



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

*Μελέτη της επίδρασης του χρόνου εκχύλισης στο φαινολικό περιεχόμενο, την αντιοξειδωτική δράση και το πτητικό προφίλ ροφημάτων έξι βοτάνων (βαλεριάνα, εχινάκεια, λεβάντα, λουίζα, μέντα και τίλιο).*

*Καβαθατζοπούλου Νίκη*

*Χημικός*

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*Ιωάννινα, 2025*

### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

1. Μπαδέκα Αναστασία, Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. ([abadeka@uoi.gr](mailto:abadeka@uoi.gr)).
2. Κοσμά Ιωάννα, Επίκουρη Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. ([i.kosma@uoi.gr](mailto:i.kosma@uoi.gr)).
- 3.** Σκάλκος Δημήτριος, Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. ([dskalkos@uoi.gr](mailto:dskalkos@uoi.gr)).



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε κατά το διάστημα 2023-2025 στο Ερευνητικό Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Τμήματος Χημείας, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με σκοπό την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κυρία Μπαδέκα Αναστασία για την υπόδειξη του θέματος της εργασίας αυτής, την καθοδήγηση, την άποψη συνεργασία και την πολύτιμη βοήθεια της κατά την πορεία αυτής, για τη συγγραφή αλλά και για όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επικ. Καθηγήτρια κ. Κοσμά Ιωάννα για τη βοήθεια και τις πολύτιμες συμβουλές και γνώσεις που μου παρείχε σε όλο το διάστημα εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής μου.

Επίσης, να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Σκάλκο Δημήτριο, ως μέλος της 3μελούς εξεταστικής επιτροπής, για τις εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις του κειμένου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και σε όλους τους μεταπτυχιακούς αλλά και προπτυχιακούς φοιτητές του εργαστηρίου, που συνεργάστηκα μαζί τους, ανταλλάξαμε γνώσεις, δημιουργήσαμε φιλίες και συνεργαστήκαμε με ευχάριστο κλίμα, υπομονή, αλληλοβοήθεια και αλληλοϋποστήριξη. Ευχαριστώ και όλους τους υπόλοιπους φίλους μου, συμφοιτητές ή και όχι που στάθηκαν δίπλα μου κατά την προσπάθεια αυτή.

Φυσικά, ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου Σωτήρη και Σίσσυ αλλά και στον αδερφό μου Θάνο, για την συνεχή και ανιδιοτελή αγάπη, στήριξη τόσο οικονομική όσο και ηθική και για την διαρκή παρουσία και χαρά τους σε κάθε απόφαση και βήμα της ζωής μου, που τα κάνει όλα πιο εφικτά και εύκολα.

*Τέλος, ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στον Σπύρο, ο οποίος στηρίζει κάθε μου βήμα με αγάπη, πίστη, υπομονή και σεβασμό, πιστεύει σε εμένα και στις δυνάμεις μου, υποστηρίζει κάθε μου όνειρο και θέλει να με δει να πετυχαίνω όλους μου τους στόχους. Χωρίς αυτόν, τίποτα δεν θα ήταν το ίδιο.*

# Περιεχόμενα

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	4
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	7
<b>ABSTRACT</b>	10
<b>I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	13
<b>I.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ</b>	13
<b>I.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ</b>	19
<b>I.3 ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ</b>	24
<b>I.3.1 Χημικές ενώσεις της βαλεριάνας</b>	24
<b>I.3.2 Χημικές ενώσεις της εχινάκειας</b>	29
<b>I.3.4 Χημικές ενώσεις της λουίζας</b>	37
<b>I.3.5 Χημικές ενώσεις της μέντας</b>	40
<b>I.3.6 Χημικές ενώσεις του τίλιου</b>	42
<b>I.4 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΒΟΤΑΝΟΥ ΚΑΙ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΥ</b>	45
<b>Εχινάκεια</b>	46
<b>Λουίζα</b>	48
<b>I.5 ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΡΟΦΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ</b>	53
<b>I.6 ΤΑ ΒΟΤΑΝΑ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</b>	55
<b>II. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	56
<b>III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	57
<b>III.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ</b>	57
<b>III.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ-ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN-CIOCALTEU</b>	58
<b>III.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΡΙΖΑΣ DPPH</b>	60
<b>III.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ (ΜΕΘΟΔΟΣ TFC)</b>	64
<b>III.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C (ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ) ΜΕ ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC) ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΔΙΟΔΩΝ (DAD)</b>	70
<b>IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	72
<b>IV.1 ΟΛΙΚΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ</b>	72
<b>IV.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ DPPH</b>	78
<b>IV.3 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ</b>	83
<b>IV.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ</b>	89

<b>IV.5 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΣΤΑ ΑΠΟΞΗΡΑΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ</b>	<b>109</b>
<b>IV.6 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (ΒΙΤΑΜΙΝΗ C)</b>	<b>112</b>
<b>V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>116</b>
<b>VI. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b>	<b>118</b>
<b>VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>120</b>

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εστιάζει στη μελέτη της επίδρασης του χρόνου εκχύλισης στα φαινολικά, φλαβονοειδή, την αντιοξειδωτική ικανότητα και πτητικά συστατικά ροφημάτων έξι βοτάνων τα οποία κατά αλφαβητική σειρά είναι: βαλεριάνα, εχινάκεια, λεβάντα, λουίζα, μέντα και τίλιο. Παράλληλα, εξετάστηκε η περιεκτικότητα χλωροφυλλών και βιταμίνης C στα αποξηραμένα δείγματα.

Εφαρμόστηκαν διαφορετικοί χρόνοι εκχύλισης, συγκεκριμένα 5, 10 και 15 min για κάθε ένα από τα βότανα, με τις συγκεντρώσεις των φαινολικών, φλαβονοειδών και αντιοξειδωτικής δράσης να προσδιορίζονται φασματοφωτομετρικά και τα πτητικά συστατικά να αναλύονται με τη χρωματογραφική συνδυαστική τεχνική SPME/GC-MS. Η χλωροφύλλη στα αποξηραμένα δείγματα προσδιορίστηκε φωτομετρικά και το ασκορβικό οξύ με HPLC-DAD.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση του χρόνου εκχύλισης βελτίωσε γενικά την εκχύλιση φαινολικών και φλαβονοειδών, ενώ κατά περιπτώσεις μεγαλύτεροι χρόνοι οδήγησαν σε μερική αποδόμηση. Η αντιοξειδωτική δράση παρουσίασε παρόμοια τάση, ενώ τα πτητικά συστατικά διαφοροποιήθηκαν ποιοτικά και ποσοτικά ανάλογα με τη διάρκεια εκχύλισης για το εκάστοτε βότανο, επηρεάζοντας το άρωμα των ροφημάτων.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τα φαινολικά συστατικά, στο ρόφημα εχινάκειας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης ( $29,07 \pm 3,01$  –  $33,95 \pm 0,73$  mg GAE/100 mL ροφήματος), ενώ για τα υπόλοιπα ροφήματα βοτάνων παρατηρήθηκε αύξηση του περιεχομένου με αύξηση του χρόνου εκτός από το ρόφημα της μέντας στο οποίο η υψηλότερη περιεκτικότητα παρατηρήθηκε στα 10 min εκχύλισης. Στα 15 min εκχύλισης προσδιορίστηκαν κατά αυξανόμενης σειράς στο ρόφημα βαλεριάνας ( $8,51 \pm 0,24$  mg GAE/100 mL), τίλιου ( $27,18 \pm 0,51$  mg GAE/100 mL), εχινάκειας ( $30,79 \pm 1,14$  mg GAE/100 mL), μέντας ( $41,91 \pm 0,20$  mg GAE/100 mL), λουίζας ( $45,52 \pm 0,95$  mg GAE/100 mL) και λεβάντας ( $53,84 \pm 0,47$  mg GAE/100 mL).

Οι τιμές της αντιοξειδωτικής δράσης στα 15 min εκχύλισης κατά αυξανόμενη σειρά ήταν  $11,94 \pm 0,86$ ,  $32,94 \pm 0,12$ ,  $35,64 \pm 0,35$ ,  $59,55 \pm 0,33$ ,  $69,43 \pm 0,14$ ,  $77,16 \pm 0,77$  mg

Trolox/100 mL εκχυλίσματος στη βαλεριάνα, τίλιου, εχινάκεια, μέντας, λεβάντας και λουίζας αντίστοιχα.

Για τα φλαβονοειδή, μετρήθηκαν αντίστοιχα για το ρόφημα βαλεριάνας  $224,27 \pm 3,11$  mg κερκετίνης/100 mL, τίλιου  $553,47 \pm 0,21$  mg κερκετίνης/100 mL, εχινάκειας  $1083,39 \pm 0,85$  mg κερκετίνης/100 mL, λεβάντας  $1710,87 \pm 0,19$  mg κερκετίνης/100 mL, λουίζας  $1752,09 \pm 0,1$  mg κερκετίνης/100 mL και μέντας  $1851,97 \pm 0,08$  mg κερκετίνης/100 mL.

Επιπλέον, οι μετρήσεις χλωροφυλλών και βιταμίνης C στα αποξηραμένα βότανα κατέδειξαν εν μέρει ποιο από όλα τα βότανα περιέχει περισσότερα από τα ανωτέρω συστατικά. Για τη χλωροφύλλη η βαλεριάνα έχει τη μικρότερη τιμή ( $1,31 \text{ mg/g}$ ) ενώ η μέντα τη μεγαλύτερη τιμή ( $7,79 \text{ mg/g}$ ) και όσον αφορά τη βιταμίνη C τα αποξηραμένα φύλλα της βαλεριάνας έχουν  $0,166$  mg ασκορβικού οξέος/g φύλλου που είναι η μικρότερη ποσότητα ενώ τα αποξηραμένα φύλλα της λουίζας έχουν  $2,208$  mg ασκορβικού οξέος/g φύλλου που είναι η μεγαλύτερη ποσότητα.

Όσον αφορά τα πτητικά συστατικά, πλούσιο πτητικό προφίλ βρέθηκε στα ροφήματα όλων των βοτάνων και ανιχνεύθηκαν αλκοόλες, οξέα, τερπένια, υδρογονάνθρακες, κετόνες και αλδεΐδες, με κυρίαρχες ενώσεις τα τερπένια. Ο χρόνος εκχύλισης επηρέασε το πτητικό προφίλ των ροφημάτων είτε θετικά είτε αρνητικά.

Πιο συγκεκριμένα, στο ρόφημα βαλεριάνας των 10 min εκχύλισης παρατηρήθηκε η υψηλότερη περιεκτικότητα σε πτητικά και τερπένια ( $207,36 \pm 1,28$ ,  $138,16 \pm 0,85$   $\mu\text{g/L}$ ), αντίστοιχα με τις μενθόλη, σπαθουλενόλη και μυρτενόλη να είναι κυρίαρχες. Στο ρόφημα εχινάκειας το πτητικό προφίλ αυξήθηκε με τον χρόνο εκχύλισης. Στα 15 min οι ποσότητες των πτητικών και τερπενίων να είναι αντίστοιχα ίσες με  $208,37 \pm 1,20$  και  $144,88 \pm 0,98$   $\mu\text{g/L}$ , με κυρίαρχες ενώσεις τη λιναλοόλη, μενθόλη και βορνεόλη. Στο ρόφημα λεβάντας παρατηρήθηκε μείωση των πτητικών ενώσεων και των τερπενίων με τον χρόνο εκχύλισης και τα 5 min ήταν ο χρόνος που προσδιορίστηκαν οι μεγαλύτερες ποσότητες ( $1126,31 \pm 1,63$  και  $716,08 \pm 1,79$   $\mu\text{g/L}$ , αντίστοιχα) και οι κυρίαρχες ενώσεις στο πτητικό κλάσμα ήταν η λαβανδουλόλη, το οξείδιο της λιναλοόλης και η μυρτενόλη. Στο ρόφημα της λουίζας παρατηρήθηκε αύξηση του πτητικού κλάσματος συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης ( $701,20 \pm 1,16$   $\mu\text{g/L}$  και  $436,04 \pm 1,72$   $\mu\text{g/L}$  ολικά και τερπένια, αντίστοιχα) με κυρίαρχες ενώσεις τη γερανιόλη, το λεμονένιο και τη λιναλοόλη. Στο ρόφημα μέντας των 15 min προσδιορίστηκε πλούσιο προφίλ πτητικών και τερπενίων ( $1498,00 \pm 1,16$   $\mu\text{g/L}$  και

991,60±1,66 µg/L, αντίστοιχα). Οι κυρίαρχες ενώσεις που τακτοποιήθηκαν ήταν η μενθόλη, το καμφαίνιο, η μενθόνη, η λιναλοόλη και η ισοπουλεγκόλη. Τέλος, στο ρόφημα τίλιου στα 15 min παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση πτητικών ενώσεων και αντίστοιχα τερπενίων ίσες με 327,61±0,05 µg/L και 249,77±0,82 µg/L με κυρίαρχες ενώσεις τη λιναλοόλη, τη μενθόνη, την ενδο-βορνεόλη.

Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι ο χρόνος εκχύλισης, στα περισσότερα βότανα, επηρέασε θετικά τα ροφήματα με αύξηση του φαινολικού περιεχομένου, της αντιοξειδωτικής ικανότητας και των φλαβονοειδών. Όσον αφορά το πτητικό προφίλ των ροφημάτων θετικά επηρεάστηκαν εκείνα του τίλιου, της μέντας, της εχινάκειας και της λουίζας. Αντίθετα, στα ροφήματα της βαλεριάνας και της λεβάντας επηρεάστηκαν αρνητικά (παρατηρήθηκε ελάττωση).

## **ABSTRACT**

This master's thesis focuses on the study of the effect of extraction time on phenolics, flavonoids, antioxidant capacity and volatile components of six herbal beverages, which in alphabetical order are: valerian, echinacea, lavender, verbena, mint and linden. At the same time, the chlorophyll and vitamin C content of the dried samples was examined.

Different extraction times were applied, namely 5, 10 and 15 min for each of the herbs, with the concentrations of phenolics, flavonoids and antioxidant activity being determined spectrophotometrically and the volatile components being analyzed with the combined chromatographic technique SPME/GC-MS. Chlorophyll in the dried samples was determined photometrically and ascorbic acid by HPLC-DAD.

The results showed that increasing the extraction time generally improved the extraction of phenolics and flavonoids, while in some cases longer times led to partial degradation. The antioxidant activity showed a similar trend, while the volatile components varied qualitatively and quantitatively depending on the extraction duration for each herb, affecting the aroma of the beverages.

Specifically, regarding phenolic components, in the echinacea drink no statistically significant differences were observed depending on the extraction time ( $29.07 \pm 3.01$  –  $33.95 \pm 0.73$  mg GAE/100 mL of drink), while for the other herbal drinks an increase in content was observed with increasing time except for the mint drink in which the highest content was observed at 10 min of extraction. At 15 min of extraction, valerian ( $8.51 \pm 0.24$  mg GAE/100 mL), linden ( $27.18 \pm 0.51$  mg GAE/100 mL), echinacea ( $30.79 \pm 1.14$  mg GAE/100 mL), mint ( $41.91 \pm 0.20$  mg GAE/100 mL), verbena ( $45.52 \pm 0.95$  mg GAE/100 mL) and lavender ( $53.84 \pm 0.47$  mg GAE/100 mL) were determined in increasing order in the beverage.

The antioxidant activity values at 15 min of extraction in increasing order were  $11.94 \pm 0.86$ ,  $32.94 \pm 0.12$ ,  $35.64 \pm 0.35$ ,  $59.55 \pm 0.33$ ,  $69.43 \pm 0.14$ ,  $77.16 \pm 0.77$  mg Trolox/100 mL of extract in valerian, linden, echinacea, mint, lavender and verbena, respectively.

For flavonoids,  $224.27 \pm 3.11$  mg quercetin/100 mL for valeriana,  $553.47 \pm 0.21$  mg quercetin/100 mL for linden,  $1083.39 \pm 0.85$  mg quercetin/100 mL for echinacea,  $1710.87 \pm 0.19$  mg quercetin/100 mL for lavender,  $1752.09 \pm 0.1$  mg quercetin/100 mL for verbena and  $1851.97 \pm 0.08$  mg quercetin/100 mL mint drink were determined, respectively.

Furthermore, the measurements of chlorophylls and vitamin C in the dried herbs partially demonstrated which of all the herbs contains more of the above components. For chlorophyll, valerian has the lowest value (1.31mg/g) while mint has the highest value (7.79mg/g) and regarding vitamin C, dried valerian leaves have 0.166 mg ascorbic acid/g leaf which is the lowest amount while dried verbena leaves have 2.208 mg ascorbic acid/g leaf which is the highest amount.

Regarding volatile components, a rich volatile profile was found in the beverages of all herbs and alcohols, acids, terpenes, hydrocarbons, ketones and aldehydes were detected, with terpenes as the dominant compounds. Extraction time affected the volatile profile of the beverages either positively or negatively.

More specifically, the valerian drink with 10 min of extraction had the highest content of volatiles and terpenes ( $207.36 \pm 1.28$ ,  $138.16 \pm 0.85$   $\mu\text{g/L}$ ), respectively, with menthol, spathulenol and myrtenol being dominant. In the echinacea drink, the volatile profile increased with extraction time. At 15 min, the amounts of volatiles and terpenes were respectively equal to  $208.37 \pm 1.20$  and  $144.88 \pm 0.98$   $\mu\text{g/L}$ , with linalool, menthol and borneol being dominant compounds. In the lavender drink, a decrease in volatile compounds and terpenes was observed with the extraction time and 5 min was the time when the largest amounts were determined ( $1126.31 \pm 1.63$  and  $716.08 \pm 1.79$   $\mu\text{g/L}$ , respectively) and the dominant compounds in the volatile fraction were lavandulol, linalool oxide and myrtenol. In the verbena drink, an increase in the volatile fraction was observed as a function of the extraction time ( $701.20 \pm 1.16$   $\mu\text{g/L}$  and  $436.04 \pm 1.72$   $\mu\text{g/L}$  total and terpenes, respectively) with dominant compounds being geraniol, limonene and linalool. In the 15 min mint drink, a rich profile of volatiles and terpenes was determined ( $1498.00 \pm 1.16$   $\mu\text{g/L}$  and  $991.60 \pm 1.66$   $\mu\text{g/L}$ , respectively). The dominant compounds that were determined were menthol, camphene, menthone, linalool and isopulegol. Finally, in the linden drink at 15 min, a significant increase in volatiles and terpenes, respectively, equal to  $327.61 \pm 0.05$   $\mu\text{g/L}$

and  $249.77 \pm 0.82$   $\mu\text{g/L}$ , was observed with the dominant compounds being linalool, menthone and endo-borneol.

The general conclusion is that the extraction time, in most herbs, positively affected the beverages with an increase in phenolic content, antioxidant capacity and flavonoids. Regarding the volatile profile of the beverages, those of linden, mint, echinacea and verbena were positively affected. On the contrary, in the beverages, valerian and lavender beverages were negatively affected (a decrease was observed).

# I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## I.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ

### ► ΒΑΛΕΡΙΑΝΑ

Η βαλεριάνα (*Valeriana officinalis L.*) διακρίθηκε για πρώτη φορά ως ξεχωριστό είδος φυτού το 1554. Το φυτό αυτό, συναντάται στα γραπτά του Διοσκουρίδη (10-90 μ.Χ.), του Πλίνιου (23-79 π.Χ.) καθώς και στα ιατρικά έργα της ηγουμένης Χίλντεγκαρντ φον Μπίνγκεν (1098-1179 μ.Χ.). Η προέλευση του ονόματος του βοτάνου εντοπίζεται στη Ρωμαϊκή επαρχία Valeria και η ετυμολογία της λέξης σημαίνει να είσαι υγιής και δυνατός (U.S. Department of Health and Human Services, 2012). Τα παλιά χρόνια, η βαλεριάνα χρησιμοποιούνταν πολύ περισσότερο από ότι σήμερα. Η ιστορία ξεκινάει από τον Ιπποκράτη όπου χρησιμοποιούσε τη βαλεριάνα για θεραπεία πεπτικών προβλημάτων καθώς και διαταραχών του ουροποιητικού συστήματος. Στα τέλη του 16ου αιώνα ξεκίνησε η χρήση του φυτού για τη θεραπεία των νευρικών καταστάσεων καθώς και της αϋπνίας και η χρήση της αυτή καθιερώθηκε τελικά τον 18ο αιώνα (Zaharie et al., 2022).

Οι χρήσεις της γενικά είναι

([ods.od.nih.gov/factsheets/Valerian-HealthProfessional/](https://ods.od.nih.gov/factsheets/Valerian-HealthProfessional/)):--Υπνωτικό, ηρεμιστικό.

-Αντικαταθλιπτικό, αγχολυτικό.

-Αντισπασμωδικό.

Παλιά, χρησιμοποιούνταν ευρέως ως εμμηναγωγικό, αντιπυρετικό και διουρητικό. Χορηγούνταν επίσης για τη θεραπεία παθήσεων της σπλήνας και της πανώλης, του πόνου στην πλάτη, του βήχα και των παθήσεων των ματιών. Εξωτερικά, η χρήση της αφορούσε την καταπολέμηση ελκών και κονδυλωμάτων. Η σημερινή της χρήση ως ηρεμιστικό των νεύρων και βοήθημα του ύπνου δεν αναφέρεται πουθενά. Μόνο στην Ιταλία τον 17ο αιώνα το φυτό χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία της επιληψίας. Επιπλέον, τα φυτά με έντονη οσμή, όπως η *Valeriana officinalis*, ήταν πάντα σημαντικά για να διώχνουν τους διαβόλους, τις μάγισσες και κάθε είδους κακά πνεύματα. Ακόμη και σήμερα, σε ορισμένες αγροτικές περιοχές, συχνά κρεμιέται βαλεριάνα μαζί με άγρια μαντζουράνα πάνω από την είσοδο του σπιτιού ή ενός

αχυρώνα για να προστατέψουν τους κατοίκους από την κακοτυχία.

[https://www.avogel.gr/plant-encyclopedia/valeriana\\_officinalis.php](https://www.avogel.gr/plant-encyclopedia/valeriana_officinalis.php)

## ► EXINAKEIA

Το φυτό κατάγεται από τη Βόρεια Αμερική και το χρησιμοποιούσαν οι αυτόχθονες Ινδιάνοι. Τα πρώτα αρχαιολογικά στοιχεία χρονολογούνται από τον 18ο αιώνα. Είναι ένα μωβ κωνοφόρο λουλούδι που επιστημονικά ονομάζεται *Echinacea purpurea* και προέρχεται από λιβάδια στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ανήκει στην οικογένεια Aster, η οποία περιέχει επίσης ηλιοτρόπια, χρυσάνθεμα και μαργαρίτες.

Οι πληροφορίες για τη χρήση του φυτού από παραδοσιακούς θεραπευτές κυμαίνονται από εξωτερική εφαρμογή για πληγές, εγκαύματα και τσιμπήματα εντόμων μέχρι το μάσημα ριζών για πονόδοντο και μολύνσεις του λαιμού και εσωτερική εφαρμογή για πόνο, βήχα, κράμπες στομάχου και δαγκώματα φιδιών.

Το πρώτο σκεύασμα Echinacea, γνωστό ως Meyers Blood Purifier, κυκλοφόρησε στην αγορά περίπου το 1880, με ενδείξεις για καταπολέμηση των ρευματισμών, νευραλγιών και δαγκωμάτων από φίδια. Στις αρχές του 20ου αιώνα, η εχινάκεια ήταν το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο φυτικό παρασκεύασμα στις ΗΠΑ. Η εμπορική καλλιέργειά της ξεκίνησε στη Γερμανία γύρω στο 1939. Η εισαγωγή και καλλιέργεια της εχινάκεια στην Ελβετία έγινε γύρω στο 1950. Οι χημικοί και οι φαρμακολόγοι άρχισαν να ενδιαφέρονται για την εχινάκεια και πολλά συστατικά της είναι πλέον γνωστά, όπως πολυσακχαρίτες, κιχορικό οξύ και κετοκενικό οξύ κ.α. (Lim et al., 2013). Τα εκχυλίσματά της σήμερα επιδεικνύουν ανοσοδιεγερτικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται κυρίως για την προφύλαξη και τη θεραπεία κρυολογήματος, γρίπης και σηπτικών παθήσεων. Αν και υπάρχουν περισσότερες από 400 δημοσιεύσεις που αφορούν το φυτό και δεκάδες σκευάσματα της εχινάκεια στην αγορά, η πραγματική ταυτότητα των δραστικών συστατικών της απαιτεί ακόμη μελέτη (Hostettmann, 2023, Manayi et al., 2015, [www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/echinacea-purpurea](http://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/echinacea-purpurea)).

## ► ΛΕΒΑΝΤΑ

Η λεβάντα (γένος *Lavandula*) είναι ένα φυτό εγγενές σε χώρες που συνορεύουν με τη Μεσόγειο. Πρόκειται για μικρούς αειθαλείς θάμνους με γκριζοπράσινα γραμμικά φύλλα. Έχει μωβ άνθη και έντονο άρωμα.

Οι πρώτες χρήσεις της λεβάντας που καταγράφηκαν στους αρχαίους πολιτισμούς ήταν φαρμακευτικής φύσης. Ο Διοσκουρίδης (10-90 μ.Χ.), ένας αρχαίος Έλληνας γιατρός, πίστευε ότι η κατανάλωση λεβάντας ανακούφιζε τη δυσπεψία, τον πονόλαιμο και τους πονοκεφάλους. Υπάρχουν επίσης στοιχεία για χρήση λεβάντας στη διαδικασία μουμιοποίησης των αρχαίων Αιγυπτίων. Επιπλέον, η λεβάντα βρισκόταν συνήθως σε λουτρά στην αρχαία Ρώμη. Στην πραγματικότητα, το λατινικό ρήμα για το «πλένω» είναι lavare. Με την πάροδο του χρόνου, τρεις κοινές χρήσεις της λεβάντας αναπτύχθηκαν σε διαφορετικούς πολιτισμούς (Sasannejad et al., 2012, [https://lothantique.ca/blogs/lothantique/history-of-lavender?srsId=AfmBOorvmE\\_%20nN4gZSZnB6XAPglZevT0DUzN\\_3MBMBSYrPJx0HAAooCc4](https://lothantique.ca/blogs/lothantique/history-of-lavender?srsId=AfmBOorvmE_%20nN4gZSZnB6XAPglZevT0DUzN_3MBMBSYrPJx0HAAooCc4)).

Η πρώτη χρήση της είναι αντισηπτική γι' αυτό και χρησιμοποιούνταν στα λουτρά στην αρχαία Ρώμη. Επίσης, οι τυμβωρύχοι στην Αγγλία πλένονταν με λεβάντα προς αποφυγή της πανούκλας. Μέχρι τη δεκαετία του 1930, ο René-Maurice Gattefossé (1881-1950 μ.Χ.), ένας Γάλλος χημικός, χρησιμοποιούσε λάδι λεβάντας για τη θεραπεία εγκαυμάτων. Ακόμη και κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, η λεβάντα χρησιμοποιούνταν συχνά από γιατρούς για τη θεραπεία τραυμάτων στρατιωτών.

[https://books.google.gr/books/about/Gattefoss%C3%A9\\_s\\_Aromatherapy.html?id=cdZ5Wj3fRpIC&redir\\_esc=y](https://books.google.gr/books/about/Gattefoss%C3%A9_s_Aromatherapy.html?id=cdZ5Wj3fRpIC&redir_esc=y)

## ► ΛΟΥΙΖΑ

Η λουίζα (*Aloysia citrodora*) γνωστή και ως Lemon Verbena είναι ένα είδος ανθοφόρου φυτού της οικογένειας *Verbenaceae*, τοπικό στην Αργεντινή, τη Χιλή, το Περού και την Ουρουγουάη. Τα γυαλιστερά, μυτερά φύλλα αυτού του βοτάνου είναι ελαφρώς τραχιά στην αφή και εκπέμπουν ένα έντονο άρωμα εσπεριδοειδών, για αυτό και το λατινικό επίθετο *citrodora* που σημαίνει «με άρωμα λεμονιού». Αν και εγγενής στη Νότια Αμερική, η λουίζα καλλιεργείται στην Ευρώπη εδώ και αιώνες.

Αναφέρεται για πρώτη φορά στη βοτανική βιβλιογραφία από έναν Γάλλο φυσιολόγο που το παρατήρησε στη Νότια Αμερική, ενώ έκανε τον γύρο του πλανήτη μεταξύ 1766-1769. Εισήχθη στην Ευρώπη από τους Πορτογάλους και τους Ισπανούς τον 18ο αιώνα. Την εποχή αυτή καλλιεργούνταν κυρίως για το αιθέριο έλαιο της. Η βοτανική βιβλιογραφία δείχνει ότι το όνομα *Herb Louisa* προέρχεται από τη λατινική ονομασία του γένους *Aloysia* και τιμά τη μνήμη της Μαρίας Λουίζας Τερέζας της Πάρμα (1751–1819 μ.Χ.), συζύγου του βασιλιά Καρόλου Δ΄ της Ισπανίας, που καλλιεργούσε λουίζα στον Βασιλικό της Κήπο στη Μαδρίτη (<https://powo.science.kew.org/taxon/1015994-1>).

Τα αρχαιολογικά στοιχεία δείχνουν ότι η λουίζα χρησιμοποιούνταν ως συστατικό στη μαγειρική και τη λαϊκή ιατρική της Νότιας Αμερικής από την αρχαιότητα. Πιστεύεται ότι κατά την Αυτοκρατορία των Ίνκας (περίπου 1200-1572 μ.Χ.), ανακαλύφθηκαν τα ιατρικά οφέλη αυτού του βοτάνου. Η δράση του είναι αντιοξειδωτική, αντι-αγγολυτική και αντιφλεγμονώδης. Οι Ίνκας έβραζαν τους φυλλώδεις μίσχους της λουίζας και παρασκεύαζαν ένα φαρμακευτικό ρόφημα (Bahramsoltani et al., 2018).

Στη λαϊκή ιατρική της Νότιας Αμερικής, έχει μακρά ιστορία ως αξιόπιστο βότανο για τη μείωση του πυρετού και τη θεραπεία ποικίλων πεπτικών διαταραχών, όπως η δυσκοιλιότητα, η διάρροια και ο μετεωρισμός. Στην Αργεντινή, το τσάι λουίζα χρησιμοποιήθηκε ως αντίδοτο για τα δαγκώματα των δηλητηριωδών ζώων.

Γενικά, θεωρείται η βασίλισσα των αρωματικών βοτάνων και καλλιεργείται εμπορικά στην Αλγερία, τη Γαλλία και το Μαρόκο. Επιπλέον, το αιθέριο έλαιο που αποστάζεται από αυτό το βότανο, χρησιμοποιείται για την παροχή αρώματος σε κεριά, καλλυντικά, λικέρ, αρώματα και αναψυκτικά (Bahramsoltani et al., 2018).

## ► MENTA

Με πολλά υποείδη και υβρίδια, το γένος *Mentha* (*Lamiaceae* [*Labiatae*]) θεωρείται εγγενές στη Μεσόγειο. Πριν εμφανιστεί στη βοτανο-ιατρική βιβλιογραφία, έχει βρεθεί στην ελληνική μυθολογία, η οποία προηγείται κατά πολύ όλων των ιατρικών γραπτών τεκμηρίωσης. Πηγαίνοντας πιο πίσω στον χρόνο, το ίδιο το όνομα της μέντας στα ελληνικά, «μίνθη», θεωρείται ότι δεν είναι ελληνικής προέλευσης, αλλά προέρχεται από προελληνική γλώσσα, δηλαδή από γλώσσα που μιλούσαν οι πληθυσμοί της περιοχής πριν από τους Έλληνες.

Στους ιστορικούς χρόνους, η Μέντα εμφανίζεται ήδη από τα πρώτα συγγράμματα που συγκεντρώθηκαν με το όνομα του Ιπποκράτη της Κω (460-375 και 350 π.Χ.), ενώ λίγο μετά ακολούθησε ο Θεόφραστος (περίπου 371-287 π.Χ.), οι οποίοι είναι αντίστοιχα οι Πατέρες της Ιατρικής και Βοτανικής.

Η παλαιότερη καταγεγραμμένη χρήση της μέντας χρονολογείται από την αρχαία Αίγυπτο, όπου ήταν γνωστή για τις φαρμακευτικές της ιδιότητες. Οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν τη μέντα για τη θεραπεία πεπτικών παθήσεων και ως φυσικό αποσμητικό της αναπνοής. Οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι αναγνώρισαν επίσης την αξία της μέντας. Ο Έλληνας φιλόσοφος Αριστοτέλης (384-322 π.Χ.) επαίνεσε το αναζωογονητικό άρωμά της και οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν μέντα στα λουτρά τους για να αναζωογονηθούν (Denney et al., 2017, Ierodiakonou, 2020).

Επιπρόσθετα, η μέντα χρησιμοποιήθηκε σε μαγειρικές παρασκευές και ως βότανο για να φρεσκάρει τον χώρο σε σπίτια και δημόσιους χώρους. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, η μέντα συνέχισε να χαίρει μεγάλης εκτίμησης. Το βότανο καλλιεργούνταν σε κήπους μοναστηριών και οι φαρμακευτικές του ιδιότητες ήταν ευρέως αναγνωρισμένες. Η μέντα χρησιμοποιήθηκε για την ανακούφιση των στομαχικών παθήσεων, της δυσπεψίας και των πονοκεφάλων. Ήταν επίσης δημοφιλής σε θεραπείες για την κακή αναπνοή ([www.ahpa.org/herbs\\_in\\_history\\_mint](http://www.ahpa.org/herbs_in_history_mint)).

Οι φαρμακευτικές ιδιότητες της μέντας δεν περιορίζονταν στην Ευρώπη. Στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική, η μέντα (γνωστή ως Bo He) χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία αναπνευστικών παθήσεων, πυρετών και πεπτικών διαταραχών. Ομοίως, στην ιατρική της Αγιουρβέδα, που είναι ένα αρχαίο ινδικό ολιστικό σύστημα ιατρικής, η μέντα (γνωστή ως *Pudina*) εκτιμήθηκε για τις δροσιστικές και πεπτικές της ιδιότητες (<https://drshardaayurveda.com/blogs/ayurveda/pudina-mint-uses-benefits-nutrition-side-effects-more>).

## ► ΤΙΛΙΟ

Το τίλιο ή αλλιώς φλαμουριά, είναι ένα όμορφο και μεγαλοπρεπές δέντρο. Στην αρχαιότητα, πιστεύονταν ότι μέσα σε μια νύχτα κάτω από τα ευωδιαστά κλαδιά του δέντρου αυτού, οι άνθρωποι μπορούσαν να ξεχάσουν τις λύπες και τα προβλήματά

τους και να αισθανθούν ξανά παιδιά. Μετά την τελετή του γάμου της, το πρώτο πράγμα μιας νέφης ήταν να καθίσει κάτω από μια φλαμουριά. Εκεί, πιστεύεται ότι την επισκέπτονταν ο άγγελος της ευτυχίας, που της χάριζε ειρήνη και αιώνια αγάπη. Οι φλαμουριές, μεταφέρθηκαν στην Αμερική από Ευρωπαίους αποίκους τον 18ο αιώνα λόγω της ιδιαίτερης και όμορφης εμφάνισής τους. Στη λογοτεχνία, συμβολίζουν την ειρήνη, την ελπίδα και τη θεραπεία. Είναι επίσης δημοφιλή δέντρα εξωραϊσμού

[\(plumorchard.com/nothing-better-than-linden-trees-their-legacy-history-and-meaning-and-why-we-love-our-linden-trees-at-plum-orchard-apartments-2/\)](http://plumorchard.com/nothing-better-than-linden-trees-their-legacy-history-and-meaning-and-why-we-love-our-linden-trees-at-plum-orchard-apartments-2/).

Οι φλαμουριές (*Tilia*) είναι φυλλοβόλα δέντρα που φτάνουν τα 60-80 πόδια και έχουν φύλλα με οδοντωτά περιθώρια και λευκά άνθη. Γενικά, απαντώνται σε βόρειες εύκρατες περιοχές. Διαφορετικά μέρη του φυτού περιέχουν φαρμακευτικές ενώσεις, ωστόσο, μόνο για τα άνθη της υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα. Βοηθά στην καταπολέμηση του βήχα, τον πυρετό, τη βρογχίτιδα και γενικά το κρυολόγημα. Αναφέρεται ως ένα φυτό με εφιδρωτικές, διουρητικές, ηρεμιστικές, στυπτικές και αντισπασμωδικές ιδιότητες. Για την εξήγηση των φαρμακευτικών ιδιοτήτων του φυτού, βοηθούν κάποιες ενώσεις που απομονώνονται από τα άνθη του. Τέτοιες ενώσεις είναι τα φλαβονοειδή και το π-κουμαρικό οξύ που έχουν αντισπασμωδική και εφιδρωτική δράση in-vitro. Τα τερπενοειδή σημειώνεται ότι έχουν διουρητική ιδιότητα και οι τανίνες είναι ιδιαίτερη χρήσιμες για την επούλωση πληγών. Ωστόσο, τα προϊόντα της λουλουδιών της φλαμουριάς δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται από εγκυμονούσες και θηλάζουσες γυναίκες (Bonifati & Meco, 1998, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Tilia+medicinal+properties>, Poljšak & Kočevar Glavač, 2021).

## 1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ

### ► ΒΑΛΕΡΙΑΝΑ

Είναι ένα πολυετές, ποώδες, συσσωματωμένο φυτό με αρωματικά φύλλα, μίσχους λουλούδια και ρίζες και ανήκει στην οικογένεια των *Βαλεριανοειδών*. Συνήθως, η ανάπτυξή του γίνεται σε υγρά εδάφη αλλά μπορεί να βρεθεί και σε πιο ξηρές τοποθεσίες. Πολιτογραφείται σε χωράφια ή και κατά μήκος δρόμων και φτάνει σε ύψος περίπου μέχρι το 1,5 μέτρο. Τα άνθη της βαλεριάνας είναι μικρά ροζ έως λευκά, ανάλογα με την ποικιλία. Τα φύλλα της είναι μονόπλευρα με 7-10 ζεύγη οδοντωτών φυλλαριών σε σχήμα λόγχης. Το μέρος του φυτού με τις σημαντικότερες θεραπευτικές ιδιότητες είναι η ρίζα η οποία έχει πολύ έντονο άρωμα και έχει ινώδη μορφή. Αναπτύσσεται εύκολα σε μέτρια, μέτρια έως υγρά, καλά στραγγιζόμενα εδάφη σε ηλιόλουστες συνθήκες. Τα φύλλα της βαλεριάνας είναι ανθεκτικά σε συνθήκες ήπιας σκίασης αλλά τα στελέχη της μπορεί και να πέσουν καθώς η σκίαση γίνεται μεγαλύτερη. Η βαλεριάνα ως φυτό προτιμά υγρά, πλούσια αργιλώδη εδάφη, αλλά αποδίδει αρκετά καλά σε μέτρια εδάφη κήπου. Το φυτό, ευδοκιμεί γενικά σε δροσερά καλοκαιρινά κλίματα. Πολλαπλασιάζεται με διαίρεση. Η άνθιση της βαλεριάνας διαρκεί από το Μάιο έως τον Αύγουστο. Οι ανθισμένες κορυφές συλλέγονται το καλοκαίρι, ενώ η ρίζα συλλέγεται το φθινόπωρο από Σεπτέμβριο μέχρι Οκτώβριο.

[www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287433](http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287433), Penzkofer et al., 2020).



Εικόνα 1: Μορφή βαλεριάνας (*Valeriana officinalis L.*).

## ► ΕΧΙΝΑΚΕΙΑ

Είναι ένα χονδροειδές, τραχύ τριχωτό, ποώδες πολυετές φυτό που είναι εγγενές σε υγρά λιβάδια, λιβάδια και ανοιχτά δάση των κεντρικών προς νοτιοανατολικών Ηνωμένων Πολιτειών. Ανήκει στην οικογένεια των *Ηλιανθών*. Το ύψος του μπορεί να φτάσει περίπου τα 120cm και το πλάτος του τα 25cm. Οι κωνοειδείς ανθισμένες κεφαλές είναι συνήθως, αλλά όχι πάντα, μωβ στην άγρια φύση και μοιάζουν με μαργαρίτα. Ανθίζουν όλο το καλοκαίρι στην κορυφή των δύσκαμπτων μίσχων οι οποίοι έχουν χοντρά, ωοειδή έως πλατιά λογχοειδή, σκούρα πράσινα φύλλα.

Τα ατομικά λουλούδια μέσα στο κεφάλι των λουλουδιών είναι ερμαφρόδιτα, με αρσενικά και θηλυκά όργανα σε κάθε λουλούδι. Γενικά η εχινάκεια, αναπτύσσεται εύκολα σε μέτριο, ξηρό έως μέτριο, καλά στραγγιζόμενο έδαφος σε ηλιόλουστες συνθήκες έως μερικώς σκιερά. Πρόκειται για ένα προσαρμόσιμο φυτό που είναι ανθεκτικό στην ξηρασία, τη ζέστη, την υγρασία και το φτωχό έδαφος. Μπορεί να πολλαπλασιαστεί είτε με αγενή τρόπο είτε με σπόρους. Η άνθιση του φυτού, γίνεται τέλος του φθινοπώρου με αρχές του χειμώνα (Ng et al., 2023).



Εικόνα 2: Μορφή της εχινάκεια (*Echinacea purpurea*).

## ► ΛΕΒΑΝΤΑ

Είναι ένα ημιξυλώδες και πολύκλαδο φυτό με όρθιους βλαστούς που φύονται από τη βάση και ανήκει στην οικογένεια των *Χειλανθών*. Είναι, επομένως, θάμνος, με ύψος 30 έως 80 εκατοστά. Έχει γκριζοπράσινα φύλλα, στενά ως λογχοειδή. Τόσο το φύλλωμα όσο και τα άνθη είναι εξαιρετικά αρωματικά. Τα φύλλα της είναι αιθθαλή

δηλαδή παραμένουν πράσινα και δεν πέφτουν ακόμα και σε ζεστά χειμερινά κλίματα. Η λεβάντα καλλιεργείται σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο (Ca), καθώς αυτό βελτιώνει την ποιότητα του αιθέριου ελαίου της και βοηθά την ανάπτυξη του φυτού. Το έδαφος καλλιέργειας πρέπει να είναι ελαφρύ και χαλικώδες με χαμηλή γονιμότητα, γι' αυτό και το φυτό προσφέρεται για καλλιέργεια σε εκτάσεις ακατάλληλες για άλλου τύπου καλλιέργειες. Ως φυτό επίσης, δεν αντέχει ιδιαίτερα στην υγρασία, αλλά ούτε και στην ολική ξηρασία αλλά αγαπά ιδιαίτερα την ολική ηλιοφάνεια.

Πολλαπλασιάζεται με σπόρους, μοσχεύματα και με παραφυάδες. Γενικά, η συγκομιδή της γίνεται σε περιόδους πλήρους ανθοφορίας, περίπου Ιούλιο-Αύγουστο.

([www.britannica.com/plant/lavender](http://www.britannica.com/plant/lavender)).



Εικόνα 3: Μορφή της λεβάντας (*Lavandula*).

#### ► ΛΟΥΙΖΑ

Είναι ένας ξυλώδης, φυλλοβόλος θάμνος που βγάζει λαμπερά λογχοειδή πράσινα φύλλα που έχουν έντονο άρωμα χωρίς να συνθλιφθούν και γεύση λεμονιού και ανήκει στην οικογένεια των *Ιεροβοτανοειδών*. Το ύψος του θάμνου αυτού φτάνει τα 1,5-2 μέτρα. Τα λογχοειδή φύλλα του είναι αντίθετα ή σε στροφές των τριών. Επίσης, τα άνθη της λουίζας είναι λευκά έως απαλά λιλά (ποικίλλουν σε χρωματισμούς) και πολύ αρωματικά. Ως φυτό, καλλιεργείται καλύτερα σε υγρά, καλά στραγγιζόμενα, γόνιμα και αργιλώδη εδάφη, προτιμώντας την πλήρη ηλιοφάνεια. Το pH μπορεί να κυμαίνεται από 6,1 έως 7,8. Ως προς την ξηρασία δεν είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό. Αν

και φυλλοβόλο είδος θα πρέπει να προστατεύεται από τους δυνατούς παγετούς του χειμώνα, καθώς είναι ιδιαίτερα ευπαθές στους ανέμους. Ελάχιστη θερμοκρασία για την καλλιέργεια του είναι  $-12^{\circ}\text{C}$ . Επίσης, καλλιεργείται και σε γλάστρες, σε φωτεινές, δροσερές τοποθεσίες με ελάχιστο πότισμα. Ο πολλαπλασιασμός της λουίζας γίνεται με μοσχεύματα τα οποία συλλέγονται από τα μητρικά φυτά, πρώτου και δεύτερου έτους, στις αρχές Μαρτίου. Η ιδανική περίοδος συγκομιδής της, είναι από τον Ιούλιο έως και τον Σεπτέμβριο (<https://tofillo.com/en/lemon-verbena-herbal-queen/>, [www.dunnetbaydistillers.co.uk/news/caithness-life/beautiful-botanicals-lemon-verbena](http://www.dunnetbaydistillers.co.uk/news/caithness-life/beautiful-botanicals-lemon-verbena)).



Εικόνα 4: Μορφή της λεβάντας (*Aloysia Citriodora*).

#### ► MENTA

Είναι ριζωματώδες, όρθιο, πολυετές φυτό και ανήκει στην οικογένεια των *Χειλανθών* των εύκρατων περιοχών. Φτάνει στο ύψος περίπου στα 70-80 cm. Διαθέτει στρογγυλεμένα σε σχήμα λόγχης οδοντωτά σκούρα πράσινα φύλλα τα οποία είναι χνουδωτά στην κάτω επιφάνεια τους και τερματικές αιχμές και τα άνθη της είναι μικρά ροζ έως λιλά. Ο βλαστός του συγκεκριμένου φυτού είναι όρθιος, τετραγωνικός και ωσειδής. Η μέντα είναι ένα φυτό το οποίο μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος κλιμάτων. Ωστόσο, έχει βρεθεί ότι η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης της είναι στους  $17^{\circ}\text{C}$  ενώ όταν αρδεύεται τακτικά αντέχει και στις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού. Έχει διαπιστωθεί ότι τα επιθυμητά εδάφη για τη καλλιέργειά της, είναι δροσερά, βαθιά και εύφορα ποτιστικά εδάφη, πλούσια σε

ασβέστιο και καλά λιπασμένα. Παρόλο όμως που το φυτό χρειάζεται άφθονο πότισμα, δεν μπορεί να καλλιεργηθεί σε εδάφη που συγκρατούν πολλή υγρασία. Ο πολλαπλασιασμός της μέντας γίνεται αγενώς, με ριζώματα, μοσχεύματα ή φυτάρια μικροπολλαπλασιασμού. Ο πιο κοινός τρόπος είναι τα ριζώματα. Καλύτερη εποχή φυτεύσεως των ριζωμάτων θεωρείται για την Ελλάδα το φθινόπωρο. Εάν προτιμηθούν οι άλλοι δύο τρόποι, τότε η φύτευση γίνεται κατά τους ανοιξιάτικους μήνες. Η συγκομιδή της είναι ιδανική στην αρχή της ανθοφορίας (συνήθως αρχές Ιουλίου), ενώ από καλλιέργειες που είναι εγκατεστημένες σε εύφορα αρδευόμενα χωράφια, μπορεί να γίνει άλλη μία συγκομιδή τον Σεπτέμβριο, ιδιαίτερα σε θερμά κλίματα όπως αυτό της Ελλάδας (Prakash et al., 2016, [www.ahpa.org/herbs\\_in\\_history\\_mint](http://www.ahpa.org/herbs_in_history_mint)).



