Επιπλέον, σε μελέτη αποτίμησης της τοξικότητας διαφόρων αιθερίων ελαίων, το αιθέριο έλαιο της *T. occidentalis* εμφάνισε αξιοσημείωτη αντιμικροβιακή δράση (20 microbial strains) καθώς και αντιμυκητιασική (*Candida albicans*) (Radulovic et al. 2017). Σε παρόμοια μελέτη, βρέθηκε ότι τα μεθανολικά εκχυλίσματα των φύλλων και των κώνων αναστέλλουν την ανάπτυξη της *C. albicans* καθώς και την διακυτταρική συγκέντρωση πρωτεϊνικού αζώτου σε υδατικό μέσο (Ezzat, 2001). Ακόμα, το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. occidentalis* ανέστειλε την ανάπτυξη του μύκητα *Opbiostoma picea* σε όλες τις συγκεντρώσεις που μελετήθηκαν και την ανάπτυξη του μύκητα *Alternaria alternata* σε υψηλές συγκεντρώσεις (Dawson-Andoh et al. 2000).

Εντομοκτόνος δράση

Οι Szolyga et al. (2013), δοκίμασαν την εντομοκτόνο δράση του αιθερίου ελαίου της *T. occidentalis* κατά των προνυμφών του *Alphitobius diaperinus*, ενώ έγινε αντιπαραβολή της δράσης του αιθερίου ελαίου με αυτήν των καθαρών κυριότερων συστατικών του, που είναι η α- και η β-θυιόνη. Υπήρξε μικρή αντιτροφική δράση των αιθερίων ελαίων και των καθαρών τερπενίων στις γηραιότερες προνύμφες, ενώ για τις

νεαρές αυτά τα συστατικά είχαν προσελκυστική δράση, αλλά παράλληλα δρούσαν ανασταλτικά ή επιβραδυντικά στην ανάπτυξη τους και αύξαναν τη θνησιμότητα. Συμπερασματικά, τα εν λόγω ισομερή της θυιόνης μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνεργιστικά σε συνθετικά μείγματα εντομοκτόνων.

Σε άλλη μελέτη, το αιθέριο έλαιο εμφάνισε σημαντική τοξική δράση έναντι της μεσογειακής μύγας, *Ceratitis capitata*. Συγκεκριμένα, ο δείκτης θνησιμότητας ήταν άνω του 70% (Benelli et al. 2012). Τέλος, το αιθέριο έλαιο από τα φύλλα και τους κλάδους της *T. occidentalis* είχε εντομοκτόνο δράση ενάντια στην οικιακή μύγα *Musca domestica* L. (Pavela, 2008).

Αντιοξειδωτική δράση

Στη μελέτη των McCune & Johns (2002) μελετήθηκε η αντιοξειδωτική ικανότητα του μεθανολικού εκχυλίσματος των φύλλων της *T. occidentalis*, το οποίο εμφάνισε μέτρια δραστηριότητα όσον αφορά τη σάρωση ριζών 2,2-διφαινυλο-1-πικρυλυδραζυλίου (DPPH) και υπεροξειδίου.

Άλλες δράσεις

Το αιθέριο έλαιο της *T. occidentalis* και το δραστικό του συστατικό, η α-θυιόνη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία των πολυκυστικών ωοθηκών χωρίς να επάγει οστεοπόρωση (Akkol et al. 2015).

Επίσης, σημαντική δράση του αιθερίου ελαίου σημειώθηκε σε μοντέλα αρουραίων, όπου παρατηρήθηκε επίδραση στη συμπεριφορά τους (μειωμένη κινητικότητα). Η νευροτοξικότητα αποδίδεται όχι μόνο στις θυιόνες, αλλά και σε άλλα συστατικά, που υπάρχουν στο αιθέριο έλαιο σε μικρότερες ποσότητες (σαβινένιο, φεγγόνη, α-οξικός τερπινυλεστέρας, ριμουένιο και μπεγερένιο) (Radulovic et al. 2017).

Τέλος, οι πολυσακχαρίτες της *T. occidentalis* ανέστειλαν τον κυτταρικό θάνατο που οφείλεται στον ιό HIV σε τελική συγκέντρωση 625 g/ml (Naser et al. 2005).

***Thuja plicata* Donn ex D. Don**

Η *T. plicata* (Western arborvitae, Pacific red cedar), είναι δένδρο με ύψος 50–70 m με αψιδωτά κλαδιά και φύλλα γυαλιστερά πράσινα από πάνω και με λευκές γραμμές στην κατώτερη επιφάνεια. Έχει εξάπλωση στα βουνά της ακτογραμμής του Ειρηνικού και στα Βραχώδη Όρη της ΒΔ Αμερικής (Tsiri et al. 2009).

Χημικά συστατικά του είδους *Thuja plicata*

Από το καρδιόξυλο της *T. plicata* έχουν απομονωθεί επτά γνωστές ουσίες, και πιο συγκεκριμένα, πλικάτικό οξύ, μεθυλαιθέρας της θουγιαπλικατίνης, β-θουγιαπλίσίνη, γ-θουγιαπλίσίνη, β-θουγιαπλισινόλη, θουγικό οξύ, και θουγικός μεθυλεστέρας (Daniels et al. 2007). Τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου (Πίνακας 5) είναι οι μονοτερπενικές κετόνες α- και β-θυιόνη, η φεγχόνη και το σαβινένιο, καθώς και τα διτερπένια μπεγερένιο και ριμουένιο (Tsiri et al. 2009).

Πίνακας 5. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *T. plicata*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Πολωνία <i>T. plicata</i>	φύλλα	α-thujone (62,12%), β-thujone (7,06%), fenchone (7,06%), sabinene (6,00%)	Tsiri et al. 2009
Πολωνία <i>T. plicata</i> ' <i>gracialis</i> '		α-thujone (54,48%), β-thujone (6,30%), beyerenne (4,55%)	

Βιολογικές δράσεις του είδους *Thuja plicata*

Οι ουσίες β-θουγιαπλίσίνη, γ-θουγιαπλίσίνη, και β-θουγιαπλισινόλη, που περιέχονται στο ξύλο, είναι φυσικά μυκητοκτόνα και θεωρείται ότι ευθύνονται κατά ένα μεγάλο μέρος για τη φυσική ανθεκτικότητα του ξύλου στις προσβολές από μύκητες (Daniels et al. 2007).

Το μεθανολικό εκχύλισμα της *T. plicata* εμφανίζει ανασταλτική δράση στο μύκητα *C. albicans* (Johnston et al. 2001). Σε μελέτη της αντιμικροβιακής δράσης, για τα αιθέρια έλαια της *T. plicata* και *T. plicata* “*gracialis*” παρατηρήθηκε ισχυρή αντιμικροβιακή δράση και αντιμυκητιασική. Η αντιμικροβιακή δράση πιθανώς αποδίδεται στα υψηλά ποσοστά α- και β- θιόνης, τα οποία μεμονωμένα εμφάνισαν επίσης αντιμικροβιακή δράση. Επιπρόσθετα, το διτερπένιο μπεγερένιο έδειξε ενδιαφέρουσα αντιμικροβιακή και αντιμυκητιασική δράση (Tsiri et al. 2009).

***Thuja orientalis* L. (*Platyclusus orientalis* (L.) Franco, Oriental arbor-vitae)**

Η *Thuja orientalis* L. είναι αειθαλές είδος, αυτοφύες της Κίνας, της Κορέας, της Ιαπωνίας και του Ιράν (Nickavar et al. 2002). Έχει ευρεία εξάπλωση στην Κίνα, το Ιράν, την Ιαπωνία, την Αμερική, το Nagaland, την Κορέα και την Ινδία (Sharma et al. 2016). Ανήκει στο μονοτυπικό γένος *Platyclusus* (Wang et al. 2008). Είναι μεγάλο, συμπαγές, θαμνώδες δένδρο, με πυκνό φύλλωμα (Kim et al. 2011). Είναι μονόικο και φτάνει τα 5-10 m σε ύψος (Hassanzadeh et al. 2001). Το ξύλο του φυτού χρησιμοποιείται ως οικοδομικό υλικό σε κατασκευές οικιών και βουδιστικών ναών. Τα φύλλα χρησιμοποιούνται σε κάποιες περιοχές της Κίνας ως θυμίαμα. Είναι κοινώς καλλιεργούμενο καλλωπιστικό είδος εδώ και αιώνες. Είναι σύνηθες στα πάρκα και στις πόλεις των εύκρατων περιοχών της Ασίας, καθώς φαίνεται να είναι ανθεκτικό στην ξηρασία και στην ατμοσφαιρική ρύπανση των αστικών περιοχών. Στη βορειοανατολική Κίνα, έχει χρησιμοποιηθεί για σκοπούς αναδάσωσης. Ένας σημαντικός αριθμός από ποικιλίες έχει καλλιεργηθεί στην Ευρώπη, από την εποχή της εισαγωγής του είδους αυτού στη Γαλλία, γύρω στα 1700 μ.Χ. (Farjon, 2013).

Χημικά συστατικά του είδους *Thuja orientalis*

Στο λεξικό της Κινεζικής παραδοσιακής ιατρικής αναφέρονται κάποια συστατικά της *T. orientalis* όπως τερπενοειδή και φλαβονοειδή από τα φύλλα (ρουτίνη, κερκιτρίνη, κερκετίνη, αμεντοφλαβόνη, αρωμαδενδράνιονη, μυρικετίνη και ινοκιφλαβόνη) (Jasuja et al. 2015).

Από το καρδιόξυλο έχουν απομονωθεί σεσκιτερπένια και διτερπένια, από τα φύλλα φλαβονοειδή, από τα σπέρματα 4 δι- και τρις-νορ-λαβδάνια, 2 παράγωγα μονολιγνόλης από τη γύρη, κάποια διτερπένια λαβδανικού τύπου και ισοπιμαρανίου από το περικάρπιο και τα φύλλα (Sharma et al. 2016, Wang et al. 2008). Άλλα συστατικά από το περικάρπιο είναι κάποια λιπαρά οξέα και αλκοούλες, μονολιγνόλες, σεσκιτερπένια, διτερπένια, στεροειδή, φλαβόνες, και σάκχαρα (Kuo & Chen, 1999). Τα φύλλα και οι θήλεις κώνοι φαίνεται να είναι πλούσιοι σε ταννίνες και φλαβονοειδή, αλλά έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε σαπωνίνες και αλκαλοειδή (Hassanzadeh et al. 2001).

Τα αιθέρια έλαια της *T. orientalis* από διάφορες τοποθεσίες (Πίνακας 6) παρουσιάζουν ομοιότητες μεταξύ τους. Στα περισσότερα δείγματα τα κυρίαρχα συστατικά είναι το α-πινένιο, η κεδρόλη και το 3-καρένιο (Lei et al. 2010).

Πίνακας 6. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *T. orientalis*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Ινδία	υπέργεια τμήματα	α-thujone (52,43 %), β- thujone (4,89 %), camphor (4,36 %)	Sharma & Sharma 2016
Ινδία	φύλλα	α- pinene (29,2%), δ-3-carene (20,1%), α-cedrol (9,8%)	Guleria et al. 2007
Ιράν	κώνοι	α-pinene (38,7%), δ-3-carene (20,4%)	Afsharypuor & Nayebyzadeh 2009
	φύλλα	α-pinene (30,0%), δ-3-carene (21,7%), β-caryophyllene (6,9%)	
	νεαροί βλαστοί	δ-3-carene (24,3%), cedrol (17,7%), α-pinene (15,4%)	
Ιράν	κώνοι	α-pinene (52,4%), δ-3-carene (14,2%), α-cedrol (6,5%)	Nickavar et al. 2003
Ιράν	φύλλα	α-pinene (21,9%), α-cedrol (20,3%), δ-3-carene (10,3%)	Nickavar et al. 2003
Ιράν	κώνοι	α-pinene (50,7%), δ-3-carene (13,8%),	Hasemi et al. 2012

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
		α -cedrol (6,9%)	
Ιράν	φύλλα	α -pinene (35,2%), α -cedrol (14,6%), δ -3-carene (6,3%)	Hasemi et al. 2012
Ιράν	κόννοι	δ -3-carene (23,8%), α -pinene (23,5%), sabinene (11,1%)	Hassanzadeh et al. 2001
Ιράν	φύλλα	α -pinene (15,8%), δ -3-carene (12%), cedrol (11,7%)	Hassanzadeh et al. 2001
Κίνα	φύλλα	α -pinene (5,1-68,1%), δ -3-carene (0,1-29,4%), cedrol (3,4-23,7%)	Lei et al. 2010
Λίβανος	υπέργεια τμήματα	α -pinene (35,72%), δ -3-carene (9,48%), α -cedrol (9,55%)	Loizzo et al. 2008
Τυνισία	φύλλα	α -pinene (49,3%), β -phellandrene (9,6%), α -cedrol (8,2%)	Ismail et al. 2015
Τυνισία	κόννοι	α -pinene (64,2%), β -phellandrene (6,7%)	Ismail et al. 2015

Βιολογικές δράσεις του είδους *Thuja orientalis*

Τα φλαβονοειδή συστατικά της *T. orientalis* είναι υπεύθυνα κατά μεγάλο βαθμό για τις βιολογικές δράσεις του φυτού, όπως σπασμολυτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, αντιαλλεργικές και διουρητικές και στο παρελθόν έχει χρησιμοποιηθεί στη θεραπεία της αρθρίτιδας, των ρευματισμών, της διάρροιας και της χρόνιας τραχειίτιδας. (Lu et al. 2006, Chen et al. 2007).

Τα σπέρματα περιγράφονται στην Κινεζική Φαρμακοποιία ως «Bo-zi-ren» και έχουν χρησιμοποιηθεί στη λαϊκή θεραπευτική για την αντιμετώπιση των αιμορραγιών, της υπερβολικής απόχρεμψης, του βήχα, της ταχυπαλμίας, της αϋπνίας, της εφίδρωσης, του άσθματος και της βρογχίτιδας (Wang et al. 2008). Τα φύλλα έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για τη θεραπεία της χρόνιας βρογχίτιδας και του άσθματος, ενώ έχουν καταγραφεί σε πολλά αρχαία ιατρικά κινεζικά κείμενα ως αντιβηχικά και αποχρεμπτικά (Fan et al. 2012).

Στην Κορεατική λαϊκή θεραπευτική έχει χρησιμοποιηθεί για την υπέρταση, την αιματέμεση, την επίσταξη και τις αιμορροΐδες. Το αιθέριο έλαιο έχει χρησιμοποιηθεί στη θεραπεία μυκητιασικών μολύνσεων, καρκίνου, σπύλων, και παρασιτικών σκωλήκων (Kim et al. 2013). Τα στελέχη χρησιμοποιούνται στη θεραπεία του βήχα, του κρυώματος, της δυσεντερίας των ρευματισμών και των παρασιτικών ασθενειών του δέρματος. Ο φλοιός από τις ρίζες στα εγκαύματα, και οι σπόροι στην ταχυκαρδία, στην αϋπνία, στις νευρικές διαταραχές και στην ακράτεια. Τα αποξηραμένα φύλλα έχουν χρησιμοποιηθεί ως αιμοστατικά, αποχρεμπτικά, και υποτασικά στην Κορεάτικη λαϊκή θεραπευτική. Τα φρέσκα φύλλα χρησιμοποιούνται για την αντιφλεγμονώδη δράση τους. Από τα νεαρά κλαδιά μπορεί να ληφθεί ένα είδος κίτρινης βαφής. Τα σπέρματα χρησιμοποιούνται κατά της βρογχίτιδας, της αϋπνίας και του βήχα (Sharma & Sharma, 2016).

Αντιμικροβιακή δράση

Το αιθέριο έλαιο της *T. orientalis* παρουσιάζει δράση έναντι κάποιων βακτηρίων και ιδιαίτερα του *S. aureus*, καθώς και κάποιων μυκήτων. Η α- και η β- θιόνη που απομονώθηκαν από το φυτό έχουν επίσης αντιβακτηριακή και αντιμυκητιασική δράση (Sharma & Sharma, 2016). Το αιθέριο έλαιο των θηλυκών κώνων παρουσιάζει μέτρια αντιμικροβιακή δράση κατά των στελεχών *B. subtilis* και *C. albicans* (Hassanzadeh et al. 2001). Το αιθέριο έλαιο των φύλλων επέδειξε δράση έναντι του μύκητα *Alternaria alternata*, ενώ δύο από τα συστατικά του, η κεδρόλη και μία μη ταυτοποιημένη ουσία, αποδείχτηκαν επίσης δραστικά (Guleria et al. 2008).

Εντομοκτόνος/ Εντομοαπωθητική δράση

Οι Hashemi et al. (2012) μελέτησαν την τοξική δράση των αιθερίων ελαίων που λήφθηκαν από φύλλα και κώνους *T. orientalis* σε ενήλικα είδη *Callosobruchus maculatus*, *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το έλαιο των φύλλων ήταν πιο τοξικό και για τα 3 είδη, ενώ το είδος *Callosobruchus maculatus* ήταν πιο ευάλωτο από τα *S. oryzae* και *T. castaneum*. Εξάγεται το συμπέρασμα ότι τα αιθέρια έλαια της *T. orientalis* μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο αυτών των εντόμων στις καλλιέργειες. Σε άλλη μελέτη, έντομα του είδους *Tribolium confusum*, εκτέθηκαν σε ατμούς του αιθερίου ελαίου της *T. orientalis*, όπου παρατηρήθηκε η υψηλή τοξικότητα του

ελαίου σε όλα τα ηλικιακά στάδια του εντόμου (Theou et al. 2013). Ακόμα, το αιθέριο έλαιο των φύλλων έχει ισχυρή εντομοκτόνο δράση έναντι των *A. aegypti* και *C. pipiens pallens* (Jeon et al. 2005).

Αντιφλεγμονώδης δράση

Το κλάσμα διχλωρομεθανίου της *T. orientalis* αναστέλλει *in vitro* και *in vivo* τους βιοδείκτες που σχετίζονται με τη φλεγμονή, μπλοκάροντας τη σηματοδότηση μέσω του παράγοντα NF-B και των πρωτεϊνοκινασών p38 MAPK και παράλληλα προστατεύει τους μύες από θανατηφόρα ενδοτοξαιμία (Kim et al. 2011). Ένα διτερπένιο τύπου λαβδανίου, που έχει απομονωθεί από το φυτό (15-nor-14-oxolabda-8(17),13(16)-dien-19-oic acid) παρουσιάζει επίσης αντιφλεγμονώδη δράση (Kim et al. 2013).

Οι ανασταλτικές δράσεις του κλάσματος χλωροφορμίου της *T. orientalis* και των συστατικών του (ινοκιάλης και ακακετίνης) στην 5-λιποξυγενάση συνεισφέρουν στην αντιφλεγμονώδη δράση του φυτού. Επίσης, το εν λόγω κλάσμα και τα συστατικά εμφάνισαν αναστολή της παραγωγής νιτρικών οξειδίων και TNF- α . Κατά συνέπεια, δικαιολογείται η παραδοσιακή χρήση του φυτού στη θεραπεία φλεγμονωδών ασθενειών του αναπνευστικού συστήματος (Fan et al. 2012).

Τέλος, το υδατικό εκχύλισμα του φυτού μπορεί να αναστείλει τη φλεγμονώδη αγγειακή διαδικασία στα ανθρώπινα ενδοθηλιακά κύτταρα ομφάλιας φλέβας, η οποία επάγεται μέσω του παράγοντα TNF- α , πιθανότατα μέσω της αναστολής των αντιδραστικών ριζών οξυγόνου (ROS) και της ενεργοποίησης του παράγοντα NF- κ B (Lee et al. 2010).

Αντιική δράση

Σύμφωνα με τους Won et al. (2013) το εκχύλισμα της *T. orientalis* έχει δράση κατά του ιού A/PR/8/34, που προκαλεί γρίπη. Μέτρια δράση έναντι του ιού SARS-CoV βρέθηκε για το αιθέριο έλαιο της *T. orientalis* (Loizzo et al. 2008).

Άλλες δράσεις

Οι ζιζανιοκτόνες ιδιότητες του αιθέριου ελαίου από τα φύλλα και τους κώνους, αποτιμήθηκαν σε 3 είδη, τα *Sinapis arvensis*, *Phalaris paradoxa* και *Lolium rigidum*. Τα

εξαγόμενα αποτελέσματα έδειξαν ισχυρή ανασταλτική δράση και στα 3 είδη, με δοσοεξαρτώμενη δράση (Ismail et al. 2015).

Οι Alinezhad et al. (2010) έκαναν αποτίμηση των εκχυλισμάτων οξικού αιθυλεστέρα και εξανίου του φυτού, για πιθανή αναστολή της βιοσύνθεσης αφλατοξίνης από το μύκητα *Aspergillus parasiticus*. Η ανασταλτική δράση δείχτηκε ισχυρή και καθιστά τα εκχυλίσματα της *T. orientalis* πιθανούς αποτελεσματικούς αντιμικροβιακούς παράγοντες στα τρόφιμα.

Παράγωγα λαβδανίου και ισοπιμαρανίου που έχουν απομονωθεί από το φυτό, εμφάνισαν αντιπλασμοδική δράση, η οποία συσχετίστηκε με εμφανή τροποποίηση της μεμβράνης των ερυθροκυττάρων (Asili et al. 2004).

Η 6-υδροξυντοπαμίνη (6-OHDA), μια νευροτοξίνη που χρησιμοποιείται σε μοντέλα της νόσου Parkinson, επάγει τον επιλεκτικό κατεχολαμινεργικό κυτταρικό θάνατο (catecholaminergic cell death), που διαμεσολαβείται από τις δραστικές ρίζες οξυγόνου (ROS) και από μιτοχονδριακές βλάβες. Η μελέτη των Ju et al. (2010) έδειξε πιθανή προστατευτική δράση των φύλλων της *T. orientalis* στα κύτταρα SH-SY5Y έναντι της νευροτοξικότητας που προκαλείται από την 6-υδροξυντοπαμίνη.

Το λαμπερτιανικό οξύ, είναι βιοδραστικό διτερπένιο απ' τα φύλλα της *T. orientalis*. Ο μηχανισμός με τον οποίο επιδρά στη φλεγμονή και την αλλεργία που προκαλείται από μαστοκύτταρα από το μυελό των οστών (BMMC) παραμένει άγνωστος. Τα ευρήματα των Chae et al. (2012) υποδεικνύουν ότι το διτερπένιο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θεραπεία αλλεργιών, καθώς αναστέλλει την παραγωγή ιντερλευκίνης-6 (IL-6), προσταγλανδίνης D2 (PGD2) και λευκοτριενίου C4 (LTC4) που είναι αλλεργικοί μεσάζοντες.

Φλαβονοειδή από τα φύλλα της *T. orientalis* αναστέλλουν την αναγωγή της αλδόξης και το σχηματισμό τελικών προϊόντων προχωρημένης γλυκοζυλίωσης. Το κλάσμα οξικού αιθυλεστέρα εμφανίζει αντιοξειδωτική δράση καθώς και ανασταλτική δράση της ανασυνδυασμένης αναγωγής της αλδόξης (rhALR2) του ανθρώπινου οργανισμού και των τελικών προϊόντων προχωρημένης γλυκοζυλίωσης (AGEs). Το δραστικό συστατικό του κλάσματος βρέθηκε ότι ήταν η κερκετίνη (Lee et al. 2009)

1.1.5 *Thujopsis* Endl.

Το γένος *Thujopsis*, το οποίο απαντάται αποκλειστικά στην Ιαπωνία, αποτελείται από ένα μόνο είδος, τη *T. dolabrata* και την ποικιλία, *T. dolabrata* var. *hondae* (Yatagai et al, 1985). Είναι μόνονικα, ψηλά δένδρα, με απλωτά κλαδιά και πλατείς κλαδίσκους, φύλλα αντικριστά, λεπιοειδή, παχιά. Οι κώνοι είναι σχεδόν σφαιρικοί, ανορθωμένοι (Ouden & Boom, 1982).

***Thujopsis dolabrata*(L.f.) Siebold&Zucc.**

Είναι κωνοφόρο, αρκετά ανθεκτικό στη σκιά, και φύτεται σε υψόμετρα από 400 m στο βορρά, έως 2100 μέτρα στο νότο, σε δάσος ανάμεικτο με αγγειόσπερμα και γυμνόσπερμα ή σε ανάμεικτο δάσος με γυμνόσπερμα. Δένδρο με πυραμιδοειδή κόμη, που φτάνει τα 35 m. Έχει λεπτό φλοιό, ερυθροκάστανο και κλαδιά διάσπαρτα και οριζόντια. Οι κλαδίσκοι είναι 5 έως 6 χιλιοστά πλάτος. Τα φύλλα γυαλιστερά και σκουροπράσινα με στόματα που σχηματίζουν ασημόλευκες επιφάνειες σε κάθε πλευρά. Οι κώνοι είναι 12-18 χιλιοστά, καστανοί. Σπέρματα επιμήκη ή σωληνωτά, συμπιεσμένα μεταξύ τους (Ouden & Boom, 1982). Το ξύλο χρησιμοποιείται σε οικοδομικές δραστηριότητες και στην επιπλοποιία και ως οικοδομικό υλικό για ναούς στην Ιαπωνία (Matsuura et al. 2014).

Χημικά συστατικά του είδους *Thujopsis dolabrata*

Για την *Thujopsis dolabrata* var. *hondae* αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι το καρδιόξυλο περιέχει κυρίως σεσκιτερπένια όπως θουγιοψένιο, κεδρόλη, καθώς και διάφορες τροπολόνες και φαινόλες, ενώ το έλαιο των φύλλων (Πίνακας 7) αποτελείται από μονοτερπένια μαζί με μια μικρή ποσότητα διτερπενικών υδρογονανθράκων. Από το εκχύλισμα των σπερμάτων έχουν απομονωθεί διτερπενικοί γλυκοσίδες και λιγνάνια, ενώ τα κύρια συστατικά του ελαίου των σπερμάτων είναι το σαβινένιο και η εδουκαρυόλη, η οποία πιθανώς να μετατρέπεται σε ελεμόλη κατά τη διάρκεια της ανάλυσης με GC σε υψηλές θερμοκρασίες, ενώ ανιχνεύονται ακόμα n-παραφίνες, κάποια διτερπένια, σιτοστερόλη, *trans*-κομμουνικό οξύ και ισοκουμπρεσσικό οξύ (Hasegawa & Hirose 1980, Noshita et al. 2009, Oh et al. 2011).

Πίνακας 7. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *T. dolabrata*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Ιαπωνία <i>T. dolabrata</i>	σπέρματα	sabinene (38,9%), hedycaryol (21,7%), α-pinene (8,7%)	Hasegawa et al. 1981
Ιαπωνία <i>T. dolabrata</i> var. <i>hondai</i>	φύλλα	sabinene (35,06%), α-terpinyl acetate (10,09%), sabinyl acetate (8,34%)	Kusumoto et al. 2015
Ιαπωνία <i>T. dolabrata</i>	φύλλα	sabinene (23,95%), 4-terpineol (19,51), α-terpinyl acetate (8,39%)	Yatagai et al. 1985
Ιαπωνία <i>T. dolabrata</i> var. <i>hondae</i>	φύλλα	sabinene (18,14%), 4-terpineol (15,26%), α-terpinyl acetate (9,05%)	Yatagai et al. 1985

Βιολογικές δράσεις του είδους *Thujopsis dolabrata*

Αντιμικροβιακή δράση

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. dolabrata* var. *hondae* αποτιμήθηκε για αντιμυκητιασική δράση, η οποία πιθανώς να οφείλεται σε συνεργιστική δράση μεταξύ α-οξικού τερπινυλεστέρα, οξικού σαβινυλεστέρα και ελεμόλης (Khusumoto & Shibutani 2015). Επιπλέον, το αιθέριο έλαιο του ξυλώδους ιστού μειώνει την ανάπτυξη του μύκητα *Trichophyton rubrum*, που προκαλεί δερματοφύτωση και παράλληλα εμφάνισε αναστολή της DNA πολυμεράσης σε εκχύλισμα από μυκήλια του *T. rubrum* (Takao et al. 2012). Το αιθέριο έλαιο της *T. dolabrata* και τα συστατικά του θυμοκινόνη και ινοκτιιόλη βρέθηκαν δραστικά έναντι του *Plasmodium falciparum in vitro* (Fujisaki et al. 2012).

Άλλες δράσεις

Το αιθέριο έλαιο της *T. dolabrata* έχει μελετηθεί ως προς την αντικαρκινική του δράση σε κύτταρα του γαστρεντερικού συστήματος. Η αντιογκογόνος δράση του ελαίου αποδίδεται τόσο στη ινοκτιιόλη, όσο και σε άλλα πτητικά συστατικά (Nagata et al. 2016). Η ινοκτιιόλη το κυρίαρχο συστατικό του φυτού, έχει επιδείξει ένα ευρύ φάσμα βιολογικών

δράσεων, όπως αντιμικροβιακές, εντομοκτόνες, ανασταλτικές της φυτικής ανάπτυξης, κυτταροτοξικές και ενζυμοανασταλτικές, όπως αναστολή της κατεχολ-Ο-μεθυλτρανσφεράσης και των μεταλλοπρωτεασών (Oh et al. 2011).

Από τη μελέτη των Matsuura et al. (2014) προκύπτει ότι η εισπνοή του αιθερίου ελαίου της *T. dolabrata* από αρουραίους έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνιου στρες και της παρεμπόδισης της ανάπτυξης που οφείλεται στο στρες.

1.2 Οικογένεια Pinaceae

Η οικογένεια Pinaceae αποτελείται από 231 είδη (συμπεριλαμβανομένων και κάποιων υβριδίων) και παρότι ευρέως διαδεδομένα, εντοπίζονται κυρίως στο βόρειο ημισφαίριο. Τα είδη της οικογένειας Pinaceae αναπτύσσονται συνήθως κατά μεγάλες συστάδες ή σχηματίζουν εκτεταμένα δάση και αποτελούν από φυτογεωγραφικής απόψεως κύριο στοιχείο διαφόρων φυτοκοινωνιών (Σαρλής, 1999). Αποτελείται από 12 γένη: *Abies*, *Cathaya*, *Cedrus*, *Keteleeria*, *Larix*, *Nothotsuga*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudolarix*, *Pseudotsuga*, *Tsuga* και *Hesperopeuce*, εκ των οποίων, τα γένη *Abies*, *Cedrus* και *Picea* είναι τα πιο ετερομορφικά (Lee et al. 2015).

Είναι η πιο διαδεδομένη και εμπορικά πιο σημαντική οικογένεια των Pinales, (καθώς και η οικογένεια Taxodiaceae). Τα είδη της απαντώνται περισσότερο στο βόρειο ημισφαίριο, αλλά διάφορα είδη του γένους *Pinus* συναντώνται και στο νότιο ημισφαίριο εδώ και κάποιους αιώνες, λόγω της ανθεκτικότητάς τους σε ένα εύρος από συνθήκες και λόγω της γρήγορης ανάπτυξής τους. Σύμφωνα με τη θέση που έχουν οι βελόνες, στα βραχέα ή στα μακριά κλαδιά, ή και στα δύο, αντίστοιχα, διακρίνονται σε τρεις υποοικογένειες: τα *Abietoideae* με έξι γένη, τα *Laricoideae* με 3 γένη, και τα *Pinoideae* με ένα μόνο γένος, το γένος *Pinus* (Kubeczka et al. 1987).

Η οικογένεια Pinaceae περιλαμβάνει κυρίως δένδρα, σπανίως θάμνους, με πολυετή βελονοειδή φύλλα με σπειροειδή διάταξη ή φυόμενα ανά 2-5 στο άκρο βραχυκλαδίων που περιβάλλονται στη βάση από λεπτό δερματώδη κολεό. Οι θήλεις ταξιανθίες με πολυάριθμα άγονα καλυπτήρια λέπια σε σπειροειδή διάταξη, και στη μασχάλη κάθε καλυπτηρίου ένα καρπικό λέπιο, με δύο ανάτροπες σπερματικές βλάστες στη βάση του, που περιβάλλονται από ένα χιτώνα. Κατά την ωρίμανση της ταξιανθίας αυξάνονται ισχυρώς τα καρπικά λέπια και σχηματίζουν τα σκληρά καρπόφυλλά του. Τα

καλυπτήρια δύνανται να μεγαλώσουν, ώστε να εξέχουν από τα καρπικά λέπια (*Abies*, *Pseudotsuga*). Συνήθως όμως παραμένουν μικρά ή ατροφούν (*Pinus*). Η μεταφορά στη σπερματική βλάστη των γυρεοκόκκων γίνεται με τον άνεμο και οι γυρεόκοκκοι στα περισσότερα είδη της οικογένειας φέρουν δύο αεροφόρους σάκους. Κατά τη διάρκεια της επικονιάσεως οι θήλεις ταξιανθίες διατηρούν την όρθια θέση, που στα γένη *Abies* και *Cedrus* διατηρείται και στους κώνους, ενώ στα άλλα γένη της οικογένειας οι κώνοι αποκλίνουν από την όρθια θέση. Για την ωρίμανση των κώνων απαιτείται μακρύ διάστημα, που δύναται να παραταθεί για 2-3 χρόνια (*Pinus*). Τα σπέρματα φέρουν συνήθως μεγάλο δερματώδες πτερύγιο στη μία πλευρά, που προέρχεται από λεπτή στοιβάδα ιστού του καρπικού λεπίου και το έμβρυο αποτελείται από δύο ή περισσότερες κοτυληδόνες (Σαρλής, 1999).

Τα κωνοφόρα δένδρα της οικογένειας Pinaceae συγκαταλέγονται ανάμεσα στους μεγαλύτερους και μακροβιότερους οργανισμούς του πλανήτη. Η μακροζωία τους υποδεικνύει ότι αντεπεξέρχονται σε μια σειρά από προκλήσεις οφειλόμενες σε βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, μέσω πολύπλοκων συντονισμένων και επαγωγικών αμυντικών μηχανισμών που τα καθιστούν ικανά να επιβιώνουν σε ποικίλες και απαιτητικές συνθήκες, και να επικρατούν σε αχανείς εκτάσεις των αλπικών και εύκρατων δασών της γης (Pezet et al. 2013).

1.2.1 *Picea* A. Dietr.

Το γένος *Picea*, αποτελούμενο από 38 είδη, κατανέμεται ευρέως στα βορειότερα τμήματα του βορείου ημισφαιρίου και είναι ένα από τα πιο σημαντικά δασικά γένη. Σε πολλά σημεία των βορείων δασών της τάιγκα, είναι και το πιο επικρατές. Τα είδη του είναι προσαρμοσμένα σε χαμηλές ή και εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα και σε περιόδους ανάπτυξης που μπορεί να είναι σύντομες όσο και πέντε ή έξι εβδομάδες. Ως αποτέλεσμα, τα είδη που συναντώνται νοτιότερα, βρίσκονται είτε σε παραλιακές περιοχές με ψυχρά ύδατα και νεφοκάλυψη, είτε σε μεγάλα υψόμετρα. Τα νοτιότερα σημεία που εντοπίζονται είδη αυτού του γένους είναι το Μεξικό και η Ταιβάν. Σε πολλές περιοχές, τα ελατοδάση αποτελούν μονότονες, σκουρόχρωμες εκτάσεις, αποτελούμενες από ένα ή κάποιες φορές δύο είδη, αποκλείοντας αποτελεσματικά άλλα δένδρα, παρόλο που τα

φυσικά οικοσυστήματα ποικίλλουν περισσότερο από ότι οι καλλιέργειες, στις ηλικιακές κατηγορίες, τη δομή, και τη βλάστηση ενδιάμεσα των δένδρων (Farjon and Filer, 2013).

***Picea abies* (L.) H. Karst.**

Το «νορβηγικό έλατο» είναι ένα από τα πιο σημαντικά δένδρα της Ευρώπης για οικονομικούς και οικολογικούς λόγους, με μακρά καλλιεργητική παράδοση (Caudullo et al. 2016) και απαντάται στη Γερμανία, την Αυστρία, τη Ρωσία και τη Σκανδιναβική χερσόνησο (Kubeczka et al. 1987), και γενικότερα στα δάση της βόρειας Ευρώπης στις Άλπεις και στα Καρπάθια, αλλά και σε πιο εύκρατα κλίματα, λόγω της προσαρμογής του υπό ποικίλες συνθήκες.

Μπορεί να φτάσει τα 50-60 m σε ύψος, με ευθύ και κανονικό κορμό, διαμέτρου έως και 150 cm, ο οποίος χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε κατασκευές και στην παραγωγή χάρτου και επίπλων. Συνήθως φτάνει την ηλικία των 200-300 χρόνων. Στη Σουηδία, έχουν βρεθεί απολιθώματα που χρονολογούνται από την εποχή της πρώιμης Ολόκαινου, περίπου 9500 χρόνια πριν. Το στέμμα τους είναι κωνικό, κιονωτό, με σπειροειδή, βραχεία και εύρωστα κλαδιά. Οι βλαστοί είναι ερυθροκάστανι, με μήκος 5 mm. Οι βελόνες έχουν μήκος 1-2,5 cm, άκαμπτες, με χρώμα ανοιχτό έως σκούρο πράσινο, με λευκές γραμμές. Είναι μονόικο είδος, με τέλεια άνθη, τα οποία συνήθως εμφανίζονται στην ηλικία των 20-30 χρόνων. Οι κώνοι είναι κυλινδρικοί, με 12-15 cm μήκος, πράσινοι όταν είναι νεαροί, γίνονται καφέ το φθινόπωρο. Όταν ξηραίνονται, οι κώνοι διαρύνονται, για να διασκορπίσουν τα σπέρματα, 4 mm, με πτερύγια. Ο φλοιός είναι καφέ έως πορτοκαλί, το ξύλο κρεμώδες λευκό και εύκολο στην επεξεργασία (Caudullo et al. 2016).

