

---

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**



**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

---

**ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ**

**Αντιβακτηριακές, αντιμυκητιακές και αντιοξειδωτικές  
ιδιότητες μιας σειράς αιθέριων ελαίων.**

**ΚΑΛΥΚΑΚΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2007**

***ANTIBAKTΗΡΙΑΚΕΣ, ANTIMYKHHTIAΚΕΣ ΚΑΙ ANTIOΞEΙΛΩΤΙΚΕΣ  
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΙΑΣ ΣΕΙΡΑΣ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ***

**ΚΑΛΥΚΑΚΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δ. ΓΑΝΩΤΑΚΗΣ**

**ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ  
ΤΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2007**

***ANTIBACTERIAL, ANTIFUNGAL AND ANTIOXIDATIVE  
PROPERTIES OF A SERIES OF ESSENTIAL OILS***

**KALIKAKI AGGELIKI**

**SUPERVISOR: D. GHANOTAKIS**

**DEPARTMENT OF CHEMISTRY  
UNIVERSITY OF CRETE**

**HERAKLIO 2007**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ**

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης για την υλικοτεχνική υποδομή και την οικονομική βοήθεια που μου παρείχε.

Στην συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Δ. Γανωτάκη για την ανάθεση του θέματος της παρούσας εργασίας, καθώς και την εμπιστοσύνη που μου επέδειξε ώστε να μου επιτρέψει να εργαστώ στο εργαστήριο Βιοχημείας. Η συνεχής καθοδήγηση, οι πολύτιμες συμβουλές καθώς επίσης και η αμέριστη συμπαράσταση του ήταν καθοριστικές για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας.

Ευχαριστώ τους Επίκουρους Καθηγητές κ. Γ. Τσιώτη και κ. Γ. Βασιλικογιαννάκη που δέχθηκαν να κρίνουν την παρούσα εργασία.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Λευτέρη Τουλουπάκη, τον Μάρκο Τρικεριώτη και τον Δημήτρη Στεφανάκη που διέθεσαν τις γνώσεις και την εμπειρία τους στο αντικείμενο της Βιοχημείας στην διάθεση μου και που εκτός από την άψογη συνεργασία που είχαμε υπήρξαν και πολύ καλοί φίλοι.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους φίλους και συνεργάτες Ελίνα Ανυφαντάκη, Πόπη Καβελάκη, Νίκο Αλεξανδρίδη, Μάνο Χριστοφάκη, Αριάδνη Παπαδάκη, Ιωάννα Παναγάκου και Ειρήνη Κωστομοίρη για την ηθική συμπαράσταση και το ευχάριστο περιβάλλον που δημιούργησαν στο εργαστήριο κάνοντας τις ώρες να περνούν πραγματικά ευχάριστα.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στους πολύ καλούς φίλους μου Μαρία Παπαδάκη, Ζαφειρία Αναγνώστου, Γιάννα Τσιάμουρου, Χριστίνα Θεοδόση και Εμμανουέλλα Σκουληκάρη για την στήριξη τους και τις ωραίες στιγμές που μου χάρισαν κατά τα δύο αυτά τελευταία χρόνια. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα παιδιά του εργαστηρίου του κ. Γ. Τσιώτη για την πολύ αρμονική συνεργασία, τις γνώσεις που μοιράστηκαν μαζί μου και την φιλία τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται η μελέτη των αντιβακτηριακών, αντιμυκητιακών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων μιας σειράς αιθέριων ελαίων. Πιο συγκεκριμένα προσδιορίζεται η αξιολογική σειρά ιεράρχησης των αιθέριων ελαίων όσον αφορά τις ιδιότητες τους αυτές. Έτσι, αρχικά εφαρμόζεται η μέθοδος του αντιβιογράμματος, δηλαδή ο προσδιορισμός των αντιβακτηριακών και αντιμυκητιακών ιδιοτήτων με την χρήση της μεθόδου διάχυσης των δίσκων και της δημιουργίας ζωνών αναστολής γύρω από αυτούς. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε αρκετά μικροβιολογικά εργαστήρια και αποτελεί μια τροποποίηση της γνωστής μεθόδου Bauer-Kirby. Στην τεχνική αυτή αντί για την χρήση έτοιμων δίσκων αντιβιοτικών χρησιμοποιούνται στείροι δίσκοι που εμποτίζονται με τα υπό μελέτη αιθέρια έλαια. Τα αποτελέσματα της μεθόδου έδειξαν μια επικράτηση του θυμαριού ως το βέλτιστο αντιβακτηριακό και αντιμυκητιακό, ενώ έλαια όπως το λανγκ-λανγκ και η πιπερόριζα παρουσίασαν αμελητέες αντιμικροβιακές δράσεις. Τα υπόλοιπα έλαια κυμαίνονταν σε ενδιάμεσες θέσεις. Όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες εφαρμόστηκε η φασματοφωτομετρική μέθοδος αποχρωματισμού ενός ιώδους χρώματος μεθανολικού διαλύματος του DPPH. Βάσει αυτής της μεθόδου επιτεύχθηκε η αξιολόγηση της ικανότητας των αιθέριων ελαίων για δέσμευση αρκετών βλαπτικών ελευθέρων ριζών. Από αυτό τον προσδιορισμό κρίθηκε το θυμάρι ως το ισχυρότερο με επίσης υψηλές θέσεις των ελαίων τειόδεντρου, λανγκ-λανγκ, πιπερόριζας και ροδόξυλου.

**Λέξεις κλειδιά:** Αντιβακτηριακές-αντιμυκητιακές-αντιοξειδωτικές ιδιότητες, Μέθοδος διάχυσης δίσκων, Μέθοδος Bauer-Kirby, Φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός, DPPH: 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζίλιο, Αιθέρια έλαια, Τερπένια.

## ABSTRACT

The aim of this work was to study the antibacterial, antifungal and antioxidative properties of a series of essential oils. In specific we determined the classification of the essential oils regarding these properties. At first, the method of the antibiogram is used, meaning the determination of the antibacterial and antifungal properties by using the disc diffusion assay and the formation of zones of inhibition. This method is being used in several microbiological laboratories and is composed of a modification of the known method Bauer-Kirby. In this technique instead of using already prepared discs of antibiotics we use sterile discs that are being soaked with the essential oils under examination. The results of this method revealed a dominance of thyme as the best antibacterial and antifungal, while oils such as ylang-ylang and ginger showed minimum antimicrobial activity. The rest of the essential oils were in between. As far as the antioxidative properties were concerned a spectrophotometric method of bleaching of a purple-coloured methanol solution of DPPH was applied. The ability of the essential oils to bind several harmful free radicals was assessed based on this method. Finally, thyme proved to be the most potent essential oil in this assay, while tea tree, ylang-ylang, ginger and rosewood also ranked high.

**Keywords:** Antibacterial-antifungal-antioxidative properties, Disc diffusion assay, Bauer-Kirby method, Spectrophotometric assay, DPPH: 2,2-diphenylpicrylhydrazyl, Essential oils, Terpenes.

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

<b>ΑΕ</b>	: Αιθέριο Έλαιο
<b>C. albicans</b>	: Μύκητας <i>Candida albicans</i>
<b>DHEA</b>	: Θεική- Δεϋδροεπιανδροστερόνη
<b>DPPH</b>	: 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλ-υδραζίλιο
<b>ΕΑΠ</b>	: Ελάχιστη Ανασταλτική Πυκνότητα
<b>E. coli</b>	: Βακτήριο <i>Escherichia coli</i>
<b>IC<sub>50</sub></b>	: Ανασταλτική Συγκέντρωση που προκαλεί 50% αποχρωματισμό του διαλύματος του DPPH
<b>LB</b>	: Θρεπτικό Υλικό Luria Bertani
<b>MHA</b>	: Mueller-Hinton άγαρ
<b>PCL</b>	: Προσδιορισμός Φωτοχημειοφωταύγειας

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστήριο σημείωμα.....	σελ. 4
Περίληψη (Ελληνική).....	σελ.5
Περίληψη (Αγγλική).....	σελ.6
Συντομογραφίες.....	σελ.7
ΜΕΡΟΣ Α. Γενικά χαρακτηριστικά των αιθέριων ελαίων	
Α.1 Εισαγωγή	
A.1.1 Αγορά και χρήση των αιθέριων ελαίων.....	σελ.10
A.1.2 Ιστορική αναδρομή.....	σελ.14
A.1.3 Ονοματολογία των χρησιμοποιηθέντων αιθέριων ελαίων.....	σελ.16
A.1.4 Περιγραφή των επιμέρους αιθέριων ελαίων.....	σελ.17
1)Ροδόξυλο.....	σελ.17
2)Δενδρολίβανο το φαρμακευτικό.....	σελ.18
3)Δυόσμος.....	σελ.20
4)Υλανγκ-Υλανγκ.....	σελ.23
5)Πευκοβελόνα.....	σελ.24
6)Λεβάντα.....	σελ.25
7)Περγαμόντο.....	σελ.28
8)Ευκάλυπτος ο σφαιρικός.....	σελ.29
9)Γεράνι ή Πελαργόνιο.....	σελ.30
10)Γλυκάνισο.....	σελ.31
11)Εγγλέζικο Χαμομήλι.....	σελ.33
12)Πιπερόριζα.....	σελ.34
13)Φασκομηλιά.....	σελ.36
14)Μάραθο.....	σελ.38
15)Τειόδεντρο.....	σελ.40
16)Θυμάρι.....	σελ.41
A.1.5 Πιθανές εφαρμογές των αιθέριων ελαίων στα τρόφιμα.....	σελ.43
A.1.6 Σύνοψη των ήδη γνωστών αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων των αιθέριων ελαίων.....	σελ.46
A.2 Σκοπός.....	σελ.53
A.3 Υλικά και μέθοδοι.....	σελ.54
A.3.1 Μέθοδος δίσκων.....	σελ.54



Τροποποιημένη Μέθοδος Bauer-Kirby.....σελ.54	σελ.54
Τεχνική της μεθόδου Bauer-Kirby.....σελ.58	σελ.58
Διαμόρφωση της ζώνης αναστολής.....σελ.59	σελ.59
A.3.2 Διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου διάχυσης δίσκων (Bauer-Kirby).....σελ.59	σελ.59
A.3.3 Αντιοξειδωτική μέθοδος με την χρήση του DPPH.....σελ.63	σελ.63
Η βάση της μεθόδου	
1. DPPH- ελεύθερη ρίζα και ανηγμένη μορφή.....σελ.64	σελ.64
2. Η αυθεντική μέθοδος του Blois.....σελ.65	σελ.65
Εφαρμογή της αντιοξειδωτικής μεθόδου.....σελ.67	σελ.67
A.4 Αποτελέσματα – Συζήτηση	
A.4.1 Αντιβακτηριακή δραστηριότητα.....σελ.69	σελ.69
A.4.2 Αντιμυκητιακή δραστηριότητα.....σελ.72	σελ.72
A.4.3 Αντιοξειδωτική δράση.....σελ.76	σελ.76
A.5 Συμπεράσματα.....σελ.92	σελ.92
Βιβλιογραφία.....σελ.93	σελ.93

## ΜΕΡΟΣ Α. Γενικά χαρακτηριστικά των αιθέριων ελαίων.

### A.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### A.1.1 Αγορά και χρήση των αιθέριων ελαίων

Τα αιθέρια έλαια είναι πτητικά ελαιώδη συστατικά των μπαχαρικών και των βοτάνων. Καλούνται και ‘εσσάνς’. Παράγονται από ορισμένες ποικιλίες φυτών και, ανάλογα με το συγκεκριμένο είδος, αποθηκεύονται σε μικροσκοπικούς αδένες πετάλων, φύλλων, μίσχων, σπόρων, ριζών, φλοιών ή φλουδών (Πλατής, 2003). Τα κυριότερα αρωματικά φυτά ανήκουν στις οικογένειες Labiatae (Χειλανθή), Umbelliferae (Σκιαδιοφόρα), Lauraceae (Δαφνοειδή), Myrtaceae (Μυρτώδη) και Compositae (Σύνθετα) (Κυπριανού, 2007). Σε μερικές περιπτώσεις διαφορετικά μέρη του ίδιου φυτού παράγουν διαφορετικά αιθέρια έλαια. Οι πρώτες ύλες τους προέρχονται από το Αφγανιστάν και άλλα μέρη της Ασίας. Αποστάζονται σε Ευρώπη και Αμερική. Παράδοση στην παραγωγή και στο χαρμάνιασμα αιθέριων ελαίων έχουν η Γαλλία (στο Γκρας κυρίως), η Ισπανία (Σεβίλλη, Γρανάδα) και η Ελβετία. Οι Γάλλοι ασχολούνται κυρίως με το γλυκανισέλαιο, το πορτοκαλέλαιο και το λεμονέλαιο. Όλα τα αιθέρια έλαια χρειάζονται προσοχή στην αποθήκευση. Ο ήλιος, η υγρασία και η θερμότητα τα απειλούν. Η απειλή του ηλιακού φωτός αποσοβείται εάν τοποθετηθούν σε ύαλο κοβαλτίου. Χορηγούνται σχεδόν αποκλειστικά για εξωτερική χρήση (Πλατής, 2003).

Ο όρος ‘αιθέρια έλαια’ ακούγεται καθημερινά με διάφορες έννοιες. Δεν υπάρχουν καθορισμένοι κανονισμοί για την χρήση της ονομασίας ‘αιθέρια έλαια’ ή ‘εσσάνς’, έτσι πολύ συχνά χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν προϊόντα που έχουν λίγο ή και καθόλου σχέση με τα αληθινά αιθέρια έλαια (Dodt, 1995).

Ως φυσικά αιθέρια έλαια σύμφωνα με τον Κώδικα Ποτών-Τροφίμων χαρακτηρίζονται «τα έντονης οσμής και δριμείας γεύσης μίγματα πτητικών οργανικών ουσιών, απαλλαγμένα από δηλητηριώδεις ουσίες (οργανικές ή ανόργανες), που λαμβάνονται από αρτύματα ή φύλλα, καρπούς, σπόρους, ρίζες κ.λπ. άλλων φυτών με διαβίβαση υπέρθερων ατμών). Αυτά διατίθενται στην κατανάλωση σε διάλυμα ενυδατωμένης αλκοόλης, που μπορεί να περιέχει προπυλενογλυκόλη ή γλυκερίνη ή μίγμα τους και πρέπει να επισημαίνονται ως “φυσικό άρωμα”....(είδος) ή “εσσάνς”....(είδος)» (Πλατής, 2003).

Όταν αναφέρομαι στα αιθέρια έλαια σε αυτή την διατριβή εννοώ τα αγνά αποστάγματα ή εκχυλίσματα που ήταν, είναι και θα είναι εξαιρετικοί σύμμαχοι στην σπιτική υγιεινή. Είναι τελείως φυσικά και δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι πρόκειται για ουσίες πολύ συμπυκνωμένες και πρέπει να τις μεταχειριζόμαστε με προσοχή και γνώση. Τα αγνά αιθέρια έλαια λαμβάνονται από διαφορετικά μέρη των φυτών ανάλογα από το έλαιο. Μερικά προέρχονται από τα λουλούδια, άλλα από τα φύλλα, το μίσχο, τη φλούδα των φρούτων, το ρετσίνι ή τις ρίζες (Dodt, 1995).

Τα αγνά αιθέρια έλαια είναι εκείνα τα φυσικά αιθέρια έλαια που δεν είναι αραιωμένα με έλαια βάσης (όπως το έλαιο του φουντουκιού, του αμυγδάλου, του ροδάκινου, της σόγιας κ.λ.π.), που συνηθίζουν μερικοί αρωματοπώλες και μπαχαριτζήδες. Διακρίνονται από τα αραιωμένα από την συμπεριφορά τους στο λάκμους\*, το ειδικό χαρτί τεσταρίσματος: «διαποτίζουν το στυπόχαρτο και μετά εξατμίζονται και διαλύονται, χωρίς ν' αφήσουν λεκέ» (*Αρωμ. Αισθ.*). Αν ένα αιθέριο έλαιο αφήνει ελαιώδη λεκέ, τότε κατατάσσεται στα ύποπτα αιθέρια έλαια. Για να μπορέσει κανείς να αγοράσει αγνά προϊόντα, θα πρέπει να επιλέξει προσεκτικά τον προμηθευτή του: «Όταν κάποιος νοθεύει το αιθέριο έλαιο και βάζει πάνω του μια ετικέτα που λέει 'αγνό αιθέριο έλαιο', δεν παραβιάζει τον νόμο, γιατί αυτό που πουλά είναι αιθέριο έλαιο, αλλά μπορεί να μην είναι το συγκεκριμένο αιθέριο έλαιο που νομίζετε ότι αγοράζετε» (*Αρωμ. Αισθ.*) (Πλατής, 2003).

Υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι λήψης των αιθέριων ελαίων, όπως είναι η απόσταξη (δηλαδή ο βρασμός των φυτικών τμημάτων σε νερό ή η διαβίβαση υδρατμών μέσω ειδικών συσκευών στα φυτά), η σύνθλιψη (έκθλιψη του φλοιού με τρίψιμο μέσα σε κατάλληλο δοχείο, το οποίο φέρει αιχμηρές προεξοχές), οι διαλύτες, η εκχύλιση (με πτητικούς ή μη πτητικούς διαλύτες) και η απόσταξη με τη χρήση του διοξειδίου του άνθρακα. Η διαδικασία της λήψης του αιθέριου ελαίου που χρησιμοποιείται εξαρτάται από το φυτό. Για παράδειγμα, το πορτοκάλι, λεμόνι, γκρέιπ-φρουτ, και το περγαμόντο συνήθως υπόκεινται στη μέθοδο της σύνθλιψης, καθώς το αιθέριο έλαιο υπάρχει στην φλούδα. Άλλα, όπως η λεβάντα, το ιεροβότανο, το χαμομήλι και το γεράνι αποστάζονται. Μερικά λουλούδια, όπως το τριαντάφυλλο, αποστάζονται απλά ή με τη χρήση διαλύτη και το αποτέλεσμα είναι είτε απόλυτο αιθέριο έλαιο του τριαντάφυλλου ή το αιθέριο έλαιο τριαντάφυλλο. Η ποικιλία των ροδοπέταλων που θα χρησιμοποιηθεί, επίσης, διαφοροποιεί το αποτέλεσμα. Η απόσταξη αγνών αιθέριων ελαίων συνήθως απαιτεί εξοπλισμό εργαστηρίου και μεγάλη ποσότητα υλικών για τη λήψη μικρής ποσότητας αιθέριου ελαίου (Dodt, 1995).

Η μέθοδος της απόσταξης εφαρμόστηκε για πρώτη φορά από τους ανατολικούς λαούς. Το πρώτο αιθέριο έλαιο που αποστάχθηκε με πρωτόγονο τρόπο είναι το τερεβινθέλαιο που βγαίνει από το ρετσίνι των κωνοφόρων δέντρων. Για να πάρουν τα αρώματα από τα άνθη, φύλλα ή ρίζες, τοποθετούσαν τα φυτικά αυτά τμήματα μέσα σε γυάλινα δοχεία που περιείχαν λίπος εκλεκτής ποιότητας και τα άφηναν στον ήλιο για ένα χρονικό διάστημα. Μετά τα απομάκρυναν από το λίπος και το προϊόν που παρέμενε ήταν μια αρωματική αλοιφή ([www.foodtoday.gr](http://www.foodtoday.gr)).

Ωστόσο, μετά τη διαδικασία λήψης του αιθέριου ελαίου το προκύπτον αιθέριο έλαιο είναι μια υψηλά συμπυκνωμένη πτητική ουσία, αποτελούμενη από πολλές διαφορετικές οργανικές ενώσεις, όπως αλκοόλες, εστέρες, υδρογονάνθρακες, αλδεΐδες, κετόνες, φαινόλες, τερπινοειδείς αλκοόλες και οξέα. Οι χημικοί έχουν δοκιμάσει να συνθέσουν αιθέρια έλαια στα εργαστήρια, αλλά, μέχρι σήμερα, δεν είναι 100% επιτυχημένα (Dodt, 1995).

Το χαρακτηριστικό άρωμα κάθε αιθέριου ελαίου είναι η συνισταμένη όλων των συστατικών του, από τα οποία μερικά παίζουν σπουδαίο ρόλο στο τελικό άρωμα του. Έτσι σε μερικά αιθέρια έλαια η παρουσία ενός συστατικού σε αναλογία 1% ή και μικρότερη, έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του αρώματος, π.χ. το αιθέριο έλαιο που περιέχουν οι φλούδες του λεμονιού. Γενικά, τα συστατικά των αιθέριων ελαίων χωρίζονται σε δυο μεγάλες ομάδες, στα οξυγονούχα και στα μη οξυγονούχα. Στα πρώτα περιλαμβάνονται οι αλκοόλες, οι αλδεΐδες, οι κετόνες, οι φαινόλες, τα οξέα, οι εστέρες, κ.α. που είναι συστατικά στα οποία οφείλεται το χαρακτηριστικό άρωμα των αιθέριων ελαίων. Στα δεύτερα περιλαμβάνονται οι υδρογονάνθρακες που είναι τα υπόλοιπα συστατικά των αιθέριων ελαίων, αφού η συμβολή τους στο άρωμά τους είναι μικρή ή μηδαμινή. Τα κυριότερα από τα οξυγονούχα συστατικά είναι: η λιναλοόλη, γερανιόλη, κιτρονελλόλη, νερόλη, τερπιενόλη, πινεόλη, κιτράλη, κιτρονελλάλη, μυρτενάλη, σαφρανάλη, μενθόνη, πουνεγόνη, καρβόνη, πιπεριτόνη, καμφορά, θυμόλη, καρβακρόλη, ανηθόλη, ευγενόλη, τα διάφορα οργανικά οξέα ενωμένα συνήθως με αλκοόλες σε εστέρες, ο οξικός γερανυλεστέρας, οξικός λυναλυλεστέρας, οξικός κιτρονελλυλεστέρας, οξικός μεθυλεστέρας, κ.α. Από όλα τα παραπάνω συστατικά εκείνα που συμβάλλουν πιο πολύ στο άρωμα των αιθέριων ελαίων είναι οι εστέρες. Εξάλλου από τα μη οξυγονούχα συστατικά τα κυριότερα είναι τα μονοκυκλικά και δικυκλικά τερπένια (λεμονένιο, πινένιο, καμφένιο, κ.α.) ([www.foodtoday.gr](http://www.foodtoday.gr)).

Η βιοσύνθεση των αιθέριων ελαίων είναι η σύνθεση που γίνεται μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς και αφορά μια σειρά διαφόρων χημικών αντιδράσεων που γίνονται μέσα στους φυτικούς ιστούς, μέχρι τον τελικό σχηματισμό τους. Το αιθέριο έλαιο κάθε φυτού έχει διαφορετική σύνθεση σε κάθε στάδιο αναπτύξεώς του. Έτσι συγκριτικές αναλύσεις αιθέριων ελαίων, που πάρθηκαν στην αρχή και στο τέλος της βλαστικής περιόδου στη μέντα, έδειξαν μεγάλες διαφορές στη χημική σύστασή. Επίσης, διαφορές παρατηρούνται και στο αιθέριο έλαιο νεαρών και ώριμων φύλλων του ίδιου φυτού. Για τη μετατροπή των διαφόρων συστατικών δεν απαιτείται πολύς χρόνος αλλά μόνο λίγες ώρες. Μέχρι τώρα δεν έχει δοθεί απάντηση για τον τρόπο σχηματισμού των αιθέριων ελαίων στα φυτά. Γενικά διαπιστώθηκε ότι τα διάφορα συστατικά σχηματίζονται από απλούστερες ουσίες που θεωρούνται ως πρόδρομοι αυτών. Μυστήριο, επίσης, καλύπτει και το ακριβές τμήμα στο οποίο λαμβάνει χώρα η σύνθεσή τους. Παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη ποσότητα αιθέριου ελαίου βρίσκεται στα αυξητικά όργανα του φυτού, καθώς και στα νεαρής ηλικίας φυτά. Τα αιθέρια έλαια βρίσκονται μέσα σε ειδικούς αδένες εκκρίσεως που είτε είναι εσωτερικοί, είτε εξωτερικοί και η κατάσταση των αδένων στα φυτικά όργανα είναι ακανόνιστη. Έτσι στα φύλλα της μέντας, η κάτω επιφάνεια περιέχει 10-25 και η επάνω 1-6 αδένες σε κάθε τετραγωνικό χιλιοστό. Οι διαστάσεις και ο αριθμός των αδένων αυξάνει όσο αυτοί βρίσκονται πλησιέστερα προς τις μεγάλες νευρώσεις των φύλλων. Η έκλυση του αιθέριου ελαίου από τα φυτά αποδίδεται τόσο στην εξάτμιση, όσο και στην ρήξη των τοιχωμάτων των αδένων που προκαλείται από την αναπτυσσόμενη ωσμωτική πίεση των κυττάρων που περιβάλλουν τους αδένες, τα οποία περιέχουν διάλυμα από ζάχαρα, άλατα και κολλοειδή ([www.foodtoday.gr](http://www.foodtoday.gr)).

Συνοπτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα αιθέρια έλαια είναι πολύπλοκες ουσίες, πλούσιες σε ενέργεια. Παράγονται από τα πιο μικρούτσικα λουλουδάκια αλλά και από τρισθεόρατα δέντρα. Το πλέον προφανές χαρακτηριστικό τους είναι η θεσπέσια μυρωδιά τους, πρόκειται, εν ολίγοις, για «ουσίες με ωραία μυρωδιά που μπορούν να κάνουν τη ζωή μας πιο ευχάριστη» (*Αρωμ. Αισθ.*). Χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων και στην αρωματοποιία, σε καλλυντικά και οδοντόπαστες, για την πρόσδοση ειδικού αρώματος σε ποτά και καπνά. Τα φυσικά αιθέρια έλαια δεν είναι ελαιώδη, λιπαρά – ουσιαστικά, ο όρος έλαιο είναι κάπως παραπλανητικός. Αν είναι λιπαρά, είναι κατά πάσα πιθανότητα ύποπτα αιθέρια έλαια. Διαφορετικά δεν είναι παρά φυσικά αιθέρια έλαια και ενδεχομένως και αγνά αιθέρια έλαια. Αξίζει, τέλος, να αναφερθεί πως τα αιθέρια έλαια των μπαχαρικών φαίνεται ότι μειώνουν την ανθεκτικότητα των μυκήτων και των σπορίων των βακτηρίων σε αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες (Πλατής, 2003).

## A.1.2 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία των αιθέριων ελαίων αρχίζει με τις «πρωτόγονες φυλές», όπως μαρτυρούν και οι αποστακτήρες αλλά και τα μυροδοχεία και τα άλλα αρωματικής χρήσης σκεύη που έχουν έρθει στο φως με τις ανασκαφές. Οι Αιγύπτιοι όμως κατέγραψαν πρώτοι σε πάπυρους ότι χρησιμοποιούσαν τα έλαια για θεραπευτικούς σκοπούς και για βαλσάμωση διαφόρων ζώων αλλά και των ίδιων των Φαραώ. Εξ άλλου ο πολιτισμός τους είναι γνωστός για τους βοτανικούς κήπους στους οποίους καλλιεργούσαν κυρίως σπάνια φυτά προερχόμενα από την Ασία, τις Ινδίες και την Αραβία. Αλλά και οι αρχαίοι Κινέζοι ήταν αρκετά εξοικειωμένοι με τα μυστικά της αρωματοθεραπείας.

Οι γνώσεις αυτές πέρασαν στους Έλληνες και μετά στους Ρωμαίους. Στους Έλληνες κυρίως γιατρούς αποδίδεται η βελτίωση της αρωματοθεραπείας επιστημονικά, με κορυφαία την ίδρυση της περίφημης Ιατρικής Σχολής στην Κω από τον Ιπποκράτη, που θεωρείται και ο πατέρας της Ιατρικής. Στην αρχαία Ρώμη ο Γαληνός, προσωπικός γιατρός των Ρωμαίων αυτοκρατόρων, που θεωρείται και ο πατέρας της Φαρμακευτικής, ήταν φανατικός χρήστης της αρωματοθεραπείας. Αναφορές στην αρωματοθεραπεία συναντούμε και στη Βίβλο. Γύρω στον 8<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. οι Άραβες βελτίωσαν σημαντικά τις μεθόδους λήψης των αιθέριων ελαίων και έφτιαξαν καινούργια ελιξίρια και φάρμακα (Κυπριανού, 2007).

Τα αιθέρια έλαια αποτέλεσαν κατά το παρελθόν αντίδοτα πολλών ασθενειών και κατά πάσα πιθανότητα και της πανούκλας. Τα είχαν σε υψηλή θέση στο μεσαίωνα. Οι - κατά καιρούς - πόλεμοι των μπαχαρικών, όπως διαβάζουμε, «δεν ξεσπούσαν επειδή κάποιοι καλοφαγάδες δεν είχαν καρυκεύματα για να προσθέσουν στο φαγητό τους ή αρώματα για τις πουδραρισμένες περούκες τους, αλλά επειδή οι άνθρωποι προσπαθούσαν να εξασφαλίσουν τις πρώτες ύλες που θα τους κρατούσαν ζωντανούς» (*Αρωμ. Αισθ.*).

Όσον αφορά την πανούκλα, γνωστή και ως πανώλη, μια μεταδοτική (από ψύλλους, αρουραίους, συνανθρώπους) και άκρως θανατηφόρα, ασθένεια, που καταρρακώνει συνήθως κάθε έννοια περί ανθρώπινης αξιοπρέπειας, τον δέκατο τέταρτο αιώνα αφάνισε, μέσα σε δυο χρόνια μόνο, σχεδόν το ένα τρίτο του ευρωπαϊκού πληθυσμού με τρόπο εξαιρετικά τραγικό. Αν όντως αληθεύουν οι σχετικές μαρτυρίες, το μόνο αντίδοτο στην πανούκλα είναι οι δραστικές ουσίες, οι δρόγες\* των μπαχαρικών: «Όταν οι άνθρωποι πέθαιναν ομαδικά στο Λονδίνο από τη μεγάλη επιδημία πανώλης, το 1665, η μόνη πληθυσμιακή ομάδα που δεν επηρεάστηκε ήταν εκείνη των εργαζομένων στα

αρωματοποιία, τα οποία εκείνη την εποχή χρησιμοποιούσαν μόνο φυσικά αιθέρια έλαια» (Πλατής, 2003).



**Εικόνα 1:** Ηλεκτρική συσκευή διάχυσης του αρώματος του αιθέριου ελαίου που λειτουργεί βασισμένη στην αρχή της ψυχρής εξάτμισης ώστε να διατηρηθεί η φυσική ποιότητα του προϊόντος.

Βλέπουμε λοιπόν την τεράστια αξία που είχαν τα αιθέρια έλαια για την καθημερινότητα της μεσαιωνικής κοινωνίας και την επιβίωση των ανθρώπων εκείνης της εποχής.

Αυτό όμως, που βασικά παρακίνησε τους επιστήμονες να ξανασχοληθούν συστηματικά πλέον σε δεκάδες πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα με την αρωματοθεραπεία, ήταν τα εντυπωσιακά της αποτελέσματα στην περίθαλψη τραυματιών κατά τους δυο Παγκοσμίους Πολέμους. Συγκεκριμένα ο Γάλλος χημικός Rene Gattefosse κατά τη διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου γιάτρευε πρώτα μέσα σε αιθέριο έλαιο λεβάντας τα δικά του εγκαύματα και μετά συνέχισε να θεραπεύει και άλλες σοβαρές περιπτώσεις εγκαυμάτων, κατασκευάζοντας παράλληλα ένα ευρύ φάσμα θεραπευτικών ελαίων, πολλά από τα οποία είναι γνωστά μέχρι και σήμερα.

Γύρω στο 1940 η Marguerite Maury πειραματίστηκε με τη λεγόμενη «ολιστική» χρήση των αιθέριων ελαίων, με μεθόδους δηλαδή που αφορούν την υγεία ολόκληρου του σώματος. Έδωσε έτσι θεραπείες σε διάφορα άτομα με διάφορες ψυχικές και σωματικές «ανισορροπίες». Οι έρευνες της αυτές έθεσαν μεταξύ άλλων τη βάση για το λεγόμενο

«μασάζ» της αρωματοθεραπείας και τις σύγχρονες θεραπείες ομορφιάς του δέρματος (Κυπριανού, 2007).

### A.1.3 Ονοματολογία των χρησιμοποιηθέντων αιθέριων ελαίων

Στον πίνακα που ακολουθεί αναγράφονται οι κοινές και οι επιστημονικές ονομασίες των αιθέριων ελαίων (δηλαδή των αντίστοιχων φυτών από τα οποία προέρχονται) καθώς και οι οικογένειες στις οποίες ανήκουν αυτοί οι οργανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη μου.

<b>Κοινή Ονομασία</b>	<b>Επιστημονική Ονομασία</b>	<b>Οικογένεια</b>
Rosewood (Ροδόξυλο)	<i>Aniba rosaeodora</i>	<i>Lauraceae</i>
Rosemary (Δενδρολίβανο)	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Lamiaceae</i>
Spearmint (Δυόσμος)	<i>Mentha spicata</i>	<i>Lamiaceae</i>
Ylang-Ylang (Λανγκ-Λανγκ)	<i>Cananga odorata</i>	<i>Annonaceae</i>
Pine Needle (Πευκοβελόνα)	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinaceae</i>
Lavender (Λεβάντα)	<i>Lanandula officinalis/angustifolia/vera</i>	<i>Lamiaceae</i>
Bergamot (Περγαμόντο)	<i>Citrus bergamia</i>	<i>Rutaceae</i>
Eucalyptus (Ευκάλυπτος)	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Myrtaceae</i>
Geranium (Γεράνι ή Πελαργόνιο)	<i>Pelargonium odorantissimum</i>	<i>Geraniaceae</i>
Aniseed (Γλυκάνισο)	<i>Illicium verum</i>	<i>Apiaceae</i>
Chamomile English (Εγγλέζικο Χαμομήλι)	<i>Anthemis nobilis</i>	<i>Asteraceae</i>
Ginger (Πιπερόριζα)	<i>Zingiber officinalis</i>	<i>Zingiberaceae</i>
Sage (Φασκομηλιά)	<i>Salvia officinalis</i>	<i>Lamiaceae</i>
Fennel-Sweet-(Μάραθος-Γλυκός)	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Apiaceae</i>
Tea Tree (Τειόδεντρο)	<i>Melaleuca alternifolia</i>	<i>Myrtaceae</i>
Thyme-Red- (Κόκκινο θυμάρι)	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Lamiaceae</i>

**Πίνακας 1.** Ονοματολογία των 16 αιθέριων ελαίων της παρούσας μελέτης.



#### A.1.4 Περιγραφή των επιμέρους αιθέριων ελαίων

Παρακάτω αναφέρονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που διαθέτει το καθένα από τα δεκαέξι αιθέρια έλαια που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση της παρούσας διατριβής.

##### 1) Ροδόξυλο (*Aniba rosaeodora*)

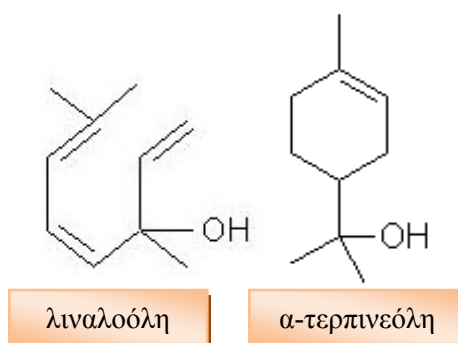
**Χαρακτηριστικά:** Το ροδόξυλο προέρχεται από ένα δέντρο των τροπικών δασών της Βραζιλίας και γι αυτό το λόγο κάποιοι αποφάσισαν να μη το χρησιμοποιούν. Έχει μια μοναδική ξύλινη/λουλουδένια μυρωδιά. Είναι ωφέλιμο για το δέρμα καθώς και για τις εξισορροπητικές του ιδιότητες, οι οποίες είναι παρόμοιες με αυτές του πελαργονίου. Κάποτε είχε το όνομα «Bois de Rose», αλλά δεν βρίσκεται με αυτό το όνομα σήμερα πολύ συχνά.

**Θεραπευτικές Ιδιότητες:** Θεωρείται εξισορροπητικό, συναισθηματικά αναζωογονητικό, αντισηπτικό, ηρεμιστικό χωρίς να είναι υπνωτικό και αναπλαστικό των κυττάρων. Έχει βρεθεί αποτελεσματικό σε περιπτώσεις προεμμηνορρυσιακού συνδρόμου, για το στρες, για την περιποίηση της επιδερμίδας, για τους πονοκεφάλους, την κατάθλιψη, τη ναυτία, αγωνία και την ένταση (Dodt, 1995).



**Εικόνα 2:** Φωτογραφία του δέντρου *Aniba rosaeodora*.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα δραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου του ροδόξυλου είναι η λιναλοόλη και η α-τερπινεόλη. Το συγκεκριμένο αιθέριο έλαιο προέρχεται από απόσταξη από δέντρα που αναπτύσσονται στην περιοχή του Αμαζόνιου, στο Περού καθώς και στη Βραζιλία.