Εικόνα 5: Μορφή της μέντας (*Mentha*).

## ► ΤΙΛΙΟ

Το τίλιο ή αλλιώς φλαμουριά είναι ένα μεσαίο έως μεγάλο φυλλοβόλο δέντρο που συνήθως μεγαλώνει σε ύψος 20-40 μέτρων με ωοειδές στρογγυλεμένο στέμμα και με πλάγια φύλλα σε σχήμα καρδιάς τα οποία έχουν 6 με 20 cm πλάτος. Ανήκει στην οικογένεια των *Φιλυροειδών*. Το δέντρο αυτό ξεχωρίζει για τις ταξιανθίες του με αρωματικά, ωχροκίτρινα άνθη που εμφανίζονται στα τέλη της άνοιξης. Μετά την άνθηση σχηματίζονται μικροί καρποί τύπου καρυδιού, οι οποίοι ωριμάζουν προς το τέλος του καλοκαιριού. Επιπλέον, χαρακτηρίζεται από την παρουσία βλενωδών χυμών, εμφανείς χειμερινούς οφθαλμούς και μεγάλα, ωοειδή, σκούρα πράσινα φύλλα με οξύληκτα άκρα και οδοντωτό περιθώριο. Η κάτω επιφάνεια των φύλλων είναι

συχνά ασημόχρωμη, ενώ η βάση τους είναι συνήθως ασύμμετρη και εγκάρδια. Η φλαμουριά προτιμάει εδάφη ασβεστώδη, ελαφρά, αργιλώδη, όχι συμπαγή, πλούσια σε άλατα, βαθιά, υγρά, αλλά με καλή αποστράγγιση. Το ιδανικό pH είναι το ουδέτερο, κάπου μεταξύ 6,5–7,5. Προσαρμόζεται σε κλίματα εύκρατα, δροσερά και υγρά. Σε νεαρή ηλικία είναι πιο ευαίσθητη στον παγετό και την ξηρασία αλλά μεγαλώνοντας αυξάνεται και η ανθεκτικότητά της παρ' όλο που μπορεί να υποστεί ζημιές από έλλειψη ατμοσφαιρικής υγρασίας. Αντέχει ακόμα και σε σκιερά μέρη, κυρίως στη νεαρή ηλικία, αλλά ευδοκίμει και σε ηλιόλουστες θέσεις όπου μπορεί να αναπτύξει μια πλατύτερη «κόμη». Ο πολλαπλασιασμός του συγκεκριμένου δέντρου γίνεται με σπόρο ή και με μόσχευμα. Ιδανική περίοδος συγκομιδής του τίλιου, είναι οι καλοκαιρινοί μήνες Ιούλιος-Αύγουστος (<https://thetreeauthority.com/1392/linden-tree-facts/>).



Εικόνα 6: Μορφή του τίλιου (*Tilia* ή *Linden Tree* ή *Φλαμουριά*).

## 1.3 ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ

### 1.3.1 Χημικές ενώσεις της βαλεριάνας

Τα πιο γνωστά μόρια με ευεργετικές ιδιότητες, τα οποία βρίσκονται στο φυτό βαλεριάνα είναι τα εξής:

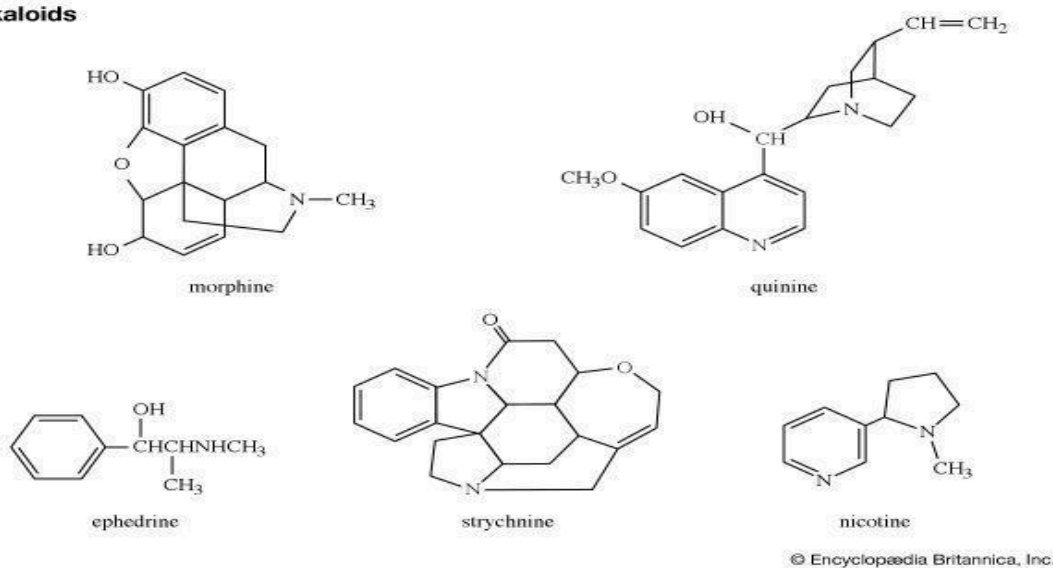
- Αλκαλοειδή (ακτινιδίνη, γατινίνη, σουανθίνη, βαλεριανίνη και βαλερίνη)

Τα αλκαλοειδή ορίζονται ως μια ομάδα φυσικών χημικών ενώσεων που περιέχουν ως

επί το πλείστον βασικά άτομα αζώτου. Τα μόρια αλκαλοειδών είναι εξαιρετικά σημαντικά για τη βιοϊατρική επιστήμη. Έχουν μια μοναδική ιδιότητα, να λειτουργούν είτε ως δέκτες υδρογόνου είτε ως δότες υδρογόνου για δεσμούς υδρογόνου, ανάλογα με τον τύπο της λειτουργικότητας της αμίνης που περιέχεται στα αλκαλοειδή. Αυτή η ιδιότητα είναι εξαιρετικά σημαντική για την αλληλεπίδραση μεταξύ στόχων (ένζυμα, πρωτεΐνες και υποδοχείς) και φαρμάκων που διαθέτουν αλκαλοειδές ικρίωμα.

Αυτή η ποικιλόμορφη χημική ομάδα κατηγοριοποιείται, με βάση τα αμινοξέα που παρέχουν το άτομο αζώτου τους και μέρος του σκελετού τους. Τα αλκαλοειδή από παρόμοια προέλευση ή με τον ίδιο βασικό πυρήνα μπορεί να έχουν ανάμοια βιοσυνθετικά μονοπάτια και διαφορετική βιολογική δραστηριότητα. Προέρχονται από L-φαινυλαλανίνη, L-τυροσίνη, ανθρανιλικό οξύ ή οξικό, L-ιστιδίνη, L-ορνιθίνη, νικοτινικό οξύ και L-λυσίνη. Εκτός από άλλους τύπους αλκαλοειδών, τα αλκαλοειδή ινδόλης, τροπανίου και ισοκινολίνης είναι πολύ σημαντικά. Τα αλκαλοειδή μπορεί επίσης να έχουν ζωική προέλευση, η οποία μπορεί να είναι ενδογενής ή εξωγενής. (Wieczorek, et al., 2015).

#### Alkaloids



**Σχήμα 1:** Δομή των κυριότερων αλκαλοειδών (μορφίνη, κινίνη, εσπεριδίνη, στριχνίνη, νικοτίνη).

#### - γ-Αμινοβουτυρικό οξύ (GABA)

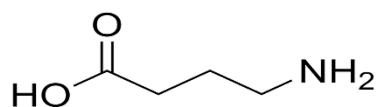
Είναι ο κύριος ανασταλτικός νευροδιαβιβαστής στο αναπτυξιακώς ώριμο κεντρικό νευρικό σύστημα των θηλαστικών. Ο κύριος ρόλος του είναι η μείωση της νευρωνικής διέγερσης στο νευρικό σύστημα.

Εκτός από το νευρικό σύστημα, το GABA παράγεται επίσης σε σχετικά υψηλά επίπεδα στα β-κύτταρα του παγκρέατος τα οποία παράγουν ινσουλίνη. Τα β-κύτταρα εκκρίνουν GABA μαζί με ινσουλίνη και το GABA συνδέεται με GABA υποδοχείς στα γειτονικά νησιδιακά α-κύτταρα και τα εμποδίζει να εκκρίνουν γλυκαγόνη (η οποία θα εξουδετερώσει τα αποτελέσματα της ινσουλίνης).

Έχει επίσης ανιχνευθεί και σε άλλους περιφερειακούς ιστούς όπως το στομάχι, το έντερο, οι ωοθήκες, τα νεφρά, η μήτρα, το ήπαρ και οι πνεύμονες.

Η διαμόρφωσή του εξαρτάται από το περιβάλλον του και συντίθεται κυρίως από το γλουταμινικό μέσω του ενζύμου GAD με τη φωσφορική πυριδοξάλη ως συμπαραγόνα. Αυτή η διαδικασία μετατρέπει το γλουταμινικό σε GABA.

(<https://my.clevelandclinic.org/health/articles/22857-gamma-aminobutyric-acid-gaba>).



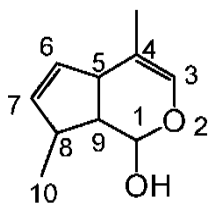
Σχήμα 2: Δομή του γ-αμινοβουτυρικού οξέος.

### - Ιριδοειδή

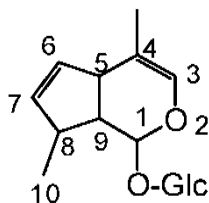
Τα ιριδοειδή είναι μια κατηγορία ενεργών μονοτερπενοειδών ενώσεων κυκλοπενταν[γ]πυρανίου που υπάρχουν ευρέως στο φυτικό βασίλειο και ο αριθμός τους αυξάνεται συνεχώς. Το όνομα τους προέρχεται από ένα γένος μυρμηγκιών, *Iridomyrmex*, τα οποία εκκρίνουν αυτές τις ενώσεις ως μηχανισμό άμυνας.

Τα πιο πολλά από αυτά εμφανίζονται ως γλυκοσίδες, ωστόσο υπάρχουν και πολλά sec-ιριδοειδή τα οποία έχουν ανοικτό δακτύλιο πυρανίου και σε μερικά από αυτά το οξυγόνο του δακτυλίου αντικαθίσταται από άζωτο. Κυρίως έχει βρεθεί ότι είναι μεταβολίτες της αγλυκόνης I και II αφού υποστούν βιολογικό μετασχηματισμό.

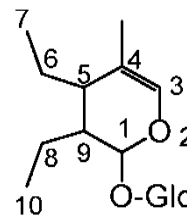
Προστατεύουν τα νεφρά και το ήπαρ, έχουν αντικαρκινική, αντιφλεγμονώδη καθώς και υπογλυκαιμική δράση (Wang et al., 2020).



Iridoid alcohol



Iridoid glycosides



Secoiridoids

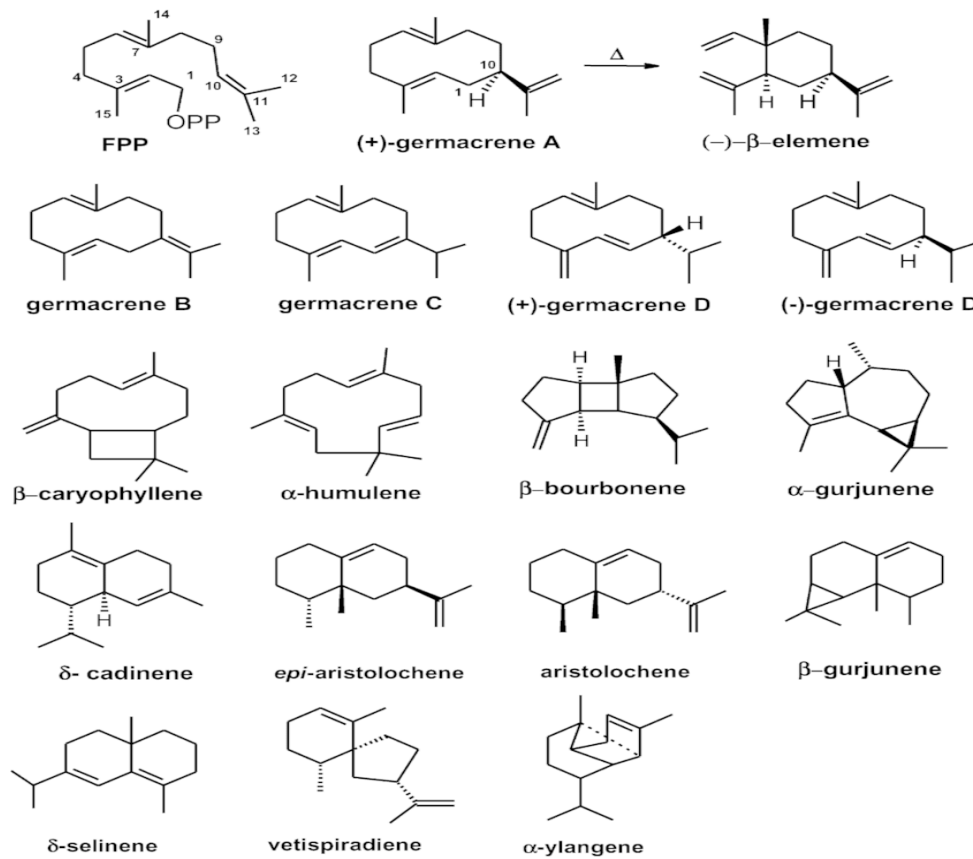
**Σχήμα 3:** Δομή μερικών ιριδοειδών (αλκοόλη, γλυκοσίδη και ένα sec-ιριδοειδές).

### -Σεσκιτερπένια

Είναι μια τάξη τερπενίων που αποτελούνται από 3 μονάδες ισοπρενίου και έχουν τον μοριακό τύπο  $C_{15}H_{24}$ . Γενικά, είναι πικρές ενώσεις και περιέχουν α,β-ακόρεστη, γ-λακτόνη ως κύριο δομικό χαρακτηριστικό τους. Μπορεί να έχουν κυκλική δομή ή και να περιέχουν δακτυλίους με πολλούς συνδυασμούς.

Η αρχή για τη σύνθεσή τους γίνεται από την αντίδραση του πυροφωσφορικού γερανυλίου με τον πυροφωσφορικό ισοπεντυλεστέρα μέσω της οποίας παράγεται το FPP (πυροφωσφορικό φαρνεσύλιο με 15 άτομα άνθρακα), το οποίο είναι ενδιάμεσο της βιοσύνθεσης των σεσκιτερπενίων.

Τα σεσκιτερπένια σχετίζονται με κυτταροτοξικές, αντικαρκινικές αλλά και αντιμικροβιακές δραστηριότητες (Seigler, 1998).



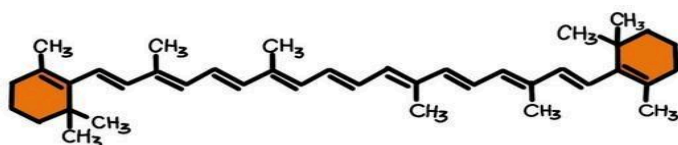
Σχήμα 4: Δομή μερικών από τα πιο γνωστά σεσκιτερπένια.

#### - Φλαβανόνες (εσπεριδίνη, λιναρίνη)

Πρόκειται για μια ομάδα φλαβονοειδών που όμως στερούνται τον διπλό δεσμό μεταξύ των ανθράκων 2 και 3 στην κύρια αλυσίδα του άνθρακα. Υπάρχουν και φυσικά ως γλυκοσίδες και αγλυκόνες και είναι μια ομάδα πολυφαινολικών ενώσεων. Βρίσκονται στα φρούτα, τα λαχανικά, τους σπόρους και τα λουλούδια και εμφανίζουν ένα τεράστιο φάσμα φαρμακευτικών ιδιοτήτων όπως αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές καθώς και αντιβακτηριακές δράσεις (Jaiswal & Kumar, 2022).



- Υγεία των ματιών.
- Αντικαρκινική δράση.



## Beta-carotene

Σχήμα 6: Χημική δομή του β-καροτενίου.

### - Ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C)

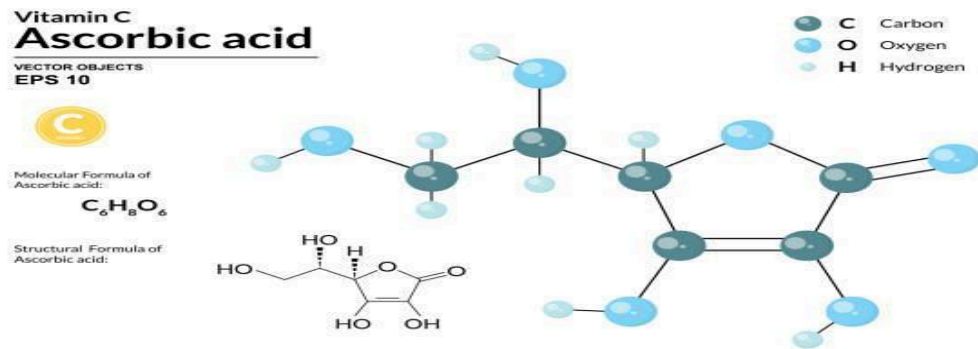
Είναι μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη. Αυτό σημαίνει ότι το σώμα δεν την αποθηκεύει αλλά την λαμβάνει από διάφορα τρόφιμα όπως οι ντομάτες, τα εσπεριδοειδή, το μπρόκολο και άλλα (Carpenter, 1986).

Βοηθά το σώμα να παράγει κολλαγόνο καθώς και επισκευάζει τους ιστούς σε όλα τα μέρη του σώματος. Επίσης, επουλώνει τις πληγές στο σώμα και είναι πολύ χρήσιμη για την υγεία των δοντιών και των οστών. Η κύρια δράση της είναι η υποβοήθηση απορρόφησης σιδήρου (Fe) από τον οργανισμό.

Πρόκειται για ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό που προστατεύει ενάντια πολλών ασθενειών όπως:

- Καρδιακές παθήσεις.
- Υψηλή αρτηριακή πίεση.
- Κοινό κρυολόγημα.
- Καρκίνος.
- Οστεοπόρωση.
- Άσθμα.

Επιπλέον, ιστορικά το ασκορβικό οξύ χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία της ασθένειας σκορβούτο υπέφεραν κυρίως οι τότε ναυτικοί (Carpenter, 1986).



Σχήμα 7: Δομή της βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ).

### - Σελήνιο (Se)

Είναι ένα μέταλλο (Se) το οποίο θεωρείται απαραίτητο για τον οργανισμό και μπορεί να βρεθεί φυσικά ή και να ληφθεί μέσω της διατροφής. Συνήθως είναι με τη μορφή σελινοπρωτεϊνών (25 στον αριθμό), οι οποίες γενικά παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη σύνθεση του DNA, στην αναπαραγωγή, στον μεταβολισμό ορμονών του θυροειδούς καθώς και στην προστασία από διάφορες λοιμώξεις.

Θεωρείται το πιο σημαντικό μικροθρεπτικό συστατικό τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τα ζώα και πρέπει να καταναλώνεται καθημερινά αφού βοηθά στην ομοιόσταση του οργανισμού καθώς και υποστηρίζει τον μεταβολισμό αυτού και είναι ένα σημαντικό αντιοξειδωτικό. Απορροφάται τόσο στην οργανική όσο και στην ανόργανη μορφή του από το λεπτό έντερο ([www.britannica.com/science/selenium](http://www.britannica.com/science/selenium), [ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/#h11](https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/#h11)).

Επίσης, το σελήνιο μπορεί:

- Να μειώσει τον κίνδυνο διάφορων μορφών καρκίνου.
- Να προστατέψει ενάντια των καρδιακών παθήσεων.
- Να βοηθήσει στην πρόληψη της νόσου του Alzheimer.
- Να μειώσει τα συμπτώματα του άσθματος.
- Να ενισχύσει το ανοσοποιητικό σύστημα.

### - Ψευδάργυρος (Zn)

Ο ψευδάργυρος (Zn) είναι ένα χημικό στοιχείο το οποίο βρίσκεται φυσικά στα κύτταρα σε όλο το σώμα. Βοηθά τα κύτταρα να αναπτυχθούν και να διαιρεθούν και είναι απαραίτητο για τη δραστηριότητα των ενζύμων, των πρωτεϊνών και του DNA. Το σώμα δεν μπορεί να παράγει ψευδάργυρο, επομένως αυτός λαμβάνεται μέσω της τροφής. Αποθηκεύεται κυρίως στους μυς και τα οστά και είναι απαραίτητος για πολλές από τις φυσικές λειτουργίες του σώματος όπως:

- Επούλωση πληγών.
- Πήξη του αίματος.
- Σωστή λειτουργία του θυροειδούς αδένου.
- Φυσιολογική ανάπτυξη κατά την εγκυμοσύνη, την παιδική ηλικία και την εφηβεία.
- Σωστή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος.

Επιπλέον, είναι πολύ σημαντικός για τα ένζυμα που σχετίζονται με την ικανότητα του ανθρώπου να έχει τις αισθήσεις της γεύσης και της όσφρησης.

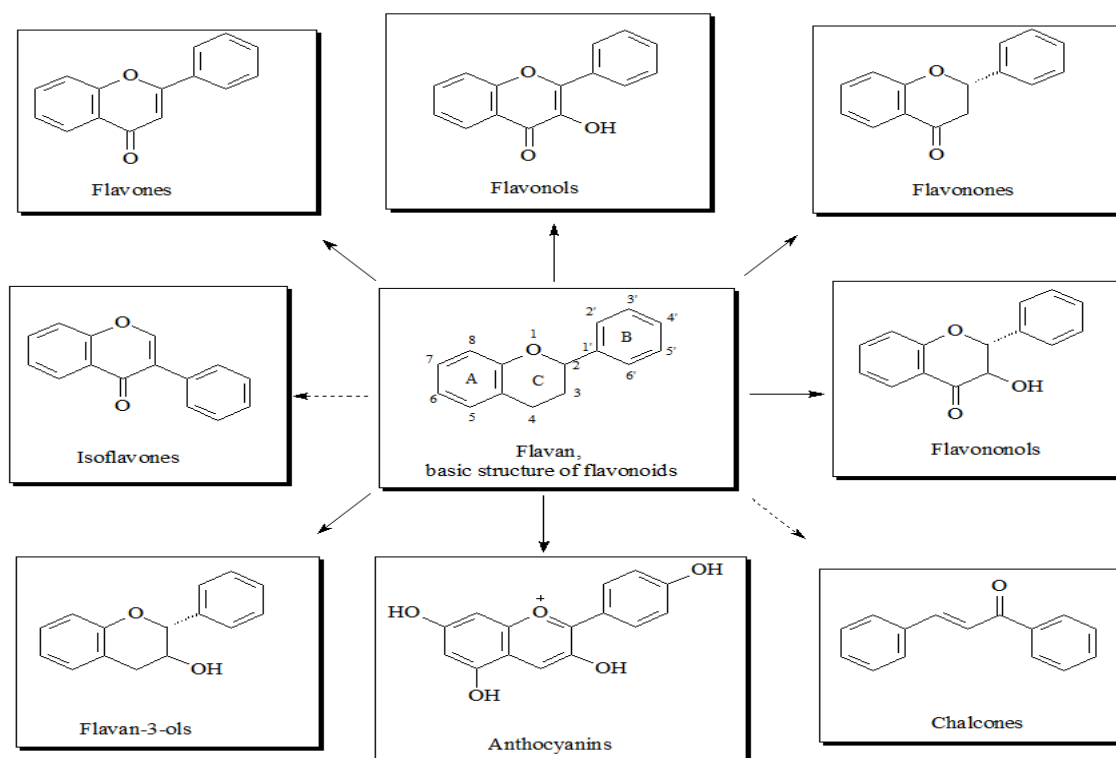
Πρόκειται, τέλος, για ένα πολύ ισχυρό αντιοξειδωτικό. (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/element/Zinc>, [www.healthdirect.gov.au/zinc](http://www.healthdirect.gov.au/zinc)).

#### - Φλαβονοειδή

Ο όρος φλαβονοειδή αναφέρεται σε μια ομάδα φυσικών ουσιών με μεταβλητές φαινολικές δομές που βρίσκονται φυσικά σε φρούτα, λαχανικά, δημητριακά, ρίζες, μίσχους, άνθη, τσάι και στον οίνο. Αυτά τα φυσικά προϊόντα είναι γνωστά για τις ευεργετικές τους επιδράσεις στην υγεία και καταβάλλονται προσπάθειες για την απομόνωσή τους (Panche, 2016).

Τα φλαβονοειδή θεωρούνται πλέον ως απαραίτητο στη διατροφή ενός ανθρώπου και αυτό αποδίδεται στις αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμεταλλαξιογόνες και αντικαρκινικές ιδιότητές τους σε συνδυασμό με την ικανότητά τους να ρυθμίζουν τη λειτουργία βασικών κυτταρικών ενζύμων. Η έρευνα για τα φλαβονοειδή έλαβε μια πρόσθετη ώθηση καθώς ανακαλύφθηκε ότι συμβάλλουν στη μείωση του ποσοστού της καρδιαγγειακής θνησιμότητας. Είναι ευρέως γνωστό εδώ και αιώνες ότι τα συγκεκριμένα παράγωγα φυτικής προέλευσης διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα βιολογικής δραστηριότητας. Οι τρέχουσες έρευνες για τα φλαβονοειδή σχετίζονται με την απομόνωση, την ταυτοποίηση, τον χαρακτηρισμό και τις λειτουργίες των

φλαβονοειδών και τέλος τις εφαρμογές τους στα οφέλη για την υγεία (Safe et al., 2020).



**Σχήμα 8:** Βασική δομή των φλαβονοειδών (στη μέση) και μερικές από τις πιο σημαντικές κατηγορίες αυτών (π.χ. φλαβόνες, φλαβονόλες, φλαβονόνες).

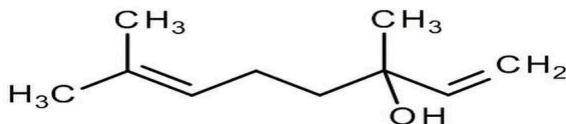
### 1.3.3 Χημικές ενώσεις της λεβάντας

Η λεβάντα, είναι ένα πολύ αρωματικό φυτό, του οποίου τα κυριότερα συστατικά είναι η λιναλοόλη, το λεμονένιο, οι ταννίνες, τριτερπένια, φλαβονοειδή καθώς και κουμαρίνη.

#### - Λιναλοόλη

Πρόκειται για μια άκυκλη, μονοτερπενική και τριτοταγή αλκοόλη η οποία βρίσκεται σε διάφορα φυτά και από αυτά απομονώνεται. Έχει πολύ ευχάριστη οσμή, απαλή και λουλουδάτη και έχει αποδειχθεί ότι διαθέτει ένα ευρύ φάσμα φαρμακευτικών ιδιοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, έχει αντικαρκινικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές καθώς και νευροπροστατευτικές δράσεις. Επιπλέον, θεωρείται ένα

χρήσιμο συστατικό για τη θεραπεία νευρολογικών διαταραχών γεγονός που καθιστά τη λιναλοόλη μια αλκοόλη με αγχολυτικές καθώς και αντικαταθλιπτικές ιδιότητες. ([pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool), Gonçalves et al., 2020).



Σχήμα 9: Συντακτικός τύπος του μορίου της λιναλοόλης.

### - Λεμονένιο

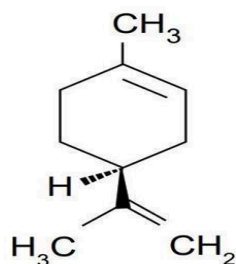
Το λεμονένιο είναι μία οργανική χημική ένωση που ανήκει στην κατηγορία των τερπενίων. Πρόκειται για άχρωμο υγρό και πιο συγκεκριμένα είναι ένα μονοτερπένιο με δυο οπτικά ενεργές μορφές, το l-λεμονένιο και το d-λεμονένιο. Τα δύο αυτά ισομερή έχουν διαφορετικές οσμές με το πρώτο να μυρίζει περίπου σαν πεύκο και το δεύτερο σαν πορτοκάλι.

Επιπλέον, υπάρχει και η μορφή d,l-λεμονένιο που είναι μίγμα των δύο οπτικών ισομερών.

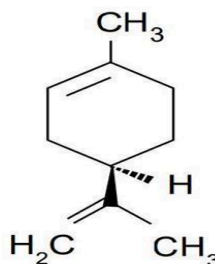
Είναι ένα από τα πιο κοινά τερπένια τα οποία βρίσκονται στη φύση και ευρέως αναγνωρίζεται για τη φρέσκια, εσπεριδοειδή οσμή του. Είναι παρόν ιδιαίτερα στα λεμόνια και άλλα εσπεριδοειδή, παίζοντας σημαντικό ρόλο στην αρωματοποίηση καθώς και στη διατροφή.

Επίσης, πιστεύεται πως έχει θεραπευτικές ιδιότητες λόγω των αντιμικροβιακών και αντιφλεγμονώδων χαρακτηριστικών του.

([https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4R\\_-1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexene](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4R_-1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexene)) ([www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/l/limonene.html](http://www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/l/limonene.html), Nikfar & Behboudi, 2014).



(R) - (+) - Limonene



(S) - (-) - Limonene

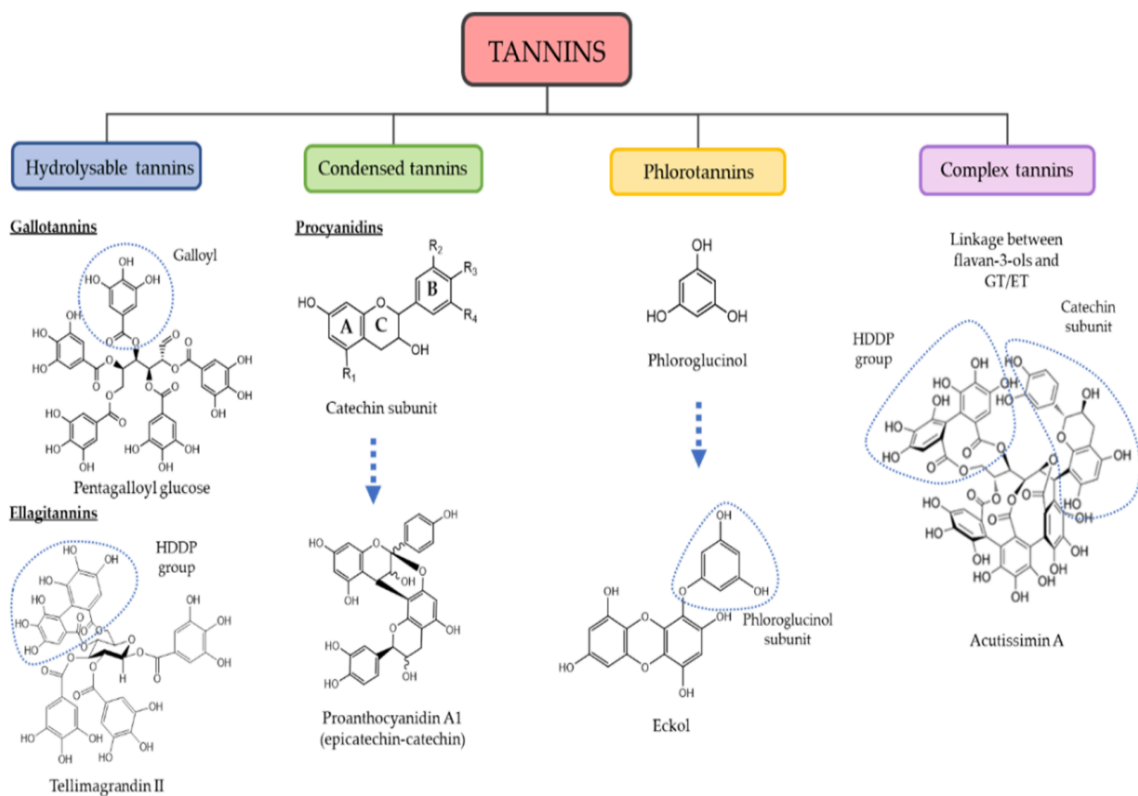
**Σχήμα 10:** Τα δυο οπτικώς ενεργά εναντιομερή του λεμονενίου. Στην αρωματοποίηση και τη διατροφή του ανθρώπου χρησιμοποιείται κυρίως το εναντιομερές εκείνο που έχει οσμή εσπεριδοειδούς, δηλαδή το (R).

### - Ταννίνες

Είναι χημικές ενώσεις που απαντώνται φυσικά σε πολλά φυτά και είναι γνωστές και ως πολυφαινόλες. Στα φυτά που βρίσκονται λειτουργούν ως άμυνα έναντι της επίθεσης από ζώα και έντομα.

Γενικά, δεν έχουν κάποια ιδιαίτερη οσμή αν και κυρίως αφήνουν μια στυπτική αίσθηση στο στόμα. Ως προς την υφή τους μπορεί να χαρακτηριστούν από απαλές έως και κοκκώδεις. Τα μόρια ταννίνης είναι κυρίως πολύ μεγαλύτερα από αυτά που βρίσκονται σε άλλους τύπους πολυφαινολών και έχουν μια ικανότητα να ενώνονται με ευκολία με άλλα μόρια, ειδικά πρωτεΐνες, προκαλώντας την καθίζησή τους.

Οι ταννίνες, έχουν αντιφλεγμονώδη καθώς και αντιοξειδωτική δράση αλλά μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα υγείας για αυτό θα πρέπει να καταναλώνονται με προσοχή (Chung et al., 1998, [www.fs.usda.gov/wildflowers/ethnobotany/tannins.shtml](http://www.fs.usda.gov/wildflowers/ethnobotany/tannins.shtml)).



**Σχήμα 11:** Στο σχήμα φαίνονται οι κύριες κατηγορίες ταννινών που υπάρχουν στη φύση καθώς και οι χημικές δομές αυτών.

### - Κουμαρίνη

Είναι μια ηπατοτοξική φυσική ένωση. Οπτικά, πρόκειται για άχρωμο κρυσταλλικό στερεό το οποίο παρά την πικρή γεύση του έχει γλυκιά οσμή που θυμίζει βανίλια.

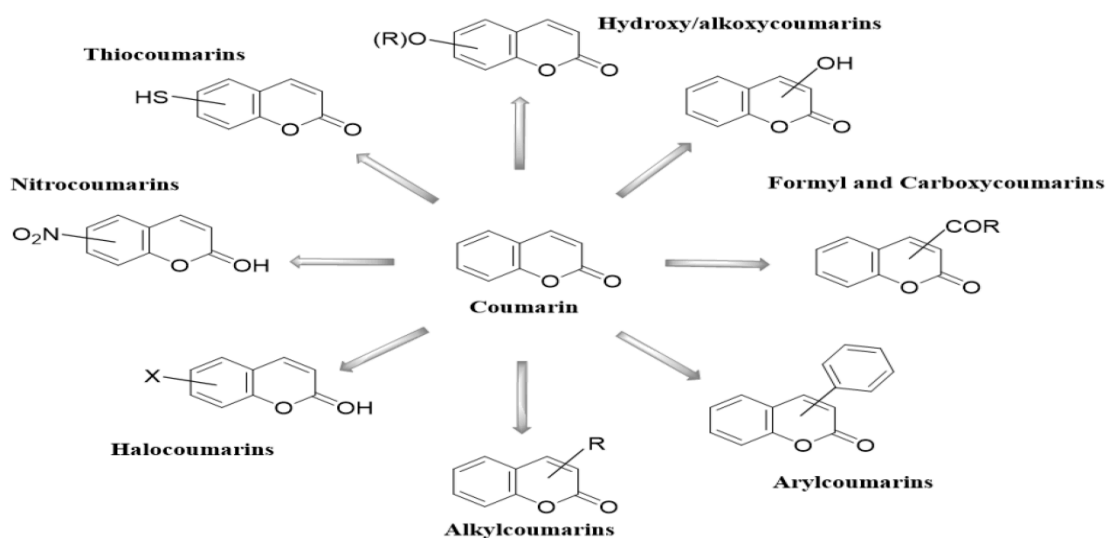
Στη φύση, απαντάται σε πολλά φυτά και χρησιμοποιείται κυρίως ως χημική άμυνα κατά των παθογόνων μικροοργανισμών, μυκήτων και εντόμων.

(<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Coumarin>)

Έχει ποικίλες βιολογικές δράσεις. Για παράδειγμα είναι αντιφλεγμονώδες, αντιπηκτικό καθώς και διεγερτικό του κεντρικού νευρικού συστήματος.

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η θεραπευτική ιδιότητα που έχει η κουμαρίνη καθώς και τα συνθετικά παράγωγα αυτής στη θεραπεία του καρκίνου. Χρησιμοποιείται συνήθως στη θεραπεία του καρκίνου του προστάτη, του νεφρικού καρκινώματος και της λευχαιμίας και έχει επίσης την ικανότητα να εξουδετερώνει τις

παρενέργειες που προκαλούνται από την ακτινοθεραπεία (Küpelı Akkol et al., 2020, Saadati, et al., 2024).



**Σχήμα 12:** Στη μέση φαίνεται ο συντακτικός τύπος της κουμαρίνης και γύρω-γύρω, οι πιο σημαντικές κατηγορίες κουμαρινών φυσικών ή και συνθετικών.

### 1.3.4 Χημικές ενώσεις της λουίζας

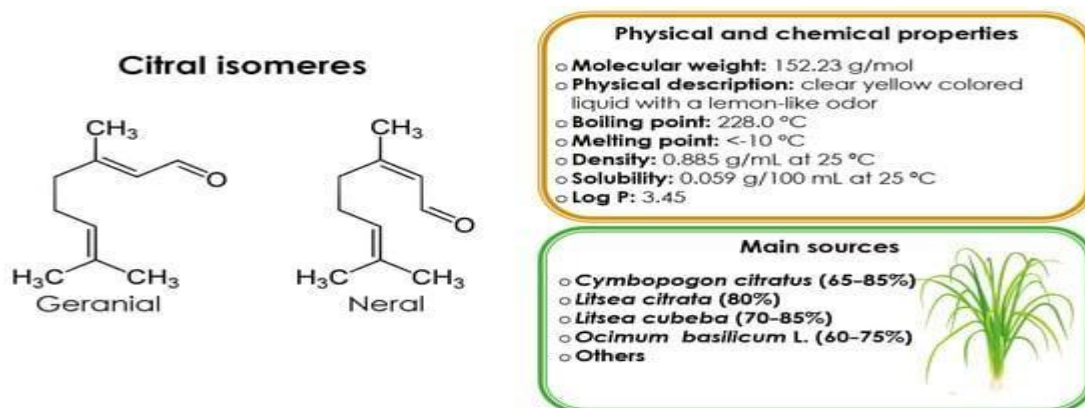
Η λουίζα της οποίας η οσμή παραπέμπει σε λεμόνι, αποτελείται από κάποιες κύριες ενώσεις σε ποσοστό 10-40%. Βασική ένωση είναι η κιτράλη και αυτή συνοδεύεται από λεμονένιο, κινεόλη, γερανιόλη, β-καρυοφυλλένιο και σπαθουλενόλη.

#### - Κιτράλη

Από χημική άποψη, η κιτράλη είναι μια άκυκλη μονοτερπενική αλδεΐδη η οποία αποτελείται από δυο γεωμετρικά ισομερή εκ των οποίων το ένα είναι σταθερό (E-ισομερές σε ποσοστό 75%) και το άλλο πιο ασταθές (Z-ισομερές σε ποσοστό 25%) / ([www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/citral](http://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/citral)).

Είναι φυσικό αρωματικό με μεγάλη σημασία και προστίθεται ευρέως σε καλλυντικά, ποτά και τρόφιμα δίνοντας χαρακτηριστική οσμή λεμονιού. Παρόλα αυτά έχει μικρό πεδίο εφαρμογής καθώς ως ένωση είναι ασταθής σε pH<6. Έχει πολύ σημαντικές βιολογικές δράσεις, για παράδειγμα είναι αντιοξειδωτικό, αντιβακτηριδιακό και

αντιφλεγμονώδες. Ακόμη, θεωρείται διεγερτικό του κεντρικού νευρικού συστήματος. Είναι αντιμικροβιακό απέναντι σε Gram (+) και Gram (-) βακτήρια, μύκητες αλλά και παράσιτα και επιπλέον αντικαρκινικό. Ως πρόσθετο στα τρόφιμα έχει βρεθεί ότι καθυστερεί την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών καθώς και την οξείδωση με αποτέλεσμα να αυξάνει τη διάρκεια ζωής των τροφίμων. Η χρήση της, έχει βρεθεί ότι είναι ασφαλής (Solon et al., 2025).



**Σχήμα 13:** Στο σχήμα απεικονίζονται τα δύο ισομερή της κιτράλης με το πιο σταθερό να είναι η γερανιάλη, δηλαδή το E-ισομερές. Επίσης, στο σχήμα φαίνονται μερικά χαρακτηριστικά της κιτράλης και οι κύριες πηγές της.

### - Κινεόλη

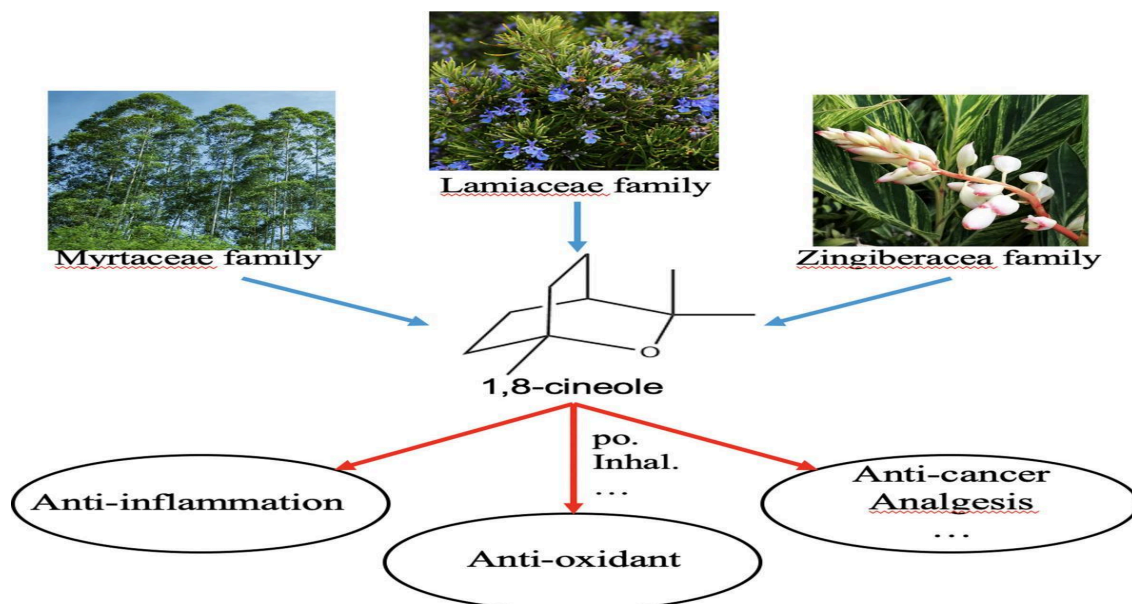
Η κινεόλη ή αλλιώς ευκαλυπτόλη είναι μια φυσική οργανική ένωση και είναι διαφανές υγρό. Πρόκειται για μια οξυγονωμένη μονοτερπενική ένωση με πολύ ωραία, αναζωογονητική οσμή ευκαλύπτου.

Περαιτέρω, έχει αντιμικροβιακή και αντιφλεγμονώδη δράση. Βελτιώνει τον φλεγμονώδη φαινότυπο των ενδοθηλιακών κυττάρων της ανθρώπινης ομφαλικής φλέβας και σε σημαντικό βαθμό μειώνει ή αποτρέπει την εμφάνιση έλκους και της γαστρεντερικής φλεγμονής (Bouzenna et al., 2017).

Διαθέτει παρόμοια αναλγητική δράση με αυτή της μορφίνης αλλά λόγω της μη καλής διαλυτότητάς της στο νερό δεν μπορεί ακόμη να θεωρηθεί αρκετά αποτελεσματική.

Τέλος, αυτό το κύριο μονοτερπένιο του ελαίου ευκαλύπτου αναστέλλει τον μεταβολισμό του αραχιδονικού οξέος και την παραγωγή κυτοκινών στα ανθρώπινα μονοκύτταρα.

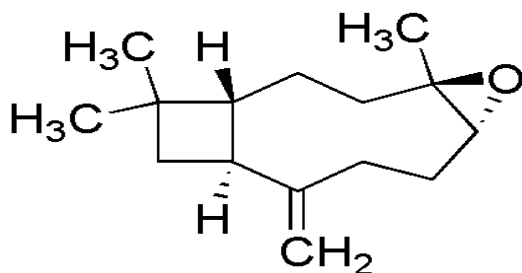
([taylorandfrancis.com/knowledge/Medicine\\_and\\_healthcare/Pharmaceutical\\_medicine/Cineole/](http://taylorandfrancis.com/knowledge/Medicine_and_healthcare/Pharmaceutical_medicine/Cineole/)).



Σχήμα 14: Δομή της κινεόλης, οι δράσεις της και κάποια από τα φυτά στα οποία βρίσκεται.

#### - β-Καροφυλλένιο

Είναι ένα από τα πιο γνωστά σесκιτερπένια, με έντονη οσμή που μοιάζει με αυτή του πιπεριού και είναι ένα απαλό κίτρινο υγρό.



Σχήμα 15: Δομή του β-καροφυλλενίου.

Λόγω της μοναδικής του ικανότητας να συνδέεται με τους υποδοχείς CB2, το β-καροφυλλένιο έχει ισχυρές δράσεις οι οποίες είναι:

- Αντιφλεγμονώδεις. Το β-καρυοφυλλένιο μπορεί να μειώσει τη φλεγμονή στον εγκέφαλο και τις χημικές ουσίες που προκαλούν οξειδωτικό στρες που σχετίζονται με τη φλεγμονή. Αυτές οι ιδιότητες μπορούν να βοηθήσουν τον εγκέφαλο να αποφύγει τη διόγκωση κατά τη διάρκεια ενός εγκεφαλικού επεισοδίου και να προκληθούν πιο ήπια συμπτώματα στον οργανισμό. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη φλεγμονή του εντέρου.

- Αντιμικροβιακές. Μελέτες υποδεικνύουν ότι το β-καρυοφυλλένιο βοηθά στην καταπολέμηση της συσσώρευσης βακτηριακής οδοντικής πλάκας και την καθιστά μια πιθανή εναλλακτική λύση σε σχέση με τα συνήθη συνταγογραφούμενα φάρμακα όπως η χλωρεξιδίνη. Επίσης, βοηθά στην καταπολέμηση μικροοργανισμών όπως ο στρεπτόκοκκος της πνευμονίας, ο αιμόφιλος της ινφλουέντζας και το *Escherichia coli*.

- Αντιβακτηριακές.

- Αντιοξειδωτικές.