Το είδος *Picea abies* subsp. *abies* (= *Picea excelsa*) (κοινώς ερυθρελάτη), απαντάται στη Ροδόπη (Ελατιά και Ζαγκραντένια περιοχής Δράμας) (Σαρλής, 1999), όπου και το νοτιότερο σημείο της γεωγραφικής του εξάπλωσης (Latalowa et al. 2006).

Η *Picea abies* είναι ένα από τα πιο σημαντικά κωνοφόρα είδη της Ευρώπης τόσο από οικονομικής όσο και από οικολογικής άποψης. Έχει μακρά καλλιεργητική ιστορία, έχοντας επεκταθεί πέραν των φυσικών του εκτάσεων. Ιδιαίτερα στις χώρες της βόρειας Ευρώπης, οι κύριες χρήσεις του είναι σε οικοδομικές κατασκευές, σε κατασκευές επίπλων και στη βιομηχανία χάρτου. Το λουστραρισμένο ξύλο χρησιμοποιείται στην κατασκευή

μουσικών οργάνων (Caudullo et al. 2016, Radulescu et al. 2011). Ο Stradivari και άλλοι σημαντικοί Ιταλοί κατασκευαστές βιολιού του 17^{ου} και 18^{ου} αιώνα χρησιμοποιούσαν το ξύλο της από τα δάση των νοτίων Ιταλικών Άλπεων για τις θήκες των βιολιών τους, συγκεκριμένα από το «Δάσος των Βιολιών», στο Parco Naturale di Paneveggio της Ιταλίας. Αυτό το είδος είναι επίσης το πιο δημοφιλές χριστουγεννιάτικο δένδρο, μια παράδοση που ξεκίνησε στη Γερμανία. Το γονιδίωμα του φυτού χαρτογραφήθηκε το 2013, κι ήταν το πρώτο κωνοφόρο για το οποίο έγινε αυτό. Το γονιδιόματά του περιέχει 20 εκατομμύρια ζεύγη βάσεων κατά προσέγγιση (περίπου δπλασιασίου του ανθρώπινου γονιδιώματος) (Caudullo et al. 2016). Επιπλέον, καλλιεργείται για την προστασία των δασών και τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους (Radulescu et al. 2011).

Χημικά συστατικά του είδους *Picea abies*

Από είδη του γένους *Picea* έχουν απομονωθεί διάφορα στυλβένια όπως πιτσεαταννόλη, αστρινγκίνη, πιτσεΐδη, ισοραποντίνη, ισοραποντιγενίνη και ρεσβερατρόλη (Kiselev et al. 2016). Όσον αφορά τη ρητίνη, αποτελείται κυρίως από διτερπένια, τα οποία προκύπτουν ως ελεύθερα οξέα, εστέρες και αλκοόλες. Οι δομές τους κατατάσσονται κυρίως σε τρεις ανθρακικούς σκελετούς, του λαβδανίου, του πιμαρανίου και του αβιετανίου (Kubezcka et al. 1987).

Η *Picea abies* περιέχει ενδυνάμει βιοδραστικές ουσίες όπως λιπαρά οξέα, τερπένια, κηροί, στερόλες, γλυκοσίδες καθώς και φαινολικές ενώσεις όπως στυλβένια, τανίνες και φλαβονοειδή. Περισσότερες από 60 φαινολικές ενώσεις διαφόρων δομών έχουν απομονωθεί από το φλοιό αυτού του δένδρου και έχουν ταυτοποιηθεί. Τα στυλβένια, είναι η χημική ομάδα του φλοιού που έχει μελετηθεί περισσότερο, και απαντώνται είτε υπό τη μορφή γλυκοσιδών είτε σαν άγλυκα. Η ρητίνη και ο φλοιός περιέχουν επίσης ρητινικά οξέα, όπως, αβιετικό, δέυδροαβιετικό, νεοαβιετικό, πιμαρικό, ισοπιμαρικό, λεβοπιμαρικό, σανταρακοπιμαρικό και παλουστρικό (Kreps et al. 2017). Οι μυκόριζες και οι μη μυκοριζικές ρίζες της *Picea abies*, ο φλοιός, εκχυλίσματα των ριζών και του κορμού, ο ριζικός φλοιός και οι βελόνες περιέχουν στυλβένια όπως αστρινγκίνη, πιτσεαταννόλη, ισοραποντίνη, ρεσβερατρόλη, ισοραποντιγενίνη, πιτσεΐδη, *cis*-αστρινγκίνη, *cis*-ισοραποντίνη (Kiselev et al. 2016).

Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται τα κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων *P. abies* που έχουν αναφερθεί στη βιβλιογραφία.

Πίνακας 8. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *P. abies*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Αυστρία <i>Picea abies</i>	φύλλα	limonene (48,30%), bornyl acetate (14,20%), germacrene D (6,23%)	Kartnig et al. 1991
Γερμανία <i>Picea abies</i>	φύλλα	limonene (15,89%), camphene (26,54%), α -pinene (14,16%)	Kubezcka et al. 1987
Εσθονία <i>Picea abies</i>	φύλλα	1,8-cineole (15,9%), bornyl acetate (12,2%), limonene (11,3%)	Orav et al. 1996
Λετονία <i>Picea abies</i>	φύλλα	bornyl acetate (1,05-2,42%), limonene (0,53- 0,97%), camphene (0,63-1,16%), α -pinene (0,34-0,76%)	Korica et al. 2015
Νότια Κορέα <i>Picea abies</i>	φύλλα	α -pinene (17,5%), myrcene (16,7%), β - caryophyllene (11,4%)	Lee et al. 2015
Ρουμανία <i>Picea abies</i>	νεαροί βλαστοί	camphene (3,89-14,07%), α -pinene (2,44- 10,42%), limonene (6,27-12,98%), bornyl acetate (11,78-15,04%), α -cadinol (11,19-25,28%)	Radulescu et al. 2011

Βιολογικές δράσεις του είδους *Picea abies*

Το αιθέριο έλαιο με θερμό νερό χρησιμοποιήθηκε στην Ευρώπη για τη θεραπεία των καταρροϊκών ασθενειών σε παιδιά, μέσω εισπνοής (Radulescu et al. 2011).

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων έχει ανασταλτική δράση έναντι σε Gram θετικά βακτήρια και μύκητες ειδών *Candida* (Kartnig et al. 1991). Οι Radulescu et al (2011) παρατήρησαν παρόμοια δράση του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *P. abies* έναντι Gram θετικών βακτηρίων και μυκήτων.

Οι Kreps et al (2017) έλεγξαν το φλοιό της *P. abies* για αντιοξειδωτική δράση, με θετικά αποτελέσματα, ενώ παρατήρησαν ότι μεμονωμένα κλάσματα επέδειξαν ισχυρότερη

δράση από το συνολικό εκχύλισμα εξανίου, ενώ παρατηρήθηκε και αντιοξειδωτική δράση των λιπιδίων. Ταυτοποιημένες ενώσεις από το φλοιό της *P. abies* αποτιμήθηκαν *in silico* για την πρόβλεψη του φαρμακοκινητικού τους προφίλ και των βιολογικών τους δράσεων. Συνοπτικά, οι ενώσεις σε μεγαλύτερη αφθονία στο εκχύλισμα αλλά και βιολογικώς σημαντικές, ήταν τερπένια όπως το αβιετικό οξύ, το δεύδροαβιετικό οξύ και το οξειδίο του β-καρυοφυλλενίου.

***Picea asperata* Mast. (Chinese spruce)**

Η *Picea asperata* είναι ιθαγενές είδος έλατου της Κίνας, που θεωρείται ευάλωτο λόγω της ξύλευσης. Απαντάται στα βουνά της κεντροδυτικής Κίνας, σε υψόμετρα από 1500 έως και 3800 μέτρα. Φύεται σε γκρίζο-καφέ ορεινό χώμα, τύπου ποντζόλ, σε κλίμα ηπειρωτικό, υποαλπικό, με ψυχρούς χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια. Σχηματίζει, ως επί το πλείστον, αμιγή δάση, σε πλαγιές με βόρειο προσανατολισμό, ή δάση ανάμεικτα με άλλα είδη *Picea* (Carter & Farjon, 2008). Δένδρα έως 45 m ύψος, κορμός διαμέτρου έως 1 m. Φλοιός γκρίζος και καστανός, με αυλακώσεις. Κλαδιά αρχικά καφεκίτρινα ή ερυθροκάστανα, τα οποία μετατρέπονται σε καφέ ή καστανόγκριζα κατά το δεύτερο ή τρίτο χρόνο, χνουδωτά ή λεία. Οι χειμερινοί βλαστοί είναι κωνικοί ή ωοειδείς-κωνικοί, ρητινώδεις. Τα φύλλα έχουν κλίση προς τα μπρος ή προς τα κάτω στην πάνω πλευρά των κλαδιών, ενώ στην κάτω πλευρά είναι εξαπλωμένα πλευρικώς. Κώνοι πράσινοι, ανοιχτοί καφέ όταν είναι ώριμοι, ή ερυθροκάστανοι, κυλινδρικοί-επίμηκες ή κυλινδρικοί, με αμβλεία κορυφή. Λέπια ωοειδή στο κέντρο του κώνου, με άκρη σπανίως δίλοβη. Σπέρματα ωοειδή, με περύγια σε ανοιχτό καφέ χρώμα, ωοειδή-επιμήκη. Επικονίαση τον Απρίλιο-Μάιο, ωρίμανση των σπερμάτων κατά τον Σεπτέμβριο-Οκτώβριο (w4).

***Picea asperata* var. *heterolepis* (Redtwig Dragon Spruce)**

Κλαδιά κόκκινα-καφέ ή κίτρινα-καφέ, γλιστερά. Τα γηραιότερα κλαδιά γκριζοκαφέ. Κώνοι μήκους 9-14 εκατοστά. Καρπικά λέπια ρομβικά-επιμήκη, με βαθιές αυλακώσεις. Συναντάται μαζί με την *Picea asperata* στη δυτική Σετσουάν, δυτική Κίνα. Καλλιεργείται ελάχιστα (Ouden & Boom, 1982).

Χημικά συστατικά του είδους *Picea asperata*

Δεν υπάρχουν πολλές αναφορές για τη σύσταση του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *P. asperata*. Σύμφωνα με τους Kubezcka et al. (1987) περιέχει λιμονένιο σε υψηλή συγκέντρωση, πινένιο, καμφένιο και καμπορά. Έχει σχεδόν μηδενική παρουσία σεσκιτερπενικών υδρογονανθράκων, ενώ η παρουσία σιτρονελλόλης του προσδίδει ευχάριστο άρωμα (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Κύρια συστατικά αιθερίου ελαίου του είδους *P. asperata*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Γερμανία <i>Picea asperata</i>	φύλλα	limonene (33,87%), camphene (18,28%), camphor (12,23%)	Kubezcka et al. 1987

Δεν υπάρχουν αναφορές για φαρμακολογικές ή βιολογικές δράσεις του είδους.

Picea breweriana S. Watson (Brewer's Spruce)

Έχει χαρακτηριστική, συγκύπτουσα/κυρτή εμφάνιση, λόγω της παρουσίας χιλιάδων, μακριών, κλαδιών που κρέμονται σαν σχοινιά. Σε ώριμη ηλικία, έχει ύψος από 24 έως 30 m, αλλά μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 52 m. Η διάμετρος του κορμού ποικίλλει από 117 cm έως 135 cm σε κάποια σημεία. Ο φλοιός είναι λεπτός και χωρίζεται σε μακριά, λεπτά, συμπιεσμένα λέπια. Τα φύλλα είναι αμβλεία, επίπεδα από την πάνω μεριά και στρογγυλεμένα από την κάτω, και εκτείνονται από όλες τις πλευρές των κλαδιών. Οι αρσενικοί κώνοι είναι επιμήκεις και έχουν 7 με 10 cm μήκος. Τα σπέρματα έχουν μήκος 3 mm. Το ριζικό σύστημα είναι γενικά ρηχό, όμως σε βαθύτερα εδάφη, κάποιες κάθετες ρίζες μπορεί να εκτείνονται για αρκετά μέτρα. Μπορεί να ζήσει έως και 900 χρόνια (w2).

Η *Picea breweriana* αναπτύσσεται κοντά στην *Picea engelmannii*, αλλά δεν έχει παρατηρηθεί διασταύρωση μεταξύ των δύο. Παρόλο που πολύ μικρή μείωση του πληθυσμού έχει παρατηρηθεί, η περιοχή εξάπλωσης και η συχνότητα εμφάνισης,

εμπίπτουν στην κατηγορία του ευάλωτου είδους, ενώ οι πληθυσμοί εντοπίζονται σε μόλις 6-8 τοποθεσίες. Είναι κατάλοιπο των δασών που ήταν διαδεδομένα στα τέλη της Μεσοζωϊκού-αρχές του Καινοζωϊκού περιόδου (Ledig et al. 2005). Οι πιο καλοδιατηρημένοι πληθυσμοί είναι στις δυτικές κορυφογραμμές των βουνών Siskiyou, στην Καλιφόρνια και το Όρεγκον. Άλλοι πληθυσμοί απαντώνται στα όρη Marble, Salmon, και Trinity της Καλιφόρνιας (w2).

Παρά τη μειωμένη εξάπλωση, έχει οικολογική σημασία. Φύεται σε κλίματα με κρύους χειμώνες με υγρασία και σε θερμά, σχετικά ξηρά καλοκαίρια. Έχει προτίμηση σε απότομες πλαγιές, με βόρειο προσανατολισμό. Απαντάται σε βραχώδεις κορυφογραμμές και ψυχρές κοιλάδες. Φυτρώνει σε ιζηματογενή εδάφη, από γρανίτη, οφιολιθικά, και μεταφαιστικά βράχο (Safford et al. 2005). Βαρέα μέταλλα, όπως σίδηρος και νικέλιο μπορούν να συσσωρευτούν σε υψηλά επίπεδα στους ιστούς της. Είναι είδος ανθεκτικό στη σκιά. Περιορίζεται σε λιγότερο γόνιμα εδάφη, λόγω ισχυρού ανταγωνισμού με άλλα κωνοφόρα (w2). Τα σπορόφυτα (seedlings) δεν είναι ανθεκτικά στο έντονο ηλιακό φως. Το ρηχό, αργά αναπτυσσόμενο ριζικό σύστημα, τα καθιστά ευάλωτα στο στρες από υψηλή υγρασία και υψηλή θερμοκρασία, εάν είναι εκτεθειμένα (Nelson & Farjon, 2013).

Χημικά συστατικά του είδους *P. breweriana*

Από τα φύλλα της *P. breweriana* έχουν απομονωθεί αλκαλοειδή της πιπεριδίνης και της πυρρολιδίνης, όπως υγρίνη, υγρολίνη, N-μεθυλ-σεδριδίνη και N-μεθυλ-πελλετιερίνη. Η παρουσία αλκαλοειδών χαρακτηριστικών δύο βιοσυνθετικών μονοπατιών, υποδεικνύουν τη μοναδικότητα αυτού του είδους (Schneider et al. 1995). Κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου των φύλλων της είναι το καμφένιο, τον οξικό βορνυλεστέρα και το δ-3-καρένιο (Rudloff, 1975).

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με τις δράσεις του είδους *P. breweriana*.

***Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière**

Η *Picea jezoensis* είναι υποαλπικό, αειθαλλές είδος, του οποίου το μέγιστο ύψος είναι 40 m, και η μέγιστη διάμετρος φτάνει το 1 m (Lee & Cho, 1993). Είναι ένα από τα πιο επικρατή και οικονομικώς σημαντικά είδη των βόρειων ή υποαλπικών δασών της νοτιοανατολικής Ασίας. Είναι είδος σχετικά ανθεκτικό στη σκιά και συχνά επικρατεί στα ελατοδάση (Jang et al. 2009). Απαντάται στην άπω ανατολική Ρωσία, τη νοτιοδυτική Κίνα, την Κορέα και την Ιαπωνία (Χοκάιντο, Χονσού), με απομονωμένους πληθυσμούς σε κάποιες περιοχές της κορεατικής χερσονήσου, στη νήσο Χονσού, την Καμτσάτκα και τη νοτιοδυτική Κίνα (Jang et al. 2014). Απαντάται σε χαμηλά υψόμετρα κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας έως και τα 2700 μέτρα, σε κλίματα εύκρατα και υγρά. Συνήθως συναντάται με άλλα κωνοφόρα, πχ *Abies* spp., *Larix* spp., *Pinus* spp και *Tsuga diversifolia* στο Χονσού, καθώς και με το πλατύφυλλο δένδρο *Betula ermanii*. Στο Χοκάιντο σχηματίζει επίσης ανάμεικτα δάση με πλατύφυλλα δένδρα (Thomas et al. 2013).

Αναγνωρίζονται δύο υποείδη με δύο ποικιλίες: Η *Picea jezoensis* subsp. *jezoensis* var. *jezoensis* είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη στη βόρεια Ιαπωνία και σε πολλά τμήματα της άπω ανατολικής Ρωσίας, και η *Picea jezoensis* subsp. *jezoensis* var. *komarovii* (V.N.Vassil) W.C.Cheng & L.K.Fu έχει πιο περιορισμένη εξάπλωση και συγκεκριμένα συναντάται στην Κίνα και τη Βόρεια Κορέα. Θεωρείται σχεδόν απειλούμενο είδος, λόγω μείωσης των εκτάσεων που φύεται, η οποία οφείλεται στην ξύλευση. Η *Picea jezoensis* subsp. *hondoensis* συναντάται στο κεντρικό τμήμα της νήσου Χονσού. Είναι ισημερινό είδος ξυλείας στη βόρεια Ιαπωνία και τις παραθαλάσσιες επαρχίες της βορειοανατολικής Κίνας, Κορέας και Ρωσίας. Μεγάλο μέρος της ξυλείας χρησιμοποιείται στη βιομηχανική παραγωγή χαρτοπολτού ενώ πιο εξειδικευμένες χρήσεις περιλαμβάνουν κατασκευή επίπλων και μουσικών οργάνων στην Ιαπωνία. Κάποιες ξύλινες οικίες, όπως στην Καμτσάτκα, κατασκευάζονται από το ξύλο της. Στην Ιαπωνία και στην Κορέα χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην αναδάσωση. Σε άλλες χώρες του βορείου ημισφαιρίου καλλιεργείται σε μικρότερη συχνότητα, για δασικούς ή κηπευτικούς σκοπούς (Thomas et al. 2013).

Χημικά συστατικά του είδους *Picea jezoensis*

Τριτερπένια σερρατανίου έχουν απομονωθεί από το φλοιό του κορμού της *Picea jezoensis* var. *hondoensis* (Tanaka et al. 1999), ενώ δύο νέα τριτερπένια, ονομάστηκαν πιτσεανονόλη Α και Β (Tanaka et al. 1999).

Από το φλοιό της *Picea jezoensis* var. *jezoensis* έχουν απομονωθεί εννέα φαινολικές ενώσεις, εκ των οποίων 3 φλαβονοστιλβένια που ονομάστηκαν ζεζονοσινόλη Α, Β, και C και μια νέα ουσία τύπου 1,4-βενζοδιοξανίου, μαζί με επτά γνωστές φαινολικές ουσίες. Αρκετά στιλβένια, με παρόμοια δομή με τη ρεσβερατρόλη έχουν επίσης απομονωθεί από την *P. jezoensis* var. *jezoensis* (Wada et al. 2009). Από τις βελόνες έχουν απομονωθεί τα στιλβένια πιτσεΐδη, *cis*-αστρινγκίνη, ισοραποντίνη, πιτσεαταννόλη, *cis*-πιτσεΐδη, *cis*-ισοραποντίνη, ρεσβερατρόλη, ισοραποντιγενίνη. Τα βιβλιογραφικά δεδομένα προτείνουν ότι υψηλά επίπεδα στιλβενικών γλυκοσιδών και έκφραση PjSTS (συνθάση στιλβενίων) συναντάται στις βελόνες της *P. jezoensis* (Kiselev et al. 2016).

Τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *P. jezoensis* είναι το λιμονένιο, το καμφένιο, η καμφορά και ο οξικός βορνυλεστέρας (Rudloff, 1975).

Βιολογικές δράσεις του είδους *Picea jezoensis*

Οι Wada et al. (2009) έλεγξαν την ανασταλτική δράση κάποιων φαινολικών συμπλόκων από το μεθανολικό εκχύλισμα του φλοιού της *Picea jezoensis* var. *jezoensis* έναντι της ενεργοποίησης της πρωτεΐνης NOR 1, που είναι δότης οξειδίου του αζώτου (NO), ως έναν έλεγχο σάρωσης για εύρεση αναστολέων των εκκινητών ογκογένεσης, εφόσον έχει επιβεβαιωθεί ότι η υπερπαραγωγή NO ή των ελευθέρων ριζών του, επάγει μετάλλαξη των γονιδίων και καρκινογένεση πολλών σταδίων (multistage carcinogenesis). Όλες οι ενώσεις που ελέχθηκαν, εμφάνισαν ισχυρή αναστολή της ενεργοποίησης της NOR 1. Επιπλέον, η ζεζονοσινόλη Β, ο πιο ισχυρός αναστολέας, εμφάνισε αξιοσημείωτη αντιογκογενετική δράση σε *in vivo* μελέτη σε μύες, με καρκινογένεση του δέρματος δύο σταδίων, κάνοντας χρήση υπεροξυνιτρώδους (ONOO⁻; PN) ως εκκινητή και 13-ακέτυλο-12-O-τετραδεκανοϋλοφορβόλης (TPA) ως προαγωγού. (Wada et al. 2009). Συγκεκριμένα, δύο τριτερπένια τύπου σερρατανίου από τη *Picea jezoensis* var. *jezoensis*, εμφάνισαν

χημειοπροστατευτική δράση κατά του καρκίνου σε μελέτη καρκινογένεσης *in vivo* (Tanaka et al. 2004).

Επίσης, το μεθανολικό εκχύλισμα του φλοιού εμφανίζει αντιοξειδωτική δράση, δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες 2,2-διφαινυλο-1-πικρυλυδραζυλίου (DPPH) (Wada et al. 2007).

***Picea sitchensis* (Bong.) Carrière (Sitka spruce)**

Μακρόβιο, αειθαλές, μόνονικο δένδρο. Οι θήλεις κώνοι φύονται στις άκρες των πρωτευόντων κλάδων, κοντά στην κορυφή, ενώ οι άρρενες κώνοι φύονται σε χαμηλότερα σημεία, σε δευτερεύοντες κλάδους. Μπορεί να φτάσει σε ύψος έως και 65 m και διάμετρο έως και 5 m. Η βάση του κορμού είναι ενισχυμένη. Όταν φύεται σε δάση, ο κορμός είναι μακρύς, χωρίς κλάδους στα χαμηλότερα σημεία. Το ριζικό σύστημα είναι ρηχό, με μακριές πλευρικές ρίζες με λίγες διακλαδώσεις. Σε βαθιά, καλώς αποστραγγιζόμενα εδάφη, το ριζικό σύστημα μπορεί να φτάσει βάθος 2 μέτρων, ιδιαίτερα σε προσχωσιγενή εδάφη (w3).

Εντοπίζεται κυρίως σε μία σχετικά στενή περιοχή εξάπλωσης σε χαμηλό υψόμετρο και πλησίον της ακτογραμμής. Μόνο προς το βορρά, απαντάται και σε μεγαλύτερα υψόμετρα (έως και 1000 μέτρα) (Rudloff, 1978). Καλύπτει αχανείς εκτάσεις των εσωτερικών παραλίων και των νήσων, κατά μήκος των ακτών του Ειρηνικού στη βόρεια Αμερική. Συναντάται στη Βόρεια Αμερική, από την Αλάσκα έως την Καλιφόρνια, απ' την πλευρά του Ειρηνικού, από το επίπεδο της θάλασσας έως και σε απόκρημνες βουνοπλαγιές της Αλάσκας και της Βρετανικής Κολομβίας, συνήθως σε υψόμετρο 900 m (υψηλότερο ρεκόρ 1189 m), πάντα σε ωκεάνιο κλίμα, με πολύ υγρασία. Το είδος εδάφους ποικίλλει. Συνήθως φύεται κοντά σε *Tsuga heterophylla*, *Pseudotsuga menziesii* και *Thuja plicata* (Farjon, 2013). Είναι από τα πιο συνήθη εισαγόμενα δένδρα, στην παρατλάντια Ευρώπη, και καλύπτει περίπου 1,3 εκατομμύρια εκτάρια, κυρίως στις βρετανικές νήσους, αλλά και στη Γαλλία, τη Νορβηγία, τη Δανία, τη Γερμανία, τη Σουηδία και την Ισλανδία (Nygaard et al. 2017).

Τα πιο μικρά δένδρα αξιοποιούνται στη βιομηχανία χάρτου, ενώ τα μεγάλα σε οικοδομικές εργασίες και εξειδικευμένες χρήσεις όπως κατασκευή μικρών αεροσκαφών, ιστίων, κουπιών για βάρκες, και κατασκευή μουσικών οργάνων. Έχει χρησιμοποιηθεί σε

αναδασώσεις σε φτωχά και όξινα εδάφη, σε δροσερά και υγρά κλίματα, όπως είναι οι λόφοι και τα έλη της Ιρλανδίας και της Σκωτίας (Farjon A. 2013).

Χημικά συστατικά του είδους *Picea sitchensis*

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *P. sitchensis* περιέχει οξυγονωμένα μονοτερπένια έως και 50% (Πίνακας 10), ενώ το αιθέριο έλαιο του ξύλου αποτελείται κυρίως από μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες (Hrutfiord et al. 1974). Επίσης, από τα φύλλα του ίδιου είδους, έχουν απομονωθεί 2,6-δισυποκατεστημένες πιπεριδίνες, ενώ το προφίλ του σε αλκαλοειδή προσομοιάζει το χημικό προφίλ των *P. pungens* και *P. abies* (Stermitz et al. 2000). Τα φύλλα, ο φλοιός του κορμού και ο ριζικός φλοιός περιέχουν στυλβένια (ισοραποντίνη, αστρινγκίνη) (Kiselev et al. 2016).

Πίνακας 10. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων του είδους *P. sitchensis*.

	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
ΗΠΑ <i>Picea sitchensis</i>	φύλλα	myrcene (30%), piperitone (28,1%), camphor (18%)	Hrutfiord et al. (1974)
	φλοιός	β-phellandrene (41,6%-37,7%), α-pinene (13,4-22,3%),	
Καναδάς <i>Picea sitchensis</i>	φύλλα	myrcene (27,3%), piperitone (19,3%), camphor (11,4%)	von Rudloff (1978)
	κλαδιά	β-phellandrene (24,3%), δ-3-carene (9,8%), α-pinene (9,6%)	

Δεν έχουν αναφερθεί φαρμακολογικές ή βιολογικές δράσεις για το είδος *Picea sitchensis*.

1.2.2 *Tsuga* (Endl.) Carriere

Γένος που αποτελείται από 9 είδη, δύο συναντώνται στη βορειοανατολική Αμερική, δύο στη βορειοδυτική Αμερική και πέντε στην Ασία (Lagalante, 2003). Μόνοικα δένδρα, μέτριου προς μεγάλου ύψους, με αψιδωτούς κορυφαίους βλαστούς. Οι χειμερινοί βλαστοί είναι ακραίοι και πλευρικοί, μη ρητινώδεις. Φύλλα γραμμοειδή, πεπλατυσμένα ή γωνιώδη. Κώνοι μικροί, ωοειδείς ή επιμήκεις. (Ouden & Boom, 1982).

Tsuga canadensis (L.) Carrière (Καναδική τσούγκα)

Είδος ιθαγενές του Καναδά και των ΗΠΑ. Φυτρώνει σε έκταση συνολικά 19 εκατομμυρίων εκταρίων, στις δυτικές Ηνωμένες Πολιτείες. Συναντάται σε χαμηλά υψόμετρα, κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας, έως και σε υψόμετρα 1500 m στα Αππαλάχια όρη (Farjon 2013, Lagalante 2007). Τα εδάφη όπου φύεται είναι παγετώδους ή προσχωσιγενούς προέλευσης, ποντζολικά και συνήθως πολύ όξινα (pH 3-4). Το κλίμα είναι δροσερό με υγρασία (Farjon, 2013). Μπορεί να φτάσει την ηλικία των 800 χρόνων και το ύψος των 40 m, ενώ η διάμετρος του κορμού μπορεί να ξεπεράσει τα 2 m. Είναι είδος ανθεκτικό στη σκιά και μερικές φορές σχηματίζει σχεδόν αμιγείς πληθυσμούς στις χαμηλότερες πλαγιές και στις κοιλάδες των ποταμών (Hart et al. 2005), αλλά συνήθως αναμειγνύεται με άλλα κωνοφόρα και πλατύφυλλα δένδρα. Επιτρέπει πολύ λίγη βλάστηση να αναπτυχθεί στη σκιά του. Σε κάποιες νοτιοδυτικές περιοχές, παρατηρείται μείωση του πληθυσμού του, λόγω προσβολής από το παράσιτο έντομο *Adelges tsugae*. Είναι σημαντικό δασικό και διακοσμητικό είδος, από τα πιο ευρέως καλλιεργούμενα δένδρα στις ΗΠΑ, με πάνω από 274 ονομαστικές ποικιλίες (Lagalante, 2007). Η ξυλεία που παράγει είναι κατάλληλη για οικοδόμηση (οροφές, πατώματα) αλλά χρησιμοποιείται περισσότερο στην παραγωγή χαρτοπολτού. Εισήχθη στην Ευρώπη το 1736 όπου και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό (Farjon 2013).

Χημικά συστατικά του είδους *Tsuga canadensis*

Τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου της *Tsuga canadensis* (Πίνακας 11) είναι ο οξικός βορνυλεστέρας, το α-πινένιο, το καμφένιο και το λιμονένιο (Kılıç, 2014). Η υψηλή

περιεκτικότητα σε οξικό βορνυλεστέρα, η παρουσία α-πινενίου, καμφενίου, τρικυκλενίου και η απουσία σαντενίου είναι χαρακτηριστικές του αιθερίου ελαίου των φύλλων (Kubezcka & Schultze, 1987). Τα πτητικά συστατικά της ρητίνης από τους ιστούς των κλαδιών και των φύλλων, περιλαμβάνουν μονο- και σεσκι-τερπένια, κάποιες φαινολικές ενώσεις (σαλικυλικό μεθυλεστέρα, βενζυλική αλκοόλη) και κάποια παράγωγα λιπαρών οξέων από τα φύλλα (Pezet et al. 2013).

Πίνακας 11. Κύρια συστατικά αιθερίων ελαίων *T. canadensis*.

Προέλευση	Τμήμα	Κύρια συστατικά	Βιβλιογραφία
Γερμανία	φύλλα	α-pinene (20,09%), bornyl acetate (28,42%), camphene (17,53%)	Kubezcka & Schultze 1987
ΗΠΑ	φύλλα	bornyl acetate (30,54-33,35%), α-pinene (31,32-32,06%), camphene (20,54-22,08%)	McClure et al. 1984

Βιολογικές δράσεις του είδους *Tsuga canadensis*

Στη μελέτη των McCune & Johns (2002) μελετήθηκε η αντιοξειδωτική ικανότητα του μεθανολικού εκχυλίσματος του φλοιού της *Tsuga canadensis*, η οποία σχετίζεται με την παραδοσιακή χρήση του φυτού για την αντιμετώπιση του διαβήτη από τους ιθαγενείς των βορείων δασών της Β. Αμερικής. Το εν λόγω εκχύλισμα είχε μέτρια δραστικότητα όσον αφορά τη σάρωση ριζών DPPH και υπεροξειδίου.

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. canadensis* εμφάνισε εντομοκτόνο δράση ενάντια στην οικιακή μύγα (*Musca domestica* L.) μέσω υποκαπνισμού (Pavela, 2008).

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Οργανολογία

Για τις αναλύσεις GC-MS χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος Hewlett-Packard 6890, εξοπλισμένος με τριχοειδή στήλη HP-5MS (30 m x 0,25 mm, film thickness 0,25 μ m) συνδεδεμένος σε σειρά με φασματογράφο μάζας Hewlett-Packard 5973. 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 που πραγματοποιήθηκαν μέσω της στήλης HP5-MS 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 στον εισαγωγέα ήταν 200 °C και η θερμοκρασία πηγής ιονισμού 200 °C. Η ταυτοποίηση των χημικών συστατικών έγινε με σύγκριση του χρόνου ανάσχεσης του 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 ανιχνεύθηκαν από το φασματογράφο μάζας.

2.2 Συλλογή φυτικού υλικού

Η παραλαβή των αιθερίων ελαίων πραγματοποιήθηκε κατόπιν συλλογής νωπών φύλλων και κλάδων από 20 δείγματα συνολικά, 13 από την οικογένεια Cupressaceae και 7 από την οικογένεια Pinaceae, είτε από φυσικές θέσεις, είτε από διάφορους βοτανικούς κήπους, όπως φαίνεται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Περιοχές και περίοδοι συλλογής των φυτικών δειγμάτων που αναλύθηκαν.

Taxon	Κωδικός	Τόπος και περίοδος συλλογής
Γένος <i>Chamaecyparis</i>		
¹ L <i>C. lawsoniana</i>	CHLL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
1T <i>C. lawsoniana</i>	CHLT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
2L <i>C. lawsoniana</i>	CHLWL	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
2T <i>C. lawsoniana</i>	CHLWT	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
3L <i>C. lawsoniana</i> ‘ <i>Triomf van Boskoop</i> ’	CHLTBL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
3T <i>C. lawsoniana</i> ‘ <i>Triomf van Boskoop</i> ’	CHLTBT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
Γένος <i>Cupressus</i>		
4L <i>C. sempervirens</i>	CSEWL	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
4T <i>C. sempervirens</i>	CSEWT	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
Γένος <i>Sequoiadendron</i>		
5L <i>S. giganteum</i>	SEGWL	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
5T <i>S. giganteum</i>	SEGWT	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
Γένος <i>Thuja</i>		
6L <i>T. occidentalis</i> ‘ <i>fastigiata</i> ’	THOFL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
6T <i>T. occidentalis</i> ‘ <i>fastigiata</i> ’	THOFT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
7L <i>T. occidentalis</i> ‘ <i>malonyana</i> ’	THOML	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
7T <i>T. occidentalis</i> ‘ <i>malonyana</i> ’	THOMT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
8L <i>T. occidentalis</i> ‘ <i>robusta</i> ’	THORL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
8T <i>T. occidentalis</i> ‘ <i>robusta</i> ’	THORT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
9L <i>T. occidentalis</i> - <i>hybrid</i>	THOHL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016

Taxon	Κωδικός	Τόπος και περίοδος συλλογής
9T <i>T. occidentalis</i> - hybrid	THOHT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
10L <i>T. plicata</i>	THPL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
10T <i>T. plicata</i>	THPT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
11L <i>T. orientalis</i>	TORWL	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
11T <i>T. orientalis</i>	TORWT	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
Γένος <i>Thuja</i>		
12L <i>T. dolabrata</i>	THDL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
12T <i>T. dolabrata</i>	THDT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
13L <i>T. dolabrata</i>	THDWL	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
13T <i>T. dolabrata</i>	THDWT	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
Γένος <i>Picea</i>		
14L <i>P. abies</i>	PIAL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
14T <i>P. abies</i>	PIAT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
15L <i>P. asperata</i> var. <i>heterolepis</i>	PASHL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
15T <i>P. asperata</i> var. <i>heterolepis</i>	PASHT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
16L <i>P. breweriana</i>	PIBL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
16T <i>P. breweriana</i>	PIBT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
17L <i>P. jezoensis</i> var. <i>jezoensis</i>	PIJL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
17T <i>P. jezoensis</i> var. <i>jezoensis</i>	PIJT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
18L <i>P. sitchensis</i>	PISIL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
18T <i>P. sitchensis</i>	PISIT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
Γένος <i>Tsuga</i>		
19L <i>T. canadensis</i>	TSCAL	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016

Taxon	Κωδικός	Τόπος και περίοδος συλλογής
19T <i>T. canadensis</i>	TSCAT	Βοτανικός κήπος του Όσλο, Ιούλιος 2016
20L <i>T. canadensis</i>	TSCAWL	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017
20T <i>T. canadensis</i>	TSCAWT	Βοτανικός κήπος της Λωζάνης, Οκτώβριος 2017

¹ L: φύλλα, T: κλάδοι

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συνολικά λήφθηκαν με υδραπόσταξη τα αιθέρια έλαια από τα φύλλα και τους κλάδους 13 δειγμάτων από τα γένη *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Sequoiadendron*, *Thuja*, *Thujaopsis* (Cupressaceae) και από 7 δείγματα από τα γένη *Picea* και *Tsuga* (Pinaceae), τα οποία αναλύθηκαν στη συνέχεια ως προς τη χημική τους σύσταση με GC-MS (Πίνακες 13, 14 και 15).