**Εικόνα 3:** Συντακτικές δομές της λιναλοόλης, α-τερπινεόλης.

## 2) Δενδρολίβανο το φαρμακευτικό (*Rosmarinus officinalis*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Το δενδρολίβανο είναι γνωστός θάμνος, που φτάνει μέχρι ένα μέτρο σε ύψος. Τα φύλλα του είναι λογχοειδή, μικρά και μυτερά, πράσινα σκούρα επάνω και πράσινα ανοικτά από την κάτω πλευρά. Τα άνθη του είναι μικρά, γαλάζια και σχηματίζουν πυκνούς βότρυς (Ηλιοπούλου, 2003).

Το δενδρολίβανο είναι ένα όμορφο φυτό που καλλιεργείται και το αιθέριο έλαιό του είναι το πιο απαραίτητο για κάθε σπίτι. Είναι πολύ συνδεδεμένο με το παρελθόν καθώς χρησιμοποιούνταν πολύ στους γάμους και στις κηδείες για αιώνες. Το δενδρολίβανο καιγόταν σαν απολυμαντικό σε δωμάτια αρρώστων για να καθαρίσει τον αέρα. Κρεμασμένο σε γάμο ή σε δώρα είναι παράδοση για να κρατιέται ζωντανή η ανάμνηση. Ένα κλωνάρι του φυτού, ή μια σταγόνα από αγνό αιθέριο έλαιο σημαίνει «θυμάμαι». Το δενδρολίβανο εκτιμάται, επίσης και για τις συντηρητικές του ιδιότητες και χρησιμοποιούνταν συχνά για να συντηρεί τα φαγητά, πριν την κατάψυξη (Dodt, 1995).



**Εικόνα 4:** Φωτογραφία μιας συστάδας φύλλων και ανθών δενδρολίβανου.

**Χρησιμοποιούμενα μέρη:** Από το δενδρολίβανο χρησιμοποιούμε κυρίως τα φύλλα του τα οποία συλλέγονται την άνοιξη και περιέχουν ένα αιθέριο έλαιο, εξαιρετικά αρωματικό και πτητικό. Επίσης και οι ανθισμένες κορυφές του φυτού μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποξηραμένες και θρυμματισμένες. Εκτός από την χρήση του δενδρολίβανου στη μαγειρική και το εξαίρετο ιδιαίζον άρωμα που δίνει στο φαγητό, τα φύλλα του δενδρολίβανου έχουν και πολλές θεραπευτικές ιδιότητες. Στο εμπόριο κυκλοφορούν αποξηραμένα φύλλα και άνθη του δενδρολίβανου από τα οποία παρασκευάζουμε αφέψημα, βάμμα αλλά και αιθέριο έλαιο του φυτού (Ηλιοπούλου, 2003)

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Το δενδρολίβανο έχει βρεθεί ότι είναι αναλγητικό, αντισηπτικό, καλό για το κυκλοφορικό, ρυθμιστικό, αντισπασμωδικό, στυπτικό και διεγερτικό του εγκεφάλου. Επίσης, είναι αποτελεσματικό σε περιπτώσεις πονοκεφάλων, πνευματικής κούρασης, κυτταρίτιδας, πιτυρίδας, τριχόπτωσης και φτωχής μνήμης (Dodt, 1995).

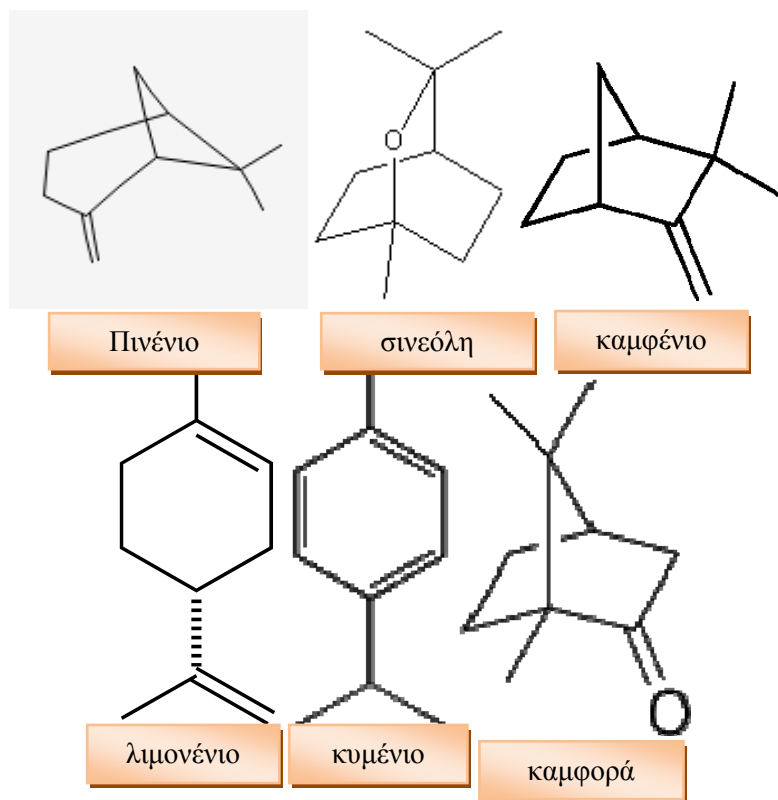
Θεωρείται αντιοξειδωτικό του οργανισμού, προστατεύει και ισχυροποιεί το ανοσοποιητικό σύστημα, βοηθά σε περιπτώσεις αρτηριοσκλήρυνσης και τονώνει τη λειτουργία της καρδιάς. Λίγες σταγόνες αιθέριου ελαίου στο νερό του μπάνιου, ξεκουράζουν και ανακουφίζουν από πόνους στα κόκαλα και τους μυς. Για εξωτερική χρήση το αιθέριο έλαιο του δενδρολίβανου χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις ρευματικών και αρθριτικών πόνων αλλά και των νευραλγιών κάθε φύσεως για απαλό μασάζ στα σημεία που πάσχουν. Επαλείψεις με παρασκευάσματα δενδρολίβανου, τονώνουν το δέρμα, ξεκουράζουν τα κουρασμένα βλέφαρα και ανακουφίζουν πληγές, κοψίματα και ερεθισμούς του δέρματος.

Το δενδρολίβανο έχει επίσης αντισηπτικές, αντιβακτηριδιακές και αποχρεμπτικές ιδιότητες ενώ είναι εφιδρωτικό και σπασμολυτικό και γι' αυτό χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις κρυολογήματος, βήχα, βρογχίτιδας, άσθματος κ.λπ.

**ΠΡΟΣΟΧΗ ! Δεν πρέπει να υπερβάλλουμε στην χρήση του αιθέριου ελαίου γιατί μπορεί να είναι τοξικό και να δημιουργήσει παρενέργειες, ενώ απαγορεύεται η χρήση του από έγκυες γυναίκες, ενώ η λογική χρήση των φύλλων του στη μαγειρική είναι ακίνδυνη.**

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Στο δενδρολίβανο έχουν αποδοθεί και αφροδισιακές ιδιότητες (Ηλιοπούλου, 2003).

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του είναι η σινεόλη, το πινένιο, το καμφένιο, το λιμονένιο, το κυμένιο και η καμφορά. Το χρησιμοποιούμενο αιθέριο έλαιο προέρχεται από ανθισμένες κορυφές και φύλλα φυτών που αναπτύσσονται στην Ισπανία, την Τυνησία και την πρώην Γιουγκοσλαβία.



**Εικόνα 5:** Συντακτικές δομές των πινένιου, σινεόλης, καμφένιου, λιμονένιου, κυμένιου και καμφοράς.

### 3) Δυόσμος (*Mentha spicata*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Λέγεται και μέντα πράσινη, ή σκέτα μέντα, δυόσμη, αγιασμός. Στην Αγγλία και στην Αμερική ονομάζεται spearmint. Στην Κρήτη τον λένε μπάλσαμο. Αναμφισβήτητα ανήκει στα αρωματικά βότανα (Πλατής, 2003)

Ο δυόσμος (*Mentha spicata*, συν. *M. viridis*) είναι ένα είδος μέντας που ενδημεί στην κεντρική και νοτιότερη Ευρώπη, όπου αναπτύσσεται σε υγρά εδάφη. Είναι ένα ποώδες πολυετές φυτό που αυξάνει έως το ύψος των 30 με 100 εκ., με φύλλα που αναπτύσσονται σε μήκος 5-9 εκ. και 1,5-3 εκ. πλάτος, και έχουν ένα πριονωτό περίγραμμα. Τα άνθη παράγονται σε λεπτά στάχια, κάθε λουλούδι ροζ ή λευκό, 2,5-3 εκ. μακρύ και πλατύ.

Λέγεται ευρέως πως το όνομα προέρχεται από τα σαν “δόρυ” σχηματισμένα φύλλα. Τα φύλλα του, ωστόσο, δεν είναι περισσότερο σχηματισμένα σαν “δόρυ” από ότι οποιοδήποτε άλλο φύλλο μέντας. Μια πιο πιθανή πηγή για το όνομα είναι το μοναστικό τάγμα του St. Pierre, του οποίου οι καλόγεροι πιστεύεται ότι καλλιέργησαν το βότανο.

Ο δυόσμος καλλιεργείται για το αρωματικό και άφυσο έλαιο του, που αναφέρεται ως το έλαιο του δυόσμου. Ευδοκμεί σε σχεδόν όλα τα εύκρατα κλίματα. Οι κηπουροί

συχνά το φυτεύουν σε γλάστρες ή φυτευτήρια λόγω των διεισδυτικά εξαπλούμενων ριζών του. Το φυτό προτιμάει μερική σκιά, αλλά μπορεί να ανθίσει σε πλήρη ήλιο μέχρι περισσότερη σκιά. Εύφορα εδάφη με άφθονο οργανικό υλικό ταιριάζουν καλύτερα στον δυόσμο. Όταν καλλιεργούμε δυόσμο για μαγειρικούς σκοπούς, γονιμοποιούμε με ένα καλά ισορροπημένο λίπασμα, οργανικά φουσκιά\*, ή κοπριά. Για να θερίσουμε για μαγειρικούς σκοπούς, απλά κόβουμε τα κλωνάρια, αφήνοντας ένα ελάχιστο του ενός τρίτου του κλώνου, το οποίο θα ενθαρρύνει το φυτό να ξανα-αναπτυχθεί. Τα φύλλα θα χάσουν την αρωματική τους γοητεία αφού το φυτό ανθίσει. Τα φύλλα του δυόσμου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ολόκληρα, ψιλοκομμένα, ή αποξηραμένα.



**Εικόνα 6:** Φωτογραφία μιας ανθισμένης κορυφής του φυτού του δυόσμου.

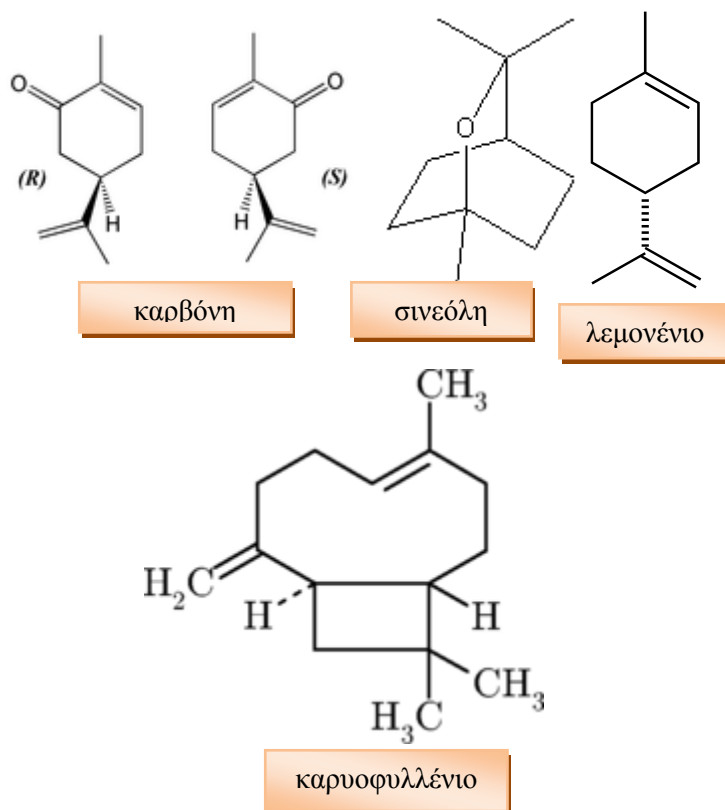
Ο δυόσμος χρησιμοποιείται για να δίνει γεύση σε οδοντόπαστες και είδη ζαχαροπλαστικής. Στην βοτανολογία, ο δυόσμος εμβαπτίζεται ως τσάι για την θεραπεία του στομαχόπνου. Πρόσφατη έρευνα έχει δείξει ότι το τσάι δυόσμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θεραπεία για τον ήπιο δασυτριχισμό σε γυναίκες. Οι αντι-ανδρογόνες ιδιότητες του μειώνουν το επίπεδο της ελεύθερης τεστοστερόνης στο αίμα, ενώ αφήνουν την ολική τεστοστερόνη και την DHEA ανεπηρέαστες ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

Ένα από τα 600 καλλιεργούμενα είδη μέντας στον κόσμο. Κάνει ωραίο χωνευτικό αφέψημα και φαγητό: «Βάλε μπόλικο κρεμμύδι στο γιαλαντζί ντολμά για να κάνεις τον ντολμά νόστιμο, όμως ρίξε μέσα και δυόσμο για να τον κάνεις χωνευτικό» (Λωξάν.) Φρέσκα φύλλα δυόσμου σε κομπρέσες εξουδετερώνουν και το μεγαλύτερο πονοκέφαλο. Το «τσάι» του, αφού σουρωθεί και κρυώσει και προστεθεί σ' αυτό μέλι θυμαρίσιο και λίγη

εσσάνς γλυκάνισου, παίρνεται κατά των δυνατών κολικών (από ένα κουταλάκι συχνά, κατά μικρά χρονικά διαστήματα). Η μεντόλη που περιέχουν τα φύλλα του χρησιμεύει ως βελτιωτικό (οσμής και γεύσης) πολλών φαρμάκων (παστίλιες βήχα, σιρόπια λαιμού κ.α.) και εξουδετερώνει την κακοσμία του στόματος (αλλά και τη μυρωδιά του σκόρδου) (Πλατής, 2003).

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Το αιθέριο έλαιο του δυόσμου ονομάζεται ηδυοσμέλαιο και είναι ιδανικό για φλεγμονές του λαιμού, βήχα και κρυολογήματα, γι' αυτό και χρησιμοποιείται πολύ σε σκευάσματα τέτοιου τύπου στη φαρμακοβιομηχανία. Όσοι πάσχουν από ουρολιθιάσεις και χολολιθιάσεις, θα ωφεληθούν πολύ από το δυόσμο, καθόσον είναι εξαιρετικά διουρητικός και βοηθά στην απομάκρυνση της ψαμμίαςσης (Ηλιοπούλου, 2003).

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του δυόσμου είναι η καρβόνη, η σινεόλη, το λεμονένιο και το καρνοφυλλένιο. Η προέλευση του συγκεκριμένου αιθέριου ελαίου είναι από φυτά που καλλιεργούνται στις Η.Π.Α.



**Εικόνα 7:** Συντακτικές δομές των καρβόνης, σινεόλης, λεμονένιου και καρνοφυλλένιου.



#### 4) Υλανγκ-Υλανγκ (*Cananga odorata*)

**Χαρακτηριστικά:** Μπαχαρολούλουδα που η εσσάνς τους καρυκεύει το νούγκα τέτα (ρύζι με γαρίδες) και αποτελεί μέρος της σύνθεσης των πλέον θρυλικών αρωμάτων: «Κρεμασμένα σε τσαμπιά, από δέντρα που εμποδίζονται να ψηλώσουν – με συνεχές κλάδεμα – πάνω από το ύψος του ανθρώπου, ώστε να διευκολύνεται το κόψιμό τους» (Γεώ). Αφθονούν στο Ανζουάν, η μυρωδιά τους «αναδίνεται όλο το χρόνο από τις άκρες των δρόμων, όταν οι γυναίκες και τα παιδιά γεμίζουν την ποδιά τους με λουλούδια, για να τα ρίξουν, μετά το ζύγισμα, σε μεγάλα χάλκινα καζάνια, τα οποία καταλήγουν σε πανάρχαιους αποστακτήρες» (ό.π.) (Πλατής, 2003).

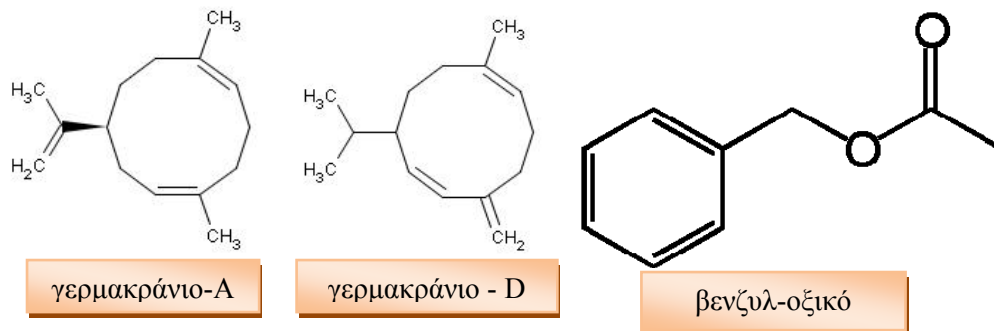


**Εικόνα 8:** Φωτογραφία του άνθους του φυτού *Cananga odorata*.

Σε πολλούς αρέσει να προφέρουν το όνομα αυτού του αγνού αιθέριου ελαίου. Υπάρχει ως λανγκ-λανγκ, ε-λανγκ-ε-λανγκ, και μερικές άλλες παραλλαγές. Αυτό που έχει σημασία είναι ότι το όνομα σημαίνει «λουλούδι των λουλουδιών».

**Θεραπευτικές Ιδιότητες:** Το αιθέριο αυτό πιστεύεται ότι είναι αντικαταθλιπτικό, αφροδισιακό, καταπραϋντικό, χαλαρωτικό, δίνει ευφορία, αντισηπτικό, και μειώνει την ένταση. Έχει βρεθεί αποτελεσματικό στη μείωση των σεξουαλικών δυσκολιών που προέρχονται από αγωνία, στρες και κατάθλιψη. Το έλαιο έχει, επίσης, χρησιμοποιηθεί για περιπτώσεις ταχυκαρδίας, κατάθλιψης, ψυχρότητας, υπέρτασης, ανικανότητας και νευρικής έντασης (Dodt, 1995).

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα συστατικά του είναι το καρυοφυλλένιο, η λιναλοόλη, το γερμακράνιο και το βενζυλ-οξικό. Το έλαιο αποστάζεται από τα άνθη φυτών της Άπω Ανατολής και της νοτιοανατολικής Ασίας.



**Εικόνα 9:** Συντακτικές δομές των γερμακράνιου και βενζυλ-οξικού.

##### 5) Πευκοβελόνα (*Pinus sylvestris*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Το πεύκο είναι δένδρο πολύ γνωστό σε όλους μας, με ύψος που φτάνει τα τριάντα μέτρα. Τα φύλλα του είναι βελονοειδή, αναπτύσσονται δε ανά δύο με έντονο πράσινο χρώμα. Τα κουκουνάρια είναι επιμήκη, ξυλώδη και όταν ωριμάσουν, οι φολίδες τους απελευθερώνουν τους μικρούς άσπρους καρπούς (κουκουνάρι). Τα πεύκα τα συναντάμε σε ορεινά μέρη, όπου και σχηματίζουν δάση (Ηλιοπούλου, 2003).

Υπάρχουν πολλά πεύκα που παράγουν αιθέριο έλαιο, αλλά δεν χρησιμοποιούνται όλα στην αρωματοθεραπεία. Αυτό το πεύκο είναι το πιο ασφαλές από κάποια άλλα αποστάγματα. Το άρωμα του πραγματικού πεύκου είναι ανώτερο από οποιοδήποτε συνθετικό και δεν είναι κατανοητό γιατί πολλοί δεν χρησιμοποιούν το αληθινό πεύκο σε αντίθεση με τις τρομερές απομιμήσεις. Το πεύκο έχει αναγνωριστεί σαν θεραπευτικό δένδρο από τότε που οι άνθρωποι ανακάλυψαν ότι ένας περίπατος σε δάσος γεμάτο πεύκα αναζωογονεί και αποσυμφορεί. Το πεύκο είναι συνώνυμο με το «καθαρό». Οι βελόνες του και το αιθέριο έλαιο έχουν χρησιμοποιηθεί για να απολυμάνουν κάστρα όσο και φάρμες (Dodt, 1995)

**Χρησιμοποιούμενα μέρη:** Χρησιμοποιούνται κυρίως οι αποξηραμένοι οφθαλμοί του πεύκου, το αιθέριο έλαιό του και η ρητίνη που βγαίνει από τον φλοιό του κορμού του.

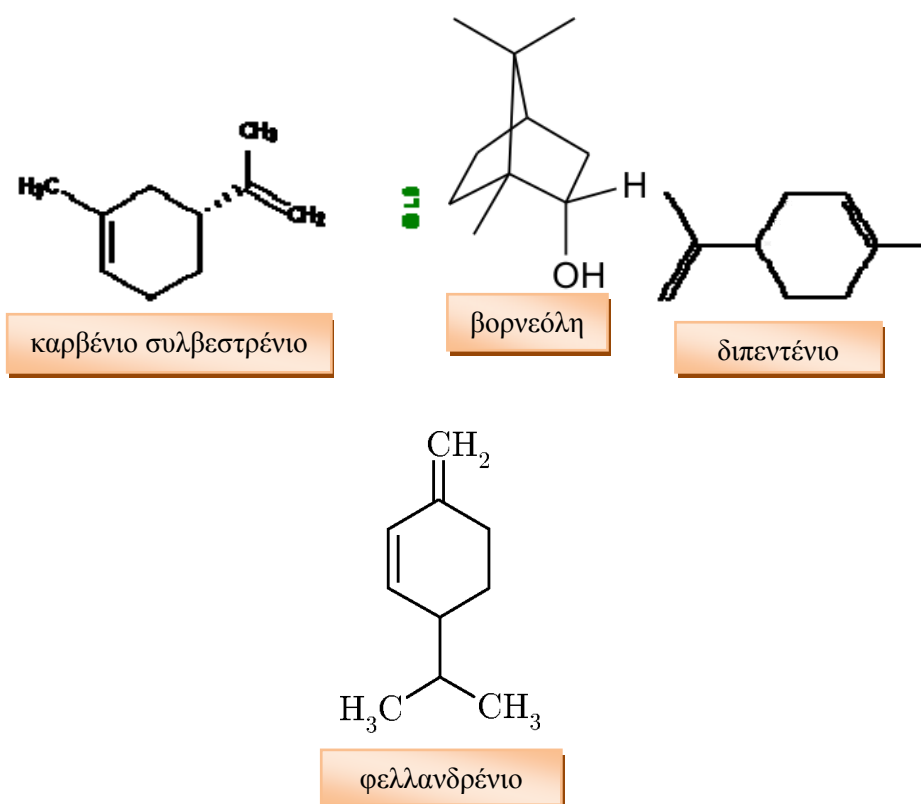
**Θεραπευτικές Ιδιότητες:** Οι δραστικές ουσίες του πεύκου είναι το αιθέριο έλαιό του, οι ρητίνες κ.λπ. Οι ιδιότητες αυτών των ουσιών είναι αποχρεμπτικές, αντισηπτικές και μαλακτικές. Το εκχύλισμα των οφθαλμών του πεύκου, έχει αποχρεμπτικές, διουρητικές και αντιρρευματικές ιδιότητες. Επίσης, ωφελεί τα άτομα που πάσχουν από ερεθισμούς του δέρματος και εκζέματα. Ένα μπάνιο σε νερό από βρασμένα φύλλα με οφθαλμούς, είναι το καλύτερο για τεντωμένα νεύρα, άγχος και υπερκόπωση.



Η ρητίνη από το πεύκο (ρετσίνι) σε πολλές περιοχές χρησιμοποιείται σαν φάρμακο κατά των λοιμώξεων του αναπνευστικού, όπως φυματίωση, άσθμα, βρογχίτιδα κ.λπ., αλλά και σαν διουρητικό για αυτούς που πάσχουν από λοιμώξεις του ουροποιητικού συστήματος (Ηλιοπούλου, 2003).

Το αιθέριο έλαιο του πεύκου πιστεύεται ότι βοηθάει στην διαύγεια του πνεύματος και ότι καθαρίζει το περιβάλλον. Έχει χρησιμοποιηθεί σαν απολυμαντικό, αντισηπτικό, αποχρεμπτικό, επουλωτικό και δυναμωτικό (Dodt, 1995).

**Δραστικά συστατικά:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου του πεύκου είναι το πινένιο, το καρβένιο συλβεστρένιο, η βορνεόλη, το καμφένιο, το διπεντένιο και το φελλανδρένιο.



**Εικόνα 10:** Συντακτικές δομές των καρβένιου συλβεστρένιου, βορνεόλης, διπεντένιου και φελλανδρένιου.

#### 6) Λεβάντα (*Lavandula officinalis/angustifolia/vera*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Αρωματικό φυτό περσικής προέλευσης, πολύ κοινό στη -δυτική κυρίως- Ευρώπη. Αγαπά τα ξησκέπαστα ευήλια μέρη. Στην Ελλάδα δεν είναι πολύ διαδεδομένη. Χρήσιμα μέρη: “Είναι τα άνθη που μαζεύονται σε ζεστές μέρες.

Πρέπει να καθαριστούν και να στεγνώσουν στη σκιά” (Τετρ. Γιαγ., Νο 6). Ανθίζει τον Ιούλιο και Αύγουστο. Τα λουλουδάκια της έχουν φωτεινό μαβί-γαλανό χρώμα.

Η λεβάντα είναι θάμνος, πολυετής, με ύψος που φτάνει το ένα μέτρο και φύλλα ανοικτού πράσινου χρώματος. Τα άνθη της που βγαίνουν το καλοκαίρι, έχουν γαλάζιο χρώμα και σχηματίζουν στάχυα. Ολόκληρο το φυτό της λεβάντας αναδίδει μία πολύ όμορφη χαρακτηριστική μυρωδιά, λόγω του πτητικού αιθέριου ελαίου που περιέχει.

Το κλασικό λουλουδάτο-φυτικό άρωμα της λεβάντας έχει εκτιμηθεί για αιώνες σαν καθαριστικό βότανο και έχει φρεσκάρει πολλά κλινοσκεπάσματα. Το όνομα της προέρχεται από το λατινικό «lavare», που σημαίνει «πλένω». Το αιθέριο έλαιο της λεβάντας προέρχεται από διάφορα είδη λεβάντας. Η ποιότητα καθώς και το άρωμα του αιθέριου ελαίου μπορεί να ποικίλουν επίσης – κάποια μπορεί να μυρίζουν σαν καθαριστικό πατωμάτων και κάποια να έχουν ουράνια μυρωδιά.



**Εικόνα 11:** Μπουκαλάκι με δοσομετρητή αιθέριου ελαίου λεβάντας, ενώ δίπλα κείτονται άνθη του φυτού της λεβάντας.

Πρόκειται για φυτό με εξαιρετική φυσική ευωδιά: «Τ’ άρωμά της ένα δώρο που έκανε ο Θεός στη γη... Δεν θα μπορούσε να ναι γλυκύτερο κι ωραιότερο» (Βότανα). Με τα αποξηραμένα κλωνάκια της έφτιαχναν, στα παλιά χρόνια, ένα περίφημο αποσμητικό-σκοροαπωθητικό (σε σχήμα μυτερής αγκιναρούλας), με το οποίο αρωμάτιζαν τα μάλλινα, λινά και βαμβακερά της ντουλάπας τους (κυρίως όμως τα ασπρόρουχα): «Μάρτης, Ετοιμάζει η Λωξάντρα τα καβανόζια\* της για τα καινούργια τα γλυκά. Ράβει τουλπανένια σακουλάκια για τις λεβάντες της» (Λωξάν.) Αναφέρεται σε τούτες τις ευωδιαστές

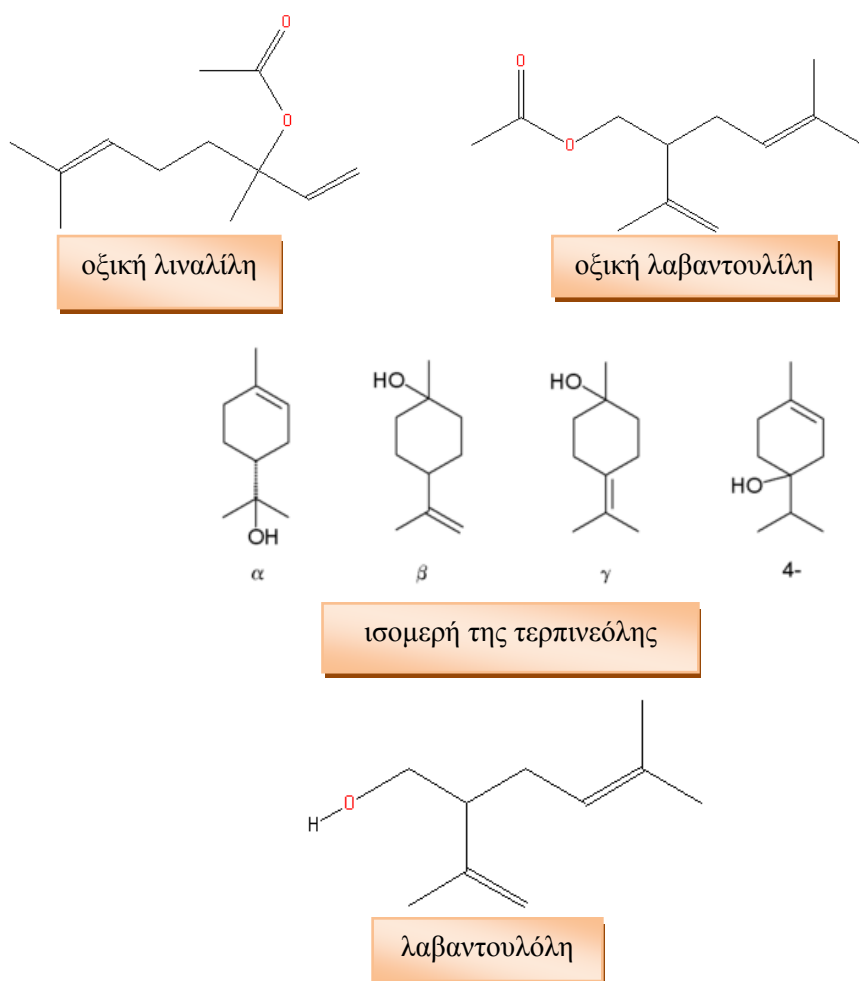
«αγκιναρούλες» και ο γλυκύτερος κύριος Μορίς Μεσεγκέ: «Η μάνα μου φρόντιζε πάντα να μυρώνει τ' ασπρόρουχα στα ντουλάπια της με μπουκετάκια λεβάντας. Σαν απλώνανε τα σεντόνια μου φαινότανε πως κάτι παραδεισένιο είχε κατέβει σ' εμάς στη γη...» Υπάρχουν διάφορες ποιότητες λεβάντας: η λεβάντα Τριπόλεως (εξαιρετική), η λεβάντα Μαρόκου (στη μισή τιμή) και η λεβάντα της Νότιας Γαλλίας. Στο Παρίσι της έχουν αφιερώσει μια γιορτή: «Σε μια από τις πιο καλαίσθητες παρισινές πλατείες, σ' εκείνη των Βοσγίων, γιορτάζεται τούτες τις μέρες η λεβάντα. Η λεβάντα της Προβηγκίας, για να ακριβολογώ» (Χαραμή, «Το άλλο ΒΗΜΑ», 8/7/01). Στα χωριά της μεσοπολεμικής Γερμανίας παρασκεύαζαν, όπως μας πληροφορεί ο Έριχ Κέστνερ, σαπούνια πολυτελείας με άρωμα λεβάντας: «Στάθηκε. “Σαπούνια”, έγραφε η πινακίδα πάνω από ένα μαγαζί. Στο τζάμι κολλημένο ένα χαρτί. Διάβασε: “Τώρα εκπτώσεις και στα σαπούνια πολυτελείας. Λεβάντας των είκοσι δύο φένιχ, τώρα μόνο είκοσι”» (Φάμπιαν, εκδ. Οδυσσέας). Ενώ ο Καζαντζάκης μας πληροφορεί πως στα χρόνια του υπήρχε και καλή και κακή κολόνια λεβάντας: «(...) σε λίγο ο σιορ Παρασκευάς θα τον σαπούνιζε, θα τον ξούριζε, θα του ριχνε απ' την καλή λεβάντα στα μαλλιά και θα βγαίνε αγνώριστος από το μπαρμπερίκο» (Καπετ. Μιχ.).

**Θεραπευτικές Ιδιότητες:** Το αιθέριο έλαιο του φυτού, χρησιμοποιείται ευρέως στην κοσμητική, την αρωματοποιία και τη φαρμακοβιομηχανία.

Το αιθέριο έλαιο της λεβάντας έχει βρεθεί ότι είναι αντιμυκητιακό, αντισηπτικό, αντικαταθλιπτικό, καταπραϋντικό, χαλαρωτικό, εξισορροπητικό, αποσμητικό, αντιφλεγμονώδες ανανεωτικό, αντιβακτηριδιακό, και πιστεύεται ότι δυναμώνει το ανοσοποιητικό σύστημα. Έχει βρεθεί να είναι αποτελεσματικό σε περιπτώσεις στρες, αϋπνίας, ακμής, μολύνσεων, αγωνίας, κατάθλιψης, πονοκεφάλων, ερεθισμών της επιδερμίδας, (κάψιμο, έκζεμα) και κούρασης.

Ελαφρύ μασάζ στο μέτωπο και τους κροτάφους με σκευάσματα που περιέχουν αιθέριο έλαιο λεβάντας, ανακουφίζει από τον πονοκέφαλο και τη νευραλγία. Μπάνιο με λίγες σταγόνες αιθέριου ελαίου λεβάντας, ανακουφίζει, χαλαρώνει και ξεκουράζει. Από το αιθέριο έλαιο του φυτού κατασκευάζονται πάρα πολλά καλλυντικά και αρώματα.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Αυτά είναι η οξική λιναλίλη, η οξική λαβαντουλίλη, η τερπινεόλη, η λιναλοόλη, η βορνεόλη και η λαβαντουλόλη. Προέρχεται από τα άνθη φυτών που αναπτύσσονται σε Αγγλία, Γαλλία καθώς και στην πρώην Γιουγκοσλαβία.



**Εικόνα 12:** Συντακτικές δομές των οξικής λιναλίλης, οξικής λαβαντουλίλης, ισομερών της τερπινεόλης και λαβαντουλόλης.

### 7) Περγαμόντο (*Citrus bergamia*)

**Χαρακτηριστικά:** Το άρωμα του περγαμόντου είναι ευχάριστο, αναδύει φρεσκάδα, είναι αναζωογονητικό και καθαρίζει. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αδιάλυτο και συνδυάζεται καλά με τα περισσότερα αιθέρια έλαια. Καθώς έχει μια όξινη / λουλουδένια μυρωδιά μπορεί να προστεθεί στο προσωπικό σας άρωμα, γυναικείο είτε αντρικό.

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Είναι ένα αιθέριο έλαιο που εξισορροπεί, αναπλάθει και γενικά είναι ένα απαραίτητο σε κάθε νοικοκυριό, καθώς έχει και την ιδιότητα να βοηθάει σε περιπτώσεις μελαγχολίας και κατάθλιψης.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του είναι η οξική λιναλίλη, το λεμονένιο, η λιναλοόλη και το μπεργκαπτένιο. Το αιθέριο έλαιο που

χρησιμοποίησα στην παρούσα διατριβή προέρχεται από την φλούδα του φρούτου που καλλιεργείται σε θερμά κλίματα όπως η Ιταλία και το Μαρόκο.

**Προσοχή:** Έκθεση στον ήλιο μπορεί να προκαλέσει χρωματισμό του δέρματος, όπου το έλαιο έχει εφαρμοστεί αδιάλυτο.



**Εικόνα 13:** Συντακτική δομή του μπεργκαπτένιου.

#### 8) Ευκάλυπτος ο σφαιρικός (*Eucalyptus globulus*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Το δέντρο του ευκαλύπτου είναι γνωστό σε όλους μας, ψηλό και εύρωστο, με φύλλα σκούρα πράσινα τα ώριμα και ανοικτόχρωμα τα νεαρά. Τα άνθη του είναι λευκοπράσινα και ολόκληρο το δένδρο αναδίδει μια έντονη αρωματική μυρωδιά. Ο ευκάλυπτος είναι ιθαγενές δένδρο της Αυστραλίας αλλά εγκλιματίστηκε πολύ καλά και στην Ελλάδα, όπου και ευδοκιμεί.