Επιπλέον βοηθά σημαντικά έναντι της οστεοπόρωσης, του καρκίνου, της νόσου του Alzheimer, της σκλήρυνσης κατά πλάκας και σε μια πολύ γενική κατηγορία, του πόνου

(<https://foreverest.net/news-list/the-benefits-of-the-%CE%B2-caryophyllenebcp>).

### **I.3.5 Χημικές ενώσεις της μέντας**

Η μέντα είναι ιδιαίτερα γνωστή για τις ιατρικές της δράσεις οι οποίες οφείλονται στα συστατικά της, με κύριο από αυτά να αποτελεί η μενθόλη. Επιπλέον, σημαντικά συστατικά της μέντας είναι η βιταμίνη Α, η βιταμίνη C, το μαγγάνιο και διάφορα φλαβονοειδή π.χ. εσπεριδίνη.

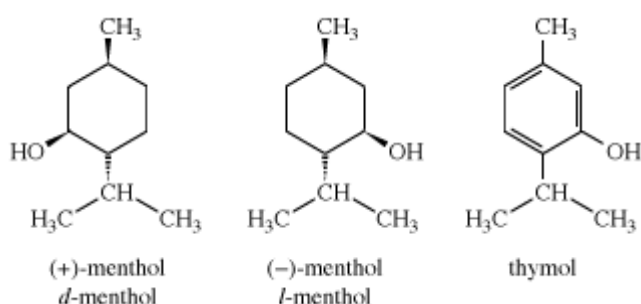
- Μενθόλη

Ανήκει στην κατηγορία των τερπενίων και έχει ένα πολύ έντονο και δροσιστικό άρωμα. Διακρίνεται για τις αναλγητικές, αντιερεθιστικές και δροσιστικές της ιδιότητες και επιπλέον βοηθά στην αντιμετώπιση αναπνευστικών και πεπτικών διαταραχών.

Πιο συγκεκριμένα:

- Μειώνει τον πόνο σε ήπιους δερματικούς ερεθισμούς και ανακουφίζει από τον ερεθισμό του λαιμού.
- Ανακουφίζει από τον πόνο και τη δυσφορία καθώς είναι ιδιαίτερα δροσιστική.
- Μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση μικροβίων και βακτηρίων.
- Ενισχύει την κυκλοφορία του αίματος.
- Προλαμβάνει τις λοιμώξεις.

(Farco and Grundmann, 2013).



Σχήμα 16: Διάφορες ισομερείς μορφές της μενθόλης.

### - Βιταμίνη Α

Η βιταμίνη Α είναι μια λιποδιαλυτή βιταμίνη που υπάρχει φυσικά σε πολλά τρόφιμα. Είναι σημαντική για την όραση, το ανοσοποιητικό σύστημα, την αναπαραγωγή, καθώς και την ανάπτυξη του οργανισμού.

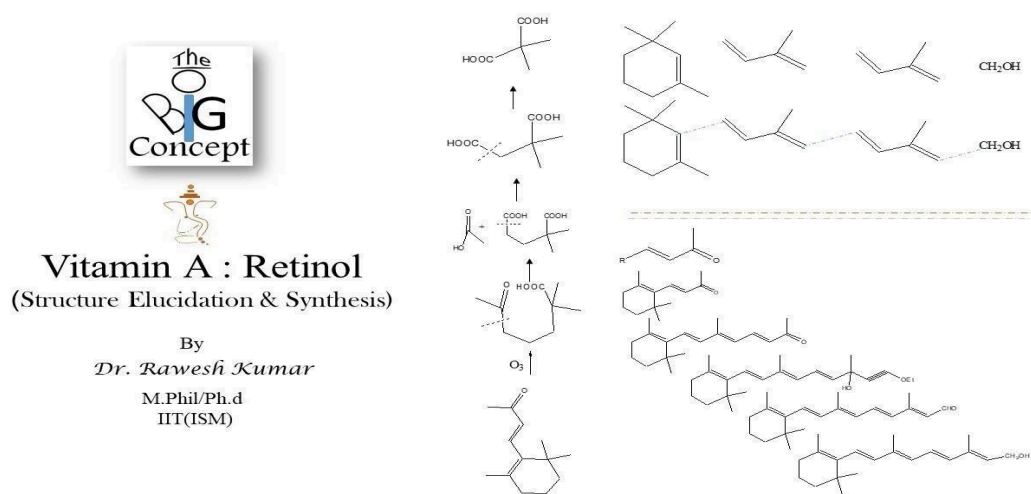
Βοηθά επίσης την καρδιά, τους πνεύμονες και άλλα όργανα να λειτουργούν σωστά.

Πιο συγκεκριμένοι τομείς στους οποίους συμβάλλει η βιταμίνη Α είναι οι εξής:

- Καρκίνος: Τα άτομα που καταναλώνουν τρόφιμα που περιέχουν βιταμίνη Α μπορεί να έχουν χαμηλότερο κίνδυνο εμφάνισης ορισμένων μορφών καρκίνου.
- Ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας: Η ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας (ΗΕΩ) είναι η απώλεια της κεντρικής όρασης στον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι η πιο συχνή αιτία απώλειας όρασης σε ηλικιωμένους. Μελέτες δείχνουν ότι ένα συμπλήρωμα που περιέχει βιταμίνη Α βοηθά στην επιβράδυνση του ρυθμού απώλειας όρασης σε άτομα με ΗΕΩ.
- Ιλαρά: Στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου η έλλειψη βιταμίνης Α είναι συχνή, τα

παιδιά με ιλαρά είναι πιο πιθανό να εμφανίσουν σοβαρά συμπτώματα και να καταλήξουν από την ασθένεια. Σε αυτά τα παιδιά, η λήψη συμπληρωμάτων βιταμίνης A μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη νέων κρουσμάτων ιλαράς, αλλά δεν μειώνει τον κίνδυνο θανάτου από ιλαρά.

Ωστόσο, η βιταμίνη A μπορεί να προκαλέσει και προβλήματα οπότε θα πρέπει να λαμβάνεται με κατάλληλη δοσολογία από τον γιατρό ([www.webmd.com/a-to-z-guides/supplement-guide-vitamin-a](http://www.webmd.com/a-to-z-guides/supplement-guide-vitamin-a), <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-Consumer/>).



Σχήμα 17: Σύνθεση και δομή της βιταμίνης A (ρετινόλης).

### - Μαγγάνιο

Πρόκειται για ένα απαραίτητο στοιχείο για τους ζωντανούς οργανισμούς. Για παράδειγμα, το ένζυμο που είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή των μορίων του νερού σε οξυγόνο κατά τη φωτοσύνθεση περιέχει 4 άτομα μαγγανίου.

Στον ανθρώπινο οργανισμό, αν δεν υπήρχε μαγγάνιο τα οστά θα ήταν πιο σπογγώδη με αποτέλεσμα την εμφάνιση καταγμάτων. Επίσης, το μαγγάνιο είναι υπεύθυνο για τη σωστή αξιοποίηση της βιταμίνης B1 στον ανθρώπινο οργανισμό (Longman, and Yang, 2018, [www.britannica.com/science/manganese](http://www.britannica.com/science/manganese)).

### I.3.6 Χημικές ενώσεις του τίλιου

Το τίλιο περιέχει διάφορα θρεπτικά συστατικά με αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και διουρητικές ιδιότητες. Τα πιο σημαντικά είναι οι τανίνες οι οποίες φημίζονται για τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές τους και το καφεϊκό οξύ το οποίο είναι ένα πολύ σημαντικό αντιοξειδωτικό.

#### - Τανίνες

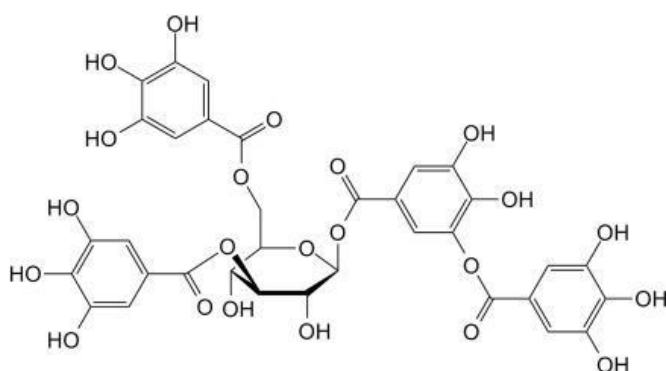
Είναι σύνθετες χημικές ουσίες και η προέλευσή τους είναι από τα φαινολικά οξέα επομένως, κατατάσσονται στις φαινολικές ενώσεις που βρίσκονται φυσικά σε πολλά είδη φυτών παγκοσμίως.

Είναι μεγάλα μόρια που συνδέονται πολύ εύκολα με κυτταρίνη, άμυλο και μέταλλα και έτσι προκύπτουν ενώσεις εξαιρετικά ανθεκτικές στην αποσύνθεση.

Γενικά, οι τανίνες ως καθημερινή χρήση, χρησιμοποιούνταν από την αρχαιότητα στη βυρσοδεψία δέρματος και, επιπλέον, λόγω της στυπτικότητάς τους, χρησιμοποιούνται στην ιατρική και, τέλος, για τη διαύγαση κρασιού και μπίρας (Serrano et al., 2009).

Πολύ σημαντικός είναι ο ρόλος των τανινών στην ιατρική και την ανθρώπινη υγεία καθώς, όπως ήδη αναφέρθηκε, πρόκειται για στυπτικές ουσίες αλλά και χρησιμοποιούνται σε πολλά προϊόντα περιποίησης του δέρματος αλλά και για την ανακούφιση από τσιμπήματα εντόμων. Επιπλέον, βρίσκονται σε στοματικά και οπτικά διαλύματα όπως για παράδειγμα στο υγρό για τους φακούς επαφής και τέλος,

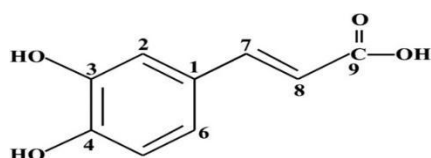
βοηθούν έναντι κάποιων εντερικών παθήσεων (Pizzi, 2021).



Σχήμα 18: Χημική δομή των τανινών.

### - Καφεϊκό οξύ

Είναι μια βιοδραστική ένωση που βρίσκεται σε μια ποικιλία φυτών, όπως λαχανικά, φρούτα και βότανα. Ανήκει στην ομάδα των πολυφαινολών και είναι ένας σημαντικός εκπρόσωπος της υποομάδας πολυφαινολών των υδροξυκιναμωμικών οξέων. Στα τρόφιμα, το καφεϊκό οξύ εμφανίζεται κυρίως ως εστέρας κινικού οξέος που ονομάζεται χλωρογενικό οξύ. Το καφεϊκό οξύ, παρουσιάζει πολλά οφέλη για την υγεία που σχετίζονται με τις αντιοξειδωτικές του ιδιότητες, συμπεριλαμβανομένης της πρόληψης φλεγμονών, καρκίνου, νευροεκφυλιστικών ασθενειών και διαβήτη.



Caffeic Acid (CA)

Σχήμα 19: Δομή του καφεϊκού οξέος.

Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του καφεϊκού οξέος συνδέονται με την παρουσία δύο υδροξυλομάδων στον αρωματικό του δακτύλιο (σχήμα 19), οι οποίες του επιτρέπουν να δωρίσει υδρογόνο και να σταθεροποιήσει την προκύπτουσα φαινοξυλική ρίζα. Επιπλέον, η παρουσία διπλού δεσμού στην αλυσίδα άνθρακα (ο ακόρεστος διπλός δεσμός της πλευρικής αλυσίδας 2,3) αυξάνει τη σταθερότητα της φαινοξυλικής ρίζας. Έχει επίσης προταθεί ότι το καφεϊκό οξύ έχει την ικανότητα να σχηματίζει χηλικά

μόρια με δισθενή μέταλλα. Για παράδειγμα, αυτά που είναι καταλύτες για αντιδράσεις οξειδωσης ή συμπαράγοντες ενζύμων που καταλύουν αντιδράσεις που σχετίζονται με τον σχηματισμό δραστικών ειδών οξυγόνου (ROS) και τη διαμόρφωση της λειτουργίας της γονιδιακής έκφρασης σε αντιφλεγμονώδεις και ανοσορυθμιστικές αποκρίσεις. Αυτοί οι χημικοί παράγοντες που σχετίζονται με το μόριο του καφεϊκού οξέος επιτρέπουν την εξάλειψη των ελεύθερων ριζών και την πρόληψη του σχηματισμού ROS, κάτι που έχει ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό και μπορεί να αποτρέψει διάφορους τύπους ασθενειών (Goyal et al., 2025).

#### **1.4 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΚΑΘΕ ΒΟΤΑΝΟΥ ΚΑΙ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ ΑΥΤΟΥ**

##### **Βαλεριάνα**

Η πρώτη χρήση της βαλεριάνας προς όφελος του ανθρώπου έγινε στην αρχαιότητα από τον Έλληνα γιατρό Ιπποκράτη, ο οποίος χρησιμοποίησε τη ρίζα του φυτού για την καταπολέμηση της αϋπνίας. Έκτοτε, οι άνθρωποι τη χρησιμοποιούν για μια ποικιλία οφελών για την υγεία:

- *Ευκολία στον ύπνο*: Η βαλεριάνα συνίσταται εδώ και αιώνες από γιατρούς και βοτανολόγους για τα προβλήματα ύπνου. Ωστόσο, στις σύγχρονες επιστημονικές μελέτες δεν αποδεικνύεται η ηρεμιστική και ήπια δράση της βαλεριάνας και χρειάζεται περισσότερη μελέτη. Γενικά, πιστεύεται πως πρόκειται για συνδυασμό διαφόρων παραγόντων για το πώς η λειτουργία της ρίζας της βαλεριάνας βοηθά στην καταπολέμηση του ύπνου. Βασικός παράγοντας είναι πως η βαλεριάνα αυξάνει την ποσότητα του νευροδιαβιβαστή γ-αμινοβουτυρικού οξέος (GABA) στον εγκέφαλο. Έτσι, το GABA αναστέλλει την ανεπιθύμητη δραστηριότητα του νευρικού συστήματος και οδηγεί σε πιο ποιοτικό και ταχύ ύπνο (Tammadon et al., 2021).

- *Διαχείριση του άγχους και του στρες*: Οι γιατροί από το 1500 χρησιμοποιούσαν τη βαλεριάνα για την καταπολέμηση του άγχους. Στο Ηνωμένο Βασίλειο κατά τη

διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου οι άνθρωποι έπαιρναν ρίζα βαλεριάνας για να αντιμετωπίσουν το άγχος που τους προκαλούσαν οι επιδρομές των αεροπλάνων.

Μελέτες δείχνουν πως το φυτό έχει αγχολυτική δράση αλλά χρειάζεται περαιτέρω έρευνα. Το βαλερενικό οξύ έχει αγχολυτικές δράσεις σύμφωνα με μία αρχική έρευνα αλλά δεν συνδέεται με τους υποδοχείς βενζοδιαπίνης στον εγκέφαλο, οι οποίοι μάλλον ευθύνονται για τον εθισμό στις βενζοδιαπίνες. Οι βενζοδιαπίνες είναι μια κατηγορία φαρμάκου που επίσης συνταγογραφείται για το άγχος, όμως το βαλερενικό οξύ είναι λιγότερο εθιστικό από αυτές οπότε και προτιμάται (Becker et al., 2014).

- *Μείωση των εξάψεων κατά την εμμηνόπαυση*: Οι εξάψεις κατά την εμμηνόπαυση προκαλούν ιδρώτα, ταχυπαλμία και δυσφορία. Μελέτη έδειξε πως η λήψη ρίζας βαλεριάνας βοήθησε στη μείωση της σοβαρότητας αλλά και της συχνότητας των εξάψεων κατά τη διάρκεια της εμμηνόπαυσης.

Φυσικά, υπάρχουν και ορμονικές θεραπείες για την καταπολέμησή τους οι οποίες θεωρούνται μη κατάλληλες για άτομα με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης θρόμβων, καρδιακών παθήσεων, εγκεφαλικού ή/και καρκίνου του μαστού.

Σε αυτές τις περιπτώσεις θεωρείται εναλλακτική λύση η χρήση της βαλεριάνας.

- *Μείωση των προεμμηνορροϊκών συμπτωμάτων*: Μελέτη έχει δείξει πως η λήψη της ρίζας της βαλεριάνας μπορεί να μειώσει τη σοβαρότητα τόσο των σωματικών όσο και των συναισθηματικών συμπτωμάτων του προεμμηνορροϊκού συνδρόμου (PMS), το οποίο είναι συχνό στο 90% των γυναικών (Mirabi, & Mojab, 2024).

Τέτοια συμπτώματα είναι:

- Φούσκωμα
- Κράμπες
- Πονοκέφαλος
- Ευερεθιστότητα
- Κόπωση
- Άγχος
- Κατάθλιψη
- Εναλλαγές διάθεσης

(Tammadon et al., 2021).

## **Εχινάκεια**

- *Ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος:* Η εχινάκεια βοηθά στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος καταπολεμώντας τα κρυολογήματα και τη γρίπη που προκαλούνται από ιούς και βακτήρια. Μελέτες έχουν δείξει ότι το φυτό περιέχει χημικές ενώσεις που επιτρέπουν στο σώμα να δημιουργήσει εκ νέου λευκά αιμοσφαίρια, τα οποία βοηθούν στην αντιμετώπιση των λοιμώξεων, όταν προσβληθεί ο οργανισμός. Η εχινάκεια μειώνει τη χρήση αντιβιοτικών, ιδιαίτερα στα παιδιά, μέσω της πρόληψης των λοιμώξεων του αναπνευστικού συστήματος (Karsch-Völk, et al., 2014).

- *Μείωση της φλεγμονής:* Μια μελέτη σε ηλικιωμένους με οστεοαρθρίτιδα γόνατος διαπίστωσε ότι η λήψη συνδυασμού τζίντζερ με εχινάκεια μείωσε τα επίπεδα φλεγμονής και τον πόνο στα γόνατά τους. Τα αποτελέσματα της μελέτης είχαν πολύ ενδιαφέρον καθώς οι συμμετέχοντες αυτοί ανταποκρίθηκαν στη χρήση των 2 φυτών αλλά όχι στα στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα (Karsch-Völk, et al., 2014).

Άλλη έρευνα έδειξε πως η χρήση της εχινάκεια μπορεί να μειώσει τους δείκτες φλεγμονής συμπεριλαμβανομένων των κυτοκινών ιντερλευκίνη 6 και 8 και τον παράγοντα νέκρωσης όγκων και να αυξήσει την κυτοκίνη-ιντερλευκίνη 10.6. Εφόσον η εχινάκεια εμπλέκεται στα επίπεδα των κυτοκινών, βρέθηκε ότι έχει θετική επίδραση ενάντια και στον Covid-19 (Aucoin et al., 2019).

Τέλος, μια κλινική δοκιμή διαπίστωσε ότι ένας συνδυασμός εχινάκεια, άλφα λιποϊκού οξέος (ALA), συζευγμένου λινολεϊκού οξέος και κερκετίνης ήταν εξίσου αποτελεσματικός με τη θεραπεία με κύματα πολύ ισχυρής πίεσης (shock wave therapy) στην καταπολέμηση του πόνου σε ασθενείς με σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εχινάκεια ενίσχυσε τις αντιοξειδωτικές επιδράσεις των λινολεϊκών οξέων και βοήθησε στη μείωση της φλεγμονής τόσο αποτελεσματικά όσο και η θεραπεία με τα κύματα υψηλής πίεσης. (Notarnicola et al., 2015).

- *Υγεία του δέρματος:* Η εχινάκεια, μπορεί να συμβάλλει στην υγεία του δέρματος καθώς, με φυσικό τρόπο, έχει δείξει σημαντική μείωση στην ακμή σε σχέση με ένα κοινό φάρμακο που χορηγείται για αυτό τον σκοπό. Μια μελέτη in vitro, απέδειξε πως η εχινάκεια μπορεί επίσης να βοηθήσει στο ατοπικό έκζεμα.

Επιπλέον, θρέφει και ενυδατώνει το δέρμα, μειώνει τις ρυτίδες και δεν ερεθίζει το δέρμα πράγμα το οποίο αποδίδεται στις αντιφλεγμονώδεις δράσεις που έχει το φυτό

της εχινάκεια (Yotsawimonwat, et al., 2010).

## **Λεβάντα**

- Βοήθημα Ύπνου: Το έλαιο λεβάντας αποτελείται κυρίως από οξικό λιναλύλιο και λιναλοόλη τα οποία είναι φυτοχημικά που απορροφώνται ταχέως στην κυκλοφορία του αίματος. Έρευνες δείχνουν ότι αυτές οι ενώσεις αναστέλλουν διάφορους νευροδιαβιβαστές προκαλώντας ηρεμιστική και αγχολυτική δράση.

Συνεισφέρει σε βαθύ και ποιοτικό ύπνο με αποτέλεσμα τα άτομα να είναι πιο αποτελεσματικά και ξεκούραστα την επόμενη ημέρα.

Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική για παιδιά και ηλικιωμένους στην προώθηση ενός πιο ξεκούραστου ύπνου, στην ενθάρρυνση του ύπνου και στην πρόληψη των συχνών αφυπνίσεων (Thapar et al., 2005).

- Καταπολέμηση του άγχους και της κατάθλιψης: Η λεβάντα χρησιμοποιείται, εδώ και αιώνες, ως φάρμακο κατά του άγχους και της κατάθλιψης. Περιέχει ένα σύνθετο μείγμα δραστικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων των τερπενίων τα οποία απορροφώνται στην κυκλοφορία του αίματος μέσω της μύτης ή των πνευμόνων. Είναι τόσο μικρά σε μέγεθος και διαπερνούν εύκολα τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και έχουν αντίκτυπο στις νευρολογικές διεργασίες. Η λεβάντα δρα στη μείωση της δραστηριότητας των διεγερτικών νευροδιαβιβαστών, όπως το γλουταμινικό οξύ, και βελτιώνουν την ισορροπία των επιπέδων σεροτονίνης. Αυτές οι ενέργειες μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των συμπτωμάτων άγχους, όπως οι αρνητικές σκέψεις και η νευρική κατάσταση. Κάποιες άλλες ενώσεις που βρίσκονται στη λεβάντα, όπως η λιναλοόλη, αλληλοεπιδρούν με το νευρικό σύστημα και μπορεί να έχουν ηρεμιστικές επιδράσεις που ωφελούν άτομα με ψυχικές διαταραχές όπως το άγχος και η κατάθλιψη (Kumar et al., 2010).

- Βοήθημα πέψης: Η λεβάντα, βελτιώνει την κινητικότητα του εντερικού σωλήνα, επιτρέποντας την ευκολότερη πέψη της τροφής. Με τη χρήση της, η παραγωγή γαστρικών υγρών, συμπεριλαμβανομένης της χολής, αυξάνεται, γεγονός που βελτιώνει την πέψη και την απορρόφηση θρεπτικών συστατικών. Οι κολικοί, ο έμετος και ο μετεωρισμός μπορούν να αντιμετωπιστούν με αυτό το βότανο. Ένα ενδιαφέρον

όφελος είναι ότι η λεβάντα αναστέλλει την ανάπτυξη παθογόνων, αλλά σύμφωνα με μια μελέτη, δεν βλέπεται τα ωφέλιμα βακτήρια. Το πώς μπορεί να διακρίνει τα επιβλαβή από τα ωφέλιμα βακτήρια παραμένει μυστήριο. Ως βοήθημα πέψης, το έλαιο λεβάντας μπορεί να ληφθεί ως ρόφημα (Ghannadi & Amree, 2002).

- Αντιμυκητιακή δράση: Το αιθέριο έλαιο της λεβάντας είναι αποτελεσματικό στην αναστολή διαφόρων μυκήτων όπως ο *Candidas albicans* (Hammer et al., 2003).

## Λουίζα

- Αγχολυτική δράση: Το συγκεκριμένο βότανο έχει πάρα πολλές αντιοξειδωτικές ιδιότητες, οι οποίες δείχνουν σημαντική επίδραση στην ορμονική ισορροπία του οργανισμού. Η επίδραση του βοτάνου είναι χαλαρωτική και ανακουφιστική και μειώνει κατά πολύ το άγχος. Με βάση τα πειραματικά δεδομένα, το συστατικό της λουίζας το οποίο ευθύνεται για τις ιδιότητές της είναι η βερβασκοζίτη που βρίσκεται στα αποξηραμένα της φύλλα. Επομένως, το ρόφημα λουίζας μπορεί να βοηθήσει στη χαλάρωση των μυών και τη μείωση του άγχους (Martínez-Rodríguez et al., 2022).

- Διευκόλυνση του ύπνου: Τα φύλλα της λουίζας είναι πλούσια σε μελατονίνη, η οποία είναι μια ορμόνη του σώματος που εκκρίνεται κατά τη διάρκεια της νύχτας και προκαλεί στον οργανισμό υπνηλία. Σε συνδυασμό με τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες της λουίζας οι οποίες μειώνουν το άγχος και τη μυϊκή πίεση και χαλαρώνουν τον οργανισμό. Επιπλέον, η έκκριση της μελατονίνης βοηθά σε έναν ποιοτικό και εύκολο ύπνο (Martínez-Rodríguez et al., 2022).

- Βελτίωση στη λειτουργία των αρθρώσεων: Η κύρια χημική ουσία που περιέχεται στη λουίζα, όπως αναφέρθηκε ήδη, είναι ο βερβασκοζίτης και για αυτό τον λόγο τα περισσότερα οφέλη για την υγεία του ανθρώπου οφείλονται σε αυτή. Είναι μια πολύ ισχυρή και αντιφλεγμονώδης ένωση η οποία μελετήθηκε σε συνδυασμό με ω-3 λιπαρά και διαπιστώθηκε ότι αποτελεί μια εξαιρετική θεραπεία για τον πόνο στις αρθρώσεις. Η μελέτη διεξήχθη σε 45 ασθενείς που έλαβαν συμπληρώματα λουίζας με ιχθυέλαιο, το οποίο είναι μια εξαιρετική πηγή ωμέγα 3, και τα αποτελέσματα της μείωσης του πόνου στις αρθρώσεις ήταν θετικά (Caturla et al., 2011).

- Προαγωγή της πέψης: Η λουίζα περιέχει ορισμένες καταπραϊντικές ιδιότητες που

έχουν χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα ακόμη, για την ανακούφιση των στομαχικών προβλημάτων και των προβλημάτων δυσπεψίας. Πρόκειται για ένα πολύ κοινό φυσικό φάρμακο που χρησιμοποιούσαν πολλοί αρχαίοι πολιτισμοί και χρησιμοποιείται παραδοσιακά ακόμη και σήμερα. Τα συστατικά της μπορούν να καταπραΰνουν την στομαχική δυσφορία και τα γαστρεντερικά προβλήματα, καθώς και να εξαλείψουν τις κράμπες και το φούσκωμα (Ragone et al., 2007).

-Αντιμετώπιση του πυρετού: Η λουίζα έχει χρησιμοποιηθεί στην παραδοσιακή ιατρική των λαών της Νότιας Αμερικής, εδώ και αιώνες, για τη μείωση του πυρετού και την προώθηση της διαδικασίας επούλωσης. Η κύρια ιδιότητα του φυτού που βοηθά σε αυτά τα προβλήματα είναι ότι η λουίζα είναι εφιδρωτική, που σημαίνει ότι μπορεί να διεγείρει την εφίδρωση και ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται για όλες τις φλεγμονώδεις καταστάσεις που προκαλούν πυρετό (Pascual et al., 2001).

- Αποτροπή της μυϊκής βλάβης κατά τη διάρκεια της άσκησης: Τα άτομα που ασκούνται πολύ συχνά, συνίσταται να καταναλώνουν λουίζα. Σύμφωνα με μελέτες, οι πολύ υψηλές αντιοξειδωτικές ιδιότητες του ροφήματος της λουίζας, βοηθούν στην καταπολέμηση της μυϊκής βλάβης που μπορεί να προκληθεί κατά τη διάρκεια της άσκησης (Funes et al., 2010).

## **Μέντα**

- Διαχείριση γαστρεντερικών προβλημάτων: Γενικά, η μέντα χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια από τον άνθρωπο για να καταπραΰνουν τον πόνο του στομάχου ή ως φάρμακο απέναντι στη δυσπεψία.

Έχει βρεθεί ότι το έλαιο μέντας έναντι ενός εικονικού φαρμάκου (placebo) βοήθησε πολύ περισσότερο στη δυσπεψία, στο σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου, στο αίσθημα της αδιαθεσίας μετά από ένα χειρουργείο, ακόμη και στον πόνο του στομάχου. Η δράση της μέντας είναι αντιμικροβιακή, ο έλεγχος της φλεγμονής και η ρύθμιση της χαλάρωσης των μυών. Η μέντα, περιέχει μια σειρά ενώσεων με θεραπευτικές ενώσεις, όπως η L-μενθόλη, μια μονοτερπενοειδής ένωση με μυοχαλαρωτικές ιδιότητες. Η L-μενθόλη μπλοκάρει τα μονοπάτια ασβεστίου που ξεκινούν τις συσπάσεις στους λείους μύες, αποτρέποντας τον σπασμό που προκαλεί συμπτώματα όπως κοιλιακό πόνο και διάρροια σε άτομα με Σύνδρομο Ευερέθιστου Εντέρου

(ΣΕΕ). Ακόμη, σύμφωνα με μελέτες, το έλαιο μέντας είναι ένα αποτελεσματικό και ασφαλές φάρμακο για τα συμπτώματα πόνου σε ενήλικες με ΣΕΕ (Khanna et al., 2013, Chumpitazi et al., 2018).

- Βελτίωση της γνωστικής απόδοσης: Η μέντα περιέχει ενώσεις που μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με ορισμένους νευροδιαβιβαστές όπως το γ-αμινοβουτυρικό οξύ και να ενισχύσουν τη γνωστική λειτουργία. Ουσιαστικά, αναστέλλουν την ακετυλοχολινεστεράση η οποία, είναι ένα ένζυμο που διασπά τον νευροδιαβιβαστή ακετυλοχολίνη, ο οποίος με τη σειρά του είναι πολύ σημαντικός για την προσοχή και τη μνήμη. Με δοκιμή σε 24 άτομα βρέθηκε ότι η θεραπεία με μία μόνο μικρή δόση ελαίου μέντας βελτίωσε την απόδοση σε γνωστικές δοκιμασίες και μείωσε την ψυχική κόπωση που σχετίζεται με την εκτεταμένη συγκέντρωση σε γνωστικές εργασίες σε σύγκριση με μια θεραπεία με εικονικό φάρμακο (Kennedy et al., 2018).

- Καταπράυνση της ναυτίας: Η οσμή της μέντας είναι πολύ δροσιστική και αναζωογονητική και μπορεί να καταπραΰνει τα συμπτώματα της ναυτίας.

Για παράδειγμα, η αρωματοθεραπεία με μέντα θεωρείται κατάλληλη για την αποτροπή της ναυτίας και του εμετού σε άτομα που πάσχουν από καρκίνο και υποβάλλονται σε χημειοθεραπείες (Nurige & Tasci, 2021).

- Ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης: Μελέτες έχουν δείξει ότι τα συμπληρώματα μέντας μπορεί να είναι κατάλληλα για άτομα τα οποία θέλουν να αναπτύξουν φυσικά την αντοχή τους καθώς και τη δύναμή τους κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Η μέντα, εκτός όλων των άλλων έχει και αντισπασμωδικές ιδιότητες, γεγονός που σημαίνει ότι βοηθά στη χαλάρωση των λείων μυών των πνευμόνων και στη βελτίωση της οξυγόνωσης των ιστών.

Έτσι, υποστηρίζεται η βελτίωση της απόδοσης κατά τη διάρκεια της άσκησης. (Abbas & Rajabi, 2013).

- Ωφέλιμη κατά τον θηλασμό: Ένα λιγότερο γνωστό όφελος της μέντας είναι η χρήση της από τις γυναίκες μετά τον τοκετό για να γίνει πιο ανώδυνος ο θηλασμός. Χρησιμοποιείται από πολλές γυναίκες για μείωση του πόνου κατά τη διάρκεια του θηλασμού και αποτροπή σκασίματος του δέρματός τους.

Ωστόσο, συνίσταται η συμβουλή γιατρού πριν τη χρήση της (Melli et al., 2007).

## **Τίλιο**

- Προαγωγή της χαλάρωσης: Τα άνθη του φυτού του τιλίου, έχουν χρησιμοποιηθεί από τη λαϊκή ιατρική για την προώθηση της χαλάρωσης και την ανακούφιση από τα συμπτώματα του άγχους. Πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε ποντίκια έδειξε πως τα άνθη του φυτού τιλίου έχουν πολύ ισχυρές ηρεμιστικές ιδιότητες.

Ουσιαστικά, το τίλιο μιμείται τη δράση του γ-αμινοβουτυρικού οξέος που όπως ήδη έχει αναφερθεί χαλαρώνει τη διέγερση του ανθρώπινου νευρικού συστήματος. (Aguirre-Hernández et al., 2007).

- Καταπολέμηση της φλεγμονής: Η χρόνια φλεγμονή μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη πολλών παθήσεων, συμπεριλαμβανομένου του διαβήτη τύπου 2 και του καρκίνου.

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που βοηθούν στην καταπολέμηση της φλεγμονής, μειώνοντας ενδεχομένως τον κίνδυνο ασθένειας. Τα φλαβονοειδή είναι ένας τύπος αντιοξειδωτικών στα άνθη του τιλίου, ενώ η τιλιοροσίδη, η κερκετίνη και η καμφερόλη συνδέονται, ειδικά, με τα μπουμπούκια φλαμουριάς (Toker et al., 2004).

Συγκεκριμένα, η τιλιοροσίδη είναι ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό που δρα εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες στο σώμα οι οποίες προκαλούν οξειδωτική βλάβη που οδηγεί σε φλεγμονή. Η καμφερόλη μπορεί επίσης να καταπολεμήσει τη φλεγμονή. Επιπλέον, ορισμένες μελέτες δείχνουν ότι μπορεί να παρέχει ιδιότητες καταπολέμησης του καρκίνου (Corrêa et al., 2018).

- Μείωση του χρόνιου ήπιου πόνου: Ο χρόνιος πόνος επηρεάζει εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Είναι ενδιαφέρον ότι ορισμένα από τα αντιοξειδωτικά στο ρόφημα φλαμουριάς μπορεί να μειώσουν τον πόνο. Μία μελέτη που διήρκησε 8 εβδομάδες σε 50 γυναίκες με ρευματοειδή αρθρίτιδα, η οποία χαρακτηρίζεται από επώδυνες και δύσκαμπτες αρθρώσεις, διαπίστωσε ότι η κατανάλωση 500mg κερκετίνης, ενός αντιοξειδωτικού στο ρόφημα του τιλίου, βελτίωσε σημαντικά τα συμπτώματα του πόνου και τους δείκτες φλεγμονής (Javadi et al., 2017, Safa et al., 2024).

- Διουρητική επίδραση: Ο εσωτερικός φλοιός του φυτού, έχει χαρακτηριστεί ότι έχει εφιδρωτικές και διουρητικές επιδράσεις. Ένα διουρητικό, είναι μια ουσία που ενθαρρύνει το σώμα να αποβάλλει υγρά, ενώ ένα εφιδρωτικό χρησιμοποιείται για να αποτρέψει τον πυρετό, προκαλώντας την έκκριση ιδρώτα από το σώμα. Αυτές οι δράσεις του ροφήματος οφείλονται σε συστατικά όπως η κερκετίνη, η καμπερόλη και το π-κουμαρικό οξύ (Yarnell, 2002).

- Μείωση της αρτηριακής πίεσης: Ορισμένα από τα φυτικά συστατικά του ροφήματος φλαμουριάς, όπως η τιλιοροζίτη, η ρουτοζίτη και το χλωρογενικό οξύ, πιστεύεται ότι μειώνουν την αρτηριακή πίεση. Μία μελέτη με ποντίκια διαπίστωσε ότι η τιλιοροζίτη, ένα αντιοξειδωτικό στο ρόφημα φλαμουριάς, επηρέασε τα κανάλια ασβεστίου της καρδιάς, το οποίο παίζει ρόλο στις μυϊκές συσπάσεις της καρδιάς. Στα ποντίκια εγχύθηκαν δόσεις 0,45, 2,3 και 4,5mg του αντιοξειδωτικού ανά kg σωματικού βάρους. Το αποτέλεσμα ήταν ότι η συστολική αρτηριακή πίεση μειώθηκε.

Έτσι εξηγείται γιατί το τίλιο έχει χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα στη λαϊκή ιατρική για τη μείωση της αρτηριακής πίεσης (Silva et al., 2013).

Ωστόσο, αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι ακόμη πλήρως αποδεδειγμένο και χρειάζεται περαιτέρω επιστημονική διερεύνηση.

## **1.5 ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΡΟΦΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ**

Η παρασκευή ροφημάτων βοτάνων αποτελεί μία από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους αξιοποίησης των φαρμακευτικών και διατροφικών ιδιοτήτων των φυτικών ειδών. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται κυρίως από το είδος του φυτικού υλικού, τα ενεργά συστατικά που επιδιώκεται να εξαχθούν από αυτό, καθώς και από τη θερμοκρασία και τον χρόνο εκχύλισης που μπορεί να εφαρμοστεί χωρίς αλλοίωση των συστατικών (Rubinskienė et al., 2015).

### **1. Έγχυση (Infusion)**

Η έγχυση αποτελεί την πιο κατάλληλη μέθοδο για τα φύλλα, τα άνθη και τα τρυφερά μέρη των βοτάνων, όπως η μέντα, το χαμομήλι και το φασκόμηλο.

Στη μέθοδο αυτή, το φυτικό υλικό τοποθετείται σε φλιτζάνι ή τσαγιέρα, επάνω στο οποίο προστίθεται νερό σε θερμοκρασία περίπου 90–95°C. Το μείγμα αφήνεται καλυμμένο για 5–10 λεπτά, ώστε να επιτευχθεί η πλήρης εκχύλιση των διαλυτών συστατικών, κυρίως των αιθέριων ελαίων και των φαινολικών ενώσεων. Το διάλυμα στη συνέχεια σουρώνεται και καταναλώνεται ή χρησιμοποιείται άμεσα.

Η κάλυψη του σκεύους κατά την έγχυση είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των πτητικών συστατικών (Irakli et al., 2018).

## **2. Εκχύλιση (Decoction)**

Η εκχύλιση εφαρμόζεται σε σκληρά φυτικά μέρη, όπως ρίζες, φλοιούς και σπόρους, τα οποία περιέχουν δραστικά συστατικά λιγότερο διαλυτά σε νερό. Στην περίπτωση αυτή, το φυτικό υλικό τοποθετείται σε σκεύος με κρύο νερό και στη συνέχεια ακολουθεί βρασμός (ήπιος ή έντονος) για χρονικό διάστημα 10–20 λεπτών, ανάλογα με τη σκληρότητα και την αντοχή των συστατικών. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για βότανα όπως η γλυκόριζα, η κανέλα και το τζίντζερ, με στόχο την πλήρη απελευθέρωση των υδατοδιαλυτών φαινολών και σακχάρων ([www.who.int/publications/i/item/9789241506090](http://www.who.int/publications/i/item/9789241506090)).

## **3. Κρύα εκχύλιση (Cold Infusion)**

Η κρύα εκχύλιση είναι κατάλληλη για την παρασκευή ροφημάτων από ευαίσθητα φυτικά μέρη, διατηρώντας αναλλοίωτα τα αιθέρια έλαια και τα φαινολικά αντιοξειδωτικά συστατικά. Το φυτικό υλικό αφήνεται σε κρύο νερό για χρονικό διάστημα 6–12 ωρών στο ψυγείο και στη συνέχεια σουρώνεται πριν τη χρήση του. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά για δροσιστικά ροφήματα από μέντα, λεβάντα ή λουίζα (Abubakar & Haque, 2020).

## **4. Εκχύλιση με Αλκοόλη ή Μέλι (Tincture)**

Για τα φυτικά συστατικά που είναι λιγότερο διαλυτά στο νερό ή όταν επιδιώκεται παρατεταμένη συντήρηση και πιο αποτελεσματική εκχύλιση ωφέλιμων ενώσεων εφαρμόζεται εκχύλιση σε αλκοόλη (40–60%) ή μέλι ως διαλύτη που προσφέρει αντιμικροβιακές ιδιότητες και φυσική συντήρηση. Το φυτικό υλικό παραμένει σε επαφή με τον διαλύτη για χρονικό διάστημα 2–6 εβδομάδων σε σκοτεινό περιβάλλον, με περιοδική ανάδευση. Το διάλυμα σουρώνεται και φυλάσσεται σε σκούρα φιάλη έως ότου χρησιμοποιηθεί (Brendler et al., 2022).

## 5. Συνδυασμοί και Προσθήκες

Τα ροφήματα μπορούν να εμπλουτιστούν με μπαχαρικά (κανέλα, γαρύφαλλο, τζίντζερ) για ενίσχυση της γεύσης και των φαρμακευτικών ιδιοτήτων, καθώς και με γλυκαντικά (μέλι, στέβια) ή φρούτα (λεμόνι, χυμό φρούτων) για βελτίωση της οργανοληπτικής αποδοχής και αύξηση της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C (Jiang, 2019, Klemow et al., 2011).

## 1.6 ΤΑ ΒΟΤΑΝΑ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ο ρόλος των βοτάνων στη βιομηχανία των τροφίμων κρίνεται πολύ σημαντικός αν κανείς αναλογιστεί τη συμβολή τους τόσο στη γεύση και το άρωμα όσο και στην ανθρώπινη υγεία. Πρόκειται για φυτικές ενώσεις οι οποίες είναι πολύ λειτουργικές.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) απαριθμεί περίπου 21.000 φαρμακευτικά φυτά παγκοσμίως, αρκετά εκ των οποίων καλλιεργούνται στην Ινδία και τα 150 από αυτά ευρέως (Rhydum & Tripathi, 2021; WHO, 2000 & 2002-2005).

Τα βότανα που μελετήθηκαν, μπορούν να καταναλωθούν και φρέσκα αλλά έχει αποδειχθεί πως όταν είναι αποξηραμένα, η δράση και οι θεραπευτικές τους ιδιότητες αυξάνονται (Rubió et al., 2013).

Σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη από τον ΠΟΥ περίπου το 60% του πληθυσμού παγκοσμίως χρησιμοποιεί τη φυτική ιατρική και τα φυτικά φάρμακα για την υγειονομική του περίθαλψη (WHO, 2000 & 2002-2005).

Γενικά, τα βότανα χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων ως:

- Πηγή φυσικού χρώματος, καθώς πολλά από αυτά περιέχουν φυσικές χρωστικές οι οποίες δεν μεταβάλλουν την ποιότητα του τροφίμου, απλώς το χρωματίζουν.
- Πηγή γεύσης και αρωματικών συντηρητικών συστατικών, τα οποία βοηθούν στο να διατηρηθεί ένα τρόφιμο για περισσότερο χρόνο αλλά και να έχει πιο ελκυστική εμφάνιση και πιο ωραία γεύση.
- Τα βότανα περιέχουν πολύτιμα φυτοχημικά συστατικά με φαρμακευτικές ιδιότητες και βιοδραστικές επιδράσεις. Πιο συγκεκριμένα, παρέχουν αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις, αντιαλλεργικές και ανοσοτροποποιητικές δράσεις.

Επιπλέον, τα αιθέρια έλαια πολλών βοτάνων αποτρέπουν τον σχηματισμό μούχλας και ζυμών στα τρόφιμα (Shan et al., 2005; Burt, 2004; Tajkarimi et al., 2010).



## II. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής εργασίας ήταν η συγκριτική μελέτη έξι αποξηραμένων βοτάνων και η παραγωγή αντίστοιχων ροφημάτων με την ίδια μέθοδο εκχύλισης σε τρεις διαφορετικούς χρόνους εκχύλισης.

Συγκεκριμένα, στα δείγματα ροφημάτων μελετήθηκαν το ολικό φαινολικό περιεχόμενο, τα φλαβονοειδή, η αντιοξειδωτική ικανότητα μέσω της δέσμευσης ρίζας DPPH και τα πτητικά συστατικά με την τεχνική της μικροεκχύλισης δια στερεάς φάσης και αέριας χρωματογραφίας σε σύζευξη με φασματοσκοπία μάζας (SPME-GC/MS).

Στα βότανα προσδιορίστηκαν η χλωροφύλλη α, χλωροφύλλη β, η ολική χλωροφύλλη τα πτητικά συστατικά και η περιεκτικότητα της βιταμίνης C με τη μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης με ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (HPLC/DAD).

Τα δεδομένα που λήφθηκαν, επεξεργάστηκαν και υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία με τη μέθοδο ANOVA με σκοπό τον έλεγχο της σημαντικότητας των παραμέτρων.

### III. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### III.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Η προετοιμασία των υδατικών εκχυλισμάτων των βοτάνων πραγματοποιήθηκε ως εξής:

- Σε 3 ποτήρια ζέσεως προστέθηκαν 2g δείγματος βοτάνου και 100 mL βραστού νερού (εμφιαλωμένο νερό).
- Τα ποτήρια ζέσεως σκεπάστηκαν με υάλινο τρυβλίο και αφέθηκαν να γίνει η εκχύλιση του ροφήματος για 5 min στο πρώτο ποτήρι, για 10 min στο δεύτερο και για 15 min στο τρίτο.
- Μετά το πέρας του χρόνου, τα ροφήματα διηθήθηκαν και αποθηκεύτηκαν σε υάλινα δοχεία αποθήκευσης με πώμα, στο ψυγείο έως την ανάλυσή τους.

Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιήθηκε για όλα τα βότανα. Τα δείγματα που παρασκευάστηκαν και στη συνέχεια αναλύθηκαν ήταν 18:

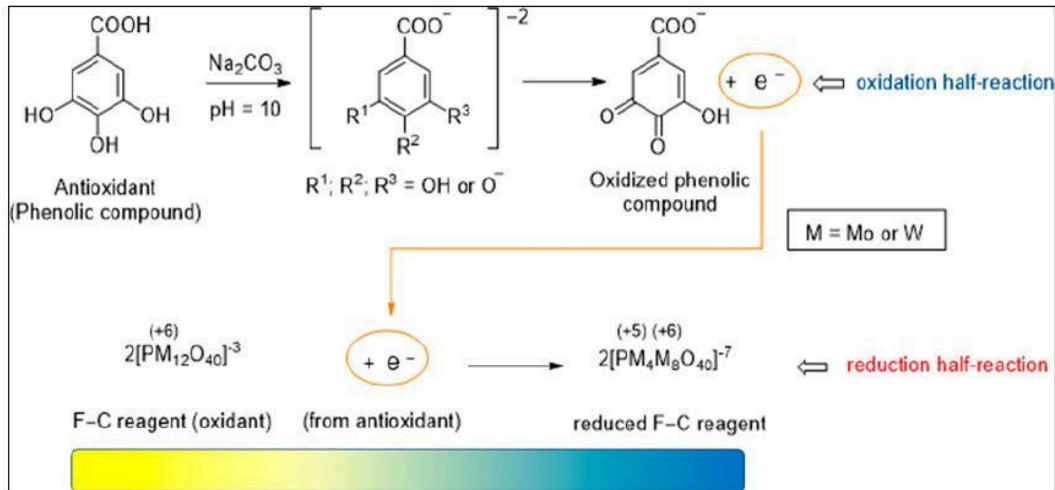
<b>ΒΟΤΑΝΟ</b>	<b>ΧΡΟΝΟΣ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ</b>
Βαλεριάνα	5min, 10min, 15min
Εχινάκεια	5min, 10min, 15min
Λεβάντα	5min, 10min, 15min
Λουίζα	5min, 10min, 15min
Μέντα	5min, 10min, 15min
Τίλιο	5min, 10min, 15min

### **III.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΟΥ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ-ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN-CIOCALTEU**

Η μέθοδος προσδιορισμού του φαινολικού περιεχομένου ενός ροφήματος βοτάνου βασίζεται στην οξείδωση των φαινολών σε αλκαλικό περιβάλλον από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu που είναι ένα διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφομολυβδαινικά ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ) και φωσφοβολφραμικά ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) ετεροπολυμερή οξέα. Τα φαινολικά ιόντα των ροφημάτων βοτάνων οξειδώνονται με ταυτόχρονη αναγωγή των ετεροπολυμερών οξέων. Κατά την οξείδωση των φαινολών το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu ανάγεται προς μίγμα κυανών οξειδίων του μολυβδαινίου και του βολφραμίου. Το κυανό χρώμα που σχηματίζεται εμφανίζει μέγιστη απορρόφηση στα 700-760nm, για αυτό και η πειραματική μέτρηση γίνεται στα 725nm. Η ένταση αυτού του κυανού χρώματος είναι ανάλογη της ποσότητας των φαινολικών ενώσεων στα ροφήματα βοτάνων. Η αλκαλικότητα ρυθμίζεται με ανθρακικό νάτριο  $Na_2CO_3$  10%, το οποίο υποβοηθά την οξειδοαναγωγική αντίδραση.