3.1 Ανάλυση των αιθερίων ελαίων από τα γένη *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Sequoiadendron* και *Thujaopsis* (Cupressaceae)

3.1.1 *Chamaecyparis lawsoniana*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Στο αιθέριο έλαιο των φύλλων της *C. lawsoniana* (1L), επικρατεί το κλάσμα των μονοτερπενίων, με ποσοστό 50,3% με κύριο εκπρόσωπο το λιμονένιο (31,0%), ακολουθούμενο από το δ-3-καρένιο (6,6%) και το σαβινένιο (4,8%), ενώ τα σесκιτερπένια και τα διτερπένια καταλαμβάνουν συνολικά χαμηλότερα ποσοστά (19,3% και 13,7% αντίστοιχα). με κύριους εκπροσώπους τον οξικό οπλοπανυλεστέρα (8,5%) στην ομάδα των σесκιτερπενίων, και το μπεγερένιο (9,5%) ακολουθούμενο από το 13-επι-δολαμπραδιένιο (4,2%) στο κλάσμα των διτερπενίων.

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *C. lawsoniana* (2L), εμφανίζει παρόμοιο χημικό προφίλ με το δείγμα 1L, με κύριες διαφοροποιήσεις να εντοπίζονται στην ποσοτική τους σύσταση. Συγκεκριμένα, το ποσοστό των μονοτερπενίων είναι σημαντικά χαμηλότερο (18,8%) με το λιμονένιο να χαρακτηρίζει ωστόσο και σε αυτήν την περίπτωση το συγκεκριμένο κλάσμα (11,5%), ενώ κυριαρχεί η ομάδα των σесκιτερπενίων (53,7%) και συγκεκριμένα τα οξυγονωμένα παράγωγα (37,8%), επίσης με κύριο εκπρόσωπο τον οξικό οπλοπανυλεστέρα (25,8%). Ομοίως η ομάδα των διτερπενικών υδρογονανθράκων (23,5%) χαρακτηριζόταν από την παρουσία του μπεγερενίου (13,5%) και ακολούθως του 13-επι-δολαμπραδιενίου (8,5%).

Τέλος, στο αιθέριο έλαιο των φύλλων της *Chamaecyparis lawsoniana* “Triomf van Boskoop” (3L), κυριαρχεί το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (47,8%), με το λιμονένιο να κατέχει και σε αυτή την περίπτωση υψηλό ποσοστό (27,0%) ενώ ακολουθούν τα σεσκιτερπένια (32,1%) με τα οξυγονωμένα παράγωγα σε μεγαλύτερη αφθονία (22,8%) και οι διτερπενικοί υδρογονάνθρακες (11,5%) των οποίων κύριοι εκπρόσωποι είναι ο οξικός οπλοπανυλεστέρας (17,1%) και το μπεγερένιο (9,0%), αντίστοιχα, ενώ το ποσοστό του 13-επι-δολαμπραδιενίου φτάνει το 2,5%.

Στο σύνολο των βιβλιογραφικών αναφορών που αφορούν στην ανάλυση του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *C. lawsoniana*, το λιμονένιο παρουσιάζεται ως το συστατικό με το μεγαλύτερο ποσοστό, όπως προκύπτει και από τα πειραματικά δεδομένα της παρούσας μελέτης. Σύμφωνα με τους Giatropoulos et al. (2013) που μελέτησαν το αιθέριο έλαιο φύλλων της *C. lawsoniana* από την Ελλάδα κύρια συστατικά ήταν το λιμονένιο (18,5%), ακολουθούμενο από το μπεγερένιο (17,1%) και τον οξικό οπλοπανυλεστέρα (15,9%). Γενικά παρατηρήθηκε όμοιο χημικό προφίλ με τα δείγματα της παρούσας εργασίας, με κάποιες ποσοτικές διαφορές, ειδικότερα στην ομάδα των σεσκιτερπενίων και των διτερπενίων. Επίσης, οι De Pooter et al. (1991), αναφέρουν ως κύρια συστατικά το λιμονένιο (18,8%) και τον οξικό οπλοπανυλεστέρα (17,1%) στο αιθέριο έλαιο φύλλων από το Βέλγιο ενώ δεν αναφέρεται καθόλου η παρουσία μπεγερενίου. Επιπρόσθετα, στην ανάλυση αιθερίου ελαίου φύλλων από την Ισπανία (Palá-Paúl et al. 2012), εμφανίστηκε ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό το λιμονένιο φτάνοντας το 77,0%, το οξυγονωμένο μονοτερπένιο p-κυμεν-8-όλη ταυτοποιήθηκε ως το δεύτερο σε αφθονία συστατικό, ενώ σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα της παρούσας μελέτης ανιχνεύθηκε μόνο σε ίχνη. Τέλος, υπάρχει διαφορά και στην περιεκτικότητα του οξικού οπλοπανυλίου (1,6%) ενώ το μπεγερένιο συναντάται σε ποσοστό μόλις 0,4%. Συνολικά, παρατηρείται χαμηλότερο ποσοστό διτερπενικών υδρογονανθράκων (0,5%), ενώ παράλληλα το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων παρουσιάζει αυξημένο ποσοστό (81,9%) σε σχέση και με τα τρία αναλυθέντα δείγματα αιθερίου ελαίου φύλλων *C. lawsoniana* της παρούσας μελέτης.

Επίσης, οι Yatagai et al. (1985), αναφέρουν ως κύριο συστατικό το λιμονένιο (65,0%) στο αιθέριο έλαιο φύλλων *C. lawsoniana* από την Ιαπωνία, ενώ δεν αναφέρεται η παρουσία οξικού οπλοπανυλίου.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί το διαφορετικό χημικό προφίλ μεταξύ των δειγμάτων που αναλύθηκαν στην παρούσα μελέτη και του αιθερίου ελαίου από φύλλα *C. lawsoniana* (προέλευση φυτικού υλικού δεν αναφέρεται) που ανέλυσαν οι Wang et al. (2011), όπου η 2,6-δι-tert-βουτυλβενζοκινόνη απαντάται σε ποσοστό 33,4% ως κύριο συστατικό και ακολουθεί το λιμονένιο (18,2%), ενώ παρατηρείται αυξημένο ποσοστό α-πινενίου (13,0%) και χιμπαένιο (7,9%) το οποίο απουσιάζει από τα δείγματα **1L**, **2L** και **3L**.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Στο αιθέριο έλαιο κλάδων *C. lawsoniana* (**1T**), μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνει το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (31,6%) εκ των οποίων επικρατεί το λιμονένιο (19,1%). Ακολουθούν, τα οξυγονωμένα σεσκιτερπένια (21,4%) με τον οξικό οπλοπανυλεστέρα να φτάνει σε ποσοστό 14,3%. Στην ομάδα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων (14,6%) το μυρτενοϊκό μεθύλιο ανέρχεται σε ποσοστό 7,1%, ενώ στους σεσκιτερπενικούς (13,9%) και τους διτερπενικούς υδρογονάνθρακες (12,1%) το α-χουμουλένιο και το μπεγερένιο εμφανίζουν ποσοστά 5,6% και 6,7% αντίστοιχα. Οξυγονωμένα διτερπενικά παράγωγα απαντούν μόνο σε ίχνη πλην της *trans*-τοταρόλης (2,0%). Αντίθετα, στο δείγμα **2T**, το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων εμφανίζει πολύ μικρότερο ποσοστό (6,1%) ενώ το αντίστοιχο ποσοστό λιμονενίου αντιστοιχεί μόλις στο 5,1% της σύστασης. Η επικρατέστερη χημική ομάδα είναι τα οξυγονωμένα σεσκιτερπένια (53,9%), το οποίο ποσοστό αναλύεται περαιτέρω σε οξικό οπλοπανυλεστέρα (36,3%), β-οπλοπενόνη (6,2%) και λοιπά συστατικά. Το δεύτερο σε περιεκτικότητα κλάσμα είναι αυτό των σεσκιτερπενικών υδρογονανθράκων (16%), όπου κύριοι μεταβολίτες είναι το δ-καδινένιο (3,8) και το β-κεδρένιο (3,7%). Κατόπιν, ακολουθεί το κλάσμα των διτερπενικών υδρογονανθράκων (10,2%), όπου παρατηρείται το 13-επι-δολαμπραδιένιο και το μπεγερένιο σε ποσοστά 5,8% και 4,4%. Τα οξυγονωμένα μονοτερπένια και διτερπένια αντιστοιχούν στο 3,1% και 4,8% αντίστοιχα.

Στο δείγμα **3T** η ομάδα συστατικών που απαντάται σε υψηλότερη περιεκτικότητα είναι οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες (30,5%), με κύριο εκπρόσωπο το λιμονένιο (19,8%) και το δ-3-καρένιο (3,3%). Στη συνέχεια, παρατηρείται ο οξικός οπλοπανυλεστέρας (34,3%) ως κύριο συστατικό του συνολικού δείγματος αλλά και του κλάσματος των οξυγονωμένων σεσκιτερπενίων (37,1%), ενώ μεταξύ των διτερπενικών

υδρογονανθράκων απαντάται το μπεγερένιο σε ποσοστό 7,7%. Ακολούθως, τα κλάσματα των σεσκιτερπενικών υδρογονανθράκων και των οξυγονωμένων μονοτερπενίων κυμαίνονται σε ποσοστά 9,4% και 7,1% αντίστοιχα. Σε μικρή ποσότητα, περίπου 2%, απαντώνται κάποια οξυγονωμένα διτερπενικά συστατικά και τέλος απομένουν κάποια ίχνη αλειφατικών υδρογονανθράκων. Δε βρέθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα για την *C. lawsoniana* 'Triomf van Boskoop'.

3.1.2 *Cupressus sempervirens*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Στο αιθέριο έλαιο φύλλων *C. sempervirens*, παρατηρείται υψηλό ποσοστό μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (74,0%), με κύριους μεταβολίτες το α-πινένιο (33,0%), το δ-3-καρένιο (21,3%), και ακολούθως το τερπινολένιο (5,1%), το σαβινένιο (3,4%) και το λιμονένιο (3,1%). Το κλάσμα των σεσκιτερπενικών υδρογονανθράκων ήταν δεύτερο σε ποσοστό (13,7%) με κυριότερους εκπροσώπους το γερμακρένιο-D (8,4%), το δ-καδινένιο (1,2%) και το *trans*-καρυοφυλλένιο (1,2%). Η ομάδα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων αποτελεί το 7,2% της σύστασης, με κύριους μεταβολίτες τον οξικό α-τερπινυλεστέρα και την τερπινεν-4-όλη (4,2% και 2,4%). Ανιχνεύονται επίσης σε σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά οξυγονωμένα σεσκιτερπένια (1,1%) και διτερπενικοί υδρογονάνθρακες (1,7%). Εμφανίζονται επίσης κάποια οξυγονωμένα διτερπένια (0,6%) και άλλες ενώσεις σε ίχνη.

Στην πλειοψηφία των βιβλιογραφικών αναφορών για το αιθέριο έλαιο των φύλλων *C. sempervirens*, κύριο συστατικό είναι το α-πινένιο. Στις μελέτες των Pauly et al. (1983), Badawy et al. (2014), Abdelgaleil et al. (2016), Mahmood et al. (2013), Jawad Khubeiz et al. (2016), Milos et al. (2002) και Giatropoulos et al. (2013) κύριο συστατικό είναι το α-πινένιο σε ποσοστά που κυμαίνονται από 36,5% έως 74,66%, ενώ δεύτερο σε ποσοστό συστατικό είναι το δ-3-καρένιο (10,8%-24,53%). Οι Mohareb et al. (2016) αναφέρουν το α-πινένιο ως κύριο συστατικό για κάποια δείγματα και την τερπινεν-4-όλη ως κύριο συστατικό άλλων δειγμάτων με προέλευση από διαφορετικό υψόμετρο συλλογής. Στις μελέτες των Mazari et al. (2010) και Fahed et al. (2017) κύρια συστατικά είναι το α-πινένιο και η κεδρόλη, ενώ από τα αποτελέσματα των Nejia et al. (2013) το α-πινένιο και το μυρκένιο παρατηρούνται σε μεγαλύτερα ποσοστά. Μεγαλύτερες διαφορές παρατηρούνται

στη μελέτη των Taronjou et al. (2005) σε δείγματα από το Καμερούν, όπου κύριοι μεταβολίτες είναι το σαβινένιο και η τερπινεν-4-όλη καθώς και με τα αποτελέσματα των Rolli et al. (2014) σε δείγματα από την Ιταλία, όπου επικρατεί το β-καρυοφυλλένιο (32,38%) και δευτερευόντως το α-πινένιο (26,37%). Επιπλέον, στην ανάλυση των Ibrahim et al. (2009) παρατηρούνται ανεβασμένα επίπεδα κεδρόλης (23,68%), η οποία αποτελεί και τον κυριότερο μεταβολίτη αυτής της ανάλυσης.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Το αιθέριο έλαιο των κλάδων *Cupressus sempervirens* (4T) αποτελείται κυρίως από μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες (60,9%) και κυρίως από α-πινένιο (35,9%) και δ-3-καρένιο (12,9%), ενώ ακολουθούν το σαβινένιο (2,1%) και το τερπινολένιο (2,1%). Ακολουθεί το κλάσμα των οξυγονωμένων διτερπενίων σε ποσοστό 14,9%, αποτελούμενο κυρίως από *trans*-τοταρόλη (13%) και οξείδιο της μανοόλης (1,9%). Στη συνέχεια, παρατηρούνται ποσοστά 8,2% και 7,1% για τις ομάδες των οξυγονωμένων μονοτερπενίων και των σесκιτερπενικών υδρογονανθράκων, όπου κύριοι μεταβολίτες είναι το λονγκιφολένιο (4,7%), το α-κουβεβένιο (2,8%) και ο οξικός α-τερπινυλεστέρας (2,5%). Από διτερπενικούς υδρογονάνθρακες (5,8%) ανιχνεύεται κυρίως αβιεταδιένιο (5,8%) και τέλος υπάρχουν κάποια ίχνη οξυγονωμένων σесκιτερπενίων. Σύμφωνα με τους Imed et al. (2005), το α-πινένιο, η *trans*-τοταρόλη, η κεδρόλη και το δ-3-καρένιο είναι τα κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου των κλαδιών του είδους *C. sempervirens* από την Τυνισία. Στην ανάλυση δειγμάτων από την Αλγερία, παρατηρείται σχετική ομοιότητα στα υψηλά ποσοστά α-πινενίου και δ-3-καρενίου, αλλά τα ποσοστά οξυγονωμένων διτερπενίων είναι πολύ χαμηλότερα (Chanegriha et al. 1993).

3.1.3 *Sequoiadendron giganteum*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Το κλάσμα που επικρατεί στο αιθέριο έλαιο των φύλλων του *Sequoiadendron giganteum* (5L) είναι το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (78,1%) με κύριο μεταβολίτη το α-πινένιο (65,9%), ακολουθούμενο από το μυρκένιο (7,6%) και το λιμονένιο (1,8%). Παράγωγα φαινυλοπροπανίου απαντώνται σε ποσοστό 15,1%, εκ των οποίων το

8,3% αντιστοιχεί στη σαφρόλη και 6,8% στην ελεμισίνη. Τα οξυγονωμένα μονοτερπένια ενώ στη συνέχεια παρατηρούνται σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες και οξυγονωμένα σεσκιτερπένια σε ποσοστά 1,5% και 1,9%. Οξυγονωμένα διτερπένια και άλλες ενώσεις παρατηρούνται σε ίχνη και τέλος το κλάσμα των διτερπενικών υδρογονανθράκων απουσιάζει.

Η ανάλυση των Chalchat et al. (1988) για δείγματα αιθερίων ελαίων από τα φύλλα του *S. giganteum*, χαρακτηρίζεται επίσης από υψηλά ποσοστά α-πινενίου (69,3%-87,4%) ενώ αναφέρονται και άλλα μονοτερπένια όπως το μυρκενίο (6,4%-12,1%), το λιμονένιο (1,1%-1,13%) και το καμφένιο (0,3-1,2%). Παρατηρείται επίσης το χουμουλένιο (0,3%-3,4%) μεταξύ των σεσκιτερπενικών συστατικών, ενώ η σαφρόλη εμφανίζεται σε ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 0,1% και 1%. Τα δείγματα των Garcia et al. (2017) από την Κορσική, περιέχουν επίσης α-πινένιο (47,8%-71,3%) όπως και σαφρόλη (10,7%-31,6%) σε υψηλά ποσοστά. Άλλα συστατικά που ανιχνεύονται είναι το μυρκενίο (5,3%-8,7%) και η ελεμισίνη (1,7%-5,0%). Οι Jerkovic et al. (2003) αναφέρουν υψηλά ποσοστά α-πινενίου και ελεμισίνης, αλλά δεν αναφέρεται η ύπαρξη σαφρόλης.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Το αιθέριο έλαιο των κλάδων αποτελείται κυρίως από παράγωγα φαινυλοπροπανίου (44,0%) και δευτερευόντως μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες (36,9%). Κύριος μονοτερπενικός υδρογονάνθρακας είναι το α-πινένιο (31,4%), ακολουθούμενο από το μυρκενίο (3,0%) και το λιμονένιο (2,1%) ενώ στα παράγωγα φαινυλοπροπανίου επικρατεί η σαφρόλη με ποσοστό 38,2% και η ελεμική με 5,8%. Τα οξυγονωμένα διτερπένια ανιχνεύονται σε ποσοστό 10,0%, εκ του οποίου το 9,3% αντιστοιχεί στην *trans*-φερουγινόλη. Υπάρχουν ακόμα σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες σε ποσοστό 2,8% και οξυγονωμένα σεσκιτερπένια σε ποσοστό 3,9%. Τέλος, παρατηρούνται οξυγονωμένα μονοτερπένια σε ποσοστό 1,5%. Σε αντίστοιχη ανάλυση, οι Jerkovic et al. (2003) αναφέρουν ποσοστό α-πινενίου 44,5%, λιμονενίου 8,7% και μυρκενίου 7,9%, αλλά δεν αναφέρεται σαφρόλη.

3.1.4 *Thujopsis dolabrata*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Στα αιθέρια έλαια των φύλλων της *T. dolabrata* που μελετήθηκαν παρατηρούνται κυρίως ποσοτικές διαφορές, με την ομάδα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων να κυριαρχεί και στα δύο δείγματα που αναλύθηκαν στην παρούσα μελέτη, με ποσοστά 42,6% και 48,7% στο αιθέριο έλαιο των φύλλων από (**12L** και **13L** αντίστοιχα), όπου παρατηρούνται υψηλά ποσοστά σαβινενίου (16,7% και 22,9% αντίστοιχα), ενώ ακολουθεί σε σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό το γ-τερπινένιο (6,3% και 5,8%) και το α-τερπινένιο (4,3% και 3,8%). Ακολουθεί το κλάσμα των διτερπενικών υδρογονανθράκων με ποσοστό 42,5% στο δείγμα **12L** με κύριους μεταβολίτες το 13-επι-δολαμπραδιένιο (15,2%), το ent-ροζα-5,15-διένιο (8,8%), το μπεγερένιο (8,4%) και το ριμουένιο (7,5%) ενώ στο δείγμα **13L** το αντίστοιχο κλάσμα καταλαμβάνει το 35,0% της σύστασης του ελαίου με κύριους μεταβολίτες επίσης το 13-επι-δολαμπραδιένιο (10,7%), το ent-ροζα-5,15-διένιο (10,7%) και το ριμουένιο (8,7%) και το μπεγερένιο (2,0%). Στο δείγμα **12L** το κλάσμα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων ανέρχεται σε ποσοστό 13,7%, με το 10,8% αντιστοιχεί στην τερπινεν-4-όλη. Αντίστοιχα, και για το δείγμα **13L** η τερπινέν-4-όλη εμφανίζεται σε ποσοστό 8,9% από 11,9% του συνολικού κλάσματος. Σε αρκετά χαμηλότερο ποσοστό ανιχνεύονται τα οξυγονωμένα σεσκιτερπένια (**12L** 0,9%, **13L** 3,4%), ενώ η ομάδα των σεσκιτερπενικών υδρογονανθράκων απαντάται σε ίχνη στο πρώτο δείγμα και σε ποσοστό 0,2% στο δεύτερο. Συνολικά υπάρχει συμφωνία των πειραματικών δεδομένων με τη βιβλιογραφία, όπου αναφέρονται ως κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. dolabrata*, το σαβινένιο σε ποσοστό 23,95%, η τερπινέν-4-όλη (19,51%), ο οξικός α-τερπινυλεστέρας (8,39%) και το γ-τερπινένιο (7,86%) (Yatagai et al. 1985). Στη συγκεκριμένη ανάλυση δεν αναφέρονται διτερπενικά παράγωγα.

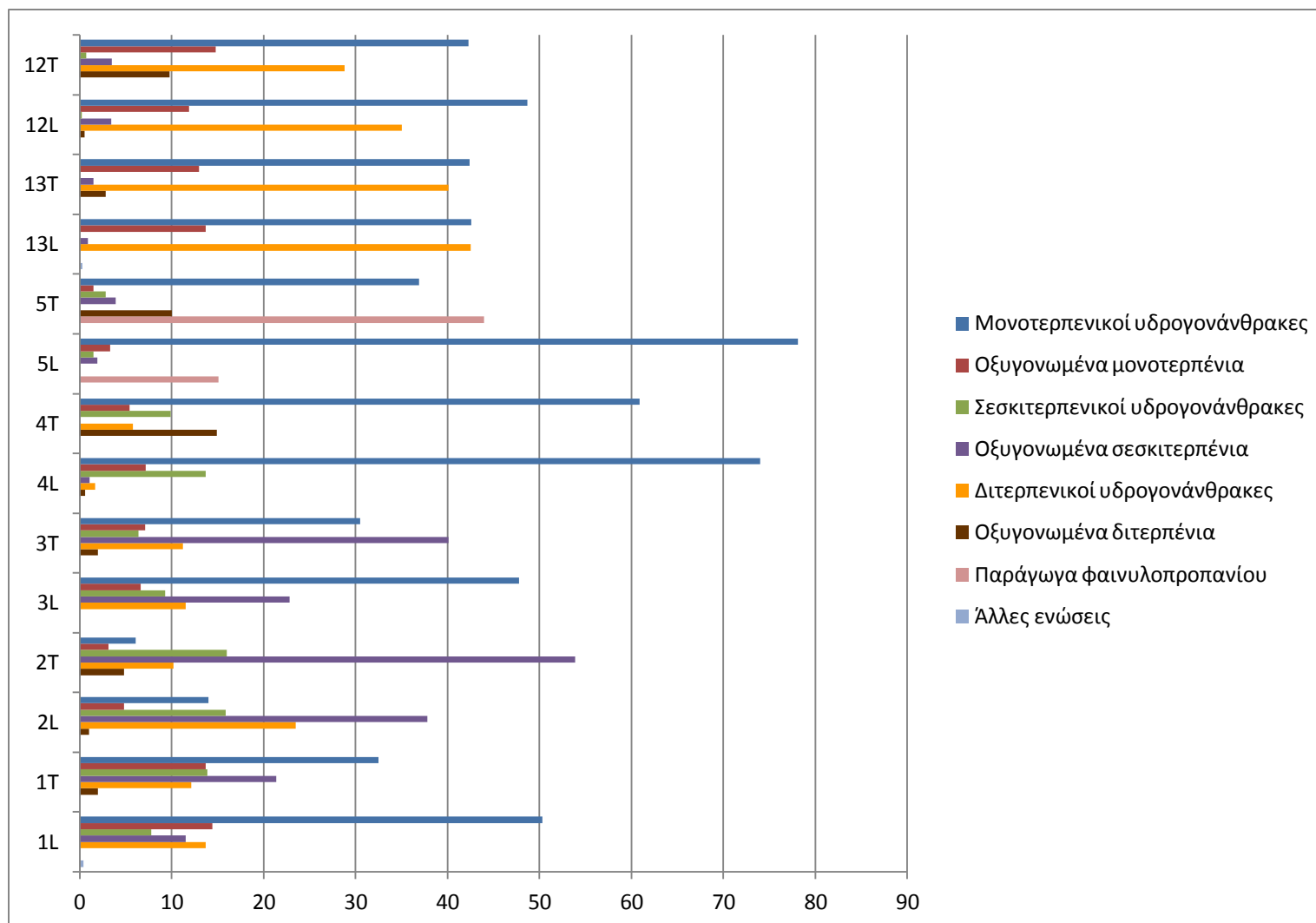
Αιθέριο έλαιο κλάδων

Στο αιθέριο έλαιο των κλάδων *T. dolabrata* (**12T**), οι κυρίαρχες ομάδες συστατικών είναι οι μονοτερπενικοί και οι διτερπενικοί υδρογονάνθρακες, με ποσοστά 42,4% και 40,1% αντίστοιχα. Κύριοι μονοτερπενικοί μεταβολίτες είναι το σαβινένιο (19,0%), το γ-τερπινένιο (5,3%) και το α-τερπινένιο (3,4%), ενώ το 13-επι-δολαμπραδιένιο (15,5%), το

ent-ροζα-5,15-διένιο (7,9%), το μπεγερένιο (7,3%) και το ριμουένιο (7,3%) αποτελούν τους σημαντικότερους εκπροσώπους της ομάδας των διτερπενίων. Ακολουθεί το κλάσμα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων, όπου η τερπινέν-4-όλη εμφανίζει ποσοστό 10,4% και ο οξικός α-τερπινυλεστέρας 1,0%. Σε χαμηλότερα ποσοστά απαντώνται οξυγονωμένα σεσκιτερπένια (1,5%). Σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες ανιχνεύθηκαν μόνο σε ίχνη.

Μόνο ποσοτικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ των αιθερίων ελαίων των κλάδων *T. dolabrata* από τα δείγματα **12T** και **13T**. Στο δείγμα **13T**, επικρατεί και πάλι η ομάδα των μονοτερπενίων (57,1%), ακολουθούμενη από το κλάσμα των διτερπενίων (38,6%) κυρίως των μη οξυγονωμένων παραγώγων (28,8%), με κύρια μονοτερπενικά παράγωγα το σαβινένιο (19,8%), την τερπινέν-4-όλη (10,0%), το γ-τερπινένιο (5,3%) και το α-τερπινένιο (3,4%), ενώ χαρακτηριστικότεροι μεταβολίτες για το κλάσμα των διτερπενίων είναι το 13-επι-δολαμπραδιένιο (10,1%), η *trans*-τοταρόλη (8,4%), το ent-ροζα-5,15-διένιο (8,2%) και το ριμουένιο (6,3%). Σε μικρότερα ποσοστά ανιχνεύονται σεσκιτερπένια παράγωγα (4,2%) με κύριο εκπρόσωπο την ελεμόλη (3,5%). Δεν βρέθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί απεικονίζονται τα σχετικά ποσοστά των ομαδοποιημένων συστατικών των αιθερίων ελαίων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 13.



Πίνακας 13. Χημική σύσταση του αιθερίου ελαίου φύλλων (-L) και κλάδων (-T) από τα γένη *Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Sequoiadendron*, *Thuja* (*Cupressaceae*).

	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>					<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Triomf van Boskoop'		<i>Cupressus sempervirens</i>		<i>Sequoiadendron giganteum</i>		<i>Thuja dolabrata</i>			
Συστατικά	AI	1L	1T	2L	2T	3L	3T	4L	4T	5L	5T	12L	12T	13L	13T
n-Nonane	900	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Tricyclene	921	-	-	tr	-	-	-	0,2	tr	0,3	tr	tr	tr	tr	-
α -Thujene	924	0,4	tr	tr	-	0,5	tr	0,9	1,4	tr	-	2,1	1,8	2,2	1,7
α -Pinene	932	1,4	0,9	0,4	0,4	2,0	0,6	33,0	35,9	65,9	31,4	4,0	2,8	4,0	2,3
α -Fenchene	945	0,5	tr	tr	-	0,4	tr	0,8	0,7	-	-	tr	tr	-	-
Camphene	946	tr	tr	tr	-	-	-	0,3	0,3	0,8	tr	tr	tr	tr	tr
Thuja-2,4(10)-diene	953	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
Sabinene	969	4,8	2,9	0,4	tr	5,1	1,7	3,4	2,1	tr	tr	16,6	19	22,9	19,7
1-Octen-3-ol	974	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	0,3	tr	-	-
β -Pinene	974	tr	tr	-	-	tr	tr	1,1	1,0	0,9	0,4	0,2	tr	0,4	tr
Myrcene	988	1,7	1,5	0,6	0,3	1,9	0,9	1,9	1,4	7,6	3,0	2,7	2,6	3,4	2,8
α -Phellandrene	1002	tr	tr	-	-	tr	-	tr	-	-	-	tr	tr	tr	tr
δ -3-Carene	1008	6,6	4,9	-	-	4,8	3,3	21,3	12,9	-	-	1,6	1,9	1,4	1,3
α -Terpinene	1014	0,9	0,9	tr	tr	0,9	0,6	0,6	0,4	tr	-	4,3	3,4	3,8	3,4
p-cymene	1020	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
o-Cymene	1022	tr	tr	tr	tr	0,7	0,8	-	0,7	tr	tr	1,3	2,4	1,3	2,5
Limonene	1024	31,0	19,1	11,5	5,1	27	19,8	3,1	1,3	1,8	2,1	0,8	1,8	1,0	1,0
β -Phellandrene		-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,9	-	0,8	0,8
cis- β -Ocimene	1032	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	-
trans- β -Ocimene	1044	-	-	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
γ -Terpinene	1054	1,3	1,4	0,3	tr	2,8	2,0	1,1	0,7	tr	-	6,3	5,3	5,8	5,3
cis-Sabinene hydrate	1065	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	-	-	0,5	0,4	0,4	0,5
p-Mentha-2,4(8)-diene	1085	-	-	-	-	-	-	0,2	tr	-	-	-	-	-	-
Terpinolene	1086	1,7	0,9	0,8	0,3	1,7	0,8	5,1	2,1	0,8	tr	1,7	1,4	1,7	1,5
Linalool	1095	-	-	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	0,7	-	-	-	-

Συστατικά	AI	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>				<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Triomf van Boskoop'		<i>Cupressus sempervirens</i>		<i>Sequoiadendron giganteum</i>		<i>Thujopsis dolabrata</i>			
		1L	1T	2L	2T	3L	3T	4L	4T	5L	5T	12L	12T	13L	13T
<i>trans</i> -Sabinene hydrate	1098	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	0,4	tr	0,3	0,3
p-Mentha-1,3,8-triene	1108	tr	tr	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β-Thujone	1112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
endo-Fenchol	1114	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -p-Menth-2-en-1-ol	1118	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	-	-	-	0,7	0,6	0,6	0,6
<i>cis</i> -p-Mentha-2,8-dien-1-ol		tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-Campholenal	1122	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-
<i>trans</i> -Pinocarveol	1135	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -p-Menth-2-en-1-ol	1136	tr	-	tr	-	-	tr	tr	-	-	-	0,4	tr	0,3	0,3
<i>trans</i> -Verbenol	1140	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
Camphor	1141	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Camphene hydrate	1141	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karahanaenone	1154	-	-	-	-	-	-	0,3	tr	-	-	-	-	-	-
Borneol	1165	tr	-	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	-	-
Terpinen-4-ol	1174	4,4	4,2	1,0	0,6	3,6	4,1	2,4	1,8	0,4	tr	10,6	10,4	8,9	10,0
p-Cymen-8-ol	1179	tr	tr	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-Terpineol	1189	0,4	tr	tr	tr	tr	tr	0,3	tr	2,9	0,5	0,5	tr	0,4	0,4
4(Z)-Decenal	1193	0,4	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtenol		tr	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -Piperitol	1195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr
methyl Chavicol	1195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
Verbenone	1305	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Piperitol	1207	tr	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr
endo-Fenchyl acetate	1218	tr	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thymol methyl ether	1232	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Carvacrol methyl ether	1241	-	-	-	tr	-	-	tr	1,1	-	-	tr	tr	tr	tr
Geraniol	1249	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Συστατικά	AI	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>				<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Triomf van Boskoop'		<i>Cupressus sempervirens</i>		<i>Sequoiadendron giganteum</i>		<i>Thujopsis dolabrata</i>			
		1L	1T	2L	2T	3L	3T	4L	4T	5L	5T	12L	12T	13L	13T
methyl Nerolate		tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Anethole	1282	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-
Safrole	1285	-	-	-	-	-	-	-	-	8,3	38,2	-	-	-	-
Bornyl acetate	1287	0,6	tr	0,9	0,5	tr	tr	tr	tr	-	-	tr	tr	tr	tr
<i>trans</i> -Sabinyl acetate		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
methyl Myrtenate	1293	6,1	7,1	1,2	0,9	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
3-Thujanol acetate	1295	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
Terpinen-4-ol acetate	1299	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	0,6	0,2	1,3
Mentha-1,4,8-triene		-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Methyl geranate	1322	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtenyl acetate	1324	tr	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
α -Cubebene	1345	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-
α -Terpinyl acetate	1346	2,9	2,4	1,7	1,1	3,0	3,0	4,2	2,5	-	-	0,6	1,0	0,8	1,4
<i>cis</i> -Carvyl acetate	1365	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Copaene	1374	-	-	-	-	-	-	tr	0,6	-	-	-	-	-	-
Unknown		0,9	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geranyl acetate	1379	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -Elemene	1389	tr	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	tr
methyl Eugenol	1403	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-
Longifolene	1407	-	tr	-	-	-	-	-	4,7	-	-	-	-	-	-
α -Cedrene	1410	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -Cedrene		-	-	-	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -Caryophyllene	1417	tr	3,5	tr	-	-	0,7	1,2	0,5	0,5	1,0	tr	tr	0,2	0,7
<i>cis</i> -Thujopsene	1429	0,6	tr	0,9	0,5	1,1	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
β -Copaene	1430	-	-	-	-	-	-	0,4	tr	-	tr	-	-	-	-
<i>cis</i> -Muurola-3,5-diene	1448	1,1	0,6	2,3	0,9	1,3	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> - β -Muurola-3,5-diene	1451	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-

		<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>					<i>Chamaecyparis lawsoniana 'Triomf van Boskoop'</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	<i>Thujopsis dolabrata</i>					
Συστατικά	AI	1L	1T	2L	2T	3L	3T	4L	4T	5L	5T	12L	12T	13L	13T
α -Humulene	1452	tr	5,6	tr	1,7	tr	1,2	0,8	tr	1,0	1,8	tr	tr	tr	tr
Cabreuva oxide B	1462	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
<i>cis</i> -Cadina-1(6),4-diene		-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -Muurolo-4(14),5-diene	1465	2,6	1,6	5,2	3,4	2,8	1,4	-	tr	-	-	-	-	-	-
γ -Muurolene	1478	tr	-	-	-	-	-	0,4	tr	-	-	-	-	-	-
β -Chamigrene	1476	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cabreuva oxide D	1479	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
Germacrene D	1484	tr	tr	tr	-	tr	-	8,4	0,7	-	-	-	-	-	-
β -Selinene	1489	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -Cadina-1,4-diene	1495	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Valencene	1496	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
α -Muurolene	1500	-	-	-	-	-	-	0,5	tr	-	-	-	-	-	-
Epizonarene	1501	1,3	0,9	2,7	1,6	1,6	0,8	-	tr	-	-	-	-	-	-
α -Chamigrene	1503	-	-	tr	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
Cuparene	1504	-	tr	-	tr	tr	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-
δ -Amorphene	1511	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-
γ -Cadinene	1513	tr	tr	tr	-	tr	-	0,3	tr	-	-	tr	-	tr	tr
<i>trans</i> -Calamenene	1521	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
δ -Cadinene	1522	2,2	1,7	4,8	3,8	2,5	1,7	1,2	0,6	tr	tr	tr	-	tr	tr
10-epi-Cubebol	1533	tr	tr	2,1	1,8	1,1	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Cadinene	1537	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elemol	1548	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	0,5	0,9	1,5	2,5	3,1
<i>cis</i> -Muurolo-5-en-4-beta-ol	1550	tr	tr	0,8	0,7	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Elemicin	1555	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	5,8	-	-	-	-
<i>cis</i> -Muurolo-5-en-4-alpha-ol	1559	tr	-	1,0	1,0	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Caryophyllene oxide	1582	-	1,5	-	0,9	-	tr	tr	tr	tr	0,7	-	tr	-	tr
allo-Cedrol	1589	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Συστατικά	AI	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>				<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Triomf van Boskoop'		<i>Cupressus sempervirens</i>		<i>Sequoiadendron giganteum</i>		<i>Thujaopsis dolabrata</i>			
		1L	1T	2L	2T	3L	3T	4L	4T	5L	5T	12L	12T	13L	13T
Longiborneol	1599	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
unknown		-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cedrol	1600	0,4	-	1,0	1,5	1,0	0,9	-	tr	-	-	-	-	-	-
β-Oplophenone	1607	1,2	4,5	2,6	6,2	1,8	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Humulene epoxide II	1608	-	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	1,1	-	-	-	-
1,10-di-epi-Cubenol	1618	1,0	1,1	2,6	2,3	1,2	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
1-epi-Cubenol	1627	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
γ-Eudesmol	1630	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	tr	tr	tr	0,3	tr
epi-α-Cadinol	1638	tr	tr	0,9	0,9	tr	tr	-	-	-	-	tr	tr	tr	tr
epi-α-Muurolol	1640	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
α-Muurolol	1644	tr	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Cubenol	1645	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β-Eudesmol	1649	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,6	tr	tr	0,2	tr
α-Eudesmol	1652	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	1,0	tr	tr	0,4	0,4
α-Cadinol	1652	0,4	tr	1,0	0,8	0,6	tr	0,8	-	-	-	-	-	-	-
Junicedranone	1664	-	-	tr	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Eudesma-4(15),7-dien-1-beta-ol	1687	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
cis-14-nor-Muurolol-5-en-4-one	1688	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cis-Thujopsenal	1708	-	-	tr	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Oplopanonyl acetate	1887	8,5	14,3	25,8	36,3	17,1	34,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Rimuene	1896	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,4	7,3	8,7	6,3
Beyerene	1931	9,5	6,7	13,8	4,4	9,0	7,7	-	-	-	-	7,5	7,3	2,0	2,3
ent-Rosa-5,15-diene	1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,8	7,9	10,7	8,2
Pimaradiene	1948	tr	tr	0,5	tr	tr	-	tr	-	-	-	1,6	1,3	1,9	1,2
Sandaracopimara-8(14),15-diene	1968	tr	tr	0,7	tr	tr	-	-	-	-	-	1,0	0,8	1,0	0,7
Manool oxide	1987	tr	tr	0,5	0,6	-	-	tr	1,9	-	tr	-	-	-	-