Ίσως είναι το πιο γνωστό αιθέριο έλαιο. Η σπιρτόζα θεραπευτική του μυρωδιά θυμίζει σε πολλούς ανθρώπους μυρωδιά φαρμάκου. Πολύ συχνά λέγεται ότι μυρίζει σαν το Vicks VapoRub, μία πολύ γνωστή σε όλους αλοιφή για το στήθος. Υπάρχουν πολλά είδη ευκαλύπτου, όπως αυτό που έχει τη μυρωδιά του λεμονιού και ονομάζεται *Eucalyptus citriodora*.

**Θεραπευτικές Ιδιότητες:** Είναι ένα αποτελεσματικό εντομοαπωθητικό και χρησιμεύει σαν αντίδοτο στα τσιμπήματα από μέλισσες και σφήκες. Επίσης, ανακουφίζει τις νευραλγίες και τους μυϊκούς πόνους. Περιλαμβάνεται στα λάδια για μασάζ για τους ρευματισμούς και για κρυολογήματα του στήθους.

Το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου θεωρείται ότι είναι εξισορροπητικό, αντισηπτικό, αντιδιαβητικό, αντιμικροβιακό, αποσυμφορητικό, αποχρεμπτικό, ρίχνει τον πυρετό και απολυμαίνει. Έχει ανακουφίσει περιπτώσεις άσθματος.

Επίσης είναι ανθελμινθικό, ενώ ρίχνει τα επίπεδα του σακχάρου στο αίμα, πράγμα που το καθιστά ιδανικό για τους διαβητικούς. Το αιθέριο έλαιο του ευκαλύπτου, είναι πτητικό και αντισηπτικό, κατάλληλο για τις παθήσεις και τις λοιμώξεις του ουροποιητικού, όπως κυστίτιδες, ουρηθρίτιδες κ.λπ.

Ήδη στο εμπόριο και τα φαρμακεία κυκλοφορούν πολλά φαρμακευτικά παρασκευάσματα με βάση το έλαιο του ευκαλύπτου.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα δραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου του ευκαλύπτου είναι η σινεόλη, το πινένιο και το κυμένιο. Προέρχεται κυρίως από τα φύλλα του δένδρου και από δένδρα που αναπτύσσονται κατά το μεγαλύτερο μέρος τους στην Αυστραλία.

#### 9) Γεράνι ή Πελαργόνιο (*Pelargonium odorantissimum*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Στην Ελλάδα καλλιεργούνται πολλά είδη του γένους αυτού, όπως το πελαργόνιο το ηδύοσμο (*Pelargonium fragrans*) κοινώς αρμπαρόριζα, το πελαργόνιο το μεγανθές (*Pelargonium grandiflorum*) κοινώς πελαργόνι, το πελαργόνιο το κεφαλωτό (*Pelargonium capitatum*) από το οποίο βγαίνει το γερανέλαιο, το οποίο μοιάζει στην οσμή με το ροδέλαιο και το πελαργόνιο το ρυπαίνον (*Pelargonium inquinans*) κοινώς γεράνι.

Τα πελαργόνια μοιάζουν με τα γνωστά μας γεράνια, με φύλλα αρωματικά και χνουδωτά και άνθη σε διάφορα χρώματα ανάλογα με την ποικιλία.

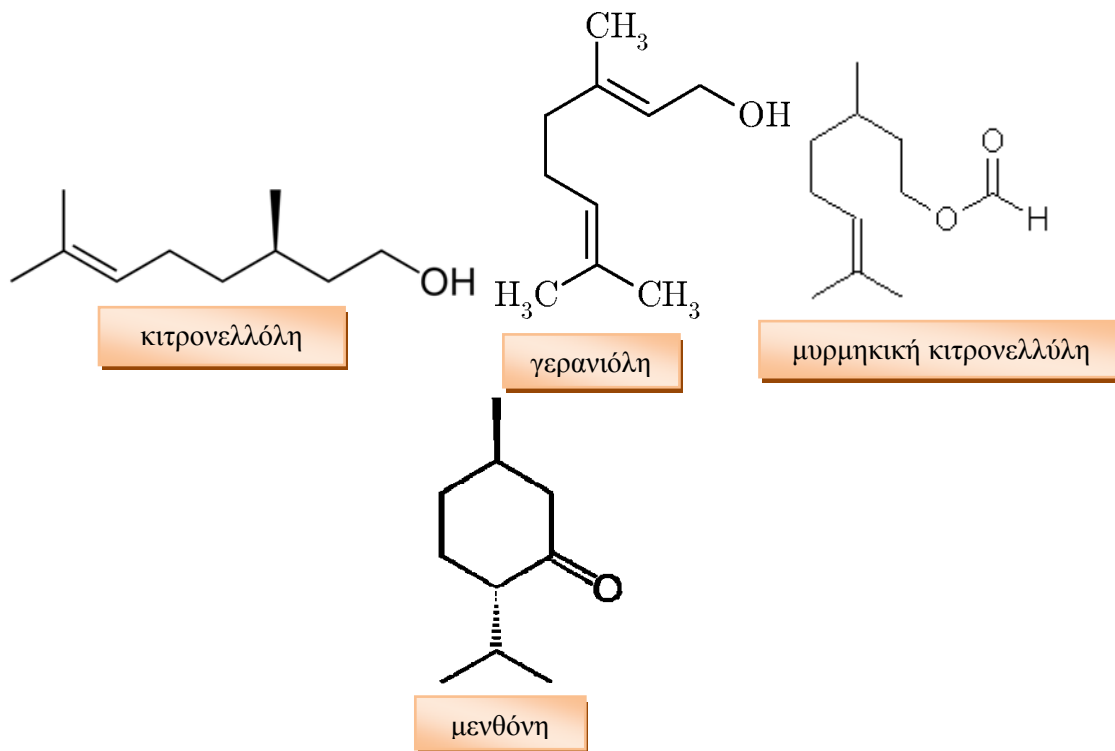
Το αρωματικό πελαργόνιο είναι αξιολάπητο να το κοιτάς, αν και τα λουλούδια του είναι μικρά. Το αιθέριο έλαιο λαμβάνεται από τα φύλλα. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη αρωματικού γερανιού. Το άρωμα είναι φυτικό/λουλουδένιο.

**Χρησιμοποιούμενα μέρη:** Από το πελαργόνιο, χρησιμοποιούμε τα φύλλα των φυτών, από τα οποία παίρνουμε το αφέψημα για εσωτερική ή εξωτερική χρήση. Όλα τα είδη αυτού του γένους και ολόκληρα τα φυτά περιέχουν αιθέρια έλαια, περισσότερο ή λιγότερο αρωματικά, τα οποία μοιάζουν με του ρόδου, του λεμονιού, του πορτοκαλιού, του ευκαλύπτου, της μέντας κ.λπ. ανάλογα με την ποικιλία.

**Θεραπευτικές Ιδιότητες:** Πιστεύεται ότι είναι αντικαταθλιπτικό, καταπραϋντικό, αντισηπτικό, αντιδιαβητικό, ανανεωτικό, εξισοροπητικό και εντομοαπωθητικό. Το αιθέριο έλαιο του έχει βρεθεί χρήσιμο σε καταστάσεις κατάθλιψης, προεμμηνορυσιακού συνδρόμου, δερματικών προβλημάτων, νευραλγίας και νευρικής έντασης.

Όλα τα πελαργόνια έχουν περίπου τις ίδιες ιδιότητες, οι οποίες μοιάζουν με αυτές των γερανιών και είναι αντισηπτικές, στυπτικές, αιμοστατικές, διουρητικές και καταπραϋντικές του δέρματος. Επίσης, το πελαργόνιο θεωρείται καταπραϋντικό του νευρικού συστήματος πολύ αποτελεσματικό σε πονοκεφάλους, κολικούς του στομάχου και των εντέρων, κράμπες, κατάθλιψη και άγχος. Λόγω των στυπτικών του ιδιοτήτων είναι ωφέλιμο σε διάρροια και μικροαιμορραγίες.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του γερανιού είναι η κιτρονελλόλη, γερανιόλη, λιναλοόλη, μυρμηκική κιτρονελλύλη και η μενθόνη. Προέρχεται από άνθη και φύλλα, τα καλύτερα από τα οποία είναι από την Reunion, αλλά επίσης από την Γαλλία, την Ισπανία, το Μαρόκο, την Αίγυπτο και την Ιταλία.



**Εικόνα 14:** Συντακτικές δομές των κιτρονελλόλης, γερανιόλης, μυρμηκικής κιτρονελλύλης και μενθόνης.

#### 10) Γλυκάνισο (*Illicium verum*)

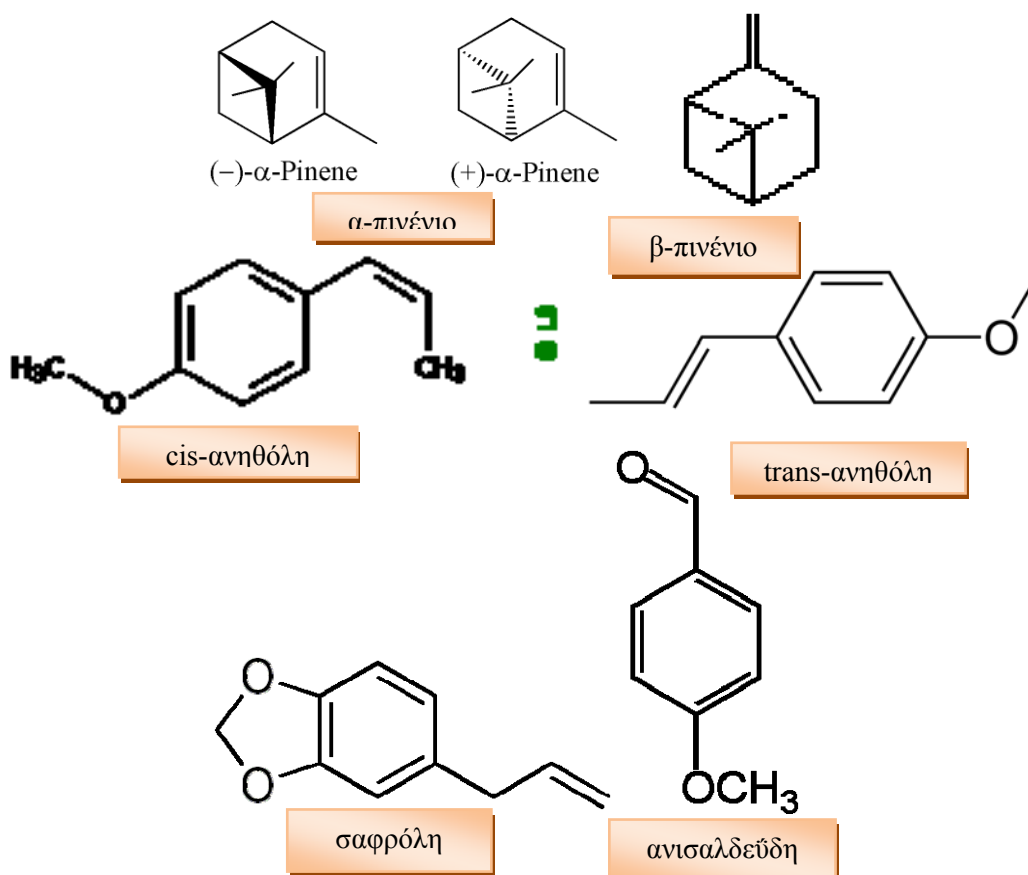
**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Ονομάζεται αλλιώς και ιλλίκιο. Πρόκειται για δέντρο χρησιμοποιούμενο για τους αρωματικούς καρπούς του. Κυριότερες χώρες παραγωγής του είναι η Κίνα και το Βιετνάμ. Λέγεται και θέλκτρο. Πιθανώς να πρόκειται για το άνισο το αστεροειδές.

Το άνισο το αστεροειδές –ένα άνισο αστεροειδούς σχήματος- είναι ο καρπός ενός μικρού αιθαλούς δέντρου. Περιέχει το ίδιο βασικό αιθέριο έλαιο που δίνει στο γλυκάνισο τη χαρακτηριστική του γεύση αλλά είναι κάπως πιο ισχυρό και μοιάζει περισσότερο με γλυκόριζα. Κατάγεται από την Αίγυπτο και την Ανατολική Μεσόγειο. Χρησιμοποιείται κυρίως από τη βιετναμέζικη κουζίνα, αλλά και από την κινέζικη μαγειρική (ιδιαίτερα με χοιρινό και πάπια, όπως και για κοτόπουλο, λαχανικά, ψάρι). Τα φερόμενα ως “παξιμαδάκια γλυκάνισου” σ’ αυτό χρωστάνε το ιδιαίτερο άρωμά τους. Με το αιθέριο

έλαιο του άνισου του αστεροειδούς η ποτοποιία αρωματίζει διάφορα λικέρ και ορισμένα ούζα.

Με την λέξη αστεροειδές περιγράφεται εν συντομία το άνισο το αστεροειδές. Μαυρωπός καρπός σε σχήμα άστρου. Μυρίζει έντονα ούζο, όπως και το γλυκάνισο. Λέγεται ότι το έφερε στην Ευρώπη, στο τέλος του 16<sup>ου</sup> αιώνα, ένας Άγγλος ναύτης, αλλά ποτέ μάλλον δε χρησιμοποιήθηκε στην γηραιά ήπειρο ως μπαχαρικό της κατσαρόλας. Χρησιμοποιείται όμως πολύ στις παραθαλάσσιες περιοχές της Ινδίας, στην ακτή Μαλαμπάρ και αλλού: «Το σχήμα του είναι, όπως λέει και το όνομά του, σαν αστέρι και κάθε ακτίνα περιέχει ένα σκληρό σπόρο που χρησιμοποιείται ως θαυμάσιο αρωματικό σε πολλά πιάτα» (αυτοδιαφημιστικό του μπαχαροπωλείου «Μπαχάρ»).

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου του είναι το α-πινένιο, το καμφένιο, το β-πινένιο, η λιναλοόλη, η cis-ανηθόλη και η trans-ανηθόλη, η σαφρόλη και η ανισαλδεύδη της ακετοανισόλης. Το συγκεκριμένο αιθέριο έλαιο προέρχεται από την Μέση Ανατολή, τις ΗΠΑ καθώς και από την Βόρεια Αφρική.



**Εικόνα 15:** Συντακτικές δομές των α-πινένιου, β-πινένιου, cis-ανηθόλης, trans-ανηθόλης, σαφρόλης, ανισαλδεύδης.



### 11) Εγγλέζικο Χαμομήλι (*Anthemis Nobilis*)

**Χαρακτηριστικά:** Υπάρχουν αρκετά διαφορετικά είδη βοτάνων που είναι γνωστά σχετικά χαλαρά ως ‘Χαμομήλι’ αλλά μόνο δύο από τα είδη που μοιάζουν με μαργαρίτες (*Compositae/Asteraceae*) είχαν ιστορικά σημαντικές χρήσεις τόσο ως θεραπευτικά βότανα και ως πηγές αιθέριου ελαίου. Αυτά είναι το πολυετές ‘ευγενές’ χαμομήλι *Anthemis nobilis* ή *Chamaemelum nobile* που είναι επίσης γνωστό ως Εγγλέζικο ή Ρωμαϊκό Χαμομήλι και το ετήσιο *Matricaria recutita* επίσης γνωστό ως Γερμανικό ή Άγριο χαμομήλι. Υπάρχουν πολλά εμφανισιακά παρόμοια είδη με μια πληθώρα τοπικών και λαϊκών ονομάτων όπως αγριόχορτο του Μάη που συχνά αποδίδονται λανθασμένα σε είτε στο ένα είτε στο άλλο είδος.

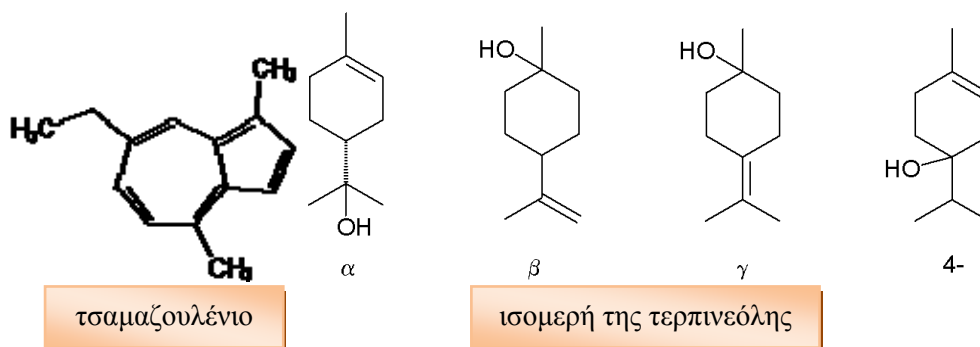
Το *Anthemis nobilis* είναι ένα πολυετές με την συνήθεια να αναρριχάται – το βότανο αναπτύσσεται μέχρι το ύψος των 30 εκ. με ανθισμένα στάχυα κατά τη διάρκεια της εποχής ανθοφορίας (Ιούλιος, Αύγουστος) μέχρι τα 45 εκ. Τόσο το άνθος όσο και τα ανώτερα τμήματα του πράσινου βοτάνου περιέχουν ένα αιθέριο έλαιο που δίνει στο φυτό την χαρακτηριστική του οσμή. Η φυλλωσιά του έχει ένα σκούρο πράσινο μερικές φορές σχεδόν γκρι χρώμα με μια πολύ διακλαδισμένη ‘φτερωτή’ εμφάνιση. Τα λουλούδια χαρακτηρίζονται από την επιπεδωμένη τους στεφάνη του κάλυκα του άνθους, η οποία διαχωρίζεται εύκολα από την θολωτή στεφάνη της *Matricaria recutita*. Η *Matricaria recutita*, είναι ένα ετήσιο φυτό με κάπως πιο όρθια στάση που μεγαλώνει μέχρι το ύψος των 60 εκ. ή περισσότερο και με λίγο πιο αραιό, κηρώδες αλλά παρόμοια σχηματισμένο φτερωτό φύλλωμα. Τα φρέσκα λουλούδια της *Matricaria* όταν συνθλιβούν, έχουν μια οσμή παρόμοια, αλλά κάπως γλυκύτερη και να μοιάζει με μήλο από το πιο στυπτικό *Anthemis*. Το αιθέριο έλαιο είναι μόνο παρόν στο άνθος. Τα αποσταγμένα έλαια από τα δύο είδη είναι πολύ διαφορετικά: το έλαιο του *Anthemis* είναι ελαφρύ σε πυκνότητα, με ένα γαλάζιο σαν του ουρανού χρώμα και ένα γλυκό μάλλον λουλουδάτο άρωμα, ενώ το έλαιο της *Matricaria* είναι μπλε σαν το μελάνι και κάπως πυκνόρρευστο με ένα μάλλον οξύ άρωμα χόρτου που μερικοί άνθρωποι βρίσκουν δυσάρεστο.

Υπάρχουν δύο ποικιλίες του *Anthemis nobilis* – μια με διπλό λουλούδι ποικιλία που ονομάζεται *Flora Pleno* που παραδοσιακά χρησιμοποιείται ως αποξηραμένο βότανο και μια που δεν ανθίζει, αλλά εξακολουθεί να είναι αρωματική, αλλά κάπως λιγότερο ζωνρή ποικιλία που λέγεται *Trenague* και είναι χρήσιμη για την παραδοσιακή ‘πρασιά από χαμομήλι’. Και οι δυο αυτές ποικιλίες του *Anthemis nobilis* είναι στειρές και μπορούν μόνο να πολλαπλασιαστούν με τα κοψίματα. Η *Flora Pleno* παράγει ένα διάφανο

(ελεύθερο από τσαμαζουλένιο) αιθέριο έλαιο με απόσταξη με ατμό, κάπως παρόμοιο με το αντίστοιχο του *Anthemis nobilis* αλλά απαλότερο και λιγότερο σύνθετο.

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Το αιθέριο έλαιο του εγγλέζικου χαμομηλιού πιστεύεται ότι είναι αναλγητικό, αντιφλεγμονώδες, αντισπασμωδικό και καταπραϋντικό των νεύρων.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του συγκεκριμένου χαμομηλιού είναι το ανγκελάτες, το τσαμαζουλένιο και η τερπινεόλη. Η πηγή του αιθέριου ελαίου είναι τα άνθη φυτών που προέρχονται από την Αγγλία.



**Εικόνα 16:** Συντακτικές δομές των τσαμαζουλένιου και των ισομερών της τερπινεόλης.

## 12) Πιπερόριζα (*Zingiber officinalis*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Η ρίζα της ζιγγιβέρεως. Είναι αποδεδειγμένα μια πιπερόριζα. Συστατικό του μίγματος κάρυ. Το φρέσκο τζίντζερ χάνει γρήγορα το άρωμά του, γι' αυτό πρέπει να καταναλώνεται αμέσως μετά την αγορά του. Υπάρχει άσπρο και μαύρο τζίντζερ, αλλά και ροζ πιπερόριζα. Οι περισσότεροι πιστεύουν ότι κατάγεται από τις Ινδίες. Αρωματικό, για γλυκά και αλμυρά παρασκευάσματα (μπισκότα, κέικ), ιδίως στην Αγγλία. Δυο παραδοσιακά μεσαιωνικά κέικ, ένα αγγλικό (το ginger bread) κι ένα γαλλικό (pain d'épices), το άρωμα τους το χρωστούν εν πολλοίς στο τζίντζερ, το ίδιο συμβαίνει και στα κινέζικα stir fries (τα μαγειρεμένα στο γουόκ). Συνώνυμα: ζιγγίβερις, τζεντζεφίλι, τζιντζιμπίρα και τζιτζίμπερη.

Το άρωμά του είναι ζεστό και πικάντικο και η γεύση του καυτερή. Διατίθεται στο εμπόριο φρέσκο και ζουμερό, ή σε σιρόπι, ή σε γλασαρισμένη μορφή, ή τριμμένο (δυόμισι εκ. ρίζα τζίντζερ αντιστοιχούν σε ένα κουταλάκι τζιντζερόσκονη). Συναντάται στα περισσότερα ανατολίτικα μίγματα μπαχαρικών, αλλά χρησιμοποιείται και μόνο του. Το γερμανικό «Kochen» το συνιστά (φρέσκο ή τριμμένο) για την κοτόσουπα, τον κιμά, τις σάλτσες με κάρυ και τις κομπόστες. Χρησιμοποιείται ως καρύκευμα σε ινδονησιακές συνταγές με βάση το ρύζι, στις ομελέτες, και στην κινέζικη κουζίνα θεωρείται απολύτως

απαραίτητο σε πιάτα με χοιρινό, κοτόπουλο, πάπια, βοδινό, ψάρι, γαρίδες και καβούρι. Μερικοί χαρακτηριστικοί τίτλοι συνταγών από κουζίνοπεριδικά με δαύτο: κοτόπουλο με τζίντζερ, μοσχάρι τζιντζεράτο, αλλά και σούπα από τζίντζερ. Λέγεται και gingembre (η γαλλική του ονομασία), zenzeroradice (η ιταλική), jengibre (η ισπανική) και zencefil (η τουρκική).

Με καταγωγή από την τροπική Ασία, το τζίντζερ χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική στη Δύση εδώ και 2000 χρόνια περίπου. Στην Αμερική το έφεραν οι Ισπανοί και σήμερα καλλιεργείται εκτεταμένα στις Δυτικές Ινδίες. Είναι καυτό και ξηρό βότανο, και παραδοσιακά το έπαιρναν για να θερμάνει το στομάχι και να διώξει τα κρυολογήματα. Στον 18<sup>ο</sup> αιώνα, το πρόσθεταν σε γιατρικά για να τροποποιήσουν τη δράση τους και να μειώσουν τις ερεθιστικές επιδράσεις στο στομάχι. Το τζίντζερ χρησιμοποιείται ακόμα στην Κίνα για να μειώσει την τοξικότητα ορισμένων βοτάνων.

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Το έλαιο του τζίντζερ χρησιμοποιείται και στην Ανατολή και στη Δύση εδώ και 400 χρόνια περίπου. Στη Γαλλία, χορηγείται ακόμα σε σταγόνες πάνω σε κύβους ζάχαρης για τον μετεωρισμό και τον πυρετό, και για να ανοίξει την όρεξη. Το έλαιο μπορεί να προστεθεί σε εντριβές για μασάζ για τους ρευματικούς πόνους και τις κακώσεις των οστών.



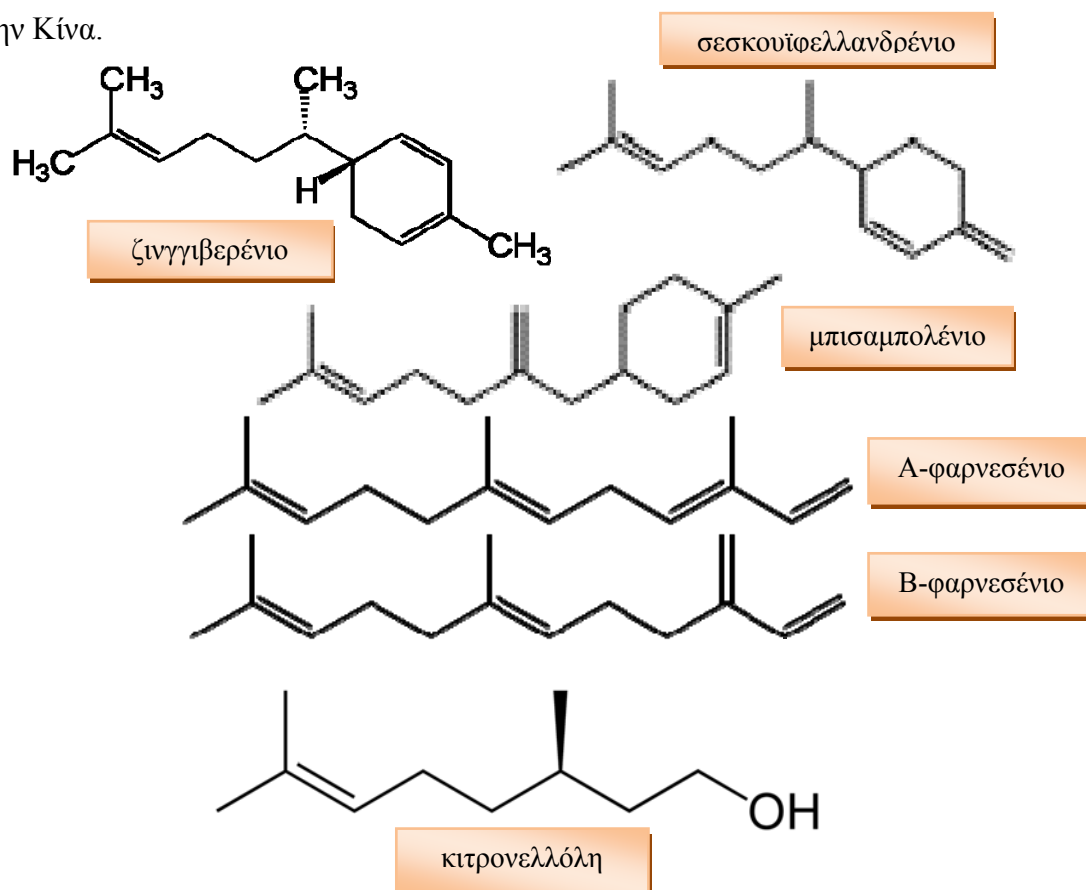
**Εικόνα 17:** Φωτογραφία του ριζώματος της πιπερόριζας.

Οι δράσεις του είναι οι εξής: διεγερτικό της κυκλοφορίας, χαλαρώνει τα περιφερικά αιμοφόρα αγγεία, εφιδρωτικό, αποχρεμπτικό, προλαμβάνει τον εμετό, άφυσο, αντισηπτικό. Τοπικά αυξάνει την ροή του αίματος σε μία περιοχή.

**Προφυλάξεις:** Αποφύγετε τις υπερβολικές ποσότητες τζίντζερ αν το στομάχι σας είναι ήδη θερμό και υπερδιεγερμένο, όπως στα έλκη του πεπτικού.

Χρησιμοποιείτε το τζίντζερ με προσοχή κατά την εγκυμοσύνη, αν και μπορείτε να το πάρετε με ασφάλεια στις δόσεις που συνιστώνται.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου της πιπερόριζας είναι το ζιγγιβερένιο, το σεσκουϊφελλανδρένιο, το μπισαμπολένιο, το φαρνεσένιο και η κιτρονελλόλη. Αποστάζεται από την ρίζα του φυτού που προέρχεται από τροπικές χώρες, ιδιαίτερα από την Τζαμάικα, την Αφρική, την Ινδία και την Κίνα.



**Εικόνα 18:** Συντακτικές δομές των ζιγγιβερένιου, σεσκουϊφελλανδρένιου, μπισαμπολένιου, φαρνεσένιου και κιτρονελλόλης.

### 13) Φασκομηλιά (*Salvia officinalis*)

**Περιγραφή - γενικά χαρακτηριστικά:** Η σάλβια η φαρμακευτική είναι γνωστή στην ελληνική ύπαιθρο σαν φασκόμηλο, το οποίο φυτρώνει σε άγρια και ακαλλιέργητα μέρη.

Είναι θαμνώδες φυτό, με ξυλώδεις ανοικτού χρώματος και χνουδωτούς βλαστούς. Τα φυλλαράκια του είναι ωσειδή, σαρκώδη και γκριζοπράσινα και τα ανθάκια του που σχηματίζουν στάχυ, είναι ανοιχτόχρωμα βιολετιά.

Παραδοσιακά συνδεδεμένο με τη μακροβιότητα, το φασκόμηλο έχει τη φήμη ότι αποκαθιστά την εξασθενημένη μνήμη των ηλικιωμένων. Όπως και άλλα βότανα που ενισχύουν τη μνήμη, το φύτευαν και στους τάφους. Λέγεται ότι όταν οι Βρετανοί άρχισαν να εισάγουν τσάι από την Κίνα, οι Κινέζοι εκτίμησαν το βότανο, τόσο που έδιναν δύο κάσες με τσάι για μια με αποξηραμένο φασκόμηλο. Στη φαρμακευτική χρησιμοποιείται η μωβ ποικιλία, *S. officinalis*, που είναι πιο δραστική από το κοινό πράσινο φυτό.

Πρόκειται για αρωματικό φυτό με ταυτότητα πολυθεραπευτική. Φυτρώνει από μόνο του στις ξεραΐλες της Μεσογείου. Έχει γκριζολευκοπράσινα, παχιά φύλλα. Θεωρείται θαυμάσια πανάκεια. Είναι τόσες πολλές οι φαρμακευτικές ιδιότητές της, που πολλοί υποστηρίζουν ότι «όποιος έχει φασκόμηλο στο ράφι της κουζίνας του δε χρειάζεται γιατρό». Από τη φασκομηλιά μεταχειριζόμαστε φύλλα και άνθη, που δρουν ως διεγερτικά: «Ενεργοποιούν την κυκλοφορία του αίματος και βοηθούν με θαυμαστό τρόπο την λειτουργία του νευρικού συστήματος. Συστήνεται σε όλους τους καταπονημένους (διανοούμενους, σπουδαστές πριν από τις εξετάσεις), αναιμικούς, αναρρωνύοντες, νευρικά άτομα, νευρασθενικούς και σ' όσους αισθάνονται κάποια ηθική και σωματική κατάπτωση» (Βότανα).

Ένας πολύ καρτερικός, σχεδόν... αναισθητος θάμνος. Τα φύλλα του, όταν είναι φρέσκα, έχουν πολύ λεπτό άρωμα και χρησιμοποιούνται σε φαγητά με κρέας. «Ξεραμένο το φασκόμηλο έχει πολύ έντονη γεύση, ελαφρώς πικρή» (Αποξ. Συντ.). Κρεατικά στη σχάρα, σκορδόσουπα, σάλτσες κι ένα σωρό άλλα φαγητά νοστιμίζουν περισσότερο με το φασκόμηλο. «Όσο περισσότερο το χρησιμοποιείτε τόσο καλύτερα το αισθάνεστε», ισχυρίζεται ο Μορίς Μεσεγκέ. Τα φύλλα και τα νεαρά βλαστάρια του πρέπει να τα μαζεύουμε πριν από την ανθοφορία. Άλλες ονομασίες του: σάλβια, αλισφακιά, αλιφασκιά, φασκομηλιά, φιλούρα, φιλουριά.

**Χρησιμοποιούμενα μέρη:** Από τη σάλβια χρησιμοποιούμε τα φύλλα του φυτού νωπά ή αποξηραμένα και το αιθέριο έλαιο που βγαίνει από αυτά. Χρησιμοποιείται επίσης και ολόκληρο το φυτό, αποξηραμένο και τεμαχισμένο, για αφεψήματα ή έγχυμα.

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Ολόκληρο το φυτό αναδίδει μία πολύ όμορφη χαρακτηριστική μυρωδιά, λόγω του αιθέριου ελαίου που περιέχει και το οποίο έχει αντισηπτικές και σπασμολυτικές ιδιότητες.

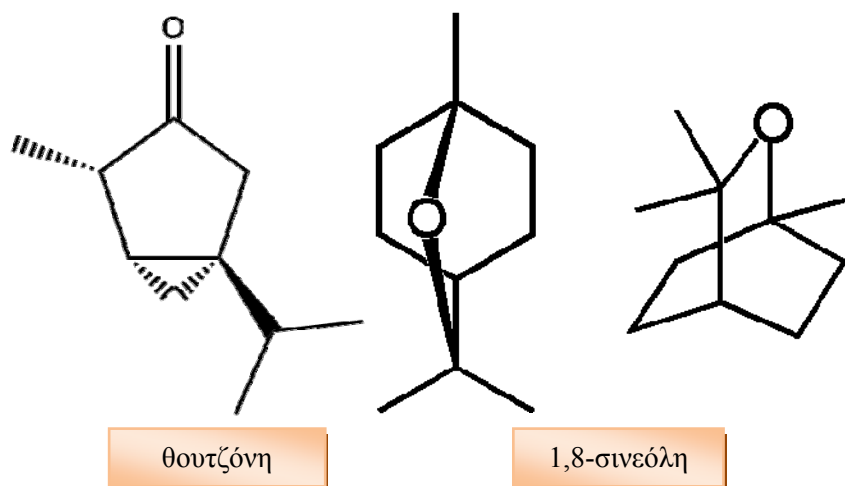
Τα φύλλα έχουν ιδιαίτερη σχέση με το στόμα και τον λαιμό, έτσι είναι ιδανικά για γαργάρες και στοματικές πλύσεις. Καθώς είναι ξηραντικά και έχουν οιστρογόνο δράση, είναι χρήσιμα και για τα προβλήματα της εμμηνόπαυσης και κατά τον απογαλακτισμό. Με

τα νωπά φύλλα παρασκευάζεται ένα πικρό διεγερτικό της πέψης. Συλλέξτε όλο το καλοκαίρι.

Συνοπτικά οι κυριότερες δράσεις του φασκόμηλου είναι οι εξής: είναι άφυσο, σπασμολυτικό, στυπτικό, αντισηπτικό, χαλαρώνει τα περιφερικά αιμοφόρα αγγεία, μειώνει την εφίδρωση, την παραγωγή σάλιου και γάλακτος, είναι διεγερτικό της μήτρας, αντιβιοτικό, μειώνει τα επίπεδα σακχάρου του αίματος και είναι χολαγωγό.

**Προφυλάξεις:** Αποφύγετε τις θεραπευτικές δόσεις κατά την εγκυμοσύνη. Οι μικρές ποσότητες φασκόμηλου που χρησιμοποιούνται στη μαγειρική είναι αρκετά ασφαλείς.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου του φασκόμηλου είναι η θουτζόνη, η 1,8-σινεόλη, η καμφορά και η λιναλοόλη. Αποστάζεται από ανθισμένες κορυφές και από τα φύλλα φυτών που αναπτύσσονται στην νοτιότερη Ευρώπη, ιδιαίτερα στην πρώην Γιουγκοσλαβία.



**Εικόνα 19:** Συντακτικές δομές της θουτζόνης και της 1,8-σινεόλης.

#### 14) Μάραθο (*Foeniculum vulgare*)

**Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά:** Πρόκειται για πολυετή, μπαχαρική, πόα ή αλλιώς βότανο. Κατάγεται από τις παραμεσόγειες περιοχές. Διακρίνεται σε κάμποσες ποικιλίες. Φυτρώνει από μόνο του ολόκληρη την ελληνική εξοχή, συνήθως σε πετρώδη και άγονα εδάφη. Τα τελευταία χρόνια καλλιεργείται συστηματικά. Συχνά φτάνει τα 2 μέτρα ύψος. Ανθίζει το καλοκαίρι. Τα σπόρια του ωριμάζουν το φθινόπωρο, έχουν χρώμα συνήθως καστανό και είναι μακρόστενα, κυρτά, με πέντε πλευρές.

Οι βλαστοί του είναι συμπαγείς, με φυλλαράκια μακριά και στενά σαν του άνηθου, ενώ τα άνθη του που σχηματίζουν σκιάδια είναι λευκοκίτρινα, μικρά και πολυάριθμα.