Η αναλογία χρωματικής έντασης και συγκέντρωσης φαινολών διαφέρει από δείγμα σε δείγμα και από πείραμα σε πείραμα, για αυτό απαραίτητη είναι η χάραξη πρότυπης καμπύλης προτού γίνουν οι μετρήσεις. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των φαινολικών συστατικών στα δείγματα ροφημάτων βοτάνων γίνεται με χάραξη και χρήση της πρότυπης καμπύλης γαλλικού οξέος.

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι μια απλή, ευαίσθητη και ακριβής μέθοδος προσδιορισμού ολικών φαινολικών συστατικών. Το μειονέκτημά της έγκειται στο γεγονός ότι δεν προσδιορίζει μόνο τα φαινολικά συστατικά αλλά και τις πρωτεΐνες που περιέχουν στο μόριο τους φαινολική υδροξυλομάδα. Επίσης, τα σάκχαρα, τα νουκλεϊκά οξέα, οι αρωματικές αμίνες αλλά και ενώσεις όπως η βενζαλδεΐδη, το αμινοβενζοϊκό οξύ και η γλυκίνη αντιδρούν με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu.



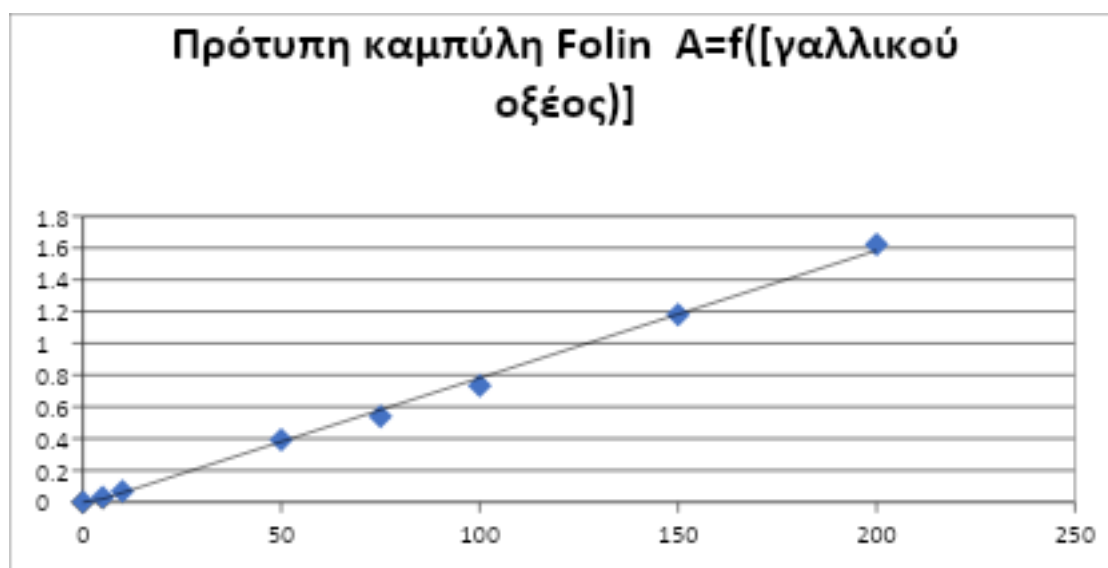
**Σχήμα 27:** Η χημεία πίσω από την μέθοδο Folin-Ciocalteu για την εκτίμηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL προστέθηκε 1 mL από το κάθε δείγμα ροφήματος βοτάνου και ακολούθησε προσθήκη απεσταγμένου νερού μέχρι τη χαραγή.
2. Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL έγινε προσθήκη 0,5 mL αραιωμένου δείγματος του εκάστοτε ροφήματος βοτάνου, και 0,5 mL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu (Merck kGaA, Darmstadt, Germany).
3. Ακολούθησε προσθήκη 3 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10% (Merck kGaA, Darmstadt, Germany) και συμπληρώθηκε ο όγκος με απεσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
4. Τα δείγματα παρέμειναν στο σκοτάδι για 30 min.
5. Ακολούθησε η μέτρηση της απορρόφησης των δειγμάτων στα 725 nm (φασματοφωτόμετρο UV-Vis, INFINITE M NANO, TECAN, Switzerland).
6. Για το τυφλό δείγμα σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL προστέθηκαν 0,5 mL απεσταγμένο νερό, 0,5 mL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu, 3 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10% και με απεσταγμένο νερό συμπληρώθηκε ο όγκος μέχρι τη χαραγή.
7. Η ανωτέρω διαδικασία πραγματοποιήθηκε εις διπλούν για το κάθε δείγμα ροφήματος βοτάνου.

Για την χάραξη της πρότυπης καμπύλης γαλλικού οξέος ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

1. Παρασκευάστηκε πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος (Merck kGaA, Darmstadt, Germany) 1000 ppm: διαλύθηκαν 100 mg γαλλικού οξέος σε 100 mL απεσταγμένου νερού.
2. Σε ογκομετρικές φιάλες των 5 mL αραιώθηκε το πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 1000 ppm με απεσταγμένο νερό, ώστε να παρασκευαστούν διαλύματα γνωστής συγκέντρωσης γαλλικού οξέος των 5, 10, 50, 75, 100, 150 και 200 ppm.
3. Ακολουθούνται τα βήματα 1-6 της μέτρησης του ολικού φαινολικού περιεχομένου.



**Σχήμα III.2:** Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος για τον προσδιορισμό του ολικού φαινολικού περιεχομένου.

### **III.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΡΙΖΑΣ DPPH**

Η μέθοδος DPPH βασίζεται στην αναστολή της δράσης της ελεύθερης ρίζας DPPH- (μωβ χρώμα) με προσθήκη σε αυτήν ενός ηλεκτρονίου ή μιας ρίζας H από κάποιο αντιοξειδωτικό. Έτσι, σχηματίζεται το ηλεκτρονιακά ουδέτερο μόριο DPPH (κίτρινο χρώμα). Το DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) είναι μια σταθερή ρίζα λόγω του απεντοπισμού μονήρους ηλεκτρονίου σε ολόκληρο το μόριο που χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για την αποτίμηση δέσμευσης ελεύθερων ριζών/αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Είναι μια από τις λίγες σταθερές και εμπορικά διαθέσιμες οργανικές ρίζες αζώτου

( $\lambda_{\max}=515$  nm). Το DPPH ανάγεται προς υδραζίνη όταν αντιδρά με δότες υδρογόνου, όπως αντιοξειδωτικά, και αποχρωματίζεται (από πορφυρό χρώμα σε υποκίτρινο). Μετράται η μείωση του χρώματος με μέτρηση της απορρόφησης στα 510 nm μιας και η μείωση της απορρόφησης εξαρτάται γραμμικά από τη συγκέντρωση του αντιοξειδωτικού. Όσο μικρότερη η απορρόφηση, δηλαδή όσο περισσότερο εξασθενεί το πορφυρό χρώμα και επικρατεί το υποκίτρινο, τόσο μεγαλύτερη η αντιοξειδωτική ικανότητα του αντιοξειδωτικού.

Η αποτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας κάθε δείγματος θα πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους.

- Ο πρώτος τρόπος είναι η μέτρηση της % αναστολής της ρίζας DPPH σύμφωνα με τη σχέση:

$$\%RSA = \frac{(A_0 - A_{\text{Δείγματος}})}{A_0} * 100,$$

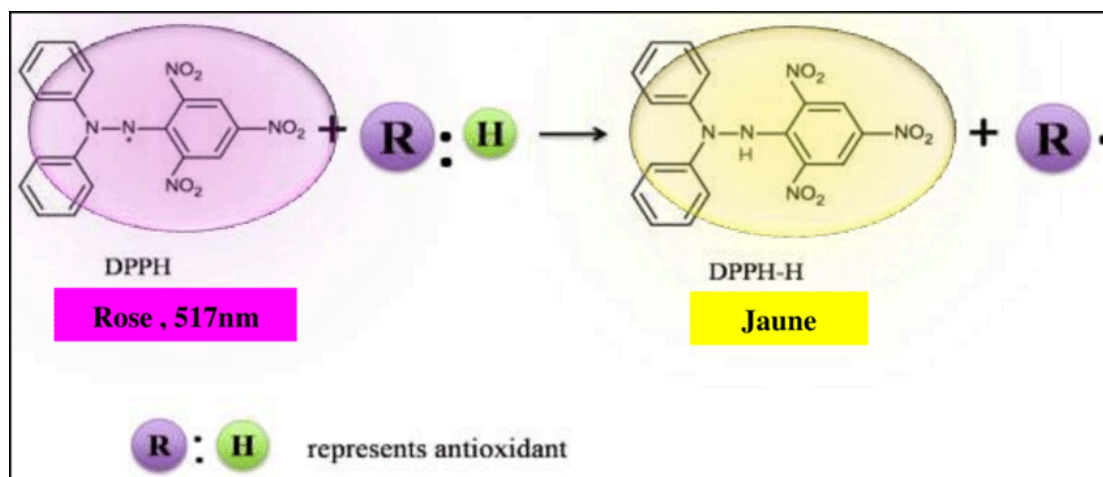
Όπου,

$A_0$  η απορρόφηση του καθαρού διαλύματος DPPH και

$A_{\text{Δείγματος}}$  η απορρόφηση του εκάστοτε δείγματος βοτάνου.

Όσο μεγαλύτερη είναι η % αναστολή τόσο μεγαλύτερη και η αντιοξειδωτική δράση.

- Με τον δεύτερο προσδιορισμό η αντιοξειδωτική ικανότητα κάθε δείγματος εκφράζεται σε ισοδύναμα Trolox (mg/l Trolox). Το Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) είναι μια χρωμανόλη, ένα υδατοδιαλυτό ανάλογο της βιταμίνης E. Είναι ένα αντιοξειδωτικό όπως η βιταμίνη E και χρησιμοποιείται σε βιολογικές ή βιοχημικές εφαρμογές για τη μείωση του οξειδωτικού στρες ή της βλάβης και ως πρότυπο για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας σύνθετων μιγμάτων. Μέσω της καμπύλης αναφοράς  $A_{517}=f([\text{Trolox}])$  και της εξίσωσης ευθείας αυτής, γίνεται ποσοτικοποίηση της αντιοξειδωτικής δράσης των δειγμάτων.



**Σχήμα 28:** Αρχή μεθόδου της αντίδρασης δέσμευσης ρίζας DPPH.

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Παρασκευάστηκε μεθανολικό διάλυμα DPPH 0,1 mM , ζυγίζοντας 0,0039 g DPPH (TCI Europe, N.V, Zwijndrecht, Belgium) και διαλυτοποιώντας τα σε 100 mL MeOH μέσω ανάδευσης για τουλάχιστον 20 min σε μαγνητικό αναδευτήρα. Η φιάλη που περιείχε το διάλυμα DPPH καλύφθηκε με αλουμινόχαρτο για να μην υπάρξει οξείδωση του από το φως. Μετρήθηκε η απορρόφηση  $A_0$  του διαλύματος DPPH.
2. Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL προστέθηκε 1 mL από το δείγμα ροφήματος βοτάνων και συμπληρώθηκε ο όγκος μέχρι τη χαραγή με απεσταγμένο νερό.
3. Σε πλαστικές κυψελίδες πάχους 1 cm προστέθηκαν 100  $\mu$ L αραιωμένου δείγματος και 2,9 mL διαλύματος DPPH 0,1 mM. Τα διαλύματα παρέμειναν στο σκοτάδι για 10 min και στη συνέχεια έγινε μέτρηση της απορρόφησης στα 517 nm (φασματοφωτόμετρο INFINITE M NANO, TECAN, UV-Vis, SWITZERLAND).
4. Ως τυφλό δείγμα χρησιμοποιήθηκε 3 mL MeOH.

Η ανωτέρω διαδικασία πραγματοποιήθηκε 2 φορές για το κάθε δείγμα ροφήματος βοτάνου.

Η % αναστολή της ρίζας DPPH ή αλλιώς το ποσοστό της αντιοξειδωτικής δράσης του κάθε δείγματος βοτάνου υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$\%RSA = \frac{(A_0 - A_{\text{δείγματος}})}{A_0} * 100$$

Όπου,

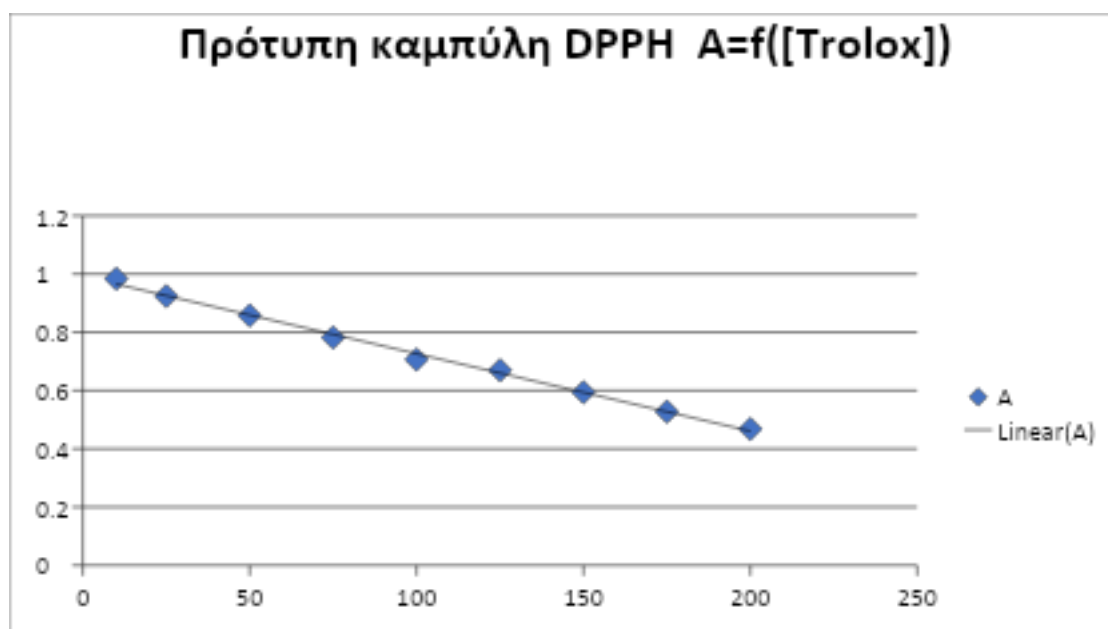
Αο: η απορρόφηση του καθαρού διαλύματος DPPH και

Αδείγματος: η απορρόφηση του διαλύματος του εκάστοτε δείγματος βοτάνου.

Για τη χάραξη της πρότυπης καμπύλης Trolox ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1. Παρασκευάστηκε πρότυπο διάλυμα Trolox (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) συγκέντρωσης 1000 ppm (100 mg Trolox σε 100 mL MeOH).
2. Σε ογκομετρικές φιάλες των 10 mL αραιώθηκε το πρότυπο διάλυμα Trolox ώστε να παρασκευαστούν διαλύματα συγκέντρωσης Trolox των 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 και 200 ppm.
3. Ακολουθήθηκαν τα βήματα 3-4 της μέτρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων.

Με τη βοήθεια της εξίσωσης που προέκυψε από την πρότυπη καμπύλη έγινε ποσοτικοποίηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων και εκφράστηκαν σε mg ισοδυνάμων Trolox/100 mL ροφήματος.



**Σχήμα III.3:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Trolox για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας.

### III.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ (ΜΕΘΟΔΟΣ TFC)

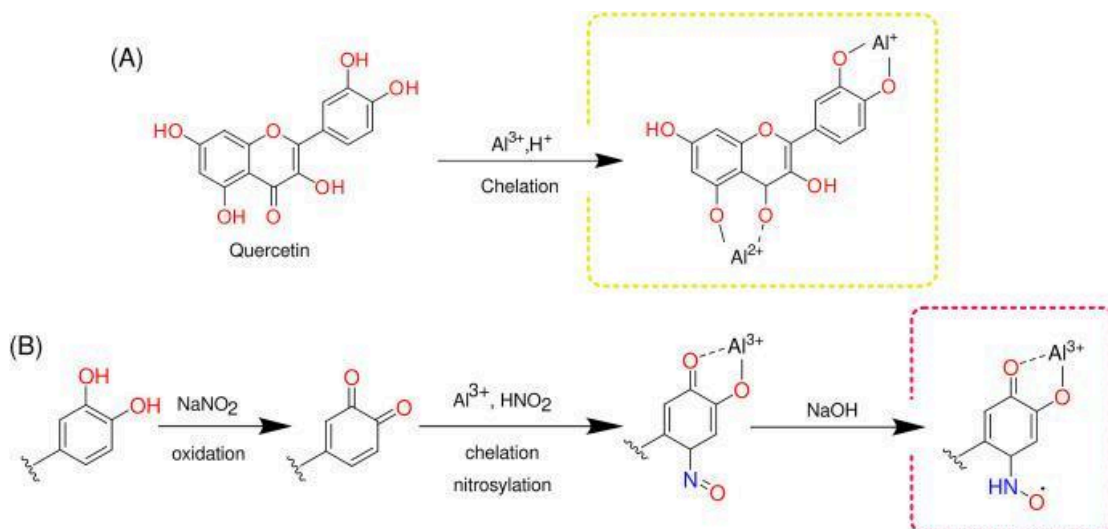
Τα φλαβονοειδή είναι πολύ σημαντικές φυσικές βιοδραστικές ενώσεις που ενισχύουν τις θεραπευτικές ιδιότητες των βοτάνων. Είναι ο πιο άφθονος τύπος φαινολικών ενώσεων που βρίσκονται στα φύλλα των βοτάνων και ανήκουν στην ομάδα των πολυφαινολών.

Χωρίζονται σε έξι κύριες ομάδες οι οποίες είναι:

- Φλαβόνες (π.χ. χρυσίνη, απιγενίνη).
- Φλαβονόνες (π.χ. εσπερετίνη).
- Ισοφλαβόνες (π.χ. βιοχανίνη Α).
- Φλαβονόλες (π.χ. κερκετίνη).
- Ανθοκυανιδίνες (π.χ. κυανιδίνη, δελφινιδίνη).
- Φλαβαν-3-όλες (π.χ. ολιγομερή, μονομερή, διμερή).

Η περιεκτικότητα των φλαβονοειδών των φύλλων των βοτάνων, ποικίλλει κυρίως ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση, την καλλιέργεια καθώς και τη μέθοδο επεξεργασίας τους. Η πιο συνήθης μέθοδος προσδιορισμού των φλαβονοειδών, βασίζεται στην αρχή της φασματοφωτομετρίας μοριακής απορρόφησης UV-Vis. Για τα βότανα, η κερκετίνη χρησιμοποιείται ως πρότυπο για την ποσοτικό προσδιορισμό των συνολικών φλαβονοειδών (TFC), και εκφράζεται σε χιλιοστόγραμμα ισοδύναμων κερκετίνης ανά γραμμάριο δείγματος.

Η μέθοδος βασίζεται στο σχηματισμό χηλικών συμπλόκων με ιόντα αλουμινίου Al(III) με NaNO<sub>2</sub> (που χρησιμοποιείται ως παράγοντας νιτροποίησης για αρωματικές γειτονικές διόλες) σε αλκαλικό μέσο (NaOH) για την ανίχνευση κυρίως ρουτίνης, λουτεολίνης και κατεχίνης. Τα σύμπλοκα με την προσθήκη του αλουμινίου χρωματίζονται κίτρινα, και με την προσθήκη του NaOH και την αλλαγή του pH μεταβάλλουν το χρώμα τους σε κόκκινο. Έχουν μέγιστη απορρόφηση στα 510 nm.



Σχήμα 29: Μηχανισμός της αντίδρασης.

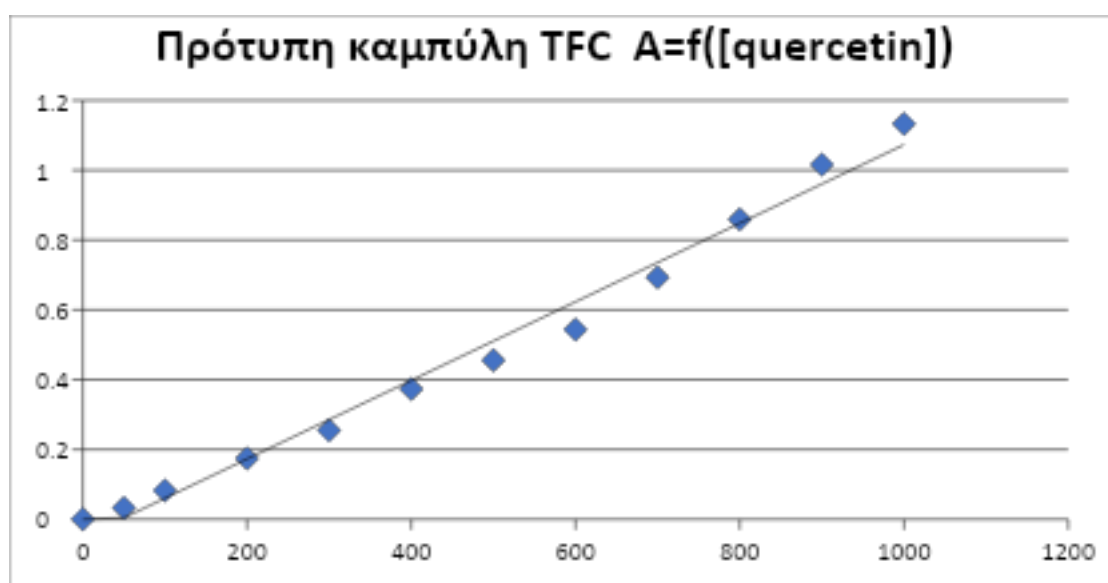
### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. 10 mL ροφήματος βοτάνου έκαστος αναμίχθηκαν με 10 mL MeOH (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) και ακολούθησε φυγοκέντρωση για 10 min, στις 3000 rpm στους 15°C.
2. Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL προστέθηκαν 1 mL κάθε δείγματος ροφήματος βοτάνου, 0,3 mL διαλύματος 5%  $\text{NaNO}_2$  (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) και τα δείγματα παρέμειναν για 5 min στο σκοτάδι.
4. Στη συνέχεια προστέθηκαν 0,3 mL διαλύματος 10%  $\text{AlCl}_3$  (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) και παρέμειναν για άλλα 6 min στο σκοτάδι.
5. Τέλος, προστέθηκε σε κάθε φιάλη 2 mL διαλύματος  $\text{NaOH}$  1M (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) και συμπληρώθηκε ο όγκος μέχρι τη χαραγή με απεσταγμένο νερό.
6. Ακολούθησε μέτρηση της απορρόφησης των δειγμάτων στα 510nm (φασματοφωτόμετρο INFINITE M NANO, TECAN, UV-Vis, Switzerland).
6. Ως τυφλό δείγμα χρησιμοποιήθηκε απεσταγμένο νερό.

Η ανωτέρω διαδικασία πραγματοποιήθηκε 2 φορές για το κάθε δείγμα ροφήματος βοτάνου.

Για τη χάραξη της πρότυπης καμπύλης κερκετίνης ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

1. Παρασκευάστηκε πρότυπο διάλυμα κερκετίνης (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) συγκέντρωσης 1000 ppm (100 mg κερκετίνης σε 100 mL MeOH).
2. Σε ογκομετρικές φιάλες των 10 mL αραιώνεται το πρότυπο διάλυμα κερκετίνης ώστε να παρασκευαστούν διαλύματα συγκέντρωσης κερκετίνης των 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 και 1000 ppm.
3. Ακολουθήθηκαν τα βήματα 2-6 της διαδικασίας προσδιορισμού του συνολικού περιεχομένου φλαβονοειδών.



**Σχήμα III.4:** Πρότυπη καμπύλη αναφοράς κερκετίνης για τον προσδιορισμό των ολικών φλαβονοειδών.

### III.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΩΝ ΣΤΑ ΒΟΤΑΝΑ

Με τη συγκεκριμένη μέθοδο (Lichtenthaler, 1987), προσδιορίζονται στα αποξηραμένα φύλλα των βοτάνων, η χλωροφύλλη α και η χλωροφύλλη β καθώς και το άθροισμα αυτών σε mg/g βοτάνου.

1. Σε φυγοκεντρικό σωλήνα προστέθηκαν 0,4 g βοτάνου και 5 mL MeOH.
2. Ακολουθεί ανακίνηση σε Vortex και παρέμειναν στο σκοτάδι, στους 4°C για 15 min.
3. Μετά το πέρας των 15 min τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν για 15min, στις 3000 rpm στους 4°C.

4. Το υπερκείμενο υγρό μεταφέρθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL και συμπληρώθηκε ο όγκος με MeOH μέχρι τα 25 mL.
5. Μετρήθηκε η απορρόφηση των εκχυλισμάτων στα 663 nm και στα 645 nm (φασματοφωτόμετρο INFINITE M NANO, TECAN, UV-Vis, Switzerland).
6. Ως τυφλό δείγμα χρησιμοποιήθηκε MeOH.

$$\text{Chlorophyll[a]}(\text{mg/g}) = \frac{[(12,7 \cdot A_{663}) - (2,69 \cdot A_{645})] \cdot V}{1000 \cdot w}$$

$$\text{Chlorophyll[b]}(\text{mg/g}) = \frac{[(22,9 \cdot A_{645}) - (4,86 \cdot A_{663})] \cdot V}{1000 \cdot w}$$

$$\text{Chlorophyll[a+b]}(\text{mg/g}) = \frac{[(8,02 \cdot A_{663}) + (20,20 \cdot A_{645})] \cdot V}{1000 \cdot w}$$

όπου: w □ το βάρος του αποξηραμένου βοτάνου σε g.

V □ ο όγκος του εκχυλίσματος βοτάνου που προστέθηκε στην κυβελίδα σε mL.

### **III.6 ΗΜΙΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ (SPME- GC/MS)**

Οι πτητικές ενώσεις προσδιορίστηκαν τόσο στα αποξηραμένα φύλλα των βοτάνων όσο και στα ροφήματα αυτών.

#### **BOTANA**

1. Σε φιαλίδιο με βιδωτό καπάκι εξοπλισμένο με διάφραγμα PTFE/σιλικόνης προστέθηκαν 0,15 g βοτάνου.
2. Το φιαλίδιο τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο των 60°C για 15 min προς εξισορρόπηση.
3. Στη συνέχεια εκτέθηκε η ίνα στον υπερκείμενο χώρο του δείγματος για 30 min προς δειγματοληψία. Η ίνα που χρησιμοποιήθηκε ήταν η Polyacrylate (PA) 85µm (Supelco, Bellefonte, PA, USA) που είναι κατάλληλη για ημιπολικές προς πολικές πτητικές ενώσεις.

4. Μετά το πέρας του χρόνου των 30 min η ίνα μεταφέρθηκε στον εισαγωγέα του αέριου χρωματογράφου (Agilent Technologies 7890A, Santa Clara, USA) -φασματογράφου μάζας (Agilent 5973C) όπου παρέμεινε για 10 min για την πλήρη εκρόφιση των πτητικών ενώσεων.

Συνθήκες αέριου χρωματογράφου – φασματογράφου μάζας:

Θερμοκρασιακό πρόγραμμα φούρνου: Αρχικά, η θερμοκρασία παραμένει στους 100°C για 2 min. Στη συνέχεια με ρυθμό 10°C/min αυξήθηκε μέχρι τους 150°C, ακολούθησε αύξηση στους 230°C με ρυθμό 3°C/min και τέλος με ρυθμό 10°C/min μέχρι τους 260°C όπου παρέμεινε για 2 min.

Θερμοκρασία γραμμής μεταφοράς: 270°C

Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε το ήλιο (He) με ρυθμό ροής 1,5 mL/min και η θύρα έγχυσης ήταν εξοπλισμένη με επένδυση 0,75mm i.d, (Supelco, Bellefonte, PA, USA), κατάλληλο για ανάλυση SPME με λειτουργία split (2:1).

Το εύρος σάρωσης των μαζών ήταν 29-350 m/z και η θερμοκρασία του τετραπόλου και της πηγής MS ήταν 150°C και 230°C αντίστοιχα.

Η ταυτοποίηση των πτητικών ενώσεων πραγματοποιήθηκε με σύγκριση των φασμάτων των εκλούμενων ενώσεων με εκείνα της βιβλιοθήκης Wiley Library (Wiley, 7-NIST 05, J.Wiley and Sons Ltd, West Sussex, England) και με τον υπολογισμό των σχετικών δεικτών χρόνου κατακράτησης (RI).

## ΡΟΦΗΜΑΤΑ

1. Σε φιαλίδιο με βιδωτό καπάκι εξοπλισμένο με διάφραγμα PTFE/σιλικόνης, προστέθηκαν 0,8 g NaCl, 4 mL ροφήματος και ένα μαγνητάκι.
2. Στα δείγματα βαλεριάνας, τίλιου και εχινάκειας προστέθηκαν 20 μL εσωτερικού προτύπου (4-μεθυλο-2-πεντανόλη) συγκέντρωσης 20 ppm. Στα δείγματα λουίζας προστίθενται 200 μL εσωτερικού προτύπου και στα δείγματα λεβάντας και μέντας 400 μL εσωτερικού προτύπου.

*Το εσωτερικό πρότυπο παρασκευάστηκε ως εξής: 10 μL 4-μέθυλο-2-πεντανόλης (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) αραιώθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 500 mL με MeOH (C=20ppm). Το εσωτερικό πρότυπο χρησιμοποιείται για τον ημιποσοτικό*

*προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των πτητικών ενώσεων των δειγμάτων.*

*Το NaCl, χρησιμοποιείται για διευκόλυνση της απελευθέρωσης των πτητικών ενώσεων μεταβάλλοντας την ιοντική ισχύ του διαλύματος για να είναι σε αδιάστατη μορφή οι ενώσεις και να απομακρύνονται από το υδατικό διάλυμα.*

3. Τα φιαλίδια τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο των 45°C για 10 min προς εξισορρόπηση του δείγματος.

4. Ακολούθησε έκθεση της ίνας στον υπερκείμενο χώρο του δείγματος για 10min.

Ίνα Polyacrylate (PA) 85μm (Supelco, Bellefonte, PA, USA) που είναι μια ίνα κατάλληλη για ημιπολικές προς πολικές πτητικές ενώσεις.

5. Μετά το πέρας του χρόνου των 10 min η ίνα μεταφέρθηκε στον εισαγωγέα του αέριου χρωματογράφου (Agilent Technologies 7890A, Santa Clara, USA) -φασματογράφου μάζας (Agilent 5973C) όπου παρέμεινε για 10 min για την πλήρη εκρόφιση των πτητικών ενώσεων.

Συνθήκες αέριου χρωματογράφου – φασματογράφου μάζας:

Θερμοκρασιακό πρόγραμμα φούρνου: Αρχικά, η θερμοκρασία παραμένει στους 45°C για 1 min. Στη συνέχεια με ρυθμό 20°C/min αυξήθηκε μέχρι τους 100°C, ακολούθησε αύξηση στους 260°C με ρυθμό 10°C/min όπου παρέμεινε για 5 min.

Θερμοκρασία γραμμής μεταφοράς: 270°C.

Ως φέρον αέριο χρησιμοποιήθηκε το ήλιο (He) με ρυθμό ροής 1,5 mL/min και η θύρα έγχυσης ήταν εξοπλισμένη με επένδυση 0,75 mm i.d, (Supelco, Bellefonte, PA, USA), κατάλληλο για ανάλυση SPME με λειτουργία split (2:1).

Το εύρος σάρωσης των μαζών ήταν 29-350 m/z και η θερμοκρασία του τετραπόλου και της πηγής MS ήταν 150°C και 230°C αντίστοιχα.

Η ταυτοποίηση των πτητικών ενώσεων πραγματοποιήθηκε με σύγκριση με σύγκριση των φασμάτων των εκλουόμενων ενώσεων με εκείνα της βιβλιοθήκης Wiley Library (Wiley, 7-NIST 05, J.Wiley and Sons Ltd, West Sussex, England) και με τον υπολογισμό των σχετικών δεικτών χρόνου κατακράτησης (RI). Έγινε ημιποσοτικός προσδιορισμός των ενώσεων που ανιχνεύθηκαν με χρήση πρότυπου διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης (2-μέθυλο-4-πεντανόλη).

### **III.7 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ C (ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ) ΜΕ ΥΓΡΗ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (HPLC) ΚΑΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ ΔΙΟΔΩΝ (DAD)**

Για την προετοιμασία του δείγματος προς ανάλυση, 1g πολτοποιημένου δείγματος μεταφέρθηκε σε φυγοκεντρικό σωλήνα με 10 mL διαλύματος μεταφωσφορικού οξέος 4,5%w/v (MPA) . Το μίγμα αφού αναδεύτηκε σε συσκευή Vortex, τοποθετήθηκε σε λουτρό υπερήχων για 10min στους 20°C και στη συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντρωση στους 4°C και στις 8000rpm για 20 min. Το υπερκείμενο υγρό, λήφθηκε και διηθήθηκε μέσω φίλτρων sterile syringe filter 0,45 μm και ακολούθησε ανάλυση με τη μέθοδο της HPLC και ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (DAD).

Ο υπολογισμός της βιταμίνης C έγινε με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης ασκορβικού οξέος σε συγκεντρώσεις από 0,5-100ppm. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg ασκορβικού οξέος/100g δείγματος.

Οι συνθήκες της ανάλυσης ήταν οι εξής:

**Όργανο:** Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης - HPLC, Agilent, 1100 series, (Agilent Co., USA).

**Στήλη:** Agilent Eclipse XDB-C18 4,6mm x 150mm, 5μm.

**Διαλύτης έκλουσης:** Διάλυμα θειικού οξέος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> συγκέντρωσης 0,005M.

**Ροή:** 0,5mL/min (ισοκρατικά).

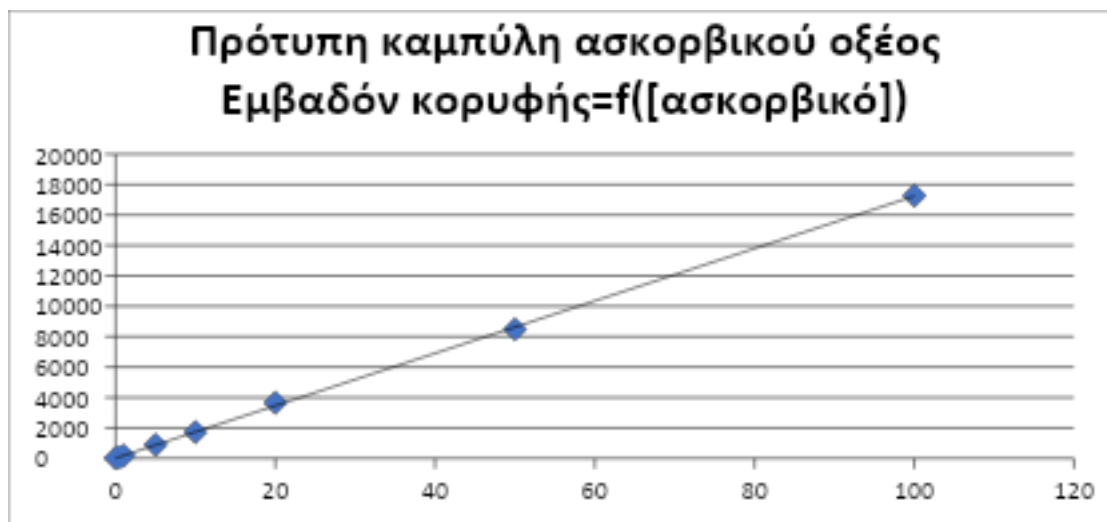
**Μήκος κύματος ανάλυσης:** 245 nm.

Για τη χάραξη της πρότυπης καμπύλης ασκορβικού οξέος ακολούθηθηκε η εξής διαδικασία:

1. Παρασκευάστηκε πρότυπο διάλυμα ασκορβικού οξέος συγκέντρωσης 1000 ppm (100mg ασκορβικού οξέος σε 100mL υπερκάθαρο H<sub>2</sub>O).
2. Σε ογκομετρικές φιάλες των 10 mL αραιώνεται το πρότυπο διάλυμα ασκορβικού

οξέος ώστε να παρασκευαστούν διαλύματα συγκέντρωσης κερκετίνης των 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 και 100 ppm.

3. Η ανάλυση των προτύπων διαλυμάτων αναλύθηκε με τις ίδιες συνθήκες ανάλυσης με τα δείγματα προς μελέτη.



**Σχήμα III.6:** Πρότυπη καμπύλη ασκορβικού οξέος για τον υπολογισμό της βιταμίνης C των δειγμάτων βοτάνων.

### III.8 ANOVA ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση one way ANOVA με σκοπό τη σύγκριση των μέσων όρων των τιμών των παραμέτρων που μελετήθηκαν. Ακόμη, με τον έλεγχο διακύμανσης oneway ANOVA διαπιστώθηκε αν η τιμή p είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη του 0,05 για κάθε παράμετρο.

Στην περίπτωση που  $p > 0,05$  ισχύει η μηδενική υπόθεση, άρα οι μέσοι όροι είναι όλοι ίσοι μεταξύ τους και δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αντίθετα, στην περίπτωση που  $p < 0,05$  ισχύει η εναλλακτική υπόθεση, δηλαδή οι μέσοι όροι για τον συγκεκριμένο παράγοντα δεν είναι όλοι ίσοι μεταξύ τους και κατά συνέπεια υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

## IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αρχικά, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τα οποία αφορούν αναλύσεις που έγιναν στα εκχυλίσματα των βοτάνων σε χρόνους εκχύλισης των 5, 10, 15 min.

Όλα τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε πίνακες και σε μέσο όρο  $\pm$  τυπική απόκλιση SD.

### IV.1 ΟΛΙΚΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

Στον πίνακα IV.1 δίνονται η μέση τιμή και τυπική απόκλιση του ολικού φαινολικού περιεχομένου, εκφρασμένο σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL βοτάνου, των τεσσάρων μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν για κάθε δείγμα.

Το ολικό φαινολικό περιεχόμενο των ροφημάτων βοτάνων είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης για τα βότανα βαλεριάνα, λεβάντα, μέντα και τίλιο, ενώ για τα βότανα εχινάκεια και λουίζα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Τη μικρότερη περιεκτικότητα σε φαινολικό περιεχόμενο εκφρασμένο σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος/100 mL εκχυλίσματος σε όλους τους χρόνους εκχύλισης είχε η βαλεριάνα ( $7,39 \pm 0,10$  -  $8,51 \pm 0,24$  mg GAE/100 mL), ακολούθησαν κατά αυξανόμενη σειρά περιεκτικότητας το τίλιο ( $14,21 \pm 0,32$  -  $27,18 \pm 0,51$  mg GAE/100 mL), η εχινάκεια ( $29,07 \pm 3,01$  -  $30,79 \pm 1,14$  mg GAE/100 mL), η μέντα ( $35,26 \pm 1,31$  -  $42,97 \pm 0,56$  mg GAE/100 mL), η λουίζα ( $42,58 \pm 0,41$  -  $45,52 \pm 0,95$  mg GAE/100 mL) ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα εμφάνισε το εκχύλισμα λεβάντας ( $43,09 \pm 0,35$  -  $53,84 \pm 0,47$  mg GAE/100 mL).

**Πίνακας IV.1:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του ολικού φαινολικού περιεχομένου, εκφρασμένο σε mg γαλλικού οξέος ανά 100 mL ροφήματος βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Δείγμα	mg GAE/100 mL εκχυλίσματος βοτάνου
Βαλεριάνα 5min	7,39±0,10 <sup>a</sup>
Βαλεριάνα 10min	8,06±0,17 <sup>b</sup>
Βαλεριάνα 15min	8,51±0,24 <sup>c</sup>
Εχινάκεια 5min	29,07±3,01 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 10min	33,95±0,73 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 15min	30,79±1,14 <sup>a</sup>
Λεβάντα 5min	43,09±0,35 <sup>a</sup>
Λεβάντα 10min	47,96±0,96 <sup>b</sup>
Λεβάντα 15min	53,84±0,47 <sup>c</sup>
Λουίζα 5min	42,58±0,41 <sup>a</sup>
Λουίζα 10min	44,77±1,28 <sup>a</sup>
Λουίζα 15min	45,52±0,95 <sup>a</sup>
Μέντα 5min	35,26±1,31 <sup>a</sup>
Μέντα 10min	42,97±0,56 <sup>c</sup>
Μέντα 15min	41,91±0,20 <sup>b</sup>
Τίλιο 5min	14,21±0,32 <sup>a</sup>
Τίλιο 10min	18,61±0,46 <sup>b</sup>
Τίλιο 15min	27,18±0,51 <sup>c</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες για το ίδιο βότανο αλλά με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0,05$ ).

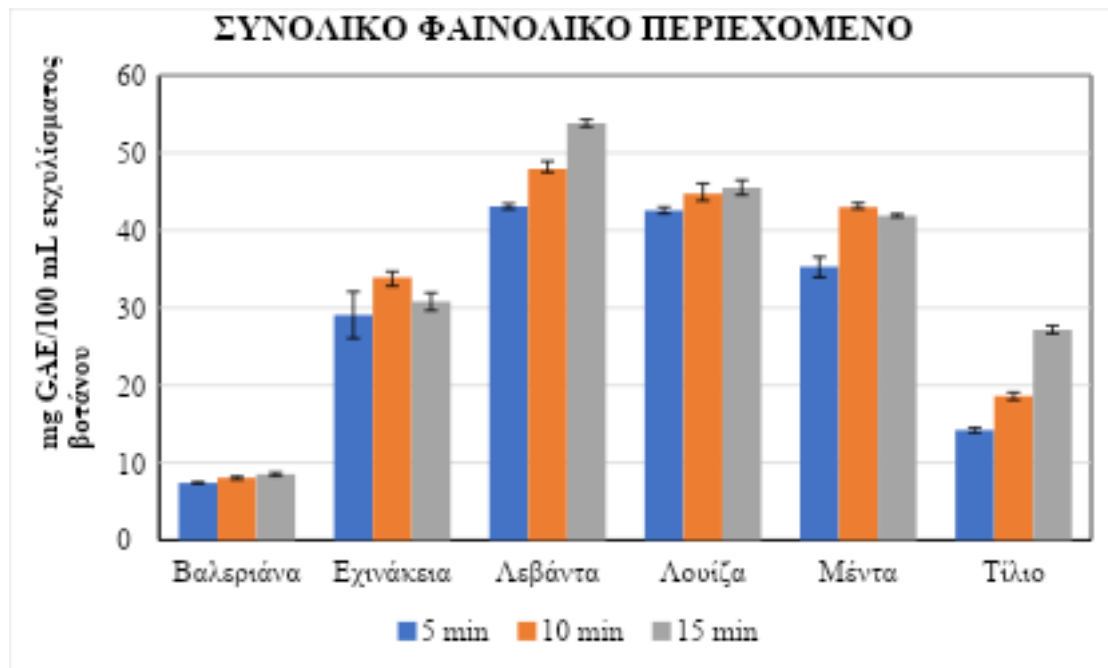
Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές στο ολικό φαινολικό περιεχόμενο μεταξύ των διαφόρων βοτάνων, όμως η περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά δεν μεταβλήθηκε ιδιαίτερα μεταξύ του ίδιου βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης, εκτός από την περίπτωση του τίλιου στα 15 min εκχύλισης το περιεχόμενο φαινολικών σχεδόν διπλασιάστηκε σε σύγκριση με τα 5 min εκχύλισης. Επίσης, σε κάποια βότανα τα περισσότερα φαινολικά συστατικά εμφανίζονται στα 10 min ενώ σε κάποια άλλα σε 15 min (βέλτιστος χρόνος για την εκχύλιση φαινολικών συστατικών). Ως γενική εικόνα, τα ροφήματα κατά σειρά αυξανόμενων φαινολικών συστατικών είναι:

*βαλεριάνα < τίλιο < εχινάκεια < μέντα < λουίζα < λεβάντα*

Πιο σημαντικός, είναι ο βέλτιστος χρόνος εκχύλισης για κάθε αποξηραμένο βότανο, δηλαδή ο χρόνος στον οποίο εκχυλίζονται τα περισσότερα φαινολικά συστατικά. Αυτός ο χρόνος διαφέρει από βότανο σε βότανο και συγκεκριμένα είναι:

- Για τη βαλεριάνα ο βέλτιστος χρόνος είναι τα 15 min.
- Για την εχινάκεια ο βέλτιστος χρόνος είναι τα 10 min.
- Για τη λεβάντα ο βέλτιστος χρόνος είναι τα 15 min.
- Για τη λουίζα ο βέλτιστος χρόνος είναι τα 15 min.
- Για τη μέντα ο βέλτιστος χρόνος είναι τα 10 min.
- Για το τίλιο ο βέλτιστος χρόνος είναι τα 15 min.

Στο Σχήμα IV.1. απεικονίζονται οι διαφορές του φαινολικού περιεχομένου μεταξύ των διαφόρων βοτάνων στους αντίστοιχους χρόνους εκχύλισης.



**Σχήμα IV.1:** Συνολικό φαινολικό περιεχόμενο σε mg GAE/100 mL εκχυλίσματος βοτάνου για κάθε βότανο και κάθε χρόνο εκχύλισης του.