		<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>				<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> 'Triomf van Boskoop'		<i>Cupressus sempervirens</i>		<i>Sequoiadendron giganteum</i>		<i>Thujopsis dolabrata</i>			
Συστατικά	AI	1L	1T	2L	2T	3L	3T	4L	4T	5L	5T	12L	12T	13L	13T
13-epi-Dolabradiene	2000	4,2	5,4	8,5	5,8	2,5	3,5	-	-	-	-	15,2	15,5	10,7	10,1
13-epi-manool oxide	2009	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Kaurene	2042	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abietatriene	2055	tr	tr	tr	tr	tr	-	0,3	5,8	-	tr	tr	tr	tr	tr
Abietadiene	2087	-	-	-	-	-	-	1,4	tr	-	-	-	-	-	-
Nezukol	2132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	0,6
Abienol	2149	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Sandaracopimarinal	2184	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-
Sempervirol	2282	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	0,8
trans-Totarol	2314	tr	2,0	0,5	2,6	-	2,0	0,6	13,0	-	-	tr	2,8	0,5	8,4
6,7-dehydro-Ferruginol	2315	-	tr	-	0,8	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-
trans-Ferruginol	2331	-	tr	-	0,8	-	-	tr	tr	tr	9,3	-	tr	-	tr
Σύνολο		98,1	95,6	97,0	94,1	98,0	97,3	98,3	96,9	99,9	99,1	99,9	99,8	99,7	99,9
Μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες		50,3	32,5	14,0	6,1	47,8	30,5	74,0	60,9	78,1	36,9	42,6	42,4	48,7	42,4
Οξυγονωμένα μονοτερπένια		14,4	13,7	4,8	3,1	6,6	7,1	7,2	5,4	3,3	1,5	13,7	13	11,9	14,8
Σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες		7,8	13,9	15,9	16	9,3	6,4	13,7	9,9	1,5	2,8	tr	tr	0,2	0,7
Οξυγονωμένα σεσκιτερπένια		11,5	21,4	37,8	53,9	22,8	40,1	1,1	tr	1,9	3,9	0,9	1,5	3,4	3,5
Διτερπενικοί υδρογονάνθρακες		13,7	12,1	23,5	10,2	11,5	11,2	1,7	5,8	-	tr	42,5	40,1	35	28,8
Οξυγονωμένα διτερπένια		tr	2,0	1,0	4,8	-	2,0	0,6	14,9	tr	10	tr	2,8	0,5	9,8
Φαινυλπροπάνια		-	-	-	-	-	-	-	-	15,1	44	-	-	-	-
Άλλες ενώσεις		0,4	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	0,3	tr	tr	tr
Απόδοση (g αιθερίου ελαίου/100 g φυτικού υλικού)		0,58	0,09	0,61	0,19	0,92	0,17	0,42	0,28	0,38	0,24	0,45	0,23	0,53	0,22
Απόδοση (ml αιθερίου ελαίου/100g φυτικού υλικού)		0,73	0,17	-	-	1,08	0,48	0,54	0,3	0,44	0,22	0,43	0,29	0,77	0,59

RRI: Relative Retention Indices, υπολογίστηκαν σε σχέση με τους χρόνους έκλουσης κανονικών υδρογονανθράκων C9-C23 σε στήλη HP-5MS

tr: ίχνη < 0,1%, - : δεν ανιχνεύθηκε

3.2 Ανάλυση των αιθερίων ελαίων από το γένος *Thuja* (Cupressaceae)

3.2.1 *Thuja occidentalis*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Γενικά, παρατηρείται όμοιο χημικό προφίλ μεταξύ των αιθερίων ελαίων των φύλλων των διαφορετικών δειγμάτων *T. occidentalis*, με μικρές μόνο ποσοτικές διακυμάνσεις (Πίνακας 3). Η παρουσία των μονοτερπενίων (66,6%-84,1%) και συγκεκριμένα των οξυγονωμένων παραγώγων (55,2%-73,1%) χαρακτηρίζει το αιθέριο έλαιο των φύλλων, με κυριότερους εκπροσώπους την α-θυιόνη (28,7%-44,9%), ακολουθούμενη από τη φεγγόνη (7,8%-14,9%), τη β-θυιόνη (4,6%-7,0%), τον οξικό βορνυλεστέρα (2,0-5,2%), την καμφορά (1,7%-2,9%) και την τερπινεν-4-όλη (1,2%-2,9%). Συγκεκριμένα, τα φύλλα της *T. occidentalis* var. *robusta* (*T. occidentalis*) και η *T. occidentalis* (hybrid) ήταν τα πλουσιότερα σε μονοτερπένια (84,1% και 80,3%), ακολουθούμενα από τα φύλλα των *T. occidentalis* var. *fastigiata* (*T. occidentalis*) και *T. occidentalis* var. *maloyana* (67,5% και 66,6%). Επίσης, στο δείγμα της *T. occidentalis* var. *maloyana* παρατηρήθηκε το χαμηλότερο ποσοστό φεγγόνης (7,8%) και οξικού βορνυλίου (2,0%) συγκριτικά με τα άλλα αιθέρια έλαια φυλλώματος *T. occidentalis* και υψηλότερο ποσοστό του μονοτερπενικού υδρογονάνθρακα σαβινένιο (4,3%). Η ομάδα των διτερπενίων ακολουθεί σε σειρά αφθονίας (14,3%-31,4%), αλλά σε αυτήν την περίπτωση τα μη οξυγονωμένα παράγωγα ταυτοποιούνται σε υψηλότερα ποσοστά (14,3%-30,2%), με το μπεγερένιο (10,1%-23,8%) και ακολούθως το ριμουένιο (2,6%-6,2%) να είναι οι σημαντικότεροι μεταβολίτες. Η ομάδα των σεκίτερπενίων ωστόσο ανιχνεύθηκε σε αρκετά χαμηλότερα ποσοστά (1,3%-1,8%), με βασικό εκπρόσωπο το οξείδιο του καρυοφυλλενίου (1,0%-1,6%).

Δεν υπάρχουν δεδομένα στη βιβλιογραφία για τα πτητικά συστατικά της *Thuja occidentalis* var. *fastigiata* και για το αιθέριο έλαιο της *T. occidentalis* var. *robusta*, αλλά για το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. occidentalis* γενικότερα αναφέρονται επίσης υψηλά ποσοστά οξυγονωμένων μονοτερπενίων, και ειδικότερα α-θυιόνης και φεγγόνης καθώς και των διτερπενικών υδρογονανθράκων ριμουένιο και μπεγερένιο (Akkol et al. 2015, Szolyga et al. 2013, Kamdem et al. 1993, Yatagai et al. 1985). Ένα διαφορετικό χημικό προφίλ παρουσιάζεται από τους Benelli et al. (2012), τους Mohareb

et al. (2013) και τους Badawy et al. (2014), όπου κύρια συστατικά των αναλύσεών τους είναι το δ-3-καρένιο, το α-πινένιο και η κεδρόλη.

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. occidentalis* var. *maloyana* από τη Σλοβακία (Svajdlenka, 1999) εμφάνισε όμοιο χημικό προφίλ με το δείγμα που αναλύθηκε στην παρούσα μελέτη. Συγκεκριμένα, αναφέρονται υψηλά ποσοστά α-θυιόνης (36,2-38,8%) και χαμηλότερα επίπεδα β-θυιόνης (7,4-9,0%), ενώ και σε αυτήν την περίπτωση οι διτερπενικοί υδρογονάνθρακες μπεγερένιο (8,5-12,1%) και ριμουένιο (1,6-6,6%) χαρακτηρίζαν το διτερπενικό κλάσμα.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Γενικά, οι κλάδοι *T. occidentalis* ήταν πλούσιοι σε μονοτερπένια (80,5%-95,3%), κυρίως σε οξυγονωμένα παράγωγα (72,1%-85,3%). Η α-θυιόνη (38,6%-54,4%) εξακολουθεί και στην περίπτωση των κλάδων να είναι το κυριότερο συστατικό του αιθερίου ελαίου, ακολουθούμενη από τη φεγγόνη (10,4%-18,5%), τη β-θυιόνη (5,4%-7,5%), τον οξικό βορνυλεστέρα (2,5%-5,4%), την κάμφορα (2,0%-3,6%) και την τερπινεν-4-όλη (1,2%-3,8%). Ομοίως, το κλάσμα των διτερπενίων ακολουθεί σε σειρά αφθονίας (3,3%-16,8%) με το μπεγερένιο και το ριμουένιο να εξακολουθούν να εμφανίζονται ως οι κυριότεροι εκπρόσωποι της ομάδας αυτής (2,7%-12,3% και 0,6%-2,3%). Αξίζει να αναφερθεί ωστόσο ότι οι κλάδοι της *T. occidentalis* var. *robusta* ήταν οι πλουσιότεροι σε μονοτερπένια (95,3%), ενώ ταυτόχρονα οι φτωχότεροι σε διτερπένια (3,3%). Δεν βρέθηκαν δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

Όπως είναι εμφανές και από το διάγραμμα 2 το αιθέριο έλαιο των κλάδων ήταν πλουσιότερο σε μονοτερπένια και φτωχότερο σε διτερπένια σε σύγκριση με το αιθέριο έλαιο των φύλλων, ποιοτικά ωστόσο δεν είχαν σημαντικές διαφορές.

3.2.2 *Thuja plicata*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. plicata* αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από μονοτερπένια (97,6%) με τα οξυγονωμένα παράγωγα σε συντριπτικά υψηλότερο ποσοστό (88,3%), το οποίο αποτελείται κυρίως από την α- και τη β-θυιόνη (72,7%-12,2%), ενώ ακολουθεί η τερπινεν-4-όλη (3,4%). Σεσκιτερπενικά παράγωγα δεν ανιχνεύονται και η ομάδα των διτερπενίων φθάνει μόλις το 0,9%.

Οι Tsiri et al. (2009), ανέλυσαν το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. plicata* από την Πολωνία, και αναφέρουν ποσοστά α- και β-θυιόνης 62,12% και 7,06% επί της συνολικής σύστασης, ενώ αναφέρονται και τα συστατικά φεγγόνη (7,06%), σαβινένιο (6,00%) και τερπινέν-4-όλη (4,66%). Παρατηρούνται διαφορές στα ποσοστά των κύριων συστατικών, αλλά και ποιοτικές στην ύπαρξη φεγγόνης, η οποία απουσιάζει από το δείγμα της παρούσας μελέτης. Παρομοίως, υψηλές περιεκτικότητες σε α- και β-θυιόνη, φεγγόνη και σαβινένιο απαντώνται και σε άλλη μελέτη (δεν αναφέρονται ακριβή ποσοστά) (Rudloff, 1975).

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Όπως και το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. plicata*, έτσι και των κλάδων είναι ιδιαίτερα πλούσιο σε μονοτερπένια (98,5%) με τα οξυγονωμένα παράγωγα αυτών να κατέχουν ακόμα υψηλότερο ποσοστό (91,4%), που αντιστοιχεί κυρίως στην α- και β-θυιόνη (75,7% και 11,9%), με την τερπινέν-4-όλη να ακολουθεί ομοίως με πολύ χαμηλότερο ποσοστό (3,5%). Σεκιτερπένια δεν ανιχνεύθηκαν ενώ διτερπένια ταυτοποιήθηκαν μόνο σε ίχνη. Δε βρέθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

3.2.3 *Thuja orientalis*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *T. orientalis* διαφέρει σημαντικά ως προς την ποσοτική σύσταση από τα υπόλοιπα δείγματα *Thuja* spp. που μελετώνται στην παρούσα εργασία. Συγκεκριμένα χαρακτηρίζεται από την παρουσία μονοτερπενίων (71,8%), αλλά κυρίως από τα μη οξυγονωμένα παράγωγα με το δ-3-καρένιο (29,0%) και το α-πινένιο (28,6%) να κυριαρχούν. Οξυγονωμένα μονοτερπένια ανιχνεύονται σε συντριπτικά χαμηλό ποσοστό (0,7%), ενώ η α- και η β-θυιόνη απουσιάζουν. Ακολουθεί το κλάσμα των σεσκιτερπενίων (25,8%) σε σειρά αφθονίας και ιδιαίτερα με τα οξυγονωμένα παράγωγα (19,9%) με την κεδρόλη (18,0%) ως τον κύριο εκπρόσωπο, ακολουθούμενη από το τερπινολένιο, το α-χουμουλένιο και το *trans*-καρυοφυλλένιο σε χαμηλότερα ποσοστά (5,0%, 2,4% και 2,2%). Ιδιαίτερα χαμηλό είναι το ποσοστό των διτερπενίων (1,2%).

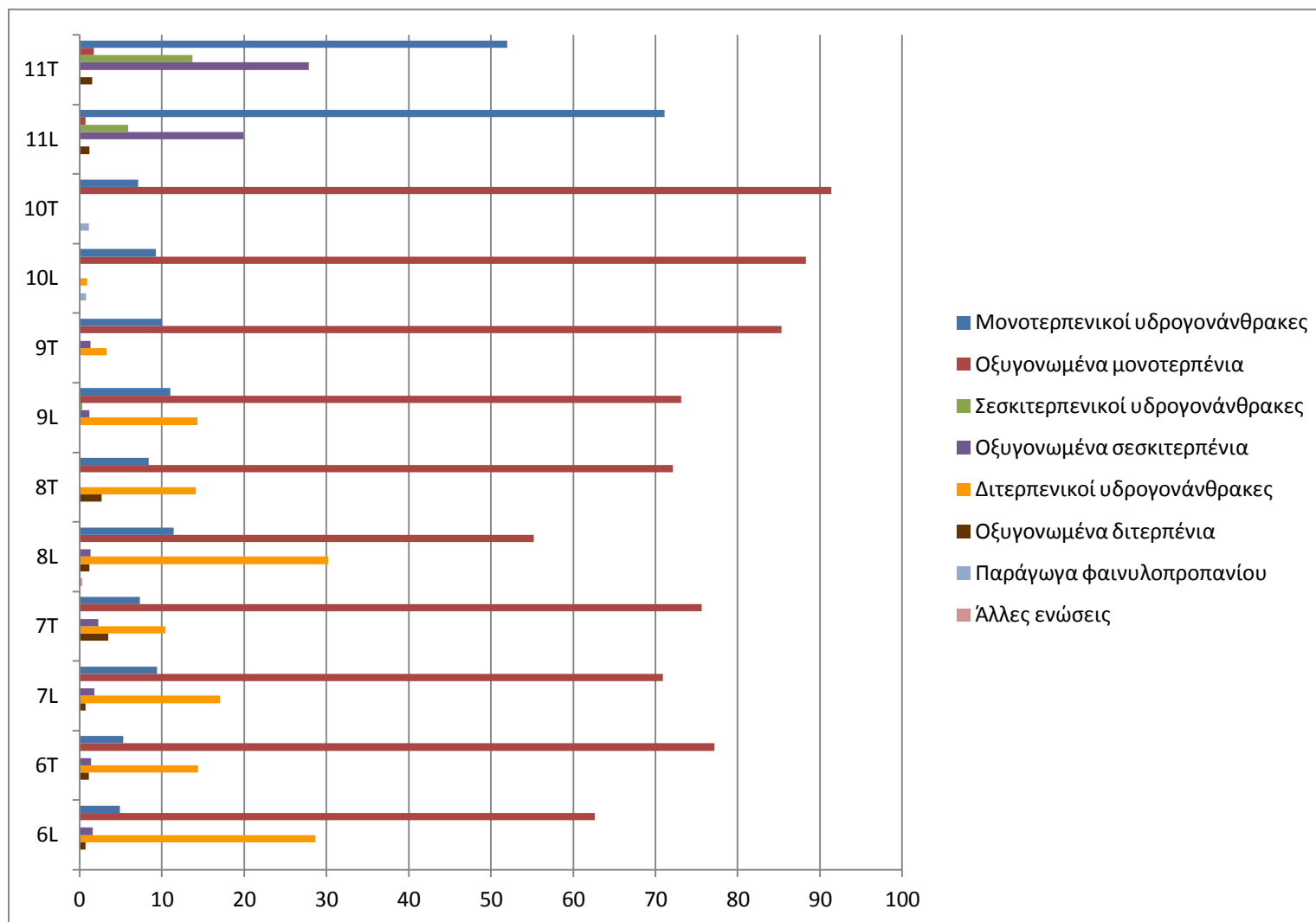
Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ανάλυση του αιθερίου ελαίου απ' τις βελόνες της *T. orientalis* από την Τυνησία (Ismail et al., 2015) αναφέρει ως κύρια συστατικά το α -πινένιο (49,3%), το β -φελλανδρένιο (9,6%), την α -κεδρόλη (8,2%) και το *trans*-καρνοφυλλένιο (5,1%). Παρατηρείται ποσοστό μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (73,5%) παραπλήσιο με αυτό του υπο μελέτη δείγματος καθώς και κάποιες ποσοτικές διαφορές στα ποσοστά των κύριων συστατικών. Από τους Afsharypour & Nayebzadeh (2009) σε δείγματα αιθερίου ελαίου φύλλων από το Ιράν καταγράφονται ως κύρια συστατικά το α -πινένιο (30,0%) και το δ -3-καρένιο (21,7%).

Συμπληρωματικά, οι Nickavar et al. (2003), αναφέρουν ως κύρια συστατικά το α -πινένιο (21,9%), την α -κεδρόλη (20,3%), το δ -3-καρένιο (10,3%) και το λιμονένιο (7,2%) στο αιθέριο έλαιο φύλλων από το Ιράν. Παρομοίως, κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου των φύλλων είναι το α -πινένιο, η κεδρόλη και το δ -3-καρένιο σε αρκετές ακόμα μελέτες, με κάποιες ποσοτικές διαφοροποιήσεις, σε δείγματα *T. orientalis* από το Ιράν (Hasemi et al. 2012, Hassanzadeh et al. 2001, Amin. 2002), την Ινδία (Guleria et al. 2007) και την Κίνα (Lei et al. 2010). Οι τελευταίοι κατηγοριοποιούν τα δείγματά τους σε 4 χημειότυπους, ανάλογα με τα κύρια συστατικά των δειγμάτων της κάθε ομάδας, οι οποίες διακρίνονται σε: ομάδα με υψηλό ποσοστό α -πινενίου, ομάδα α -πινενίου/ δ -3-καρενίου, ομάδα κεδρόλης και ομάδα κεδρόλης/οξικού τερπινυλίου. Συμπερασματικά, το δείγμα της παρούσας μελέτης θα μπορούσε να ενταχθεί στο χημειότυπο α -πινένιο/ δ -3-καρένιο.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Το αιθέριο έλαιο των κλάδων της *T. orientalis* εμφανίζει, όπως είναι αναμενόμενο, όμοιο χημικό προφίλ με το αιθέριο έλαιο των φύλλων, με την ύπαρξη ωστόσο διακριτών διακυμάνσεων στην ποσοτική τους σύσταση. Ομοίως, τα μονοτερπένια κυριαρχούν (53,7%), με το δ -3-καρένιο (19,5%) να είναι και πάλι ο κυριότερος εκπρόσωπος του κλάσματος, αλλά σε αυτήν την περίπτωση το σαβινένιο έρχεται δεύτερο σε σειρά (11,6%) και ακολουθεί το α -πινένιο (9,5%). Το σεσκιτερπενικό κλάσμα έρχεται δεύτερο σε σειρά αφθονίας (41,6%) με την κεδρόλη ως βασικότερο εκπρόσωπο (22,7%) και σε αυτήν την περίπτωση, ενώ ακολουθούν οι σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες, *cis*-θουγιοψένιο (5,2%) και α -χουμουλένιο (4,9%). Όπως και στο αιθέριο έλαιο των φύλλων, η ομάδα των διτερπενίων κατέχει χαμηλό ποσοστό (1,5%).

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί απεικονίζονται τα σχετικά ποσοστά των ομαδοποιημένων συστατικών των αιθερίων ελαίων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.



Πίνακας 14. Χημική σύσταση του αιθερίου ελαίου φύλλων (-L) και κλάδων (-T) από taxa του γένους *Thuja* (Cupressaceae).

		<i>T. occidentalis</i> 'fastigiata'		<i>T. occidentalis</i> - hybrid		<i>T. occidentalis</i> 'malonyana'		<i>T. occidentalis</i> 'robusta'		<i>T. plicata</i>		<i>T. orientalis</i>	
Συστατικά	RRI	6L	6T	9L	9T	7L	7T	8L	8T	10L	10T	11L	11T
n-Nonane	900	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Tricyclene	921	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-	0,2	tr
α-Thujene	924	tr	tr	0,3	0,2	0,6	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	3,1
α-Pinene	932	1,0	1,2	1,2	1,1	1,2	1,0	0,9	1,0	1,1	0,8	28,6	9,5
α-Fenchene	945	0,6	0,9	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	-	-	2,0	1,0
Camphene	946	0,7	1,1	1,0	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	-	-	tr	-
Sabinene	969	0,8	0,3	2,8	1,4	4,3	1,7	3,9	2,3	3,2	2,1	0,7	11,6
β-Pinene	974	-	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	1,1	tr
1-Octen-3-ol	974	tr	-	-	-	0,3	tr	-	-	-	-	-	-
Myrcene	988	tr	tr	0,6	0,3	0,6	tr	0,6	tr	1,1	0,5	1,4	1,0
n-Decane	1000	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr
α-Phellandrene	1002	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr
o-Cresol methyl ether	1005	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
δ-3-Carene	1008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,0	19,5
α-Terpinene	1014	tr	0,2	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7	1,0	0,8	0,8	tr	0,5
p-Cymene	1020	0,6	0,7	0,6	0,9	0,9	1,3	1,0	1,4	0,6	0,7	tr	tr
Sylvestrene	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
Limonene	1024	0,8	0,6	0,9	0,7	0,9	0,8	1	0,9	0,8	0,6	1	0,8
β-phellandrene	1025	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,8
trans-β-Ocimene	1044	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
γ-Terpinene	1054	0,4	0,3	0,7	0,6	1,0	1,3	1,2	1,5	1,1	1,1	0,2	1,0
cis-Sabinene hydrate	1065	tr	tr	0,2	0,3	0,3	tr	0,3	tr	tr	tr	-	tr
Fenchone	1083	14,9	17,5	10,9	12,1	7,8	10,4	11,5	13,6	-	0,3	-	-
p-Mentha-2,4(8)-diene	1086	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	tr
Terpinolene	1086	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,3	5,2	3,2
trans-Sabinene hydrate	1098	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-	-
Linalool	1095	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-

		<i>T. occidentalis</i> <i>'fastigiata'</i>	<i>T. occidentalis</i> - <i>hybrid</i>	<i>T. occidentalis</i> <i>'malonyana'</i>	<i>T. occidentalis</i> <i>'robusta'</i>	<i>T. plicata</i>	<i>T. orientalis</i>						
Συστατικά	RRI	6L	6T	9L	9T	7L	7T	8L	8T	10L	10T	11L	11T
α-Thujone	1101	28,7	38,6	42,3	45	33,4	45,9	44,9	54,4	72,7	75,7	-	-
β-Thujone	1112	6,7	7,5	6,0	6,1	5,6	6,7	4,6	5,4	12,2	11,9	-	-
cis-p-Menth-2-en-1-ol	1118	tr	tr	tr	0,4	tr	tr	0,4	tr	tr	tr	-	-
α-Campholenal	1122	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
1-Terpineol	1130	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-
iso-3-Thujanol	1134	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-p-Menth-2-en-1-ol	1136	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-Sabinol	1137	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
Camphor	1141	2,9	3,6	1,7	2,0	1,9	2,5	2,6	3,2	-	-	-	-
Camphene hydrate	1145	tr	0,3	0,2	0,2	tr	tr	0,2	tr	-	-	-	-
neo-iso-3-Thujanol	1147	-	-	tr	tr	-	-	tr	-	tr	tr	-	-
Sabina ketone	1154	-	-	tr	tr	tr	tr	0,4	0,6	tr	tr	-	-
Borneol	1165	0,4	0,6	0,3	0,3	tr	tr	0,2	tr	-	-	-	-
Terpinen-4-ol	1174	1,2	1,2	1,9	1,9	2,3	2,7	2,9	3,8	3,4	3,5	tr	1,0
p-Cymen-8-ol	1179	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	tr	tr	tr	-	-
α-Terpineol	1186	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-
methyl Chavicol	1195	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	1,1	-	-
Verbenone	1204	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-Carveol	1215	-	tr	-	0,1	tr	tr	-	-	-	-	-	-
endo-Fenchyl acetate	1218	0,6	0,7	0,4	0,3	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
Thymol methyl ether	1232	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Cumin aldehyde	1238	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Carvacrol methyl ether	1241	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr	-	-	-	-
Piperitone	1249	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-Sabinene hydrate acetate	1253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
iso-3-Thujanol acetate	1267	0,6	0,5	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	tr	-	-	-	-
neo-3-Thujanol acetate	1273	tr	tr	0,3	0,3	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-
Bornyl acetate	1287	5,2	5,4	3,9	4,0	2,0	2,5	3,1	3,0	-	-	0,3	tr

		<i>T. occidentalis</i> 'fastigiata'		<i>T. occidentalis</i> - hybrid		<i>T. occidentalis</i> 'malonyana'		<i>T. occidentalis</i> 'robusta'		<i>T. plicata</i>		<i>T. orientalis</i>	
Συστατικά	RRI	6L	6T	9L	9T	7L	7T	8L	8T	10L	10T	11L	11T
3-Thujanol acetate	1295	tr	-	0,7	0,8	0,4	-	0,5	0,5	-	-	-	-
Carvacrol	1298	-	-	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
p-Mentha-1,4-dien-7-ol	1333	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
α-Terpinyl acetate	1346	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	1,1	0,8	tr	tr	0,4	0,7
β-Elemene	1389	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
trans-Caryophyllene	1417	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4	-
α-Barbatene	1407	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
α-Cedrene	1410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
2-epi-β-Funebrene	1411	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6
β-Funebrene	1413	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7
cis-Thujopsene	1429	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	5,2
β-Barbatene	1440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
α-Humulene	1452	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	2,2	4,9
β-Acoradiene	1469	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
β-Chamigrene	1476	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
γ-Muurolene	1478	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
γ-Curcumene	1481	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
γ-Himachalene	1481	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
Germacrene-D	1484	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	-
β-Himachalene	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
α-Muurolene	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Cuparene	1504	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
γ-Cadinene	1513	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
δ-Cadinene	1522	tr	-	tr	tr	tr	-	0,3	tr	-	-	0,4	-
Germacrene-D-4-ol	1574	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Thujopsan-2-α-ol	1586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
Caryophyllene oxide	1582	1,6	1,4	1,4	1,8	1,0	-	1,2	1,3	-	-	tr	-
allo-Cedrol	1589	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,8

		<i>T. occidentalis 'fastigiata'</i>		<i>T. occidentalis- hybrid</i>		<i>T. occidentalis 'malonyana'</i>		<i>T. occidentalis 'robusta'</i>		<i>T. plicata</i>		<i>T. orientalis</i>	
Συστατικά	RRI	6L	6T	9L	9T	7L	7T	8L	8T	10L	10T	11L	11T
Cedrol	1600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,0	22,7
Humulene epoxide II	1608	-	tr	0,4	0,5	0,3	tr	tr	tr	-	-	-	1,4
α-Acorenol	1632	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
β-Acorenol	1636	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr
epi-α-Muurolol	1640	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
α-Cadinol	1652	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	0,5	-
Selin-11-en-4-alpha-ol	1658	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
Cedryl acetate	1767	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,3
Rimuene	1896	4,9	2,1	2,6	1,2	6,2	2,3	4,2	0,6	0,4	-	-	-
Beyerene	1931	23,8	12,3	14,2	9,0	23,1	11,8	10,1	2,7	0,5	tr	-	-
ent-Rosa-5,15-diene	1933	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pimaradiene	1948	-	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-	-
Sandaracopimara-8(14),15-diene	1968	tr	-	0,3	0,2	0,6	tr	tr	-	-	-	-	-
Abietatriene	2055	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	-	-	-	-	-
Abietadiene	2087	tr	tr	tr	tr	0,3	tr	tr	-	-	-	-	-
Nezukol	2132	-	-	0,7	1,8	0,8	1,0	tr	tr	-	-	0,5	-
Cembrene type diterpene		-	-	-	0,3	-	0,8	-	tr	-	-	-	-
trans-methyl Communate	2257	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr
trans-Totarol	2314	0,7	1,1	tr	1,7	0,4	1,7	tr	tr	-	-	0,7	tr
trans-Ferruginol	2331	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5
Ferruginol isomer		-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολο		98,5	99,4	99,9	99,1	99,6	98,7	99,9	99,9	99	99,3	98,8	96,8
Μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες		4,9	5,3	9,4	7,3	11,4	8,4	11,0	10,0	9,3	7,1	71,3	52
Οξυγονωμένα μονοτερπένια		62,6	77,2	70,9	75,6	55,2	72,1	73,1	85,3	88,3	91,4	0,7	1,7
Σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες		tr	-	tr	tr	tr	-	0,3	tr	-	-	5,9	13,7
Οξυγονωμένα σεσκιτερπένια		1,6	1,4	1,8	2,3	1,3	1,4	1,2	1,3	-	-	19,9	27,9

		<i>T. occidentalis</i> 'fastigiata'		<i>T. occidentalis</i> - <i>hybrid</i>		<i>T. occidentalis</i> 'malonyana'		<i>T. occidentalis</i> 'robusta'		<i>T. plicata</i>		<i>T. orientalis</i>	
Συστατικά	RRI	6L	6T	9L	9T	7L	7T	8L	8T	10L	10T	11L	11T
Διτερπενικοί υδρογονάνθρακες		28,7	14,4	17,1	10,4	30,2	14,1	14,3	3,3	0,9	tr	-	-
Οξυγονωμένα διτερπένια		0,7	1,1	0,7	3,5	1,2	2,7	tr	tr	-	-	1,2	1,5
Παράγωγα φαινυλπροπανίου		-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	1,1	-	-
Άλλες ενώσεις		tr	tr	tr	tr	0,3	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr
Απόδοση (g αιθερίου ελαίου/100 g φυτικού υλικού)		0,51	0,49	0,78	0,55	0,45	0,23	0,89	0,40	1,61	1,09	0,29	0,38
Απόδοση (ml αιθερίου ελαίου/100g φυτικού υλικού)		0,53	0,47	0,81	0,76	0,69	0,24	1,09	0,63	-	1,25	0,49	0,53

RRI: Relative Retention Indices, υπολογίστηκαν σε σχέση με τους χρόνους έκλουσης κανονικών υδρογονανθράκων C9-C23 σε στήλη HP-5MS

tr: ίχνη < 0,1%, - : δεν ανιχνεύθηκε

3.3 Ανάλυση των αιθερίων ελαίων από τα γένη *Picea* και *Tsuga* (Pinaceae)

3.3.1 *Picea abies*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Το αιθέριο έλαιο φύλλων *P. abies* αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από μονοτερπένια (92,6%) με τις ομάδες των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων και οξυγονωμένων παραγώγων να καταλαμβάνουν ισοδύναμα ποσοστά (45,0 και 47,6%) και με κύριους μεταβολίτες τον οξικό βορνυλεστέρα (16,6%), το καμφένιο (15,0%), την 1,8-κινεόλη (14,5%), το λιμονένιο (13,2%), ακολουθούμενα από το α-πινένιο (7,4%), την κάμφορα (5,1%) και το μυρκένιο (4,0%). Σεσκιτερπένια ανιχνεύθηκαν σε σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό (6,3%) με την α-καδινόλη (2,4%) ως κυριότερο εκπρόσωπο, ενώ διτερπένια ανιχνεύθηκαν σε ίχνη.

Σύμφωνα με τους Kartnig et al (1991), κύριο συστατικό του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *P. abies* από την Αυστρία, είναι το λιμονένιο (48,3%), και ακολουθούν ο οξικός βορνυλεστέρας (14,2%) και το γερμακρένιο (6,23%). Ωστόσο, σε αντίστοιχη μελέτη, σε δείγματα που συλλέχθηκαν στη Νότια Κορέα (Lee et al., 2015), ως κύριο συστατικό εμφανίζεται το α-πινένιο (17,5%), ενώ σημαντικό ποσοστό παρουσιάζει και το μυρκένιο (16,7%) έναντι 4% στο δείγμα **14L**. Ποσοτικές διαφορές παρουσιάζουν επίσης και τα ποσοστά που αναφέρονται για το β-καρυοφυλλένιο και το β-πινένιο, που είναι πολύ μεγαλύτερα από αυτά του δείγματος **14L**, ενώ αναφέρεται και η ύπαρξη γ-ευδεσμόλης (8,3%) η οποία απουσιάζει εντελώς από το δείγμα **14L**.

Επίσης, οι Oran et al. (1996), αναλύοντας το αιθέριο έλαιο από τις βελόνες της *P. abies* από την Εσθονία, αναφέρουν ως κύριους μεταβολίτες την 1,8-κινεόλη (15,9%), το λιμονένιο (11,3%), τον οξικό βορνυλεστέρα (12,2%) και το καμφένιο (10,6%). Παρατηρούνται κυρίως ποσοτικές διαφορές με το υπο μελέτη δείγμα, ενώ οι κύριοι μεταβολίτες παραμένουν ίδιοι. Επιπλέον, οι Kubezcka et al. (1987), αναφέρουν ποσοστά 15,89% για το λιμονένιο, 26,54% για το καμφένιο και 14,16% για το α-πινένιο. Τέλος, ανάλυση του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *P. abies*, από τους Korica et al. (2015), στη

Λετονία, αναφέρει ως κύρια συστατικά τον οξικό βορνυλεστέρα, το λιμονένιο και το καμφένιο, με κάποιες εποχικές διακυμάνσεις.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Το αιθέριο έλαιο από τους κλάδους εμφάνισε σημαντικές ποσοτικές αλλά και ποιοτικές διαφορές σε σύγκριση με το έλαιο των φύλλων. Τα επίπεδα των μονοτερπενίων ήταν χαμηλότερα (47,7%), ενώ το ποσοστό των διτερπενίων φθάνει το 39,5%. Κύριος μεταβολίτης από την ομάδα των μονοτερπενίων ήταν το δ-3-καρένιο (20,4%) και το α-πινένιο (9,7%), ενώ κύριο διτερπενικό παράγωγο ήταν η θουνμπεργκόλη (21,9%), ακολουθούμενη από την αβιενόλη (7,6%). Σεσκιτερπένια ανιχνεύθηκαν σε χαμηλότερο ποσοστό 7,3%, με το λονγκιφολένιο και το α-λονγκιπινένιο ως κυριότερους εκπροσώπους (2,6% και 2,3%). Δε βρέθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

3.3.2 *Picea asperata* var. *heterolepis*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Στο αιθέριο έλαιο των φύλλων της *P. asperata* var. *heterolepis*, παρατηρούνται κατά μεγάλη πλειοψηφία μονοτερπενικά συστατικά. Το ποσοστό των οξυγονωμένων μονοτερπενίων (52,5%) αποτελείται κυρίως από οξικό βορνυλεστέρα (23,2%), 1,8-κινεόλη (8,9%) και α-τερπινεόλη (5,5%). Στους μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες (46,9%), το λιμονένιο παρατηρείται σε ποσοστό 24,2%, το καμφένιο στο 8,0%, το α-πινένιο και το μυρκένιο σε ποσοστό 5,0% το καθένα. Σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες, οξυγονωμένα σεσκιτερπένια και λοιπές ενώσεις εμφανίζονται σε ίχνη. Δεν παρατηρούνται διτερπενικά συστατικά. Σύμφωνα με τους Kubezcka et al. (1987), το αιθέριο έλαιο της *Picea asperata* χαρακτηρίζεται από υψηλά ποσοστά λιμονενίου, καμφενίου, καμφοράς και α-πινενίου, με παράλληλη απουσία σεσκιτερπενικών υδρογονανθράκων. Δεν βρέθηκαν δεδομένα για *Picea asperata* var. *heterolepis*.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Στο αιθέριο έλαιο των κλάδων της *P. asperata* var. *heterolepis* παρατηρείται ότι επικρατεί το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων σε ποσοστό 74,3%, ενώ

ακολουθεί η ομάδα των διτερπενίων σε σειρά αφθονίας (15,6%), η οποία δεν είχε ανιχνευθεί στο αιθέριο έλαιο των φύλλων. Κύριοι μονοτερπενικοί μεταβολίτες σε αυτήν την περίπτωση είναι το α-πινένιο (21,0%), το δ-3-καρένιο (12,6%) και το λιμονένιο (11,8%), ενώ σημαντικά ποσοστά εμφανίζουν και το β-πινένιο (8,9%) και το σαβινένιο (6,7%). Η ομάδα των διτερπενίων ακολουθεί με την αβιενόλη (6,7%) και τη θουνμπεργκόλη (4,0%). Δε βρέθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

3.3.3 *Picea breweriana*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Στο αιθέριο έλαιο των φύλλων της *P.breweriana* επικρατεί το κλάσμα των μονοτερπενίων (58,4%) με κύριους μεταβολίτες το α-πινένιο (16,4%), τον οξικό βορνυλεστέρα (11,2%), το καμφένιο (10,0%) και το δ-3-καρένιο (6,6%). Ακολουθεί το κλάσμα των σесκιτερπενίων (34,6%), με κύριο εκπρόσωπο το δ-καδινένιο, ενώ ακολουθεί η α-καδινόλη (5,4%). Διτερπένια ανιχνεύονται μόνο σε χαμηλό ποσοστό (1,2%) Σε αντίστοιχη ανάλυση του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *P. breweriana* (Rudloff, 1975) αναφέρονται επίσης το καμφένιο, ο οξικός βορνυλεστέρας και το δ-3-καρένιο ως κύρια συστατικά (ακριβή ποσοστά δεν αναφέρονται).