Είναι ένα αρωματικό φυτό που πωλείται σε χλωρή ή αποξηραμένη μορφή, σε κόκκους ή σε σκόνη. Ότι πρέπει για σπιτικά τουρσιά, σάλτσες ψαριού και γλυκίσματα. Αντικαθιστά το γλυκάνισο, όπως γράφει έγκυρο κουζινικό περιοδικό. Είναι ένα από τα μπαχαρικά που συνθέτουν το κατζούν\*. Αρωματίζει θαυμάσια και φυσικά το στόμα (όταν μασήσουμε λίγους σπόρους ή πιούμε 1-2 σταγόνες αιθέριου λαδιού, γράφει ο Μπαζαίος). Συνώνυμα του είναι γλυκάνιθο, φινόκιο, μάραθος, φαινίκουλον το τριχοειδές, φοινίκουλο, μάραθρο, μάλαθρο, μάραζα, ma-ra-tu-wo και saunf.

Το μάραθο είναι μπαχαρικό βότανο με πολλαπλές φαρμακευτικές επιδόσεις. Παλιά του απέδιδαν ιδιότητες ιαματικές κατά της αεροφαγίας και «θερμαντικές του νοτίου ημισφαιρίου του σώματος και μάλιστα του νοτίου ημισφαιρίου του γυναικείου σώματος» (Ανήθ. Συντ.). Οι Ινδοί και οι Κινέζοι το θεωρούσαν αντίδοτο κατά των δηλητηρίων φιδιών και σκορπιών. Ο Διοσκουρίδης το κατέγραψε ως πολύ καλό διουρητικό «για όσους ουρούν σταγόνα σταγόνα» (Ερωτ. Βοτ.). Οι Γάλλοι χρησιμοποιούν το χυμό του μάραθου για τις ημικρανίες. Βοηθάει, λένε, στην καλή χώνεψη, στον καθαρισμό και τον αρωματισμό του στόματος. Το μεσαίωνα είχε συνδεθεί με το αδυνάτισμα, πιστευόταν ότι τα σποράκια του έκοβαν την όρεξη. Το έγχυμα των σπόρων του κατευνάζει, λένε, το πεπτικό σύστημα – ειδικά τους κωλικούς των βρεφών. Σε συνδυασμό με το χυμό του νεροκάρδαμου και της τσουκνίδας είναι ό,τι καλύτερο για μια δίαιτα αποτοξίνωσης.

Το μαραθέλαιο είναι το αιθέριο έλαιο από τους σπόρους του μάραθου. Περιέχει 6% αιθέρια έλαια ανηθόλης και μαραθόλης. Χαρακτηρίζει με το όμορφο άρωμά του διάφορα λικέρ, όπως το αφέντι των Άλπεων (Genepi), το “Ρατάφια” (λικέρ από φρούτα) κ.ά. Χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία και τη βιομηχανία καλλυντικών. Το μαραθέλαιο αρωματίζει (μαζί με γλυκόριζα) τη σκόνη του “Κοντέξ”, οδοντόκρεμες, τσίχλες, διάφορα (ύποπτης ή όχι σύνθεσης) κρεατοπαρασκευάσματα και πολλά άλλα προϊόντα μαζικής κατανάλωσης.

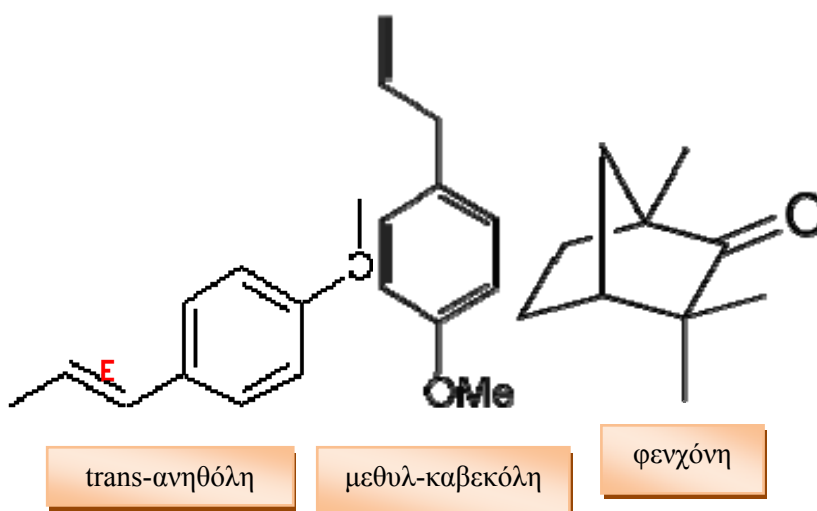
**Χρησιμοποιούμενα μέρη:** Από το μάραθο συλλέγονται προς το τέλος του καλοκαιριού όλα τα τμήματα του φυτού. Τα φύλλα, οι βλαστοί, οι ρίζες και οι σπόροι. Από τους σπόρους εξάγεται και το αιθέριο έλαιο.

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Ολόκληρο το φυτό, περιέχει πολλά μεταλλικά στοιχεία και μεγάλη συγκέντρωση βιταμινών, ενώ οι καρποί του περιέχουν ένα αιθέριο έλαιο με αντιμετεωριστικές, αντισπασμωδικές, τονωτικές του πεπτικού συστήματος και αποχρεμπτικές ιδιότητες. Επομένως, το έλαιο χορηγείται κυρίως για προβλήματα της πέψης και, ως ήπιο αποχρεμπτικό, για το βήχα και τα προβλήματα του αναπνευστικού.

Συνοπτικά οι δράσεις του μάραθου είναι ως άφυσο που τονώνει την κυκλοφορία του αίματος, αντιφλεγμονώδες, γαλακταγωγό, ήπιο αποχρεμπτικό και διουρητικό.

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα σημαντικότερα από τα δραστικά συστατικά του είναι η trans-ανηθόλη, η μεθυλ-καβεκόλη, το α-πινένιο και η φενχόνη. Η προέλευση του είναι, μέσω απόσταξης και σύνθλιψης των σπόρων, από περιοχές της Μεσογείου και ιδιαίτερα από την Μάλτα και την Ισπανία.

**Αντενδείξεις:** ΜΗΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΕ ΤΟ ΠΙΚΡΟ ΜΑΡΑΘΟ. ΜΗΝ ΤΟ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΕ ΣΤΗΝ ΕΓΚΥΜΟΣΥΝΗ, ΓΙΑ ΕΠΙΛΗΠΤΙΚΟΥΣ Ή ΜΙΚΡΑ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΠΟΤΕ ΣΕ ΥΨΗΛΕΣ ΔΟΣΕΙΣ (ενδέχεται να διαταράξει το νευρικό σύστημα).



**Εικόνα 20:** Συντακτικές δομές των trans-ανηθόλης, μεθυλ-καβεκόλης και φενχόνης.

#### 15) Τσιόδεντρο (*Melaleuca alternifolia*)

**Χαρακτηριστικά:** Το αιθέριο έλαιο αυτό αποστάζεται από ένα δέντρο που βρίσκεται στην Αυστραλία και έχει πάρει το όνομα του από την χρήση του σαν τσάι από τους ιθαγενείς. Είναι ένα φαρμακευτικό αρωματικό έλαιο, που έχει θέση σε κάθε νοικοκυριό. Το αιθέριο έλαιο τσαγιόδεντρου είναι ασφαλές στη χρήση του ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί σκέτο στα πιο ευαίσθητα μέρη του σώματος και έχει χρησιμοποιηθεί πετυχημένα κατά τη διάρκεια του πολέμου, όταν τα φάρμακα ήταν σε έλλειψη. Αυτό το αιθέριο έλαιο έχει γίνει γνωστό σαν συστατικό στα προσωπικά προϊόντα φροντίδας.

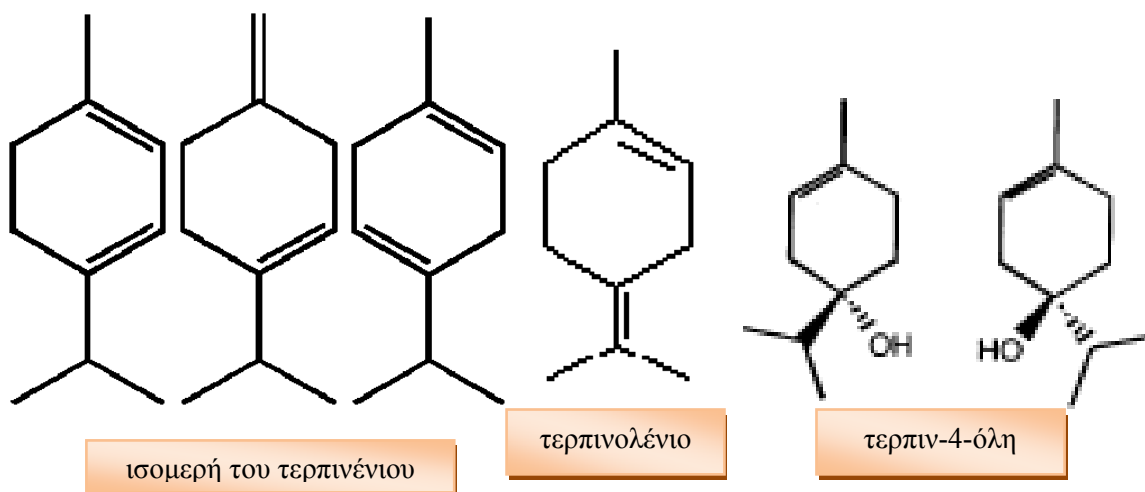
**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Το τσαγιόδεντρο είναι αντιμολυσματικό, αντισηπτικό, αποχρεμπτικό, αντιμικροβιακό, αντιφλεγμονώδες, παρασιτοκτόνο και εναντίον των ιών.



**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα κυριότερα δραστικά συστατικά του είναι το πινένιο, το τερπινένιο, το κυμένιο, το τερπινολένιο, η τερπιν-4-όλη και η τερπινεδόλη. Προέρχεται από τα φύλλα δέντρων που καλλιεργούνται στην Αυστραλία.



**Εικόνα 21:** Φωτογραφία του τσαγιόδεντρου στο φυσικό του περιβάλλον.



**Εικόνα 22:** Συντακτικές δομές των τερπινένιου, τερπινολένιου και τερπιν-4-όλης.

#### 16) Θυμαρί (*Thymus vulgaris*)

**Περιγραφή- γενικά χαρακτηριστικά:** Φρυγανώδης, αρωματικός θάμνος: «Λέγεται ότι υπάρχουν εκατό περίπου είδη θυμαριού αλλά για μαγειρική χρήση μόνο τρία είναι κατάλληλα» (Αρκ.). Έχει χαρακτηριστική όμορφη μυρωδιά (φέρνει κάπως στο λιβάνι). Στην Ελλάδα υπάρχει άφθονο. Φυτρώνει σε τραχιά εδάφη. Αντέχει στην έλλειψη νερού και στις ακραίες θερμοκρασίες του καλοκαιριού, αντικαθιστώντας τα μεγάλα χειμωνιάτικα φύλλα του με άλλα πολύ μικρότερα. Θεωρείται άριστο μελισσόφυτο.

Το θυμάρι είναι πάρα πολύ γνωστό σε εμάς τους Έλληνες, καθόσον είναι πολύ κοινό στα βουνά και τους λόφους μας, σε πετρώδη και ηλιόλουστα μέρη. Είναι ημίθαμος, πολύκλαδος, που φτάνει μέχρι και 30 εκατοστά σε ύψος. Τα φύλλα του είναι πολλά και μικρά και τα ανθάκια του ροζ, μικρά και πολλά. Ανθίζει το καλοκαίρι, οπότε και συλλέγεται.

Το πρώτο στην τάξη από τα λεγόμενα θυμιαστικά φυτά, αυτό που τους έδωσε και το όνομα: «Απ' αυτό κι αν έχουμε στα ελληνικά βουνά –τα πετρώδη και ανεμοδαρμένα – που κάποια γωνιά τους βλέπει τη θάλασσα. Παρά ταύτα, λίγοι το χρησιμοποιούν» (Μαμαλ.). Ένα από τα μπαχαρικά που συνθέτουν το κατζούν. Κυριότερες χώρες παραγωγής του: Γαλλία, Ισπανία, Ελλάδα, Τουρκία, Κύπρος. Ο Βάκων γράφει πως φυτρώνει και από σπόρια βασιλικού(!). Το γάλα από αιγοπρόβατα που βόσκησαν θυμάρι, το ίδιο όπως και το θυμαρίσιο μέλι, έχει αυτήν τη χαρακτηριστική ευωδιά του. Φύλαξη σε αεροστεγή συσκευασία, τοποθετούμενη σε δροσερό και σκοτεινό μέρος.

Στη φυσική φαρμακευτική είναι γνωστό ως το φυτό με τις περισσότερες θεραπευτικές ιδιότητες. Αντισηπτικό, απολυμαντικό, κατευναστικό στη βρογχίτιδα, στον κοκίτη και σε κάθε βήχα. Είναι ένα πρώτης τάξεως δυναμωτικό. Χρησιμοποιείται και κατά της ατονίας του πεπτικού συστήματος. Καπνισμοί θυμαριού κατευνάζουν το λουμπάγκο. Ευεργετικό για τα ραχιτικά παιδιά. Λένε πως είναι σπουδαίο ερωτικό ελιξίριο αλλά και αποσμητικό χώρου. Βοηθά τον ύπνο (αν κάτω από το μαξιλάρι υπάρχει ένα σακουλάκι από τουρμπάνι με θυμαράκι μέσα). Το αιθέριο έλαιό του χρησιμοποιείται για τον κατευνασμό των οδοντόπνων. Το θυμάρι βοηθάει στη χώνευση των λιπαρών φαγητών και γι' αυτό είναι χρήσιμο σε γεύματα με χοιρινό, πάπια, χήνα, αρνίσιο ή πρόβειο κρέας.

**Χρησιμοποιούμενα μέρη:** Από το θυμάρι χρησιμοποιούμε τα υπέργεια τμήματά του, φύλλα και άνθη τα οποία αποξηραίνονται και θρυμματίζονται. Στο εμπόριο κυκλοφορούν αποξηραμένα άνθη και φύλλα, ενώ μπορούμε να μαζέψουμε πολύ εύκολα και εμείς κλαδάκια θυμαριού και να τα αποξηράνουμε. Υπάρχει επίσης και αιθέριο έλαιο, το οποίο παράγεται από τα φύλλα του θυμαριού.

**Θεραπευτικές ιδιότητες:** Ολόκληρο το φυτό αναδίδει τη χαρακτηριστική υπέροχη μυρωδιά του θυμαριού, λόγω του πτητικού αιθέριου ελαίου που περιέχει σε μεγάλη συγκέντρωση. Οι ιδιότητες του θυμαριού είναι αντισηπτικές, αντιβακτηριδιακές, αντιμετεωριστικές, διουρητικές, στυπτικές, καταπραϊντικές του νευρικού συστήματος, ενώ δρα κατά των ιών. Λίγη ποσότητα αιθέριου ελαίου στο μάνιο ανακουφίζει, χαλαρώνει και ξεκουράζει. Από το αιθέριο έλαιο του θυμαριού, παρασκευάζονται και

πολλές αλοιφές και φαρμακευτικά σκευάσματα, τα οποία καταπολεμούν προβλήματα στο δέρμα, μυϊκούς πόνους, ακόμα και την τριχόπτωση.

Το αιθέριο έλαιο του θυμαριού πιστεύεται ότι είναι αντισηπτικό, αποχρεμπτικό, καταπραϋντικό των νεύρων, αντισπασμωδικό, και ηρεμιστικό.

**ΠΡΟΣΟΧΗ! Πρέπει να αποφεύγεται η υπερκατανάλωση ειδικά του αιθέριου ελαίου κατά την εγκυμοσύνη, διότι μπορεί να προκαλέσει συσπάσεις στη μήτρα.**

**Δραστικά συστατικά και προέλευση:** Τα σπουδαιότερα από τα δραστικά συστατικά του είναι το θυμένιο, το κυμένιο και η λιναλοόλη. Προέρχεται κυρίως από την απόσταξη φύλλων φυτών που φύονται στην περιοχή της Μεσογείου.

#### **A.1.5 Πιθανές εφαρμογές των αιθέριων ελαίων στα τρόφιμα**

Παρόλες τις μοντέρνες εξελίξεις στις τεχνικές παρασκευής των τροφίμων, η ασφάλεια των τροφίμων είναι ένα αυξανόμενο σημαντικό θέμα δημόσιας υγείας. Έχει υπολογιστεί ότι περίπου το 30% των ανθρώπων στις βιομηχανοποιημένες χώρες υποφέρουν από μια νόσο που προέρχεται από το φαγητό κάθε χρόνο και κατά την διάρκεια του έτους 2000 τουλάχιστον δύο εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν από διαρροϊκό σύνδρομο παγκοσμίως. Υπάρχει συνεπώς ακόμα η ανάγκη για νέες μεθόδους μείωσης ή εξάλειψης των παθογόνων που γεννώνται μέσα στα τρόφιμα, πιθανά σε συνδυασμό με τις ήδη υπάρχουσες μεθόδους. Την ίδια στιγμή, η Δυτική κοινωνία φαίνεται να βιώνει την εμπειρία της τάσης του 'πράσινου' καταναλωτισμού, επιθυμώντας λιγότερα συνθετικά πρόσθετα τροφίμων και προϊόντα με ένα μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Επιπλέον, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει κάνει τελευταία μια έκκληση για παγκόσμια μείωση στην κατανάλωση αλατιού προκειμένου να ελαττωθεί η επίπτωση της στεφανιαίας καρδιαγγειακής νόσου. Εάν η ποσότητα του αλατιού στα επεξεργασμένα τρόφιμα ελαττωθεί, είναι πιθανό ότι άλλα πρόσθετα θα απαιτηθούν για να διατηρηθεί η ασφάλεια των τροφίμων. Υπάρχει συνεπώς πεδίο για νέες μεθόδους που να καθιστούν το φαγητό ασφαλές, οι οποίες να έχουν μια πιο φυσική ή 'πράσινη' εικόνα. Μια τέτοια εναλλακτική είναι η χρήση των αιθέριων ελαίων ως αντιβακτηριακά πρόσθετα. Εξετάζοντας τον τομέα αυτό, μπορούμε να δούμε τις ιδιαίτερες εφαρμογές που θα μπορούσαν να έχουν διαφορετικά αιθέρια έλαια ως συντηρητικά των εξής κατηγοριών τροφίμων:

##### Κρέας και προϊόντα κρέατος

Συγκεκριμένα αιθέρια έλαια ξεχωρίζουν ως καλύτερα αντιβακτηριακά από άλλα για εφαρμογές κρέατος. Τα έλαια ευγενόλης και κόλιαντρου, γαρύφαλλου, ρίγανης και

θυμαριού βρέθηκαν ότι είναι αποτελεσματικά σε δόσεις 5-20 μl/g στην αναστολή των *L. monocytogenes*, *A. hydrophila* και στην αυτόχθονη χλωρίδα αλλοίωσης σε προϊόντα κρέατος, μερικές φορές προκαλώντας μια αξιοσημείωτη αρχική μείωση στον αριθμό των αναπτυσσόμενων κυττάρων ενώ τα έλαια μουστάρδας, του cīlantro, της μέντας και της φασκομηλιάς ήταν λιγότερο αποτελεσματικά ή αναποτελεσματικά. Ένα υψηλό περιεχόμενο σε λίπος φαίνεται πως μειώνει σημαντικά την δράση των αιθέριων ελαίων σε προϊόντα κρέατος. Για παράδειγμα, τα ΑΕ μέντας και cīlantro δεν ήταν αποτελεσματικά σε προϊόντα με ένα υψηλό επίπεδο λίπους, όπως το πατέ (το οποίο γενικά περιέχει 30-45% λίπος) και μια επικάλυψη για ζαμπόν που περιέχει canola έλαιο. Η ακινητοποίηση ωστόσο του cīlantro ΑΕ σε μια πηκτή ζελατίνης, προήγαγε την αντιβακτηριακή δράση ενάντια στην *L. monocytogenes* στο ζαμπόν.

Μια μελέτη βρήκε πως το ενθυλακωμένο έλαιο δεντρολίβανου ήταν πολύ περισσότερο αποτελεσματικό από το απλό ΑΕ δεντρολίβανου ενάντια στην *L. monocytogenes* σε λουκάνικο από χοιρινό ήπαρ, παρότι το εάν το αποτέλεσμα οφειλόταν στην ενθυλάκωση ή στο μεγαλύτερο ποσοστό ελαίου που χρησιμοποιήθηκε δεν διαλευκάνθηκε περαιτέρω.

Η δραστηριότητα του ΑΕ ρίγανης ενάντια στα σπόρια του *Clostridium botulinum* έχει μελετηθεί σε ένα πακεταρισμένο υπό κενό και παστεριωμένο ψιλοκομμένο χοιρινό προϊόν. Συγκεντρώσεις μέχρι τα 0,4 μl/gr ΑΕ ρίγανης βρέθηκε να μην επηρεάζουν σημαντικά τον αριθμό των σπορίων ή να καθυστερούν την ανάπτυξη. Παρόλα αυτά, παρουσία χαμηλών επιπέδων νιτρώδους νατρίου που καθυστερούσε την ανάπτυξη των βακτηρίων και την διάγκωση των κονσερβών όταν εφαρμοζόταν μόνο η ίδια συγκέντρωση ΑΕ ρίγανης υποβοήθησε την καθυστέρηση. Η καθυστέρηση της ανάπτυξης εξαρτιόνταν από το αριθμό των ενοφθαλμισμένων σπορίων. Για τα 300 σπόρια/gr η μείωση ήταν μεγαλύτερη από ότι για τα 3.000 σπόρια/gr.

#### Πιάτα με ψάρι

Στα ψάρια, όπως και στα προϊόντα κρέατος, ένα υψηλό περιεχόμενο σε λίπος φαίνεται να μειώνει την αποτελεσματικότητα των αντιβακτηριακών αιθέριων ελαίων. Για παράδειγμα, το έλαιο ρίγανης στα 0,5 μl/gr είναι πιο δραστικό ενάντια στον οργανισμό αλλοίωσης *Photobacterium phosphoreum* σε φιλέτα μουρούνας απ'ότι στο σολομό, ο οποίος είναι ένα λιπαρό ψάρι. Το έλαιο ρίγανης είναι πιο αποτελεσματικό μέσα/πάνω σε ψάρι από το έλαιο μέντας, ακόμα και σε πιάτα με λιπαρά ψάρια· αυτό επιβεβαιώθηκε με δύο πειράματα με ωμή σαλάτα ψαριού χρησιμοποιώντας τα δύο αιθέρια έλαια στην ίδια συγκέντρωση (5-20 μl/g). Το άπλωμα του αιθέριου ελαίου στην επιφάνεια ολόκληρου

ψαριού, ή η χρήση αιθέριου ελαίου σε ένα κάλυμμα για γαρίδες μοιάζει αποτελεσματική στην αναστολή της αντίστοιχης φυσιολογικής χλωρίδας αλλοίωσης.

#### Γαλακτοκομικά προϊόντα

Το έλαιο μέντας σε συγκεντρώσεις 5-20 μl/g είναι αποτελεσματικό ενάντια στη *S. enteritidis* στο γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά και στη σαλάτα με αγγούρι. Το έλαιο μέντας αναστέλλει την ανάπτυξη ειδών που αρχίζουν την καλλιέργεια γιαουρτιού στα 0,05–5 μl/g αλλά το έλαιο κανέλας, κάρδαμου και γαρύφαλλου είναι πολύ περισσότερο δραστικά.

#### Λαχανικά

Φαίνεται ότι στα πιάτα με λαχανικά όπως και στα προϊόντα κρέατος η αντιμικροβιακή δράση των αιθέριων ελαίων ευνοείται από μια μείωση στην αποθηκευτική θερμοκρασία και/ή μια μείωση στο pH του φαγητού. Τα λαχανικά γενικά έχουν ένα χαμηλό περιεχόμενο σε λίπος, το οποίο μπορεί να συμβάλλει στα επιτυχή αποτελέσματα που λαμβάνονται με τα αιθέρια έλαια.

Όλα τα αιθέρια έλαια και τα συστατικά τους που έχουν δοκιμασθεί στα λαχανικά εμφανίζονται αποτελεσματικά ενάντια στη φυσιολογική χλωρίδα αλλοίωσης και στα παθογόνα που γεννώνται μέσα στα τρόφιμα σε επίπεδα 0,1-10 μl/g σε νερό πλυσίματος. Η κινναμαλδεύδη και η θυμόλη είναι αποτελεσματικές σε 6 ορότυπους σαλμονέλας σε πρώτης ποιότητας σπόρια όταν εφαρμόζονται σε θερμό αέρα στους 50°C σαν απολύμανση. Η αύξηση της θερμοκρασίας στους 70°C μείωσε την αποτελεσματικότητα της αγωγής. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην πτητικότητα των αντιβακτηριακών ενώσεων.

Το έλαιο ρίγανης στα 7-21 μl/g ήταν αποτελεσματικό στην αναστολή του *Escherichia coli* 0157:H7 και στη μείωση των τελικών πληθυσμών σε σαλάτα με αυγό συγκρινόμενο με το κοντρόλ χωρίς αιθέριο έλαιο. Παρότι η συνταγή της σαλάτας φαίνεται να έχει ένα υψηλό περιεχόμενο σε λίπος, το ποσοστό του λίπους δεν αναφερόταν.

#### Ρύζι

Το έλαιο φασκόμηλου στα 0,2–0,5 μl/g όταν χρησιμοποιείται ενάντια στον *B. cereus* στο ρύζι ήταν μη αποτελεσματικό, ενώ η καρβακρόλη στα 0,15-0,75 μl/g ήταν πολύ αποτελεσματική στο να παρατείνει τη φάση υστέρησης και να μειώσει τον τελικό πληθυσμό συγκρινόμενη με ένα κοντρόλ.

#### Φρούτο

Η καρβακρόλη και η κινναμαλδεύδη ήταν πολύ δραστικές στη μείωση του ζωντανού αριθμού της φυσιολογικής χλωρίδας στο ακτινίδιο όταν χρησιμοποιήθηκαν σε συγκεντρώσεις 0,15μl/ml σε διάλυμα εμβαπτισμού, αλλά λιγότερο αποτελεσματικές σε μια ποικιλία πεπονιού. Είναι πιθανό ότι αυτή η διαφορά έχει να κάνει με τη διαφορά στο pH

ανάμεσα στα φρούτα. Το pH του ακτινιδίου ήταν 3,2-3,6 και του πεπονιού 5,4-5,5. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, όσο χαμηλότερο είναι το pH τόσο περισσότερο αποτελεσματικά είναι τα αιθέρια έλαια και τα συστατικά τους.

#### Μοντέλα τροφίμων

Τα ΑΕ του γαρύφαλλου, της κανέλας, της δάφνης και του θυμαριού εξετάστηκαν ενάντια στην *L. monocytogenes* και στην *S. enteritidis* σε μαλακό τυρί διαλυμένο 1:10 σε ρυθμιστικό διάλυμα. Τα προηγούμενα είδη αναστέλλονταν λιγότερο εύκολα σε διαλυμένο πλήρους λίπους τυρί από ότι στην χαμηλού λίπους εκδοχή. Η ποσότητα του λίπους στο τυρί προστάτευε τα βακτηριακά κύτταρα σε διαφορετική έκταση που εξαρτιόνταν από το ποιο έλαιο χρησιμοποιούνταν, το έλαιο γαρύφαλλου ήταν στην πράξη πιο δραστικό ενάντια στην *S. enteritidis* στον πλήρους λίπους από ότι στον χαμηλών λιπαρών πολύ.

Ενόψει των δημοσιευμένων δεδομένων πάνω στα ΑΕ στα τρόφιμα, η ακόλουθη προσεγγιστική γενική ταξινόμηση (με σειρά μειούμενης αντιβακτηριακής δραστηριότητας) μπορεί να γίνει: ρίγανη / γαρύφαλλο / κόλιανδρος / κανέλα > θυμάρι > μέντα > δενδρολίβανο > μουστάρδα > cilantro / φασκόμηλο. Μια προσεγγιστική γενική ταξινόμηση των συστατικών των ΑΕ είναι όπως παρακάτω (με σειρά μειούμενης αντιβακτηριακής δράσης): ευγενόλη > καρβακρόλη / κινναμικό οξύ > βασιλ-μεθυλ-καβικόλη > κινναμαλδεύδη > κιτράλη / γερανιόλη (S. Burt, 2004).

#### **A.1.6 Σύνοψη των ήδη γνωστών αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων των αιθέριων ελαίων**

Η χρήση των αιθέριων ελαίων ως λειτουργικών συστατικών σε τρόφιμα, ποτά, είδη τουαλέτας και καλλυντικά κερδίζει έδαφος, τόσο εξαιτίας του αυξανόμενου ενδιαφέροντος των καταναλωτών σε συστατικά από φυσικές πηγές και επίσης λόγω της αυξανόμενης ανησυχίας για πιθανά βλαβερά συνθετικά πρόσθετα. Μέσα στο ευρύ φάσμα των προϊόντων που αναφέρθηκαν ανωτέρω, μια κοινή ανάγκη είναι η διαθεσιμότητα φυσικών εκχυλισμάτων με μια ευχάριστη γεύση ή οσμή που συνδυάζεται με μια συντηρητική δράση, και που στοχεύει στην αποφυγή της λιπιδικής εκφύλισης, οξείδωσης και αλλοίωσης από μικροοργανισμούς. Αυτά τα ανεπιθύμητα φαινόμενα δεν αποτελούν αποκλειστικό ενδιαφέρον της βιομηχανίας τροφίμων, αλλά ένα κοινό κίνδυνο οπουδήποτε ένα λιπιδικό ή φθαρτό οργανικό υπόστρωμα είναι παρόν. Πράγματι, επάγουν την ανάπτυξη ανεπιθύμητων δυσάρεστων γεύσεων, δημιουργούν τοξικότητα και επηρεάζουν σοβαρά την διάρκεια ζωής πολλών αγαθών.

Μέχρι πρόσφατα, τα αιθέρια έλαια είχαν μελετηθεί περισσότερο από την άποψη της χημείας της γεύσης και του αρώματος τους μόνο για να δίνουν γεύση σε τρόφιμα, ποτά και άλλα αγαθά. Στην πραγματικότητα, παρόλα αυτά, τα αιθέρια έλαια και τα συστατικά τους κερδίζουν αυξανόμενο ενδιαφέρον λόγω της σχετικά ασφαλούς κατάστασης τους, της ευρείας αποδοχής από τους καταναλωτές, και της δυνατότητας εκμετάλλευσής τους για πιθανή πολλαπλών σκοπών λειτουργική χρήση. Πολλοί συγγραφείς, για την ακρίβεια, έχουν αναφέρει αντιμικροβιακές, αντιμυκητιακές, αντιοξειδωτικές και περισυλλογής ριζών ιδιότητες από μπαχαρικά και αιθέρια έλαια και, σε ορισμένες περιπτώσεις, μια άμεση σχετιζόμενη με τα τρόφιμα εφαρμογή έχει δοκιμαστεί.

Συνεπώς, στο σημείο αυτό αναφέρουμε τα αποτελέσματα μιας μελέτης με στόχο να ορίσει και να συγκρίνει τις λειτουργικές αντιοξειδωτικές, έναντι ελευθέρων ριζών και αντιμικροβιακές ιδιότητες 11 αιθέριων ελαίων με κάποιες ιδιαιτερότητες που σχετίζονται με την χημική τους σύσταση. Τα έλαια της μελέτης ήταν τα εξής: *Cananga odorata* (Annonaceae), λανγκ-λανγκ έλαιο, *Cupressus sempervirens* (Cupressaceae), έλαιο κυπαρισσιού, *Curcuma longa* (Zingiberaceae), έλαιο κουρκουμά, *Cymbopogon citratus* (Poaceae), έλαιο λεμονόχορτου, *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), έλαιο ευκαλύπτου, *Pinus radiata* (Pinaceae), έλαιο πεύκου Monterey, *Piper crassinervium* (Piperaceae) guavidoca leaves oil, *Psidium guayana* (Myrtaceae), έλαιο φύλλων καβάφας, *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae), έλαιο δεντρολίβανου, *Thymus x citriodorus* (Lamiaceae), lemon thyme oil, and *Zingiber officinale* (Zingiberaceae), έλαιο πιπερόριζας. Το αιθέριο έλαιο του *Thymus vulgaris* χρησιμοποιούνταν ως ένα συστατικό αναφοράς.

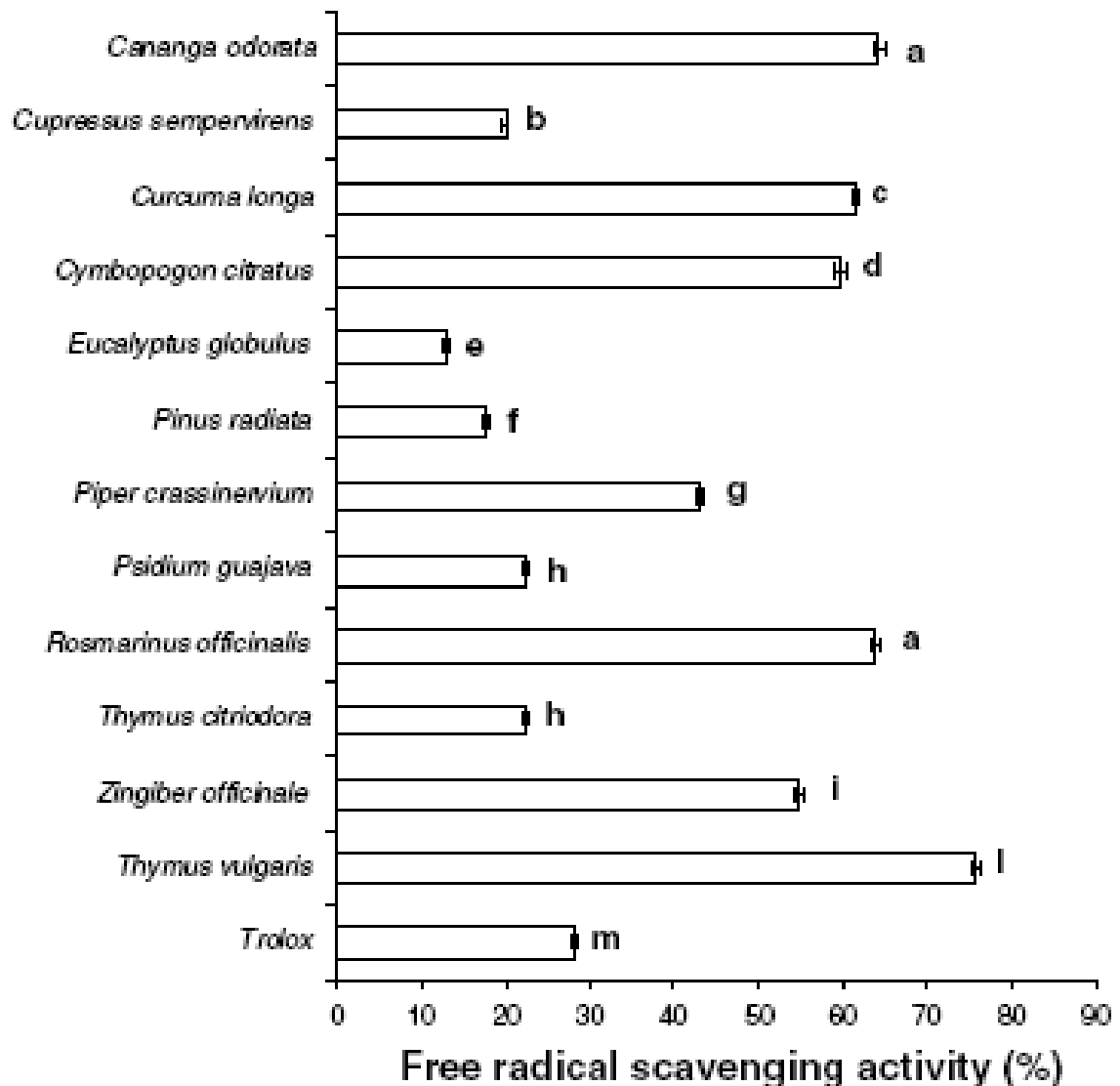
#### Αντιοξειδωτική δράση

Ενόψει των διαφορών ανάμεσα στον μεγάλο αριθμό συστημάτων δοκιμασίας που είναι διαθέσιμα, τα αποτελέσματα ενός μόνο προσδιορισμού μπορούν μόνο να προσφέρουν μια μειωτική πρόταση των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων των αιθέριων ελαίων προς τα υποστρώματα τροφίμων και πρέπει να ερμηνευθούν με κάποια προσοχή. Επιπλέον, το γεγονός ότι τα αιθέρια έλαια είναι μίγματα διαφορετικών οργανικών ενώσεων που φέρουν διαφορετικές λειτουργικές ομάδες, έχουν διαφορετική πολικότητα και χημική συμπεριφορά, μπορεί να οδηγήσει σε διάσπαρτα αποτελέσματα, που εξαρτώνται από το τεστ που εφαρμόζεται. Συνεπώς, μια προσέγγιση με πολλαπλούς προσδιορισμούς στην διαδικασία διαλογής είναι πολύ προτιμητέα. Ανάμεσα στην πληθώρα μεθόδων που μπορούν να εφαρμοστούν για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής δράσης (TEAC, TRAP, LDL, DMPD, FRAP, ORAC, DPPH, PCL, και αποχρωματισμός του β-καροτενίου), πολύ λίγες από αυτές (TEAC, DPPH, PCL) είναι χρήσιμες για τον

καθορισμό της δραστηριότητας τόσο υδρόφιλων όσο και λιπόφιλων ειδών, εξασφαλίζοντας έτσι μια καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων και καλύπτοντας ένα πλατύτερο εύρος από πιθανές εφαρμογές. Λαμβάνοντας αυτό υπόψη, η *in vitro* αντιοξειδωτική δράση των 11 αιθέριων ελαίων που δοκιμάστηκαν, συγκρινόμενη με αυτή του αιθέριου ελαίου του *Thymus vulgaris*, εκτιμήθηκε με τρία διαφορετικά τεστ: το τεστ του DPPH, το τεστ αποχρωματισμού του β-καροτένιου και τον PCL προσδιορισμό, που επιτρέπουν τόσο το πρωτοταγές όσο και το δευτεροταγές βήμα της οξείδωσης και την λιπο-διαλυτή αντιοξειδωτική ικανότητα που ακολουθεί.