Η περιεκτικότητα σε φαινολικά ενός ροφήματος βοτάνου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι ο χρόνος εκχύλισης, όπως ήδη αναφέρθηκε, τη θερμοκρασία του νερού (στη συγκεκριμένη μελέτη ήταν ίδια για όλα τα βότανα), από το έδαφος στο οποίο καλλιεργείται το φυτό (pH, θερμοκρασία, υψόμετρο, υγρασία), από το πώς αποξηραίνεται και αποθηκεύεται το φυτό μέχρι την ανάλυση ή τη χρήση του, καθώς και από το αν το δείγμα αποτελείται από αποξηραμένα φύλλα ή κοτσάνια. Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως το κάθε βότανο έχει το δικό του γενετικό υλικό άρα και καθορισμένο προφίλ φαινολικών γεγονός το οποίο επηρεάζει την ποσότητά τους στο εκχύλισμα. Ακόμη και οι διαφορετικές ποικιλίες μεταξύ του ίδιου φυτού έχουν διαφορετικές ποσότητες φαινολικών συστατικών (Xu & Wang, 2025).

Τέλος, πολλές φορές όπως είναι φυσιολογικό, τα φυτά προσβάλλονται από μύκητες και βακτήρια και ως αμυντικό μηχανισμό για την αντιμετώπισή τους παράγουν φαινολικές ενώσεις. Επομένως, υπάρχει εξάρτηση και από την κατάσταση και την υγεία του εκάστοτε φυτού συλλέγεται (Pratyusha, 2022).

Για λόγους σύγκρισης με τη βιβλιογραφία οι ανωτέρω τιμές εκφράστηκαν και ως mg GAE/g βοτάνου και δίνονται στον Πίνακα IV.2.

**Πίνακας IV.2:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του ολικού φαινολικού περιεχομένου, εκφρασμένο σε mg γαλλικού οξέος ανά g βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Δείγμα	mg GAE/g βοτάνου
Βαλεριάνα 5min	3,62±0,10 <sup>a</sup>
Βαλεριάνα 10min	4,03±0,17 <sup>b</sup>
Βαλεριάνα 15min	4,26±0,24 <sup>c</sup>
Εχινάκεια 5min	14,53±3,01 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 10min	16,98±0,73 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 15min	15,39±1,14 <sup>a</sup>
Λεβάντα 5min	21,55±0,35 <sup>a</sup>
Λεβάντα 10min	23,98±0,96 <sup>b</sup>
Λεβάντα 15min	26,92±0,47 <sup>c</sup>
Λουίζα 5min	21,29±0,41 <sup>a</sup>
Λουίζα 10min	22,38±1,28 <sup>a</sup>
Λουίζα 15min	22,76±0,95 <sup>a</sup>
Μέντα 5min	17,63±1,31 <sup>a</sup>
Μέντα 10min	21,49±0,56 <sup>c</sup>
Μέντα 15min	20,95±0,20 <sup>b</sup>
Τίλιο 5min	7,10±0,32 <sup>a</sup>
Τίλιο 10min	9,30±0,46 <sup>b</sup>
Τίλιο 15min	13,59±0,51 <sup>c</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες για το ίδιο βότανο αλλά με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0,05$ ).

Βιβλιογραφικά οι περισσότερες μελέτες συγκλίνουν με τα συγκεκριμένα πειραματικά δεδομένα. Έρευνες έχουν δείξει ότι καθώς αυξάνεται ο χρόνος βρασίματος των φύλλων ενός αποξηραμένου βοτάνου, τόσο αυξάνεται, συνήθως, και η ποσότητα των

φαινολικών συστατικών του, όπως γίνεται και με την πλειοψηφία των βοτάνων που μελετήθηκαν. Ωστόσο η αύξηση αυτή δεν είναι γραμμική, διότι από τα 10 έως τα 15 λεπτά πιθανόν να έχει κορεστεί η εκχύλιση οπότε μειώνεται και ο ρυθμός αύξησης του περιεχομένου (Vuong et al., 2022).

Οι Wu et.al. (2023), μελέτησαν τα συστατικά που περιέχονται στη βαλεριάνα ανάλογα με τον διαλύτη που χρησιμοποιήθηκε για την εκχύλιση και βρέθηκε ότι για βρασμό 10 min με νερό, η ποσότητα σε mg GAE/1g αποξηραμένου βοτάνου ήταν ~3,6-4,5 mg. Οι Odyntsova et.al. (2022) έκαναν μια εκτενή μελέτη πάνω στο φυτό βαλεριάνας και ανακάλυψαν πως η εμπορική ρίζα της βαλεριάνας κατά την εκχύλιση των 10 min περιέχει περίπου 4,0-4,2 mg GAE/1 g. Σε κάθε περίπτωση, η τιμή παραμένει κάτω από 5 mg γεγονός το οποίο είναι φυσιολογικό για το συγκεκριμένο φυτό το οποίο έχει μικρή ποσότητα φαινολικών όταν εκχυλίζεται υδατικά. Με οργανικό διαλύτη, πιθανώς να αυξανόταν η ποσότητα.

Η εχινάκεια, είναι ένα βότανο το οποίο δεν έχει μελετηθεί ακόμη αρκετά και δεν υπάρχουν σημαντικά δεδομένα για τα φαινολικά συστατικά της. Τα κύρια φαινολικά συστατικά της είναι το κιχορικό οξύ, το χλωρογενικό, η κιναρίνη και άλλα και σε σύγκριση με άλλα βότανα, φαίνεται πως η ποσότητα φαινολικών συστατικών κυρίως στη ρίζα της εχινάκεια κυμαίνεται από 15-23 mg/g (Brown et al., 2011).

Όσον αφορά τη λεβάντα, οι Sasmaz et.al., (2020), μελέτησαν κάποιες φυσικοχημικές ιδιότητές της καθώς και την επίδραση του χρόνου εκχύλισης του βοτάνου στο φαινολικό προφίλ του. Η λεβάντα απαρτίζεται από πάρα πολλές φαινολικές ενώσεις και βρέθηκε ότι σε χρόνο εκχύλισης περίπου 10 min το φαινολικό περιεχόμενο προσδιορίστηκε έως και 200 mg GAE/g αποτέλεσμα το οποίο απέχει αρκετά από αυτό που βρέθηκε στην παρούσα μελέτη, ωστόσο οι συνθήκες καθώς και η μέθοδος μέτρησης ήταν διαφορετικές. Βέβαια, σε σχέση με τα υπόλοιπα βότανα, βιβλιογραφικά έχει τα περισσότερα φαινολικά όπως και βρέθηκε κατά τη διάρκεια των πειραμάτων.

Οι Barreto Peixoto et al., (2023) πραγματοποίησαν παρόμοια έρευνα για τη λουίζα, στην οποία βρέθηκε πως η ποσότητα των φαινολικών συστατικών της κυμαίνεται από 40-80mg GAE/g που δεν συμφωνεί με τα παρόντα αποτελέσματα.

Η μέντα περιέχει περίπου 15-20mg φαινολικών συστατικών στο 1g σύμφωνα με μελέτη των Wojdyło et al. (2007) και τέλος το τίλιο, το οποίο μελετήθηκε από τους Cittan et al. (2018), βρέθηκε ότι σε υδατικό εκχύλισμα δεν ξεπερνάει την ποσότητα

των 15 mg GAE/g φαινολικών συστατικών η οποία τιμή συμφωνεί με τα πειραματικά δεδομένα της παρούσας μελέτης.

Συνολικά, τα βιβλιογραφικά δεδομένα συνάδουν κατά πλειοψηφία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, κυρίως στο ποιο βότανο είναι πιο πλούσιο σε φαινολικά σε σύγκριση με τα υπόλοιπα. Οι διαφορές μπορεί να οφείλονται σε πολλούς παράγοντες, όπως ήδη αναφέρθηκε, αλλά και στο γεγονός ότι τα αποξηραμένα βότανα ίσως δεν αποθηκεύτηκαν σωστά και έχασαν κάποια από τα πολύτιμα συστατικά τους.

#### **IV.2 ANTIΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ DPPH**

Στον πίνακα IV.2 δίνονται η μέση τιμή και τυπική απόκλιση της αντιοξειδωτικής δράσης εκφρασμένη σε mg Trolox/100 mL εκχυλίσματος συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των εκχυλισμάτων βοτάνων είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης για τα όλα τα μελετούμενα βότανα.

Τη μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα εκφρασμένη σε ισοδύναμα Trolox/100 mL εκχυλίσματος σε όλους τους χρόνους εκχύλισης είχε η βαλεριάνα ( $3,74 \pm 1,47 - 11,94 \pm 0,86$  mg Trolox/100 mL), ακολούθησαν κατά αυξανόμενη σειρά αντιοξειδωτικής δράσης το τίλιο ( $13,46 \pm 0,09 - 32,94 \pm 0,12$  mg Trolox/100 mL), η εχινάκεια ( $28,78 \pm 0,00 - 35,64 \pm 0,35$  mg Trolox/100 mL), η λεβάντα ( $39,85 \pm 0,11 - 69,43 \pm 0,14$  mg Trolox/100 mL) ενώ τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα εμφάνισε το εκχύλισμα λουίζας ( $54,01 \pm 0,35 - 77,16 \pm 0,77$  mg Trolox/100 mL). Το εκχύλισμα της μέντας συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης δεν έδωσε μεγάλες διαφορές ( $54,31 \pm 0,25 - 59,55 \pm 0,33$  mg Trolox/100 mL).

**Πίνακας IV.3:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της αντιοξειδωτικής δράσης εκφρασμένη σε mg Trolox/100 mL εκχυλίσματος συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Δείγμα	mg Trolox/100 mL εκχυλίσματος βοτάνου
Βαλεριάνα 5min	3,74±1,47 <sup>a</sup>
Βαλεριάνα 10min	7,59±0,71 <sup>b</sup>
Βαλεριάνα 15min	11,94±0,86 <sup>c</sup>
Εχινάκεια 5min	28,78±0,00 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 10min	33,33±0,28 <sup>b</sup>
Εχινάκεια 15min	35,64±0,35 <sup>c</sup>
Λεβάντα 5min	39,85±0,11 <sup>a</sup>
Λεβάντα 10min	55,90±0,25 <sup>b</sup>
Λεβάντα 15min	69,43±0,14 <sup>c</sup>
Λουίζα 5min	54,01±0,23 <sup>a</sup>
Λουίζα 10min	63,94±0,53 <sup>b</sup>
Λουίζα 15min	77,16±0,77 <sup>c</sup>
Μέντα 5min	59,05±0,01 <sup>b</sup>
Μέντα 10min	54,31±0,25 <sup>a</sup>
Μέντα 15min	59,55±0,33 <sup>c</sup>
Τήλιο 5min	13,46±0,09 <sup>a</sup>
Τήλιο 10min	23,90±0,13 <sup>b</sup>
Τήλιο 15min	32,94±0,12 <sup>c</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες για το ίδιο βότανο αλλά με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0,05$ ).

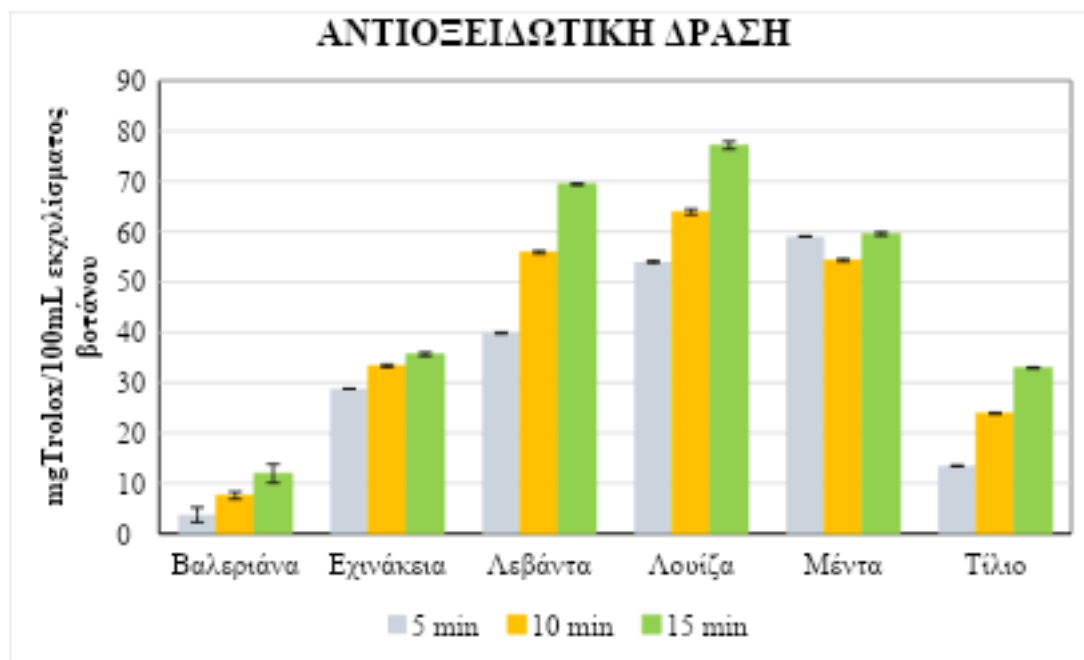
Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές στην αντιοξειδωτική ικανότητα μεταξύ των διαφόρων βοτάνων. Με αύξηση του χρόνου εκχύλισης η αντιοξειδωτική ικανότητα αυξήθηκε σχεδόν για όλα τα βότανα, εκτός από τη μέντα. Και πάλι στο

εκχύλισμα τίλιου στα 15 min εκχύλισης η αντιοξειδωτική ικανότητα διπλασιάστηκε σε σύγκριση με τα 5 min εκχύλισης. Η καλύτερη αντιοξειδωτική δράση φάνηκε κατά τα 15min εκχύλισης για όλα τα βότανα (βέλτιστος χρόνος εκχύλισης των συστατικών που συμβάλλουν στις αντιοξειδωτικές ιδιότητες).

Γενικά, τις υψηλότερες τιμές έδωσαν τα εκχυλίσματα των βοτάνων λουίζα, λεβάντα και μέντα και σχεδόν τις μισές τιμές και λιγότερο τα υπόλοιπα 3 (εχινάκεια, τίλιο και βαλεριάνα) μετά από 15 min εκχύλισης.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η μέντα στα 5 min εκχύλισης εμφανίζει καλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα από ότι στα 10 min, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με όλα τα υπόλοιπα βότανα των οποίων η τιμή αυτή αυξάνεται όσο αυξάνεται και ο χρόνος εκχύλισης, και επομένως περισσότερες αντιοξειδωτικές ενώσεις εκχυλίζονται. Αυτό ωστόσο μπορεί να οφείλεται και σε πειραματικό σφάλμα ή μη σωστή καταγραφή των αποτελεσμάτων.

Στο Σχήμα IV.2. απεικονίζονται οι τιμές στην αντιοξειδωτική ικανότητα μεταξύ των εκχυλισμάτων διαφόρων βοτάνων στους αντίστοιχους χρόνους εκχύλισης, όπου φαίνονται οι διαφορές μεταξύ των βοτάνων και του χρόνου εκχύλισης για κάθε βότανο.



**Σχήμα IV.2:** Αντιοξειδωτική δράση με βάση τη δέσμευση ρίζας DPPH εκφρασμένη σε Trolox/100 mL εκχυλίσματος βοτάνου για κάθε χρόνο εκχύλισης του.

Γενικά, η αντιοξειδωτική δράση ενός ροφήματος βοτάνου εξαρτάται από πολλούς

παράγοντες οι οποίοι έχουν επίδραση τόσο στη συγκέντρωση όσο και στην αποτελεσματική δράση των αντιοξειδωτικών ενώσεων που περιέχονται σε αυτά.

Πρώτος και κύριος παράγοντας είναι το είδος του βοτάνου το οποίο μελετάται. Το κάθε βότανο, έχει διαφορετικά είδη αντιοξειδωτικών ενώσεων (πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, βιταμίνες). Για παράδειγμα, οι αντιοξειδωτικές ενώσεις που περιέχονται στη μέντα είναι το χλωρογενικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, η μενθόλη, η μενθόνη ενώ στη λεβάντα, οι ενώσεις διαφέρουν και είναι η λιναλοόλη, το ροσμαρινικό οξύ, ο οξικός λιναλυλεστέρας κ.α. (Rajesh et al., 2015).

Επιπλέον, παίζει σημαντικό ρόλο ο τρόπος με τον οποίο εκχυλίζεται ένα βότανο. Ανάλογα με τον χρόνο και τη θερμοκρασία του διαλύτη, κάποιες αντιοξειδωτικές ενώσεις αποικοδομούνται ενώ άλλες ενισχύονται και αυξάνονται (Mundy et al., 2000).

Επιπλέον, ο διαλύτης εκχύλισης δεν είναι μόνο το νερό. Ενδέχεται να υπάρχουν κάποιες αντιοξειδωτικές ενώσεις οι οποίες να εκχυλίζονται πιο εύκολα με τη χρήση ενός οργανικού διαλύτη π.χ. αλκοόλη ή μίγμα νερού-αλκοόλης. Με τον οργανικό διαλύτη, είναι πιο εύκολο να εκχυλιστούν οργανικές ενώσεις (Yang et al., 2019).

Οι συνθήκες της καλλιέργειας του εκάστοτε βοτάνου, επηρεάζουν αρκετά το τελικό χημικό προφίλ του κάθε βοτάνου. Το υψόμετρο, το κλίμα, η υγρασία καθώς και ο τρόπος καλλιέργειας (συμβατική ή βιολογική) είναι μερικές από τις συνθήκες καλλιέργειας που επηρεάζουν τις αντιοξειδωτικές ενώσεις που περιέχονται σε κάθε βότανο (Li et al., 2012, Ma et al., 2024).

Η μέθοδος με την οποία γίνεται η ξήρανση των βοτάνων επηρεάζει, επίσης, τις ενεργές ενώσεις του καθώς και ο τρόπος αποθήκευσής του εφόσον ο ήλιος, η υγρασία και ο αέρας μειώνουν την αντιοξειδωτική δράση με την πάροδο του χρόνου (Dong et al., 2009).

Ακόμη, διαφορές εμφανίζονται ανάλογα και με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των αντιοξειδωτικών ενώσεων που υπάρχουν μέσα στα ροφήματα των βοτάνων (Palomero et al., 2007).

Τέλος, η φάση που βρισκόταν το φυτό κατά την οποία συλλέχθηκε είναι σημαντική αφού το βιολογικό στρες, η μόλυνση από μύκητες, βακτήρια κ.α. μειώνουν την αντιοξειδωτική του δράση (Rice-Evans et al., 1997).

Για λόγους σύγκρισης με τη βιβλιογραφία οι ανωτέρω τιμές εκφράστηκαν και ως mg Trolox/g βοτάνου και δίνονται στον Πίνακα IV.4.

**Πίνακας IV.4:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση της αντιοξειδωτικής δράσης εκφρασμένη σε mg Trolox/g βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Δείγμα	mg Trolox/g βοτάνου
Βαλεριάνα 5min	1,87±1,47 <sup>a</sup>
Βαλεριάνα 10min	3,80±0,71 <sup>a</sup>
Βαλεριάνα 15min	5,97±0,86 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 5min	14,39±0,00 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 10min	16,67±0,28 <sup>b</sup>
Εχινάκεια 15min	17,82±0,35 <sup>c</sup>
Λεβάντα 5min	19,93±0,10 <sup>a</sup>
Λεβάντα 10min	27,95±0,25 <sup>b</sup>
Λεβάντα 15min	34,72±0,14 <sup>c</sup>
Λουίζα 5min	27,00±0,23 <sup>a</sup>
Λουίζα 10min	31,97±0,53 <sup>b</sup>
Λουίζα 15min	38,58±0,77 <sup>c</sup>
Μέντα 5min	29,52±0,01 <sup>a</sup>
Μέντα 10min	27,16±0,25 <sup>b</sup>
Μέντα 15min	29,77±0,33 <sup>c</sup>
Τήλιο 5min	6,73±0,09 <sup>a</sup>
Τήλιο 10min	11,95±0,13 <sup>b</sup>
Τήλιο 15min	16,47±0,12 <sup>c</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες για το ίδιο βότανο αλλά με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0,05$ ).

Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, αποδείχθηκε πως όσο αυξάνεται ο χρόνος

εκχύλισης με σταθερή τη θερμοκρασία του διαλύτη (νερό), αυξάνεται και η αντιοξειδωτική δράση με σχέση η οποία φυσικά δεν είναι γραμμική (Rajesh et al., 2015).

Οι Stelmach et al. (2025), μελέτησαν εκτενώς την αντιοξειδωτική δράση συγκεκριμένα της λεβάντα με μίγμα διαλύτη νερού και αιθανόλης σε διάφορες συγκεντρώσεις και τα mg Trolox/g με τη μέθοδο DPPH βρέθηκαν περίπου 30-40 mg, αποτέλεσμα που συμφωνεί με τα πειραματικά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, αν και το νερό εκχυλίζει όπως ήδη αναφέρθηκε λιγότερες αντιοξειδωτικές ενώσεις. Σε μελέτες που έχουν συγκρίνει την αντιοξειδωτική ικανότητα φρέσκων και αποξηραμένων φύλλων βοτάνων, έχει παρατηρηθεί ότι οι μετρήσεις σε αποξηραμένα δείγματα συχνά παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από τα αποτελέσματα των φρέσκων φυτών. Συγκεκριμένα, κάποιες έρευνες δείχνουν ότι ενώ τα φρέσκα φύλλα μπορεί να εμφανίζουν σχετικά χαμηλή αντιοξειδωτική ικανότητα όταν μετράται ως ισοδύναμα Trolox, τα αποξηραμένα φύλλα μπορούν να δείξουν υψηλότερη δραστηριότητα σε δοκιμές, πιθανώς λόγω της απελευθέρωσης και συγκέντρωσης αντιοξειδωτικών φαινολικών κατά τη διαδικασία ξήρανσης. Η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται στη μετατροπή ή ενεργοποίηση δεσμευμένων ενώσεων και στην ενίσχυση της εκχύλισής τους κατά τη μέτρηση. Τέτοιες παρατηρήσεις έχουν αναφερθεί σε συγκριτικές μελέτες για φρέσκα και αποξηραμένα φύλλα βοτάνων όπου τα αποξηραμένα δείγματα παρουσίασαν μεγαλύτερη μετρήσιμη αντιοξειδωτική δράση σε σύγκριση με τα φρέσκα υπό τις ίδιες μεθόδους ανάλυσης (Biezanowska-Koręć & Piątkowska, 2022).

Όμως, η αντιοξειδωτική δράση των ροφημάτων βοτάνων χρήζει περισσότερης μελέτης καθώς δεν υπάρχουν επαρκή βιβλιογραφικά δεδομένα τα οποία να στηρίζουν τις πειραματικές μετρήσεις που έγιναν στην παρούσα μελέτη.

### **IV.3 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ**

Στον πίνακα IV.5 δίνονται η μέση τιμή και τυπική απόκλιση των ολικών φλαβονοειδών εκφρασμένα σε mg quercetin ανά 100 mL εκχυλίσματος βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

**Πίνακας IV.5:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των ολικών φλαβονοειδών εκφρασμένα σε mg quercetin ανά 100 mL εκχυλίσματος βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Δείγμα	mg quercetin/100 mL εκχυλίσματος βοτάνου
Βαλεριάνα 5min	158,00±0,83 <sup>a</sup>
Βαλεριάνα 10min	179,16±0,96 <sup>b</sup>
Βαλεριάνα 15min	224,27±3,11 <sup>c</sup>
Εχινάκεια 5min	818,35±0,53 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 10min	887,97±1,76 <sup>b</sup>
Εχινάκεια 15min	1083,39±0,85 <sup>c</sup>
Λεβάντα 5min	1329,74±0,05 <sup>a</sup>
Λεβάντα 10min	1528,41±0,11 <sup>b</sup>
Λεβάντα 15min	1710,87±0,19 <sup>c</sup>
Λουίζα 5min	1206,40±0,85 <sup>a</sup>
Λουίζα 10min	1539,49±0,25 <sup>b</sup>
Λουίζα 15min	1752,09±0,10 <sup>c</sup>
Μέντα 5min	1406,01±0,32 <sup>a</sup>
Μέντα 10min	1789,79±0,34 <sup>b</sup>
Μέντα 15min	1851,97±0,08 <sup>c</sup>
Τίλιο 5min	407,87±0,16 <sup>a</sup>
Τίλιο 10min	501,05±0,37 <sup>b</sup>
Τίλιο 15min	553,47±0,21 <sup>c</sup>

a, b, .... Διαφορετικοί εκθέτες για το ίδιο βότανο αλλά με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0,05$ ).

Η ολική τιμή των φλαβονοειδών που υπάρχει στα δείγματα, έχει μεγάλες διακυμάνσεις από δείγμα σε δείγμα και κυμαίνεται από (158,00±0,83 mg

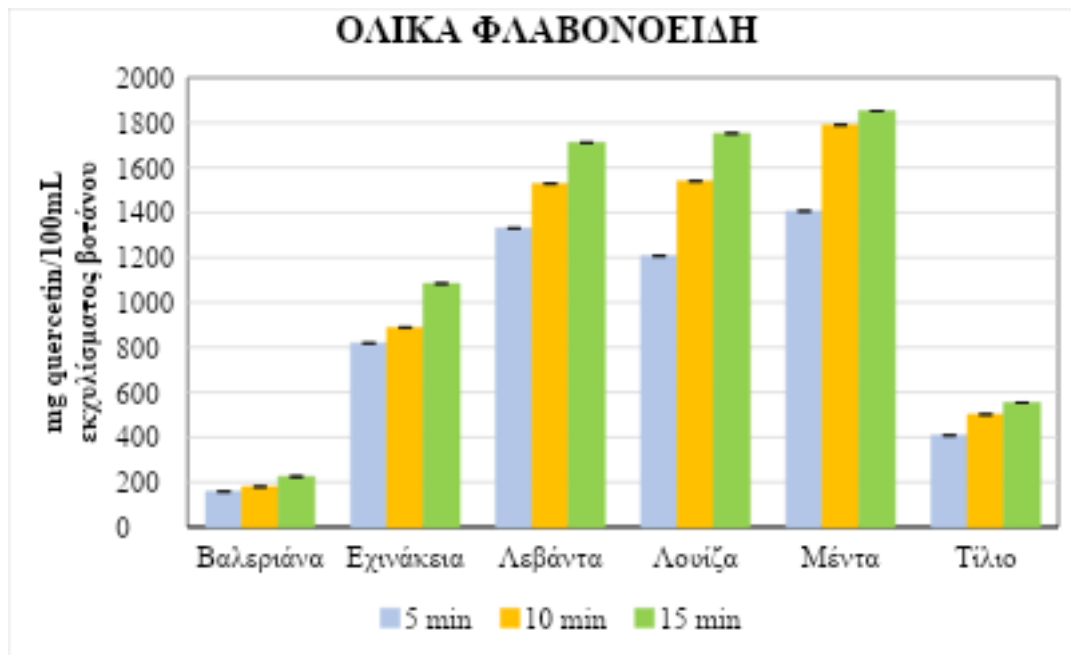
κουερσετίνης/100 mL έως 1851,97±0,08 mg κουερσετίνης/100 mL ροφήματος. Τη μικρότερη τιμή την έχει το εκχύλισμα της βαλεριάνας στα 5 min εκχύλισης ενώ τη μεγαλύτερη το εκχύλισμα της μέντας στα 15 min εκχύλισης.

Όπως φαίνεται και από τον πίνακα IV.3, ο χρόνος εκχύλισης επηρεάζει σημαντικά την ποσότητα των ολικών φλαβονοειδών που περιέχονται στο εκχύλισμα κάθε δείγματος καθώς υπάρχουν (όπως βρέθηκε από την στατιστική ανάλυση ANOVA) στατιστικά σημαντικές διαφορές για όλα τα βότανα, στους διαφορετικούς χρόνους εκχύλισής τους (τιμή  $p < 0,05$ ).

Καθώς αυξάνεται ο χρόνος εκχύλισης αυξάνεται, στατιστικά σημαντικά, το περιεχόμενο των φλαβονοειδών τους, με βέλτιστο χρόνο εκχύλισης να θεωρούνται τα 15 min για όλα τα βότανα, εφόσον, σε αυτό τον χρόνο, εμφανίζουν μέγιστη ποσότητα φλαβονοειδών από τους χρόνους που μελετήθηκαν.

Πιο συγκριμένα στο εκχύλισμα βαλεριάνας κυμάνθηκε από 158,00±0,83 mg/100 mL έως 224,27±3,11 mg/100 mL και ήταν το βότανο από το οποίο εκχυλίστηκε η μικρότερη ποσότητα φλαβονοειδών και ακολούθησαν τα εκχυλίσματα του τίλιου (407,87±0,16 – 553,47±0,21 mg/100 mL), της εχινάκειας (818,35±0,53 – 1083,39±0,85 mg/100 mL), της λεβάντας (1329,74±0,05 – 1710,87±0,19 mg/100 mL), της λουίζας (1206,40±0,85 – 1752,09±0,10 mg/100 mL) και της μέντας (1406,01±0,32 – 1851,97±0,08 mg/100 mL), στο οποίο προσδιορίστηκε η μεγαλύτερη περιεκτικότητα φλαβονοειδών ακόμη και από τα 5 min εκχύλισης.

Συμπερασματικά, ο χρόνος εκχύλισης είναι σημαντικός παράγοντας για την ποσότητα των φλαβονοειδών συστατικών στα διάφορα ροφήματα των βοτάνων. Οι διαφορές μεταξύ της λουίζας και της λεβάντας είναι σχετικά μικρές οπότε τοποθετούνται στο ίδιο επίπεδο.



**Σχήμα IV.3:** Ολικά φλαβονοειδή των ροφημάτων με τη μέθοδο TFC εκφρασμένα σε mg quercetin/100mL εκχυλίσματος βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Για λόγους σύγκρισης με βιβλιογραφικά δεδομένα τα αποτελέσματα των φλαβονοειδών εκφράστηκαν και ως mg κερκετίνης/g βοτάνου και γίνονται στην Πίνακα IV.6.

Τα φλαβονοειδή, ως μια από τις βασικότερες κατηγορίες των φαινολικών ενώσεων, είναι πολύ γνωστά για τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες και παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη υγεία, συμβάλλοντας στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος. Η ποσότητα των φλαβονοειδών, όπως η κερκετίνη, που περιέχεται στα βότανα επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες.

Αρχικά, το είδος και το υποείδος του φυτού. Υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των βοτάνων. Για παράδειγμα, τόσο πειραματικά όσο και βιβλιογραφικά, η βαλεριάνα έχει πολύ μικρή ποσότητα φλαβονοειδών σε σχέση με τη μέντα. Επίσης, διαφορετική ποικιλία μέντας μπορεί να περιέχει περισσότερα ή και λιγότερα φλαβονοειδή (Wojdylo et al., 2007).

**Πίνακας IV.6:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των ολικών φλαβονοειδών εκφρασμένα σε mg quercetin ανά g βοτάνου συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Δείγμα	mg quercetin/g βοτάνου
Βαλεριάνα 5min	79,00±0,83 <sup>a</sup>
Βαλεριάνα 10min	89,58±0,96 <sup>b</sup>
Βαλεριάνα 15min	112,14±3,11 <sup>c</sup>
Εχινάκεια 5min	409,18±0,53 <sup>a</sup>
Εχινάκεια 10min	443,99±1,76 <sup>b</sup>
Εχινάκεια 15min	541,70±0,85 <sup>c</sup>
Λεβάντα 5min	664,87±0,05 <sup>a</sup>
Λεβάντα 10min	764,20±0,11 <sup>b</sup>
Λεβάντα 15min	855,44±0,19 <sup>c</sup>
Λουίζα 5min	603,20±0,85 <sup>a</sup>
Λουίζα 10min	769,75±0,25 <sup>b</sup>
Λουίζα 15min	876,04±0,10 <sup>c</sup>
Μέντα 5min	703,00±0,32 <sup>a</sup>
Μέντα 10min	899,40±0,34 <sup>b</sup>
Μέντα 15min	925,99±0,08 <sup>c</sup>
Τήλιο 5min	203,93±0,16 <sup>a</sup>
Τήλιο 10min	250,53±0,37 <sup>b</sup>
Τήλιο 15min	276,74±0,21 <sup>c</sup>

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες για το ίδιο βότανο αλλά με διαφορετικό χρόνο εκχύλισης δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA ( $p < 0,05$ ).

Σε αυτό παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και η συγκομιδή και οι συνθήκες καλλιέργειας του κάθε φυτού. Μελέτη έδειξε ότι η συλλογή κατά τη διάρκεια ανθοφορίας απέδωσε τη μέγιστη συγκέντρωση φλαβονοειδών και συνολικών φαινολικών, σε αντίθεση με

μικρότερη ή μεταγενέστερη ηλικία των φυτών. Επιπλέον, τα φλαβονοειδή συσσωρεύονται σε συγκεκριμένες φάσεις ανάπτυξης, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια ανθοφορίας ή σε εκκολαπτόμενα φυτά όπου συνυπάρχουν άνθη και φύλλα (Makarova et al., 2021).

Το οξειδωτικό στρες, προκαλεί αύξηση της παραγωγής φλαβονοειδών στα φυτά, ως άμυνα. Έχει βρεθεί ότι αν ένα φυτό εκτεθεί σε υψηλή ηλιακή ακτινοβολία (UV), υψηλή θερμοκρασία ή και ξηρασία, αυξάνει την περιεκτικότητα του σε φλαβονοειδή συστατικά ως μηχανισμό άμυνας (Shomali et al., 2022).

Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζει και ο τύπος ξήρανσης του εκάστοτε φυτού και αν το δείγμα λήφθηκε από τα φύλλα, από τη ρίζα του κλπ. Οι Ghorbani et al. (2025), μελέτησαν την επίδραση της μεθόδου ξήρανσης στην αντιοξειδωτική ικανότητα και στο περιεχόμενο ανθοκυανινών και φλαβονοειδών σε διάφορα φυτά και βρήκαν πως η ξήρανση σε σκιά και χαμηλές θερμοκρασίες (π.χ. 40 °C) διατήρησε καλύτερα τα φλαβονοειδή παρά η ξήρανση σε υψηλές θερμοκρασίες ή με μικροκύματα.

Τέλος, η μέθοδος ανάλυσης για την εύρεση των φλαβονοειδών είναι σημαντική όπως και ο διαλύτης εκχύλισης του κάθε βοτάνου. Για παράδειγμα, για τη μέθοδο TFC είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η κερκετίνη δεν είναι ιδιαίτερα υδατοδιαλυτή, οπότε εάν χρησιμοποιηθεί κάποιος άλλος οργανικός διαλύτης ίσως να εκχυλιζόταν μεγαλύτερες ποσότητες. Γενικά στο ρόφημα του βοτάνου περνά μόνο το 5-10% της συνολικής ποσότητας κερκετίνης που περιέχεται στο ξηρό φυτό.

Όσον αφορά τον χρόνο εκχύλισης, με σταθερή θερμοκρασία και pH, η βιβλιογραφία επιβεβαιώνει τα πειραματικά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Συγκεκριμένα, η συνολική απόδοση φλαβονοειδών από φυτικό υλικό τείνει να αυξάνεται καθώς αυξάνεται ο χρόνος εκχύλισης, αφού παρατείνεται η επαφή μεταξύ διαλύτη και ιστών και ενισχύεται η διάχυση και απελευθέρωση των φλαβονοειδών στο έγχυμα. Ωστόσο, αυτή η αύξηση δεν είναι πάντα γραμμική· πολλαπλές μελέτες δείχνουν ότι μετά από κάποιο κρίσιμο χρονικό όριο η αύξηση επιβραδύνεται ή ακόμη μειώνεται λόγω πιθανής οξείδωσης ή αποσταθεροποίησης των ευαίσθητων ενώσεων (Huang et al., 2025).

Βιβλιογραφικά, έχει βρεθεί ότι η βαλεριάνα έχει πολύ μικρές ποσότητες φλαβονοειδών σε σχέση με τα υπόλοιπα βότανα. Συγκεκριμένα η ποσότητα της κυμαίνεται περίπου στα 70mg quercetin/1g. Οι Sadowska et al. (2024) μελέτησαν την περιεκτικότητα της κερκετίνης σε εκχυλίσματα μέντας/λεβάντας σε μια εκτενή έρευνα για τα οφέλη της κερκετίνης στα τρόφιμα και βρήκαν πως η ποσότητα της

κυμαίνεται από 500-900mg/g με περισσότερη να βρίσκεται στην μέντα, γεγονός που υποστηρίζει και τα παρόντα πειραματικά αποτελέσματα. Στην ίδια έρευνα, αποδείχθηκε πως η εκχύλιση των βοτάνων με οργανικούς διαλύτες π.χ. αιθανόλη ή και μίγματα αιθανόλης/νερού, αυξάνει την ποσότητα των φλαβονοειδών. Ωστόσο με οργανικό διαλύτη, δεν θα ήταν δυνατή η κατανάλωση των ροφημάτων.

Τα τιλιόφυλλα, επίσης έχουν μελετηθεί από την Kurzawa (2010), η οποία χρησιμοποίησε μηχανική εκχύλιση και βρέθηκε ότι έχουν περιέχουν 70-170 mg κερκετίνης/g. Αυτό, δεν συνάδει με τα πειραματικά αποτελέσματα αλλά, η εκχύλιση έγινε με διαφορετικό τρόπο και επίσης στην παρούσα μελέτη δεν ήταν με ακρίβεια γνωστό ποιο μέρος του φυτού χρησιμοποιήθηκε, εφόσον χρησιμοποιήθηκε εμπορικό δείγμα.

#### **IV.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΤΗΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ**

Γενικά, τα βότανα έχουν πλούσιο αρωματικό προφίλ και αυτό θεωρείται το πιο σημαντικό ποιοτικό χαρακτηριστικό τους για αυτό υπάρχει η ανάγκη ανάλυσης των πτητικών ενώσεων. Για να γίνει αυτό, αρχικά πρέπει να διαχωριστούν οι πτητικές ενώσεις τους, οι οποίες δρουν είτε ξεχωριστά είτε σε συνδυασμό με άλλες και προσδίδουν το χαρακτηριστικό άρωμα σε κάθε βότανο, αντίστοιχα. Οι ενώσεις αυτές δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις.

Τα αποξηραμένα βότανα, διατηρούν σε μέγιστο βαθμό το αρωματικό προφίλ του φρέσκου βοτάνου με σωστή συντήρηση και αποθήκευση αλλά, τα ροφήματα αυτών ανάλογα με τον χρόνο βρασμού και τον τρόπο με τον οποίο εκχυλίζονται, χάνουν κάποιες πτητικές ενώσεις (Nakra et al., 2025).

Η εκχύλιση με έγχυση, δηλαδή με απόθεση ζεστού νερού πάνω στο βότανο και αναμονή για 5-15 min με σκεπασμένο ποτήρι, είναι ιδανική για τη διατήρηση και των ευαίσθητων ενώσεων όπως τα αιθέρια έλαια των πολύ αρωματικών βοτάνων (Fotsing et al., 2022).

Η εκχύλιση κατά την οποία το βότανο βράζει μαζί με το νερό, είναι κατάλληλη κυρίως για τα βότανα που αποξηραίνονται οι ρίζες τους και μειώνει πιο πολύ το αρωματικό προφίλ καθώς καταστρέφει τις ευαίσθητες ενώσεις (Martins et al., 2015).

Τέλος, κατάλληλος χρόνος εκχύλισης θεωρούνται τα 5-15 min ενώ περισσότερος

χρόνος προκαλεί υπερεκχύλιση, και ίσως εμφανίζει πικράδα στο εκάστοτε ρόφημα και μεγάλη απώλεια πτητικών ενώσεων του (Ping et al., 2025).

Οι κύριες ομάδες που προσδίδουν άρωμα στα βότανα και τα ροφήματα αυτών κατά την ανάλυση βρέθηκαν ότι είναι οι αλκοόλες, τα οξέα, οι κετόνες, τα τερπένια/τερπενοειδή, οι υδρογονάνθρακες, οι εστέρες και οι αλδεΐδες. *\*(στα στερεά δείγματα δεν υπολογίστηκαν οι ποσότητες των ενώσεων, μελετήθηκαν για να διαπιστωθεί εάν οι πτητικές ενώσεις πέρασαν στο ρόφημα ή καταστράφηκαν από τη θερμότητα κατά την εκχύλιση).*

Στους πίνακες IV.4.1.-IV.4.6. δίνονται οι ημιποσοτικοί προσδιορισμοί (ppb) των πτητικών ενώσεων των ροφημάτων βαλεριάνας, εχινάκειας, λεβάντας, λουίζας, μέντας και τιλίου, αντίστοιχα, συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης (5min, 10min, 15min).

Παρατηρείται ότι σχεδόν σε όλα τα βότανα οι πτητικές ενώσεις που ανιχνεύονται είναι οι ίδιες. Ανάλογα με τον τύπο του βοτάνου, κάποιες από αυτές δεν περνούν από το ξηρό στο υγρό δείγμα, ή καταστρέφονται μετά από κάποιο συγκεκριμένο χρόνο εκχύλισης.

Οι αλκοόλες αποτελούν μία από τις σημαντικότερες κατηγορίες πτητικών οργανικών ενώσεων που ανιχνεύονται στα ροφήματα βοτάνων. Η παρουσία τους σχετίζεται τόσο με φυσικές και βιοχημικές διεργασίες των φυτών όσο και με μετασχηματισμούς που λαμβάνουν χώρα κατά την επεξεργασία και εκχύλιση των φυτικών υλικών. Οι ενώσεις αυτές συμβάλλουν ουσιαστικά στο αρωματικό προφίλ των ροφημάτων και επηρεάζουν την αντιληπτή οσμή μέσω πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων με άλλες πτητικές ενώσεις. Καταρχάς, οι αλκοόλες εμφανίζονται στα φυτικά υλικά ως προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών. Πολλά φυτά συνθέτουν πτητικές αλκοόλες μέσω μεταβολικών οδών που σχετίζονται με τα λιπαρά οξέα, τα αμινοξέα ή τα τερπένια. Οι ενώσεις αυτές συμμετέχουν σε φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού, όπως η άμυνα έναντι μικροοργανισμών και εντόμων ή η επικοινωνία με το περιβάλλον μέσω σχηματισμού ενώσεων αρώματος (Pinto et al., 2021).

**Πίνακας IV.4.1:** Ημιοσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων των ροφημάτων βαλεριάνας (μg/L) συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Πτητικές Ενώσεις	Εκχύλιση 5min	Εκχύλιση 10 min	Εκχύλιση 15 min	Άρωμα
<b>Αλκοόλες</b>				
Αιθανόλη	16,33±0,01 <sup>a</sup>	20,56±1,96 <sup>b</sup>	16,67±0,53 <sup>a</sup>	Ευχάριστη οσμή
<b>Κετόνες</b>				
2- Προπανόνη	23,50±1,27 <sup>a</sup>	18,59±0,98 <sup>b</sup>	14,94±1,19 <sup>c</sup>	Φρουτώδης οσμή
<b>Αλδεΐδες</b>				
2-μεθυλ-βουτανάλη	10,27±1,24 <sup>a</sup>	9,12±1,26 <sup>b</sup>	9,13±1,52 <sup>b</sup>	Μη επιθυμητή οσμή
<b>Εστέρες</b>				
3-μεθυλ, μεθυλεστέρας του βουτανικού οξέος	3,65±0,90 <sup>a</sup>	3,43±0,79 <sup>a</sup>	3,42±0,99 <sup>a</sup>	Φρουτώδης οσμή
<b>Τερπένια – Τερπενοειδή</b>				
Λιναλοόλη L	0,66±0,00 <sup>a</sup>	1,74±0,08 <sup>b</sup>	2,03±0,16 <sup>c</sup>	Λουλουδάτη πικάντικη και ξυλώδης οσμή
Οξείδιο της λιναλοόλης	1,71±0,03 <sup>a</sup>	1,68±0,01 <sup>a</sup>	1,72±0,02 <sup>a</sup>	Λουλουδάτη οσμή
Μενθόλη	36,86±1,14 <sup>a</sup>	37,13±1,25 <sup>a</sup>	37,08±1,32 <sup>a</sup>	Φρέσκια οσμή μέντας
(+)-Σπαθουλενόλη	32,65±0,97 <sup>a</sup>	39,88±1,99 <sup>b</sup>	39,75±1,93 <sup>b</sup>	Γήινη οσμή
Λεντόλη	5,90±0,56	-	-	Οσμή καμφοράς
Αγαροσπιρόλη	4,36±0,09	-	-	Πιπεράτη οσμή
Μυρτενόλη	26,33±1,13 <sup>a</sup>	45,91±1,09 <sup>b</sup>	26,35±0,98 <sup>a</sup>	Ξυλώδης βοτανική οσμή
Θυμόλη	15,40±1,09 <sup>a</sup>	7,37±0,09 <sup>b</sup>	5,64±0,10 <sup>c</sup>	Οσμή σαν θυμάρι
Οξείδιο του καρνοφυλλενίου	7,63±0,81 <sup>b</sup>	3,65±0,12 <sup>a</sup>	-	Ξυλώδης οσμή
Cis-σαμπινένιο ένυδρο	-	4,42±0,71 <sup>a</sup>	4,85±0,99 <sup>a</sup>	Μέντα - Ευκάλυπτος
dL-Λεμονένιο	1,74±0,01 <sup>a</sup>	1,70±0,01 <sup>a</sup>	1,71±0,01 <sup>a</sup>	Λεμόνι
Πουλεγκόνη	4,00±0,03 <sup>a</sup>	3,98±0,05 <sup>a</sup>	4,00±0,10 <sup>a</sup>	Οσμή μεταξύ καμφοράς και μέντας
Οξικός βορνυλεστέρας	-	-	2,77±0,00	Οσμή σαν πεύκο
Βαλερενάλη	0,21±0,00 <sup>a</sup>	0,23±0,00 <sup>a</sup>	0,24±0,00 <sup>a</sup>	Ξυλώδης οσμή
<b>Υποσύνολο</b>	<b>128,11±0,77</b>	<b>138,16±0,85</b>	<b>111,09±0,96</b>	
<b>Υδρογονάνθρακες</b>				
1,2-διμεθυλβενζόλιο	4,90±0,15	-	-	Γλυκιά οσμή
Δεκάνιο	3,83±0,09 <sup>a</sup>	5,01±0,18 <sup>b</sup>	7,16±0,20 <sup>c</sup>	Βενζίνη
Δεκατετράνιο	5,22±0,54 <sup>a</sup>	5,27±0,56 <sup>a</sup>	5,25±0,55 <sup>a</sup>	Βενζίνη
Χλωροφόρμιο	-	1,61±0,06 <sup>a</sup>	1,65±0,07 <sup>a</sup>	Σαν αιθέρας
Ξυλόλιο	4,85±0,23 <sup>a</sup>	5,61±1,27 <sup>b</sup>	6,27±1,09 <sup>c</sup>	Γλυκιά οσμή
<b>Υποσύνολο</b>	<b>18,80±0,13</b>	<b>17,5±0,65</b>	<b>20,33±0,51</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>203,66±0,96</b>	<b>207,36±1,28</b>	<b>175,58±1,11</b>	

<sup>a, b, c</sup> ... Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA (p<0,05).