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Το αιθέριο έλαιο των κλάδων της *P. breweriana* εμφανίζει σημαντικές ποσοτικές διαφορές με το αιθέριο έλαιο των φύλλων και συγκεκριμένα στο κλάσμα των διτερπενίων, το οποίο στους κλάδους φθάνει σε υψηλότερα επίπεδα (17,1%) και το ποσοστό των σесκιτερπενίων να είναι χαμηλότερο (15,6%). Η ομάδα των μονοτερπενίων εξακολουθεί να επικρατεί εμφανίζοντας ωστόσο σημαντικές ποσοτικές διαφορές σε σχέση με το δείγμα των φύλλων, με το δ-3-καρένιο (26,5%) σε αυτήν την περίπτωση να επικρατεί, ακολουθούμενο από το α-πινένιο (18,6%). Το σесκιτερπενικό κλάσμα είναι ποσοτικά ισοδύναμο με την ομάδα των διτερπενίων (15,6% και 17,1%), με κύριο εκπρόσωπο το *trans*-καρυοφυλλένιο (10,6%) και την αβιενόλη (9,4%) αντίστοιχα. Δεν βρέθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

3.3.4 *Picea jezoensis* var. *jezoensis*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *P. jezoensis* var. *jezoensis* χαρακτηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά από την παρουσία μονοτερπενίων (93,9%) με ισοδύναμα ποσοστά σε οξυγονωμένα και μη παράγωγα (46,2% και 47,7%). Σημαντικότερος μεταβολίτης είναι ο οξικός βορνυλεστέρας (33,1%), ακολουθούμενος από το λιμονένιο (19,0%) και το καμφένιο (14,2%), το α-πινένιο (8,9%) και την κάμφορα (4,7%). Σε αρκετά χαμηλότερα ποσοστά ανιχνεύονται σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες (1,9%) και οξυγονωμένα σεσκιτερπένια (2,8%) ενώ η ομάδα των διτερπενίων απουσιάζει.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι το αιθέριο έλαιο των φύλλων της *P. jezoensis* περιέχει περίπου 11% κάμφορα και 11% οξικό βορνυλεστέρα, 0,4% σαντένιο, 1-2% τρικυκλένιο, 17% καμφένιο, 7% μυρκένιο και 19% λιμονένιο (Rudloff, 1975). Δεν βρέθηκαν δεδομένα για την *P. jezoensis* var. *jezoensis*.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Το αιθέριο έλαιο των κλάδων και σε αυτήν την περίπτωση εμφανίζει σημαντικές ποσοτικές διαφορές από το δείγμα των φύλλων, καθώς και ποιοτικές, όπως η παρουσία διτερπενίων (5,2%). Τα μονοτερπένια εξακολουθούν να είναι η σημαντικότερη ομάδα συστατικών (79,8%), με τα μη οξυγονωμένα παράγωγα ωστόσο να φθάνουν το 76,2%. Κυριότεροι εκπρόσωποι σε αυτήν την περίπτωση είναι το α-πινένιο (26,2%), το δ-3-καρένιο (14,9%), το β-φελλανδρένιο (12,5%) και το β-πινένιο (11,9%). Ακολουθούσε η ομάδα των σεσκιτερπενίων (12,7%) με κύριο μεταβολίτη το *trans*-καρνοφυλλένιο (4,9%). Από την ομάδα των διτερπενίων η αβιενόλη ήταν ο σημαντικότερος μεταβολίτης (5,2%). Δεν βρέθηκαν δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

3.3.5 *Picea sitchensis*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Στο αιθέριο έλαιο των φύλλων της *P. sitchensis* επικρατεί η ομάδα των μονοτερπενίων (85,3%) με ισοδύναμα ποσοστά στα οξυγονωμένα και μη παράγωγα (43,5% και 41,8%). Το οξυγονωμένο μονοτερπένιο πιπεριτόνη (29,7%) είναι ο σημαντικότερος μεταβολίτης του δείγματος και ακολουθούν οι μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες μυρκένιο (20,9%) και β-φελλανδρένιο (12,2%). Διτερπένια ανιχνεύθηκαν σε σημαντικά χαμηλότερο ποσοστό (3,8%), το οποίο εκπροσωπείται αποκλειστικά από τη μανούλη (3,8%), ενώ σесκιτερπένια ανιχνεύθηκαν μόνο σε ίχνη. Αξίζει να αναφερθεί η παρουσία εστέρων του βουτανοϊκού οξέος, ισοπεντυλ-2-μεθυλεστέρας του του βουτανοϊκού οξέος (5,7%) και 3-(3-μεθυλ-3-βουτενυλ)-μεθυλεστέρας του βουτανοϊκού οξέος (5,2%).

Στη βιβλιογραφία, ο Rudloff (1977) αναφέρει ως κύρια συστατικά, για το αθέριο έλαιο των φύλλων της *P. sitchensis* το μυρκένιο (27,3%), την πιπεριτόνη (19,3%), την καμφορά (11,4%), ο ισοαμυλεστέρας του ισοβαλερικού οξέος (7,7%) και το β-φελλανδρένιο (4,7%). Σε υψηλά ποσοστά εμφανίζονται η πιπεριτόνη, η καμφορά, το β-φελλανδρένιο και το μυρκένιο σε άλλη μελέτη (Hrutfiord et al. 1974).

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Στο αιθέριο έλαιο των κλάδων επικρατεί και πάλι το κλάσμα των μονοτερπενίων (52,8%) αλλά σε αυτήν την περίπτωση των υδρογονανθράκων (51,1%), ενώ παρατηρούνται αυξημένα ποσοστά σε σесκιτερπένια και διτερπένια (14,3% και 24,5%). Κύριοι μεταβολίτες είναι το β-φελλανδρένιο (30,0%), το α-πινένιο (7,0%) και το β-πινένιο (5,9%). Το αμέσως μεγαλύτερο ποσοστό αντιστοιχεί στο κλάσμα των οξυγονωμένων διτερπενίων (19,7%), με τη θουνμπεργκόλη (15,1%) ως κύριο εκπρόσωπο και ακολούθως τη μανούλη (3,1%). Ακολουθεί το κλάσμα των σесκιτερπενικών υδρογονανθράκων (12,3%), αποτελούμενο κατά 5,5% από δ-καδινένιο και κατά 2,8% από γ-καδινένιο. Στη συνέχεια, παρατηρείται ποσοστό διτερπενικών υδρογονανθράκων 4,8%, οφειλόμενο κυρίως στην παρουσία του κεμβρενίου (3,7%). Τέλος, τα οξυγονωμένα σесκιτερπένια και οξυγονωμένα μονοτερπένια εμφανίζονται σε αρκετά μικρότερα ποσοστά, 2,0% και 1,7%

αντίστοιχα. Σε αντίστοιχη ανάλυση, ως κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου των κλάδων αναφέρονται το β-φελλανδρένιο (24,3%), το δ-3-καρένιο (9,8%) και το α-πινένιο (9,6%) (von Rudloff, 1977).

3.3.6 *Tsuga canadensis*

Αιθέριο έλαιο φύλλων

Οι αναλύσεις των αιθερίων ελαίων των φύλλων *T. canadensis* από διαφορετικές θέσεις συλλογής εμφανίζουν μόνο ποσοτικές διαφορές στα συστατικά τους. Και στα δύο δείγματα, επικρατεί κατά μεγαλύτερο ποσοστό το κλάσμα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων, 50,4% στο δείγμα **19L** και 47,1% στο δείγμα **20L**, τα οποία οφείλονται κατά κύριο λόγο στα αυξημένα ποσοστά οξικού βορνυλίου, 45,0% και 41,8% αντίστοιχα. Ακολουθεί το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων, το οποίο αποτελεί το 40,8% της σύστασης του δείγματος **19L** και το 44,5% του **20L**. Οι κύριοι μεταβολίτες του συγκεκριμένου κλάσματος είναι το α-πινένιο (12,3% στο **19L** και 13,3% στο δείγμα **20L**), το καμφένιο (15,1% στο **19L** και 12,3% στο **20L**) και το τρικυκλένιο (4,9% στο **19L** και 5,6% στο **20L**). Οι σεσκιτερπενικοί υδρογονανθράκες καταλαμβάνουν το 1,4% της σύστασης στο δείγμα **19L** και το 1,8% της σύστασης στο δείγμα **20L** ενώ παρατηρείται απουσία οξυγονωμένων σεσκιτερπενίων και στα δύο δείγματα. Το ποσοστό των οξυγονωμένων διτερπενίων κυμαίνεται σε ποσοστά 0,8% και 2,1% αντίστοιχα, και οφείλεται αποκλειστικά στην μανοόλη, ενώ τέλος παρατηρούνται ίχνη αλειφατικών υδρογονανθράκων.

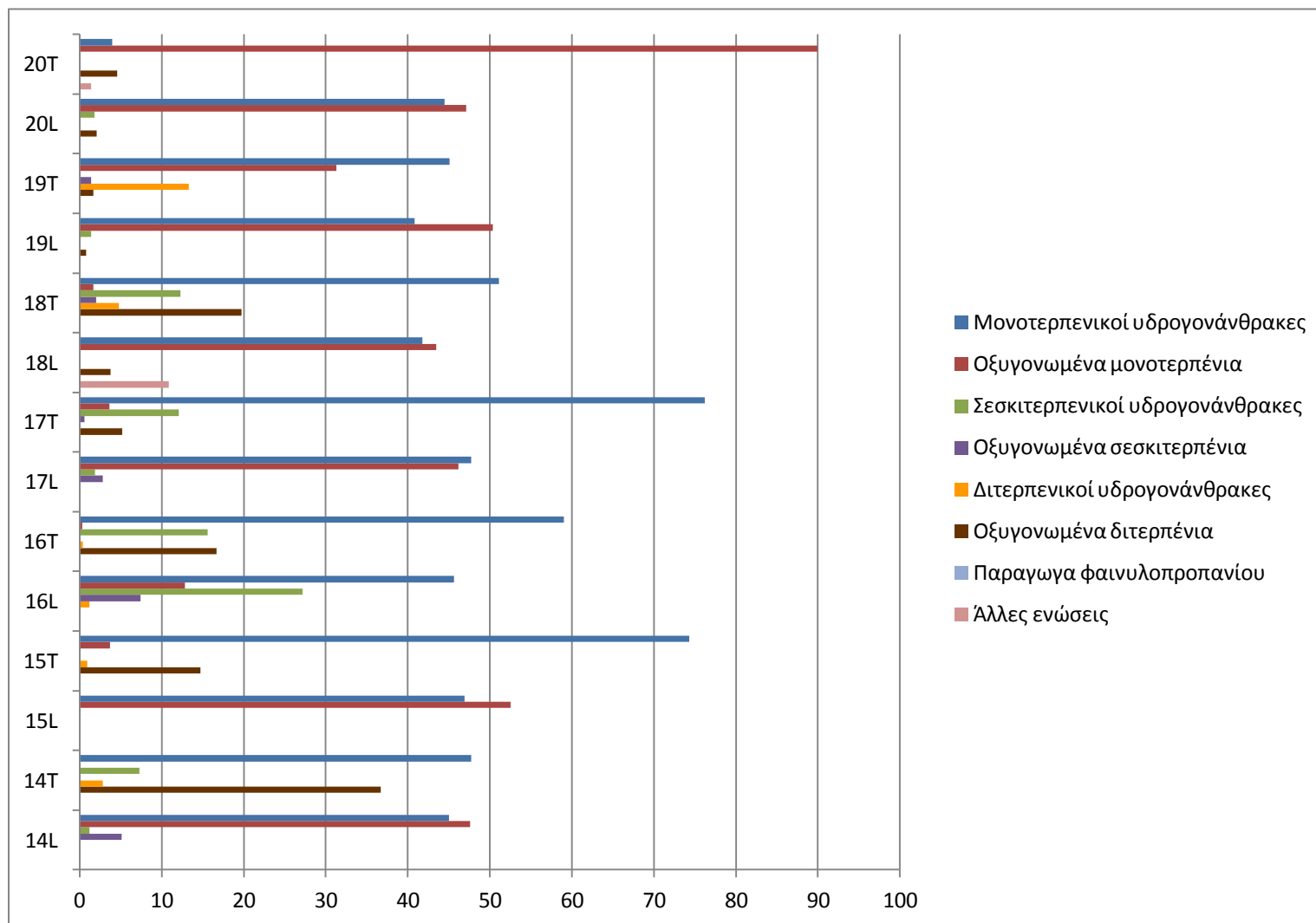
Η ύπαρξη οξικού βορνυλίου σε μεγάλο ποσοστό απαντάται σε παρόμοιες αναλύσεις αιθερίων ελαίων της *T. canadensis* στη βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, οι Kubezcka et al. (1987) αναφέρουν ως κύρια συστατικά του αιθερίου ελαίου τον οξικό βορνυλεστέρα (28,42%), το α-πινένιο (20,09%), το καμφένιο (17,53%) και το τρικυκλένιο (6,76%). Παρομοίως, οι McClure et al. (1984), αναφέρουν ως κύρια συστατικά του εν λόγω αιθερίου ελαίου τον οξικό βορνυλεστέρα (30,54%-33,35%), το α-πινένιο (31,33%-32,06%) και το καμφένιο (20,54%-22,08%). Παρατηρούνται κάποιες ποσοτικές διαφορές στα ποσοστά των κύριων συστατικών καθώς και αυξημένο ποσοστό μυρκενίου (6,34%-7,62%) ενώ δεν αναφέρεται η ύπαρξη τρικυκλενίου. Τέλος, ο Rudloff (1975) αναφέρει ότι τα

αιθέρια έλαια αυτού του είδους χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε οξικό βορνυλεστέρα, α-πινένιο και καμφένιο, με επιπλέον παρουσία τρικυκλενίου και απουσία σαντενίου.

Αιθέριο έλαιο κλάδων

Από τη χημική ανάλυση του δείγματος **19T** προκύπτει ότι το κλάσμα με το μεγαλύτερο ποσοστό είναι αυτό των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων (45,1%) με κύριους μεταβολίτες το α-πινένιο (19,6%), το καμφένιο (9,3%) και το μυρκένιο (7,4%) ενώ το αμέσως μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζουν τα οξυγονωμένα μονοτερπένια (31,3%) με κύριο μεταβολίτη τον οξικό βορνυλεστέρα (27,0%). Σε αντιδιαστολή με το δείγμα **20T**, εμφανίζονται σημαντικές ποσοτικές διαφορές, όπου το κύριο κλάσμα μεταβολιτών είναι αυτό των οξυγονωμένων μονοτερπενίων (89,9%), με τον οξικό βορνυλεστέρα να απαντάται σε μεγάλο ποσοστό (82,1%). Επιπλέον, το κλάσμα των μονοτερπενικών υδρογονανθράκων παρουσιάζεται σε σημαντικά μικρότερο ποσοστό (4,0%), αποτελούμενο κατά 2,3% από καμφένιο και 1,7% από α-πινένιο. Παράλληλα, παρατηρούνται και ποιοτικές διαφορές, με το δείγμα **19T** να εμφανίζει διτερπενικούς υδρογονάνθρακες στο 13,3% της συνολικής σύστασής του αποτελούμενο από αβιετατριένιο (6,6%) και αβιεταδιένιο (6,7%), ενώ το συγκεκριμένο κλάσμα απουσιάζει εντελώς στο δείγμα **20T**. Το κλάσμα των οξυγονωμένων διτερπενίων εμφανίζει ποσοστό 1,7% στο δείγμα **19T** ενώ στο **20T** απαντάται σε ποσοστό 4,6%, το οποίο οφείλεται αποκλειστικά στην ύπαρξη μανοόλης. Σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες και λοιπές ενώσεις απαντώνται σε πολύ μικρότερα ποσοστά και στα δύο δείγματα. Δε βρέθηκαν δεδομένα για το αιθέριο έλαιο των κλάδων.

Στο ραβδόγραμμα που ακολουθεί απεικονίζονται τα σχετικά ποσοστά των ομαδοποιημένων συστατικών των αιθερίων ελαίων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 15.



Πίνακας 15. Χημική σύσταση του αιθερίου ελαίου φύλλων (-L) και κλάδων (-T) από taxa του γένους *Picea* και *Tsuga* (Pinaceae).

		<i>Picea abies</i>		<i>Picea asperata</i> var. <i>heterolepis</i>		<i>Picea</i> <i>breweriana</i>		<i>Picea</i> <i>jezoensis</i>		<i>Picea</i> <i>sitchensis</i>		<i>Tsuga canadensis</i>			
Συστατικά	RRI	14L	14T	15L	15T	16L	16T	17L	17T	18L	18T	19L	19T	20L	20T
n-Nonane	900	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	1,4
Tricyclene	921	1,3	tr	0,7	0,3	0,6	tr	1,2	tr	tr	-	4,9	3,6	5,6	tr
α-Thujene	924	tr	tr	tr	0,5	tr	tr	-	tr	-	tr	tr	tr	0,2	-
α-Pinene	932	7,4	9,7	5,0	21,0	16,4	18,6	8,9	26,2	0,9	7,0	12,3	19,6	13,3	1,7
α-Fenchene	945	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Camphene	946	15,0	1,1	8,0	0,9	10,0	0,8	14,2	1,2	1,3	tr	15,1	9,3	12,3	2,3
Thuja-2,4(10)-diene	953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
Sabinene	969	0,5	0,5	0,4	6,7	tr	1,1	0,2	1,3	tr	0,8	tr	tr	tr	-
β-Pinene	974	0,7	1,5	1,3	8,9	3,6	2,3	1,0	11,9	0,6	5,9	1,3	2,7	2,0	tr
Myrcene	988	4,0	2,4	5,0	2,9	1,5	1,2	2,1	2,5	20,9	3,0	2,0	7,4	1,9	tr
α-Phellandrene	1002	tr	-	tr	tr	1,7	tr	0,2	1,2	1,0	tr	0,3	-	1,6	-
δ-3-Carene	1008	0,5	20,4	0,5	12,6	6,6	26,5	0,2	14,9	tr	tr	-	-	-	-
α-Terpinene	1014	0,6	tr	0,3	0,7	tr	0,2	tr	0,3	tr	0,5	tr	tr	0,3	-
p-Cymene	1020	0,5	0,4	tr	0,5	0,5	0,4	tr	0,6	4,9	0,7	tr	tr	0,6	tr
Limonene	1024	13,2	5,0	24,2	11,8	2,0	2,3	19,0	-	-	-	2,1	1,4	2,9	tr
β-Phellandrene	1025	-	3,8	-	tr	1,9	2,0	-	12,5	12,2	30,0	2,0	1,1	2,8	tr
1,8-Cineole	1026	14,5	tr	8,9	-	-	-	1,7	-	2,5	-	-	-	-	-
cis-β-Ocimene	1032	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-β-Ocimene	1044	tr	-	0,4	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
γ-Terpinene	1054	0,9	0,5	0,4	1,2	tr	0,4	tr	0,5	tr	1,0	0,3	tr	0,4	-
Terpinolene	1086	0,4	2,4	0,7	6,3	0,8	3,2	0,7	2,6	tr	2,2	0,5	tr	0,6	-
Linalool	1095	tr	-	2,1	tr	-	-	tr	-	tr	tr	tr	-	-	-
Undecane	1100	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-Thujone	1101	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
isopentyl 2-methyl Butanoate	1103	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7	-	-	-	-	-
3-(3-methyl-3-butenyl)-methyl Butanoate	1112	-	-	tr	-	-	-	-	-	5,2	tr	-	-	-	-
cis-p-Menth-2-en-1-ol	1118	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	1,4	tr	tr	-	tr	-

		<i>Picea abies</i>		<i>Picea asperata</i> var. <i>heterolepis</i>		<i>Picea</i> <i>breweriana</i>		<i>Picea</i> <i>jezoensis</i>		<i>Picea</i> <i>sitchensis</i>		<i>Tsuga canadensis</i>			
Συστατικά	RRI	14L	14T	15L	15T	16L	16T	17L	17T	18L	18T	19L	19T	20L	20T
α -Campholenal	1122	tr	-	tr	-	tr	-	tr	-	-	-	-	0,7	-	tr
<i>trans</i> -Pinocarveol	1135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	2,0
<i>trans</i> -p-Menth-2-en-1-ol	1136	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	tr	-	-	tr	-
<i>cis</i> -Verbenol	1137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr
Camphor	1141	5,1	-	3,5	-	-	-	4,7	tr	1,7	-	tr	0,7	tr	1,7
Camphene hydrate	1145	1,1	-	3,9	-	tr	-	0,8	-	0,4	-	tr	-	0,2	-
3-methyl-2-butenyl-3-methyl- Butanoate	1147	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
Citronellal	1148	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Isoborneol	1155	tr	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Pinocarvone	1160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr
Borneol	1165	3,2	-	3,2	tr	0,6	-	2,0	tr	4,0	-	0,6	0,9	0,4	2,2
p-Mentha-1,5-dien-8-ol	1166	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
Umbellulone	1167	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terpinen-4-ol	1174	1,6	tr	1,1	2,4	tr	0,3	0,3	0,3	0,5	1,1	0,5	tr	0,6	-
Cryptone	1183	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
α -Terpineol	1186	2,8	-	5,5	0,3	tr	-	0,3	tr	1,5	tr	-	-	0,5	-
<i>cis</i> -Piperitol	1195	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
Myrtenal	1195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	1,9
Verbenone	1204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr
<i>trans</i> -Piperitol	1207	-	-	-	tr	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
Citronellol	1223	-	-	1,1	-	-	-	2,8	-	tr	-	-	-	-	-
Thymol methyl ether	1232	-	-	-	tr	tr	tr	-	0,6	-	0,6	-	-	-	-
Carvacrol methyl ether	1241	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piperitone	1249	-	-	-	-	-	-	-	-	29,7	tr	4,3	0,6	3,3	-
<i>cis</i> -Verbenyl acetate	1280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-
Bornyl acetate	1287	16,6	tr	23,2	0,7	11,2	tr	33,1	1,1	tr	-	45,0	27,0	41,8	82,1
Carvacrol	1298	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	tr	0,3	-
<i>trans</i> -Pinocarvyl acetate	1298	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	tr	tr	-

		<i>Picea abies</i>		<i>Picea asperata</i> var. <i>heterolepis</i>		<i>Picea</i> <i>breweriana</i>		<i>Picea</i> <i>jezoensis</i>		<i>Picea</i> <i>sitchensis</i>		<i>Tsuga canadensis</i>			
Συστατικά	RRI	14L	14T	15L	15T	16L	16T	17L	17T	18L	18T	19L	19T	20L	20T
Myrtenyl acetate	1324	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	tr	tr	tr	-
δ-Elemene	1335	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
α-Cubebene	1345	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-
α-Terpinyl acetate	1346	2,7	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-
α-Longipinene	1350	-	2,3	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Citronellyl acetate	1350	tr	-	tr	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Longicyclene	1371	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-
α-Copaene	1374	-	-	-	-	tr	tr	-	0,4	-	1,0	-	-	-	-
Geranyl acetate	1379	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
β-Cubebene	1387	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
β-Elemene	1389	tr	-	-	-	0,6	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-
Longifolene	1407	tr	2,6	-	-	tr	1,8	-	tr	tr	1,6	-	-	-	-
trans-Caryophyllene	1417	tr	1,7	-	tr	1,6	10,6	tr	4,9	-	tr	0,6	tr	0,6	-
β-Copaene	1430	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-α-Bergamotene	1432	-	-	-	-	0,7	1,5	-	tr	-	-	-	-	-	-
2-methyl butyl Benzoate	1438	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
cis-Muurola-3,5-diene	1448	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
trans-Muurola-3,5-diene	1451	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-Humulene	1452	0,4	0,7	-	-	1,1	1,7	tr	6,0	-	-	0,8	tr	0,9	tr
trans-β-Farnesene	1454	tr	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-
cis-Cadina-1(6),4-diene	1461	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans-Cadina-1(6),4-diene	1475	tr	-	-	-	0,6	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
γ-Murolene	1478	-	-	-	-	0,9	-	tr	tr	-	tr	-	-	-	-
Germacrene-D	1484	tr	tr	-	tr	1,0	tr	tr	-	-	tr	-	-	-	-
β-Selinene	1489	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-
δ-Selinene	1492	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
trans-Muurola-4(14),5-diene	1493	-	-	-	-	tr	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-
Valencene	1496	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Bicyclogermacrene	1500	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-

		<i>Picea abies</i>		<i>Picea asperata</i> var. <i>heterolepis</i>		<i>Picea</i> <i>breweriana</i>		<i>Picea</i> <i>jezoensis</i>		<i>Picea</i> <i>sitchensis</i>		<i>Tsuga canadensis</i>			
Συστατικά	RRI	14L	14T	15L	15T	16L	16T	17L	17T	18L	18T	19L	19T	20L	20T
α -Muurolene	1500	tr	tr	-	-	2,3	tr	0,2	tr	-	0,8	-	-	-	-
β -Bisabolene	1505	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-	-	-	-
β -Curcumene	1514	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
γ -Cadinene	1513	tr	-	-	-	4,6	-	0,2	-	-	2,8	tr	-	tr	-
cis- γ -Bisabolene	1514	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
δ -Cadinene	1522	0,8	tr	tr	tr	13,1	tr	1,5	tr	-	5,5	tr	-	0,3	-
trans- γ -Bisabolene	1529	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-
trans-Cadina-1,4-diene	1533	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
α -Cadinene	1537	-	-	-	-	0,7	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-
α -Calacorene	1544	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans Nerolidol	1561	tr	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-
Germacrene-D-4-ol	1574	-	-	-	tr	1,3	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-
Spathulenol	1577	0,9	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-
Caryophyllene oxide	1582	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	0,7	-	tr
Humulene epoxide II	1608	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-
1-epi-Cubenol	1627	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
1,10-di-epi-Cubenol	1618	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epi- α -Cadinol	1638	1,8	-	-	-	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
epi- α -Muurolol	1640	-	-	-	tr	2,9	-	1,2	-	-	1,2	-	-	-	-
α -Muurolol	1644	tr	-	-	-	0,7	-	tr	-	-	tr	-	-	-	-
α -Cadinol	1652	2,4	-	tr	tr	5,4	-	1,6	-	-	0,8	-	-	-	-
epi- α -Bisabolol	1683	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-	-	-
α -Bisabolol	1685	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-
Cembrene	1937	tr	2,8	-	0,9	1,2	tr	-	-	-	3,7	-	-	-	-
3Z-Cembrene A	1965	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-	-	-
Isopimara-7,15-diene	1969	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Manool oxide	1987	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thunbergol	2047	-	21,9	-	4,0	-	0,6	-	-	-	15,1	-	-	-	-
Abietatriene	2055	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,6	-	-

		<i>Picea abies</i>		<i>Picea asperata</i> <i>var. heterolepis</i>		<i>Picea</i> <i>breweriana</i>		<i>Picea</i> <i>jezoensis</i>		<i>Picea</i> <i>sitchensis</i>		<i>Tsuga canadensis</i>			
Συστατικά	RRI	14L	14T	15L	15T	16L	16T	17L	17T	18L	18T	19L	19T	20L	20T
Manool	2056	tr	-	-	-	-	3,7	-	-	3,8	3,1	0,8	-	2,1	4,6
Abietadiene	2087	-	-	-	tr	tr	tr	-	-	-	1,1	-	6,7	-	-
Neoabienol*	2140	-	1,5	-	1,3	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Abienol	2149	-	7,6	-	6,7	-	9,4	-	5,2	-	-	-	-	-	-
Abieta-8(14),13(15)-diene	2153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	tr	-	-
dehydro-Abietal	2274	-	tr	-	tr	tr	tr	-	-	-	tr	-	1,7	-	-
methyl Isopimarate	2297	-	1,0	-	0,6	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-
Abietal	2313	-	0,5	-	-	-	0,4	-	-	-	0,6	-	tr	-	-
methyl Levopimarate	2306	-	3,1	-	1,6	-	0,8	-	tr	-	0,9	-	-	-	-
8,13-Abietadien-18-ol	2324	-	tr	-	tr	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-
methyl Dehydroabietate	2341	-	1,1	-	0,5	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-
dehydro Abietol	2368	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	tr	-	-
methyl Abietate	2385	-	tr	-	tr	-	tr	-	-	-	tr	-	-	-	-
methyl Neoabietate	2443	-	tr	-	tr	-	tr	-	-	-	-	-	-	-	-
Σύνολο		98,9	94,5	99,4	93,6	99,4	92,0	98,3	97,7	100	91,6	93,4	92,8	95,5	99,9
Μονοτερπενικοί υδρογονάνθρακες		45,0	47,7	46,9	74,3	45,6	59	47,7	76,2	41,8	51,1	40,8	45,1	44,5	4,0
Οξυγονωμένα μονοτερπένια		47,6	tr	52,5	3,7	12,8	0,3	46,2	3,6	43,5	1,7	50,4	31,3	47,1	89,9
Σεσκιτερπενικοί υδρογονάνθρακες		1,2	7,3	tr	tr	27,2	15,6	1,9	12,1	tr	12,3	1,4	tr	1,8	tr
Οξυγονωμένα σεσκιτερπένια		5,1	-	tr	tr	7,4	tr	2,8	0,6	tr	2,0	-	1,4	-	tr
Διτερπενικοί υδρογονάνθρακες		tr	2,8	-	0,9	1,2	0,4	-	-	-	4,8	-	13,3	-	-
Οξυγονωμένα διτερπένια		tr	36,7	-	14,7	tr	16,7	-	5,2	3,8	19,7	0,8	1,7	2,1	4,6
Άλλες ενώσεις		tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	10,9	tr	tr	tr	tr	1,4
Απόδοση (g αιθερίου ελαίου/100 g φυτικού υλικού)		0,17	0,1	0,2	0,13	0,17	0,36	0,59	0,2	0,04	0,04	0,91	0,04	0,84	0,03
Απόδοση (ml αιθερίου ελαίου/100g φυτικού υλικού)		0,14	-	0,33	0,19	0,21	0,34	0,78	0,44	0,16	-	1,05	-	1,08	-

RRI: Relative Retention Indices, υπολογίστηκαν σε σχέση με τους χρόνους έκλουσης κανονικών υδρογονανθράκων C9-C23 σε στήλη HP-5MS

tr: ίχνη < 0,1%, - : δεν ανιχνεύθηκε, *Vlad P. F., Khariton Kh. Sh., Koltso M. N., Bordakh O. D., Mass-Spectrometric Investigation of the Abienols-Diterpene Alcohols

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη αναλύθηκαν ως προς τη χημική τους σύσταση τα αιθέρια έλαια των φύλλων και των κλάδων 13 τάξα από την οικογένεια Cupressaceae και 7 δειγμάτων από την οικογένεια Pinaceae.

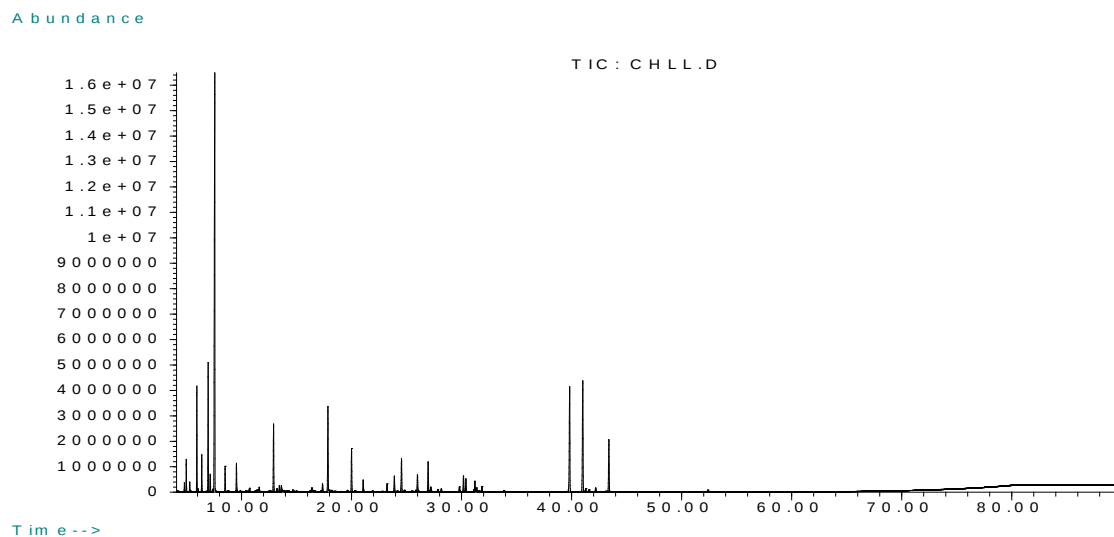
Μεταξύ των αιθερίων ελαίων των φύλλων και των κλάδων του ίδιου δείγματος παρατηρούνται αρκετές ομοιότητες ενώ οι διαφορές που παρατηρούνται είναι ποσοτικές.

Τα δείγματα αιθερίων ελαίων των ειδών *C. lawsoniana*, *C. sempervirens*, *S. giganteum* και *T. dolabrata* χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά μονοτερπενίων, εκτός από τα δείγματα 2L και 2T, 3T της *C. lawsoniana* όπου κυριότερη ομάδα συστατικών είναι τα σесκιτερπένια. Μονοτερπένια που εμφανίζονται σε σημαντικά ποσοστά στην πλειοψηφία των δειγμάτων είναι το α-πινένιο (0,4%-65,9%) και το λιμονένιο (0,8%-31,0%). Επιπλέον, τα δείγματα της *T. dolabrata* παρουσιάζουν αυξημένα ποσοστά διτερπενίων. Τα περισσότερα δείγματα *Thuja*, πλην των δειγμάτων της *T. orientalis*, χαρακτηρίζονται από την παρουσία των οξυγονωμένων μονοτερπενίων α-θυιόνη (0%-75,7%) και β-θυιόνη (0%-12,2%). Ωστόσο, η *T. orientalis* εμφανίζει αυξημένα ποσοστά σесκιτερπενίων (ιδίως κεδρόλη και δ-3-καρένιο τα οποία απουσιάζουν εντελώς στα υπόλοιπα δείγματα *Thuja*). Επιπλέον, ξεχωρίζει ο διτερπενικός υδρογονάνθρακας μπεγερένιο (0%-23,8%) στην πλειοψηφία των δειγμάτων, εκτός από τα δείγματα των *T. orientalis* και *T. plicata*.

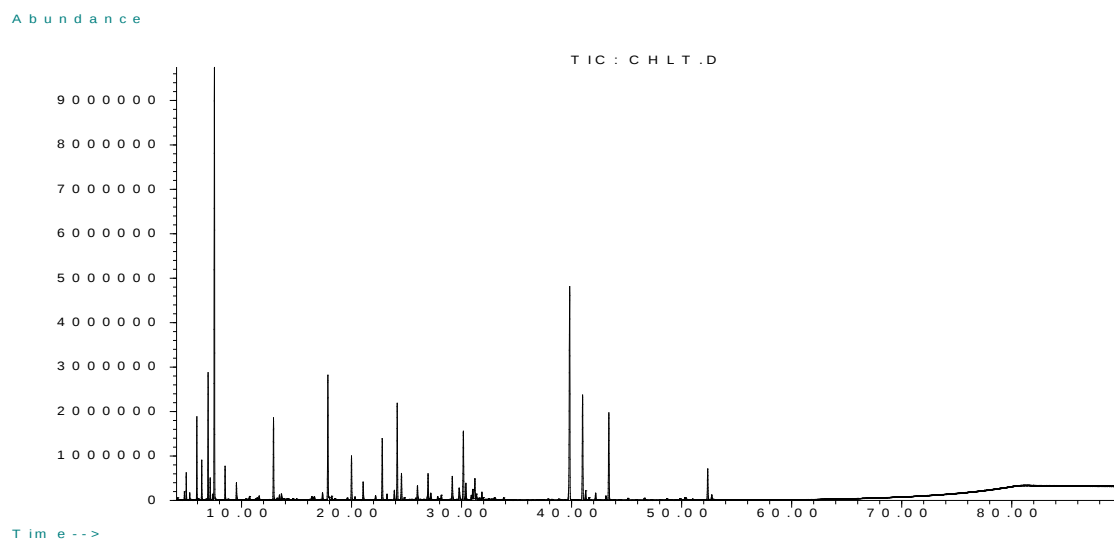
Τέλος, σε όλα τα δείγματα της οικογένειας Pinaceae, δηλαδή στα δείγματα από τα γένη *Picea* και *Tsuga*, επικρατούν τα μονοτερπένια και ιδιαίτερα ο οξικός βορνυλεστέρας (0%-82,1%), και το α-πινένιο (0,9%-21,0%). Στα αιθέρια έλαια των κλάδων παρουσιάζονται αυξημένα ποσοστά διτερπενίων σε σχέση με τα φύλλα, ιδιαίτερα στο αιθέριο έλαιο της *P. abies*.