Οι δραστηριότητες περισυλλογής-ριζών του DPPH των 11 αιθέριων ελαίων και των αναφορών φαίνονται στην Εικ. 23. Τα αιθέρια έλαια *C. odorata*, *C. citratus*, *R. officinalis* και *C. longa* αξιολογήθηκαν μειώσαν την συγκέντρωση της ελεύθερης ρίζας του DPPH, με μια αποτελεσματικότητα ελαφρά χαμηλότερη από αυτή του ελαίου αναφοράς *T. vulgaris* ( $75,6 \pm 0,53\%$  αναστολή). Οι τιμές τους, πράγματι, κυμαίνονταν από  $63,8 \pm 0,45\%$  σε  $59,6 \pm 0,42\%$  και ήταν δύο φορές υψηλότερες από αυτή του trolox ( $28,2 \pm 0,20\%$ ). Η απόδοση του παράξενου χημειότυπου του ελαίου δενδρολίβανου ήταν καλύτερη από αυτές που αναφέρονται από τον Baratta et al. (1998) για δείγματα που ελήφθησαν από το *R. officinalis* του α-πινένιο/1,8 σινεόλη /καμφορά χημειότυπου. Πρέπει να σημειωθεί ότι το αιθέριο έλαιο του *C. citratus*, που εξάγεται από τα φυτά που μεγαλώνουν στο Εκουαδόρ απέδωσε καλύτερα από τα αιθέρια έλαια της ίδιας βοτανικής πηγής αλλά από διαφορετική γεωγραφική προέλευση. Παρόλα αυτά, δεδομένου του γεγονότος ότι τα ισομερή κιτράλης (νεράλη, 32,3%· γερανιάλη, 41,28%) είναι οι πιο άφθονες ενώσεις στο αιθέριο έλαιο του *C. citratus*, τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν μοιάζουν να είναι συμβατά με την αποτελεσματικότητα περισυλλογής-ριζών της κιτράλης που αναφέρθηκε από τον Choi et al. (2000). Η δραστηριότητα του ελαίου *P. crassinervium* ( $43,0 \pm 0,30\%$ ) ήταν ξεκάθαρα χαμηλότερη από αυτή που εκφράζεται από τον *T. vulgaris*, αλλά συγκρίσιμη με αυτή του trolox. Άλλα αιθέρια έλαια απέδωσαν χαμηλά, με ένα κατά μέσο όρο ποσοστό αναστολής χαμηλότερο του 25%. Έλαια με υψηλότερη μονοτερπενική αφθονία όπως τα *C. sempervirens*, *P. nigra*, *E. globulus* και *P. guayana*, ήταν σχεδόν αναποτελεσματικά. Αυτό το αποτέλεσμα είναι σε συμφωνία με τη φτωχή απόδοση που δίνεται από άλλα έλαια με παρόμοια μοντέλα και από μονούς μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες.

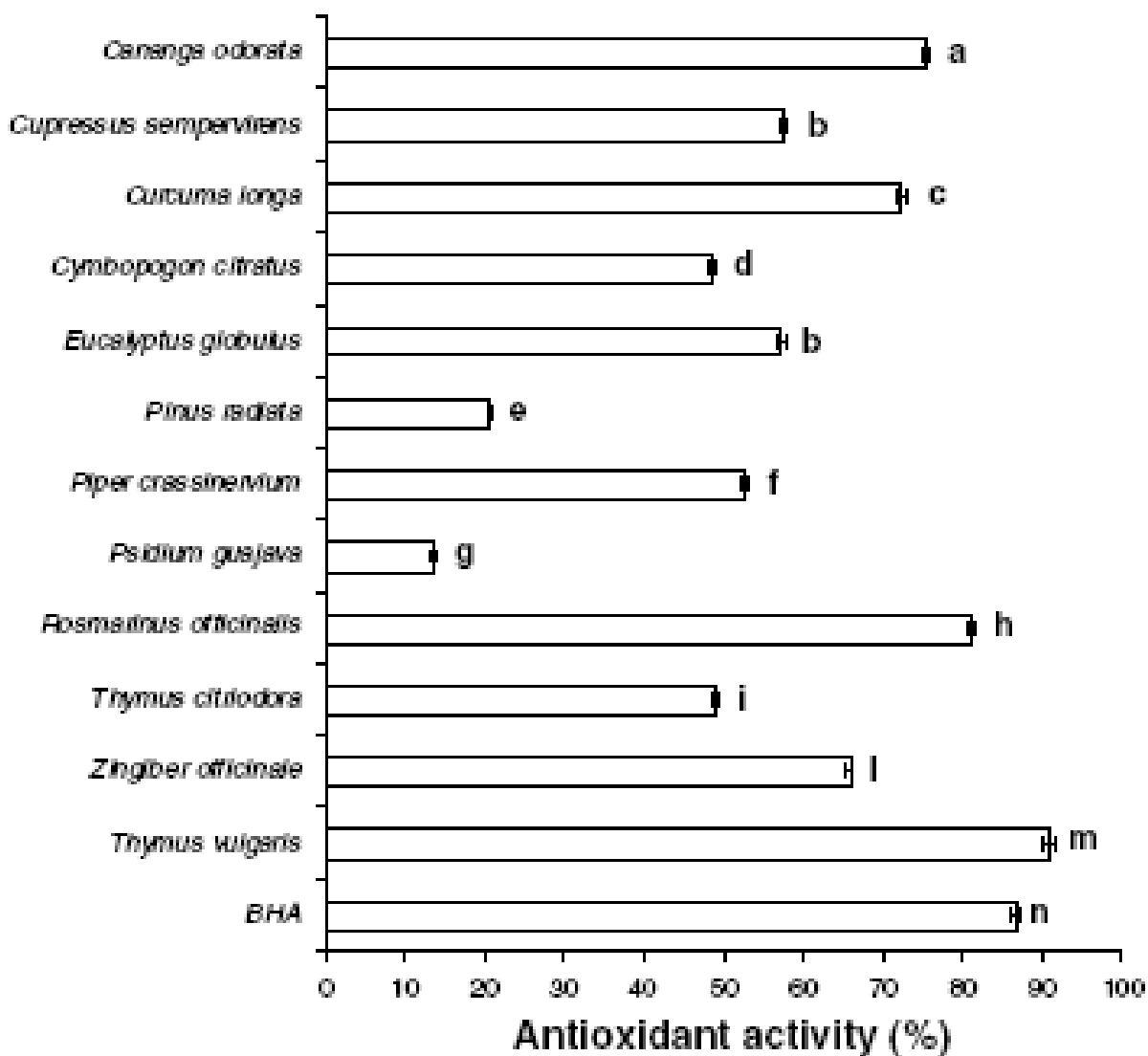




**Εικόνα 23:** Ποσοστό δραστηριότητας περισυλλογής ελεύθερων ριζών των 11 αιθέριων ελαίων αξιολογημένο από τον DPPH προσδιορισμό και σε σύγκριση με αυτό των αναφορών (trolox, αιθέριο έλαιο θυμαριού).

Εκτιμήσαμε την ανασταλτική δραστηριότητα της λιπιδικής υπεροξειδωσης των αιθέριων ελαίων με το τεστ αποχρωματισμού του β-καροτένιου (εικόνα 24). Τα αποτελέσματα ήταν συνεπή με δεδομένα που ελήφθησαν από το DPPH τεστ, καθώς η *C. odorata* ( $75,5 \pm 0,53\%$  αναστολή), *R. officinalis* ( $81,1 \pm 0,57\%$ ) και *C. longa* ( $72,4 \pm 0,51\%$ ) έδρασαν σχεδόν εξ ίσου καλά με τον *T. vulgaris* ( $90,9 \pm 0,64\%$ ) και το BHA ( $86,74 \pm 0,61\%$ ). Το *P. crassinervium*, μαζί με τα *E. globulus*, *C. citratus* και *C. sempervirens*, παρείχαν ενδιάμεσα αποτελέσματα, με ποσοστά αναστολής που

κυμαίνονταν από  $65,9 \pm 0,46$  σε  $48,6 \pm 0,34\%$ . Τα συνολικά αποτελέσματα ήταν καλύτερα απ' αυτά που παρέχονται από την δραστικότητα περισυλλογής ριζών και μερικά από τα έλαια με υψηλά τερπενικά ποσοστά ήταν περισσότερο αποτελεσματικά, πιθανά ως μια συνέπεια μιας υψηλότερης ειδικότητας του προσδιορισμού για λιπόφιλες ενώσεις.



**Εικόνα 24:** Ποσοστό αντιοξειδωτικής δράσης των 11 αιθέριων ελαίων που καθορίζεται από το τεστ αποχρωματισμού του β-καροτένιου και σύγκριση με αυτό των αναφορών (BHA: βουτυλιωμένη υδροξυ-ανισόλη, αιθέριο έλαιο θυμαριού).

Η PCL μέθοδος βασίζεται στην φωτοεπαγόμενη αναστολή της αυτοοξειδωσης της λουμινολής από αντιοξειδωτικά που μεσολαβείται από την ρίζα ανιόντος υπεροξειδίου ( $O_2^{\bullet-}$ ). Επειδή αυτό το τελευταίο είναι ένα φθοροποιοό παραπροϊόν του μεταβολισμού του οξυγόνου, υπεύθυνο για την πιο σημαντική καταστροφή που σχετίζεται με τους

τραυματισμούς επαναραντίσματος, οι τιμές που ελήφθησαν από την PCL μέθοδο σχετίζονται άμεσα με τις υγιεινές ιδιότητες ενός δεδομένου συστατικού ή τροφίμου. Αυτή η μέθοδος είναι εύκολη και ταχεία στην πραγματοποίηση της και παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα: δεν απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες για την γένεση των ριζών και είναι πιο ευαίσθητη, μετρώντας, σε λίγα λεπτά, και στην κλίμακα των νανομόλαρ την δραστικότητα περισυλλογής των αντιοξειδωτικών έναντι της ρίζας του υπεροξειδίου. Επιπλέον, ο PCL προσδιορισμός, που διεξάγεται σύμφωνα με το ACL πρωτόκολλο, είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για τον καθορισμό της δράσης περισυλλογής ριζών των λιποδιαλυτών αντιοξειδωτικών όπως είναι τα αιθέρια έλαια. Τα δεδομένα που ελήφθησαν από την δοκιμασία PCL ήταν σύμφωνα με αυτά που ελήφθησαν στα προηγούμενα τεστ. Το έλαιο αναφοράς *T. vulgaris*, ήταν το πιο ισχυρό ( $342 \pm 21,8$  mmol trolox/l) ενώ τα *C. odorata*, *C. longa*, *C. citratus* και *R. officinalis* επιβεβαίωσαν τα καλά αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν στους προσδιορισμούς DPPH και αποχρωματισμού β-καροτενίου. Παρείχαν τιμές που κυμαίνονταν από  $23,3 \pm 0,30$  σε  $66 \pm 4,2$  mmol trolox/l. Όπως προηγούμενα αναφέρθηκε, η δραστικότητα του *P. crassinervium* ήταν ακόμη αξιόλογη ( $10,2 \pm 0,44$  mmol trolox/l), ενώ τα άλλα έλαια ήταν σχεδόν αναποτελεσματικά.

#### Αντιμικροβιακή δράση

Αποτελέσματα από τον αντιμικροβιακό προσδιορισμό διάχυσης δίσκων αθροίζονται στον πίνακα 2. Τα περισσότερα από τα αιθέρια έλαια έδειξαν μια μέτρια ανασταλτική δραστικότητα ενάντια στους δοκιμαζόμενους μύκητες. Συγκεκριμένα, τα έλαια του *C. citratus* και *T. x citriodoris* έδειξαν πολύ καλή αποτελεσματικότητα και την πιο ευρέως φάσματος δράση, με ελάχιστες ανασταλτικές πυκνότητες (EΑΠ) συγκρίσιμες με, ή ακόμα καλύτερες από, αυτές που παρέχονται από το έλαιο αναφοράς, *T. vulgaris*. Ακόμη και αν η αντιμυκητιακή δράση του ελαίου λεμονόχορτου έχει αναφερθεί αρκετές φορές, κυρίως έναντι φυτοπαθογόνων και δερματόφυτων, η δραστικότητά του ενάντια σε ζύμες αλλοίωσης τροφίμων σπάνια είχε διερευνηθεί. Η γερανιόλη και τα ισομερή κιτράλης πρέπει πιθανόν να ευθύνονται για τέτοια αποδοτικότητα. Από την άλλη πλευρά, τα *C. odorata*, *P. crassinervium* και *C. longa* είχαν την χειρότερη απόδοση, με EΑΠ 5 ή 10 φορές υψηλότερη από αυτή του *T. vulgaris*. Το αιθέριο έλαιο της *P. radiata* επέδειξε ειδική στενού φάσματος δραστικότητα μόνο ενάντια στον *S. cerevisiae* με μια EΑΠ 0,02 mg/ml. Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρήθηκε για το έλαιο *C. odorata* έναντι της *Yarrowia lipolytica* (0,03 mg/ml). Οι *S. pombe* και *S. cerevisiae* ήταν τα πιο ευαίσθητα στελέχη, καθώς οι EΑΠ τους ήταν οι χαμηλότερες στις περισσότερες περιπτώσεις. Από την άλλη πλευρά η *Y. lipolytica* έδειξε ισχυρή αντίσταση ενάντια σε πολλά έλαια πλούσια

σε μονοτερπένια, όπως τα *C. sempervirens*, *P. guayana*, *P. radiata* και *E. globulus*, και μια υψηλότερη ευαισθησία για αυτά τα έλαια με καλά φαινολικά, αλκοολικά ή αλδεϋδικά περιεχόμενα. Οι διαφορετικές αποδόσεις που προέκυψαν από τα αιθέρια έλαια, στην πράξη, μπορούν να συνδεθούν με τις διαφορετικές τους χημικές συνθέσεις. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι ζύμες και οι μύκητες αναστέλλονται αξιοσημείωτα από έλαια πλούσια σε φαινολικά, αλδεϋδες και αλκοόλες (G. Sacchetti et al., 2005).

**Πίνακας 2:** Αντιμικροβιακή δράση εκφρασμένη ως ελάχιστη ανασταλτική πυκνότητα (ΕΑΠ) ενάντια σε κάποια στελέχη ζυμών των 11 αιθέρων ελαίων και του ελαίου αναφοράς (*Thymus vulgaris*)

	<i>C. albicans</i>	<i>R. glutinis</i>	<i>S. cerevisiae</i>	<i>S. pombe</i>	<i>Y. lipolytica</i>
Essential oils	mg/ml				
<i>Cananga odorata</i>	0.17	0.23	0.54	0.27	0.03
<i>Cupressus sempervirens</i>	0.08	0.08	0.06	0.06	0.23
<i>Curcuma longa</i>	0.36	0.18	0.18	0.06	0.15
<i>Cymbopogon citratus</i>	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03
<i>Eucalyptus globulus</i>	0.09	0.09	0.09	0.12	0.24
<i>Pinus radiata</i>	0.14	0.09	0.02	0.06	0.29
<i>Piper crassinervium</i>	0.24	0.09	0.30	0.12	0.12
<i>Psidium guayava</i>	0.14	0.09	0.09	0.06	0.23
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.09	0.12	0.06	0.18	0.12
<i>Thymus × citriodorus</i>	0.06	0.09	0.06	0.06	0.03
<i>Zingiber officinale</i>	0.15	0.15	0.09	0.06	0.18
<i>Thymus vulgaris</i>	0.06	0.06	0.06	0.03	0.03

Η ΕΑΠ ορίζεται ως η ελάχιστη συγκέντρωση κάθε αιθέριου ελαίου που δείχνει μια ξεκάθαρη ζώνη αναστολής.

## A.2 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο προσδιορισμός και η αξιολόγηση των αντιβακτηριδιακών, αντιμυκητιακών και αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων της σειράς των αιθέριων ελαίων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Οι δύο πρώτες ιδιότητες μελετήθηκαν με την μέθοδο του αντιβιογράμματος που χρησιμοποιείται συνήθως από τα μικροβιολογικά εργαστήρια, όπου ως μικροοργανισμοί αναφοράς χρησιμοποιήθηκαν τα παθογόνα στελέχη *Escherichia coli* και *Candida albicans*, αντίστοιχα ως εκπρόσωποι των Gram αρνητικών βακτηρίων και των μυκήτων. Η διαφορά της μεθόδου που εφαρμόστηκε σε σχέση με την κλασική μέθοδο του αντιβιογράμματος ήταν ότι αντί για έτοιμους δίσκους γνωστών αντιβιοτικών χρησιμοποιήθηκαν στείροι δίσκοι (διαμέτρου ίδιας με αυτή των έτοιμων) που εμποτίστηκαν με τα υπό μελέτη αιθέρια έλαια. Η τροποποίηση αυτή του αντιβιογράμματος θα μπορούσε κάλλιστα να ονομαστεί και αρωματόγραμμα. Η αντιοξειδωτική δράση των αιθέριων ελαίων προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του αποχρωματισμού ενός ιώδους-χρώματος μεθανολικού διαλύματος του DPPH. Αυτή η φασματοφωτομετρική μέθοδος χρησιμοποιεί την σταθερή ρίζα 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζίλιο (DPPH) ως το βασικό αντιδραστήριο.

### A.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η σειρά των 16 αιθέριων ελαίων που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία αυτή αγοράστηκε από την Calmer Solutions Limited, Surrey, England. Τα κύτταρα του μικροοργανισμού *E. coli* – στέλεχος *InnA-F1*- ήταν μια ευγενική χορηγία του τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου της Πάντοβας και της καθηγήτριας Bergantino Elisabetta, ενώ οι μύκητες *C. albicans* ελήφθησαν σε συνεργασία με το Μικροβιολογικό Εργαστήριο του Βενιζέλειου Νοσοκομείου Ηρακλείου. Τέλος, η δραστική ουσία DPPH αγοράστηκε από την Sigma Biochemicals, Reagents and kits. Επίσης από τις εταιρίες Sigma, Merck και Fluka αγοράστηκαν και τα συστατικά των θρεπτικών υλικών LB (Luria Bertani) και Sabouraud Dextrose Agar που παρασκευάστηκαν ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη των ανωτέρω μικροοργανισμών.

#### A.3.1 Μέθοδος δίσκων

Δύο πρότυποι μέθοδοι χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ευαισθησίας των μικροοργανισμών στα αντιβιοτικά (και συνεπώς και στα αιθέρια έλαια) με τη μέθοδο των δίσκων: η μέθοδος Bauer-Kirby και η συγκριτική μέθοδος. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε μια τροποποίηση της μεθόδου Bauer-Kirby, όπου αντί για το MHA χρησιμοποιείται το θρεπτικό υλικό LB.

#### Τροποποιημένη Μέθοδος Bauer – Kirby

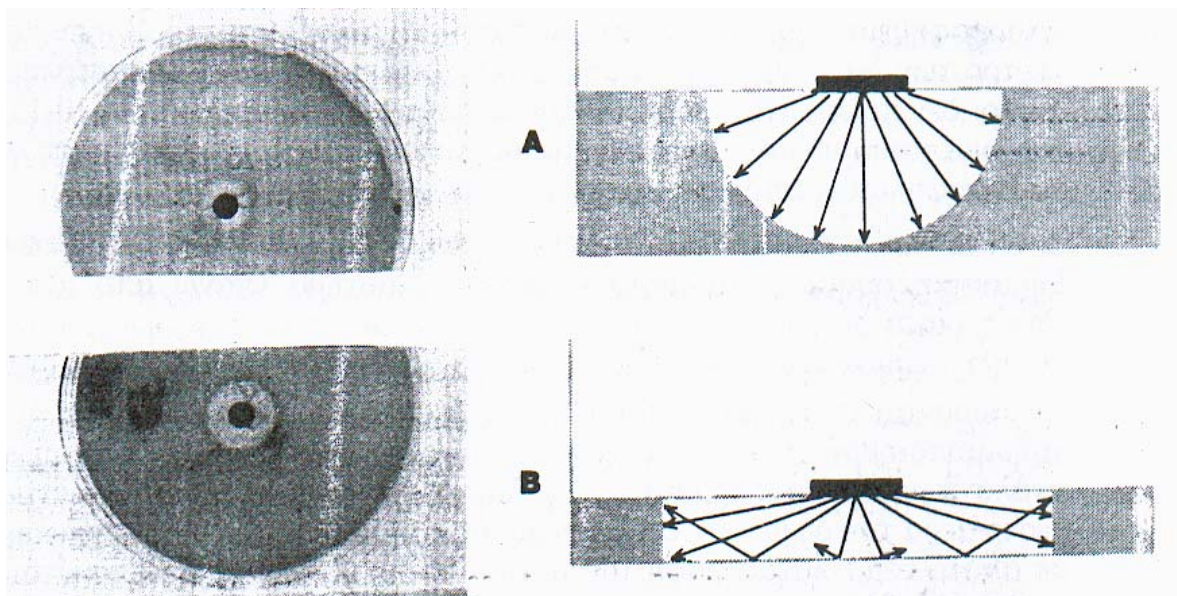
Η μέθοδος αυτή για να έχει ακριβή και αναπαραγώγιμα αποτελέσματα πρέπει να ακολουθεί ορισμένα πρότυπα σχετικά με τα θρεπτικά υλικά, το ενοφθάλμισμα, τους δίσκους αντιβιοτικών, την επώαση και την ανάγνωση των αποτελεσμάτων.

#### Θρεπτικά υλικά

1. Χρησιμοποιείται το LB για τον μικροοργανισμό *E. coli* και το θρεπτικό υλικό Sabouraud Dextrose Agar για τον μύκητα *C. albicans*. Η σύσταση αυτών των δύο υλικών έχει ως εξής: LB (10 gr/lit πεπτόνη, 5 gr/lit yeast extract, 5 gr/lit NaCl, 1,5% κ.ο. άγαρ) ενώ του υλικού Sabouraud (5 gr/lit πεπτόνη από καζεΐνη, 5 gr/lit πεπτόνη κρέατος, 40 gr/lit dextrose και 17 gr/lit άγαρ). Το pH του υλικού Sabouraud Dextrose Agar πρέπει να είναι 5,6 +/- 0,2 στους 25°C. Το pH του θρεπτικού υλικού έχει ιδιαίτερη σημασία επειδή επηρεάζει τη διάχυση του αντιβιοτικού-αιθέριου ελαίου, το ρυθμό ανάπτυξης των μικροοργανισμών, αλλά και αυτή καθαυτή τη δράση των αντιβιοτικών (λ.χ. το ναλιδιξικό οξύ είναι πιο δραστικό σε όξινο pH, ενώ οι αμινογλυκοσίδες σε αλκαλικό).

### Παρασκευή των τρυβλίων (Petri dishes)

1. Πρέπει η επιφάνειά τους να είναι ομοιόμορφη και το πάχος του υλικού να είναι περίπου 4 mm. 25 ml υλικού απαιτούνται για τρυβλία εσωτερικής διαμέτρου 9 cm και 60 ml για τρυβλία εσωτερικής διαμέτρου 14 cm.
2. Το πάχος του άγαρ στα τρυβλία είναι καθοριστικός παράγοντας για τη διαμόρφωση της ζώνης αναστολής, όπως φαίνεται από την εικόνα 14. Η διάχυση του αντιβιοτικού γίνεται σε 3 διευθύνσεις, εκτός αν το πάχος του υλικού είναι πολύ μικρό οπότε πολύ γρήγορα (όταν η πυκνότητα του αντιβιοτικού στον πυθμένα είναι η ίδια όπως στην επιφάνεια) γίνεται σε 2 διευθύνσεις, με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται τελικά ζώνη αναστολής με μεγαλύτερη διάμετρο. Ενώ όταν το πάχος του θρεπτικού υλικού είναι μεγαλύτερο από 4 mm γίνεται μεγαλύτερη διάχυση του αντιβιοτικού προς το βάθος, με αποτέλεσμα μικρότερες ζώνες αναστολής. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε ο πυθμένας των τρυβλίων να είναι επίπεδος και τα τελευταία να τοποθετούνται κατά την παρασκευή σε οριζόντια επιφάνεια, ώστε να είναι επίπεδη και η επιφάνειά τους.
3. Τα τρυβλία μπορούν να χρησιμοποιηθούν αμέσως (αφού στεγνώσουν σε κλίβανο 37°C με ανοικτό το σκέπασμα για 10-30') ή φυλάσσονται στο ψυγείο (4°C) μέχρι 7 ημέρες. Περισσότερο χρόνο (μέχρι 4 εβδομάδες) μπορούν να διατηρηθούν αν φυλαχθούν σε πλαστικές σακούλες για να μην αφυδατωθούν. Πριν από τη χρήση τα τρυβλία στεγνώνουν στον κλίβανο και δεν πρέπει να έχουν σταγονίδια υγρασίας στο θρεπτικό υλικό ή στο σκέπασμα του τρυβλίου.



**Εικόνα 25:** Διάχυση του αντιβιοτικού στο άγαρ. A: σε τρεις διευθύνσεις. B: σε δύο διευθύνσεις.

Ενοφθάλμισμα (Ποσότητα του μικροβιακού εναιωρήματος που επιστρώνεται στην επιφάνεια του τρυβλίου).

1. Το μέγεθος του ενοφθαλμίσματος αποτελεί σπουδαίο από άποψη σημαντικότητας παράγοντα για τη διαμόρφωση της ζώνης αναστολής. Αν οι δίσκοι και το θρεπτικό υλικό είναι σταθερά, ο κυριότερος παράγοντας για την αναπαραγωγικότητα της μεθόδου είναι το μέγεθος του ενοφθαλμίσματος. Μεγάλο μέγεθος ενοφθαλμίσματος έχει σαν αποτέλεσμα να διαμορφώνονται ζώνες αναστολής μικρότερης διαμέτρου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί όταν πρόκειται να ελεγχθούν στελέχη που παράγουν ένζυμα και που αδρανοποιούν ή καταστρέφουν τα αντιβιοτικά.
2. Ουδέποτε πρέπει να χρησιμοποιείται σαν ενοφθάλμισμα 18 ή 24ωρο καλλιέργημα χωρίς να έχει αραιωθεί. Το ενοφθάλμισμα πρέπει να είναι ίδιο προς το πρότυπο McFarland No 0,5, που παρασκευάζεται με την προσθήκη 0,5 ml 0,048 M BaCl<sub>2</sub> (1,175% βάρος προς όγκο BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) σε 99,5 ml 0,35 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1% όγκος προς όγκο) ή με αραιώση 1:2 του πρότυπου McFarland No 1. Αυτό το θολωσιμετρικό πρότυπο πρέπει να ανακινείται έντονα (σε ανακινητήρα Vortex) αμέσως προ της χρησιμοποίησής του και μπορεί να χρησιμοποιείται για 6 μήνες όταν φυλάσσεται σε σκοτεινό μέρος σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ αν σφραγιστεί κατάλληλα με θέρμανση σε αμπούλα μπορεί να είναι σταθερό επ' αόριστο.
3. Η τοποθέτηση του ενοφθαλμίσματος γίνεται με επίστρωση με βαμβακοφόρο στυλεό σε τρεις διευθύνσεις ή με τη μέθοδο της διπλής στιβάδας άγαρ. Και οι δύο μέθοδοι είναι παραδεκτές. Επίσης συνιστάται η μέθοδος της «πλημμύρας» κατά την οποία η επιφάνεια του υλικού περιχύνεται με το μικροβιακό εναιώρημα και αναρροφάται η περίσσεια με αποστειρωμένη πιπέτα Pasteur.

Τοποθέτηση δίσκων

1. Οι δίσκοι των αντιβιοτικών αποτελούνται από διηθητικό χαρτί (Whatman No1 ή Schleicher και Schuell No 740E) και έχουν διάμετρο περίπου 6 mm. Αποστειρώνονται στους 140°C για 60' και μετά εμποτίζονται με 20 μl κατάλληλου πρότυπου διαλύματος αντιβιοτικού – στην περίπτωση μας αιθέριου ελαίου.
2. Οι δίσκοι των αντιβιοτικών τοποθετούνται με αποστειρωμένη λαβίδα ή αυτόματο διανομέα δίσκων, αφού περάσουν 5-15 min μετά τον ενοφθαλμισμό ώστε να απορροφηθεί η υγρασία, και σε απόσταση όχι μικρότερη από 24 mm από κέντρο σε κέντρο των δίσκων, ώστε να μην επικαλύπτονται οι ζώνες αναστολής. Επίσης οι δίσκοι δεν πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση μικρότερη από 10-15 mm από το τοίχωμα



3. Αμέσως μετά την τοποθέτηση του δίσκου στο τρυβλίο απορροφάται νερό από την επιφάνεια του άγαρ και αρχίζει η διάχυση του αντιβιοτικού στο περιβάλλον υλικό. Επειδή ορισμένοι αντιμικροβιακοί παράγοντες διαχέονται από το δίσκο προς το άγαρ αμέσως, δεν πρέπει να μετακινούνται οι δίσκοι μετά την τοποθέτησή τους.

#### Επώαση

Η επώαση γίνεται στους 35°C για 16-18 ώρες και πρέπει ν' αρχίζει το αργότερο 15 min μετά την τοποθέτηση των δίσκων για να αποφευχθεί η υπερδιάχυση του αιθέριου ελαίου, και σε αερόβια ατμόσφαιρα (χωρίς CO<sub>2</sub>). Το τελευταίο έχει μεγάλη σημασία, καθόσον οι ερμηνευτικοί πίνακες έχουν συνταχθεί με βάση την αερόβια επώαση. Το CO<sub>2</sub> μπορεί ν' αλλάξει το pH της επιφάνειας του θρεπτικού υλικού και να επηρεασθεί η δραστηριότητα μερικών αντιμικροβιακών φαρμάκων.

#### Ανάγνωση των αποτελεσμάτων

1. Η ανάγνωση των αποτελεσμάτων γίνεται κανονικά μετά επώαση 16-18 ωρών, αλλά σε επείγουσες περιπτώσεις μπορεί να γίνει και μετά 6-8 ώρες επώασης, αρκεί να υπάρχει ικανή μικροβιακή ανάπτυξη, όπως συμβαίνει με τα πιο συνήθη κλινικά σημαντικά βακτήρια. Αυτή η δυνατότητα είναι συνέπεια του γεγονότος ότι η διάχυση του αντιβιοτικού, όπως προαναφέρθηκε, είναι πλήρης μετά 6-8 ώρες, το τελικό όμως αποτέλεσμα δίνεται μετά την πλήρη επώαση (16-18 ώρες).
2. Μετράται ακριβώς (μέχρι το πλησιέστερο χιλιοστό) με διαβήτη, κανόνα ή ειδικό όργανο η διάμετρος της ζώνης αναστολής. Σαν όριο της ζώνης αναστολής θεωρείται το σημείο όπου δεν παρατηρείται μικροβιακή ανάπτυξη με γυμνό μάτι.
3. Ο ερπυσμός μέσα στη ζώνη αναστολής που μπορεί να παρατηρηθεί με στελέχη πρωτέων (*P. mirabilis*, *P. vulgaris*) δε λαμβάνεται υπόψη. Όταν μέσα στη ζώνη αναστολής σουλφοναμιδών – τριμεθοπρίμης παρατηρείται ελαφρά μικροβιακή ανάπτυξη (80% αναστολή ανάπτυξης) οφείλεται προφανώς στην παρουσία στο θρεπτικό υλικό ανταγωνιστικών ουσιών όπως θυμιδίνης και δεν λαμβάνεται υπόψη, αλλά μετράται η ζώνη μέχρι την κανονική ανάπτυξη.
4. Όταν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες, τότε οι αντίστοιχες αποικίες αναπτύσσονται μέσα στη ζώνη αναστολής. Η ίδια εικόνα παρατηρείται όταν η καλλιέργεια που ελέγχεται είναι μικτή, οπότε χρειάζεται επανεξέταση.
5. Δυσκολία στη μέτρηση των ζωνών αναστολής υπάρχει όταν αυτές επικαλύπτονται ή επεκτείνονται προς το τοίχωμα του τρυβλίου. Επίσης όταν έχουν ωοειδές ή ελλειπτικό

σχήμα και όταν η ανάπτυξη του μικροβίου δεν είναι συρρέουσα, αλλά πολύ αραιή οπότε δεν υπάρχουν σαφή όρια στις ζώνες αναστολής.

### **Τεχνική της μεθόδου Bauer-Kirby**

1. Λαμβάνεται με κρίκο μικρό τμήμα από 4-5 αποικίες καθαρού καλλιεργήματος του μικροοργανισμού και τοποθετείται σε δοκιμαστικό σωληνάριο με 4 ml κατάλληλου ζωμού, όπως Tryptose phosphate broth, Trypticase soy broth ή Soybean-casein digest broth.
2. Ο ζωμός επωάζεται στους 35-37°C για 2-6 ώρες. Η θολερότητα της καλλιέργειας στο τέλος της επώασης πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη του πρότυπου θολωσιμετρικού διαλύματος McFarland No 0,5.
3. Προσαρμόζεται η θολερότητα του καλλιεργήματος με φυσιολογικό ορό, στείρο ζωμό ή αποστειρωμένο νερό, ώστε να είναι παρόμοια με αυτή του παραπάνω πρότυπου διαλύματος. Αν βιαζόμαστε και δεν έχουμε χρόνο για την επώαση του εμβολιασθέντος ζωμού, σε σωληνάριο με μικρό όγκο ζωμού (περίπου 1 ml) κάνουμε εναιώρημα με αποικίες από το τρυβλίο και στην συνέχεια αραιώνουμε μέχρι το No 0,5 της κλίμακας McFarland. Μάλιστα ο τρόπος αυτός είναι προτιμότερος για τους ανθεκτικούς στη μεθικιλίνη σταφυλόκοκκους και τα μικρόβια που δεν αναπτύσσονται εύκολα στο ζωμό, όπως ο αιμόφιλος, ο γονόκοκκος και ο πνευμονιόκοκκος. Όμως και στις δύο περιπτώσεις (με επώαση και απευθείας) αν η θολερότητα του εμβολιασθέντος ζωμού είναι μικρότερη από το πρότυπο McFarland No 0,5 προσθέτουμε και άλλες όμοιες αποικίες. Μετά την προσαρμογή με το πρότυπο, το ενοφθάλμισμα πρέπει να εμβολιάζεται στο τρυβλίο μέσα σε 15-20'.
4. Εμβαπτίζεται βαμβακοφόρος στυλεός (όχι συρμάτινος κρίκος) στο σωληνάριο για την παραλαβή του καλλιεργήματος. Η περίσσεια του καλλιεργήματος αφαιρείται με πίεση και σταθερά περιστροφή του στυλεού στο εσωτερικό τοίχωμα του δοκιμαστικού σωληναρίου, πάνω από το εναιώρημα.
5. Ο βαμβακοφόρος στυλεός σύρεται στη συνέχεια σε τρυβλίο με Mueller-Hinton άγαρ (στην περίπτωση μας LB ή Sabouraud Dextrose Agar) σε τρεις διευθύνσεις, ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη σπορά του υλικού. Γίνεται και μια τελική κίνηση του στυλεού κυκλικά στην περιφέρεια του τρυβλίου. Έτσι επιτυγχάνεται συρρέουσα ή σχεδόν συρρέουσα ανάπτυξη του μικροβίου.

6. Τοποθετούνται οι δίσκοι αντιβιοτικών μετά την παρέλευση 5-15' και τα τρυβλία τοποθετούνται για επώαση, όπως πάντα ανεστραμμένα για να αποφεύγεται η αφυδάτωση του υλικού.