**Πίνακας IV.4.2:** Ημιποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων των ροφημάτων βαλεριάνας (μg/L) συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Πτητικές Ενώσεις	Εκχύλιση 5 min	Εκχύλιση 10min	Εκχύλιση 15min	Άρωμα
<b>Αλκοόλες</b>				
3-εξεν-1-ολη	21,29±0,91 <sup>a</sup>	21,34±0,89 <sup>a</sup>	21,31±0,93 <sup>a</sup>	Γρασιδιού
<b>Κετόνες</b>				
2,6-διμεθυλ,4-επτα νόνη	2,27±0,32	-	-	Γλυκιάς μέντας
2-Προπανόνη	22,39±2,36 <sup>a</sup>	20,26±1,13 <sup>b</sup>	20,17±1,37 <sup>b</sup>	Φρουτώδες
<b>Υποσύνολο</b>	<b>24,66±2,38</b>	<b>20,26±1,13</b>	<b>20,18±1,37</b>	
<b>Αλδεΐδες</b>				
Εξανάλη	11,70±2,35 <sup>a</sup>	6,78±1,08 <sup>b</sup>	-	Φρουτώδες
<b>Τερπένια – Τερπενοειδή</b>				
Πουλεγκόνη	6,36±0,90 <sup>a</sup>	6,40±0,90 <sup>a</sup>	7,69±0,09 <sup>b</sup>	Μεταξύ καμφοράς και μέντας
Cis-σαμπινένιο ένυδρο	6,48±0,87 <sup>a</sup>	5,12±0,09 <sup>b</sup>	4,57±0,11 <sup>c</sup>	Μέντας, Ευκαλύπτου
Βερβένιο	1,82±0,07 <sup>a</sup>	1,88±0,08 <sup>a</sup>	3,54±0,10 <sup>b</sup>	Καμφορώδες
Λιναλοόλη L	58,72±1,79 <sup>a</sup>	61,33±2,01 <sup>a</sup>	61,33±2,01 <sup>a</sup>	Λουλουδάτο, πικάντικο και ξυλώδες
Βορνεόλη L	-	17,56±0,45 <sup>a</sup>	17,27±0,38 <sup>a</sup>	Καμφοράς
Μενθόλη	23,37±1,13 <sup>a</sup>	28,58±1,38 <sup>b</sup>	31,32±1,32 <sup>c</sup>	Φρέσκιας μέντας
Θυμόλη	5,76±0,79 <sup>a</sup>	4,94±0,61 <sup>b</sup>	4,93±0,33 <sup>b</sup>	Θυμαριού
Οξείδιο της λιναλοόλης	3,75±0,00 <sup>a</sup>	3,67±0,01 <sup>a</sup>	3,70±0,01 <sup>a</sup>	Λουλουδάτο
Οξείδιο του καρυοφυλλενίου	-	-	10,53±1,27	Ξυλώδες
Οξικός λιναλυλεστέρας	12,38±1,90	-	-	Φρουτώδες
<b>Υποσύνολο</b>	<b>121,64±1,21</b>	<b>129,48±1,02</b>	<b>144,88±0,98</b>	
<b>Υδρογονάνθρακες</b>				
Δεκάνιο	6,82±0,56 <sup>a</sup>	4,44±0,22 <sup>b</sup>	11,06±1,11 <sup>c</sup>	Βενζίνης
Δεκατετράνιο	3,59±0,01 <sup>a</sup>	3,61±0,01 <sup>a</sup>	3,64±0,10 <sup>a</sup>	Βενζίνης
Χλωροφόρμιο	1,20±0,00 <sup>a</sup>	1,18±0,01 <sup>a</sup>	-	Αιθέρα
Ξυλόλιο	2,43±0,08 <sup>a</sup>	5,68±0,08 <sup>b</sup>	7,30±0,15 <sup>c</sup>	Γλυκό
<b>Υποσύνολο</b>	<b>14,04±0,33</b>	<b>14,91±1,14</b>	<b>22,00±0,80</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>193,33±1,65</b>	<b>192,77±1,06</b>	<b>208,37±1,20</b>	

<sup>a, b, c, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA (p<0,05).

**Πίνακας IV.4.3:** Ημιποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων των ροφημάτων λεβάντας (μg/L) συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Πτητικές Ενώσεις	Εκχύλιση 5min	Εκχύλιση 10min	Εκχύλιση 15min	Άρωμα
<b>Αλκοόλες</b>				
Επτανόλη	14,77±1,27 <sup>a</sup>	24,25±1,57 <sup>b</sup>	24,28±1,45 <sup>b</sup>	Λιπαρή οσμή
1-οκτανόλη	65,74±1,20 <sup>a</sup>	79,87±1,11 <sup>b</sup>	87,26±1,07 <sup>c</sup>	Εσπεριδοειδών
<b>Υποσύνολο</b>	<b>80,17±1,75</b>	<b>104,12±1,92</b>	<b>111,54±1,80</b>	
<b>Κετόνες</b>				
2,6-διμεθυλο-επτανόνη-4	38,92±0,79 <sup>a</sup>	37,65±0,73 <sup>a</sup>	38,27±0,67 <sup>a</sup>	Γλυκιάς μέντας
3-Οκτανόνη	20,95±1,18 <sup>a</sup>	32,26±1,65 <sup>b</sup>	39,99±1,11 <sup>c</sup>	Φρουτώδες
<b>Υποσύνολο</b>	<b>59,87±1,42</b>	<b>69,91±1,80</b>	<b>78,26±1,30</b>	
<b>Εστέρες</b>				
Οξικός εξυλεστέρας	6,39±0,76 <sup>a</sup>	6,27±0,66 <sup>a</sup>	6,35±0,32 <sup>a</sup>	Φρουτώδες
<b>Τερπένια – Τερπενοειδή</b>				
Λιναλοόλη L	37,05±0,09 <sup>a</sup>	37,99±0,08 <sup>a</sup>	37,27±0,08 <sup>a</sup>	Λουλουδάτο, πικάντικο και ξυλώδες
Βορνεόλη L	55,67±2,29 <sup>a</sup>	67,89±2,38 <sup>b</sup>	55,34±2,29 <sup>a</sup>	Καμφοράς
α-Τερπινεόλη	45,46±1,12 <sup>a</sup>	20,93±1,77 <sup>b</sup>	-	Λουλουδάτο
Μυρτενόλη	111,88±2,29 <sup>a</sup>	99,87±2,99 <sup>b</sup>	91,11±1,78 <sup>c</sup>	Βοτανώδες
Λαβανδουλόλη	207,01±3,45 <sup>a</sup>	207,14±3,57 <sup>a</sup>	207,02±4,22 <sup>a</sup>	Λεβάντας
Οξείδιο της λιναλοόλης	176,75±1,30 <sup>a</sup>	184,37±0,95 <sup>a</sup>	161,32±1,23 <sup>b</sup>	Λουλουδάτο
Οξείδιο του καρυοφυλλενίου	73,69±0,56 <sup>a</sup>	61,27±0,62 <sup>b</sup>	55,84±1,19 <sup>c</sup>	Ξυλώδες
Cis-σαμπινένιο ένυδρο	6,01±0,07 <sup>a</sup>	9,52±0,05 <sup>b</sup>	13,33±1,00 <sup>c</sup>	Μέντας, Ευκαλύπτου
γ-Τερπινένιο	2,56±0,01 <sup>a</sup>	2,27±0,01 <sup>a</sup>	2,44±0,01 <sup>a</sup>	Ποώδες
dL-Λεμονένιο	-	-	1,09±0,00	Λεμονιού
Οξικός λιναλυλεστέρας	-	1,98±0,78 <sup>a</sup>	3,46±0,39 <sup>b</sup>	Φρουτώδες
<b>Υποσύνολο</b>	<b>716,08±1,79</b>	<b>693,23±1,90</b>	<b>628,22±1,95</b>	
<b>Υδρογονάνθρακες</b>				
Δεκάνιο	35,16±2,00 <sup>a</sup>	21,17±1,18 <sup>b</sup>	16,33±0,57 <sup>c</sup>	Βενζίνης
Δεκατετράνιο	115,41±1,17 <sup>a</sup>	114,98±2,00 <sup>a</sup>	115,21±1,94 <sup>a</sup>	Βενζίνης
Αιθυλβενζόλιο	33,44±0,03 <sup>a</sup>	32,99±0,99 <sup>a</sup>	33,17±0,78 <sup>a</sup>	Βενζίνης
Τολουόλιο	13,43±0,02 <sup>a</sup>	6,55±0,03 <sup>b</sup>	2,23±0,01 <sup>c</sup>	Γλυκιά οσμή
Ξυλόλιο	66,36±1,35 <sup>a</sup>	67,11±1,12 <sup>a</sup>	78,99±1,68 <sup>b</sup>	Γλυκό
<b>Υποσύνολο</b>	<b>263,80±1,34</b>	<b>242,80±1,38</b>	<b>245,93±1,37</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>1126,31±1,63</b>	<b>1116,33±1,79</b>	<b>1070,30±1,64</b>	

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA (p<0,05).

**Πίνακας IV.4.4:** Ημιοσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων των ροφημάτων λουίζας (μg/L) συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Πτητικές Ενώσεις	Εκχύλιση 5min	Εκχύλιση 10min	Εκχύλιση 15min	Άρωμα
<b>Αλκοόλες</b>				
1-οκτεν-3-ολη	17,22±1,01 <sup>a</sup>	46,90±2,91 <sup>b</sup>	36,13±1,23 <sup>c</sup>	Τριαντάφυλλου και λεβάντας
3-οκτανόλη	9,86±0,79 <sup>a</sup>	18,71±0,55 <sup>b</sup>	18,61±0,91 <sup>b</sup>	Λιπαρό
<b>Υποσύνολο</b>	<b>27,08±1,28</b>	<b>65,61±2,96</b>	<b>54,71±1,53</b>	
<b>Κετόνες</b>				
6-μεθυλ-5-επτεν-2-ονη	-	-	3,37±0,09	Εσπεριδοειδών
6-μεθυλ-3,5-επταδιεν-2-ονη	9,16±0,03 <sup>a</sup>	9,27±0,10 <sup>a</sup>	9,20±0,05 <sup>a</sup>	Κανέλας
<b>Υποσύνολο</b>	<b>9,16±0,03</b>	<b>9,27±0,10</b>	<b>12,57±1,03</b>	
<b>Αλδεΐδες</b>				
2-Εξενάλη	14,23±0,89 <sup>a</sup>	22,29±1,00 <sup>b</sup>	38,76±0,01 <sup>c</sup>	Φρουτώδες
<b>Εστέρες</b>				
Μεθυλεστέρας του εξανικού οξέος	1,97±0,00 <sup>a</sup>	0,78±0,00 <sup>b</sup>	-	Ανανά
<b>Τερπένια – Τερπενοειδή</b>				
Λιναλοόλη L	73,89±1,00 <sup>a</sup>	74,87±1,26 <sup>a</sup>	74,35±1,19 <sup>a</sup>	Λουλουδάτο, πικάντικο και ξυλώδες
α-Τερπινεόλη	14,89±1,27 <sup>a</sup>	14,87±1,00 <sup>a</sup>	29,90±2,30 <sup>b</sup>	Λουλουδάτο
Γερανιόλη	62,90±1,87 <sup>a</sup>	85,50±0,44 <sup>b</sup>	109,29±1,77 <sup>c</sup>	Τριαντάφυλλου
(+)-Σπαθουλενόλη	10,37±0,56 <sup>a</sup>	10,21±0,17 <sup>a</sup>	9,99±0,27 <sup>a</sup>	Γήινο
Οξείδιο του καρνοφυλλενίου	13,58±0,13 <sup>a</sup>	14,11±0,97 <sup>a</sup>	7,13±0,61 <sup>b</sup>	Ξυλώδες
Cis-σαμπινένιο ένυδρο	36,68±1,19 <sup>a</sup>	51,16±1,16 <sup>b</sup>	70,12±2,28 <sup>c</sup>	Μέντας, Ευκαλύπτου
γ-Τερπινένιο	24,80±0,09 <sup>a</sup>	22,22±0,97 <sup>a</sup>	23,99±0,66 <sup>a</sup>	Ποάδες
dL-Λεμονένιο	82,09±1,83 <sup>a</sup>	91,64±1,17 <sup>b</sup>	111,27±2,21 <sup>c</sup>	Λεμονιού
<b>Υποσύνολο</b>	<b>319,20±1,27</b>	<b>364,58±1,03</b>	<b>436,04±1,72</b>	
<b>Υδρογονάνθρακες</b>				
Βενζόλιο, 1-μεθυλ-4-(1-μεθυλαιθενυλ)	26,44±0,98 <sup>a</sup>	33,37±0,95 <sup>b</sup>	65,57±0,07 <sup>c</sup>	Λεμονιού
Δεκάνιο	47,91±1,22 <sup>a</sup>	47,75±1,00 <sup>a</sup>	48,99±0,88 <sup>a</sup>	Βενζίνης
Δεκατετράνιο	13,34±0,33 <sup>a</sup>	8,22±0,42 <sup>b</sup>	2,34±0,03 <sup>c</sup>	Βενζίνης
Τολουόλιο	6,37±0,68 <sup>a</sup>	6,66±0,05 <sup>a</sup>	7,00±0,11 <sup>a</sup>	Γλυκό
Ξυλόλιο	25,57±1,00 <sup>a</sup>	26,01±0,76 <sup>a</sup>	35,22±0,88 <sup>b</sup>	Γλυκό
<b>Υποσύνολο</b>	<b>119,23±1,00</b>	<b>122,01±0,82</b>	<b>159,12±0,63</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>490,87±1,00</b>	<b>584,54±1,52</b>	<b>701,20±1,16</b>	

<sup>a, b, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA (p<0,05).

**Πίνακας IV.4.5:** Ημιποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων των ροφημάτων μέντας (μg/L) συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Πτητικές Ενώσεις	Εκχύλιση 5min	Εκχύλιση 10min	Εκχύλιση 15min	Αρωμα
<b>Αλκοόλες</b>				
3-οκτανόλη	93,74±1,98 <sup>a</sup>	110,32±2,89 <sup>b</sup>	157,99±0,99 <sup>c</sup>	Ποώδες
<b>Κετόνες</b>				
2,6-διμεθυλο, επτανόνη-4	17,93±0,08 <sup>a</sup>	17,89±0,11 <sup>a</sup>	18,00±0,21 <sup>a</sup>	Μέντας
<b>Εστέρες</b>				
2-μεθυλ, αιθυλεστέρας του βουτανικού οξέος	41,43±1,17 <sup>a</sup>	33,33±0,91 <sup>b</sup>	21,12±0,09 <sup>c</sup>	Φρουτώδες
3-μεθυλ, αιθυλεστέρας του βουτανικού οξέος	23,42±0,89 <sup>a</sup>	23,88±0,89 <sup>a</sup>	24,10±0,75 <sup>a</sup>	Μήλου
<b>Υποσύνολο</b>	<b>64,85±1,47</b>	<b>57,21±1,28</b>	<b>45,22±0,76</b>	
<b>Τερπένια – Τερπενοειδή</b>				
Λιναλοόλη L	133,34±3,34 <sup>a</sup>	132,99±1,29 <sup>a</sup>	133,77±1,56 <sup>a</sup>	Λουλουδάτο, πικάντικο και ξυλώδες
Ισοπουλεγκόλη	87,49±1,90 <sup>a</sup>	99,98±0,046 <sup>b</sup>	100,02±0,93 <sup>b</sup>	Καμφοράς
Μενθόλη	197,97±2,22 <sup>a</sup>	202,32±1,89 <sup>b</sup>	229,99±2,21 <sup>c</sup>	Φρέσκιας μέντας
Θυμόλη	43,69±0,93 <sup>a</sup>	42,88±0,09 <sup>a</sup>	43,15±0,77 <sup>a</sup>	Θυμαριού
L-Μενθόνη	181,26±1,00 <sup>a</sup>	183,32±2,13 <sup>a</sup>	231,11±2,99 <sup>b</sup>	Μέντας
Cis-σαμπινένιο ένυδρο	17,23±0,01 <sup>c</sup>	10,32±0,01 <sup>a</sup>	15,99±0,80 <sup>b</sup>	Μέντας, Ευκαλύπτου
Καμφαίνιο	211,90±1,11 <sup>a</sup>	210,99±3,89 <sup>a</sup>	211,76±0,99 <sup>a</sup>	Καμφορώδες
γ-Τερπινένιο	25,84±0,76 <sup>a</sup>	26,26,0,09 <sup>a</sup>	25,81±0,12 <sup>a</sup>	Ποώδες
dL-Λεμονένιο	10,79±0,01 <sup>a</sup>	4,44±0,02 <sup>b</sup>	-	Λεμονιού
<b>Υποσύνολο</b>	<b>909,51±1,71</b>	<b>913,50±1,77</b>	<b>991,60±1,66</b>	
<b>Υδρογονάνθρακες</b>				
Δεκάνιο	77,89±0,91 <sup>a</sup>	110,32±1,81 <sup>b</sup>	153,19±0,86 <sup>c</sup>	Βενζίνης
Δεκατετράνιο	47,39±0,32 <sup>a</sup>	48,00±1,19 <sup>a</sup>	48,22±1,00 <sup>a</sup>	Βενζίνης
Αιθυλβενζόλιο	25,99±0,88 <sup>a</sup>	19,88±0,08 <sup>b</sup>	19,76±0,99 <sup>b</sup>	Γλυκό σαν βενζίνη
Τολουόλιο	12,77±0,78 <sup>a</sup>	11,99±0,00 <sup>a</sup>	12,04±0,04 <sup>a</sup>	Γλυκό
Ξυλόλιο	52,76±0,13 <sup>a</sup>	52,32±1,12 <sup>a</sup>	51,98±1,13 <sup>a</sup>	Γλυκό
<b>Υποσύνολο</b>	<b>216,80±0,76</b>	<b>242,51±1,22</b>	<b>285,19±1,00</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>1302,83±1,55</b>	<b>1341,43±1,91</b>	<b>1498,00±1,16</b>	

<sup>a, b, c</sup> ... Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA (p<0,05).

**Πίνακας IV.4.6:** Ημιποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων των ροφημάτων τιλίου (μg/L) συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης.

Πτητικές Ενώσεις	Εκχύλιση 5min	Εκχύλιση 10min	Εκχύλιση 15min	Άρωμα
<b>Αλκοόλες</b>				
3-οκτανόλη	4,25±0,01 <sup>a</sup>	4,22±0,07 <sup>a</sup>	4,24±0,06 <sup>a</sup>	Λιπαρό
<b>Κετόνες</b>				
3-οκτανόνη	6,99±0,27 <sup>a</sup>	6,99±0,29 <sup>a</sup>	7,03±0,66 <sup>a</sup>	Απαλό, φρουτώδες
2-Προπανόνη	18,79±0,99 <sup>a</sup>	18,88±0,11 <sup>a</sup>	19,00±0,79 <sup>a</sup>	Φρουτώδες
<b>Υποσύνολο</b>	<b>25,78±1,03</b>	<b>25,87±0,31</b>	<b>26,03±1,03</b>	
<b>Εστέρες</b>				
Βουτυλεστέρας του βουτανικού οξέος	5,37±0,03 <sup>a</sup>	6,89±0,90 <sup>b</sup>	6,95±1,00 <sup>b</sup>	Φρουτώδες ανανά
<b>Αλδεΐδες</b>				
3-μεθυλ Βουτανάλη	3,05±0,00 <sup>a</sup>	3,06±0,05 <sup>a</sup>	3,05±0,21 <sup>a</sup>	Μήλου-αμυγδάλου
2-μεθυλ Βουτανάλη	2,51±0,10 <sup>a</sup>	1,99±0,00 <sup>a</sup>	2,13±0,06 <sup>a</sup>	Μη επιθυμητό
Εξανάλη	13,51±0,08 <sup>a</sup>	18,48±0,81 <sup>b</sup>	22,07±1,19 <sup>c</sup>	Φρουτώδες
<b>Υποσύνολο</b>	<b>19,07±0,09</b>	<b>23,53±0,57</b>	<b>27,25±0,86</b>	
<b>Τερπένια – Τερπενοειδή</b>				
Λιναλοόλη L	56,22±0,16 <sup>a</sup>	48,00±0,19 <sup>b</sup>	48,21±0,00 <sup>b</sup>	Λουλουδάτο, πικάντικο και ξυλώδες
Ενδο-Βορνεόλη	41,06±1,27 <sup>a</sup>	39,09±0,09 <sup>a</sup>	55,76±0,91 <sup>b</sup>	Καμφοράς
Μενθόλη	52,72±1,53 <sup>a</sup>	52,99±0,99 <sup>a</sup>	52,67±0,54 <sup>a</sup>	Μέντας
(+)-Σπαθουλενόλη	6,62±0,28 <sup>c</sup>	4,31±0,81 <sup>b</sup>	2,17±0,06 <sup>a</sup>	Γήινο
β-Τερπινεόλη	4,38±0,03 <sup>a</sup>	4,33±0,02 <sup>a</sup>	4,39±0,93 <sup>a</sup>	Γήινο
Θυμόλη	5,76±0,09 <sup>a</sup>	6,99±0,51 <sup>b</sup>	7,00±0,06 <sup>b</sup>	Θυμαριού
Οξείδιο της λιναλοόλης	5,06±0,12 <sup>a</sup>	5,02±0,02 <sup>a</sup>	5,16±0,11 <sup>a</sup>	Λουλουδάτο
Οξείδιο του καρνοφυλλενίου	8,76±0,03 <sup>a</sup>	8,78±0,09 <sup>a</sup>	11,37±0,59 <sup>b</sup>	Ξυλώδες
L-Μενθόνη	22,62±1,00 <sup>a</sup>	36,09±1,05 <sup>b</sup>	45,66±1,91 <sup>c</sup>	Μέντας
Cis-σαμπινένιο ένυδρο	4,71±0,00 <sup>a</sup>	5,01±0,42 <sup>a</sup>	5,11±0,12 <sup>a</sup>	Μέντας, Ευκαλύπτου
γ-Τερπινένιο	4,59±0,01 <sup>a</sup>	8,88±0,88 <sup>b</sup>	12,27±0,33 <sup>c</sup>	Εσπεριδοειδών
<b>Υποσύνολο</b>	<b>212,50±0,75</b>	<b>219,49±0,67</b>	<b>249,77±0,82</b>	
<b>Υδρογονάνθρακες</b>				
Δεκάνιο	8,03±0,01 <sup>a</sup>	8,10±0,35 <sup>a</sup>	8,07±0,09 <sup>a</sup>	Βενζίνης
Δεκατετράνιο	5,00±0,87 <sup>a</sup>	2,99±0,03 <sup>b</sup>	1,02±0,00 <sup>c</sup>	Βενζίνης
Χλωροφόρμιο	2,29±0,66	-	-	Αιθέρα
Τολουόλιο	3,33±0,01 <sup>a</sup>	3,27±0,01 <sup>a</sup>	3,31±0,00 <sup>a</sup>	Γλυκό
Ξυλόλιο	2,79±0,01 <sup>a</sup>	2,77±0,09 <sup>a</sup>	0,97±0,01 <sup>b</sup>	Γλυκό
<b>Υποσύνολο</b>	<b>21,44±0,55</b>	<b>17,13±0,21</b>	<b>13,37±0,05</b>	
<b>Σύνολο</b>	<b>290,41±0,62</b>	<b>297,13±0,59</b>	<b>327,61±0,05</b>	

<sup>a, b, c, ...</sup> Διαφορετικοί εκθέτες στην ίδια σειρά δηλώνουν ότι οι τιμές είναι στατιστικά σημαντικές όπως προκύπτει από την εφαρμογή της ANOVA (p<0,05).

Κατά την παρασκευή των βοτανικών ροφημάτων, οι πτητικές αυτές ενώσεις εκχυλίζονται στο υδατικό μέσο και μεταφέρονται στο τελικό προϊόν. Επιπλέον, η παρουσία αλκοολών μπορεί να οφείλεται σε ενζυμικές ή χημικές μετατροπές που λαμβάνουν χώρα μετά τη συγκομιδή του φυτικού υλικού. Κατά τη διαδικασία της ξήρανσης, της αποθήκευσης ή της εκχύλισης, λιπιδικές ενώσεις και αλδεΐδες μπορεί να υποστούν αναγωγή ή άλλες αντιδράσεις, οδηγώντας στον σχηματισμό αντίστοιχων αλκοολών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μικροβιακή δραστηριότητα μπορεί επίσης να συμβάλει στη δημιουργία χαμηλού μοριακού βάρους αλκοολών (Triprodi et al., 2026). Όσον αφορά τον λειτουργικό τους ρόλο στο αρωματικό προφίλ, οι αλκοόλες χαρακτηρίζονται από σχετικά μέτρια έως υψηλή πτητικότητα και συχνά παρουσιάζουν χαμηλά όρια οσφρητικής ανίχνευσης. Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις μπορούν να επηρεάσουν αισθητά την αντιληπτή οσμή ενός ροφήματος. Πολλές πτητικές αλκοόλες προσδίδουν χαρακτηριστικές οσμές που περιγράφονται ως ανθικές, φρουτώδεις, πράσινες ή φυτικές. Για παράδειγμα, οι ακόρεστες αλκοόλες που προέρχονται από την οξείδωση λιπαρών οξέων συχνά συνδέονται με «πράσινες» ή «φρέσκες» οσφρητικές νότες. Παράλληλα, οι αλκοόλες λειτουργούν και ως πρόδρομες ενώσεις για τον σχηματισμό άλλων αρωματικών συστατικών, όπως εστέρες και αλδεΐδες, μέσω αντιδράσεων εστεροποίησης ή οξείδωσης (Shi et al., 2015).

Με τον τρόπο αυτό συμβάλλουν έμμεσα στη διαμόρφωση του συνολικού αρωματικού προφίλ του ροφήματος. Επιπλέον, μπορούν να επηρεάσουν τη διάχυση και την απελευθέρωση άλλων πτητικών ουσιών στον υπερκείμενο χώρο, τροποποιώντας την ένταση και την ισορροπία της οσμής. Συνολικά, οι αλκοόλες στα ροφήματα βοτάνων δεν αποτελούν τυχαία συστατικά αλλά σημαντικά στοιχεία του πτητικού κλάσματος. Η παρουσία τους προκύπτει από φυσικούς μεταβολικούς μηχανισμούς των φυτών και από μεταγενέστερες χημικές διεργασίες, ενώ ο ρόλος τους είναι καθοριστικός στη διαμόρφωση του οσφρητικού χαρακτήρα και της αισθητηριακής ποιότητας των βοτανικών εκχυλισμάτων. Παρόλα αυτά, στα βότανα που αναλύθηκαν δεν ανιχνεύθηκαν πολλές αλκοόλες επομένως δεν είναι οι κύριες ενώσεις που προσδίδουν άρωμα. Το άρωμα αυτών που ανιχνεύθηκαν, απλώς συμβάλλει στο συνολικό αρωματικό προφίλ του εκάστοτε φυτού (Zhao et al., 2025).

Όσον αφορά τις κετόνες, αυτές ποικίλουν από βότανο σε βότανο που αναλύθηκε.

Οι κετόνες αποτελούν σημαντική κατηγορία πτητικών οργανικών ενώσεων που

απαντώνται στα ροφήματα βοτάνων και συμβάλλουν ουσιαστικά στη διαμόρφωση του αρωματικού τους προφίλ (El Hadi et al., 2013).

Οι ενώσεις αυτές χαρακτηρίζονται από την παρουσία καρβονυλικής ομάδας ( $>C=O$ ) συνδεδεμένης με δύο ανθρακικές αλυσίδες και προκύπτουν κυρίως ως προϊόντα βιοχημικών και οξειδωτικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα φυτικά υλικά. Στα φυτά, οι κετόνες σχηματίζονται κυρίως μέσω της οξείδωσης λιπαρών οξέων, της αποικοδόμησης καροτενοειδών ή μέσω μεταβολικών οδών που σχετίζονται με τα τερπένια (Schwab et al., 2008).

Κατά τη συγκομιδή, την ξήρανση και την επεξεργασία των βοτάνων, οι διαδικασίες αυτές μπορεί να ενισχυθούν λόγω ενζυμικής δραστηριότητας ή έκθεσης στο οξυγόνο και στη θερμότητα. Ως αποτέλεσμα, σχηματίζονται διάφορες πτητικές κετόνες οι οποίες μεταφέρονται στο υδατικό εκχύλισμα κατά την παρασκευή του ροφήματος. (Makhlouf et al., 2024).

Από αισθητηριακή άποψη, πολλές κετόνες παρουσιάζουν χαρακτηριστικές οσφρητικές ιδιότητες, οι οποίες συχνά περιγράφονται ως γλυκές, βουτυρώδεις, φρουτώδεις ή ανθικές. Λόγω της σχετικά υψηλής πτητικότητάς τους και των χαμηλών ορίων αντίχενωσης, ακόμη και μικρές συγκεντρώσεις μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στο συνολικό αρωματικό προφίλ ενός βοτανικού ροφήματος. Επιπλέον, οι κετόνες συχνά δρουν συνεργατικά με άλλες πτητικές ενώσεις, ενισχύοντας ή τροποποιώντας την αντιληπτή οσμή του τελικού προϊόντος (El Hadi et al., 2013).

Στα δείγματα βοτανικών ροφημάτων που αναλύθηκαν στο εργαστήριο, η παρουσία των πτητικών κετονών ήταν περιορισμένη. Σε κάθε δείγμα ανιχνεύθηκαν μόλις 2–3 διαφορετικές κετόνες, και μάλιστα οι ενώσεις αυτές διέφεραν ανά ρόφημα, υποδεικνύοντας ότι κάθε είδος βοτάνου έχει ένα χαρακτηριστικό προφίλ κετονών. Η χαμηλή ποικιλία και η διαφοροποίηση των κετονών ανά δείγμα σημαίνει ότι οι κετόνες, αν και συμβάλλουν στο αρωματικό προφίλ, πιθανώς δεν αποτελούν τον κύριο παράγοντα διαμόρφωσης της οσμής σε αυτά τα ροφήματα.

Στα φυτικά συστήματα, πολλοί υδρογονάνθρακες σχηματίζονται μέσω βιοσυνθετικών οδών που σχετίζονται με τα τερπένια, τα οποία αποτελούν βασικά συστατικά των αιθέριων ελαίων πολλών αρωματικών φυτών (Dai & Mumper, 2025).

Κατά τη διαδικασία της εκχύλισης των βοτάνων για την παρασκευή ροφημάτων, οι πτητικές αυτές ενώσεις απελευθερώνονται από τους φυτικούς ιστούς και μεταφέρονται στο τελικό εκχύλισμα. Αποτελούν σημαντικό μέρος του πτητικού

κλάσματος των βοτανικών ροφημάτων και συμβάλλουν, άμεσα ή έμμεσα, στη διαμόρφωση της πολυπλοκότητας και της ισορροπίας του αρωματικού προφίλ του τελικού προϊόντος (Rosenkranz et al., 2021).

Οι υδρογονάνθρακες είναι ίδιοι για όλα τα βότανα, με τα επίπεδά τους να αλλάζουν ανάλογα το βότανο και τον χρόνο εκχύλισής τους.

Οι εστέρες και οι αλδεΐδες ποικίλουν από βότανο σε βότανο και είναι χαρακτηριστικές ενώσεις για κάθε ένα από αυτά. Παρόλο που βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις και είναι ελάχιστες οι συγκεκριμένες ενώσεις που ανιχνεύονται, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στο άρωμα των βοτάνων.

Οι αλδεΐδες σχηματίζονται κυρίως μέσω της οξειδωτικής αποικοδόμησης ακόρεστων λιπαρών οξέων και αποτελούν συχνά βασικά ενδιάμεσα προϊόντα σε διάφορες μεταβολικές οδούς των φυτών. Λόγω της υψηλής πτητικότητας και των χαμηλών ορίων οσφρητικής ανίχνευσης που παρουσιάζουν, ακόμη και μικρές συγκεντρώσεις μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την αντιληπτή οσμή των βοτανικών εκχυλισμάτων. Συνήθως συνδέονται με χαρακτηριστικές οσφρητικές νότες που περιγράφονται ως πράσινες, φρέσκες ή φυτικές (Ji et al., 2025; Abbas et al., 2023).

Αντίστοιχα, οι εστέρες σχηματίζονται μέσω αντιδράσεων εστεροποίησης μεταξύ αλκοολών και οργανικών οξέων, είτε ενζυμικά μέσα στους φυτικούς ιστούς είτε κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και αποθήκευσης του φυτικού υλικού. Οι ενώσεις αυτές χαρακτηρίζονται από υψηλή πτητικότητα και συμβάλλουν κυρίως στην ανάπτυξη ευχάριστων φρουτωδών και ανθικών οσφρητικών χαρακτηριστικών (Ji et al., 2025).

Τέλος, τα τερπένια αποτελούν την κυριότερη και πολυπληθέστερη κατηγορία πτητικών οργανικών ενώσεων που ανιχνεύθηκαν στα εξεταζόμενα ροφήματα βοτάνων. Οι ενώσεις αυτές είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών και αποτελούν βασικά συστατικά των αιθέριων ελαίων πολλών αρωματικών φυτικών ειδών. Λόγω της υψηλής τους πτητικότητας και της έντονης οσφρητικής δραστηριότητας, τα τερπένια διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του αρωματικού χαρακτήρα των βοτανικών εκχυλισμάτων (Masyita et al., 2022).

Στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ότι τα τερπένια αποτελούν την κυρίαρχη ομάδα ενώσεων στο πτητικό κλάσμα των βοτάνων, εμφανίζοντας τη μεγαλύτερη αφθονία σε σχέση με άλλες κατηγορίες ενώσεων, όπως αλκοόλες, αλδεΐδες, κετόνες και εστέρες.

Η αυξημένη παρουσία τους υποδηλώνει ότι τα τερπενικά συστατικά συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη διαμόρφωση του βασικού αρωματικού προφίλ των εξεταζόμενων βοτανικών ροφημάτων. Για τον λόγο αυτό, οι ενώσεις της κατηγορίας αυτής παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και θα αναλυθούν εκτενέστερα στη συνέχεια της εργασίας, προκειμένου να διερευνηθεί περαιτέρω η συμβολή τους στα αισθητηριακά χαρακτηριστικά των βοτάνων.

Μεταξύ των τερπενικών ενώσεων που ανιχνεύθηκαν, ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει η Λιναλοόλη Α που βρέθηκε σε όλα τα βότανα, η οποία ανήκει στην κατηγορία των μονοτερπενικών αλκοολών. Η ένωση αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη σε πολλά αρωματικά φυτά και χαρακτηρίζεται από ευχάριστο ανθικό και ελαφρώς γλυκό άρωμα, συμβάλλοντας σημαντικά στη διαμόρφωση του αρωματικού προφίλ των βοτανικών εκχυλισμάτων (dos Santos et al., 2022).

Παράλληλα, σε όλα τα εξεταζόμενα δείγματα ανιχνεύθηκε και το ένυδρο *cis*-σαμπινένιο, ένα οξυγονούχο μονοτερπένιο το οποίο συνδέεται με φρέσκες, φυτικές και ελαφρώς πικάντικες οσφρητικές νότες (Viuda-Martos et al., 2007).

Η παρουσία των συγκεκριμένων ενώσεων σε όλα τα δείγματα βοτάνων υποδηλώνει ότι αποτελούν χαρακτηριστικά συστατικά του πτητικού τους προφίλ και ενδέχεται να συμβάλλουν σημαντικά στον κοινό αρωματικό χαρακτήρα των εξεταζόμενων φυτικών ειδών.

Συνεπώς, η μελέτη των τερπενικών ενώσεων κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για την κατανόηση της χημικής σύστασης και των αισθητηριακών ιδιοτήτων των βοτανικών ροφημάτων οπότε στα γραφήματα 1-6 παρουσιάζονται αθροιστικά οι ημιποσοτικά προσδιορισμένες συγκεντρώσεις των τερπενίων-τερπενοειδών στα ροφήματα των βοτάνων.

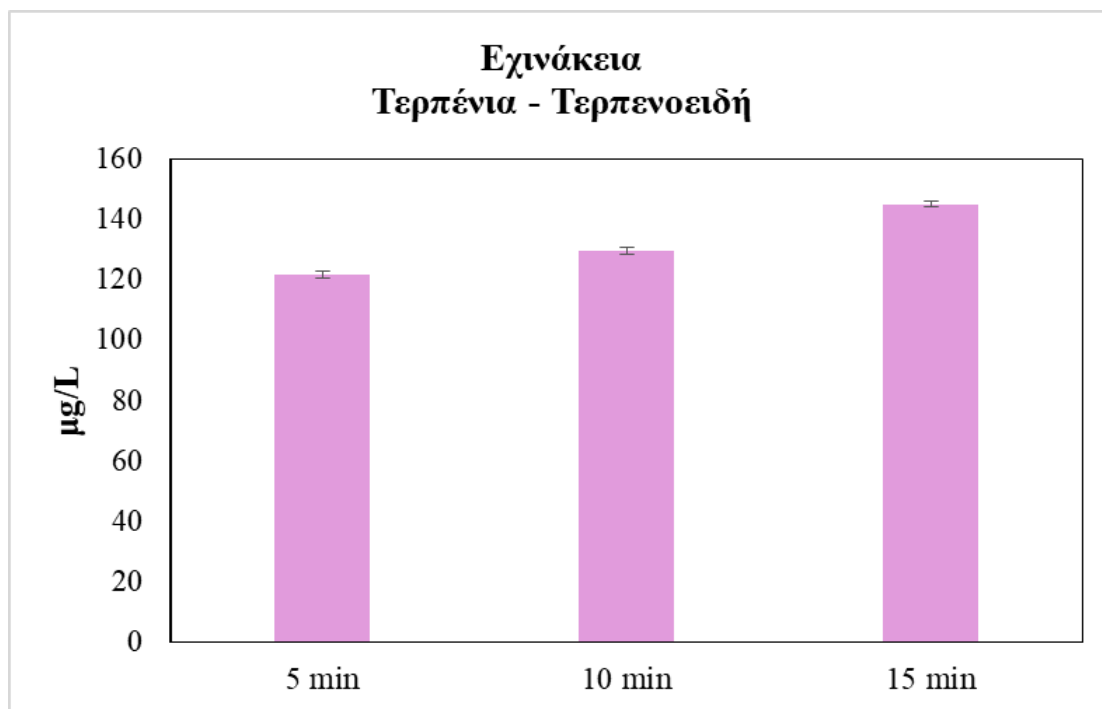


**Γράφημα 1:** Σύγκριση των συγκεντρώσεων τερπενίων και τερπενοειδών στα ροφήματα βαλεριάνας σε χρόνους εκχύλισης 5, 10, 15 min.

Στο ρόφημα βαλεριάνας παρατηρήθηκε ότι στα 10 min εκχυλίστηκε η μεγαλύτερη ποσότητα ( $138,16 \pm 0,85$ ) τερπενίων-τερπενοειδών, ενώ η συγκέντρωσή τους στα 15 min ελαττώθηκε σημαντικά ( $111,09 \pm 0,96$ ) και ήταν μικρότερη ακόμη και το δείγμα των 5 min εκχύλισης ( $128,11 \pm 0,77$ ) (πίνακας IV.4.1. και διάγραμμα 1). Πιο συγκεκριμένα το οξείδιο της λιναλοόλης, της μενθόλης, το λεμονένιο, η πουλεγκόνη και η βαλερενάλη παρέμειναν σταθερά συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης. Η λεντόλη και η αγαροσπιρόλη εμφανίστηκαν μόνο στα 5 min εκχύλισης. Η συγκέντρωση του οξειδίου του καρνοφυλλενίου ελαττώθηκε συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης και στα 15 min εκχύλισης δεν ανιχνεύθηκε. Το ένυδρο cis-σαμπινένιο ανιχνεύθηκε μετά τα 10 min και η συγκέντρωσή της παρέμεινε σταθερή. Ο οξικός βορνυλεστέρας ανιχνεύθηκε μόνο τα 15 min εκχύλισης. Η λιναλοόλη αυξήθηκε συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης ( $p < 0,05$ ). Τέλος, οι συγκεντρώσεις της θυμόλης και μυρτενόλης ήταν στατιστικά μεγαλύτερες στα 10 min εκχύλισης και ήταν αυτές που έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη συνολική συγκέντρωση των τερπενίων-τερπενοειδών κατά τα 10 min εκχύλισης.

Το ίδιο παρατηρήθηκε και για το σύνολο των πτητικών ενώσεων του ροφήματος συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης (Πίνακας IV.4.1.),  $203,66 \pm 0,96$  στα 5 min,

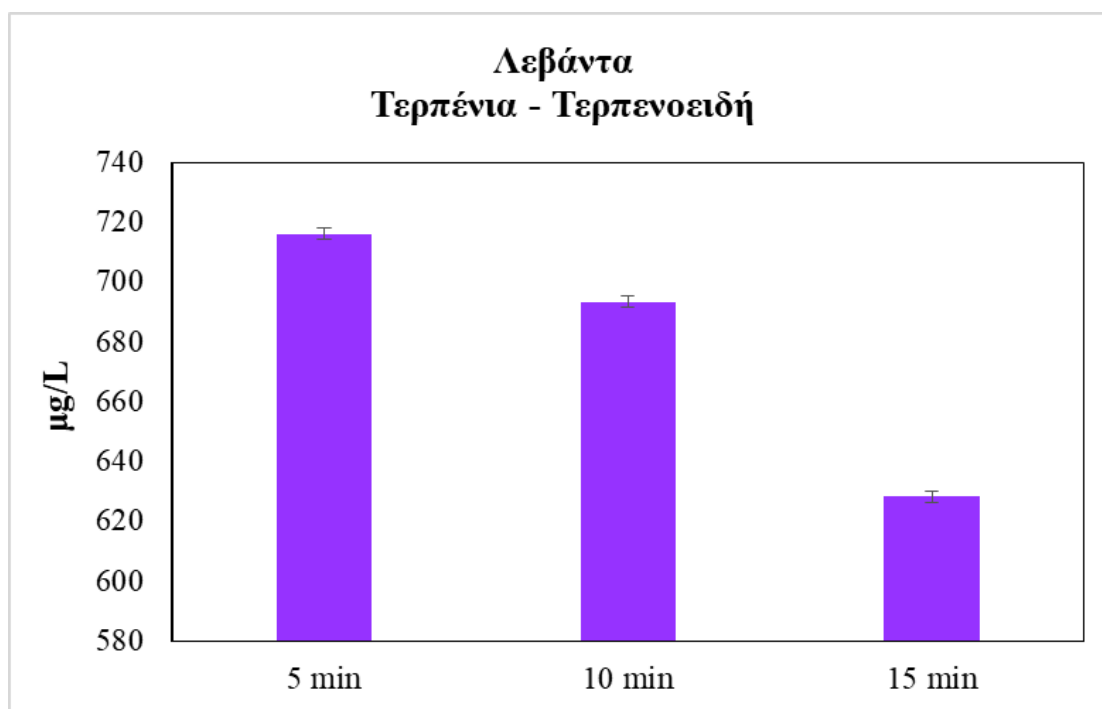
207,36±1,28 στα 10 min και 175,58±1,11 στα 15 min, επιβεβαιώνοντας ότι τα τερπένια-τερπενοειδή συνεισφέρουν σημαντικά στο πτητικό προφίλ των ροφημάτων βαλεριάνας.



**Γράφημα 2:** Σύγκριση των συγκεντρώσεων τερπενίων και τερπενοειδών στα ροφήματα εχινάκειας σε χρόνους εκχύλισης 5,10,15 min.

Στο ρόφημα εχινάκειας (Πίνακας IV.4.2. και γράφημα 2) παρατηρείται ότι η συνολική συγκέντρωση των τερπενίων-τερπενοειδών αυξάνεται συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης (121,64±1,21, 129,48±1,02 και 144,88±0,98 για τα 5, 10 και 15 min, αντίστοιχα) και στον χρόνο των 15 min το ρόφημα εχινάκειας να έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση. Πιο συγκεκριμένα η λιναλοόλη, το οξείδιο της λιναλοόλης παρέμειναν σταθερές με τον χρόνο εκχύλισης. Οι συγκεντρώσεις της πουλεγκόνης, του ένυδρου *cis*-σαμπινενίου, του βερβενίου, μενθόλης και της θυμόλης αυξήθηκαν με τον χρόνο εκχύλισης. Ο οξικός λυναλυστέρας ανιχνεύθηκε μόνο στα 5 min εκχύλισης, ενώ το οξείδιο του καρυοφυλλενίου μόνο στα 15 min εκχύλισης. Η βορνεόλη ανιχνεύθηκε μετά τα 10 min εκχύλισης και η συγκέντρωσή της παρέμεινε σταθερή και στα 15 min εκχύλισης.

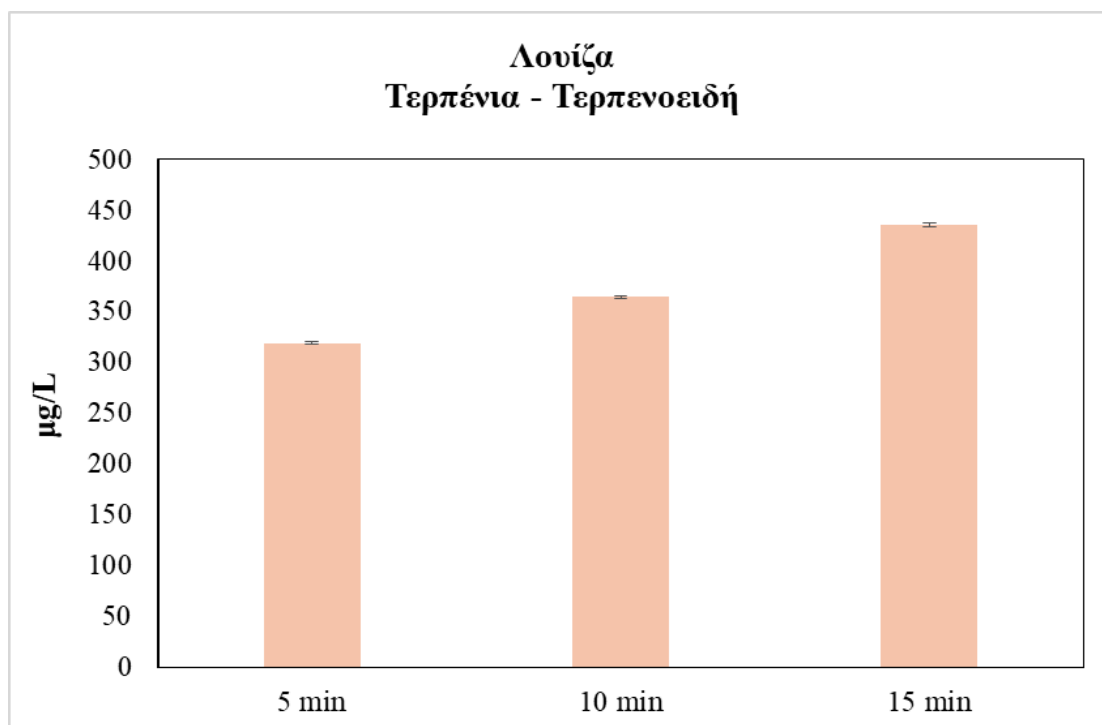
Το συνολικό πτητικό προφίλ ακολούθησε την ίδια τάση με τα τερπενοειδή και στα 15 min εκχύλισης είχε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση (208,37±1,20).



**Γράφημα 3:** Σύγκριση των συγκεντρώσεων τερπενίων και τερπενοειδών στα ροφήματα λεβάντας σε χρόνους εκχύλισης 5,10,15 min.