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα αιθέρια έλαια από τους κλάδους της *T. plicata*, *T. dolabrata*, *P. asperata*, *P. breweriana*, *P. jezoensis* και *T. canadensis* μελετώνται για πρώτη φορά.

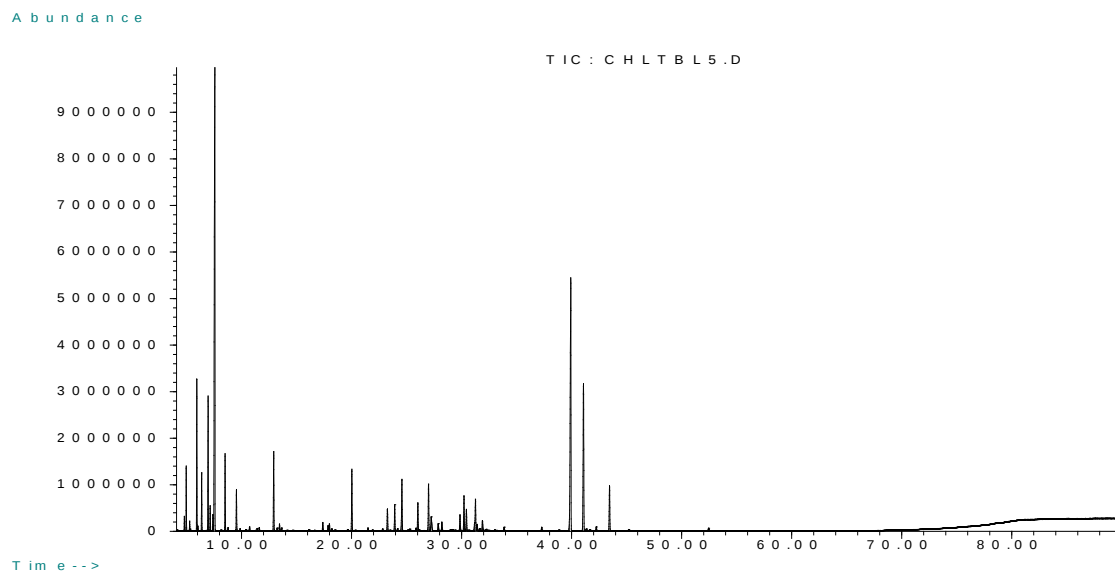
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



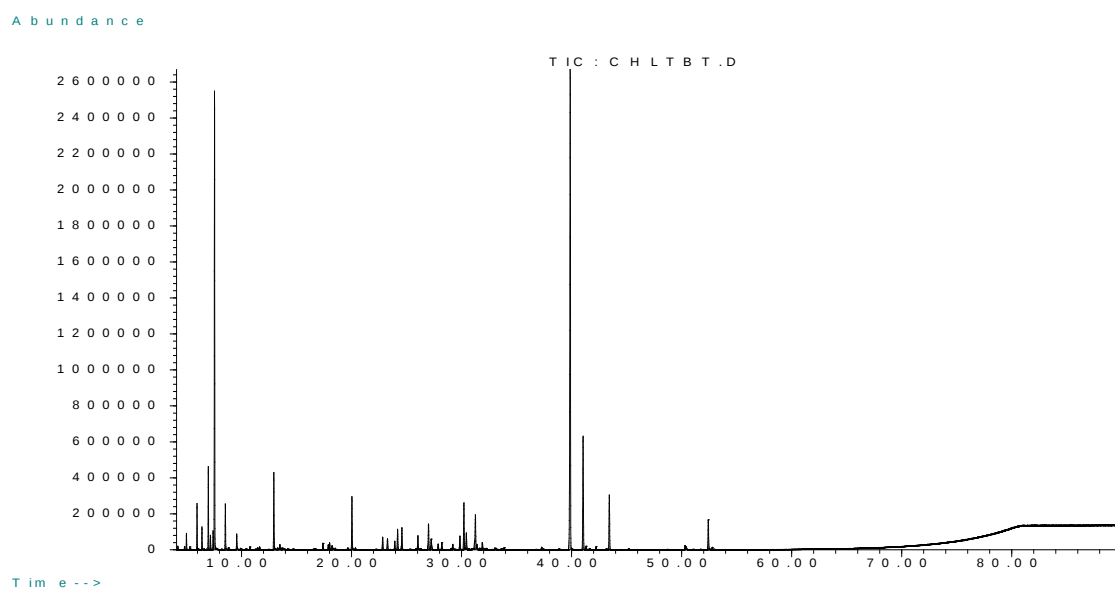
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *C. lawsoniana* (1L)



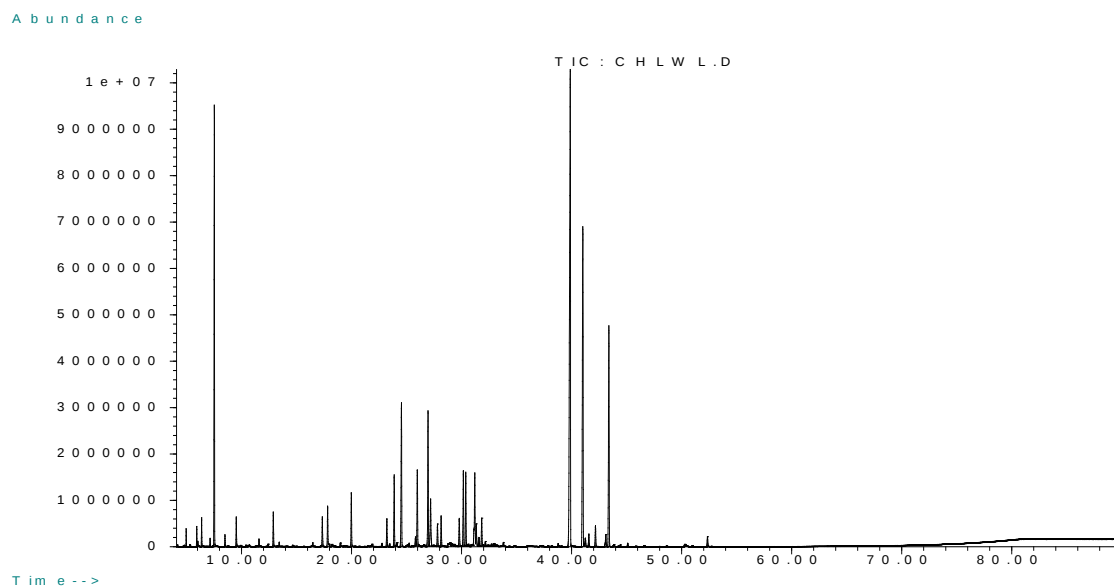
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *C. lawsoniana* (1T)



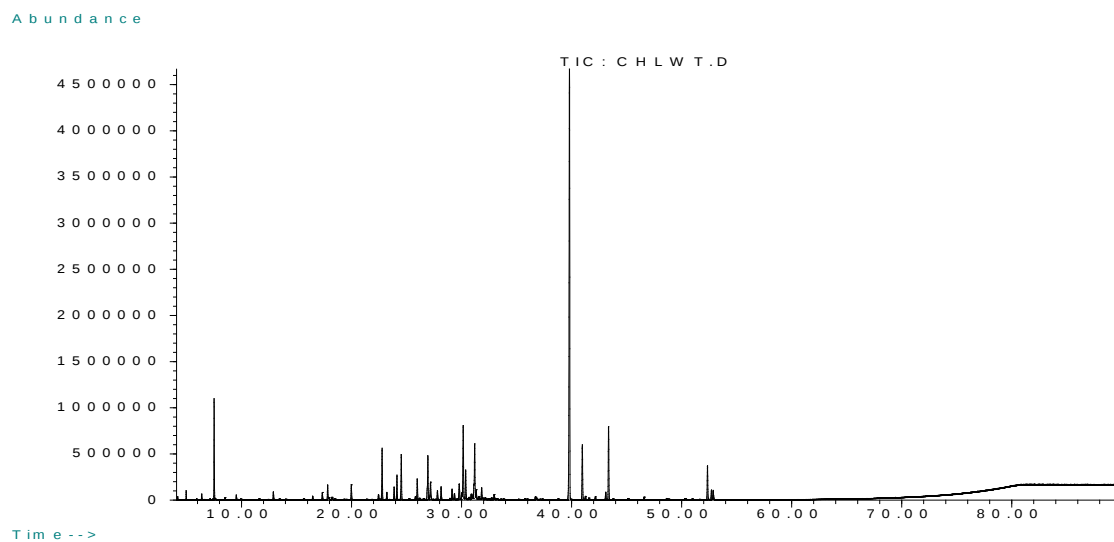
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της
C. lawsoniana 'Triomf van Boskoop' (3L)



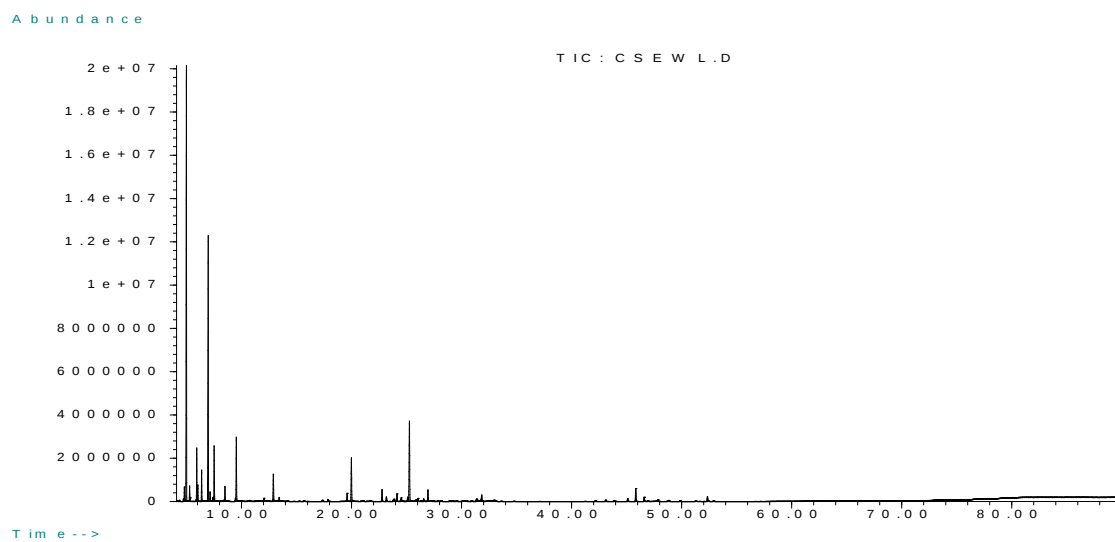
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων
της *C. lawsoniana* 'Triomf van Boskoop' (3T)



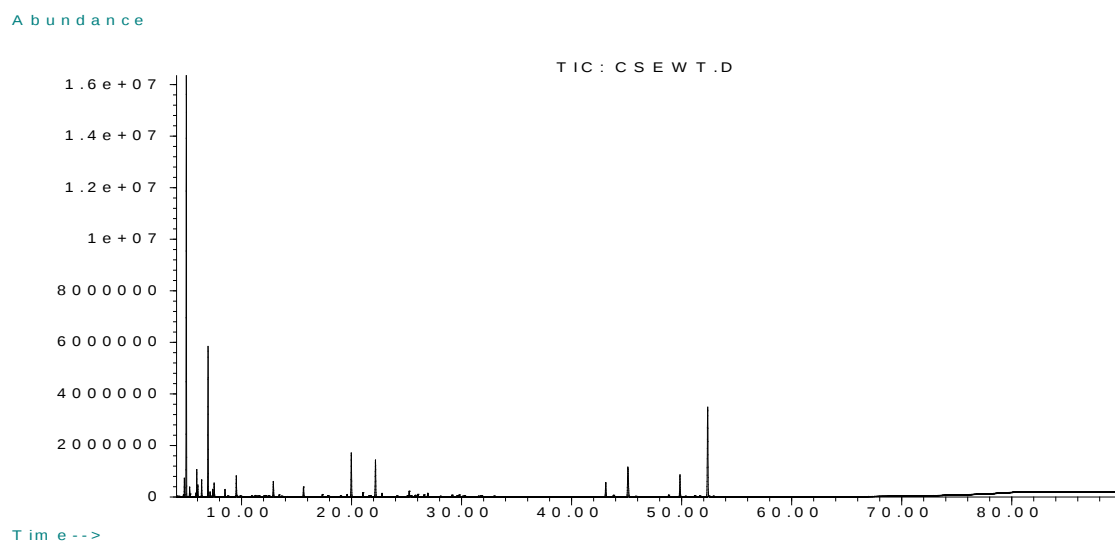
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Chamaecyparis lawsoniana* (2L)



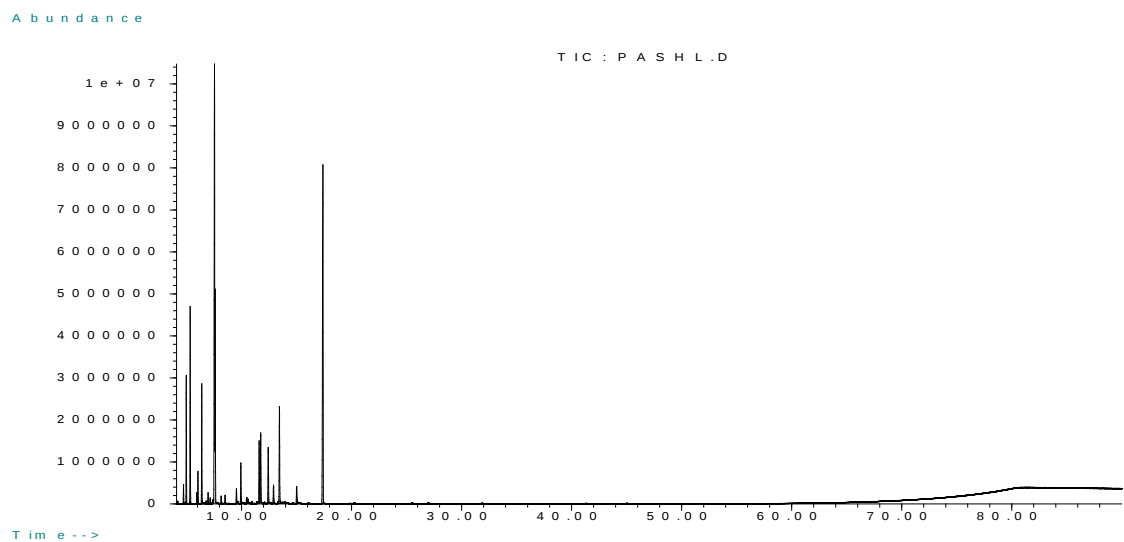
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Chamaecyparis lawsoniana* (2T)



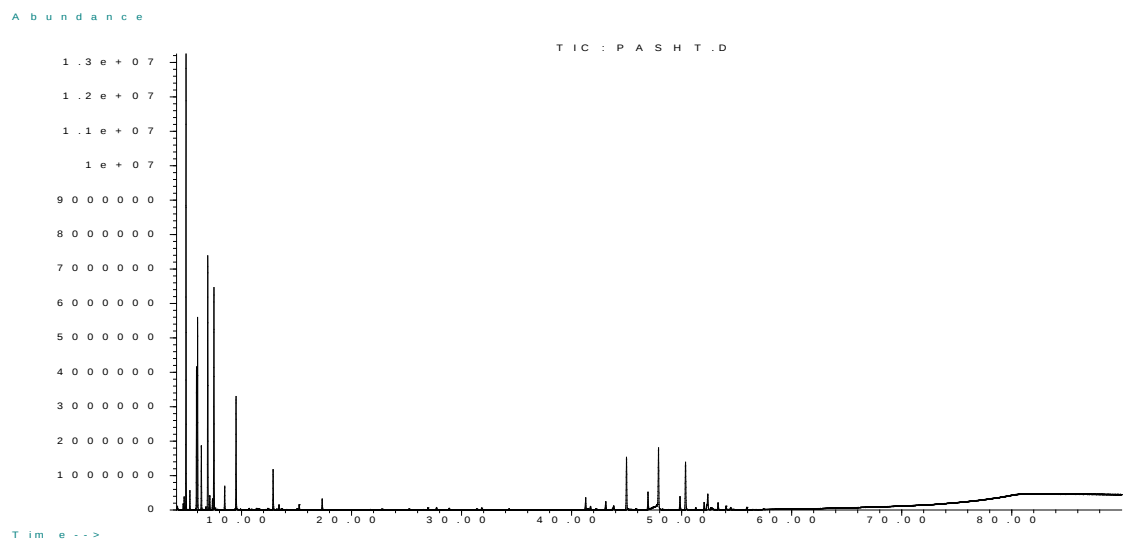
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων του *Cupressus sempervirens*
(4L)



Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων του *Cupressus sempervirens*
(4T)

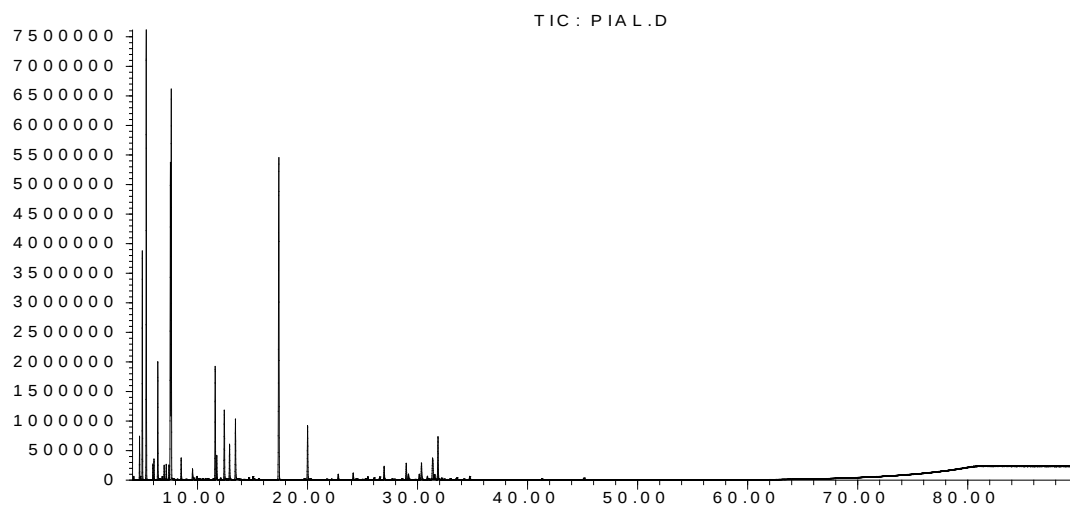


Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Picea asperata*
var. *heterolepis* (15L)



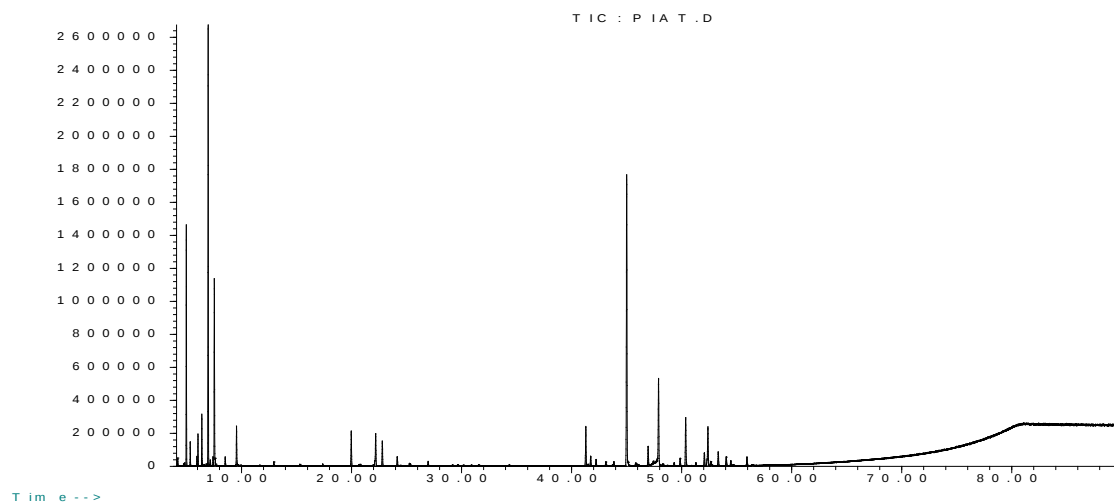
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Picea asperata* var.
heterolepis (15T)

Abundance

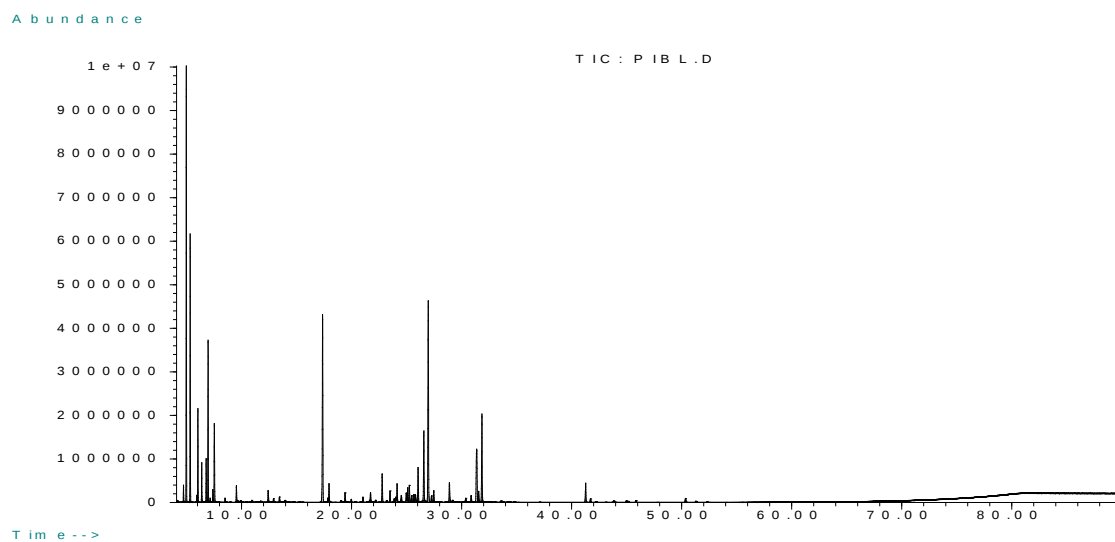


Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Picea abies* (14L)

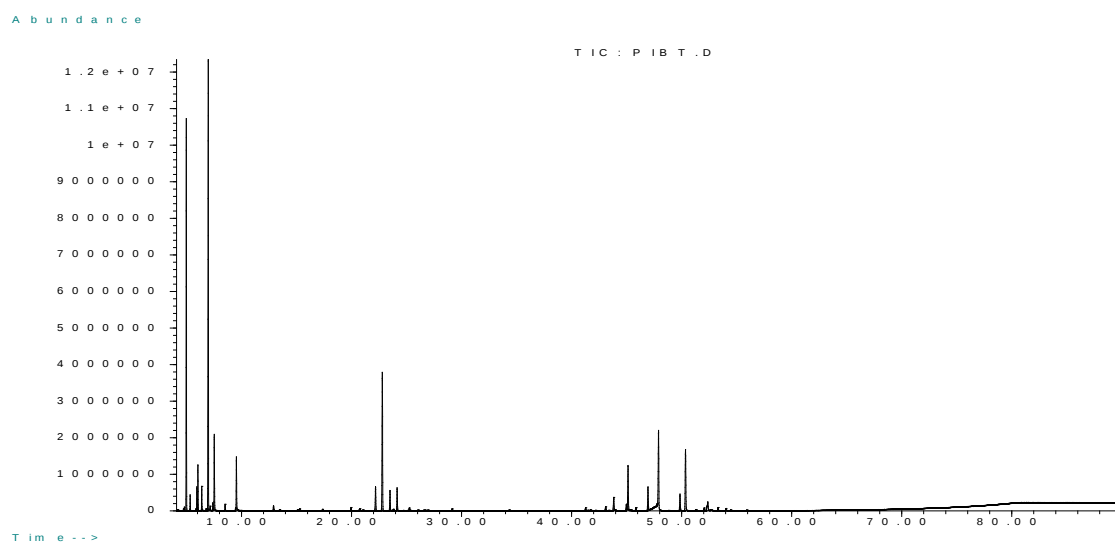
Abundance



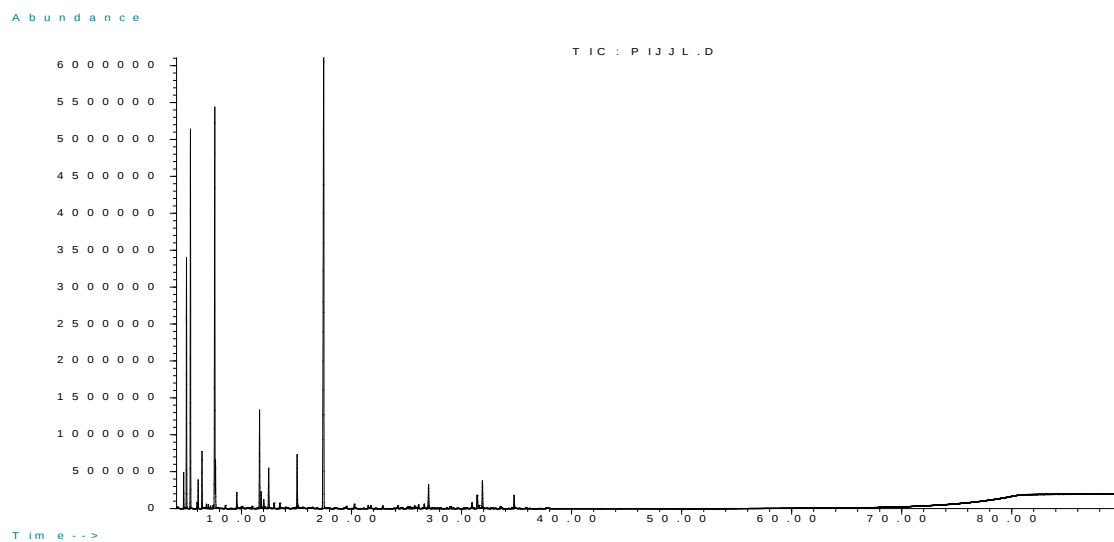
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Picea abies* (14T)



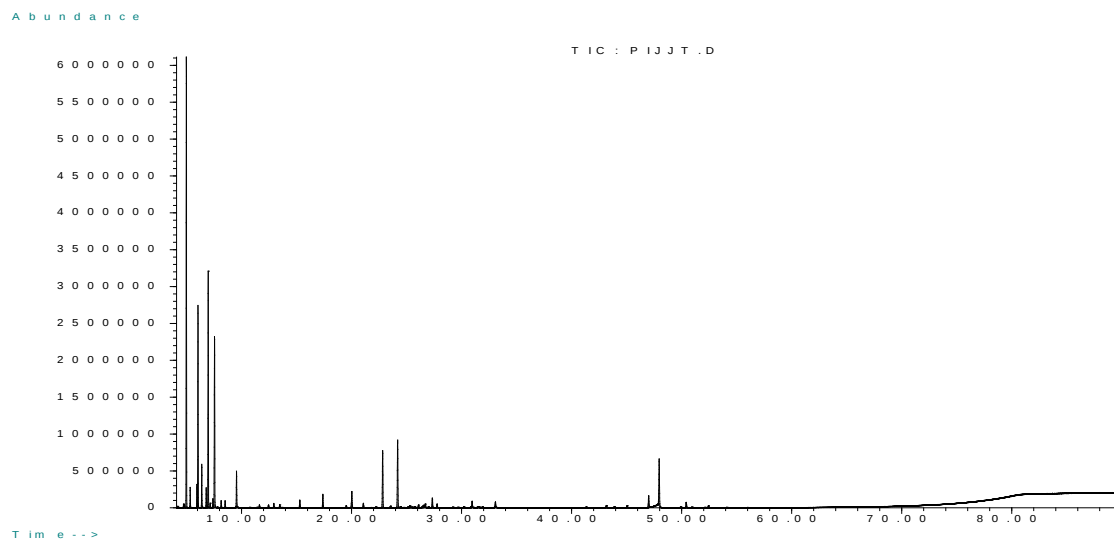
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Picea breweriana* (16L)



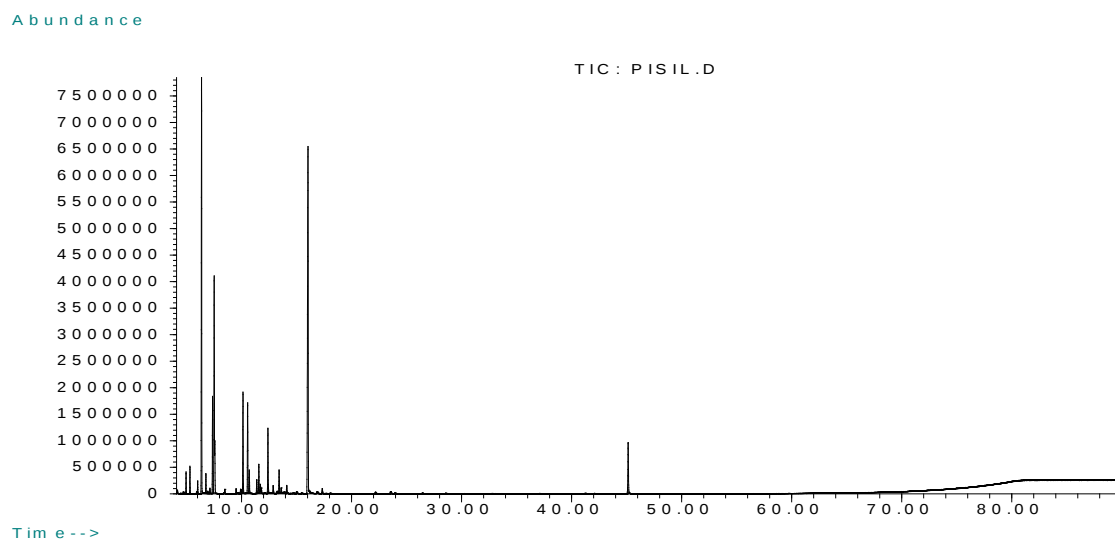
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Picea breweriana* (16T)



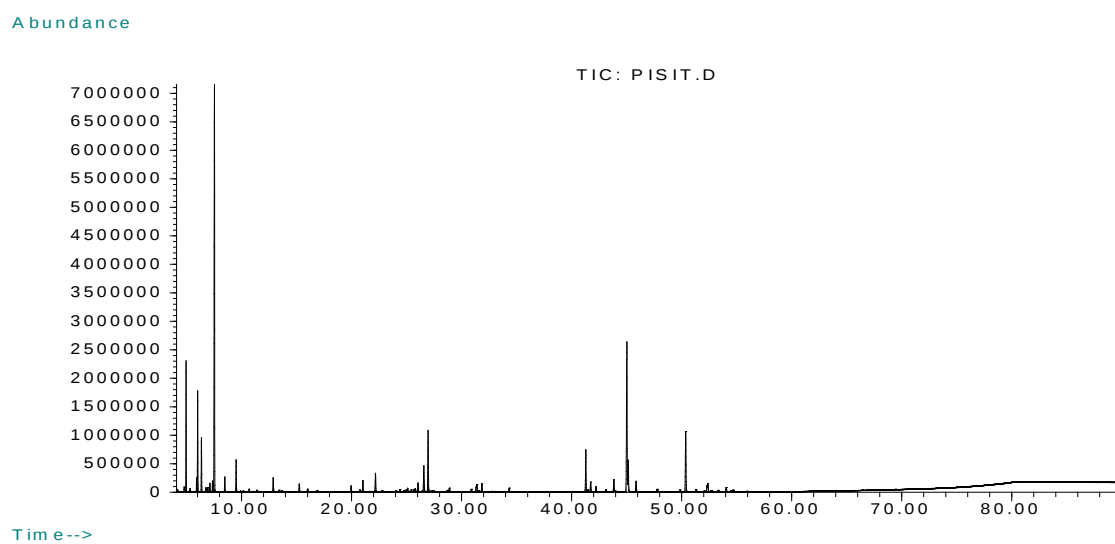
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Picea jezoensis*
var. *jezoensis* (17L)



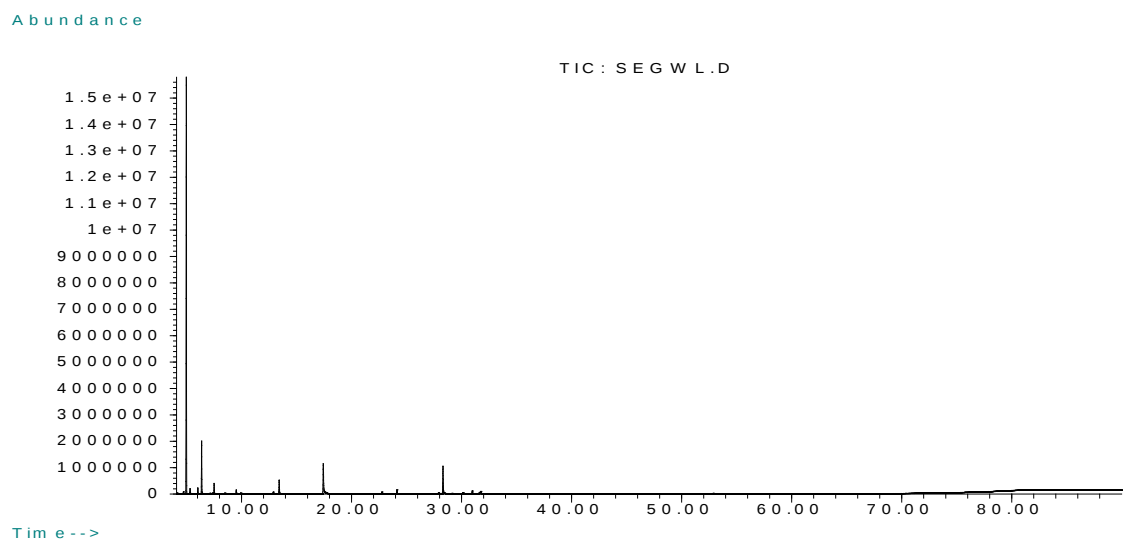
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Picea jezoensis*
var. *jezoensis* (17T)



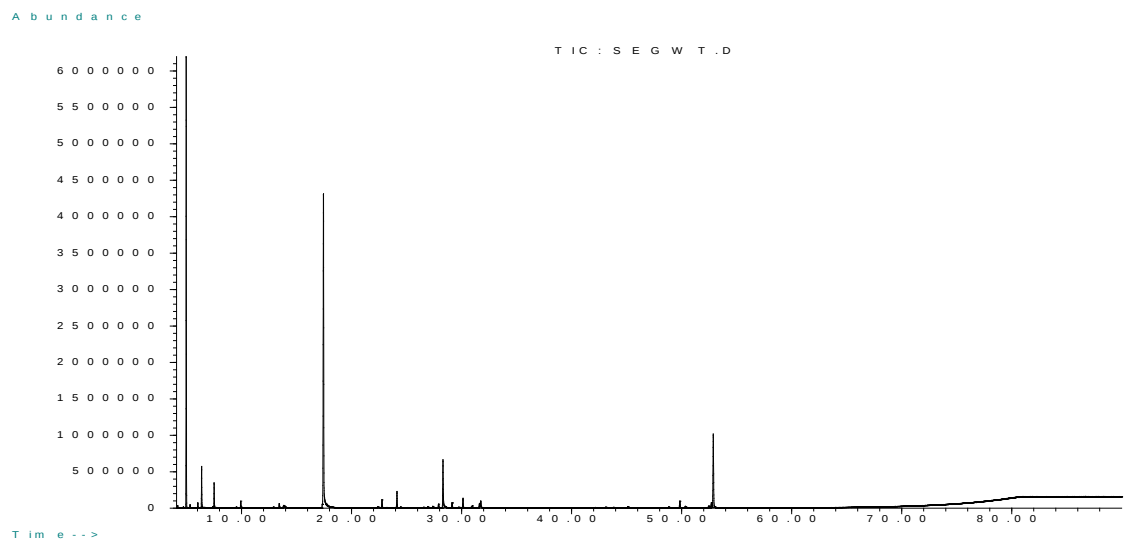
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Picea sitchensis* (18L)



Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Picea sitchensis* (18T)