### **Διαμόρφωση της ζώνης αναστολής**

1. Η διάχυση του αντιβιοτικού γίνεται με βάση την αρχή ότι το αντιβιοτικό μετακινείται από περιοχές μεγαλύτερης σε περιοχές μικρότερης πυκνότητας και εξαρτάται από τις φυσικο-χημικές του ιδιότητες. Με την έναρξη της διάχυσης, η συγκέντρωση του αντιβιοτικού στην περιφέρεια του σημείου τοποθέτησης είναι σχετικά υψηλή, αλλά μετά ελαττώνεται λογαριθμικά και αντίστροφα σε σχέση με την απόσταση. Όσο η διάχυση προχωρεί, ελαττώνεται η συγκέντρωση στο αρχικό σημείο, με αποτέλεσμα ο ρυθμός διάχυσης να ελαττώνεται με την πάροδο του χρόνου. Στις περισσότερες περιπτώσεις η διάχυση είναι πλήρης μέσα σε 6-8 ώρες.
2. Ταυτόχρονα με τη διάχυση του αντιβιοτικού, τα βακτήρια που είχαν τοποθετηθεί στο θρεπτικό υλικό αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται. Η ζώνη αναστολής σχηματίζεται όταν η συγκέντρωση του αντιβιοτικού, ίση ή μεγαλύτερη από την ΕΑΠ, επιδρά σ' ένα αρκετά μεγάλο βακτηριακό πληθυσμό για να επιτύχει την αναστολή του. Αυτό το γεγονός εξηγεί και την εξάρτηση της ζώνης αναστολής από το ρυθμό ανάπτυξης του μικροοργανισμού και από την ταχύτητα διάχυσης του αντιβιοτικού στο άγαρ.

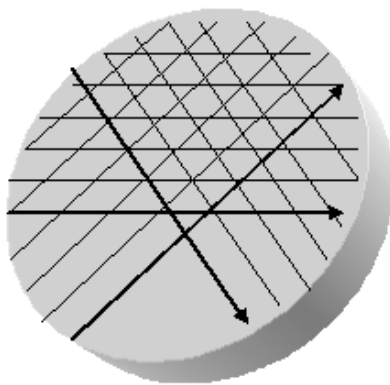
### **A.3.2 Διαδικασία εφαρμογής της μεθόδου διάχυσης δίσκων (Bauer-Kirby).**

Αρχικά δημιουργήσαμε καθαρές αποικίες των μικροοργανισμών *E. coli* και *C. albicans* με την μέθοδο της επίστρωσης σε στερεό θρεπτικό υλικό με την μέθοδο του συρμάτινου κρίκου. Συγκεκριμένα μικρή ποσότητα του υλικού ενοφθαλμίσματος (τυχαίος αριθμός αποικιών των εν λόγω μικροοργανισμών) λήφθηκε με συρμάτινο κρίκο από ήδη ενοφθαλμισμένα τρυβλία με τους μικροοργανισμούς αυτούς και επιστρώθηκε στα νέα τρυβλία με το κατάλληλο θρεπτικό υλικό ως εξής: ακουμπώντας και σύροντας τον συρμάτινο κρίκο στο κέντρο του τρυβλίου ώστε να σχηματιστεί μια διάμετρος αυτού και στην συνέχεια σχηματίζοντας ένα S σε διεύθυνση παράλληλη στη διεύθυνση της σχηματισμένης διαμέτρου. Με την τεχνική αυτή οι αποικίες που σχηματίζονται στην άκρη του S είναι μεμονωμένες και μπορούν να διαχωριστούν όπως επίσης και να καταμετρηθούν. Στην συνέχεια λαμβάνεται με τον ίδιο συρμάτινο κρίκο, αφού προηγουμένως έχει αποστειρωθεί στην φλόγα λυχνίας Bunsen, ένα μικρό δείγμα από 4-5 αποικίες και ενοφθαλμίζεται σε υγρό θρεπτικό υλικό LB καθώς και Sabouraud Dextrose

Broth (το βακτήριο στο LB ενώ ο μύκητας στο Sabouraud Dextrose Broth). Τα διαλύματα που προκύπτουν αφήνονται υπό ανάδευση για ένα 24ωρο το μεν LB ενώ για δύο 24ωρα το Sabouraud Dextrose Broth στους 37°C. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως το στέλεχος *E. coli* που χρησιμοποιούμε για τις καλλιέργειες μας δεν απαιτεί αντιβιοτικά για την εκλεκτική ανάπτυξη του, δηλαδή στο υγρό θρεπτικό υλικό δεν απαιτείται η προσθήκη Ampicillin ή Kanamycin πριν τον ενοφθαλμισμό του βακτηρίου. Αντίστοιχα το θρεπτικό υλικό Sabouraud Dextrose Broth αποτελεί εκλεκτικό υλικό για την ανάπτυξη μυκήτων και συνεπώς ευνοεί την εκλεκτική ανάπτυξη του μύκητα *C. albicans*.

Μετά την παρέλευση του/των εικοσιτετραώρων επώασης λαμβάνεται δείγμα της υγρής καλλιέργειας ποσότητας ίσης με 1 ml και αναμιγνύεται με ποσότητα 1 ml από αποστειρωμένο φυσιολογικό ορό. Η ανάμιξη πραγματοποιείται στην θήκη του βαμβακοφόρου στυλεού με τον οποίο θα ακολουθήσει αργότερα η επίστρωση των τρυβλίων. Το εναιώρημα στην συνέχεια προσαρμόζεται με την προσθήκη φυσιολογικού ορού ώστε να αντιστοιχεί στο 0,5 της κλίμακας Mc Farland. Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου πυκνότητα κυττάρων ίση με  $1 \times 10^5$  κύτταρα/ml. Ακολουθεί έντονη ανάδευση του εναιωρήματος σε συσκευή ανακίνησης Vortex και το εναιώρημα είναι έτοιμο για την επίστρωση του στα τρυβλία.

Η επίστρωση του εναιωρήματος του μικροοργανισμού πραγματοποιείται ως εξής: αφού εμβαπτιστεί ο βαμβακοφόρος στυλεός στο εναιώρημα και αφαιρεθεί η περίσσεια του εναιωρήματος με προσεκτική πίεση του στυλεού στα τοιχώματα της θήκης του που περιέχει το εναιώρημα, ακολουθεί η επίστρωση που πραγματοποιείται σε τρεις διευθύνσεις. Οι διευθύνσεις αυτές και προκειμένου για τα κυκλικά τρυβλία που χρησιμοποιήσα στο εργαστήριο είχαν ως εξής: μία οριζόντια και δύο λοξές ξεκινώντας κάθε φορά από διαφορετικές γωνίες του τρυβλίου. Στο τέλος πραγματοποιείται και μια κυκλική κίνηση στην περιφέρεια του τρυβλίου, ώστε να είναι σίγουρο ότι έχει καλυφθεί όλη, ή σχεδόν όλη, η επιφάνεια του τρυβλίου από το εναιώρημα του μικροοργανισμού. Το σχήμα που ακολουθεί απεικονίζει πως γίνεται η επίστρωση του υλικού (Εικόνα 26).



**Εικόνα 26:** Αναπαράσταση των τριών διευθύνσεων κατά τις οποίες γίνεται η επίστρωση των τρυβλίων.

Μετά την επίστρωση του άγαρ των τρυβλίων από τους μικροοργανισμούς *E. coli* και *Candida albicans* και την παρέλευση περίπου 5-15 min ακολουθεί η τοποθέτηση των χάρτινων δίσκων που αντί για αντιβιοτικά είναι εμποτισμένοι με αιθέρια έλαια. Η προετοιμασία των δίσκων αυτών πραγματοποιείται ως εξής: Καταρχήν πρόκειται για χάρτινους απορροφητικούς δίσκους διαμέτρου 6 χιλ. που αποστειρώνονται με την θέρμανση τους σε κλίβανο στους 120°C για 20 min. Στην συνέχεια και για την απορρόφηση της υγρασίας που έχει συλλεχθεί στους δίσκους λόγω της αποστείρωσης τους σε υγρό κλίβανο πραγματοποιείται θέρμανση τους σε φούρνο και σε θερμοκρασία 100°C για περίπου 30min. Μετά το στέγνωμα των δίσκων και την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για κάποιες ώρες είναι έτοιμοι για τον εμποτισμό τους με το αντιμικροβιακό φάρμακο που θέλουμε να μελετήσουμε και που στην προκειμένη περίπτωση είναι τα καθαρά αποστάγματα των υπό μελέτη αιθέριων ελαίων. Έτσι αφού τοποθετηθούν σε στείρα επιφάνεια εμποτίζονται με 20μl αιθέριου ελαίου ο καθένας με προσεκτική σήμανση τους ώστε να μην γίνει κάποιο λάθος στην σειρά με την οποία τοποθετούνται τα αιθέρια έλαια στα τρυβλία. Εκτός από τους δίσκους που είναι εμποτισμένοι με αιθέρια έλαια παρασκευάζεται και σειρά δίσκων που είναι εμποτισμένοι με 10 μl διαλύματος Ampicillin 50 mg/ml ώστε η τελική τους ποσότητα αμπικιλίνης να είναι 0,5 mg, ενώ ταυτόχρονα παρασκευάζεται και σειρά δίσκων που είναι εμποτισμένοι με 10 μl διαλύματος Miconazole 1 mg/ml ώστε η τελική ποσότητα τους μικοναζόλης να είναι 0,01 mg. Οι δίσκοι αυτοί θα χρησιμοποιηθούν ως θετικοί μάρτυρες, δηλαδή ως μάρτυρες που σχηματίζουν ξεκάθαρες ζώνες αναστολής στα τρυβλία με τους

μικροοργανισμούς *E. coli* και *C. albicans*, αντίστοιχα. Τέλος, διατηρείται κι ένας αριθμός δίσκων, τόσος όσα και τα αιθέρια έλαια που θέλουμε να τεστάρουμε, στείροι, δηλαδή χωρίς την προσθήκη αντιβιοτικού ή αιθέριου ελαίου. Αυτοί θα αποτελέσουν τους αρνητικούς μάρτυρες, δηλαδή αυτούς που δεν σχηματίζουν καμιά ζώνη αναστολής γύρω τους λόγω της ελεύθερης ανάπτυξης των μικροοργανισμών στην περιφέρεια τους.

Το επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση των δίσκων -αντιβιοτικών και αιθέριων ελαίων- στα επιστρωμένα τρυβλία. Αυτή πραγματοποιείται με την χρήση αποστειρωμένης λαβίδας που συλλαμβάνει τους δίσκους με τα άκρα της και τους εναποθέτουμε στο ενοφθαλμισμένο άγαρ. Οι δίσκοι τοποθετούνται σε τέτοιες θέσεις στο άγαρ ώστε τα κέντρα τους να απέχουν τουλάχιστον 2,5 cm μεταξύ τους ενώ η απόσταση του κάθε δίσκου από τα τοιχώματα του τρυβλίου να είναι τουλάχιστον 1,5 cm. Αυτό έχει ως στόχο να αποφευχθεί η επικάλυψη των ζωνών αναστολής μεταξύ τους καθώς και ο περιορισμός της ζώνης αναστολής από τα τοιχώματα του τρυβλίου. Σε κάθε τρυβλίο τοποθετούνται τρεις δίσκοι: ένας με το χαρακτηριστικό για το τρυβλίο αιθέριο έλαιο, ένας με το αντίστοιχο για τον μικροοργανισμό αντιβιοτικό (θετικός μάρτυρας) κι ένας στείρος (αρνητικός μάρτυρας). Μετά την τοποθέτηση των δίσκων ασκείται ελαφρά πίεση στην επιφάνεια τους με την βοήθεια της λαβίδας για να εξασφαλισθεί η απόλυτη επαφή τους με την επιφάνεια του άγαρ, ενώ αποφεύγεται η μετακίνηση τους για να μην έχουμε απώλειες αιθέριου ελαίου ή αντιβιοτικού σε θέσεις εκτός των επιθυμητών.

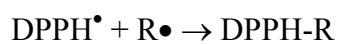
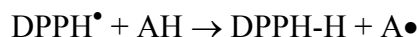
Ακολουθεί η επώαση των τρυβλίων σε θάλαμο με θερμοκρασία 37°C για χρονικό διάστημα 20-24 ωρών για τον Gram(-) μικροοργανισμό *E. coli* και για χρονικό διάστημα περίπου 48 ωρών για τον βλαστομύκητα *C. albicans*. Πρακτικά μετά την παρέλευση διαστήματος ενός εικοσιτετραώρου η διάχυση των αιθέριων ελαίων καθώς και η συρρέουσα ανάπτυξη των μικροοργανισμών είναι πλήρης, οπότε και μπορεί να ακολουθήσει η ανάγνωση των αποτελεσμάτων.

Αυτή πραγματοποιείται ως εξής: με χάρακα που φέρει υποδιαιρέσεις στα mm, μετράμε τη διάμετρο της ζώνης αναστολής από το ένα άκρο μέχρι το άλλο προσέχοντας ώστε να περνάει ο χάρακας από μια διάμετρο του δίσκου. Στην περίπτωση που η ζώνη αναστολής δεν έχει ομοιόμορφο κυκλικό σχήμα αλλά αντίθετα ωοειδές ή άλλης μορφής τότε μετράμε την κατά προσέγγιση μεγαλύτερη και μικρότερη ζώνη αναστολής και λαμβάνουμε ως τιμή της ζώνης αναστολής τον μέσο όρο των μετρήσεων, ή επαναλαμβάνουμε την δοκιμασία. Επίσης, εάν σχηματίζονται κάποιες μεμονωμένες αποικίες μέσα στην ζώνη αναστολής, τότε αυτές δεν λαμβάνονται υπόψη κατά την μέτρηση, αλλά η μέτρηση επεκτείνεται μέχρι το πλησιέστερο σημείο όπου η ανάπτυξη του

μικροοργανισμού είναι συνεχόμενη. Τέλος εάν παρατηρείται ανάπτυξη δίμορφου πληθυσμού στην περιφέρεια του τρυβλίου ή μέσα στην ζώνη αναστολής τότε πιθανόν πρόκειται για επιμόλυνση της καλλιέργειας του μικροοργανισμού και επαναλαμβάνεται ο έλεγχος.

### A.3.3 Αντιοξειδωτική μέθοδος με την χρήση του DPPH

Τα τελευταία χρόνια, μια μέθοδος που χρησιμοποιεί μια διαφορετική προσέγγιση για τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες ενώσεων έχει περιγραφεί στην βιβλιογραφία. Για να αξιολογηθεί η αντιοξειδωτική δράση συγκεκριμένων συστατικών ή εκχυλισμάτων, τα τελευταία αφήνονται να αντιδράσουν με μια σταθερή ρίζα, το 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζιλίο (DPPH<sup>•</sup>) σε ένα μεθανολικό διάλυμα. Η αναγωγή του DPPH<sup>•</sup> όπως επισημαίνεται παρακάτω ακολουθείται από μια καταγραφή της μείωσης στην απορρόφηση του σε ένα χαρακτηριστικό μήκος κύματος κατά τη διάρκεια της αντίδρασης. Στην μορφή του της ρίζας, το DPPH<sup>•</sup> απορροφά στα 515 nm, αλλά μετά την αναγωγή από ένα αντιοξειδωτικό (AH) ή ένα άλλο είδος ρίζας (R<sup>•</sup>), η απορρόφηση εξαφανίζεται.



Η ικανότητα παροχής ηλεκτρονίου ή ατόμου υδρογόνου των αιθέριων ελαίων και των συστατικών τους μετρήθηκε από τον αποχρωματισμό ενός ιώδους χρώματος μεθανολικού διαλύματος του DPPH. Αυτός ο φασματοφωτομετρικός προσδιορισμός χρησιμοποιεί την σταθερή ρίζα 2,2-διφαινυλπικρυλυδραζιλίο (DPPH) ως ένα αντιδραστήριο. Πενήντα μικρόλιτρα από διαφορετικές συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων σε μεθανόλη προστέθηκαν σε 5 ml ενός 0,002% (w/v) μεθανολικού διαλύματος του DPPH. Μετά από μια περίοδο επώασης 30 min σε θερμοκρασία δωματίου, καταγράφηκε η απορρόφηση στα 517 nm. Η αναστολή της ελεύθερης ρίζας, του DPPH, σε ποσοστό ( I% ) υπολογίστηκε με τον παρακάτω τρόπο:

$$I \% = [(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{blank}}] \times 100$$

όπου το  $A_{\text{blank}}$  είναι η απορρόφηση της αντίδρασης ελέγχου (που περιέχει όλα τα αντιδραστήρια εκτός από την ένωση που δοκιμάζεται), και  $A_{\text{sample}}$  είναι η απορρόφηση της υπό δοκιμασία ένωσης. Η συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου που παρέχει 50% αναστολή ( $IC_{50}$ ) υπολογίστηκε από το γράφημα που απεικονίζει το ποσοστό σε συνάρτηση με την συγκέντρωση του αιθέριου ελαίου.

## Η βάση της μεθόδου

### 1. DPPH – ελεύθερη ρίζα και ανηγμένη μορφή

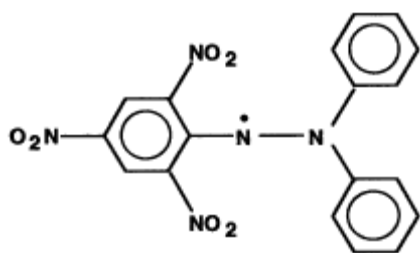
Το μόριο του 1,1-διφαινυλ-2-πικρυλ-υδραζιλίου (α,α-διφαινυλ-β-πικρυλυδραζιλίου· DPPH: **1**) χαρακτηρίζεται ως μια σταθερή ελεύθερη ρίζα εξαιτίας του απεντοπισμού του ελεύθερου ηλεκτρονίου στο μόριο, έτσι ώστε τα μόρια δεν διμερίζονται, όπως θα ήταν η περίπτωση με τις περισσότερες άλλες ελεύθερες ρίζες. Ο απεντοπισμός επίσης δίνει γένεση στο βαθύ βιολετή χρώμα, που χαρακτηρίζεται από μια ζώνη απορρόφησης σε αιθανολικό διάλυμα που έχει το κέντρο της στα περίπου 520nm.

Όταν ένα διάλυμα του DPPH αναμιχθεί με αυτό ενός υποστρώματος που μπορεί να δώσει ένα άτομο υδρογόνου, τότε παράγεται η ανηγμένη μορφή (**2**) με την απώλεια αυτού του βιολετιού χρώματος (παρότι θα ήταν αναμενόμενο να υπάρχει ένα υπολειπόμενο ωχρό κίτρινο χρώμα από την πικρυλική ομάδα που είναι ακόμα παρούσα). Συμβολίζοντας την DPPH ρίζα με  $Z^\bullet$  και το μόριο δότη με AH, τότε η πρωτογενής αντίδραση είναι

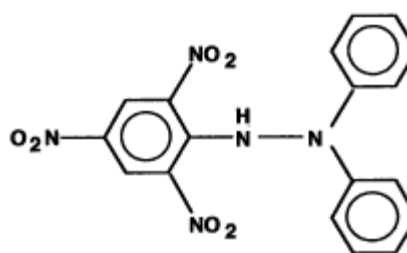


όπου ZH είναι η ανηγμένη μορφή και  $A^\bullet$  είναι η ελεύθερη ρίζα που παράγεται σε αυτό το πρώτο βήμα. Αυτή η τελευταία ρίζα θα υποστεί αργότερα περαιτέρω αντιδράσεις που ελέγχουν την συνολική στοιχειομετρία, που είναι, ο αριθμός των μορίων του DPPH που ανάγονται (αποχρωματίζονται) από ένα μόριο του αναγωγικού.

Η αντίδραση [1] συνεπώς έχει σκοπό να παρέχει τον σύνδεσμο με τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα σε ένα οξειδούμενο σύστημα, όπως η αυτοοξείδωση ενός λιπιδίου ή άλλης ακόρεστης ένωσης· το DPPH μόριο  $Z^\bullet$  επομένως έχει σκοπό να αντιπροσωπεύει τις ελεύθερες ρίζες που σχηματίζονται στο σύστημα των οποίων η δράση είναι να καταστέλλονται από την ένωση AH.



Εικόνα 27: 1. Διφαινυλπικρυλυδραζίλιο  
(ελεύθερη ρίζα)



2. Διφαινυλπικρυλυδραζίνη  
(μη ριζική μορφή)



## Η αυθεντική μέθοδος του Blois

Η μέθοδος του DPPH όπως περιγράφηκε ανωτέρω εισήχθη με αποδείξεις περίπου 50 χρόνια πριν από τον Marsden Blois, που εργαζόταν στο Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ (Blois, 1958). Παρόλο το ότι αυτή η δημοσίευση είναι σύντομη (λίγο παραπάνω από μια σελίδα στο περιοδικό Nature), παρέχει μια σύντομη, σαφή και ξεκάθαρη περιγραφή της μεθόδου. Χρησιμοποίησε ως μοντέλο αντιοξειδωτικού του το αμινοξύ που περιέχειθειόλη, την κυστεΐνη. Συμβολίζοντας την DPPH ρίζα με  $Z^\bullet$  και το μόριο της κυστεΐνης με RSH, η αρχική αντίδραση παίρνει την μορφή

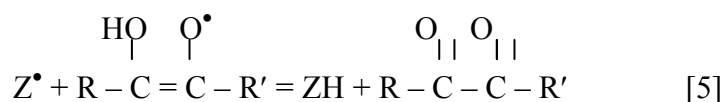
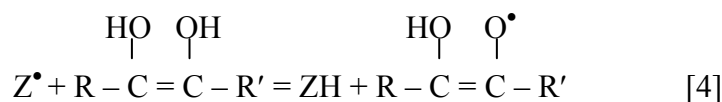


Η ελεύθερη ρίζα  $RS^\bullet$  στην συνέχεια αντιδρά με ένα ακόμη ίδιο μόριο που είχε παραχθεί από μια παράλληλη αντίδραση στην [2]



Αυτό συνεπώς οδηγεί στην παρατηρούμενη αναγωγή δύο μορίων DPPH από δύο μόρια κυστεΐνης, που σημαίνει 1:1 στοιχειομετρία.

Εάν παρόλα αυτά το μόριο έχει δύο παρακαείμενες θέσεις για αφαίρεση υδρογόνου που είναι εσωτερικά συνδεδεμένες, όπως είναι η περίπτωση για το ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C), τότε μπορεί να υπάρξει μια περαιτέρω αντίδραση αφαίρεσης υδρογόνου μετά την πρώτη:



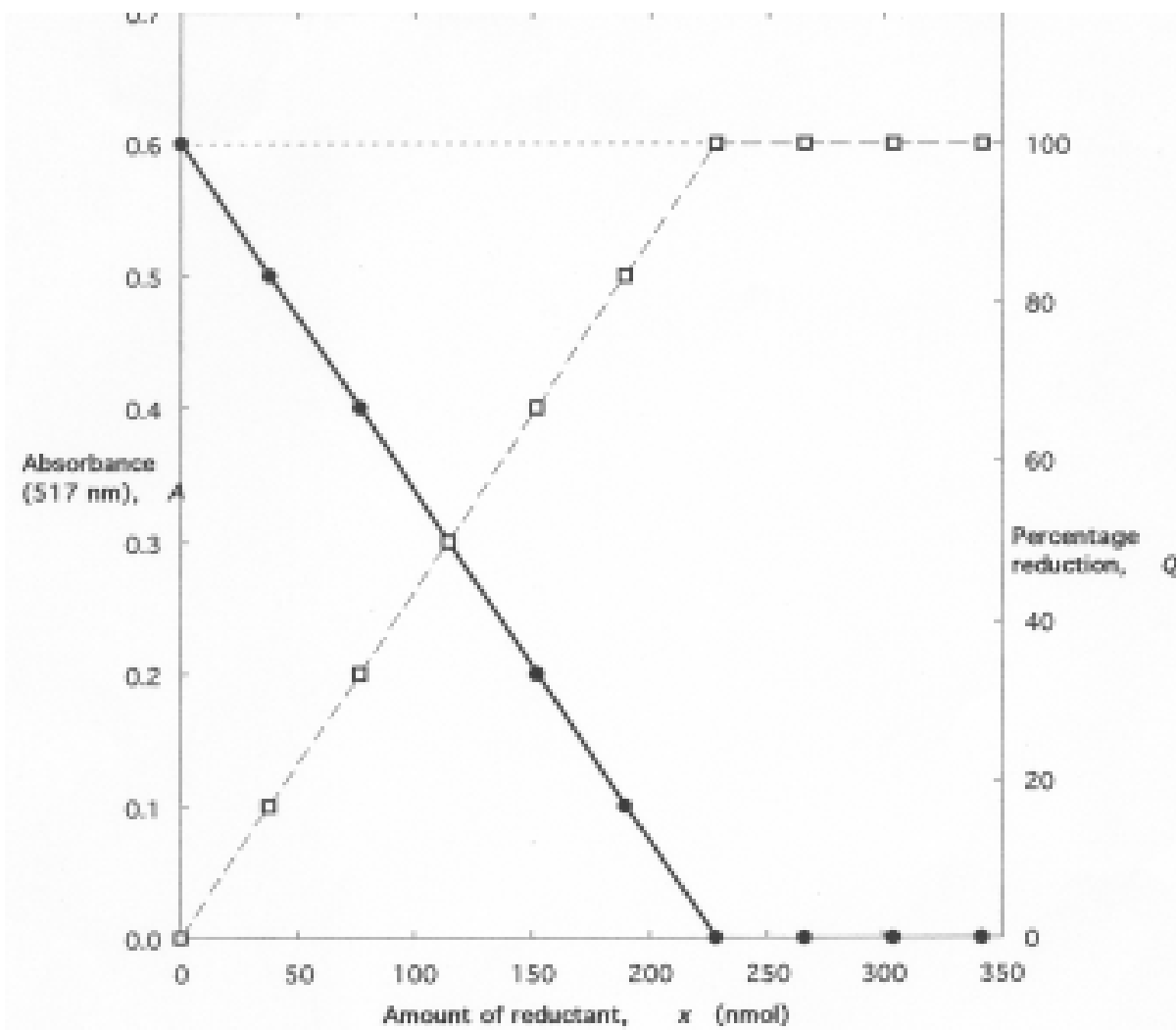
Αυτό οδηγεί σε μια 2:1 στοιχειομετρία, που σημαίνει δύο μόρια από DPPH που ανάγονται από ένα μόριο ασκορβικού οξέος. Η ίδια στοιχειομετρία φαίνεται στην αντίδραση με την υδροκινόνη (1,4-διυδροξυ-βενζένιο) που οδηγεί στην παραγωγή της κινόνης (1,4-βενζοκινόνη) από ένα παρόμοιο μηχανισμό δύο βημάτων.

Σημειώθηκε στην αυθεντική μελέτη ότι ανάμεσα σε άλλες ενώσεις ενεργές σύμφωνα με αυτή την αντίδραση είναι η γλουταθειόνη, αρωματικές αμίνες (όπως η p-φαινυλένιο διαμίνη και η p-αμινοφαινόλη), και η α-τοκοφερόλη (Βιταμίνη E – 2:1 στοιχειομετρία) και πολυδροξυ αρωματικές ενώσεις (όπως είναι η υδροκινόνη και η πυρογαλλόλη). Από την άλλη πλευρά, μονοϋδρικές φαινόλες (όπως η τυροσίνη), απλά σάκχαρα (όπως η γλυκόζη), πουρίνες και πυριμιδίνες, δεν αντιδρούν, ενώ οι πρωτεΐνες καθιζάνουν. Επίσης σημειώθηκε ότι «ανόργανα ιόντα σε καταστάσεις χαμηλότερου

σθένους μπορεί φυσικά να παρεμβάλλονται και πρέπει να εξαλείφονται ή να καθορίζονται ξεχωριστά» το οποίο όπως φαίνεται βρίσκει εφαρμογή κυρίως στον δισθενή σίδηρο.

Στην αρχική μελέτη, μια ονομαζόμενη «τυπική καμπύλη βαθμονόμησης» παρουσιάζεται· αυτή παρόλα αυτά μοιάζει να έχει κατασκευαστεί τεχνητά από τα αρχικά πειραματικά δεδομένα, μιας και οι τιμές απορρόφησης (που εκεί αναφέρονται από το προηγούμενο όνομά τους, «οπτική πυκνότητα») είναι στρογγυλές αριθμητικές τιμές (από το 0,6 μέχρι το 0,2), οι οποίες έχουν συνεπώς αποδεδειγμένα υπολογιστεί. Το γράφημα επίσης δεν εκτεινόταν ώστε να επιτρέψει στη γραμμή να συναντήσει τον άξονα όπως θα ήταν αναμενόμενο ώστε να δοθεί το τελικό σημείο για την τιτλοποίηση. Όταν επεκτείνεται προς τα κάτω προς τον άξονα των  $\chi$ , το τελικό σημείο θα αντιστοιχούσε σε  $2,3 \times 10^{-7}$  moles (230 nanomoles) αυτού του υποστρώματος (υδροχλωρική κυστεΐνη). Η υποτιθέμενη πλήρης τιτλοποίηση εάν συνεχιζόταν πέρα από το τελικό σημείο φαίνεται σε ιδανική μορφή στην Εικόνα 28, αυτό το γράφημα, παρόλα αυτά, δεν λαμβάνει καθόλου υπόψη του ούτε οποιοδήποτε υπολειπόμενο κίτρινο χρώμα από την ανηγμένη μορφή, ή οποιαδήποτε συμβολή απορρόφησης μπορεί να υπάρξει από το προστιθέμενο δείγμα αυτό καθαυτό.

Πρέπει να είναι προφανές ότι η μέθοδος είναι μια σταθερού όγκου χρωματομετρική τιτλοποίηση, παρά το ότι η βραδύτητα της συνολικής αντίδρασης (με μείγματα που πρέπει να αφεθούν για 30 λεπτά πριν να ληφθεί η μέτρηση της απορρόφησης) επιπλέκει την πειραματική διαδικασία (P. Molyneux, 2004).



**Εικόνα 28:** Ιδανικά γραφήματα της απορρόφησης  $A$  (γεμάτοι κύκλοι), και του ποσοστού της μείωσης  $Q$  (ανοιχτά τετράγωνα), συναρτήσεως του ποσού του αναγωγικού που προστίθεται, για την σταθερού-όγκου χρωματομετρική τιτλοποίηση του DPPH με την υδροχλωρική κυστεΐνη, προσαρμοσμένο από τον Blois (1958).

### Εφαρμογή της αντιοξειδωτικής μεθόδου

Καταρχάς δημιουργήθηκαν διαφορετικές συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων σε μεθανόλη. Έτσι, σε σειρά δοκιμαστικών σωλήνων κατάλληλα σημασμένων προστέθηκαν κατά σειρά: 50  $\mu\text{l}$ , 40  $\mu\text{l}$ , 25  $\mu\text{l}$ , 20  $\mu\text{l}$ , 10  $\mu\text{l}$  και 5  $\mu\text{l}$  του υπό εξέταση αιθέριου ελαίου και στην συνέχεια συμπληρώθηκε ο όγκος αυτών με μεθανόλη μέχρι να φτάσει τα 50 μικρόλιτρα σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα. Στην συνέχεια από το ήδη έτοιμο διάλυμα του DPPH σε μεθανόλη (2 mg DPPH ανά 100 ml μεθανόλης), το οποίο φέρει ένα ανοικτόχρωμο ιώδες χρώμα και το οποίο φυλάσσεται σε σκουρόχρωμη φιάλη και προστατευμένο από το ηλιακό φως, ενώ περίπου ανά δύο φορές την εβδομάδα

ανανεώνεται, λήφθηκαν από 5 ml διαλύματος και τα οποία προστέθηκαν στους έξι δοκιμαστικούς σωλήνες με τις αντίστοιχες αραιώσεις των αιθέριων ελαίων. Τέλος, ετοιμάστηκε κι ένας έβδομος δοκιμαστικός σωλήνας (αναφορά), ο οποίος έφερε 5 ml του διαλύματος του DPPH και 50 μικρόλιτρα σκέτης μεθανόλης. Τα δείγματα αυτά αφέθηκαν σε θερμοκρασία και φως δωματίου για 30 min. Μετά την παρέλευση των 30 min και αφού έχει πραγματοποιηθεί ο αποχρωματισμός των διαλυμάτων ανάλογα με την πυκνότητα των αιθέριων ελαίων που περιέχουν πραγματοποιείται μέτρηση των απορροφήσεων αυτών σε SIM-AMINCO DW-2000 UV-Vis Spectrophotometer. Έτσι, ως τυφλό λαμβάνεται η καθαρή μεθανόλη που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του διαλύματος του DPPH, ενώ οι κάθε φορά απορροφήσεις αντικατοπτρίζουν την απορρόφηση κάθε πυκνότητας αιθέριου ελαίου. Στο τέλος λαμβάνεται και η απορρόφηση του έβδομου δοκιμαστικού σωλήνα που αποτελεί το  $A_{\text{blank}}$ , δηλαδή το μέτρο σύγκρισης των απορροφήσεων των υπόλοιπων δοκιμαστικών σωλήνων. Η αλλαγή του χρώματος των διαλυμάτων κάποιων επιλεγμένων υπό μελέτη αιθέριων ελαίων καθώς και οι γραφικές παραστάσεις των ποσοστών αναστολής της ρίζας του DPPH σε συνάρτηση με τις συγκεντρώσεις των αιθέριων ελαίων παρατίθενται στα αποτελέσματα. Η δοκιμασία αυτή επαναλήφθηκε εις τριπλούν για καθένα από τα 16 αιθέρια έλαια.

## Α.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Α.4.1 Αντιβακτηριακή δραστηριότητα

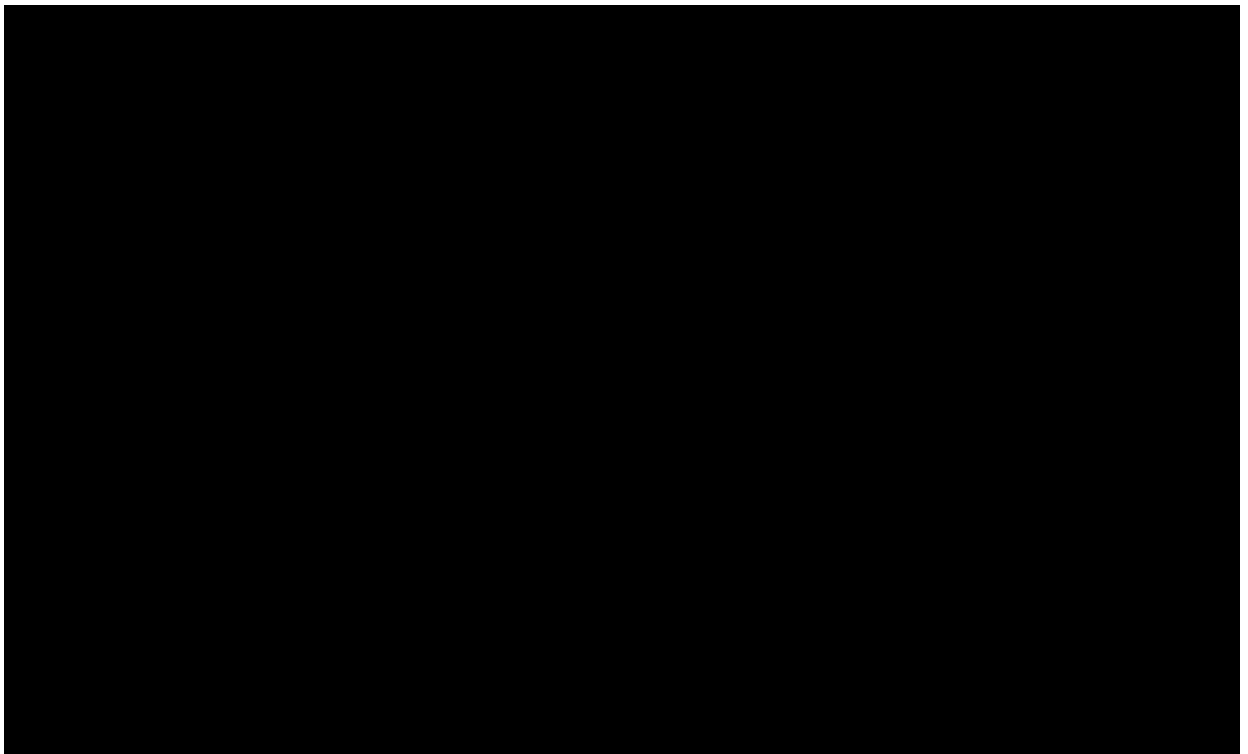
Τα αποτελέσματα του αντιβακτηριακού προσδιορισμού της μεθόδου διάχυσης δίσκων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Αιθέρια έλαια (κοινή ονομασία)	Αιθέρια έλαια (επιστημονική ονομασία)	Διάμετρος ζώνης αναστολής (1 <sup>ος</sup> κύκλος)	Διάμετρος ζώνης αναστολής (2 <sup>ος</sup> κύκλος)	Διάμετρος ζώνης αναστολής (3 <sup>ος</sup> κύκλος)
Ροδόξυλο	<i>Aniba rosaeodora</i>	15 mm	17,5 mm	16 mm
Δεντρολίβανο	<i>Rosmarinus officinalis</i>	12 mm	12 mm	18 mm
Δυόσμος	<i>Mentha spicata</i>	13 mm	11 mm	13 mm
Λανγκ-Λανγκ	<i>Cananga odorata</i>	6 mm	6 mm	6 mm
Πευκοβελόνα	<i>Pinus sylvestris</i>	6 mm	8 mm	32 mm
Λεβάντα	<i>Lavandula officinalis/angustifolia/vera</i>	13 mm	12,5 mm	25 mm
Περγαμόντο	<i>Citrus bergamia</i>	12 mm	13 mm	22 mm
Ευκάλυπτος	<i>Eucalyptus globulus</i>	17 mm	19 mm	20 mm
Γεράνι	<i>Pelargonium odorantissimum</i>	9 mm	9 mm	23 mm
Γλυκάνισο	<i>Illicium verum</i>	9 mm	12 mm	13 mm
Εγγλέζικο Χαμομήλι	<i>Anthemis nobilis</i>	6 mm	10 mm	13 mm
Πιπερόριζα	<i>Zingiber officinalis</i>	6 mm	6 mm	12 mm
Φασκόμηλο	<i>Salvia officinalis</i>	12,5 mm	13 mm	15 mm
Μάραθος (Γλυκός)	<i>Foeniculum vulgare</i>	11,5 mm	10,5 mm	19 mm
Τειόδεντρο	<i>Melaleuca alternifolia</i>	27 mm	27 mm	32 mm
Θυμάρι (Κόκκινο)	<i>Thymus vulgaris</i>	>50 mm	48 mm	45 mm

**Πίνακας 3:** Αντιβακτηριακή δραστηριότητα εκφρασμένη ως διάμετρος της ζώνης αναστολής ενάντια στον Gram(-) μικροοργανισμό *E. coli* των 16 αιθέριων ελαίων της μελέτης.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα τα περισσότερα από τα αιθέρια έλαια έδειξαν μια μέτρια ανασταλτική δραστικότητα ενάντια στον δοκιμαζόμενο μικροοργανισμό *E. coli*. Συγκεκριμένα, τα έλαια του *Thymus vulgaris* και του *Melaleuca alternifolia* έδειξαν πολύ καλή αποτελεσματικότητα ενάντια στο βακτήριο με ζώνες αναστολής συγκρίσιμες ή ακόμα καλύτερες από αυτές που παρέχονται από το ίδιο το αντιβιοτικό (Ampicillin). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως οι ζώνες αναστολής που σχηματίζονταν από την αμπικιλίνη και στους τρεις κύκλους επανάληψης των πειραμάτων κυμαίνονταν από 32 σε 42 mm με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης της τιμής των 35 mm. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι σε καμιά από τις περιπτώσεις του αρνητικού μάρτυρα δεν σχηματίστηκε ζώνη αναστολής γύρω από αυτόν, γεγονός που εξασφαλίζει την ομαλή ανάπτυξη του μικροοργανισμού στην επιφάνεια του τρυβλίου καθώς και το ότι οι δίσκοι αντιβιοτικών προ της προσθήκης του αιθέριου ελαίου ή του αντιβιοτικού ήταν στείροι. Όσον αφορά τώρα τις ζώνες αναστολής του θυμαριού και του τεϊόδεντρου αυτές είχαν μέσο όρο τιμών  $47,6 \pm 2,06$ , και  $28,6 \pm 2,36$  mm, αντίστοιχα. Το ραβδόγραμμα που ακολουθεί απεικονίζει γραφικά τις διαμέτρους των ζωνών αναστολής και παρέχει την δυνατότητα της σύγκρισης της σχετικής δραστικότητας των αιθέριων ελαίων.