Στο ρόφημα λεβάντας παρατηρήθηκε (Πίνακας IV.4.3 και γράφημα 3) ότι η συγκέντρωση τερπενίων-τερπενοειδών ελαττώθηκε συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης (716,08±1,79, 693,23±1,90 και 628,22±1,95 για τα 5, 10 και 15 min εκχύλισης). Η λιναλόλη, η λαβανδουλόλη, το γ-τερπινένιο δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους χρόνους εκχύλισης. Οι συγκεντρώσεις της μυρτενόλης, του οξειδίου της λιναλοόλης, του οξειδίου του καρφυλλενίου ελαττώθηκαν σημαντικά ( $p < 0,05$ ) με τον χρόνο εκχύλισης. Η συγκέντρωση της α-τερπινεόλης ελαττώθηκε σημαντικά και στα 15 min δεν ανιχνεύθηκε. Οι συγκεντρώσεις της βορνεόλης αυξομειώθηκαν με τον χρόνο εκχύλισης ενώ του ένυδρου cis-σαμπινενίου και του οξικού λιναλλεστέρα αυξήθηκαν συναρτήσει του χρόνου. Τέλος, το λεμονένιο ανιχνεύθηκε μόνο στο ρόφημα των 15 min.

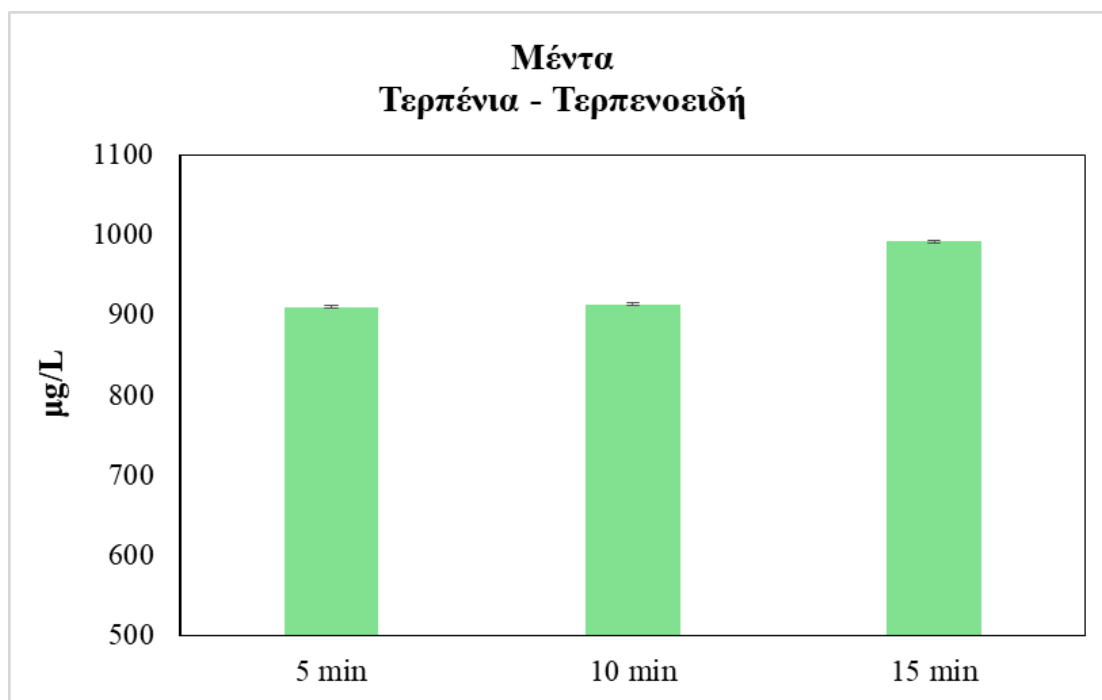
Αντίστοιχη παρατήρηση δίνεται και για το συνολικό πτητικό προφίλ του ροφήματος (1126,31±1,63, 1116,33±1,79 και 1070,30±1,64 για τα 5, 10 και 15 min εκχύλισης).



**Γράφημα 4:** Σύγκριση των συγκεντρώσεων τερπενίων και τερπενοειδών στα ροφήματα λουίζας σε χρόνους εκχύλισης 5,10,15min.

Στο ρόφημα λουίζας παρατηρείται αντίστοιχα αύξηση της συγκέντρωσης τερπενίων-τερπενοειδών (Πίνακας IV.4.4 και γράφημα 4) συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης (319,2±1,27, 364,58±1,03 και 436,04±1,72 για τα 5, 10, 15 min εκχύλισης, αντίστοιχα). Οι συγκεντρώσεις της λιναλοόλης, της σπαθουλενόλης, του γ-τερπινενίου δεν αυξάνονται με τον χρόνο εκχύλισης ( $p > 0,05$ ). Οι συγκεντρώσεις της α-τερπινεόλης, γερανιόλης, του ένυδρου cis-σαμπινενίου και του λεμονενίου αυξάνονται στατιστικά σημαντικά με τον χρόνο εκχύλισης ( $p < 0,05$ ), ενώ το οξείδιο του καρυοφυλλενίου ελαττώνεται σημαντικά στα 15 min εκχύλισης. Παρατηρείται σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων των α-τερπινεόλης, γερανιόλης και του λεμονενίου κατά την εκχύλιση των 15 min.

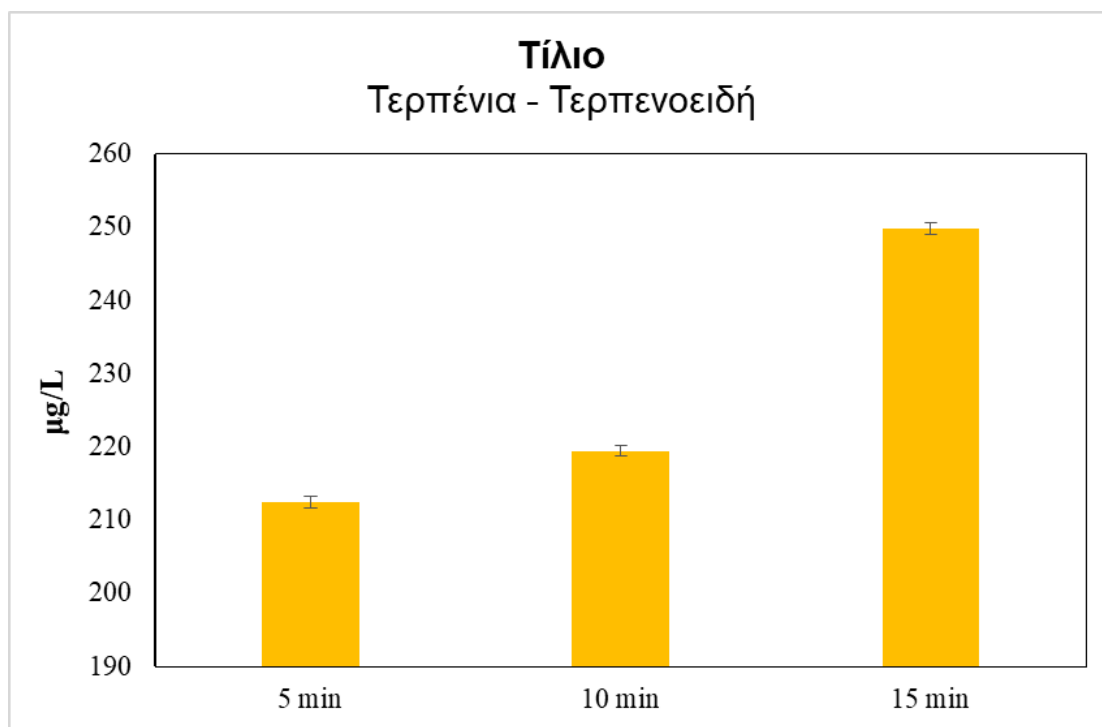
Επίσης, παρατηρείται η ίδια τάση αύξησης του συνολικού πτητικού κλάσματος (490,87±1,0, 584,54±1,52 και 701,20±1,16 για τα 5, 10 και 15 min εκχύλισης).



**Γράφημα 5:** Σύγκριση των συγκεντρώσεων τερπενίων και τερπενοειδών στα ροφήματα μέντας σε χρόνους εκχύλισης 5,10,15min.

Στο ρόφημα μέντας παρατηρείται (Πίνακας IV.4.5. και γράφημα 5) σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των τερπενίων-τερπενοειδών στα 15 min εκχύλισης ( $991,60 \pm 1,66$ ) σε σχέση με τα 5 και 10 min ( $909,51 \pm 1,71$ ,  $913,50 \pm 1,77$ , αντίστοιχα) στα οποία παρατηρείται σχετικά παρόμοια συγκέντρωση. Πιο συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις της λιναλοόλης, της θυμόλης, του καμφαινίου, του γ-τερπινενίου δεν μεταβλήθηκαν στατιστικά σημαντικά με τον χρόνο εκχύλισης ( $p > 0,05$ ). Οι συγκεντρώσεις της ισοπουλεγκόνης, μενθόλης και μενθόνης (οι 2 τελευταίες χαρακτηριστικές ενώσεις της μέντας) αυξήθηκαν σημαντικά συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης ( $p < 0,05$ ). Το ένυδρο cis-σαμπινένιο δεν εμφάνισε ξεκάθαρη αύξηση ή ελάττωση με τον χρόνο εκχύλισης. Τέλος το λεμονένιο ελαττώθηκε συναρτήσει του χρόνου εκχύλισης και στα 15 min δεν ανιχνεύθηκε.

Όσον αφορά το συνολικό πτητικό κλάσμα ακολούθησε την ίδια τάση με την υψηλότερη συγκέντρωση να εμφανίζεται στα 15 min εκχύλισης ( $1498,00 \pm 1,16$ ) σε σχέση με τα 5 min ( $1302,83 \pm 1,55$ ) και τα 10 min ( $1341,43 \pm 1,91$ ).



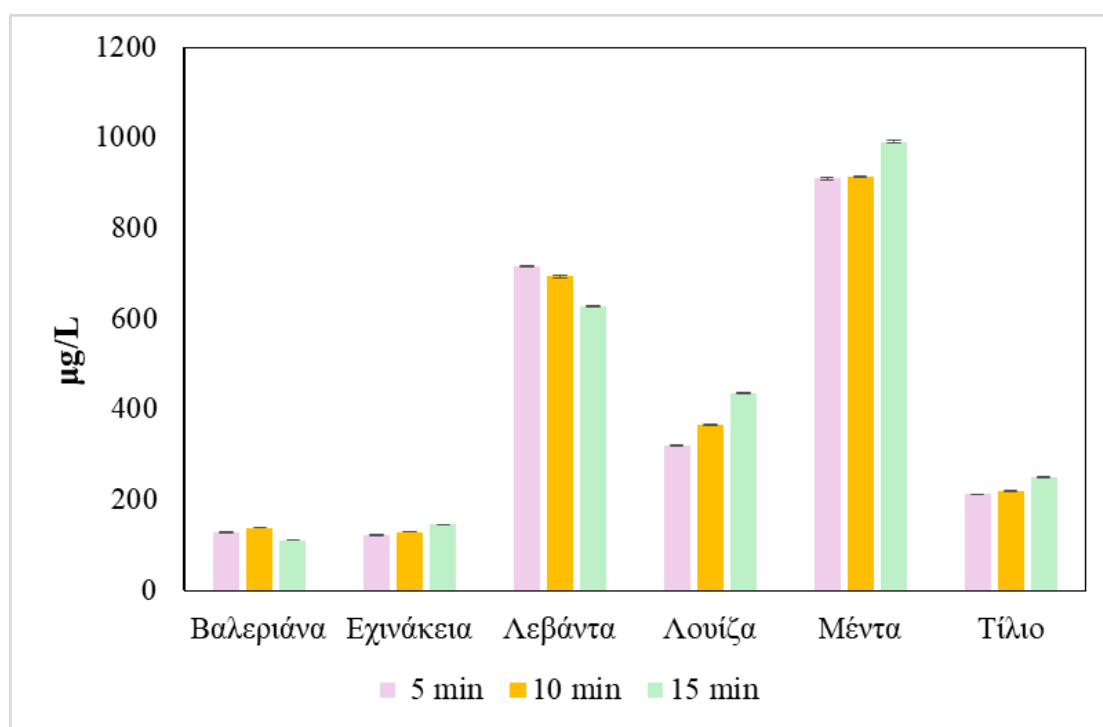
**Γράφημα 6:** Σύγκριση των συγκεντρώσεων τερπενίων και τερπενοειδών στα ροφήματα τίλιου σε χρόνους εκχύλισης 5,10,15min.

Η συγκέντρωση των τερπενίων-τερπενοειδών στο ρόφημα τίλιου αυξήθηκε με τον χρόνο εκχύλισης (212,50±0,75, 219,49±0,67 και 249,77±0,82 για 5, 10 και 15 min εκχύλισης αντίστοιχα). Οι συγκεντρώσεις της μενθόλης, β-τερπινεόλης, του ένυδρου cis-σαμπινενίου δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά σε σχέση με τον χρόνο εκχύλισης ( $p>0,05$ ). Οι συγκεντρώσεις της ενδο-βορνεόλης, της θυμόλης, του οξειδίου της λιναλοόλης, του οξειδίου του καρφυλλενίου, της μενθόνης και του γ-τερπινενίου αυξήθηκαν σημαντικά κυρίως στα 15 min εκχύλισης ( $p<0,05$ ). Η σπαθουλενόλη ελαττώθηκε σημαντικά με τον χρόνο εκχύλισης ( $p<0,05$ ). Και τέλος, παρατηρήθηκε ελαφρά μείωση της συγκέντρωσης λιναλοόλης μετά τα 10 min εκχύλισης.

Το συνολικό πτητικό κλάσμα του ροφήματος τίλιου παρουσίασε μία μικρή αύξηση στα 10 min εκχύλισης (297,13±0,59) σε σύγκριση με τα 5 min (290,41±0,62), ενώ στα 15 min εκχύλισης παρατηρήθηκε αύξηση (327,61±0,05).

Τέλος, στο παρακάτω γράφημα 7 παρουσιάζεται η σύγκριση των συνολικών συγκεντρώσεων των τερπενίων-τερπενοειδών για όλα τα βότανα που αναλύθηκαν. Συγκεκριμένα, απεικονίζονται οι ποσότητες των ενώσεων αυτών που ανιχνεύθηκαν στο σύνολο του πτητικού κλάσματος για κάθε ρόφημα βοτάνου, καθώς και για τους διαφορετικούς χρόνους εκχύλισης που μελετήθηκαν. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται

δυνατή η άμεση σύγκριση της παρουσίας των τερπενικών ενώσεων μεταξύ των διαφορετικών βοτάνων, καθώς και η παρατήρηση πιθανών διαφορών που σχετίζονται τόσο με το φυτικό είδος όσο και με τη διάρκεια της εκχύλισης. Έτσι, το διάγραμμα συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των διαφοροποιήσεων στο αρωματικό προφίλ των επιμέρους βοτανικών ροφημάτων.



**Γράφημα 7:** Συγκριτικό διάγραμμα των συγκεντρώσεων τερπενίων-τερπενοειδών στα διάφορα εκχυλίσματα των βοτάνων στους αντίστοιχους χρόνους εκχύλισης.

Παρατηρώντας το γράφημα 7 οι συγκεντρώσεις των τερπενίων-τερπενοειδών για τα ροφήματα βότανα αυξάνονται με τον χρόνο εκχύλισης και τα 15 min είναι ο χρόνος στον οποίο παρατηρούνται οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, εκτός της λεβάντας και της βαλεριάνας. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφανίζει το ρόφημα της μέντας στα 15 min, ακολουθεί της λεβάντας στα 5 min, της λουίζας στα 15 min, του τίλιου στα 15 min και τέλος της εχινάκειας στα 15 min και της βαλεριάνας στα 10 min.

Βιβλιογραφικά, έχουν γίνει πολλές μελέτες στα αιθέρια έλαια των βοτάνων και έχει βρεθεί ότι οι κύριες ενώσεις που προσδίδουν άρωμα είναι τα τερπένια, όπως συγκεκριμένα μελετήθηκε η εχινάκεια σε μια σύγχρονη έρευνα όπου βρέθηκαν τα έντεκα πιο βασικά τερπένια που της προσδίδουν άρωμα όπως το λεμονένιο και το α-πινένιο (Dosoky et al., 2023).

Οι Sourki et al., (2021) μελέτησαν το αιθέριο έλαιο της λουίζας και βρέθηκε ότι περιέχει κυρίως γερανιάλη ~27–39 %, νεράλη ~22–25 %, και λεμονένιο ~6–18 %. Άλλα συστατικά είναι η σπαθουλενόλη (~3 %), το α-κουρκουμένιο (~2.5 %), και η 1,8-κινεόλη σε ποικίλες συγκεντρώσεις ανάλογα με τη γεωγραφική προέλευση και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Αντίστοιχες μελέτες έχουν γίνει και για τα υπόλοιπα βότανα, αναφέροντας το %ποσοστό των πιο σημαντικών ενώσεων που προσδίδουν άρωμα στα αιθέρια έλαια. Οι αναλύσεις αυτές έγιναν με τη μέθοδο GC-MS.

Στη μελέτη των Pasias et al. (2021), αναλύθηκαν τα αιθέρια έλαια έξι αρωματικών φυτών καλλιεργούμενων στην Ελλάδα. Οι πτητικές ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν αντιπροσώπευαν πάνω από 95% του συνολικού αιθέριου ελαίου, με τις κύριες ενώσεις να καθορίζουν έντονα το αρωματικό προφίλ κάθε φυτού. Στη λεβάντα (*Lavandula angustifolia*), οι κυριότερες ενώσεις ήταν ο οξικός λιναλυλεστέρας (~30.05%) και η λιναλοόλη (~27.85%), οι οποίες προσδίδουν χαρακτηριστικό ανθικό και ελαφρώς γλυκό άρωμα.

Η μελέτη των Daferega et al. (2000) ανέλυσε επτά ελληνικά αρωματικά φυτά και παρουσίασε ποσοστιαία τα κύρια πτητικά συστατικά. Στο θυμάρι, οι φαινολικές ενώσεις αντιπροσώπευαν ~65.8%, ενώ στη ρίγανη και στο δίκταμο τα ποσοστά φαινολών ήταν ~71.1% και ~78%, αντίστοιχα. Η μαντζουράνα περιείχε 42.1% υδρογονάνθρακες, 24.3% αλκοόλες και 14.2% φαινόλες, ενώ η λεβάντα είχε 58.8% αλκοόλες και 32.7% εστέρες. Το δεντρολίβανο και το φασκόμηλο παρουσίασαν υψηλά ποσοστά αιθέρων (~88.9% και 78.0%, αντίστοιχα). Τα δεδομένα αυτά δείχνουν την ποικιλία στη σύνθεση των αιθέριων ελαίων ανάλογα με το είδος, γεγονός που καθορίζει το χαρακτηριστικό άρωμα του κάθε φυτού.

Συνολικά, οι μελέτες GC-MS καταδεικνύουν ότι τα κύρια συστατικά των αιθέριων ελαίων είναι συνήθως μονοτερπένια και αλκοόλες/εστέρες, οι οποίες αποτελούν το 90–95% του συνολικού αιθέριου ελαίου.

*Ακολουθούν οι αναλύσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο ξηρό δείγμα του βοτάνου. Αυτό, συνέβη γιατί, οι συγκεκριμένες ενώσεις που ανιχνεύθηκαν στις αναλύσεις, είναι ευαίσθητες και αποσυντίθεται στο νερό. Όμως είναι σημαντική η μελέτη και ποσοτική ανάλυση τους για το σκοπό της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Οπότε αντί του υδατικού εκχυλίσματος των βοτάνων, χρησιμοποιήθηκε το ξηρό δείγμα.*

## IV.5 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΣΤΑ ΑΠΟΞΗΡΑΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ ΤΩΝ ΒΟΤΑΝΩΝ

Στον πίνακα IV.5 δίνονται η μέση τιμή και τυπική απόκλιση της συνολικής χλωροφύλλης, εκφρασμένης σε mg ανά 1g βοτάνου, των δυο μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν για κάθε δείγμα.

**Πίνακας IV.5:** Συνολική χλωροφύλλη εκφρασμένη σε mg/g βοτάνου.

Δείγμα	mg/g βοτάνου
Βαλεριάνα	1,31±0,05 <sup>a</sup>
Εχινάκεια	2,67±0,06 <sup>b</sup>
Λεβάντα	4,57±0,05 <sup>d</sup>
Λουίζα	6,10±0,08 <sup>e</sup>
Μέντα	7,79±0,15 <sup>f</sup>
Τίλιο	3,00±0,16 <sup>c</sup>

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χλωροφύλλη στα αποξηραμένα φύλλα των βοτάνων κυμαίνεται σε σχετικά μικρά και ίδια επίπεδα για όλα τα βότανα και δεν ξεπερνούν τα 10 mg/g βοτάνου. Την πιο μικρή τιμή χλωροφύλλης την έχει η βαλεριάνα με 1,31mg/g η οποία δεν έχει και πολλά φύλλα καθώς οι ιδιότητές της περιορίζονται κυρίως στη ρίζα της και έτσι η αποξήρανση γίνεται στο συγκεκριμένο τμήμα της. Ακολουθεί η εχινάκεια, η οποία έχει περισσότερη χλωροφύλλη στα φύλλα της παρά στη ρίζα της, με 2,67 mg/g, το τίλιο με 3,00 mg/g από το οποίο αποξηραίνονται κυρίως τα άνθη αλλά τα φύλλα του έχουν περισσότερη χλωροφύλλη. Σε υψηλότερα επίπεδα, η λεβάντα με 4,57 mg/g της οποίας όμως η χλωροφύλλη εξαρτάται από την ποικιλία της, η λουίζα με 6,10 mg/g που θεωρείται ότι έχει υψηλή περιεκτικότητα χλωροφύλλης στα φύλλα της και τέλος, η μέντα η οποία έχει την πιο υψηλή περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη και φτάνει τα 7,79 mg/g.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τα ποσοστά χλωροφύλλης στα αποξηραμένα φύλλα των βοτάνων και οι οποίοι χωρίζονται σε παράγοντες πριν την αποξήρανση, κατά την αποξήρανση και μετά την αποξήρανση (Thamkaew et al., 2020).

Παράγοντες πριν την αποξήρανση:

- Το είδος του φυτού που όπως είναι λογικό, κάθε ένα φυτό ξεχωριστά έχει το δικό του μοναδικό επίπεδο χλωροφύλλης.
- Την ηλικία των φύλλων του φυτού. Συνήθως, τα πιο νέα σε ηλικία φύλλα περιέχουν περισσότερη χλωροφύλλη.
- Το έδαφος και ο τρόπος με τον οποίο μεγαλώνουν. Προτιμάται, το έδαφος στο οποίο καλλιεργούνται τα βότανα, να έχει άζωτο και μαγνήσιο καθώς αυτά τα δυο στοιχεία, ενισχύουν την παραγωγή χλωροφύλλης.
- Το νερό. Τα βότανα θα πρέπει να ποτίζονται κατάλληλα καθώς το στρες λόγω ξηρασίας, μειώνει την παραγωγή χλωροφύλλης.
- Ο ήλιος και το φως. Υψηλά τους επίπεδα, βοηθούν στην παραγωγή χλωροφύλλης σε μεγαλύτερα επίπεδα.
- Η περίοδος συγκομιδής. Ανάλογα με το ποια χρονική περίοδος είναι κατάλληλη για το κάθε βότανο, επέρχεται και η μέγιστη συγκέντρωση χλωροφύλλης.

Παράγοντες κατά την αποξήρανση:

- Θερμοκρασία. Η υψηλή θερμοκρασία, κατά την αποξήρανση διασπά τη χλωροφύλλη και παράγει φαιοφυτίνη η οποία έχει καφέ χρώμα.
- Αέρας. Γενικά, τα βότανα δεν θα πρέπει να αποξηραίνονται για πάρα πολύ καιρό. Όσο περισσότερο εκτίθενται στον αέρα και στο οξυγόνο, τόσο προκαλείται οξείδωση της χλωροφύλλης.
- Φως (UV ακτινοβολία). Η έκθεση τους στο φως, υποβαθμίζει με ταχύ ρυθμό τα επίπεδα της χλωροφύλλης.
- Τύπος της ξήρανσης (Dosokey et al., 2012). Υπάρχουν τρεις τύποι ξήρανσης των βοτάνων, η φυσική, ο θερμός αέρας και η λυοφυλίωση η οποία θεωρείται η καταλληλότερη μέθοδος διότι διατηρεί ακέραιη σχεδόν όλη την ποσότητα χλωροφύλλης του φρέσκου φυτού.

Παράγοντες μετά την αποξήρανση (κατά την αποθήκευση):

- Έκθεση στο φως. Ακόμη και μετά την αποξήρανση, η έκθεση στο φως συνεχίζει να αποικοδομεί τη χλωροφύλλη.

- Οξυγόνο / Υγρασία: Η έκθεση στους συγκεκριμένους δυο παράγοντες προκαλεί ανάπτυξη μυκήτων και βακτηρίων, οξείδωση και απώλεια διάφορων θρεπτικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένου και της χλωροφύλλης.
- Θερμοκρασία αποθήκευσης: Οι υψηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης μειώνουν τη χημική σταθερότητα άρα και την ποσότητα της χλωροφύλλης.

**Σχήμα IV.5:** Ολική περιεκτικότητα χλωροφύλλης (μέσος όρος και τυπική απόκλιση των 2 μετρήσεων) των αποξηραμένων βοτάνων εκφρασμένη σε mg/g βοτάνου.

Δεν υπάρχουν βιβλιογραφικά δεδομένα για όλα τα βότανα και για την ποσότητα χλωροφύλλης που περιέχουν στην αποξηραμένη μορφή τους. Οι μόνες σίγουρες μελέτες έχουν γίνει για τη λεβάντα και για τη μέντα ενώ για τα υπόλοιπα βότανα, τα αποτελέσματα είναι συγκριτικά και ενδεικτικά.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε (Radu et al., 2020), βρέθηκε πως στη λεβάντα, το συνολικό περιεχόμενο χλωροφύλλης κυμαίνεται μεταξύ 3,75–5,95 mg/g ξηρού βάρους, ανάλογα με τον τρόπο καλλιέργειας (βιολογική ή συμβατική) και τη λίπανση. Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με τα πειραματικά δεδομένα της παρούσας μελέτης και είναι γνωστό ότι το βότανο που αναλύθηκε στο εργαστήριο προήλθε από βιολογική καλλιέργεια.

Για τη μέντα, σε πειράματα ξήρανσης με θερμοκρασία αέρα γύρω στους 37 °C, η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φρέσκων φύλλων μετρήθηκε περίπου 11,2mg/g, ενώ στα ξηρά δείγματα κυμάνθηκε μεταξύ 8,87–9,68mg/g ξηρού βάρους, ανάλογα με τη ροή αέρα (Suresh Kannan et al., 2020).

Άλλη μελέτη αναφέρει ότι σε λυοφιλοποιημένα φύλλα μέντας, η χλωροφύλλη α έφτασε έως 715 mg/100 g, ενώ σε παραδοσιακές μεθόδους ξήρανσης οι τιμές ήταν χαμηλότερες (~238 mg/100 g) (Rubinskienė et al., 2015).

Δεν ανευρέθησαν συγκεκριμένα πειραματικά δεδομένα για την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των αποξηραμένων φύλλων βαλεριάνας ή εχινάκειας σε mg/g. Ωστόσο, είναι γνωστό πως η περιεκτικότητα στις ρίζες της βαλεριάνας είναι σχετικά χαμηλή (~1,0–2,5 mg/g) και τα φύλλα περιέχουν ελαφρώς μεγαλύτερα επίπεδα, αν και συνήθως δεν αποτελούν το βασικό τμήμα προς ανάλυση όπως ήδη αναφέρθηκε καθώς δεν είναι αυτά που περιέχουν τις θεραπευτικές ιδιότητες (Mahajan & Pal., 2016).

Για την εχινάκεια, τα φύλλα αναμένεται να εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη σε σχέση με τις ρίζες, λόγω της φωτοσυνθετικής τους λειτουργίας. Αντίθετα, οι ρίζες περιέχουν κυρίως φαινολικά παράγωγα και αλκυλαμίδια, ενώ η χλωροφύλλη τους είναι συνήθως αμελητέα. Μέχρι στιγμής δεν εντοπίστηκαν συγκεκριμένα δημοσιευμένα δεδομένα για αποξηραμένα φύλλα εχινάκειας σε mg/g ξηρού βάρους (Ahmadi et al., 2024).

Τέλος, για το τίλιο και τη λουίζα δεν βρέθηκαν δημοσιευμένες μελέτες που να προσδιορίζουν τη χλωροφύλλη στα αποξηραμένα φύλλα τους. Παρόλα αυτά, διαπιστώνεται ότι τα πολυφαινολικά και χρωστικά συστατικά των φύλλων της λουίζας τείνουν να είναι παρόμοια ή ελαφρώς υψηλότερα από αυτά της λεβάντας και της μέντας, ανάλογα με τις συνθήκες ξήρανσης και αποθήκευσης οπότε και τα επίπεδα χλωροφύλλης κυμαίνονται σε αυτό το επίπεδο ενώ τα επίπεδα χλωροφύλλης του τιλίου βρίσκονται πολύ κοντά με αυτά της εχινάκειας (Polumackanycz, et al., 2022).

#### **IV.6 ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (ΒΙΤΑΜΙΝΗ C)**

Στον πίνακα IV.6 παρουσιάζονται η μέση τιμή και τυπική απόκλιση βιταμίνης C σε mg ασκορβικού οξέος ανά 1g βοτάνου, των δύο μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν για κάθε δείγμα.

**Πίνακας IV.6:** Συνολικό ασκορβικό οξύ εκφρασμένο σε mg/g βοτάνου.

<b>Δείγμα</b>	<b>mg ασκορβικού οξέος/g βοτάνου</b>
Βαλεριάνα	0,17±0,01 <sup>a</sup>
Εχινάκεια	0,35±0,09 <sup>b</sup>
Λεβάντα	0,79±0,06 <sup>c</sup>
Λουίζα	2,21±0,19 <sup>e</sup>
Μέντα	1,63±0,18 <sup>d</sup>
Τίλιο	0,80±0,10 <sup>c</sup>

Η βιταμίνη C μετρήθηκε στα αποξηραμένα βότανα απευθείας, καθώς στα ροφήματα δεν θα ανιχνεύονταν ποσότητα, αφού είναι μια βιταμίνη πολύ υδατοδιαλυτή.

Η βιταμίνη C πειραματικά, κυμαίνεται σε μικρά επίπεδα από 0,166 mg-2,208 mg ασκορβικού οξέος/g βοτάνου, με τη μεγαλύτερη τιμή να κατέχει η λουίζα και τη μικρότερη η βαλεριάνα. Γενικά, υπάρχουν μικρές διαφορές μεταξύ της ποσότητας της βιταμίνης C στα διάφορα βότανα αλλά κατά σειρά αυξανόμενης ποσότητας είναι:

βαλεριάνα< εχινάκεια< λεβάντα <τίλιο< μέντα< λουίζα

Σχήμα IV.6: Ποσότητα βιταμίνης C (μέσος όρος και τυπική απόκλιση των 2 μετρήσεων) των αποξηραμένων βοτάνων εκφρασμένη σε mg ασκορβικού οξέος/g βοτάνου.

Η βιταμίνη C είναι μια υδατοδιαλυτή βιταμίνη που έχει πολύ υψηλή αντιοξειδωτική δράση. Πρόκειται για ένα απαραίτητο μικροθρεπτικό συστατικό για τον ανθρώπινο οργανισμό καθώς δεν συντίθεται ενδογενώς αλλά λαμβάνεται μέσω της τροφής.

Μελετάται διότι παίζει πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στη φυσιολογία των φυτών όσο και στον ανθρώπινο οργανισμό (Paciolla et al., 2019).

Γενικά, στα φυτά συνεισφέρει σημαντικά καθώς συμμετέχει:

- στη φωτοσύνθεση και στη διαχείριση του οξειδωτικού στρες
- στην κυτταρική ακεραιότητα
- στην προστασία από παθογόνους μικροοργανισμούς, ξηρασία και γενικά από περιβαλλοντικές καταπονήσεις

Στα βότανα, η βιταμίνη C εντοπίζεται κυρίως στα φύλλα και στα άνθη και σε μικρότερες ποσότητες στις ρίζες τους (Paciolla et al., 2019).

Ωστόσο, η περιεκτικότητά της μειώνεται σημαντικά κατά την αποξήρανση, ιδίως όταν αυτή γίνεται με έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία ή φως. Αυτό σημαίνει ότι τα αποξηραμένα βότανα συνήθως περιέχουν πολύ μικρότερες ποσότητες βιταμίνης C σε σχέση με τα φρέσκα (ElGamal et al., 2023).

Η παρουσία της βιταμίνης C στα αποξηραμένα βότανα, ακόμη και σε μικρές ποσότητες, ενισχύει:

- τη σταθερότητα άλλων ενεργών συστατικών (π.χ. φλαβονοειδών),
- την αντιοξειδωτική ικανότητα του βοτάνου συνολικά
- την ποιότητα του τελικού φυτικού σκευάσματος

Για τον ανθρώπινο οργανισμό, η βιταμίνη C είναι πολυλειτουργική και απολύτως αναγκαία για:

- Τη σύνθεση του κολλαγόνου, της πρωτεΐνης που ενισχύει τους ιστούς, τα αγγεία, το δέρμα και τα οστά.

- Τη θωράκιση του ανοσοποιητικού συστήματος, μέσω υποστήριξης των λευκών αιμοσφαιρίων.
- Την απορρόφηση του σιδήρου από φυτικές πηγές (μη-αιμικός σίδηρος).
- Τη μείωση του οξειδωτικού στρες, εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες.

Η επαρκής πρόσληψή της σχετίζεται με:

- Μειωμένο κίνδυνο λοιμώξεων και φλεγμονών
- Καλύτερη επούλωση πληγών
- Μείωση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων όπως καρδιοπάθειες και διαβήτη.

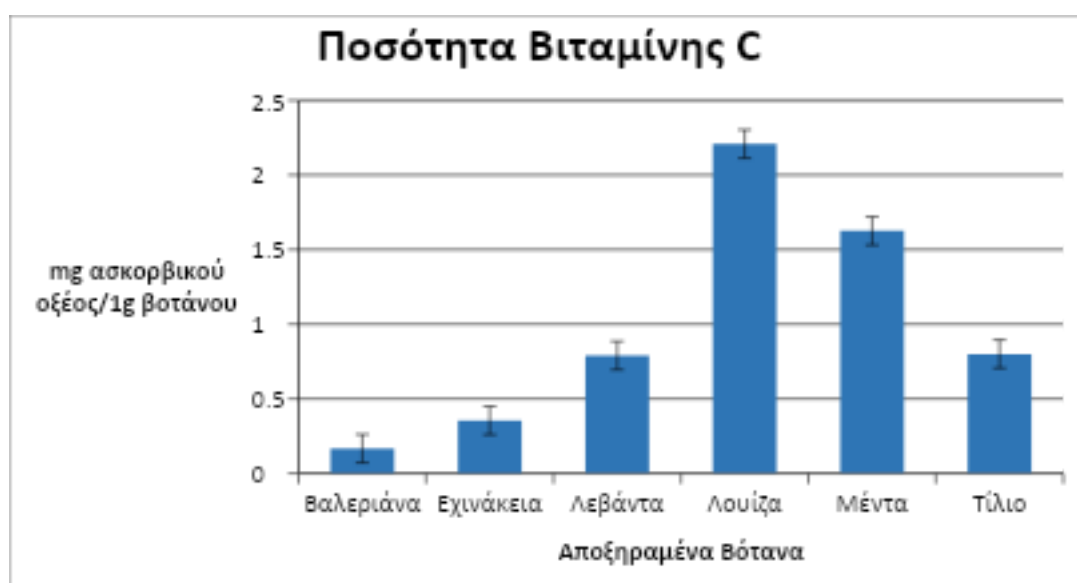
Σε περιπτώσεις ανεπάρκειας, μπορεί να προκύψουν συμπτώματα όπως κόπωση, εξασθένιση ανοσίας, πρησμένα ούλα και σε ακραίες περιπτώσεις το σκορβούτο ή αλλιώς νόσος των ναυτικών, μια σοβαρή ασθένεια που πλέον εμφανίζεται σπάνια.

Η ποσότητα της βιταμίνης C στα αποξηραμένα βότανα, είναι πολύ μικρότερη από ότι στα φρέσκα και εξαρτάται τόσο από βιολογικούς, περιβαλλοντικούς όσο και από τεχνολογικούς παράγοντες. Αρχικά, από το είδος και το μέρος του φυτού καθώς όπως ήδη αναφέρθηκε, τα φύλλα και τα άνθη έχουν περισσότερη βιταμίνη C από τις ρίζες αλλά και κάθε είδος βοτάνου έχει το δικό του μοναδικό γενετικό προφίλ ως προς την παραγωγή βιταμίνης C. Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και το στάδιο συγκομιδής του φυτού καθώς η βιταμίνη C είναι μέγιστη πριν την πλήρη ανθοφορία ή σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης, ανάλογα με το φυτό. Η καθυστερημένη συγκομιδή του εκάστοτε φυτού προκαλεί γήρανση και υποβάθμιση του ασκορβικού οξέος όπως είναι φυσιολογικό. Σε συνδυασμό, επηρεάζουν και οι συνθήκες καλλιέργειας εφόσον το έδαφος, η θρέψη και το κλίμα επηρεάζουν το προφίλ του φυτού και η παρατεταμένη έκθεση στον ήλιο ή το υπερβολικό πότισμα μπορεί να αυξήσουν προσωρινά τα επίπεδα της βιταμίνης C (Lee & Kader, 2000).

Ένας από τους βασικούς παράγοντες που καθορίζουν την ποσότητα του ασκορβικού οξέος σε ένα αποξηραμένο βότανο είναι οι συνθήκες ξήρανσης και επεξεργασίας του. Η ηλιακή αποξήρανση, δηλαδή η παρατεταμένη έκθεση στον ήλιο του φρέσκου φυτού, προκαλεί υψηλή απώλεια βιταμίνης C λόγω της UV ακτινοβολίας. Η αποξήρανση υπό αέρα (στη σκιά), είναι μια πιο ήπια μέθοδος που δεν προκαλεί σημαντικές απώλειες. Η θερμική αποξήρανση σε υψηλή θερμοκρασία, φτάνει σε επίπεδα απώλειας >70% και τέλος η λυοφυλίωση θεωρείται η καλύτερη μέθοδος αφού σχεδόν διατηρεί όλη την ποσότητα του ασκορβικού οξέος στο αποξηραμένο βότανο (Paciolla et al., 2019).

Μετά την αποθήκευση, τα βότανα θα πρέπει να αποθηκεύονται σε αεροστεγή και σκοτεινά δοχεία σε δροσερό και ξηρό μέρος καθώς διαφορετικά, συνεχίζει η διάσπαση της βιταμίνης C (ElGamal et al., 2023).

Τέλος, το αποξηραμένο βότανο θα πρέπει να χρησιμοποιείται και να καταναλώνεται άμεσα καθώς η μακροχρόνια αποθήκευση του, μπορεί να μειώσει τα επίπεδα της βιταμίνης C σε ποσοστό έως και 80% (Santos & Silva, 2008).



Βιβλιογραφικά, σύμφωνα με διάφορες μελέτες που έχουν γίνει, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η ποσότητα της βιταμίνης C στα αποξηραμένα βότανα είναι πολύ μικρή έως και σχεδόν αμελητέα.

Οι Ancuceanu et al. (2015) ανέλυσαν με HPLC έξι αποξηραμένα βότανα συμπεριλαμβανομένου και της μέντας για να εξακριβώσουν την επίδραση της μεθόδου ξήρανσης στην ποσότητα ασκορβικού οξέος και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι, όλη η ποσότητα του ασκορβικού οξέος είχε σχεδόν καταστραφεί.

Δεν υπάρχουν βιβλιογραφικά δεδομένα για τα ακριβή βότανα που μελετήθηκαν στην παρούσα μελέτη αλλά, οι μικρές ποσότητες που βρέθηκαν κατά την ανάλυση συνάδουν με το γεγονός ότι η αποξήρανση είναι ο πιο βασικός παράγοντας και μειώνει σημαντικά την ποσότητα του ασκορβικού οξέος του εκάστοτε φυτού. Όσο για τις μικρές διαφορές της ποσότητας ασκορβικού οξέος μεταξύ των διάφορων βοτάνων

ευθύνονται άλλοι παράγοντες για παράδειγμα, η αποξηραμένη βαλεριάνα αποτελείται κυρίως από τη ρίζα του φυτού η οποία, ακόμη και στο φρέσκο φυτό έχει πολύ μικρή ποσότητα βιταμίνης C (Paciolla et al., 2019).

Υπάρχουν μελέτες για τη χημική σύνθεση και την αντιοξειδωτική δραστηριότητα της λουίζας και της εχινάκεια, οι οποίες δείχνουν ότι αυτά τα φυτά περιέχουν αντιοξειδωτικά συστατικά και φαινολικά, αλλά δεν υπάρχουν άμεσες βιβλιογραφικές αναφορές που να προσδιορίζουν συγκεκριμένα την περιεκτικότητα σε βιταμίνη C για τα αποξηραμένα βότανα αυτά με τις αναφερόμενες μεθόδους (Polumackanycz, et al., 2022).

## V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το περιεχόμενο των φαινολικών συστατικών των ροφημάτων είναι υψηλό σε βότανα όπως η λουίζα, η μέντα και η λεβάντα ενώ χαμηλό σε βότανα όπως η εχινάκεια, το τίλιο και ιδιαίτερα η βαλεριάνα.

- Ο μεγαλύτερος χρόνος εκχύλισης, επηρεάζει θετικά το περιεχόμενο των φαινολικών συστατικών και για τα περισσότερα βότανα και τα 15min θεωρείται ο βέλτιστος χρόνος εκχύλισης, διότι σε αυτό τον χρόνο προσδιορίστηκε μεγαλύτερο περιεχόμενο φαινολικών συστατικών.

- Κατά σειρά, η βαλεριάνα έχει τη μικρότερη αντιοξειδωτική δράση, ακολουθεί το τίλιο, η εχινάκεια, έπειτα η μέντα και η λεβάντα βρίσκονται σχεδόν στα ίδια επίπεδα οπότε είναι δύσκολο να διευκρινιστεί ποια από τις δυο έχει καλύτερη αντιοξειδωτική δράση και τέλος, την καλύτερη αντιοξειδωτική δράση έχει η λουίζα. Η σειρά αυξανόμενης αντιοξειδωτικής δράσης δεν ακολουθεί τη σειρά του φαινολικού περιεχομένου, καθώς με τη μέθοδο Folin ανιχνεύονται και άλλες ενώσεις εκτός από τα φαινολικά συστατικά όπως πρωτεΐνες, αμινοξέα κ.α. Έτσι, η λεβάντα έχει το μεγαλύτερο φαινολικό περιεχόμενο, ενώ η λουίζα την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση.

- Επιπλέον, ο χρόνος εκχύλισης επηρεάζει ιδιαίτερα την αντιοξειδωτική δράση καθώς όσο αυτός αυξάνεται, αυξάνεται και η συγκεκριμένη παράμετρος. Τα 15min θεωρούνται και στη συγκεκριμένη περίπτωση βέλτιστος χρόνος εκχύλισης. Την

υψηλότερο αντιοξειδωτική ικανότητα έχει η λουίζα, ακολουθούν η λεβάντα και η μέντα. Τη μικρότερη αντιοξειδωτική δράση έχει η βαλεριάνα.

- Όσον αφορά τα φλαβονοειδή, αυτά βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στο ρόφημα της μέντας, ακολουθούν η μέντα και η λεβάντα (περίπου παρόμοιες συγκεντρώσεις), η εχινάκεια και τέλος το τίλιο και η βαλεριάνα. Στη συγκεκριμένη παράμετρο μελέτης, οι διαφορές από βότανο σε βότανο είναι αρκετά μεγάλες.

- Το πτητικό προφίλ των ροφημάτων ήταν πλούσιο σχεδόν σε όλα τα βότανα. Οι πτητικές ενώσεις που ανιχνεύθηκαν ήταν αλκοόλες, οξέα, υδρογονάνθρακες, εστέρες, αλδεΐδες, κετόνες και τερπένια τα οποία ήταν οι κυρίαρχες πτητικές ενώσεις σε όλα τα ροφήματα βοτάνων. Οι διαφορές στις ποσότητες μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι σε κάποια βότανα μπορεί μια ένωση να μην εκχυλιστεί κατά τον βρασμό ή όσο αυξάνεται ο χρόνος βρασμού να οδηγεί σε μείωση του πτητικού προφίλ.

- Το πιο πλούσιο πτητικό προφίλ είχε το ρόφημα μέντας στα 15 min, ακολούθησαν, σε φθίνουσα σειρά το ρόφημα της λεβάντας στα 5 min, της λουίζας στα 15 min, του τίλιου στα 15 min, και τέλος της βαλεριάνας (στα 10 min) και εχινάκειας (15 min)

- Το περιεχόμενο σε χλωροφύλλη των αποξηραμένων φύλλων των βοτάνων, βρέθηκε μεγαλύτερο στη μέντα, η οποία και στην όψη της ήταν η πιο πράσινη σε σύγκριση με τα υπόλοιπα βότανα. Γενικά, όμως, οι ποσότητες χλωροφύλλης υπολογίστηκαν πολύ χαμηλές γεγονός που υποδεικνύει ότι καθώς τα φρέσκα βότανα αποξηραίνονται και παραμένουν αποθηκευμένα μέχρι την κατανάλωσή τους, μειώνεται πάρα πολύ η ποσότητα χλωροφύλλης που περιέχουν.

- Η βιταμίνη C μελετήθηκε μόνο στα αποξηραμένα φύλλα των βοτάνων αφού αποικοδομείται με τη θερμότητα άρα κατά το βρασμό θα χάνονταν. Η ποσότητα της βρέθηκε μεγαλύτερη στα αποξηραμένα φύλλα της λουίζας όμως σε γενικό βαθμό, δεν είναι μεγάλη η ποσότητα της στα αποξηραμένα βότανα αφού κατά την αποξήρανση και την αποθήκευση χάνεται μεγάλη ποσότητα της.

- Συνολικά, όπως φαίνεται δεν ακολουθείται ένα παρόμοιο μοτίβο σε όλες τις παραμέτρους για τα βότανα δηλαδή, δεν μπορεί να εξαχθεί συμπέρασμα για το ποιο βότανο είναι καλύτερο συνολικά εφόσον άλλο βότανο περιέχει τη μεγαλύτερη

ποσότητα φαινολικών συστατικών και άλλο έχει υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση. Αυτό ίσως μπορεί να οφείλεται στο ότι διάφοροι παράγοντες καθορίζουν την ποσότητα των συγκεκριμένων ενώσεων για κάθε παράμετρο.

- Γενικά ο μεγαλύτερος χρόνος εκχύλισης του ροφήματος, βοηθά και στην εκχύλιση μεγαλύτερων ποσοτήτων των φαινολικών, αντιοξειδωτικών, φλαβονοειδών και πτητικών ενώσεων που ανιχνεύθηκαν.

- Τα πιο πλούσια σε συστατικά βότανα είναι η λουίζα η λεβάντα και η μέντα, ενώ η βαλεριάνα έχει τη μικρότερη ποσότητα σε όλα τα ανωτέρω.