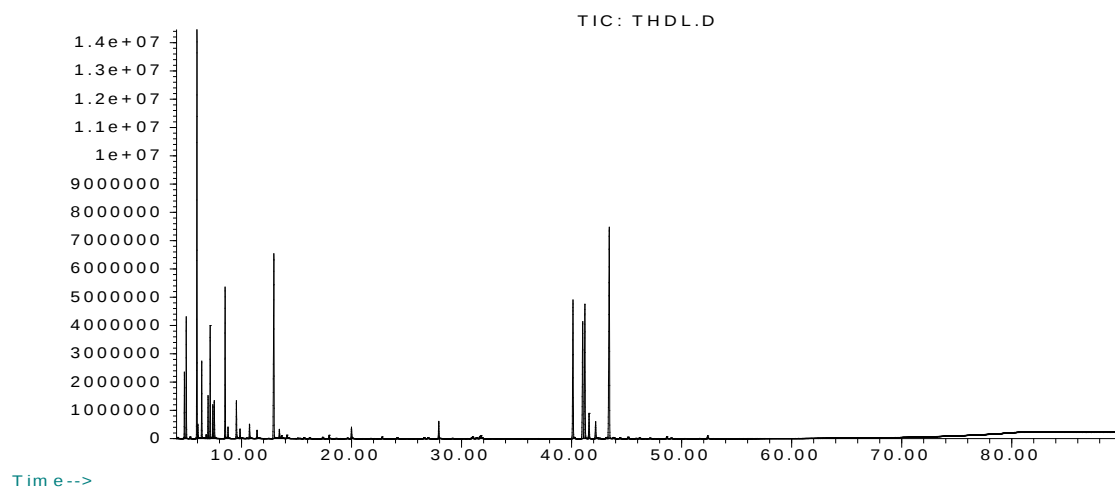


Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων του *Sequoiadendron giganteum* (5L)



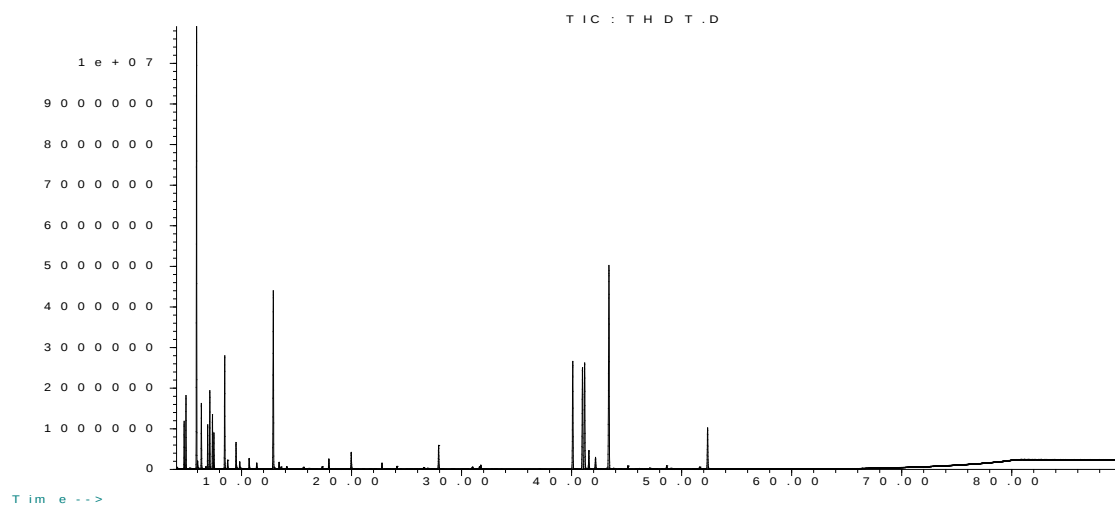
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων του *Sequoiadendron giganteum* (5T)

Abundance

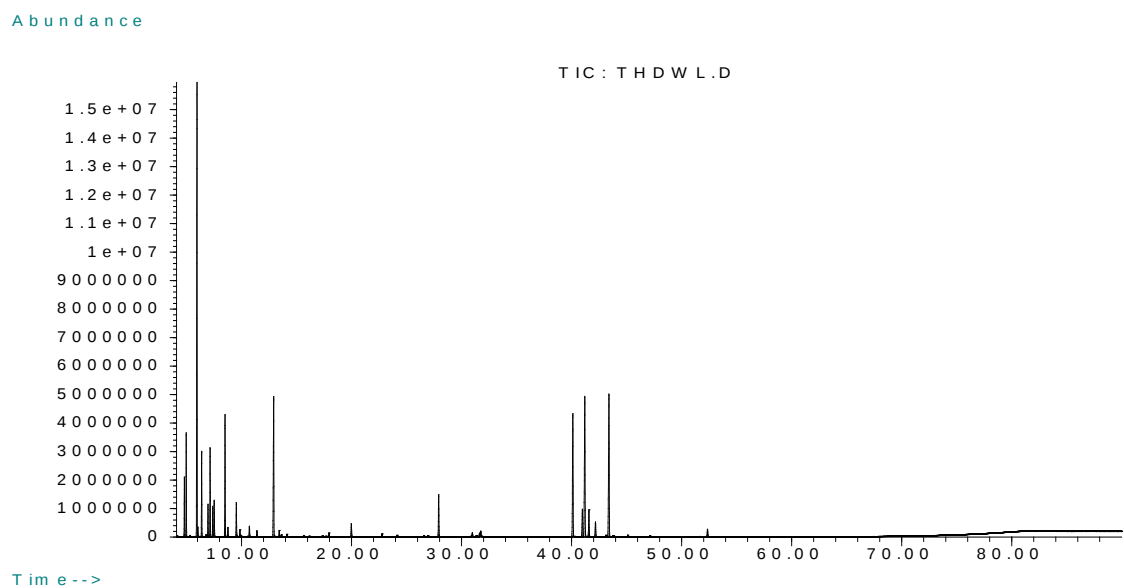


Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Thujopsis dolabrata*
(12L)

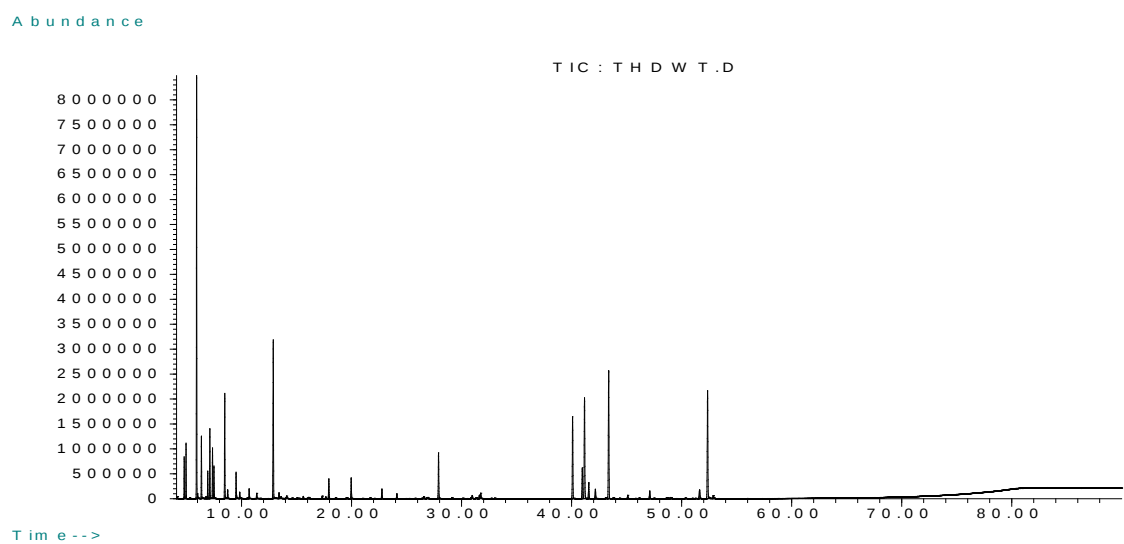
Abundance



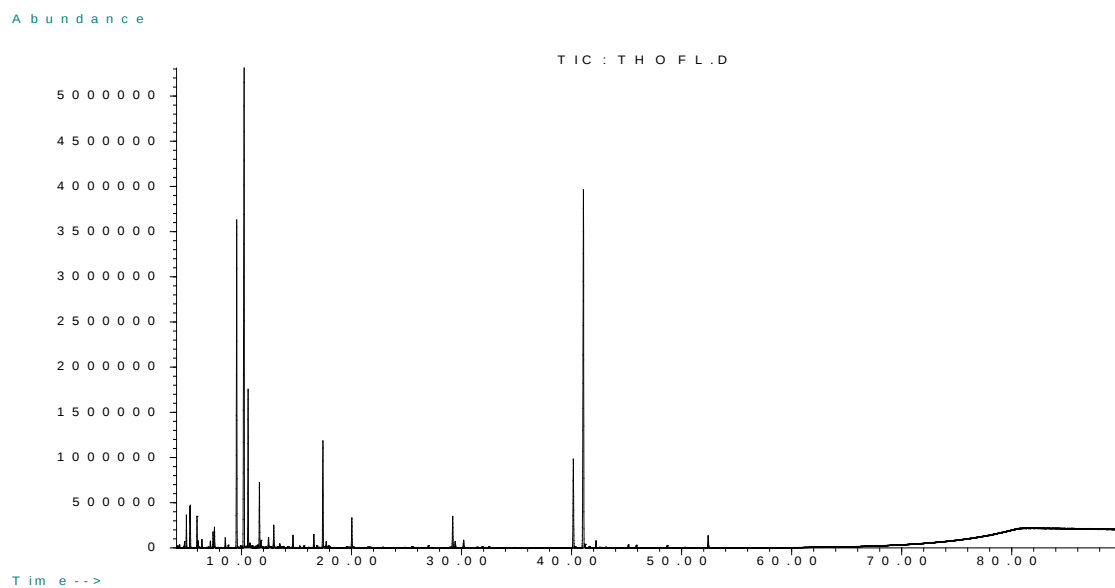
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Thujopsis dolabrata* (12T)



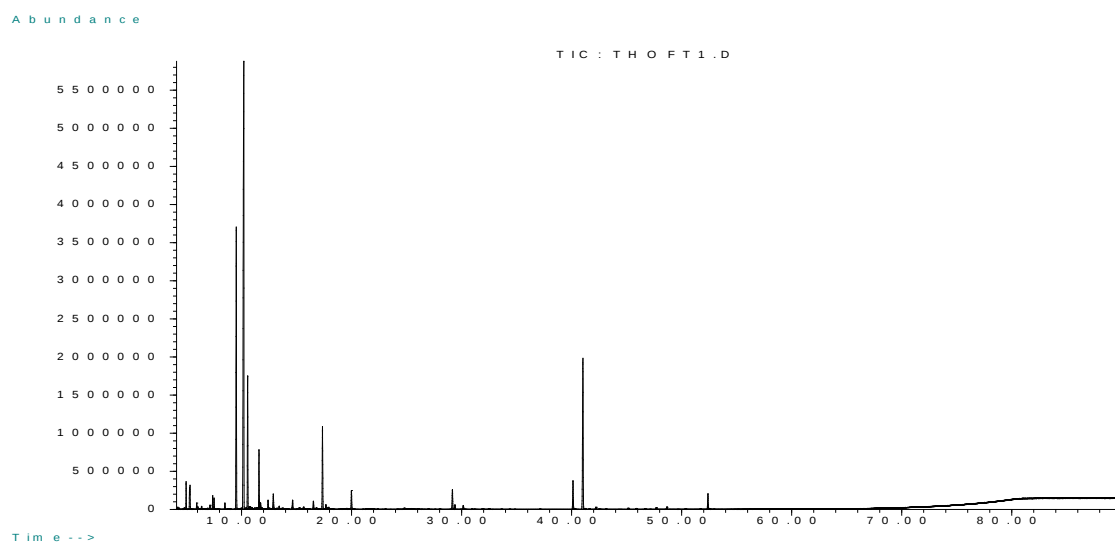
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Thujopsis dolabrata* (13L)



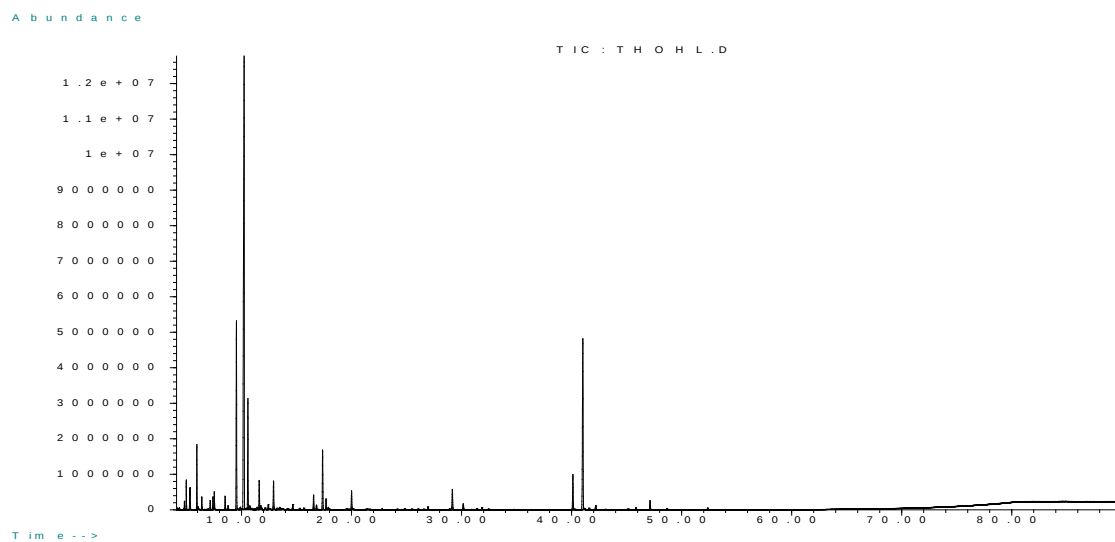
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Thujopsis dolabrata* (13T)



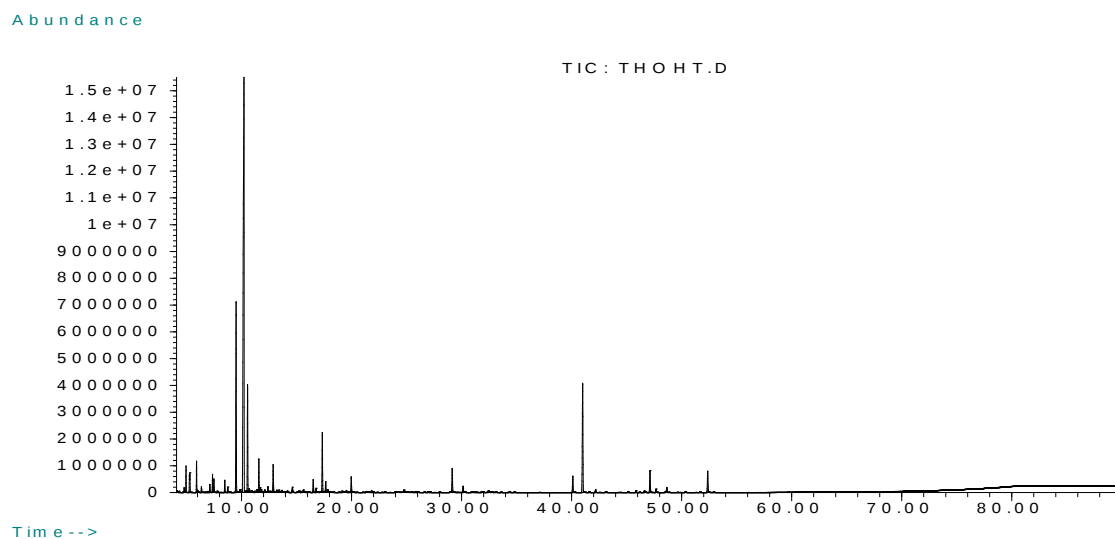
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. occidentalis* 'fastigiata'
(6L)



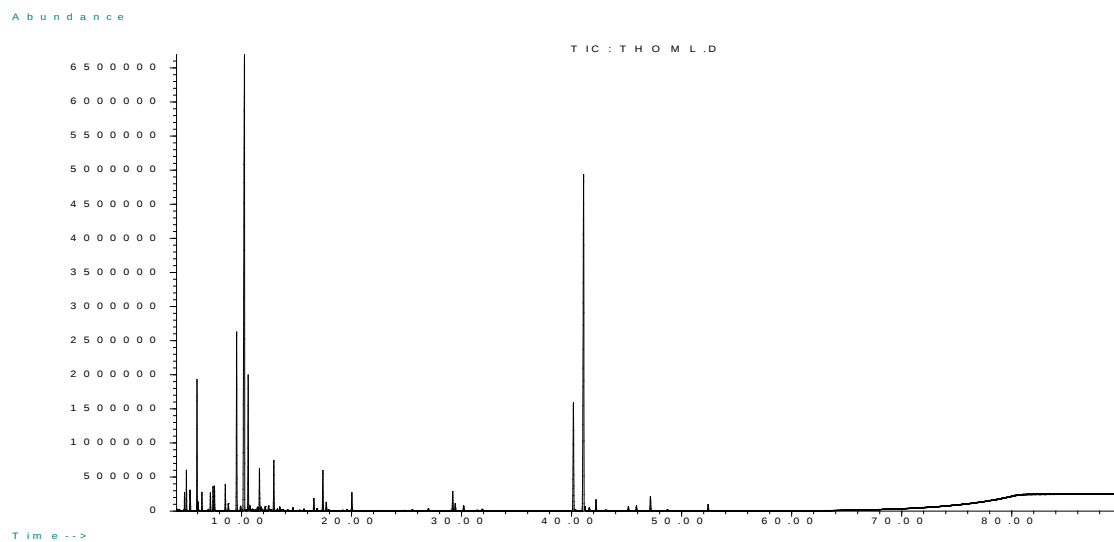
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *T. occidentalis* 'fastigiata'
(6T)



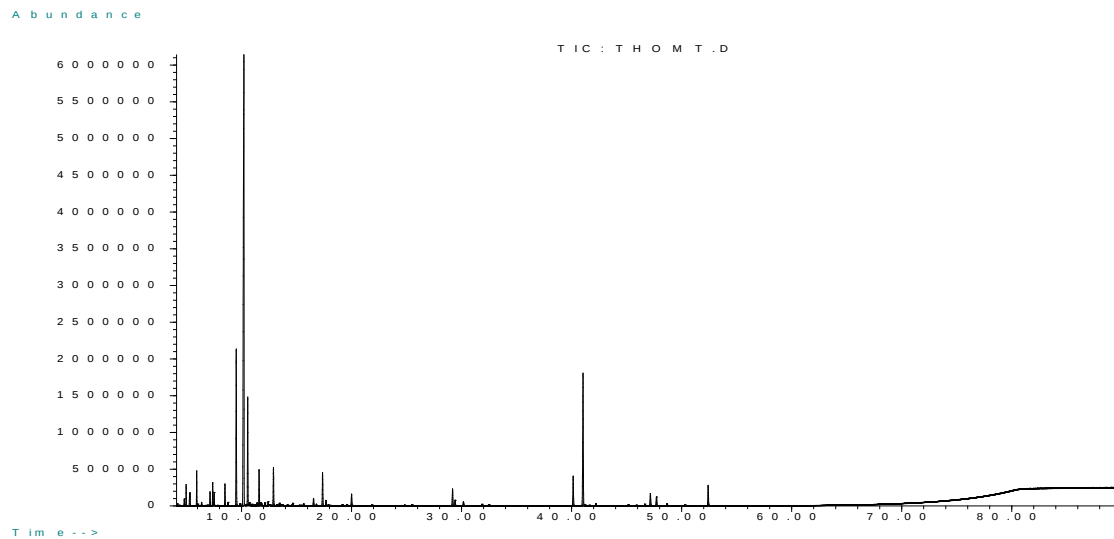
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. occidentalis-hybrid*
(9L)



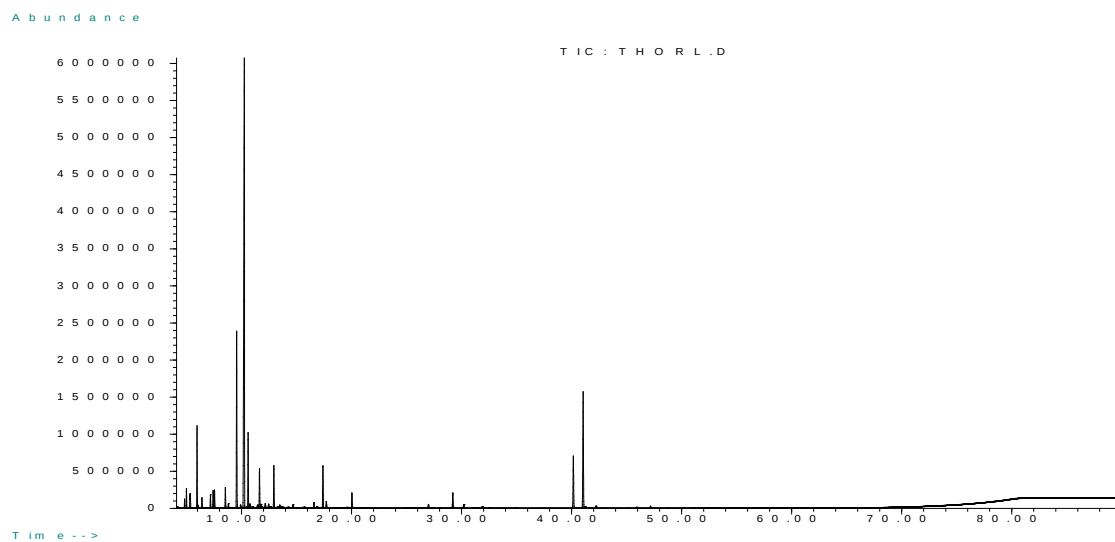
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *T. occidentalis-hybrid*
(9T)



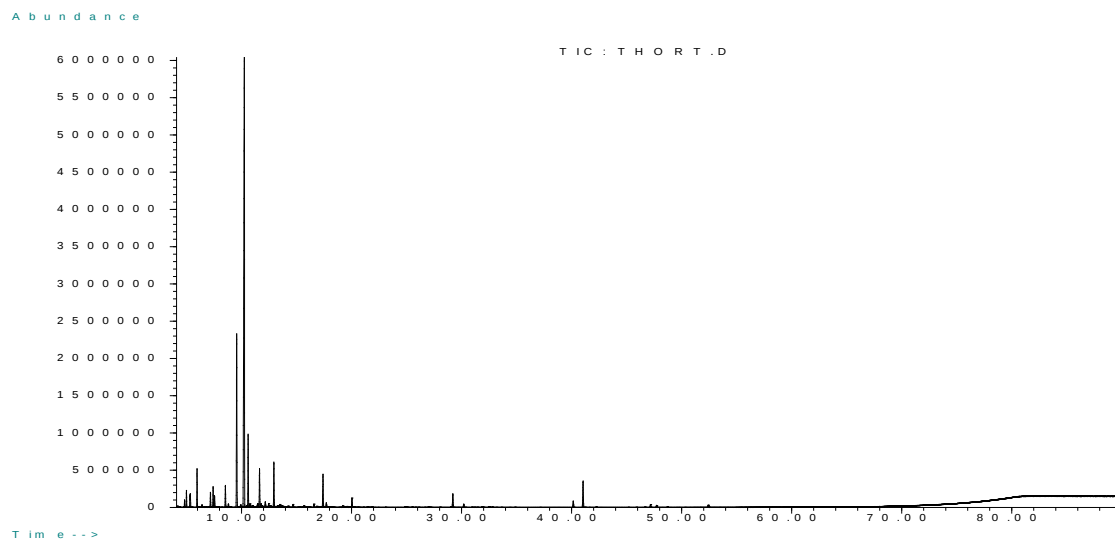
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. occidentalis*
'malonyana' (7L)



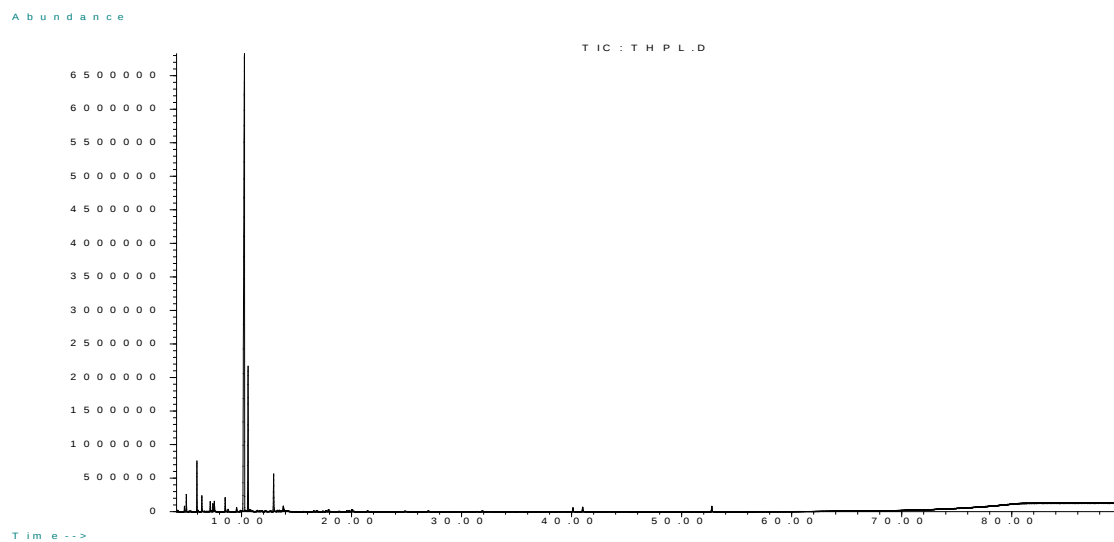
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *T. occidentalis*
'malonyana' (7T)



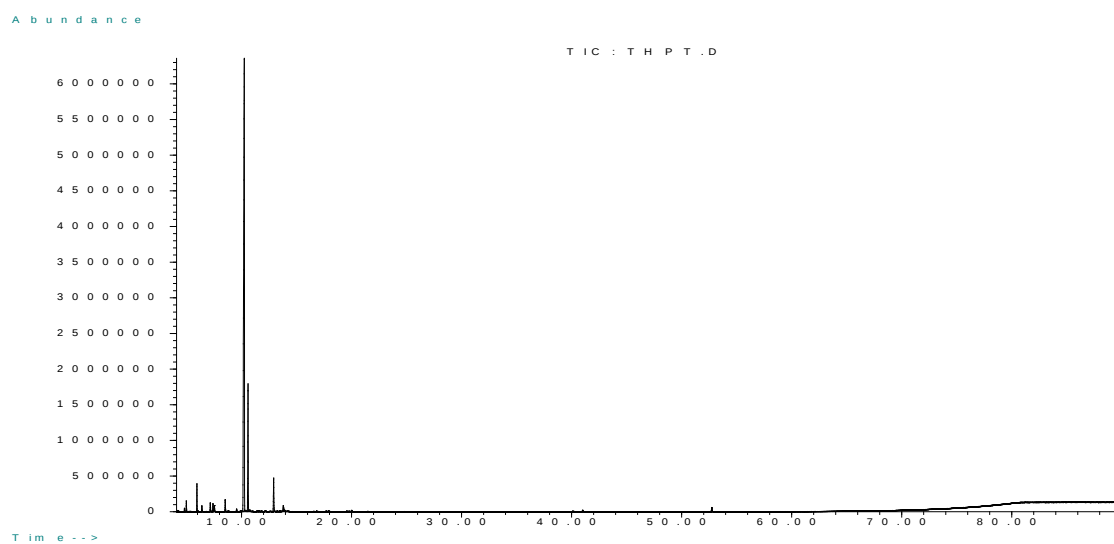
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. occidentalis* 'robusta'
(8L)



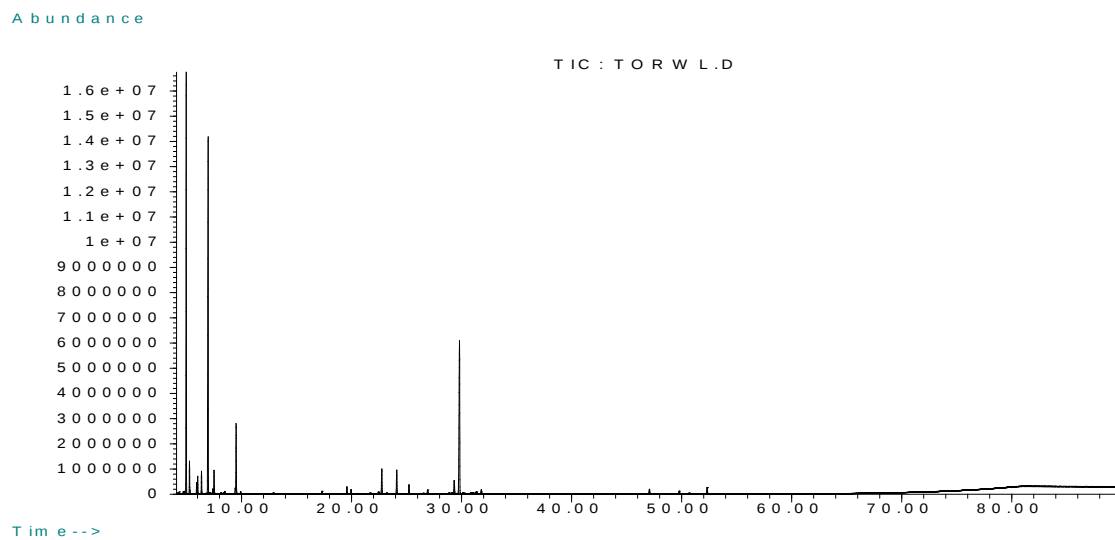
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλαδιών της *T. occidentalis* 'robusta'
(8T)



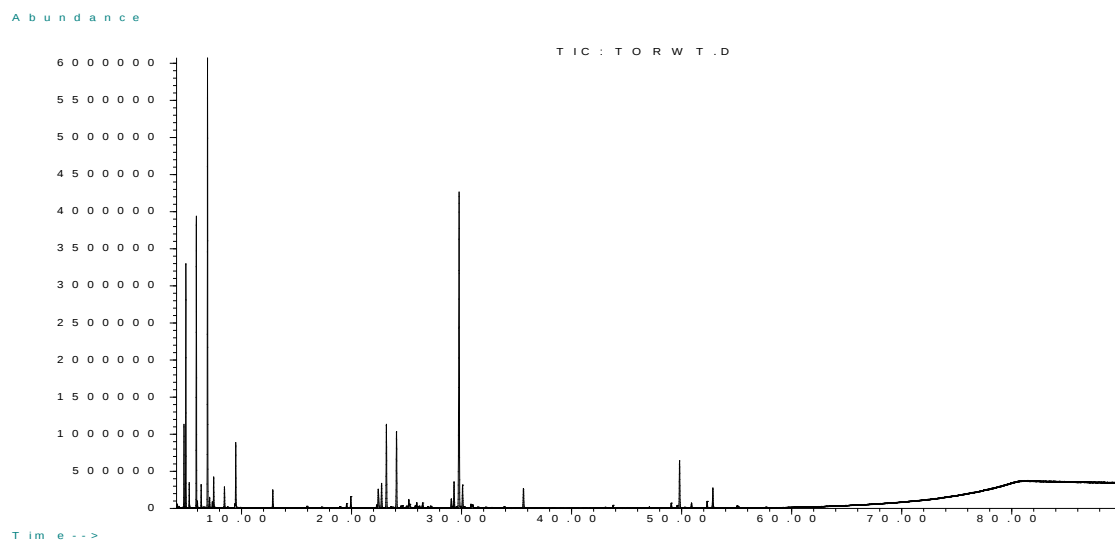
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. plicata* (10L)



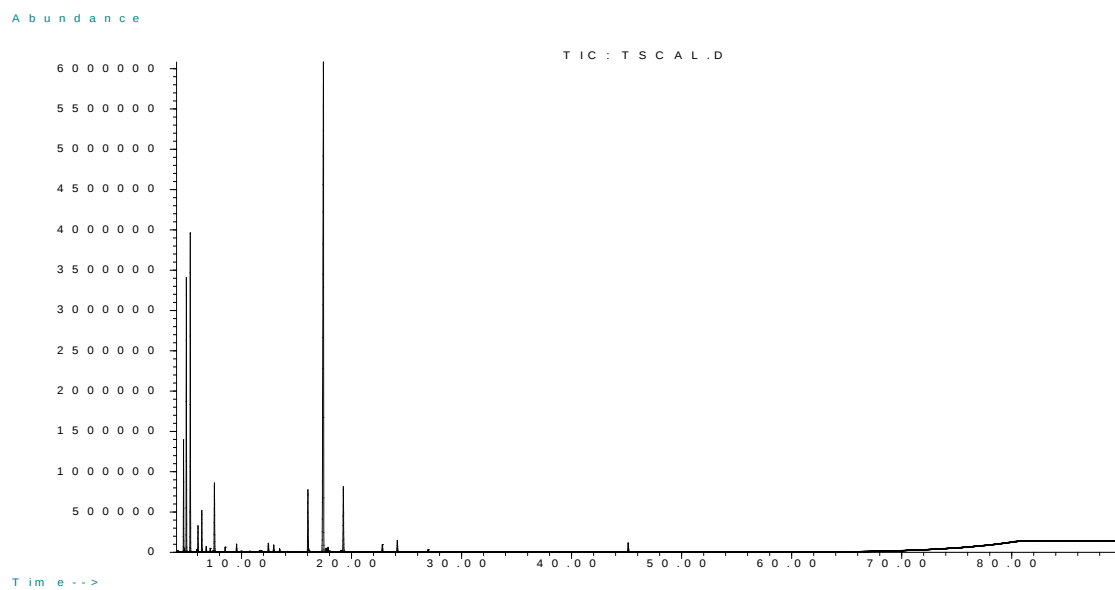
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *T. plicata* (10T)



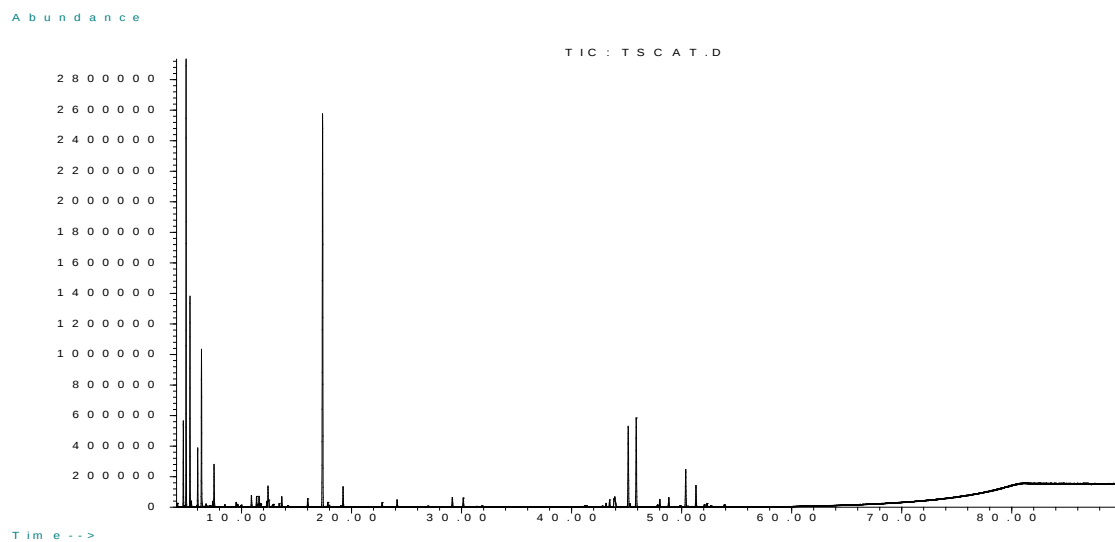
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. orientalis* (11L)



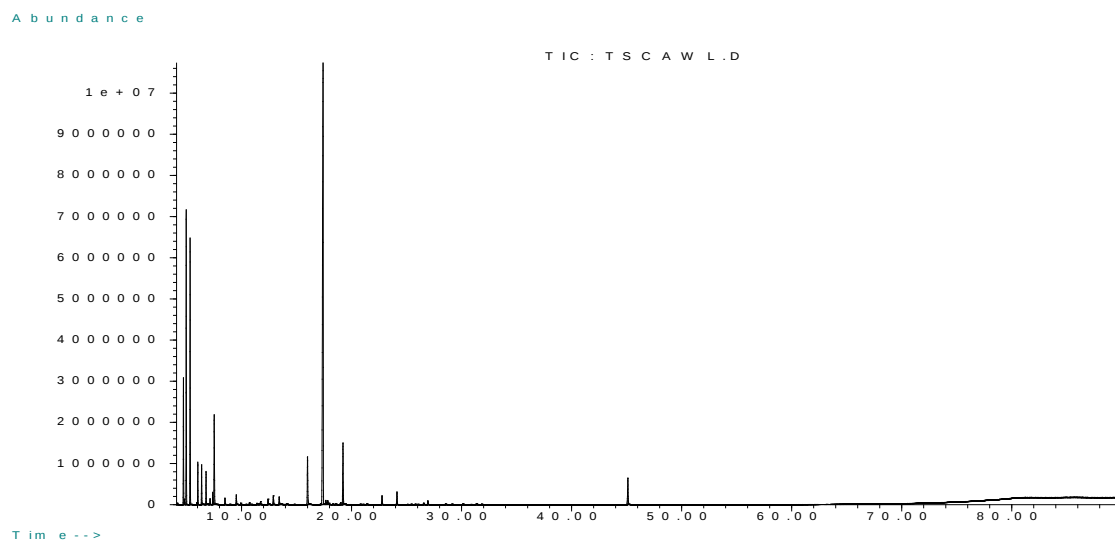
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *T. orientalis* (11T)



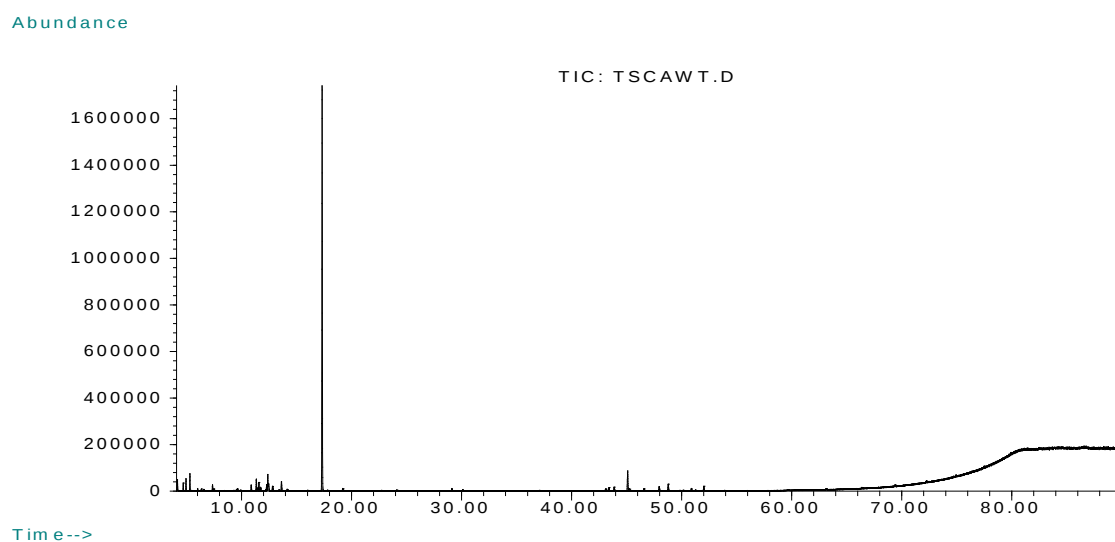
Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *Tsuga canadensis* (19L)



Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *Tsuga canadensis* (19T)



Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των φύλλων της *T. canadensis* (20L)



Χρωματογράφημα GC-MS του αιθερίου ελαίου των κλάδων της *T. canadensis* (20T)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aazza S., Lyoussi B., Megias C., Cortés-Giraldo I., Vioque J., Figueiredo C. A., Miguel M. G. Anti-oxidant, Anti-inflammatory and Anti-proliferative Activities of Moroccan Commercial Essential Oils. *NPC*, **2014**, 9, 587-594.
- Aazza S., Lyoussi B., Miguel M. G. Antioxidant and Antiacetylcholinesterase Activities of Some Commercial Essential Oils and Their Major Compounds. *Molecules*, **2011**,16, 7672–7690.
- Abdelgaleil S. A. M., Mohamed, M. I. E., Shawir, M. S., Abou-Taleb, H. K. Chemical composition, insecticidal and biochemical effects of essential oils of different plant species from Northern Egypt on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. *Journal of Pest Science*, **2016**,89, 219–229.
- Afsharypuor S., Nayebzadeh B. Essential Oil Constituents of Young Stem, Leaf and Fruit of *Platycladus orientalis* (L.) Franco Grown in Isfahan (Iran). *Journal of Essential Oil Research*, **2009**, 21, 525-528.
- Alinezhad S., Kamalzadeh A., Shams-Ghahfarokhi M., Rezaee M-B., Jaimand K., Kawachi M., Zamani Z., Tolouei R., Razzaghi-Abyaneh M. Search for novel antifungals from 49 indigenous medicinal plants: *Foeniculum vulgare* and *Platycladus orientalis* as strong inhibitors of aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Annals of Microbiology*, **2011**, 673–681.
- Al-Snafi D. A. E. Medical importance of *Cupressus sempervirens*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, **2016**, 6, 66-76.
- Alzweiri M., Sarhan A. A., Mansi K., Hudaib M., Aburjai T. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Jordan, the Northern Badia region. *Journal of Ethnopharmacology*, **2011**,137, 27–35.
- Andersen A., Gagnon H., Collin G., Adams R. P. Essential Oil of the Wood of *Thuja occidentalis* L. *Journal of Essential Oil Research*, **1995**, 7, 489–495.
- Asgary S., Nadery G. A., Ardekani M. R. S., Sahekbabar A., Airin A., Aslani S., Kasher T., Emami S. A. Chemical analysis and biological activities of *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* essential oils. *Pharmaceutical Biology*, **2013**,51, 137–144.