**Εικόνα 29:** Γραφική απεικόνιση των διαμέτρων των ζωνών αναστολής των 16 αιθέριων ελαίων της μελέτης ενάντια στο βακτήριο *E. coli*.



Όπως φαίνεται και από το ραβδόγραμμα τα αιθέρια έλαια με την καλύτερη απόδοση ήταν αυτά του τειόδεντρου και του θυμαριού, ενώ αυτά με την χειρότερη απόδοση ήταν το λανγκ-λανγκ και η πιπερόριζα. Πράγματι, η ζώνη αναστολής του λανγκ-λανγκ ήταν μηδαμινή, με διάμετρο μόλις ίση με την διάμετρο του δίσκου αντιβιοτικού, ενώ της πιπερόριζας η μέση τιμή της ζώνης αναστολής ήταν  $8 \pm 2,83$  mm, δηλαδή μόλις 2 mm μεγαλύτερη από τη διάμετρο του δίσκου. Τα υπόλοιπα αιθέρια έλαια παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές ζωνών αναστολής που κυμαίνονταν από 9,6 mm για το εγγλέζικο χαμομήλι σε 18,6 mm για τον ευκάλυπτο. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως τα αιθέρια έλαια γερανιού και μάραθου (γλυκού) έδωσαν ακριβώς την ίδια μέση τιμή της ζώνης αναστολής που ήταν ίση με 13,6 mm. Έτσι, από τις διαμέτρους των ζωνών αναστολής προκύπτει η παρακάτω σειρά ιεραρχικής ταξινόμησης των αιθέριων ελαίων όσον αφορά την αντιβακτηριακή τους δραστηριότητα: θυμάρι > τειόδεντρο > ευκάλυπτος > λεβάντα > ροδόξυλο > περγαμόντο > πευκοβελόνα > δεντρολίβανο > γεράνι – μάραθος (γλυκός) > φασκομηλιά > δυόσμος > γλυκάνισο > εγγλέζικο χαμομήλι > πιπερόριζα > λανγκ-λανγκ. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ανάμεσα στους 2 πρώτους κύκλους επανάληψης του πειράματος και στον τρίτο προέκυψαν κάποιες διαφορές στις ζώνες αναστολής που πιθανόν να οφείλονται στο διαφορετικό πάχος του θρεπτικού υλικού στα τρυβλία (όπως αναφέρθηκε προηγουμένως μικρό πάχος θρεπτικού υλικού συνεπάγεται την διαμόρφωση μεγαλύτερης ζώνης αναστολής και το αντίστροφο).

#### A.4.2 Αντιμυκητιακή δραστηριότητα

Ο πίνακας που ακολουθεί απεικονίζει τα αποτελέσματα της αντιμυκητιακής δράσης των αιθέριων ελαίων με την μέθοδο της διάχυσης των δίσκων:

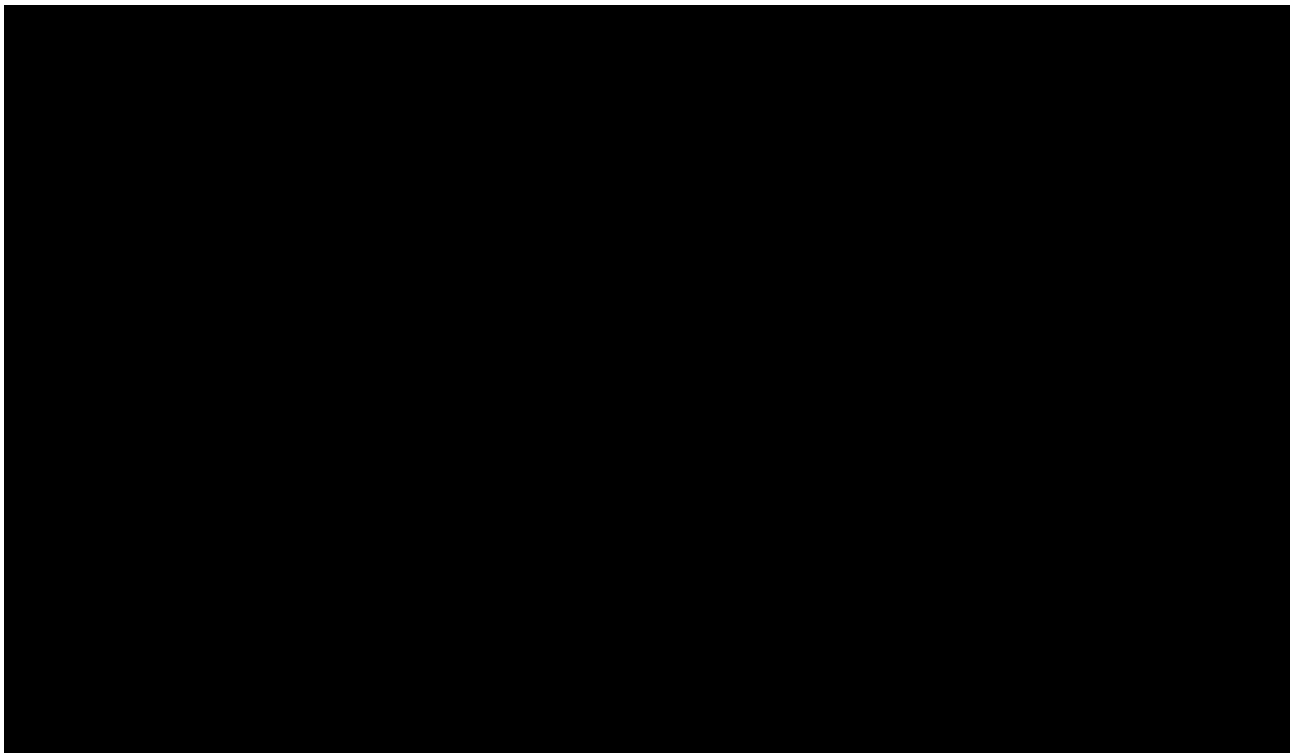
Αιθέρια έλαια (κοινή ονομασία)	Αιθέρια έλαια (επιστημονική ονομασία)	Διάμετρος ζώνης αναστολής (1 <sup>ος</sup> κύκλος)	Διάμετρος ζώνης αναστολής (2 <sup>ος</sup> κύκλος)	Διάμετρος ζώνης αναστολής (3 <sup>ος</sup> κύκλος)
Ροδόξυλο	<i>Aniba rosaeodora</i>	20 mm	25 mm	25 mm
Δεντρολίβανο	<i>Rosmarinus officinalis</i>	12,5 mm	12 mm	18 mm
Δυόσμος	<i>Mentha spicata</i>	11,5 mm	20 mm	16 mm
Λανγκ-Λανγκ	<i>Cananga odorata</i>	6 mm	9 mm	8 mm
Πευκοβελόνα	<i>Pinus sylvestris</i>	7 mm	14 mm	23 mm
Λεβάντα	<i>Lavandula officinalis/angustifolia/vera</i>	13,5 mm	13 mm	15 mm
Περγαμόντο	<i>Citrus bergamia</i>	8,5 mm	12,5 mm	14 mm
Ευκάλυπτος	<i>Eucalyptus globulus</i>	14 mm	12 mm	13 mm
Γεράνι	<i>Pelargonium odorantissimum</i>	17 mm	14,5 mm	17 mm
Γλυκάνισο	<i>Illicium verum</i>	11 mm	20 mm	13 mm
Εγγλέζικο Χαμομήλι	<i>Anthemis nobilis</i>	15 mm	12,5 mm	16 mm
Πιπερόριζα	<i>Zingiber officinalis</i>	6 mm	6 mm	10 mm
Φασκομηλιά	<i>Salvia officinalis</i>	13 mm	9 mm	11 mm
Μάραθος (Γλυκός)	<i>Foeniculum vulgare</i>	17 mm	15 mm	14 mm
Τειόδεντρο	<i>Melaleuca alternifolia</i>	12,5 mm	16,5 mm	18 mm
Θυμάρι (Κόκκινο)	<i>Thymus vulgaris</i>	>40 mm	>50 mm	38 mm

**Πίνακας 4:** Αντιμυκητιακή δραστηριότητα εκφρασμένη ως διάμετρος των ζωνών αναστολής ενάντια στον μύκητα *Candida albicans* των 16 αιθέριων ελαίων της μελέτης.



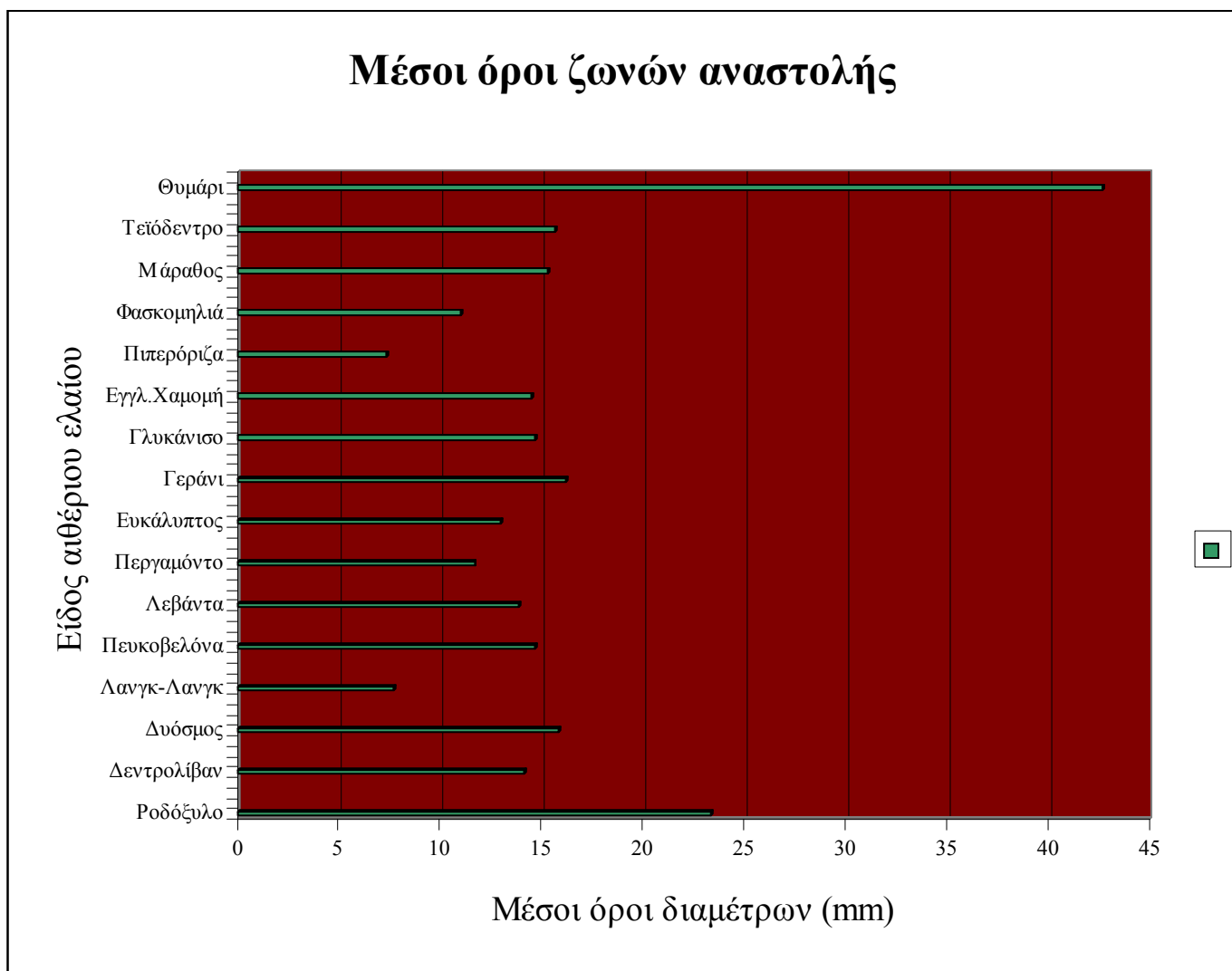
Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω πίνακα, το ισχυρότερο από τα δεκαέξι αιθέρια έλαια από άποψη αντιμυκητιακής δραστηριότητας ήταν και στην περίπτωση αυτή το θυμάρι (*Thymus vulgaris*) με ξεκάθαρη διαφορά από τα υπόλοιπα δεκαπέντε έλαια. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ζώνες αναστολής που έδωσε ήταν >50, >40 και 38 mm ανάλογα με τον κύκλο επανάληψης του πειράματος, την στιγμή που το δεύτερο ισχυρότερο έλαιο που ήταν το ροδόξυλο (*Aniba rosaeodora*), έδωσε ζώνες αναστολής μόλις 20, 25 και 25 mm, δηλαδή περίπου το μισό από του θυμαριού. Όλα τα υπόλοιπα αιθέρια έλαια έδωσαν ζώνες αναστολής με διαμέτρους μικρότερες ή ίσες των 20 mm με την εξαίρεση μιας τιμής για το αιθέριο έλαιο πεύκου που ήταν 23 mm. Και στην περίπτωση αυτή, τα αιθέρια έλαια λανγκ-λανγκ και πιπερόριζας ήταν τα ασθενέστερα με μέσες διαμέτρους των ζωνών αναστολής 7,66 mm και 7,33 mm, αντίστοιχα. Το παρακάτω ραβδόγραμμα επιτρέπει την ανάγλυφη αναπαράσταση όσων ειπώθηκαν παραπάνω, και μια εύκολη σύγκριση των διαμέτρων των ζωνών αναστολής των 16 αιθέρια ελαίων.

**Εικόνα 30:** Γραφική απεικόνιση των διαμέτρων των ζωνών αναστολής των 16 αιθέρια ελαίων ενάντια στον βλαστομύκητα *Candida albicans*.



Επίσης, πρέπει να αναφερθούν οι διάμετροι των ζωνών αναστολής του θετικού μάρτυρα, δηλαδή του αντιβιοτικού Miconazole που ήταν 20-26 mm για τον 1<sup>ο</sup> κύκλο του πειράματος, 30-32 mm για τον 2<sup>ο</sup> κύκλο του πειράματος καθώς και 14-25 mm για τον

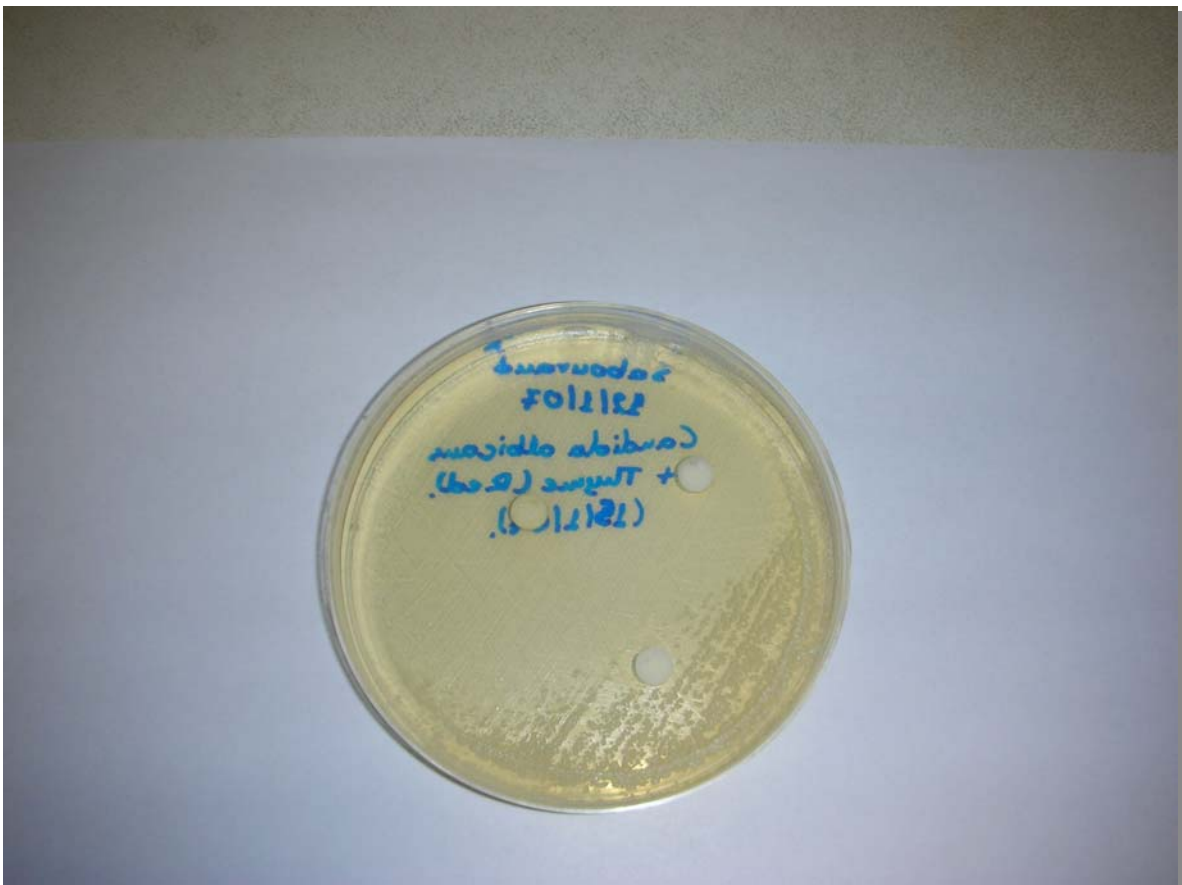
τρίτο και τελευταίο κύκλο του πειράματος. Βλέπουμε συνεπώς εδώ μια μεγαλύτερη διακύμανση των τιμών των ζωνών αναστολής της μικοναζόλης από 14-32 mm που πιθανόν να οφείλεται στην ανομοιομορφία της επίστρωσης του μικροοργανισμού στα τρυβλία καθώς και στην διαφορά στο πάχος του θρεπτικού υλικού μέσα σε αυτά.



**Εικόνα 31:** Διάγραμμα που απεικονίζει τους μέσους όρους των διαμέτρων των ζωνών αναστολής των 16 αιθέριων ελαίων της μελέτης ενάντια στον μύκητα *Candida albicans*.

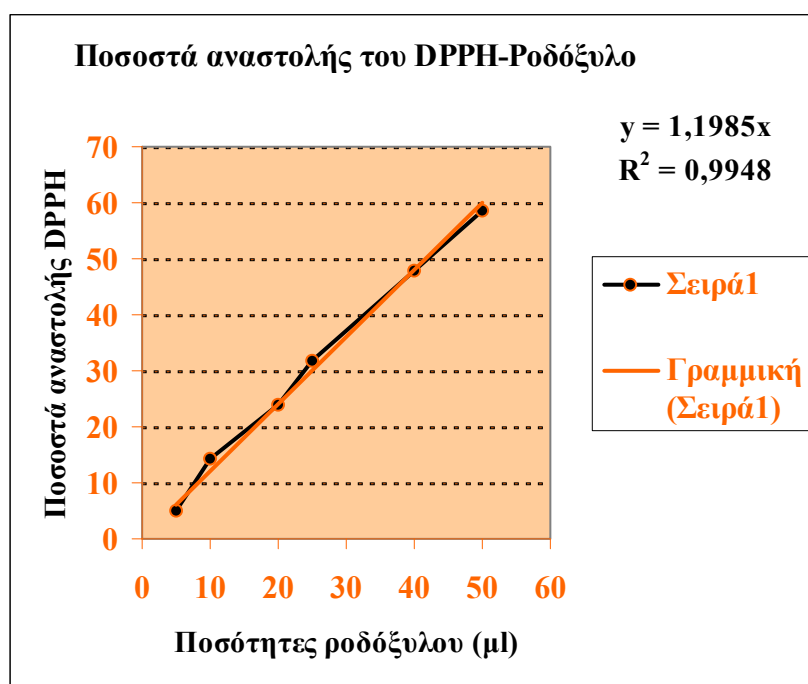
Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει η σειρά ταξινόμησης των αιθέριων ελαίων σε συνάρτηση με την αντιμυκητιακή ισχύ τους (με σειρά μειούμενης δραστηριότητας): θυμάρι > ροδόξυλο > γεράνι > δυόσμος > τειόδεντρο > μάραθος > πευκοβελόνα-γλυκάνισο > εγγλέζικο χαμομήλι > δεντρολίβανο > λεβάντα > ευκάλυπτος > περγαμόντο > φασκομηλιά > λανγκ-λανγκ > πιπερόριζα. Από την σύγκριση της κατάταξης των ελαίων ανάλογα με την αντιβακτηριακή και την αντιμυκητιακή ισχύ τους βλέπουμε ότι: το θυμάρι

και στις δύο περιπτώσεις είναι το ισχυρότερο, ακολουθούν στην περίπτωση του βακτηρίου το τειόδεντρο και ο ευκάλυπτος, ενώ στην περίπτωση του μύκητα το ροδόξυλο και το γεράνι. Τα υπόλοιπα αιθέρια έλαια καταλαμβάνουν τις ενδιάμεσες θέσεις της ταξινόμησης, ενώ στις τελευταίες θέσεις βρίσκονται και στις δύο περιπτώσεις η πιπερόριζα και το λανγκ-λανγκ (απλώς με αντίθετη σειρά σε κάθε περίπτωση). Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση των αντιμυκητιακών δράσεων των αιθέριων ελαίων δεν παρατηρείται μεγάλη απόκλιση στις τιμές των ζωνών αναστολής μεταξύ των κύκλων επανάληψης των πειραμάτων, εκτός από μεμονωμένες περιπτώσεις, γεγονός πολύ ενθαρρυντικό για την επαναληψιμότητα της μεθόδου. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως ο αρνητικός μάρτυρας (στείρος δίσκος) ούτε σε αυτή την περίπτωση δεν σχημάτισε ζώνη αναστολής γύρω του, γεγονός το οποίο είναι αναμενόμενο.

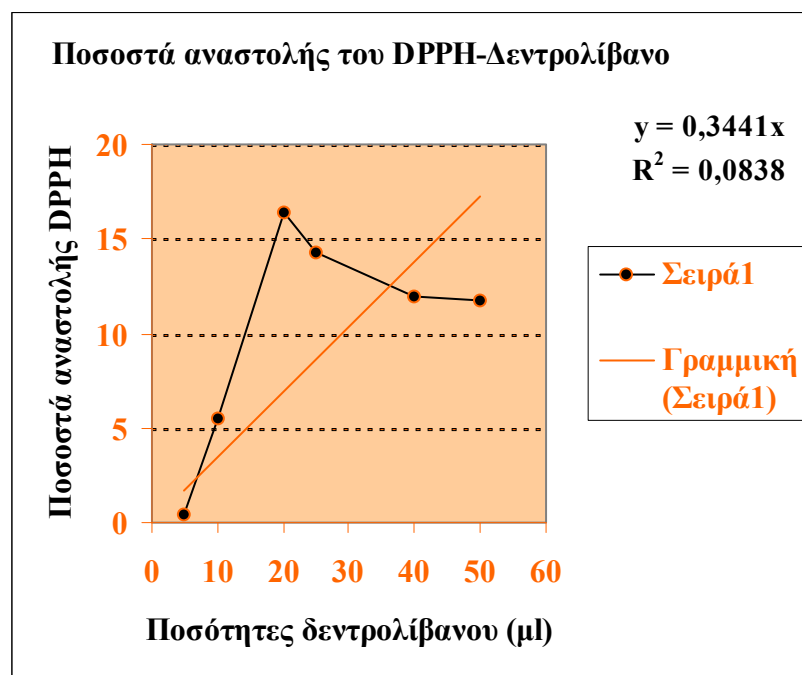


#### A.4.3 Αντιοξειδωτική δράση

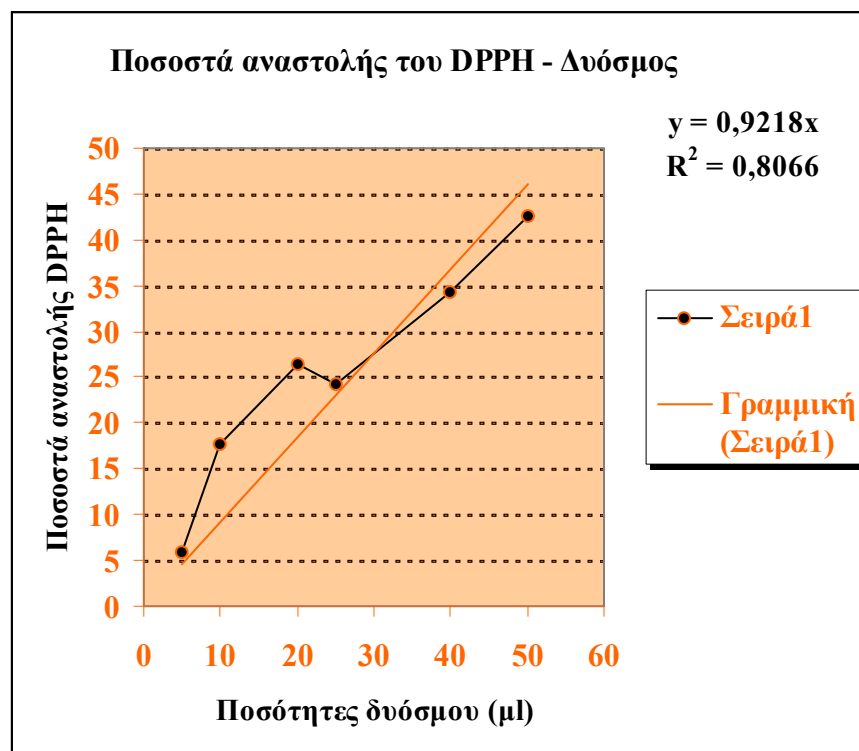
Οι γραφικές παραστάσεις του ποσοστού αναστολής I % της ελεύθερης ρίζας του DPPH σε συνάρτηση με τις ποσότητες των αιθέριων ελαίων που χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη απεικονίζονται παρακάτω. Οι καμπύλες αυτές προέκυψαν από την εφαρμογή της εξίσωσης  $I\% = [(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{blank}}] \times 100$  στα φασματοφωτομετρικά δεδομένα που προήλθαν από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στους δοκιμαστικούς σωλήνες με τα διαλύματα διαφορετικών συγκεντρώσεων των αιθέριων ελαίων σε διάλυμα DPPH σε μεθανόλη. Έτσι, τα διαγράμματα που προέκυψαν για το κάθε αιθέριο έλαιο ξεχωριστά ήταν τα εξής:



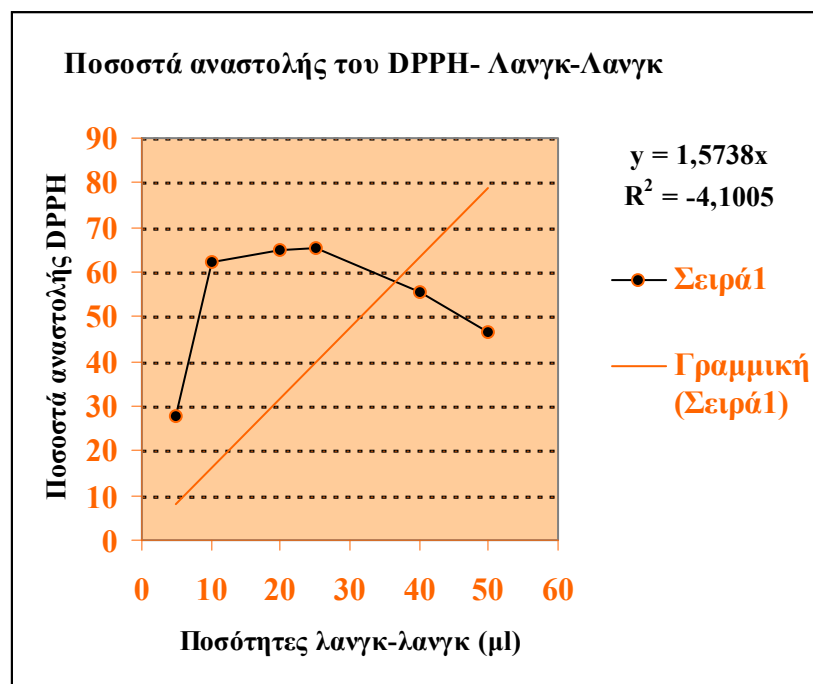
Όπως φαίνεται στο διάγραμμα αυτό η γραμμική ευθεία τάσης σχεδόν ταυτίζεται με την καμπύλη των ποσοστών αναστολής του DPPH, γεγονός που είναι πολύ ενθαρρυντικό για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, ενώ επίσης μας επιτρέπει τον προσδιορισμό του IC50 με μεγαλύτερη ακρίβεια. Έτσι, το IC50 που προκύπτει για το ροδόξυλο είναι ίσο με 41,72 μl, ποσότητα αρκετά χαμηλή και συνεπώς πρόκειται για ένα αιθέριο έλαιο με ικανοποιητική απόδοση όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες. Στο διάγραμμα αυτό επίσης φαίνεται ότι για το μέγιστο της ποσότητας του αιθέριου ελαίου, δηλαδή τα 50 μl προέκυψε ένα ποσοστό αναστολής περίπου 60%, καθιστώντας έτσι το ροδόξυλο ανάμεσα στα πιο δραστικά αιθέρια έλαια από άποψη αντιοξειδωτικής δράσης.



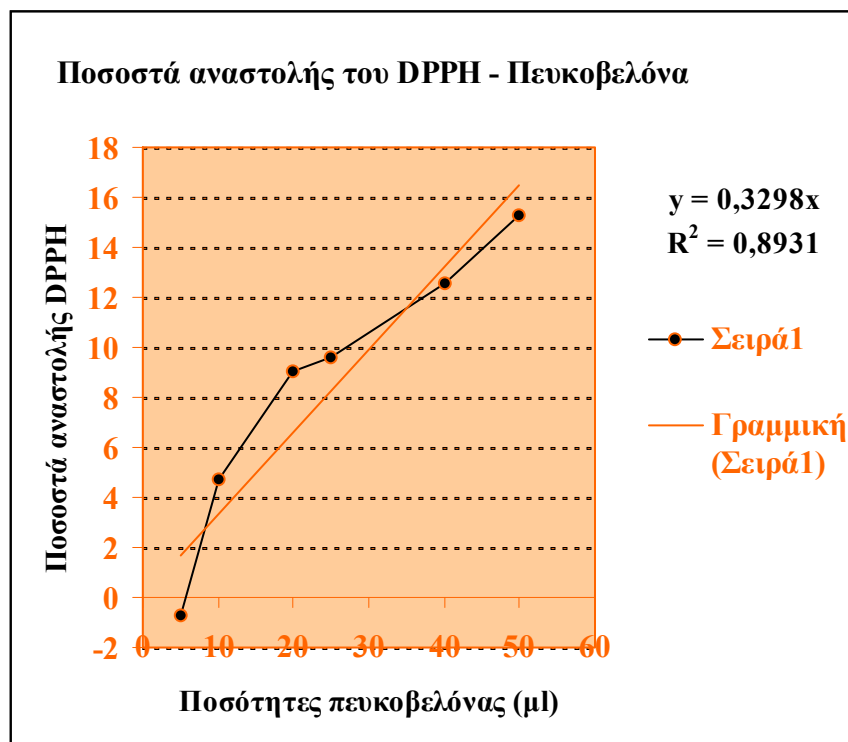
Το δεύτερο διάγραμμα απεικονίζει το I % του DPPH που οφείλεται στο δεντρολίβανο. Όπως φαίνεται από την καμπύλη, αυτή παρουσιάζει αρκετά μεγάλη απόκλιση από την γραμμική ευθεία, με συνέπεια να μην μπορεί να προσδιοριστεί το IC<sub>50</sub> με υψηλή ακρίβεια. Επίσης από την καμπύλη αυτή προκύπτει ότι το μέγιστο της αναστολής του DPPH παρατηρείται στα 20 μl και είναι περίπου 17%, ενώ για τα 50 μl το ποσοστό αναστολής του DPPH φαίνεται περίπου ίσο με 12%. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι το δεντρολίβανο δεν είναι από τα αιθέρια έλαια με τις μεγαλύτερες αντιοξειδωτικές δράσεις.



Στο γράφημα του δυόσμου η καμπύλη παρουσιάζει μεγαλύτερη ταύτιση με την γραμμική γραμμή τάσης με ένα  $R^2$  ίσο με 0,8066 και συνεπώς μπορούμε να προσδιορίσουμε το  $IC_{50}$  με μεγαλύτερη ακρίβεια από ότι στην περίπτωση του δεντρολίβανου. Έτσι, βλέπουμε ότι το  $IC_{50}$  είναι ίσο με 54,24 μl, ενώ βάσει της καμπύλης για ποσότητα δεντρολίβανου ίση με 50 μl παρατηρείται ποσοστό αναστολής του DPPH κατά προσέγγιση ίσο με 43%. Αυτό το γεγονός καθιστά τον δυόσμο από άποψη αντιοξειδωτικής δράσης αρκετά δραστικό.