## **VI. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

► Πιο εκτενής ανάλυση των βοτάνων και σε διάφορες συνθήκες (διαλύτες, χρόνους εκχύλισης, θερμοκρασίας) έτσι ώστε να εξαχθεί συμπέρασμα για το καλύτερο ποιοτικά βότανο.

► Ανάλυση και μελέτη άλλων βοτάνων για να βρεθεί αν υπάρχει και κάποιο καλύτερο ποιοτικά.

► Ανάλυση βοτάνων τα οποία δεν έχουν προκύψει από βιολογική καλλιέργεια.

► Ανάλυση βοτάνων τα οποία έχουν συλλεχθεί και αποξηρανθεί από την αρχή σε εργαστηριακές συνθήκες, έτσι ώστε να μην αποικοδομούνται σημαντικές ενώσεις λόγω της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης ή της λάθος μεταχείρισης κατά την αποξήρανση.

► Ανάλυση βοτάνων και από άλλες εταιρείες έτσι ώστε να συγκριθούν τα

αποτελέσματα και να βρεθεί η καλύτερη δυνατή επιλογή που κυκλοφορεί στην αγορά.

▶ Συνδυασμός βοτάνων ώστε να μελετηθεί αν η ανάμιξη, βελτιώνει η όχι κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά.

▶ Επιπλέον, οργανοληπτικός έλεγχος στους συνδυασμούς για την πιθανή κυκλοφορία ενός νέου προϊόντος.

▶ Να αναλυθούν σε μεγαλύτερο βαθμό βότανα όπως η εχινάκεια και το τίλιο, καθώς έχουν αρκετά οφέλη για τον οργανισμό και ακόμη δεν έχουν αξιοποιηθεί αρκετά.

Η έρευνα γύρω από τα βότανα και τα ροφήματα αυτών σίγουρα δεν έχει τελειώσει και είναι αρκετά σημαντική. Ανοίγει πολλούς ορίζοντες στο μέλλον, βοηθώντας τόσο τον άνθρωπο όσο και την φαρμακολογία, την ιατρική, την αισθητική και άλλους τομείς.

## VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abbas, F., Zhou, Y., O'Neill Rothenberg, D., Alam, I., Ke, Y., Wang, H.-C., "Aroma Components in Horticultural Crops: Chemical Diversity and Usage of Metabolic Engineering for Industrial Applications." *Plants*, 12(9), 1749, 2023. <https://doi.org/10.3390/plants12091748>.
2. Abbas, M., and Rajabi, A., "The Effects of Peppermint on Exercise Performance." *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(21), 15, 2013. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-15>.
3. Ancuceanu, R., Arama, C-C., Neagu, A.F., Dinou, M., Hovanet, M.V., Olaru, O.T., Popescu, C., Anghel, A.I., "Ascorbic Acid Is Virtually Degraded in Dried Herbal Products - an HPLC Assessment of Six Plant Species." *Farmacía*, 63(5), 745–750, 2015.
4. Abubakar, A.R., and Haque, M., "Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes." *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 12(1), 1-10, 2020. [https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs\\_175\\_19](https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_175_19).
5. Aguirre-Hernández, E., Martínez, A.L., González-Trujano, M.E., Moreno, J., Vibrans, H., Soto-Hernández, M., "Pharmacological Evaluation of the Anxiolytic and Sedative Effects of *Tilia Americana* L. Var. *Mexicana* in Mice." *Journal of Ethnopharmacology*, 109(1), 140-145, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.07.017>.
6. Ahmadi, F., Kariman, K., Mousavi, M., Rengel, Z., "Echinacea: Bioactive Compounds and Agronomy." *Plants*, 13(9), 1235, 2024. <https://doi.org/10.3390/plants13091235>.
7. Aucoin, M., Cardozo, V., McLaren, M.D., Garber, A., Remy, D., Joy Baker, J., Adam Gratton, A., M. Ali Kala, M., Monteiro, S., Warder, C., Perciballi, A., Cooley, K., "A Systematic Review on the Effects of Echinacea

Supplementation on Cytokine Levels: Is There a Role in COVID-19?" *Metabolism Open*, 11, 100115, 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.metop.2021.100115>.

8. Bahramsoltani, R., Rostamiasrabadi, P., Shahpiri, Z., Marques, A.M., Rahimi, R., Farzaei, M.H., "Aloysia Citrodora Paláu (Lemon Verbena): A Review of Phytochemistry and Pharmacology." *Journal of Ethnopharmacology*, 222(10), 34-51, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.04.021>.
9. Barreto Peixoto, J.A, Costa, A.S.G., Machado, S., Cifuentes, A., Ibáñez, E., Oliveira, M.B.P.P., Alves, R.C., "Contribution of Phenolics and Free Amino Acids on the Antioxidant Profile of Commercial Lemon Verbena Infusions", *Antioxidants*, 12(2), 251–251, 2023. <https://doi.org/10.3390/antiox12020251>.
10. Becker, A., Felgentreff, F., Schröder, H., Meier, B., Brattström, A., "The Anxiolytic Effects of a Valerian Extract Is Based on Valerenic Acid." *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14(1), 267, 2014. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-14-267>.
11. Bieźanowska-Kopec, R., and Piątkowska, E., "Total Polyphenols and Antioxidant Properties of Selected Fresh and Dried Herbs and Spices." *Applied Sciences*, 12(10), 4876, 2022. <https://doi.org/10.3390/app12104876>.
12. Bonifati, V., and Meco, G., "New, Selective Catechol-O-Methyltransferase Inhibitors as Therapeutic Agents in Parkinson's Disease." *Pharmacology & Therapeutics*, 81(1), 1-36, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0163-7258\(98\)00032-1](https://doi.org/10.1016/S0163-7258(98)00032-1).
13. Bouzenna, H., Hfaiedh, N., Giroux-Metges, M-A., Elfeki, A., Talarmin, H., "Biological Properties of Citral and its Potential Protective Effects against Cytotoxicity Caused by Aspirin in the IEC-6 Cells." *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 87, 653–660, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.12.104>.
14. Brendler, T., Brinckman, J.A., Daoust, M., "Suitability of Botanical Extracts as Components of Complex Mixtures Used in Herbal Tea Infusions—Challenges and Opportunities." *Frontiers in Pharmacology*, 13(7), 2022. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1013340>.
15. Brown, P.N., Chan, M., Paley, L., Betz, J.M. "Determination of Major Phenolic Compounds in Echinacea Spp. Raw Materials and Finished Products by High-Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detection:

- Single-Laboratory Validation Matrix Extension.” *Journal of AOAC International*, 94(5), 1400–1410, 2011. <https://doi.org/10.1093/jaoac/94.5.1400>
16. Brown, N., John, J.A., Shahidi, F., “Polyphenol Composition and Antioxidant Potential of Mint Leaves”, *Food Production, Processing and Nutrition*, 1(1), 2019. <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0001-8>.
  17. Burt, S. “Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods—a Review.” *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>.
  18. Carpenter, K.J., “The history of scurvy and Vitamin C”, Cambridge University Press, 1986.
  19. Caturla, N., Funes, L., Pérez-Fons, L., Micol, V., “A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Study of the Effect of a Combination of Lemon Verbena Extract and Fish Oil Omega-3 Fatty Acid on Joint Management.” *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 17(11), 1051–1063, 2011. <https://doi.org/10.1089/acm.2010.0410>.
  20. Chung, K.-T., Wong, T.Y., Wei, C.-I., Huang, Y.-W., Lin, Y., “Tannins and Human Health: A Review.” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(6), 421-464, 1998, pp. 421–464. <https://doi.org/10.1080/10408699891274273>.
  21. Chumpitazi, B.P., Kearns, G.L., Shulman, R.J., “Review Article: The Physiological Effects and Safety of Peppermint Oil and Its Efficacy in Irritable Bowel Syndrome and Other Functional Disorders.” *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 47(6), 738–752, 2018. <https://doi.org/10.1111/apt.14519>.
  22. Cittan, M., Altuntaş, E., Çelik, A., “Evaluation of Antioxidant Capacities and Phenolic Profiles in Tilia Cordata Fruit Extracts: A Comparative Study to Determine the Efficiency of Traditional Hot Water Infusion Method.” *Industrial Crops and Products*, 122, 553-558, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.044>.
  23. Corrêa, W.R., Freitas Serain, A., Netto, L.A., Marinho, J.V.N., Arena, A.C., de Santana Aquino, D.F., Kuraoka-Oliveira, A.M., Júnior, A.J., Toledo Bernal, L.P., Kassuya, C.A.L., Salvador, M.J., “Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties of the Extract, Tiliroside, and Patuletin 3-O-β-D-Glucopyranoside from *Pfaffia Townsendii* (Amaranthaceae).” *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, e6057579, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6057579>.

24. Daferera, D.J., Ziogas, B.N., Polissiou, M.G., “GC-MS Analysis of Essential Oils from Some Greek Aromatic Plants and Their Fungitoxicity On *Penicillium Digitatum*.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(6) 2576-2581, 2000. <https://doi.org/10.1021/jf990835x>.
25. Dai, J., & Mumper, R.J., “Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties”, *Molecules*, 15(10), 7313-7352, 2010. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>.
26. Denney, L., Afeiche, M.C., Eldridge, A.L., Villalpando-Carrion, S., “Food Sources of Energy and Nutrients in Infants, Toddlers, and Young Children from the Mexican National Health and Nutrition Survey 2012.” *Nutrients*, 9(5), 494, 2017. <https://doi.org/10.3390/nu9050494>.
27. Dong, Y., Wang, D., Li, M., Hu, X., Zhao, G., “One New Pathway for Allium Discoloration.” *Food Chemistry*, 119(2), 548-553, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.06.053>.
28. Dosoky, N.S., Kirpotina, L.N., Schepetkin, I.A., Khlebnikov, A.I., Lisonbee, B.L., Black, J.L., Hillary Woolf, H., Thurgood, T.L., Graf, B.L., Satyal, P., Quinn, M.T., “Volatile Composition, Antimicrobial Activity, and in Vitro Innate Immunomodulatory Activity of *Echinacea Purpurea* (L.) Moench Essential Oils”, *Molecules*, 28(21), 7330, 2023. <https://doi.org/10.3390/molecules28217330>.
29. dos Santos, É.R.Q., Maia, J.G.S., Fontes-Júnior, E. A., do Socorro Ferraz Maia, C., “Linalool as a Therapeutic and Medicinal Tool in Depression Treatment: A Review.” *Current Neuropharmacology*, 20(6), 1073-1092, 2022. <https://doi.org/10.2174/1570159x19666210920094504>.
30. ElGamal, R., Song, C., Rayan, A.M., Liu, C., Al-Rejaie, A., ElMarsy, G., “Thermal Degradation of Bioactive Compounds during Drying Process of Horticultural and Agronomic Products: A Comprehensive Overview.” *Agronomy*, 13(6), 1580, 2023. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061580>.
31. El Hadi, M.A.M., Zhang, F.-J., Wu, F.-F., Zhou, C.-H., Tao, J., “Advances in Fruit Aroma Volatile Research.” *Molecules*, 18(7), 8200–8229, 2013. <https://doi.org/10.3390/molecules18078200>.
32. Jiang, T.A., “Health Benefits of Culinary Herbs and Spices.” *Journal of AOAC International*, 102(2), 395-411, 2019. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0418>.

33. Farco, J.A., and Grundmann, O., “Menthol-Pharmacology of an Important Naturally Medicinal “Cool.”” *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, vol. 13(1), 124–131, 2013. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23061635/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23061635/).
34. Fotsing Y.S.F., Kezetas,J.J.B., El-Saber Batiha, G., Ali. I., Ndjakou, B.L., “Extraction of Bioactive Compounds from Medicinal Plants and Herbs.” In: *Natural Medical Plants*, H.A., El-Shemy (ed.), ch. 9, 2022, Egypt. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98602>.
35. Funes, L., Carrera-Quintanar, L., Cerdán-Calero, M., Ferrer, M.D., Drobnic, F., Pons, A., Roche, E., Micol, V., “Effect of Lemon Verbena Supplementation on Muscular Damage Markers, Proinflammatory Cytokines Release and Neutrophils’ Oxidative Stress in Chronic Exercise.” *European Journal of Applied Physiology*, 111(4), 695–705, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1684-3>.
36. Ghannadi, A., and Amree, S., “Volatile Oil Constituents of *Ferula gummosa* Boiss. from Kashan, Iran.” *Journal of Essential Oil Research*, 14(6), 420-421, 2002. <https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699908>.
37. Ghorbani, A., Eghlima, G., Farzaneh, M., Rezghiyan, A., “Effect of Drying Methods on Mucilage, Anthocyanin Content, and Antioxidant Activity of Black Hollyhock (*Alcea Rosea* Var. *Nigra*).” *BMC Plant Biology*, 25(1), 2025. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06524-8>.
38. Gonçalves, S., Mansinhos, I., Anabela Romano, A., “Aromatic plants: A source of compounds with antioxidant and neuroprotective effects”, ch. 11, In *Oxidative Stress and Dietary Antioxidants in Neurological Diseases*, Martin, C.R., & Preedy, V.R. (eds), Academic Press, pp. 155-173, London, UK, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817780-8.00011-6>
39. Goyal, A., Singh, V.D., Solanki, K., Verma, A., “Revealing the Curative Possibilities: A Comprehensive Exploration of Caffeic Acid.” *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 26(9), 1303-1313, 2025, <https://doi.org/10.2174/0113892010309341240517071344>.
40. Grune, T., Lietz, G., Palou, A.A., Ross, C., Stahl, W., Tang, G., Thrunham, D., Yin, S., Biesalski, H.K., “β-Carotene is an Important Vitamin a Source for Humans.” *The Journal of Nutrition*, 140(12), 2268S2285S, 2010. <https://doi.org/10.3945/jn.109.119024>.

41. Hammer, K., Carson, C.F., Riely, T.V., “Antifungal Activity of the Components of Melaleuca Alternifolia (Tea Tree) Oil.” *Journal of Applied Microbiology*, 95, 853-860, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.02059.x>.
42. Hostettmann, K. “Geschichte einer Pflanze am Beispiel von *Echinacea*” [History of a Plant: The Example of *Echinacea*]”, *Research in Complementary and Natural Classical Medicine*, 10(1), 9–12, 2003. <https://doi.org/10.1159/000071678>.
43. Huang, X., Jia, A., Liu, S., Zhao, H., Cing, C., Yan, C., “Extraction Process and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Total Flavonoids from *Broussonetia Papyrifera* Leaves.” *Scientific Reports*, 16, 442, 2026. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-30074-6>.
44. Ierodiakonou, K., “Theophrastus.” *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2020, [plato.stanford.edu/entries/theophrastus/](https://plato.stanford.edu/entries/theophrastus/).
45. Irakli, M., Tsifodimou, K., Sarrou, E., Chatzopoulou, P., “Optimization Infusions Conditions for Improving Phenolic Content and Antioxidant Activity in Sideritis Scardica Tea Using Response Surface Methodology.” *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 8(1), 67-74, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.12.001>.
46. Jaiswal, N., and Kumar, A., “HPLC in the Discovery of Plant Phenolics as Antifungal Molecules against Candida Infection Related Biofilms.” *Microchemical Journal*, 179, 107572, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.107572>.
47. Javadi, F., Ahmadzadeh, A., Eghtesadi, S., Naheed Aryaeian, N., Mozhddeh Zabihyeganeh, M., Foroushani, A.R., Shima Jazayeri, S., “The Effect of Quercetin on Inflammatory Factors and Clinical Symptoms in Women with Rheumatoid Arthritis: A Double-Blind, Randomized Controlled Trial.” *Journal of the American College of Nutrition*, 36(1), 9-15, 2017. <https://doi.org/10.1080/07315724.2016.1140093>.
48. Ji, C., Liu, C., Wang, R., Ruan, M., Yao, Z., Wan, H., Li, Z., Cheng, Y., Ye, Q., “The Science behind Vegetable Aromas: Types, Synthesis, and Influencing Factors of Volatile Compounds.” *Plant Signaling & Behavior*, 20(1), e2527958, 2025. <https://doi.org/10.1080/15592324.2025.2527958>.

49. Jin, W., Yang, Z., Xu, K., Liu, Q., Luo, Q., Li, L., Xiang, X., “A Comprehensive Review of Plant Volatile Terpenoids, Elucidating Interactions with Surroundings, Systematic Synthesis, Regulation, and Targeted Engineering Production.” *Biology*, 14(5), 466, 2025. <https://doi.org/10.3390/biology14050466>.
50. Karsch-Völck, M., Barrett, B., Kiefer, D., Bauer, D., Ardjomand-Woelkart, K., Linde, K., “Echinacea for Preventing and Treating the Common Cold.” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2, 2014. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd000530.pub3>.
51. Kennedy, D., Okello, E., Chazot, P., Howes, M.-J., Ohiomokhare, S., Jackson, P., Haskell-Ramsay, C., Khan, J., Forster, J., Wightman, E., “Volatile Terpenes and Brain Function: Investigation of the Cognitive and Mood Effects of Mentha × Piperita L. Essential Oil with in Vitro Properties Relevant to Central Nervous System Function.” *Nutrients*, 10(8), 1029, 2018. <https://doi.org/10.3390/nu10081029>.
52. Khanna, R., MacDonald, J.K., Levesque, B.G., “Peppermint Oil for the Treatment of Irritable Bowel Syndrome.” *Journal of Clinical Gastroenterology*, 48(6), 1, 2013. <https://doi.org/10.1097/mcg.0b013e3182a88357>.
53. Klemow, K., Bartlow, A., Crawford, J., Koscher, N., Shah, J., Ritsick, M., Medical Attributes of St. John’s Wort (*Hypericum Perforatum*)”, ch. 11. In *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*, I.F.F., Benzie & A. Wachtel-Galor (eds.) 2nd Edition, pp. 210, 2011, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
54. Kontogiorgis, C., Deligiannidou, G-E., Hadjipavlou-Litina, D.J., Papadopoulos, A.N., Lazari, D., “Antioxidant Contribution of Lavender (*Lavandula Angustifolia*), Sage (*Salvia Officinalis*), Tilia (*Tilia Tomentosa*) and Sideritis (*Sideritis Perfoliata*) Beverages prepared at home.” *Journal of Food Science & Technology*, 3(4), 360–377, 2018. <https://doi.org/10.25177/jfst.3.4.5>.
55. Kumar, M., Rawat, P., Dixit, P., Mishra, D., Gautam, A.K., Pandey, P., Singh, D., Chattopadhyay, N., Maurya, R., “Anti-Osteoporotic Constituents from Indian Medicinal Plants.” *Phytomedicine*, 17(13), 993–999, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2010.03.014>.
56. Küpeli Akkol, E., Genc, Y., Karpuz, B., Sobarzo-Sánchez, E., Capasso, R., “Coumarins and Coumarin-Related Compounds in Pharmacotherapy of Cancer”, *Cancers*, 12(7), 1959, 2020. <https://doi.org/10.3390/cancers12071959>.

57. Lee, S.K., and Kader, A.A., “Preharvest and Postharvest Factors Influencing Vitamin c Content of Horticultural Crops.” *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207-220, 2000. [https://doi.org/10.1016/s0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/s0925-5214(00)00133-2).
58. Li, H., Tsao, R., Deang, Z., “Factors Affecting the Antioxidant Potential and Health Benefits of Plant Foods”, *Canadian Journal of Plant Science*, 92(6), 1101–1111, 2012. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-239>.
59. Longman, L., Yang, X, “The Essential Element Manganese, Oxidative Stress, and Metabolic Diseases: Links and Interactions.” *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 1-11, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7580707>.
60. Lim, T. K. “Echinacea Purpurea”, In: *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*, pp. 340–371, 2013, Springer Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7395-0\\_23](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7395-0_23).
61. Ma, D., Guo, Y., Ali, I., Lin., J., Xu, Y., Yang, M., “Accumulation Characteristics of Plant Flavonoids and Effects of Cultivation Measures on Their Biosynthesis: A Review”, *Plant Physiology and Biochemistry*, 215, 108960, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108960>.
62. Mahajan, M., and Pal, P.K., “Growing Conditions Influence Non-Destructive Estimation of Chlorophyll in Leaves of Valeriana Jatamansi.” *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(3), 131-135, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.05.005>.
63. Makarova, K., Sajkowska-Kozielewicz, J.J., Zawada, K., Olchowik-Grabarek, E., Ciach, M.A., Gogolewski, K., Dobros, N., Ciechowicz, P., Hélène Freichels, H., Gambin, A., “Harvest Time Affects Antioxidant Capacity, Total Polyphenol and Flavonoid Content of Polish St John’s Wort’s (*Hypericum Perforatum* L.) Flowers”, *Scientific Reports*, 11(1), 17, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83409-4>.
64. Makhlof, L., El Fakhouri, K., Kemal, S.A., Aasfar, A., Kadmiri, I.M., El Bouhssini, M., “Advances in Analytical Techniques for Assessing Volatile Organic Compounds in Pulse Crops: A Comprehensive Review.” *Frontiers in Horticulture*, 3, 2024. <https://doi.org/10.3389/fhort.2024.1394041>.
65. Manayi, A., Vazirian, M., Saeidnia, S., “Echinacea Purpurea: Pharmacology, Phytochemistry and Analysis Methods.” *Pharmacognosy Reviews*, 9(17), 63, 2015. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.156353>.

66. Martínez-Rodríguez, A., Martínez-Olcina, M., Mora, J., Navarro, P., Caturla, N., Kones, J., “Anxiolytic Effect and Improved Sleep Quality in Individuals Taking Lippia Citriodora Extract.” *Nutrients*, 14(1), 218, 2022. <https://doi.org/10.3390/nu14010218>.
67. Martins, N., Barros, L., Santos-Buelga, C., Silva, S., Henriques, M., Ferreira, I.C.F.R., “Decoction, Infusion and Hydroalcoholic Extract of Cultivated Thyme: Antioxidant and Antibacterial Activities, and Phenolic Characterisation.” *Food Chemistry*, 167, 131-137, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.094>.
68. Masyita, A., Reka Mustika Sari, R.M., Astuti, A.D., Yasir, B., Rumata, N.R., Emran, T.B., Nainu, F., Simal-Gandara, J., “Terpenes and Terpenoids as Main Bioactive Compounds of Essential Oils, Their Roles in Human Health and Potential Application as Natural Food Preservatives.” *Food Chemistry: X*, 13, 100217, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217>.
69. Mirabi, P., and Mojab, F., “The Effects of Valerian Root on Hot Flashes in Menopausal Women.” *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 12(1), 218, 2024. [pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3813196/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3813196/).
70. Mundy, L.M. Sahn, D.F., Gilmore, M., “Relationships between Enterococcal Virulence and Antimicrobial Resistance”. *Clinical Microbiology Reviews*, 13(4), 513-522, 2000. <https://doi.org/10.1128/cmr.13.4.513-522.2000>.
71. Nakra, S., Tripathy, S., Srivastav, P.P., “Drying as a Preservation Strategy for Medicinal Plants: Physicochemical and Functional Outcomes for Food and Human Health.” *Phytomedicine Plus*, 5(2), 100762, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2025.100762>.
72. Ng, J.Y., Chiong, J.D., Liu, M.Y.M., Pang, K.K.Y. “Characteristics of the Echinacea Spp. Research Literature: A Bibliometric Analysis.” *European Journal of Integrative Medicine*, 57, 102216, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2022.102216>.
73. Nikfar, S., and Behboudi, A.F., “Limonene”. In: *Encyclopedia of Toxicity*, 3<sup>rd</sup> edition, Wexler, P. (ed.), pp. 78-82, 2014, Elsevier Inc., Academic Press. [www.sciencedirect.com/topics/chemistry/limonene](https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/limonene).
74. Notarnicola, A., Maccagnano, G., Tafuri, S., Fiore, A., Pesce, V., Biagio Moretti, B., “Comparison of Shock Wave Therapy and Nutraceutical Composed of Echinacea Angustifolia, Alpha Lipoic Acid, Conjugated Linoleic Acid and Quercetin (Perinerv) in Patients with Carpal Tunnel Syndrome.” *International*

- Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 28(2), 256–262, 2015.  
<https://doi.org/10.1177/0394632015584501>.
75. Nuriye, E.E. and Taşcı, S., “The Effects of Peppermint Oil on Nausea, Vomiting and Retching in Cancer Patients Undergoing Chemotherapy: An Open Label Quasi–Randomized Controlled Pilot Study.” *Complementary Therapies in Medicine*, 56, 102587, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102587>.
76. Odyntsova, V.M., Korniiivska, V.H., Panchenko, S.V., Korniienskyi, Yu.I., Kokitko, V.I., “Chromato-Mass Spectrometric Study of Valerian Infusion with Various Extractants.” *Current Issues in Pharmacy and Medicine: Science and Practice*, 15(1), 31–39, 2022. <https://doi.org/10.14739/2409-2932.2022.1.252374>.
77. Paciolla, C., Fortunato, S., Dipierro, N., Annalisa Paradiso, A., De Leonardis, S., Mastropasqua, L., de Pinto, M.C., “Vitamin C in Plants: From Functions to Biofortification.” *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 8(11), 519, 2019. <https://doi.org/10.3390/antiox8110519>.
78. Palomero, F., Morata, A., Benito, S., González, M.C., Suárez-Lepe, J.A., “Conventional and Enzyme-Assisted Autolysis during Ageing over Lees in Red Wines: Influence on the Release of Polysaccharides from Yeast Cell Walls and on Wine Monomeric Anthocyanin Content.” *Food Chemistry*, 105(2), 838-846, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.062>.
79. Panche, A. N., Diwan, A.D., Chandra, S.R., “Flavonoids: An Overview”, *Journal of Nutritional Science*, 5(47), 2016. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>.
80. Pasiás, I.N., Ntakoulas, D.D., Raptopoulou, K., Gardeli, C., Proestos, C., “Chemical Composition of Essential Oils of Aromatic and Medicinal Herbs Cultivated in Greece—Benefits and Drawbacks.” *Foods*, 10(10) 2354, 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10102354>.
81. Pascual, M.E., Slowing, K., Carretero, E., Sanchez Mata, D., Villar, A., “Lippia: Traditional Uses, Chemistry and Pharmacology: A Review.” *Journal of Ethnopharmacology*, 76(3), 201–214, 2001. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(01\)00234-3](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(01)00234-3).
82. Penzkofer, M., and Heuberger, H., “*Valeriana Officinalis* L. S.l.: Valerian”. In: Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants. Handbook of Plant Breeding, Novak, J., & Blüthner, W.D. (eds), pp. 559–603, 2020, Springer, Chan. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-1\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38792-1_19).

83. Ping, H., Ge, Y., Liu, W., Yang, J., Zhong, Z., Wang, J., “Effects of Different Drying Methods on Volatile Flavor Compounds in *Idesia Polycarpa* Maxim Fruit and Oil.” *Molecules*, 30(4), 811, 2025. <https://doi.org/10.3390/molecules30040811>.
84. Pinto, T., Aires, A., Cosme, F., Bacelar, E., Morais, M.C., Oliveira, I., Ferreira-Cardoso, J., Anjos, R., Vilela, A., Berta Gonçalves, B., “Bioactive (Poly)Phenols, Volatile Compounds from Vegetables, Medicinal and Aromatic Plants.” *Foods*, 10(1), 106, 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10010106>.
85. Pizzi, A., “Tannins Medical / Pharmacological and Related Applications: A Critical Review.” *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 22, 100481, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100481>.
86. Poljšak, N., and Kočever Glavač N., “*Tilia* Sp. Seed Oil-Composition, Antioxidant Activity and Potential Use”, *Applied Sciences*, 11(11), 4932, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11114932>.
87. Polumackanycz, M., Petropoulos, S.A., Añibarro-Ortega, M., Pinela, J., Barros, L., Plenis, A., Viapiana, A., “Chemical Composition and Antioxidant Properties of Common and Lemon Verbena”, *Antioxidants*, 11(11), 2247, 2022. <https://doi.org/10.3390/antiox11112247>.
88. Prakash, O., Chandra, M., Pant, A.K., Rawat, D.S., *Mint (Mentha Spicata L.) Oils*. In: *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, Academic Press, 2016, pp. 561–572, <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-416641-7.00064-x>.
89. Pratyusha, S., “Phenolic Compounds in the Plant Development and Defense: An Overview.” In: *Plant Stress Physiology – Perspectives in Agriculture*, M. Hasanuzzaman, K. Nahar (eds.) *IntechOpen EBooks*, 2022, <https://doi.org/10.5772/intechopen.102873>.
90. Radu, S.D. (Lupoae), Mihalcea, L., Aprodu, I., Socaci, S.A., Cotârleț, M., Enachi, E., Crăciunescu, O., Barbu, V., Oancea, A., Dulf, F.V., Alexe, P., Bahrim, G.E., Râpeanu, G., & Stănciuc, N., “Fostering lavender as a source for valuable bioactives for food and pharmaceutical applications through extraction and microencapsulation.” *Molecules*, 25(21), 5001, 2020. <https://doi.org/10.3390/molecules25215001>.
91. Ragone, M.I., Sella, M., Conforti, P., Volonté, M.G., Consolini, A.E., “The Spasmolytic Effect of *Aloysia Citriodora*, Palau (South American Cedron) Is Partially due to Its Vitexin but Not Isovitexin on Rat Duodenums.” *Journal of*

- Ethnopharmacology*, 113(2), 258–266, 2007.  
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.06.003>.
92. Rajesh, A., Kumawat, R., Sharma, D., Sagar, P., “Evaluation of Anti -Cancer Activity of Ethanolic Extract of *Spinacia Oleracea* by High Throughput Screening.” *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 33(2), 225-227, 2015.
93. Rhydum, S., Tripathi, A., “A Review on some Indigenous Medical Plants and their key Applications”, *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(53A), 160-166, 2021. [www.researchgate.net/publication/359710496](http://www.researchgate.net/publication/359710496)  
[Article\\_noJPRI77595\\_Review\\_Article\\_Sharma\\_and\\_Tripathi](#).
94. Rice-Evans, C., Miller, N., Paganga, G., “Antioxidant Properties of Phenolic Compounds.” *Trends in Plant Science*, 2(4), 152-159, 1997.  
[https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(97\)01018-2](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(97)01018-2).
95. Rosenkranz, M., Chen, Y., Zhu, P., Vlot, A.C., “Volatile Terpenes – Mediators of Plant-To-Plant Communication.” *The Plant Journal*, 108(3), 617-631, 2021.  
<https://doi.org/10.1111/tpj.15453>.
96. Rubinskienė, M., Viškelis, P., Dambrauskienė, E., Viškelis, J., Karklelienė, R., “Effect of Drying Methods on the Chemical Composition and Colour of Peppermint (*Mentha × Piperita* L.) Leaves”, *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(2), 223–228, 2015. <https://doi.org/10.13080/z-a.2015.102.029>.
97. Saadati, F., Chahardehi, A.M., Jamshidi, N., Nazanin Jamshidi, N., Darioush Ghasemi, D., “Coumarin: A Natural Solution for Alleviating Inflammatory Disorders.” *Current Research in Pharmacology and Drug Discovery*, 7, 100202, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.crphar.2024.100202>.
98. Sadowska, U., Villavicencio, R.A., Dziadek, K., Skoczylas, J., Sadowski, S.K., Kopeć, A., “The Identification of Polyphenolic Compounds and the Determination of Antioxidant Activity in Extracts and Infusions of Peppermint, Lemon Balm and Lavender.” *Applied Sciences*, 14(2), 699-, 2024.  
<https://doi.org/10.3390/app14020699>.
99. Safa H.B., Sarmad, G.Al.S., Zena, K.Al.Y., “Quercetin, the Potential Powerful Flavonoid for Human and Food: A Review”, *Frontiers in Bioscience-Elite*, 16(3), 30, 2024. <https://doi.org/10.31083/j.fbe1603030>.
100. Safe, S., Javaraman, A., Chapkin, R.S., Howard, M., Mohankumar, K., Shrestha, R., “Flavonoids: Structure–Function and Mechanisms of Action and

- Opportunities for Drug Development.” *Toxicological Research*, 37(2), 147–162, 2021. <https://doi.org/10.1007/s43188-020-00080-z>.
101. Santos, P.H.S., and Silva, M.A., “Retention of Vitamin c in Drying Processes of Fruits and Vegetables—a Review.” *Drying Technology*, 26(12) 1421-1437, 2008. <https://doi.org/10.1080/07373930802458911>.
102. Sasannejad, P., Saeedi, M., Shoeidi, A., Gorji, A., Abbasi, M., Foroughipour, M., “Lavender Essential Oil in the Treatment of Migraine Headache: A Placebo-Controlled Clinical Trial”, *European Neurology*, 67(5), 288-291, 2012. <https://doi.org/10.1159/000335249>.
103. Sasmaz, H.K., Uzlasir, T., Kelebek., H., “Effect of Infusion Time on the Phenolic Profile and Some Physicochemical Properties of Lavandula X Intermedia Cv. “SUPER.”” *Journal of Raw Materials to Processed Foods*, 1(2), 55-71, 2020. [www.journalrpf.com/index.php/pub/article/view/47](http://www.journalrpf.com/index.php/pub/article/view/47).
104. Sourki, A.H., Ghani, A., Kiani, F., Alipour, A., “Phytochemical profiles of lemon verbena (*Lippia citriodora* H.B.K.) and its potential application to cookie enrichment”, *Food Sci Nutr*, 9(6), 3100-3113, 2021, doi: [10.1002/fsn3.2268](https://doi.org/10.1002/fsn3.2268).
105. Melli, M.S., Rashidi, M.R., Delazar, A., Madarek, E., Maher, M.H.K., Ghasemzadeh, A., Sadaghat, K., Tahmasebi, Z. “Effect of Peppermint Water on Prevention of Nipple Cracks in Lactating Primiparous Women: A Randomized Controlled Trial.” *International Breastfeeding Journal*, 2(1), 7, 2007. <https://doi.org/10.1186/1746-4358-2-7>.
106. Schwab, W., Davidovich-Rikanati, R., Efraim Lewinsohn, E., “Biosynthesis of Plant-Derived Flavor Compounds.” *The Plant Journal*, 54(4), 712–732, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313x.2008.03446.x>.
107. Seigler, D.S. “Sesquiterpenes.” In: *Plant Secondary Metabolism*, 1998, pp. 367–397, [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4913-0\\_21](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4913-0_21).
108. Serrano, J., Puupponen-Pimiä, R., Dauer, A., Aura, A.-M., Saura-Calixto, F. et al. “Tannins: Current Knowledge of Food Sources, Intake, Bioavailability and Biological Effects.” *Molecular Nutrition & Food Research*, 53, S310–S329, 2009. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900039>
109. Shan, B., Cai, Y.Z., Sun, M., Corke, H., “Antioxidant Capacity of 26 Spice Extracts and Characterization of Their Phenolic Constituents.” *Journal of*

- Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7749–59, 2005.  
<https://doi.org/10.1021/jf051513y>.
110. Shi, J., Ma, C-Y., Qi, D-D., Lv, H-P., Yang, T., Pang, Q-H., Chen, Z-M., Lin, Z., “Transcriptional Responses and Flavor Volatiles Biosynthesis in Methyl Jasmonate-Treated Tea Leaves.” *BMC Plant Biology*, 15(1), 233, 2015.  
<https://doi.org/10.1186/s12870-015-0609-z>.
111. Shomali, A., Das, S., Arif, N., Sarraf, M., Zahra, N., Yadav, V., Aliniaiefard, S., Chauhan, D.K., Hasanuzzaman, M., “Diverse Physiological Roles of Flavonoids in Plant Environmental Stress Responses and Tolerance.” *Plants*, 11(22), 3158, 2022. <https://doi.org/10.3390/plants11223158>.
112. Silva, G.C., Rezende, B.A., da Silva, J.P.F., Cruz, J.S., de Souza, M.deF.V., Gomes, R.A., Teles, Y.C.F., Cortes, S.F., Lemos, V.S., “Mechanism of the Antihypertensive and Vasorelaxant Effects of the Flavonoid Tiliroside in Resistance Arteries.” *Planta Medica*, 79(12), 1003–1008, 2013.  
<https://doi.org/10.1055/s-0032-1328765>.
113. Solon, I.G., Santos, W.S., Branco, L.G.S., “Citral as an Anti-Inflammatory Agent: Mechanisms, Therapeutic Potential, and Perspectives.” *Pharmacological Research - Natural Products*, 7(5), 100253, 2025.  
<https://doi.org/10.1016/j.prenap.2025.100253>.
114. Stelmach, M. Klimowitz, A., Wróblewska, A., Oshetkova, D., Gajewska, S., Siemak, J., “Antioxidative and Photoprotective in Vitro Potential of *Lavandula Angustifolium*.” *Applied Sciences*, 15(11), 6004–6004, 2025.  
<https://doi.org/10.3390/app15116004>.
115. Suresh Kannan, S., Arjunan T.V., Vijayan, S., “Drying characteristics of mint leaves (*Mentha arvensis*) dried in a solid desiccant dehumidifier system”, *Journal of Food Science and Technology*, 58(2), 777-786, 2020.  
doi: [10.1007/s13197-020-04595-z](https://doi.org/10.1007/s13197-020-04595-z).
116. Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A., Cliver, D.O., “Antimicrobial Herb and Spice Compounds in Food.” *Food Control*, 21(9), 1199–1218, 2010.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.02.003>.
117. Tammadon, M.R., Nobahar, M., Hydarinia-Naieni, Z., Ebrahimian, A., Ghorbani, R., and Vafaei, A.A., “The Effects of Valerian on Sleep Quality, Depression, and State Anxiety in Hemodialysis Patients: A Randomized,

- Double-Blind, Crossover Clinical Trial.” *Oman Medical Journal*, 36(2), e255, 2021. <https://doi.org/10.5001/omj.2021.56>.
118. Thamkaew, G., Sjöholm, I., & Gómez Galindo, F., “A Review of Drying Methods for Improving the Quality of Dried Herbs.” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(11), 1-24, 2020. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1765309>.
119. Thapar, A., Roland, M., Harold, G., “Do Depression Symptoms Predict Seizure Frequency-or Vice Versa?” *Journal of Psychosomatic Research*, 59(5), 269–274, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2005.04.001>.
120. Toker, G., Küpeli, E., Memisoğlu, M., Yesilada, E., “Flavonoids with Antinociceptive and Anti-Inflammatory Activities from the Leaves of *Tilia Argentea* (Silver Linden).” *Journal of Ethnopharmacology*, 95(2-3), 393–397, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.08.008>.
121. Tripodi, G., Torre, M., Verzera, A., Cincotta, F., “Influence of Drying Methods on Volatile Aroma Compounds and Sensory Properties of Olive Leaf Herbal Tea.” *Foods*, 15(3), 496, 2026. <https://doi.org/10.3390/foods15030496>.
122. U.S. Department of Health and Human Services, 2012, S. Foster, Valerian, Herbs at a glance, [Valerian](#).
123. Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., “Chemical Composition of the Essential Oils Obtained from Some Spices Widely Used in Mediterranean Region.” *Acta Chimica Slovenica*, 54(4), 921-926, 2007.
124. Vuong, Q.V, Pham, H.N.T., Negus, C., “From Herbal Teabag to Infusion—Impact of Brewing on Polyphenols and Antioxidant Capacity.” *Beverages*, 8(4), 81, 2022. <https://doi.org/10.3390/beverages8040081>.
125. Wang, C., Gong, X., Bo, A., Zhang, L., Zhang, M., Zang, E., Zhang, C., Li, M., “Iridoids: Research Advances in Their Phytochemistry, Biological Activities, and Pharmacokinetics.” *Molecules*, 25(2), 287, 2020. <https://doi.org/10.3390/molecules25020287>.
126. Wieczorek, P.P., Witkowska, D., Jasicka-Misiak, I., Poliwoda, A., Oterman, M., and Katarzyna Zielińska, K., Bioactive Alkaloids of Hallucinogenic Mousrooms, In: *Studies in Natural Products Chemistry*, 46, 133-168, 2015. “Alkaloid - an Overview | ScienceDirect Topics.” *Sciencedirect.com*, [www.sciencedirect.com/topics/food-science/alkaloid](http://www.sciencedirect.com/topics/food-science/alkaloid).

127. Wojdyło, A, Oszmiański, J., Czemerys, R., “Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in 32 Selected Herbs.” *Food Chemistry*, 105(3), 940-949, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.038>.
128. Xu, L., and Wang, X., “A Comprehensive Review of Phenolic Compounds in Horticultural Plants.” *International Journal of Molecular Sciences*, 26(12), 5767, 2025, <https://doi.org/10.3390/ijms26125767>.
129. Yang, F., Jing, D., Yu, D., Xia, W., Jiang, Q., Xu, Y., Yu, P., “Differential Roles of Ice Crystal, Endogenous Proteolytic Activities and Oxidation in Softening of Obscure Pufferfish (*Takifugu Obscurus*) Fillets during Frozen Storage”, *Food Chemistry*, 278, 452-459, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.084>.
130. Yarnell, E., “Botanical Medicines for the Urinary Tract.” *World Journal of Urology*, 20(5), 285–293, 2002. <https://doi.org/10.1007/s00345-002-0293-0>.
131. Yotsawimonwat, S., Rattanadechsakul, J., Rattanadechsakul, P., Okonogi, S., “Skin Improvement and Stability of Echinacea Purpurea Dermatological Formulations.” *International Journal of Cosmetic Science*, 32(5), 340–346, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2009.00559.x>.
132. Zaharie, D., Achim, L., Muntean, L., “Therapeeytic effects of Valeria (*Valeriana officinalis* L.)”, *Hop and Medical Plants*, 1-2, 216-223, 2022.
133. Zhao, X., Yang, J., Wang, Y., Wang, X., Zhao, Y., Hou, M., Zhang, H., Chen, J., Xu, J., Zhang, J., “Volatile Compounds Evaluation and Characteristic Aroma Compounds Screening in Representative Germplasm of Mei (*Prunus Mume*) Based on Metabolomics and Sensomics.” *Food Chemistry*, 489, 144994, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144994>.

## Ιστοσελίδες

1. [www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/l/limonene.html](http://www.acs.org/molecule-of-the-week/archive/l/limonene.html). Accessed 10-7-2025.
2. [www.webmd.com/a-to-z-guides/supplement-guide-vitamin-a](http://www.webmd.com/a-to-z-guides/supplement-guide-vitamin-a).
3. [www.britannica.com/science/selenium](http://www.britannica.com/science/selenium). Accessed 7-5-2025
4. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/element/Zinc> Accessed 15-6-2025.
5. [www.healthdirect.gov.au/zinc](http://www.healthdirect.gov.au/zinc). Accessed 27-3-2024
6. [powo.science.kew.org/taxon/1015994-1](http://powo.science.kew.org/taxon/1015994-1). Accessed 17-3-2025.

7. [www.britannica.com/plant/lavender](http://www.britannica.com/plant/lavender). Accessed 25-6-2024
8. [https://books.google.gr/books/about/Gattefoss%C3%A9\\_s\\_Aromatherapy.html?id=cdZ5Wj3fRpIC&redir\\_esc=y](https://books.google.gr/books/about/Gattefoss%C3%A9_s_Aromatherapy.html?id=cdZ5Wj3fRpIC&redir_esc=y). Accessed 11-4-2025.
9. [taylorandfrancis.com/knowledge/Medicine\\_and\\_healthcare/Pharmaceutical\\_medicine/Cineole/](http://taylorandfrancis.com/knowledge/Medicine_and_healthcare/Pharmaceutical_medicine/Cineole/). Accessed 20-8-2025.
10. [www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/citral](http://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/citral). Accessed 15-9-2025.
11. [www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/echinacea-purpurea](http://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/echinacea-purpurea). Accessed 11-4-2025.
12. [my.clevelandclinic.org/health/articles/22857-gamma-aminobutyric-acid-gaba](http://my.clevelandclinic.org/health/articles/22857-gamma-aminobutyric-acid-gaba). Accessed 11-4-2025
13. <https://foreverest.net/news-list/the-benefits-of-the-%CE%B2-caryophyllenebcp>. Accessed 20-8-2025.
14. [www.dunnetbaydistillers.co.uk/news/caithness-life/beautiful-botanicals-lemon-verbena/](http://www.dunnetbaydistillers.co.uk/news/caithness-life/beautiful-botanicals-lemon-verbena/). Accessed 1-9-2025.
15. [lavender?srsrtid=AfmBOorvmE\\_%20nN4gZSZnB6XAPg1ZevT0DUzN\\_3MBMBSYrPJx0HAAooCc4](http://lavender?srsrtid=AfmBOorvmE_%20nN4gZSZnB6XAPg1ZevT0DUzN_3MBMBSYrPJx0HAAooCc4) Accessed 1-9-2025.
16. [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4R\\_-1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexene](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4R_-1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexene). Accessed 1-4-2025.
17. [pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool](http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool). Accessed 17-6-2025.
18. [plumorchard.com/nothing-better-than-linden-trees-their-legacy-history-and-meaning-and-why-we-love-our-linden-trees-at-plum-orchard-apartments-2/](http://plumorchard.com/nothing-better-than-linden-trees-their-legacy-history-and-meaning-and-why-we-love-our-linden-trees-at-plum-orchard-apartments-2/). Accessed 20-8-2025.
19. [thetreeauthority.com/1392/linden-tree-facts/](http://thetreeauthority.com/1392/linden-tree-facts/). Accessed 20-8-2025
20. [www.britannica.com/science/manganese](http://www.britannica.com/science/manganese). Accessed 10-8-2025.
21. [pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Coumarin](http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Coumarin). 10-6-2025
22. [pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4R\\_-1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexene](http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4R_-1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexene). 10-6-2025
23. [ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/#h11](https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/#h11). Accessed 8-5-2025.
24. [ods.od.nih.gov/factsheets/Valerian-HealthProfessional/](https://ods.od.nih.gov/factsheets/Valerian-HealthProfessional/). Accessed 17-6-2025.
25. [www.avogel.gr/plant-encyclopedia/valeriana\\_officinalis.php](http://www.avogel.gr/plant-encyclopedia/valeriana_officinalis.php). Accessed 17-3-2025.

26. <https://drshardaayurveda.com/blogs/ayurveda/pudina-mint-uses-benefits-nutrition-side-effects-more>. Accessed 25-3-2025
27. [www.fs.usda.gov/wildflowers/ethnobotany/tannins.shtml](http://www.fs.usda.gov/wildflowers/ethnobotany/tannins.shtml). Accessed 29-9-2025.
28. [pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Tilia+medicinal+properties](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Tilia+medicinal+properties). Accessed 17-3-2026.
29. [tofillo.com/en/lemon-verbena-herbal-queen/](http://tofillo.com/en/lemon-verbena-herbal-queen/). Accessed 17-3 2026
30. [www.ahpa.org/herbs\\_in\\_history\\_mint](http://www.ahpa.org/herbs_in_history_mint). Accessed 20-8-2025.
31. [www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287433](http://www.missouribotanicalgarden.org/PlantFinder/PlantFinderDetails.aspx?taxonid=287433). Accessed 14-7-2025.
32. [pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/element/Zinc](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/element/Zinc). Accessed 14-7-2025.
33. WHO, 2000, [www.who.int/publications/i/item/9789241506090](http://www.who.int/publications/i/item/9789241506090). Accessed 14-6-2024.
34. WHO Traditional Medicine Strategy 2002-2005. *Www.who.int*, [www.who.int/publications/i/item/WHO-EDM-TRM-2002.1](http://www.who.int/publications/i/item/WHO-EDM-TRM-2002.1). Accessed 14-6-2025.
35. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-Consumer/>. Accessed 20-8-2024.