- Asili J., Lambert M., Ziegler H., Staerk D., Sairafianpour M., Witt M., Asghari G., Ibrahimi I., Jaroszewsky J. Labdanes and Isopimaranes from *Platycladus orientalis* and Their Effects on Erythrocyte Membrane and on *Plasmodium falciparum* Growth in the Erythrocyte Host Cells. *Journal of Natural Products*, **2004**, 67, 631–637.
- Badawy M. E. I., Abdelgaleil S. A. M. Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. *Industrial Crops and Products*, **2014**, 52, 776–782.
- Ben Nouri A., Dhifi W., Bellili S., Ghazghazi H., Aouadhi C., Chérif A., Hammami M., Mnif W., Chemical Composition, Antioxidant Potential, and Antibacterial Activity of Essential Oil Cones of Tunisian *Cupressus sempervirens*. *Journal of Chemistry*, **2015**, 1–8.
- Benelli G., Flamini G., Canale A., Cioni P. L., Conti B. Toxicity of some essential oil formulations against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera Tephritidae). *Crop Protection*, **2012**, 42, 223–229.
- Brijesh K., Ruchi R., Sanjita D., Saumya D. Phytoconstituents and Therapeutic potential of *Thuja occidentalis*. *RJPBCS*, **2012**, 3, 354–362.
- Brofas G., Karetsos G., Dimopoulos P., Tsagari C. The natural environment of *Cupressus sempervirens* in Greece as a basis for its use in the Mediterranean region. *Land Degradation & Development*, **2006**, 17, 645–659.
- Carter G., Farjon A. 2013. *Picea asperata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T42320A2972242.
- Caudullo G., de Rigo D., *Cupressus sempervirens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, 2016, 88–89.
- Caudullo G., Tinner W., de Rigo D. *Picea abies* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, 2016, 114–116.
- Chae H.-S., Chin Y.-W. Anti-allergic effect of lambertianic acid from *Thuja orientalis* in mouse bone marrow-derived mast cells. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, **2012**, 34, 250–255.
- Chalchat J. C., Garry R., Michet A. Constituents of *Sequoiadendron giganteum* Buchh. leaf oils (giant sequoia). *Flavour and Fragrance Journal*, **1988**, 3, 69–72.

- Chanegriha N., Baâliouamer A., Meklati B.-Y., Favre-Bonvin J., Alamercery S. Chemical Composition of Algerian Cypress Essential Oil. *Journal of Essential Oil Research*, **1993**, 5, 671–674.
- Chen L., Ding L., Yu A., Yang R., Wang X., Li J., Jin H., Zhang H. Continuous determination of total flavonoids in *Platycladus orientalis* (L.) Franco by dynamic microwave-assisted extraction coupled with on-line derivatization and ultraviolet–visible detection. *Analytica Chimica Acta*, **2007**, 596, 164–170.
- Craig A. M., Karchesy J. J., Blythe L. L., González-Hernández M. del P., Swan L. R. Toxicity studies on western juniper oil (*Juniperus occidentalis*) and Port-Orford-cedar oil (*Chamaecyparis lawsoniana*) extracts utilizing local lymph node and acute dermal irritation assays. *Toxicology Letters*, **2004**, 154, 217–224.
- Daniels C. R., Russell J. H. Analysis of Western Redcedar (*Thuja plicata* Donn) Heartwood Components by HPLC as a Possible Screening Tool for Trees with Enhanced Natural Durability. *Journal of Chromatographic Science*, **2007**, 45, 281–285.
- Dawson-Andoh B. E., Lovell R., Kamdem D. P. Inhibitory and Compatibility Effects of Essential Oils on Sapstain and Biological Control Fungi. *Journal of Essential Oil Research*, **2000**, 12, 509–515.
- De Pooter H. L., Vermeesch J. R., De Buyck L. F., Huang Q.-L., Schamp N. M. Volatile Fractions of *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl, and *Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.) Endl. var. *filifera*. Identification of Oplopanonyl Acetate. *Journal of Essential Oil Research*, **1991**, 3, 1–6.
- Den Ouden P., Boom B. K., Manual of Cultivated Conifers. *Springer Netherlands*, **1982**.
- Du T., Shupe T. F., Hse C. Y. Antifungal activities of three supercritical fluid extracted cedar oils. *Holzforschung*, **2011**, 65, 277–284.
- Duringer J. M., Swan L. R., Walker D. B., Craig A. M. Acute aquatic toxicity of western juniper (*Juniperus occidentalis*) foliage and Port Orford cedar (*Chamaecyparis lawsoniana*) heartwood oils. *Environmental Monitoring and Assessment*, **2010**, 170, 585–598.
- Durrant T. H., Caudullo G. *Chamaecyparis lawsoniana* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, 2016, 81.

- Emami S. A., Massoomi H., Moghadam M. S., Asili J. Identification of Volatile Oil Components from Aerial Parts of *Chamaecyparis lawsoniana* by GC-MS and ^{13}C -NMR Methods. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **2009**, 12, 661–665.
- Ezzat S. M. *In vitro* inhibition of *Candida albicans* growth by plant extracts and essential oils. *World Journal of Microbiology & Technology*, **2001**, 17, 757-759.
- Fahed L., Khoury M., Stien D., Ouaini N., Eparvier V., El Beyrouthy M. Essential Oils Composition and Antimicrobial Activity of Six Conifers Harvested in Lebanon. *Chemistry & Biodiversity*, **2017**, 14, 1-7.
- Fan S.-Y., Zenga H.-W., Peib Y.-H., Li L., Yea J., Pana Y.-X., Zhanga J.-G., Yuana X., Zhanga W.-D. The anti-inflammatory activities of an extract and compounds isolated from *Platycladus orientalis* (Linnaeus) Franco *in vitro* and *ex vivo*. *Journal of Ethnopharmacology*, **2012**, 141, 647–652.
- Farjon A. 2013. *Picea sitchensis*. The IUCN Red List of Threatened Species **2013**: e.T42337A2973701.
- Farjon A. 2013. *Platycladus orientalis*. The IUCN Red List of Threatened Species **2013**: e.T31305A2803944.
- Farjon A. 2013. *Tsuga canadensis*. The IUCN Red List of Threatened Species **2013**: e.T42431A2979676.
- Farjon A., Filer D. An Atlas of the World's Conifers. *Brill*, **2013**.
- Fiocco D., Arciuli M., Arena M. P., Benvenuti S., Gallone A. Chemical composition and the anti-melanogenic potential of different essential oils: Essential oils inhibit mushroom and melanoma cell tyrosinases. *Flavour and Fragrance Journal*, **2016**, 31, 255–261.
- Fujisaki R., Kamei K., Yamamura M., Nishiya H., Inouye S., Takahashi M., Abe S. *In vitro* and *in vivo* anti-plasmodial activity of essential oils, including hinokitiol. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, **2012**, 43, 270-279.
- Gallis A. T., Doulis A. G., Papageorgiou A. C. Variability of Cortex Terpene Composition in *Cupressus sempervirens* L. provenances grown in Crete, Greece. *Silvae Genetica*, **2007**, 56, 294-299.
- Gao H., Shupe T. F., Eberhardt T. L., Hse C. Y. Antioxidant activity of extracts from the wood and bark of Port Orford cedar. *Journal of Wood Science*, **2007**, 53, 147–152.

- Garcia G., Garcia A., Gibernau M., Bighelli A., Tomi F. Chemical compositions of essential oils of five introduced conifers in Corsica. *Natural Product Research*, **2017**, 31, 1697–1703.
- Giatropoulos A., Pitarokili D., Papaioannou F., Papachristos D., Koliopoulos G., Emmanouel N., Tzakou O., Michaelakis A. Essential oil composition, adult repellency and larvicidal activity of eight Cupressaceae species from Greece against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, **2013**, 112, 1113–1123.
- Guleria S., Kumar A., Tikku A. K. Chemical Composition and Fungitoxic Activity of Essential Oil of *Thuja orientalis* L. Grown in the North-Western Himalaya. *Zeitschrift für Naturforschung*, **2008**, 63 C, 211–214.
- Hart J. L., Shankman D. Disjunct eastern hemlock (*Tsuga canadensis*) stands at its southern range boundary. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, **2005**, 132, 602–612.
- Hasegawa S., Hirose Y. A diterpene glycoside and lignans from seed of *Thujopsis dolabrata*. *Phytochemistry*, **1980**, 19, 2479–2481.
- Hasegawa S., Hirose Y. Terpenoids from the seed of *Thujopsis dolabrata*. *Phytochemistry*, **1981**, 20, 508–510.
- Hassanzadeh M. K., Rahimizadeh M., Bazzaz B. S. F., Emami S. A., Assili J. Chemical and Antimicrobial Studies of *Platycladus orientalis* Essential Oils. *Pharmaceutical Biology*, **2001**, 39, 388–390.
- Hrutford B. F., Hopley S. M., Gara R. I. Monoterpenes in sitka spruce: Within tree and seasonal variation. *Phytochemistry*, **1974**, 13, 2167–2170.
- Ibrahim N. A., El-Seedi H. R., Mohammed M. M. D. Constituents and biological activity of the chloroform extract and essential oil of *Cupressus sempervirens*. *Chemistry of Natural Compounds*, **2009**, 45, 309–313.
- Ibrahim N. A., El-Seedi H. R., Mohammed M. M. D. Phytochemical investigation and hepatoprotective activity of *Cupressus sempervirens* L. leaves growing in Egypt. *Natural Product Research*, **2007**, 21, 857–866.
- Ibrahim T. A., El-Hela A. A., El-Hefnawy H. M., Al-Taweel A. M. Chemical Composition and Antimicrobial Activities of Essential Oils of Some Coniferous Plants Cultivated in Egypt. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, **2017**, 16, 328–337.

- Imed C., Hichem B. J., Mohamed H., Zine M. Hydrodistillation Kinetic Investigation of Essential Oil from the *Tunisian Cupressus sempervirens* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **2005**, 8, 165–172.
- Ismail A., Mohsen H., Bassem J., Lamia H. Chemical composition of *Thuja orientalis* L. essential oils and study of their allelopathic potential on germination and seedling growth of weeds. *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*, **2015**, 48, 18–27.
- Jang W., Keyes C. R., Running S. W., Lim J.-H., Park P. S. Climate–growth relationships of relict *Picea jezoensis* at Mt. Gyebang, South Korea. *Forest Science and Technology*, **2015**, 11, 19–26.
- Jang W., Park P. S. Stand Structure and Maintenance of *Picea jezoensis* in a Northern Temperate Forest, South Korea. *Journal of Plant Biology*, **2010**, 53, 180–189.
- Jasuja N. D., Sharma S., Choudhary J., Joshi S. C. Essential Oil and Important Activities of *Thuja orientalis* and *Thuja occidentalis*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **2015**, 18, 931–949.
- Jeon J.-H., Lee S.-H., Kim M.-K., Lee H.-S. Larvicidal Activity of *Chamaecyparis obtusa* and *Thuja orientalis* Leaf Oils against Two Mosquito Species. *Agric. Chem. Biotechnol.*, **2005**, 48(1), 26–28.
- Jerković I., Mastelić J., Milos M. Chemical Composition of the Essential Oil of *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchh. Cultivated in Croatia. *Journal of Essential Oil Research*, **2003**, 15, 36–38.
- Johnston W. H., Karchesy J. J., Constantine G. H., Craig A. M. Antimicrobial activity of some Pacific Northwest woods against anaerobic bacteria and yeast. *Phytotherapy Research*, **2001**, 15, 586–588.
- Ju M. S., Lee P., Kim H.-G., Lee K.-Y., Hur J., Cho S.-H., Sung S.-H., Oh M.-S. Protective effects of standardized *Thuja orientalis* leaves against 6-hydroxydopamine-induced neurotoxicity in SH-SY5Y cells. *Toxicology in vitro*, **2010**, 24, 759–765.
- Kamdern P. D., Hanover J. W. Inter-Tree Variation of Essential Oil Composition of *Thuja occidentalis* L. *Journal of Essential Oil Research*, **1993**, 5, 279–282.
- Kartnig T., Still F., Reinthaler F. Antimicrobial activity of the essential oil of young pine shoots (*Picea abies* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, **1991**, 35, 155–157.

Khubeiz M. J., Mansour G., Zahraa B. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Cupressus sempervirens* L. Leaves in Syria, **2016**, 8(4), 281-286.

Kılıç Ö. Essential oil composition of two *Thuja* L. (Cupressaceae) species from Canada, *Muş Alparslan University Journal of Science*, **2014**, 2, 195-199.

Kim J.-Y., Kim H.-J., Kim S.-M., Park K.-R., Jang H.-J., Lee E.-H., Jung S.-H., Ahn K.-S. Methylene chloride fraction of the leaves of *Thuja orientalis* inhibits *in vitro* inflammatory biomarkers by blocking NF- κ B and p38 MAPK signaling and protects mice from lethal endotoxemia. *Journal of Ethnopharmacology*, **2011**, 133, 687–695.

Kim K., Moon E., Kim S. Y., Choi S. U., Son M. W., Choi S. Z., Lee K. R., Bioactive Sesquiterpenes from the Essential Oil of *Thuja orientalis*. *Planta Medica*, **2013**, 79, 1680–1684.

Kim T. H., Li H., Wu Q., Lee H. J., Ryu J. H. A new labdane diterpenoid with anti-inflammatory activity from *Thuja orientalis*. *Journal of Ethnopharmacology*, **2013**, 146, 760–767.

Kiselev K. V., Grigorchuk V. P., Ogneva Z. V., Suprun A. R., Dubrovina A. S. Stilbene biosynthesis in the needles of spruce *Picea jezoensis*. *Phytochemistry*, **2016**, 131, 57–67.

Kolaylı S., Ocak M., Aliyazicioglu R., Karaoglu S. Chemical Analysis and Biological Activities of Essential Oils from Trunk-Barks of Eight Trees. *Asian J. Chem.*, **2009**, 21, 2684-2694.

Korica A., Polis O., Spalvis K., Bartkevics V. Quantitative and Qualitative Seasonal Changes of Scots Pine and Norway Spruce Foliage Essential Oils in Latvia, and the Extraction Dynamics Thereof. *Baltic Forestry*, **2015**, 21, 51-58.

Kreps, F., Burčová Z., Jablonský M., Házb A., Frecerc V., Kyselkae J., Schmidta S., Šurinab I., Filipe V. Bioresource of Antioxidant and Potential Medicinal Compounds from Waste Biomass of Spruce. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **2017**, 5, 8161–8170.

Kubeczka K.-H., Schultze W. Biology and chemistry of conifer oils. *Flavour and Fragrance Journal*, **1987**, 2, 137–148.

Kuo Y.-H., Chen W.-C. Chemical Constituents of the Pericarp of *Platycladus orientalis*. *Journal of the Chinese Chemical Society*, **1999**, 46, 819–824.

- Küpeli Akkol E., İlhan M., Ayşe Demirel M., Keleş H., Tümen I., Süntar I. *Thuja occidentalis* L. and its active compound, α -thujone: Promising effects in the treatment of polycystic ovary syndrome without inducing osteoporosis. *Journal of Ethnopharmacology*, **2015**, 168, 25–30.
- Kusumoto N., Shibutani, S. Evaporation of volatiles from essential oils of Japanese conifers enhances antifungal activity. *Journal of Essential Oil Research*, **2015**, 27, 380–394.
- Lagalante A. F., Montgomery M. E. Analysis of Terpenoids from Hemlock (*Tsuga*) Species by Solid-Phase Microextraction/Gas Chromatography/Ion-Trap Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **2003**, 51, 2115–2120.
- Lagalante A. F., Montgomery M. E., Calvosa F. C., Mirzabeigi M. N. Characterization of Terpenoid Volatiles from Cultivars of Eastern Hemlock (*Tsuga canadensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **2007**, 55, 10850–10856.
- Latałowa M., van der Knaap W. O. Late Quaternary expansion of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in Europe according to pollen data. *Quaternary Science Reviews*, **2006**, 25, 2780–2805.
- Ledig F. T., Hodgskiss P. D., Johnson D. R. Genic diversity, genetic structure, and mating system of Brewer spruce (Pinaceae), a relict of the Arcto-Tertiary forest. *American Journal of Botany*, **2005**, 92, 1975–1986.
- Lee E. H. Flavonoids from the Leaves of *Thuja orientalis* Inhibit the Aldose Reductase and the Formation of Advanced Glycation Endproducts. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, **2009**, 52, 448–455.
- Lee N.-H., Lee S.-M., Lee T.-M., Chung N. & Lee H.-S. GC-MS Analyses of the Essential Oils Obtained from Pinaceae Leaves in Korea. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **2015**, 18, 538–542.
- Lee Y. J., Hwang S.M., Yoon J.J., Lee S.M., Kyung E.H., Kim J.S., Kang D.G., Lee H.S. Inhibitory effect of *Thuja orientalis* on TNF- α -induced vascular inflammation. *Phytotherapy Research*, **2010**, 24, 1489–1495.
- Lei H., Wang Y., Liang F., Su W., Feng Y., Guo X., Wang N. Composition and variability of essential oils of *Platycladus orientalis* growing in China. *Biochemical Systematics and Ecology*, **2010**, 38, 1000–1006.

- Loizzo M. R., Saab A., Tundis R., Statti G., Menichini F., Lampronti I., Gambari R., Cinatl J., Doer H. W. Phytochemical Analysis and *in vitro* Antiviral Activities of the Essential Oils of Seven Lebanon Species. *Chemistry & Biodiversity*, **2008**, 5, 461–470.
- Loizzo M. R., Tundis R., Menichini F., Saab A. M., Statti G. A., Menichini F. Antiproliferative effects of essential oils and their major constituents in human renal adenocarcinoma and amelanotic melanoma cells: *Essential oils cytotoxicity. Cell Proliferation*, **2008**, 41, 1002–1012.
- Loukis A., Tsitsa-Tzardi E., Kouladi M., Ma Y. Composition of the Essential Oil of *Cupressus sempervirens* L. Cones from Greece. *Journal of Essential Oil Research*, **1991**, 3, 363–364.
- Lu Y., Liu Z., Wang Z., Wei D. Quality evaluation of *Platycladus orientalis* (L.) Franco through simultaneous determination of four bioactive flavonoids by high-performance liquid chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, **2006**, 41, 1186–1190.
- M'barek K. Chemical Composition and Phytotoxicity of *Cupressus sempervirens* Leaves Against Crops. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, **2016**, 19, 1582–1599.
- Mahmood Z., Ahmed I., Saeed M. U. Q., Sheikh M. A. Investigation of Physico-Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil Extracted from Lignin-Containing *Cupressus sempervirens*. *BioResources*, **2013**, 8, 1625-1633.
- Manter D. K., Karchesy J. J., Kelsey R. G. The sporicidal activity of yellow-cedar heartwood, essential oil and wood constituents towards *Phytophthora ramorum* in culture. *Forest Pathology*, **2006**, 36, 297–308.
- Manter D. K., Kelsey R. G., Karchesy J. J. Antimicrobial Activity of Extractable Conifer Heartwood Compounds Toward *Phytophthora ramorum*. *Journal of Chemical Ecology*, **2007**, 33, 2133–2147.
- Matsuura T., Yamaguchi T., Zaike Y., Yanagihara K., Ichinose M. Reduction of the chronic stress response by inhalation of hiba (*Thujopsis dolabrata*) essential oil in rats. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, **2014**, 78, 1135–1139.
- Mazari K., Bendimerad N., Bekhechi C., Fernandez X. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Algerian *Juniperus phoenicea* L. and *Cupressus sempervirens* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, **2010**, 4, 959-964.

- McClure M. S., Hare J. D. Foliar terpenoids in *Tsuga* species and the fecundity of scale insects. *Oecologia*, **1984**, 63, 185–193.
- McCune L. M., Johns T. Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the Indigenous Peoples of the North American boreal forest. *Journal of Ethnopharmacology*, **2002**, 82, 197-205.
- Mehdi Hashemi S., Ali Safavi S. Chemical Constituents and Toxicity of Essential Oils of Oriental Arborvitae, *Platycladus orientalis* (L.) Franco, against Three Stored-Product Beetles. *Chilean journal of agricultural research*, **2012**, 2, 188–194.
- Milos M., Masteli J., Radoni A. Free and Glycosidically Bound Volatile Compounds from Cypress Cones (*Cupressus Sempervirens* L.). *Croatica Chemica Acta*, **1998**, 71, 139-145.
- Milos M., Radonic A., Mastelic J. Seasonal Variation in Essential Oil Compositions of *Cupressus sempervirens* L. *Journal of Essential Oil Research*, **2002**, 14, 222.
- Mohareb A. S. O., Badawy M. E. I., Abdelgaleil S. A. M. Antifungal activity of essential oils isolated from Egyptian plants against wood decay fungi. *Journal of Wood Science*, **2013**, 59, 499–505.
- Mohareb A. S. O., Kherallah I. E. A., Badawy M. E. I., Salem M. Z. M., Faraj H. A. Y., Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated From Leaves of Different Woody Trees Grown In Al-Jabel Al-Akhdar Region, Libya. *Alexandria Science Exchange Journal*, **2016**, 37, 358-371.
- Mothana R., Lindequist U., Gruenert R. Evaluation of the *in vitro* anticancer, antimicrobial and antioxidant activities of some Yemeni plants used in folk medicine, *Pharmazie*, **2009**, 64, 260–268.
- Moussa Kéïta S., Vincent C., Schmidt J.-P., Thor Arnason J. Insecticidal effects of *Thuja occidentalis* (Cupressaceae) essential oil on *Callosobruchus maculatus* [Coleoptera: Bruchidae]. *Canadian Journal of Plant Science*, **2001**, 81, 173–177.
- Nagata T., Fujino Y., Toume K., Xiao Long L., Yamaguchi T., Okumura T., Komatsu K., Shimada Y., Anti-cancer Effect in Volatile Components of Hiba Essential Oil (*Thujopsis dolabrata*). *Clin Exp Pharmacol*, **2016**, 6:214.
- Naser B., Bodinet C., Tegtmeier M., Lindequist U. *Thuja occidentalis* (Arbor vitae): A Review of its Pharmaceutical, Pharmacological and Clinical Properties. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2005**, 2, 69–78.

- Nehdi I. A. *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* seed oil: Chemical composition, physicochemical characteristics, and utilizations. *Industrial Crops and Products*, **2013**, 41, 381–385.
- Nejia H., Séverine C., Jalloul B., Mehrez R., Stéphane C. J. Extraction of essential oil from *Cupressus sempervirens*: comparison of global yields, chemical composition and antioxidant activity obtained by hydrodistillation and supercritical extraction. *Natural Product Research*, **2013**, 27, 1795–1799.
- Nickavar B., Amin G., Parhami S. Volatile Constituents of the Fruit and Leaf Oils of *Thuja orientalis* L. Grown in Iran. *Zeitschrift für Naturforschung*, **2003**, 58C, 171-172.
- Noshita T., Ishiai S., Furukido T., Funayama S. Isolation of (–)-4'-demethyl traxillagenin from *Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. var. *hondai* Makino. *Journal of Natural Medicines*, **2009**, 63, 105–106.
- Nygaard P., Øyen B.-H. Spread of the Introduced Sitka Spruce (*Picea sitchensis*) in Coastal Norway. *Forests*, **2017**, 8, 1-13
- Oh I., Yang W. Y., Park J., Lee S., Mar. W., Oh K.-B., Shin J. *In vitro* Na⁺/K⁺-ATPase inhibitory activity and antimicrobial activity of sesquiterpenes isolated from *Thujopsis dolabrata*. *Archives of Pharmacal Research*, **2011**, 34, 2141–2147.
- Ohno T., Kita M., Yamaoka Y., Imamura S., Yamamoto T., Mitsufuji S., Kodama T., Kashima K., Imanishi J. Antimicrobial Activity of Essential Oils against *Helicobacter pylori*. *Helicobacter*, **2003**, 8, 207–215.
- Orav A., Kailas T., Liiv M. Analysis of terpenoid composition of conifer needle oils by steam distillation/extraction, gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *Chromatographia*, **1996**, 43, 215–219.
- Otto A., Wilde V. Sesqui-, Di-, and Triterpenoids as Chemosystematic Markers in Extant Conifers--A Review. *The Botanical Review*, **2001**, 67, 141-238.
- Palá-Paúl J., Usano-Alemany J., Grandaa E., Soria A.-C. Antifungal and Antibacterial Activity of the Essential oil of *Chamaecyparis lawsoniana* from Spain. *Natural Product Communications*, **2012**, 7, 1383-1386.
- Pauly G., Yani A., Pioveti L., Bernard-Dagan C. volatile constituents of the leaves of *Cupressus dupreziana* and *Cupressus sempervirens*. *Phytochemistry*, **1983**, 22, 957-959.

Pavela R. Insecticidal Properties of Several Essential Oilson the House Fly (*Musca domestica* L.). *Phytotherapy Research*, **2008**, 22, 274-278.

Pezet J., Elkinton J., Gomez S., Mackenzie E. A., Lavine M., Preisser E. Hemlock Woolly Adelgid and Elongate Hemlock Scale Induce Changes in Foliar and Twig Volatiles of Eastern Hemlock. *Journal of Chemical Ecology*, **2013**, 39, 1090–1100.

Pioveti L. Gonzalez E., Diara A., Diterpene composition of *Cupressus dupreziana* and *Cupressus sempervirens*. *Phytochemistry*, **1980**, 19, 2772-2773.

Radulescu V., Saviuc C., Chifiriuc C., Oprea E., Ilies D. C., Marutescu L., Lazar V. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil from Shoots Spruce (*Picea abies* L.). *Rev. Chim.*, **2011**, 62, 69-74.

Radulović N. S., Gencic M. S., Stojanovic N. M., Randjelovic P. J., Stojanovic-Radic Z. Z., Stojiljkovic N. I. Toxic essential oils. Part V: Behaviour modulating and toxic properties of thujones and thujone-containing essential oils of *Salvia officinalis* L., *Artemisia absinthium* L., *Thuja occidentalis* L. and *Tanacetum vulgare* L. *Food and Chemical Toxicology*, **2017**, 105, 355–369.

Rawat P., Khan M., Kumar M., Tamarkar A., Srivastava A., Arya K., Maurya R. Constituents from fruits of *Cupressus sempervirens*. *Fitoterapia*, **2010**, 81, 162–166.

Rolli E., Marieschi M., Maietti S., Sacchett, G., Bruni R. Comparative phytotoxicity of 25 essential oils on pre- and post-emergence development of *Solanum lycopersicum* L.: A multivariate approach. *Industrial Crops and Products*, **2014**, 60, 280–290.

Romani A., Galardi C., Pinelli P., Mulinacci N. HPLC Quantification of Flavonoids and Biflavonoids in Cupressaceae Leaves. *Chromatographia*, **2002**, 56, 469-474

Schneider M. J., Brendze S., Montali J. A. Alkaloids of *Picea Breweriana*. *Phytochemistry*, **1995**, 39, 1387–1390.

Selim S. A., Adam M. E., Hassan S. M., Albalawi A. R. Chemical composition, antimicrobial and antibiofilm activity of the essential oil and methanol extract of the Mediterranean cypress (*Cupressus sempervirens* L.). *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **2014**, 14, 1-8.

Sharma S. K., Sharma R. Essential oil constituents and antimicrobial potency of *Thuja orientalis* grown in Rajasthan. *SGVU Int. J. Env. Sci. Technol.*, **2016**, 2, 1-7.

Simard S., Hachey J.-M., Collin G. J. The Variations of Essential Oil Composition During the Extraction Process. The Case of *Thuja occidentalis* L. and *Abies balsamea* (L.) Mill. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, **1988**, 8, 561–573.

Smith E. C. J., Williamson E. M., Wareham N., Kaatz G. W., Gibbons S. Antibacterials and modulators of bacterial resistance from the immature cones of *Chamaecyparis lawsoniana*. *Phytochemistry*, **2007**, 68, 210–217.

Stermitz F. R., Kamm C. D., Tawara J. N. Piperidine alkaloids of spruce (*Picea*) and fir (*Abies*) species. *Biochemical Systematics and Ecology*, **2000**, 28, 177–181.

Svajdlenka E., Mártonfi P., Tomasko I., Grancai D., Nagy M. Essential Oil Composition of *Thuja occidentalis* L. Samples from Slovakia. *Journal of Essential Oil Research*, **1999**, 11, 532–536.

Szolyga B., Gniłka R., Szczepanik M., Szumny A. Chemical composition and insecticidal activity of *Thuja occidentalis* and *Tanacetum vulgare* essential oils against larvae of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **2014**, 151, 1–10.

Tanaka R., Kumagai T., In Y., Ishida T., Nishino H., Matsunaga S. Piceanonols A, and B, triterpenoids bearing a novel skeletal system isolated from the bark of *Picea jezoensis* var. *hondoensis*. *Tetrahedron Letters*, **1999**, 40, 6415–6418.

Tanaka R., Minami T., Ishikawa Y., Tokuda H., Matsunaga S. Cancer Chemopreventive Activity of Serratane-Type Triterpenoids from *Picea jezoensis*. *Chemistry & Biodiversity*, **2004**, 1, 878–885.

Tanaka R., Tsujimoto K., Matsunaga S. Two serratane triterpenes from the stem bark of *Picea jezoensis* var. *hondoensis*. *Phytochemistry*, **1999**, 52, 1581–1585.

Tapondjou A. L., Adler C., Fontem D. A., Bouda H., Reichmuth C. Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. *Journal of Stored Products Research*, **2005**, 41, 91–102.

Theou G., Papachristos D. P., Stamopoulos D. C. Fumigant toxicity of six essential oils to the immature stages and adults of *Tribolium confusum*. *Hellenic Plant Protection Journal*, **2013**, 6, 29–39.

- Toroglu S. *In vitro* antimicrobial activity and antagonistic effect of essential oils from plant species. *Journal of Environmental Biology*, **2007**, 28, 551-559.
- Tsiri D., Graikou K., Pobłocka-Olech L., Krauze-Baranowska M., Spyropoulos C., Chinou I. Chemosystematic Value of the Essential Oil Composition of *Thuja* species Cultivated in Poland—Antimicrobial Activity. *Molecules*, **2009**, 14, 4707–4715.
- Tucker A. O., Maciarelo M. J., Karchesy J. J. Commercial “Rose of Cedar” Oil, the Wood Oil of Port Orford Cedar, *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl. (Cupressaceae). *Journal of Essential Oil Research*, **2000**, 12, 24–26.
- Tumen I., Süntar I., Keleş H., Küpeli Akkol E. A Therapeutic Approach for Wound Healing by Using Essential Oils of *Cupressus* and *Juniperus* Species Growing in Turkey. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2012**, 1–7.
- Uçar G., Uçar M. B., Fakir H. Composition of Volatile Foliage Isolates from *Cupressus sempervirens* Varieties (Var. *horizontal* Mill. and *pyramidalis* Nyman) Growing in Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, **2007**, 19, 562–565.
- Ulusal B. G., Arikan S., Durusoy C. Anticoagulant effect of *Cupressus sempervirens*: cypress as an anticoagulant. *Phytotherapy Research*, **2007**, 21, 1116–1116.
- Umezu T. Evaluation of the Effects of Plant-derived Essential Oils on Central Nervous System Function Using Discrete Shuttle-type Conditioned Avoidance Response in Mice: Essential oils and avoidance response. *Phytotherapy Research*, **2012**, 26, 884–891.
- Upreti Y., Asselin H., Dhakal A., Julien N. Traditional use of medicinal plants in the boreal forest of Canada: review and perspectives. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **2012**, 8, 1-14.
- Vlad P. F., Khariton K. S., Koltsa M. N., Bordakh O. D. Mass spectrometric investigation of the abienols - diterpene alcohols. *Khimiya Prirodnykh Soedinenii*, **1974**, 1, 30-35.
- Von Rudloff E. M. Variation in leaf oil terpene composition of Sitka spruce. *Phytochemistry*, **1978**, 17, 127–130.
- Von Rudloff E. Volatile leaf oil analysis in chemosystematic studies of North American conifers. *Biochemical Systematics and Ecology*, **1975**, 2, 131–167.
- Wada S., Yasui Y., Hitomi T., Tanaka R. Structures and Radical-Scavenging Activities of Phenolic Constituents from the Bark of *Picea jezoensis* var. *jezoensis*. *Journal of Natural Products*, **2007**, 70, 1605–1610.

Wada S., Yasui Y., Tokuda H., Tanaka R. Anti-tumor-initiating effects of phenolic compounds isolated from the bark of *Picea jezoensis* var. *jezoensis*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, **2009**, 17, 6414–6421.

Wang J., Li S. J. Freitag C., Morrell J. J., Karchesy J. J. Antifungal Activities of Four Cedar Foliage Oils to Wood Stain or Decay Fungi. *Advanced Materials Research*, **2011**, 365, 375–381.

Wang Y.-Z., Tang C.-P., Ke C.-Q., Weiss H.-C., Gesing E.-R., Ye Y. Diterpenoids from the pericarp of *Platycladus orientalis*. *Phytochemistry*, **2008**, 69, 518–526.

Won J.-N. Antiviral Activity of the Plant Extracts from *Thuja orientalis*, *Aster spathulifolius*, and *Pinus thunbergii* Against Influenza Virus A/PR/8/34. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, **2013**, 23, 125–130.

Yatagai M., Sato T., Takahashi T. Terpenes of leaf oils from Cupressaceae. *Biochemical Systematics and Ecology*, **1985**, 13, 377–385.

Σαρχής Γ., Συστηματική Βοτανική-Εφαρμογές Κορμοφυτών, Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα, **1999**.
w1: theplantlist.org

w2: <http://www.fs.fed.us/database/feis/>

w3: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=233500914

w4: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200005296