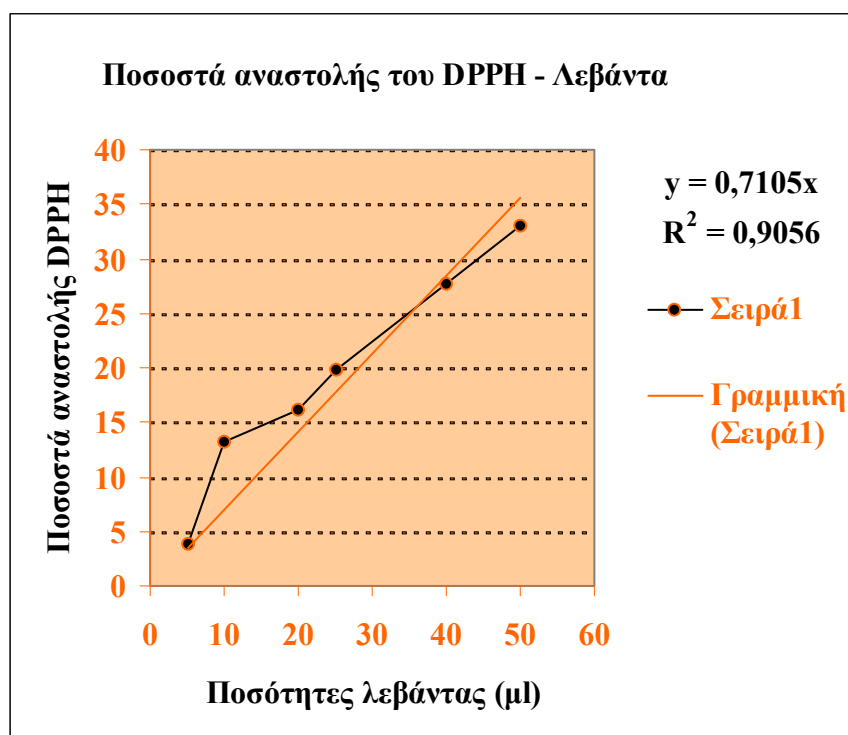


Το λανγκ-λανγκ, ενώ παρουσιάζει αρκετά υψηλά αντιοξειδωτικά ποσοστά, που κυμαίνονται από 29% σε 67-68%, εντούτοις έχει μια γραμμική ευθεία τάσης που δεν μπορεί να οριστεί με ένα  $R^2$  αρνητικό. Η μορφή της καμπύλης που είναι αρχικά ανοδική και στην συνέχεια πέφτει πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός της μη ομοιόμορφης διαλυτότητας του αιθέριου ελαίου στο διάλυμα του DPPH λόγω του γεγονότος ότι το λανγκ-λανγκ φαίνεται να είναι δυσδιάλυτο στην μεθανόλη. Άρα στις μεγαλύτερες πυκνότητες του διαλύματος σε αιθέριο έλαιο, παρατηρούνται και μεγάλες απορροφήσεις (οπτικές πυκνότητες), λόγω της θόλωσης του διαλύματος από το λανγκ-λανγκ που οδηγούν και σε φαινομενικά μικρότερες τιμές αναστολής του DPPH. Παρόλα αυτά το λανγκ-λανγκ φαίνεται ότι είναι από τα πιο δραστικά αιθέρια έλαια όσον αφορά την αντιοξειδωτική του δράση.

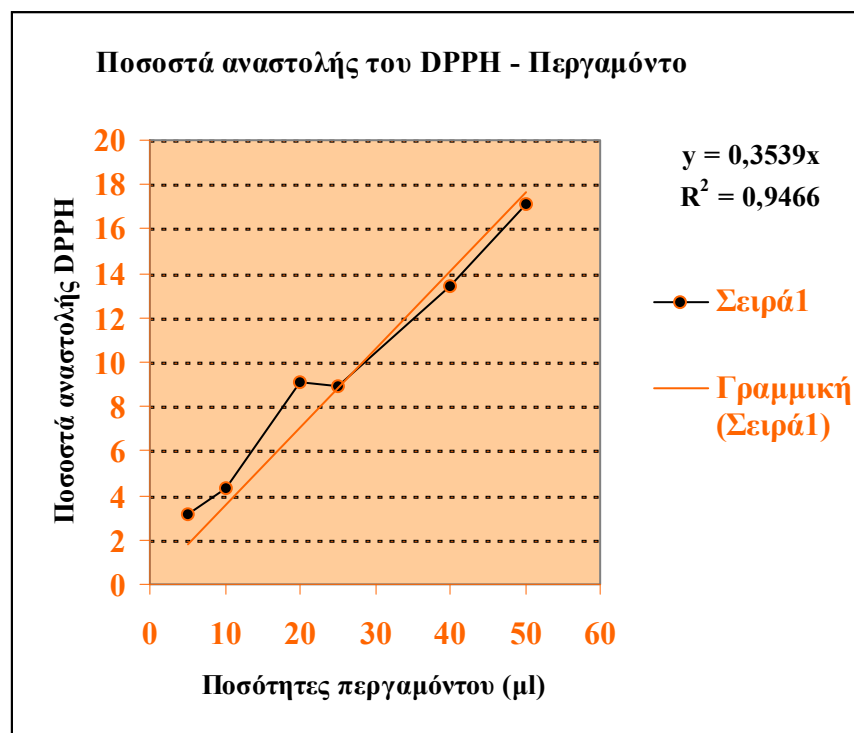


Στο διάγραμμα που αφορά το αιθέριο έλαιο πευκοβελόνας φαίνεται μια αρκετά ικανοποιητική ταύτιση της καμπύλης με την γραμμική ευθεία τάσης με ένα  $R^2$  ίσο με 0,8931 γεγονός που μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε το  $IC_{50}$  με αρκετά μεγάλη ακρίβεια. Επομένως το  $IC_{50}$  βρίσκεται ίσο με 151,6 μl, ποσότητα αρκετά υψηλή για το αιθέριο έλαιο, ενώ για το μέγιστο της ποσότητας του στο συγκεκριμένο πείραμα, δηλαδή τα 50 μl παρατηρείται ποσοστό αναστολής του DPPH ίσο με 15,5%. Όμως οι τιμές αναστολής του DPPH για την πευκοβελόνα ήταν σε αρκετά χαμηλές θέσεις, γεγονός που το καθιστά ένα από τα λιγότερο δραστικά αιθέρια έλαια.

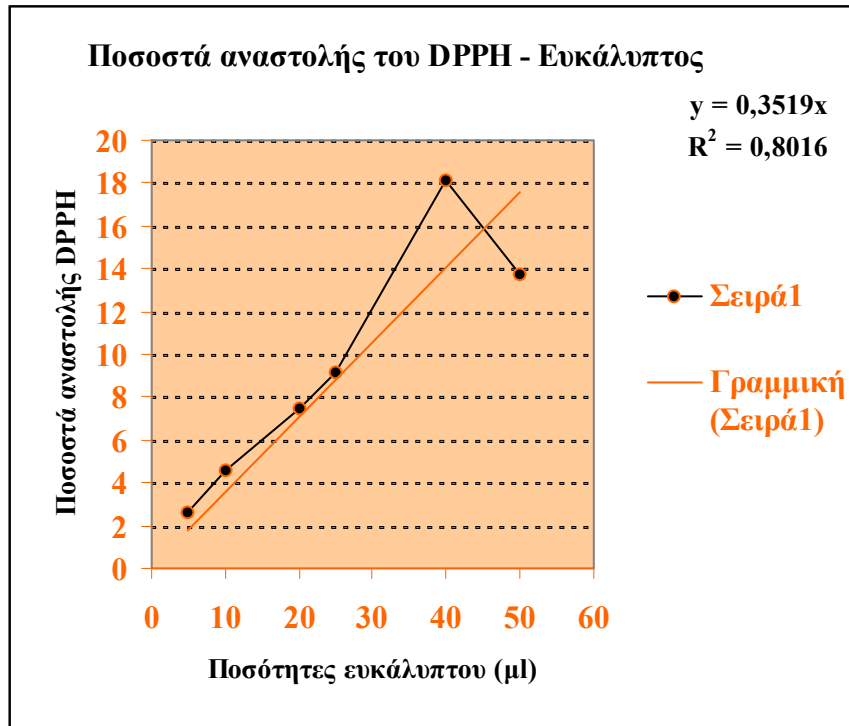




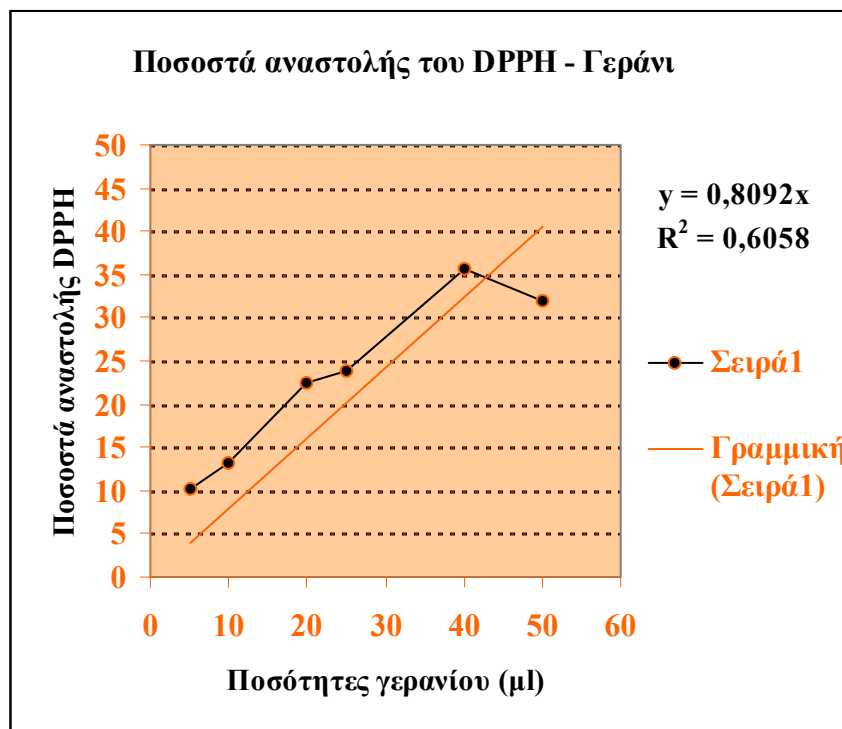
Όπως φαίνεται από την γραφική παράσταση της λεβάντας σε συνάρτηση με το ποσοστό αναστολής του DPPH, η καμπύλη που προκύπτει είναι αρκετά κοντά στην γραμμική ευθεία τάσης, ενώ τα ποσοστά αναστολής κυμαίνονται σε ενδιάμεσες τιμές, από περίπου 5% για τα 5 μl σε περίπου 34% για τα 50 μl. Προσδιορίζοντας το IC<sub>50</sub> βλέπουμε ότι αυτό βρίσκεται στην τιμή 70,37 μl, μια όχι και τόσο υψηλή τιμή. Συνεπώς συμπεραίνουμε ότι το αιθέριο έλαιο λεβάντας βρίσκεται σε μια μέτρια κατάσταση από άποψη αντιοξειδωτικής ισχύος.



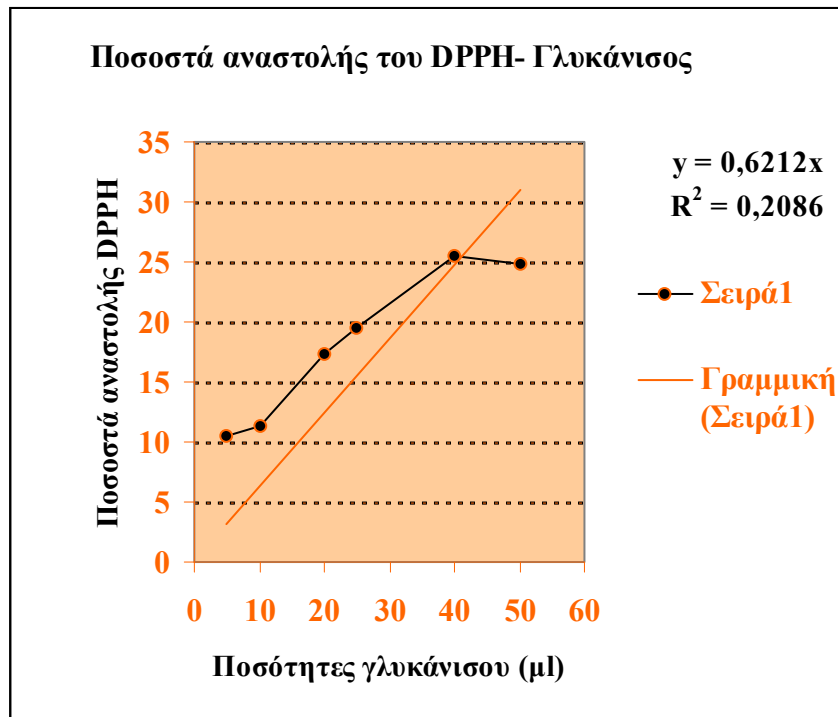
Παρά τα χαμηλά ποσοστά απόδοσης του περγαμόντου από άποψη αντιοξειδωτικής δράσης, βλέπουμε ότι η καμπύλη που εκπροσωπεί τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες βρίσκεται αρκετά κοντά στην γραμμική ευθεία τάσης, με ένα  $R^2$  ίσο με 0,9466. Αυτό σημαίνει ότι ο προσδιορισμός του  $IC_{50}$  γίνεται με αρκετά μεγάλη ακρίβεια και ισούται με 141,28 μl. Όμως η ποσότητα αυτή του αιθέριου ελαίου είναι αρκετά υψηλή, ενώ το ποσοστό αναστολής του DPPH για τα 50 μl είναι περίπου 17%. Έτσι, βλέπουμε ότι το περγαμόντο ανήκει στα σχετικά ασθενή αιθέρια έλαια όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες.



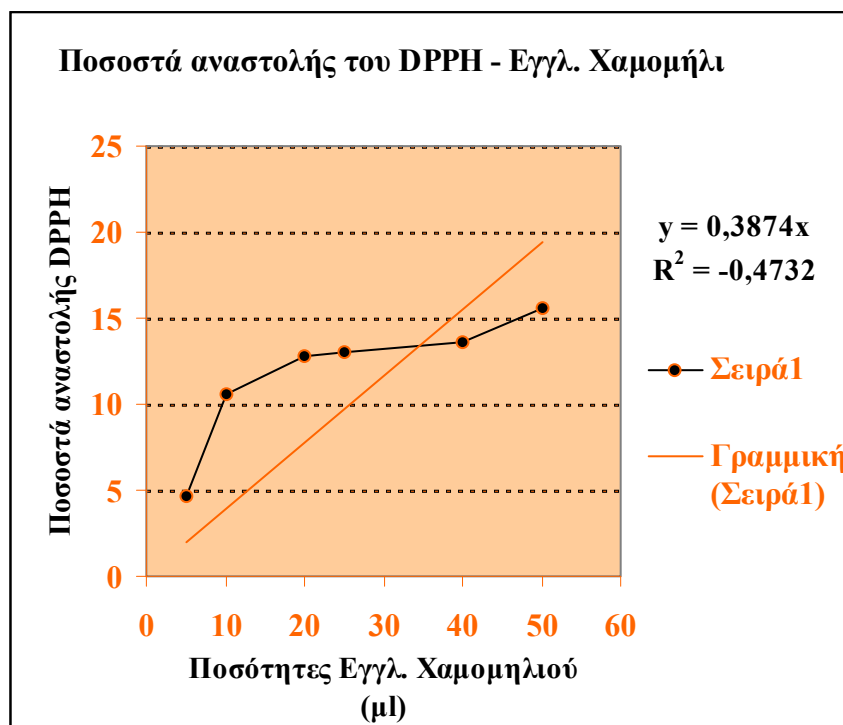
Ο ευκάλυπτος, όπως και το περγαμόντο εμφανίζει σχετικά χαμηλά ποσοστά αντιοξειδωτικής δράσης, ενώ η καμπύλη του δεν παρουσιάζει μεγάλη ταύτιση με την γραμμική ευθεία τάσης. Έτσι, το  $R^2$  έχει την τιμή 0,8016 και ο προσδιορισμός του  $IC_{50}$  μας δίνει την τιμή 142,08 μl. Οι τιμές του ποσοστού αναστολής του DPPH στο πείραμα μας κυμαίνονταν από περίπου 3% για τα 5 μl, και έφταναν μέχρι 18% για τα 40 μl. Χαρακτηριστικό είναι πως για την μέγιστη ποσότητα του αιθέριου ελαίου περγαμόντου, δηλαδή τα 50 μl, παρατηρείται μικρότερο ποσοστό αναστολής του DPPH από ότι για τα 40 μl. Το φαινόμενο αυτό πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι οι τιμές της ανασταλτικής δράσης του ευκαλύπτου φτάνουν σε ένα μέγιστο, πέρα από το οποίο δεν παρατηρείται τόσο έντονη αντιοξειδωτική δράση, ή σε σφάλματα κατά την πραγματοποίηση του πειράματος (σφάλματα στην φασματοφωτομετρική μέτρηση ή στον χρόνο ανάμιξης των διαλυμάτων).



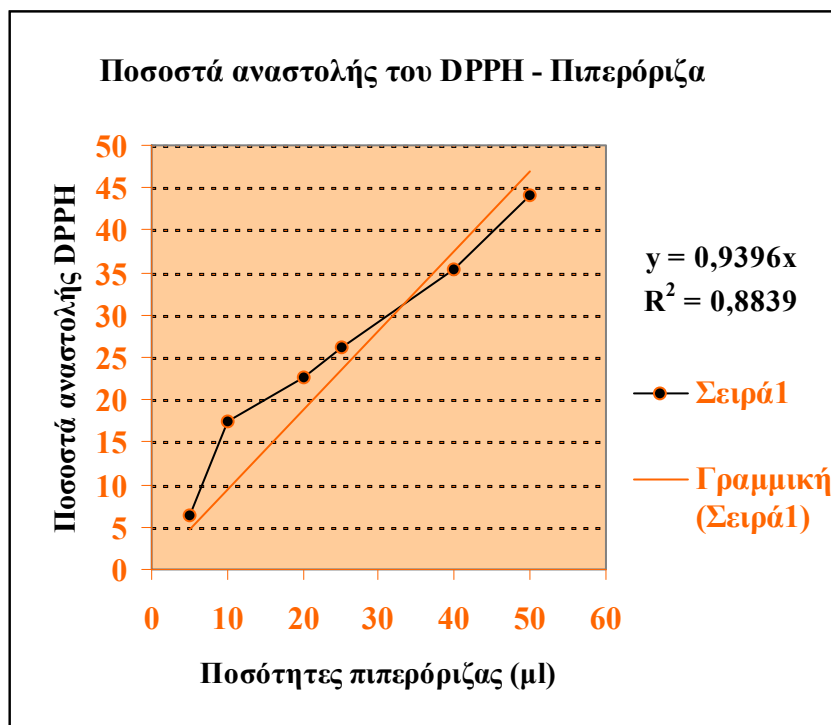
Όπως φαίνεται από την καμπύλη της αντιοξειδωτικής δράσης του γερανιού, τα ποσοστά αναστολής του DPPH κυμαίνονταν από περίπου 10% σε περίπου 36%. Αυτό κατατάσσει το γεράνι ανάμεσα στα ισχυρότερα αιθέρια έλαια της μελέτης. Επίσης, ο προσδιορισμός του  $IC_{50}$  μας δίνει μια τιμή ίση με 61,78  $\mu$ l, τιμή όμως που δεν είναι αρκετά ακριβής λόγω του ότι το  $R^2$  της γραμμικής ευθείας τάσης της καμπύλης μας είναι ίσο με 0,6058, αποκλίνοντας δηλαδή αρκετά από την ιδανική τιμή του 0,99. Έτσι, βλέπουμε πως το γεράνι παρότι παρουσιάζει μια καμπύλη που αποκλίνει αρκετά από την ιδεατή, εντούτοις εμφανίζει αρκετά ικανοποιητικά ποσοστά αντιοξειδωτικής δράσης.



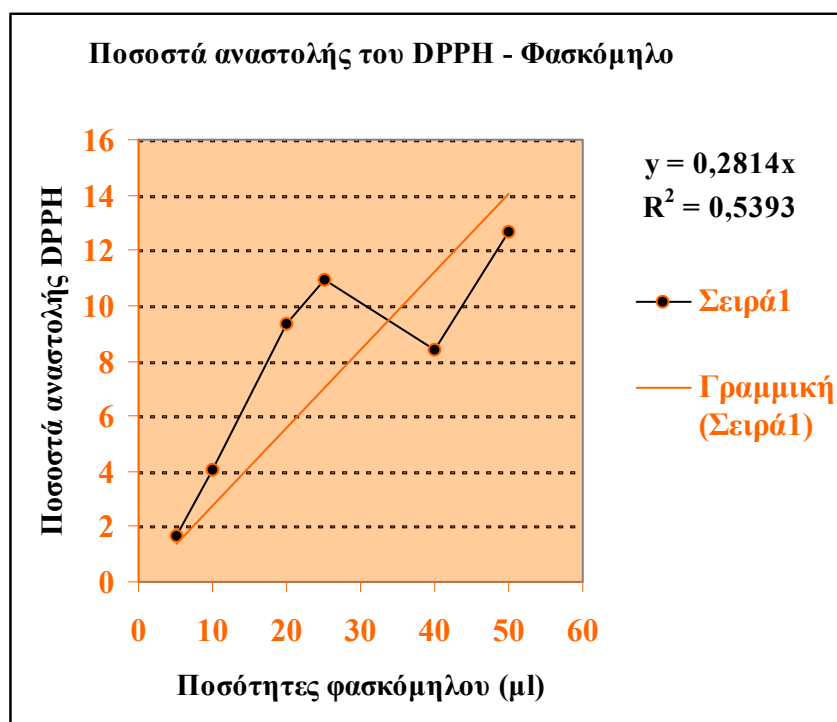
Μια καμπύλη που εμφανίζει σαφή απόκλιση από την γραμμική ευθεία τάσης της είναι αυτή του γλυκάνισου. Σε αυτή την περίπτωση το  $R^2$  είναι ίσο με 0,2086, γεγονός που δεν μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε το  $IC_{50}$  με καμιά ακρίβεια. Οι τιμές του ποσοστού αναστολής του DPPH που πάρθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος κυμαίνονταν από λίγο πάνω από 10% για τα 5 μl μέχρι 26% για τα 40 μl. Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται πτωτική τάση της καμπύλης για ποσότητες αιθέριου ελαίου πάνω από τα 40μl. Τα ποσοστά της αντιοξειδωτικής δράσης του γλυκάνισου μας επιτρέπουν να τον κατατάξουμε στα μέτριας ισχύος αιθέρια έλαια.



Η αρνητική τιμή του  $R^2$  σε αυτή την περίπτωση δεν μας επιτρέπει τον συσχετισμό του  $IC_{50}$  με την γραμμική ευθεία τάσης της καμπύλης. Παρατηρούμε απλώς πως τα ποσοστά αναστολής του DPPH κυμαίνονταν από 5% σε 16% για ποσότητες του αιθέριου ελαίου του χαμομηλιού ίσες με 5 και 50 μl, αντίστοιχα. Τέλος, μπορούμε να κατατάξουμε το εγγλέζικο χαμομήλι στα μέτριας ισχύος αιθέρια έλαια από άποψη αντιοξειδωτικής δράσης.

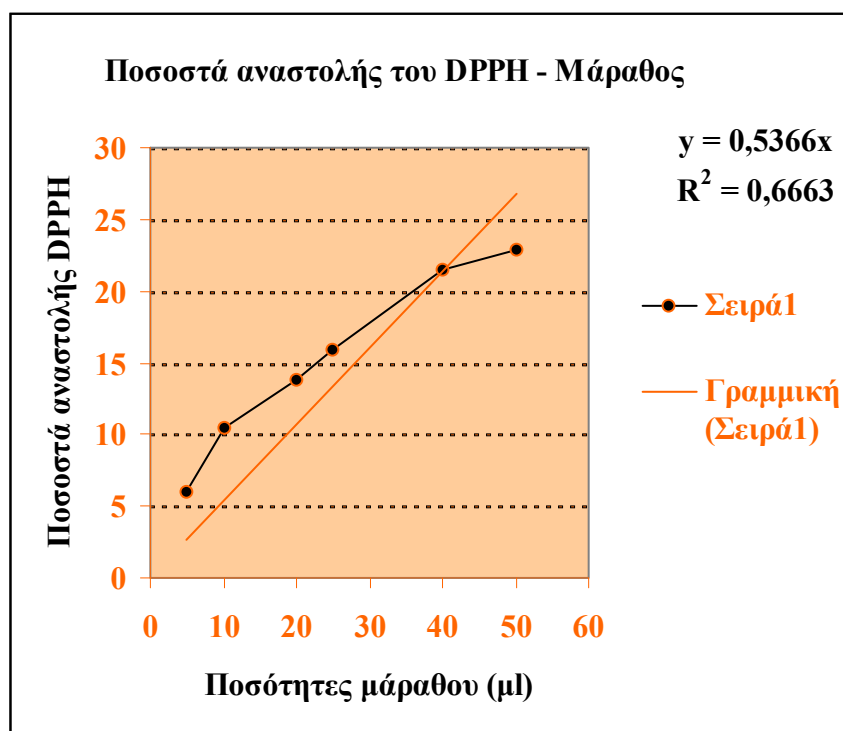


Η καμπύλη της πιπερόριζας παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση με την γραμμική ευθεία τάσης της διότι το  $R^2$  είναι ίσο με 0,8839. Έτσι, μπορούμε να προσδιορίσουμε το  $IC_{50}$  με αρκετά μεγάλη ακρίβεια. Αυτό βρίσκεται ίσο με 53,21 μl, δηλαδή λίγο παραπάνω από την μέγιστη ποσότητα αιθέριου ελαίου πιπερόριζας που χρησιμοποιείται στο πείραμα. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί πως τα ποσοστά αναστολής DPPH που προέκυψαν από το πείραμα ήταν 6%, 17,5%, 24%, 26%, 36% και 44% για τις αντίστοιχες ποσότητες του αιθέριου ελαίου της πιπερόριζας. Έτσι, συμπεραίνουμε πως η πιπερόριζα συγκαταλέγεται ανάμεσα στα πιο ισχυρά αντιοξειδωτικά αιθέρια έλαια.

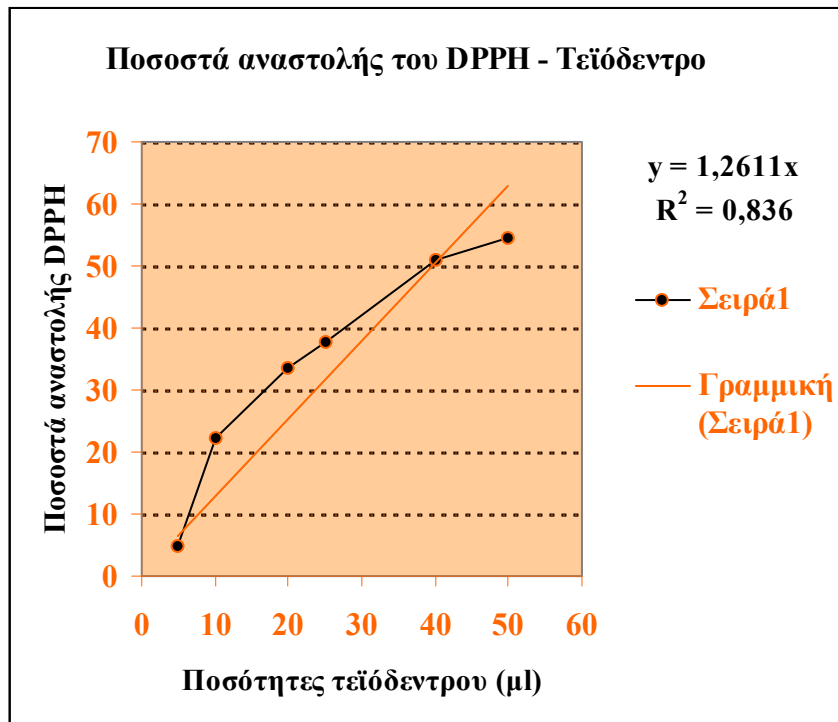


Η καμπύλη των ποσοστών αναστολής του DPPH από το φασκόμηλο δεν είναι αρκετά γραμμική ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί το IC<sub>50</sub> με ακρίβεια. Έτσι, αναφέρονται απλώς οι ακραίες τιμές που κυμαίνονται από περίπου 2% για τα 5 μl αιθέριου ελαίου στο διάλυμα σε περίπου 13% για τα 50 μl αιθέριου ελαίου φασκόμηλου στο διάλυμα. Επειδή τα ποσοστά αυτά είναι αρκετά χαμηλά, το φασκόμηλο κατατάσσεται στα χαμηλής ισχύος-δράσης αιθέρια έλαια, όσον αφορά τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες.

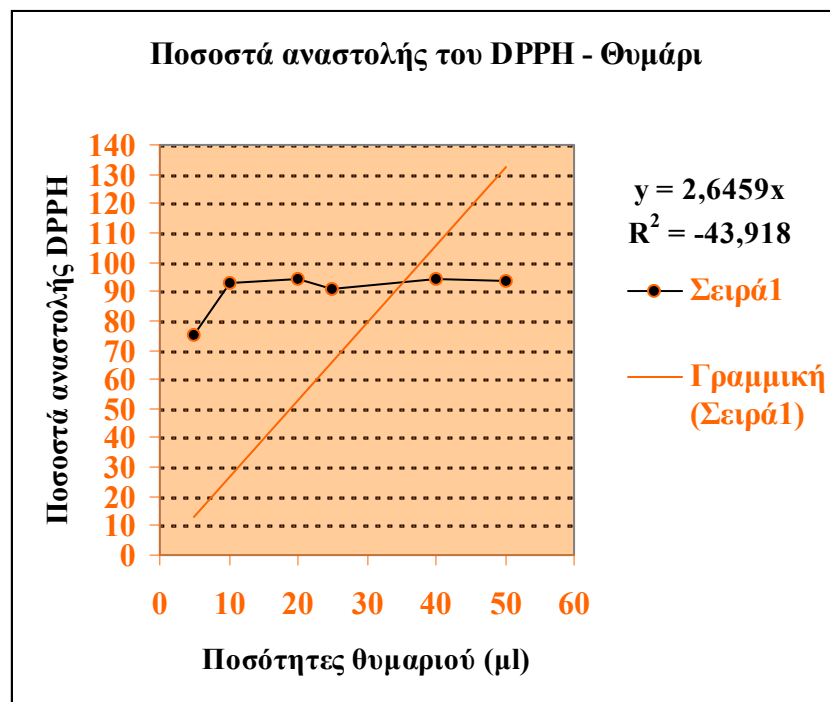




Ότι ισχύει για το φασκόμηλο από άποψη γραμμικής ευθείας τάσης ισχύει και για τον μάραθο. Έτσι, αυτή δεν ταυτίζεται ικανοποιητικά με την καμπύλη των ποσοστών αναστολής, ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί το IC<sub>50</sub> με ακρίβεια. Επίσης, τα ποσοστά αναστολής που προέκυψαν από τον μάραθο για το DPPH παρουσίαζαν διακύμανση από 6% για την ελάχιστη ποσότητα αιθέριου ελαίου σε περίπου 24% για την μέγιστη ποσότητα αυτού. Με βάση αυτά τα δεδομένα ο μάραθος ταξινομείται ανάμεσα στα μέτριας ισχύος αιθέρια έλαια από πλευράς αντιοξειδωτικής δράσης.



Το τειόδεντρο παρουσιάζει αρκετά υψηλά ποσοστά αναστολής του DPPH, ενώ η γραμμική ευθεία τάσης του ταυτίζεται ικανοποιητικά με την καμπύλη των ποσοστών αναστολής. Το  $R^2$  είναι ίσο με 0,836, ενώ το  $IC_{50}$  που προσδιορίζεται μέσω της εξίσωσης για την γραμμική ευθεία τάσης είναι ίσο προς 39,64 μl. Επιπλέον, τα ποσοστά που προκύπτουν από την αρχική και τελική ποσότητα του αιθέριου ελαίου είναι περίπου 5% και 55%, αντίστοιχα. Έτσι, το τειόδεντρο ταξινομείται ανάμεσα στα ισχυρά αντιοξειδωτικά αιθέρια έλαια.



Τέλος, το θυμάρι αν και τελευταίο, ωστόσο παρουσιάζει τις καλύτερες από όλα τα αιθέρια έλαια αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Έτσι, με ποσοστά αναστολής του DPPH που κυμαίνονται μεταξύ του 76% και του 95% είναι μακράν το πρώτο από τα αιθέρια έλαια από άποψη αντιοξειδωτικής ισχύος. Ωστόσο, η γραμμική ευθεία τάσης που προκύπτει για το διάγραμμα δεν έχει καμία σχέση με την καμπύλη των ποσοστών αναστολής. Καθώς και το  $R^2$  έχει μια πολύ αρνητική τιμή με συνέπεια να μην μπορεί να προσδιοριστεί το  $IC_{50}$  που στην προκειμένη περίπτωση δεν φαίνεται να έχει και ιδιαίτερη σημασία. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί πως το θυμάρι είναι τόσο δραστικό που δεν απαιτείται η παρέλευση 30 min για τον αποχρωματισμό του διαλύματος του DPPH, αλλά ο αποχρωματισμός από την αναγωγή του DPPH συμβαίνει αυτόματα με την προσθήκη του αιθέριου ελαίου στο διάλυμα. Καταλήγοντας, πρέπει να αναφερθεί πως οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του θυμαριού φαίνεται να είναι αντίστοιχες με τις υπόλοιπες αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές του ιδιότητες, καθιστώντας το ένα θαυμάσιο μέσο για την καταπολέμηση τόσο μικροβίων όσο και ελεύθερων ριζών στον ανθρώπινο οργανισμό.

## A.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όλα τα παραπάνω συμπεραίνονται τα εξής:

1. Τα αιθέρια έλαια επέδειξαν αρκετά ικανοποιητικές αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές δραστηριότητες, που ακόμα και όταν δεν είναι συγκρίσιμες με αυτές του αντιβιοτικού (Ampicillin ή Miconazole), ωστόσο είναι αρκετές για να τα κατατάξουν ως ισχυρούς αντιμικροβιακούς παράγοντες.
2. Όσον αφορά τις αντιβακτηριακές δράσεις το αιθέριο έλαιο θυμαριού ήταν το δραστικότερο με αμέσως καλύτερο το αιθέριο έλαιο τεϊόδεντρου. Τα υπόλοιπα αιθέρια έλαια κατατάσσονται σε χαμηλότερες θέσεις.
3. Οι αντιμυκητιακές δραστηριότητες παρουσίασαν μεγάλη ομοιότητα με τις αντιβακτηριακές. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις το αποδοτικότερο έλαιο ήταν αυτό του θυμαριού.
4. Τα έλαια λανγκ-λανγκ και πιπερόριζας ήταν τα ασθενέστερα από άποψη αντιμικροβιακών δράσεων πιθανόν λόγω της μικρής διάχυσης τους από τους δίσκους αντιβιοτικών στο περιβάλλοντα άγαρ. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι είναι δυσδιάλυτα στο νερό καθώς επίσης και σε διάφορους άλλους οργανικούς διαλύτες όπως η μεθανόλη.
5. Από άποψη αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων αρκετά από τα αιθέρια έλαια εμφάνισαν αξιοσημείωτη δράση. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις είναι αυτές του θυμαριού, του τεϊόδεντρου, του γερανιού, του ροδόξυλου, του λανγκ-λανγκ και της πιπερόριζας.
6. Βλέπουμε ότι οι αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες των ελαίων λανγκ-λανγκ και πιπερόριζας έρχονται σε αντίθεση. Πιθανόν να υπάρχει κάποιος μηχανισμός για να βελτιωθούν και οι αντιμικροβιακές ιδιότητες αυτών.
7. Παρά τα ικανοποιητικά αποτελέσματα δεν προσδιορίστηκε επακριβώς ποια από τα συστατικά των αιθέριων ελαίων, οξυγονούχα ή μη-οξυγονούχα ευθύνονται για τις ιδιότητες τους αυτές. Περαιτέρω μελέτη των συστατικών και των ισχυρότερων από τα έλαια της μελέτης ίσως μας αποκαλύψει τις υπεύθυνες ενώσεις.
8. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι ένα νέο πεδίο ανοίγεται στην αντιμετώπιση των λοιμώξεων από μικροοργανισμούς καθώς και στην απενεργοποίηση των φθοροποιών ελευθέρων ριζών. Τα αιθέρια έλαια μέλλεται να πρωταγωνιστήσουν τόσο ως αντιβιοτικά όσο και ως συντηρητικά τροφίμων.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ** (Με σειρά που αναφέρεται)

1. Πλατής Ν. (2003) – Μπαχαρικό Λεξικό – Εκδόσεις Κέδρος
2. Κυπριανού Θ.(2007) – [http://www.valentine.gr/aromatherapia\\_gr.htm](http://www.valentine.gr/aromatherapia_gr.htm)
3. Dodt C. (1995) – Αιθέρια Έλαια – Εκδόσεις Ψύχαλου
4. <http://www.foodtoday.gr>
5. Ηλιοπούλου Κ. (2003) – Όλα για τα BOTANA για όλους – Εκδόσεις Ίριδα
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/Spearmint>
7. <http://www.drugdigest.org/DD/DVH/HerbsWho>
8. Burt S. (2004)- Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review – International Journal of Food Microbiology 94, 223-253
9. Sacchetti G., Maietti S., Muzzoli M., Scaglianti M., Manfredini S., Radice M., Bruni R. (2005) – Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods – Food Chemistry 91, 621-632
10. Περόγαμβρος Α.Η., Λεγάκης Ν.Ι. – Μέθοδοι Χρήσιμες στην Αντιμικροβιακή Χημειοθεραπεία
11. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. (1995) – Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity – Lebensm.-Wiss u.- Technol., 28, 25-30
12. Eminagaoglu O., Tepe B., Yumrutas O., Akpulat A., Daferera D., Polissiou M., Sokmen A. (2007) – The in vitro antioxidative properties of the essential oils and methanol extracts of *Satureja spicigera* (K. Koch.) Boiss. and *Satureja cuneifolia* ten – Food Chemistry 100, 339-343
13. Molyneux P. (2004) – The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity – Songklanakarin J. Sci. Technol. 26(2): 211-219