



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
στην Επιστήμη Οίνου και Ζύθου**

Κατεύθυνση: Οίνος

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Η διερεύνηση της χρήσης των φαρμακευτικών βοτάνων
Αρμπαρόριζας και Βασιλικού
ως αντιοξειδωτικά στον οίνο
της Λαρδοπούλου Παυλίνας**

Επιβλέπων Καθηγητής : Σεχάντε Αντνάν

ΑΘΗΝΑ, 2021



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF FOOD SCIENCES
DEPARTMENT OF WINE, VINE & BEVERAGE SCIENCES**

**Master of Science in
Wine and Beer Science**

Option: Wine

Master Thesis

**The investigation of the use of the medicinal herbs
Pelargonium graveolens and Ocimum basilicum
as antioxidants in wine**

By Lardopoulou Pavlina

Supervisor: Shehadeh Adnan

ATHENS, 2021

Διασαφήσεις

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «Η διερεύνηση της χρήσης των φαρμακευτικών βοτάνων Αρμπαρόριζας και Βασιλικού ως αντιοξειδωτικά στον οίνο» που παρουσιάστηκε από την Λαρδοπούλου Παυλίνα και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “The investigation of the use of the medicinal herbs *Pelargonium graveolens* and *Ocimum basilicum* as antioxidants in wine presented by Lardopoulou Pavlina and we affirm that it is accepted.

Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 1ου Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 1st Commission Member):

Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 2ου Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 2nd Commission Member):

Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 3ου Μέλους Επιτροπής
(Name and Signature of 3rd Commission Member):

Με την υποβολή αυτής της διατριβής, δηλώνω ότι το σύνολο των εργασιών που περιέχονται σε αυτή είναι το δικό μου, πρωτότυπο έργο, ότι εγώ είμαι ο μοναδικός δημιουργός τους, ότι η αναπαραγωγή και η δημοσίευσή της από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής δεν θα παραβιάζει οποιαδήποτε δικαιώματα τρίτων και ότι δεν έχω υποβάλει στο παρελθόν το σύνολο ή μέρος αυτής για την απόκτηση οποιουδήποτε τίτλου. By submitting this thesis, I declare that the entirety of the work contained therein is my own, original work, that I am the sole author thereof (save to the extent explicitly otherwise stated), that reproduction and publication thereof by University of West Attica will not infringe any third-party rights and that I have not previously in its entirety or in part submitted it for obtaining any qualification.

Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή Υποψηφίου: Λαρδοπούλου Παυλίνα

(Surname and first name of the candidate): Lardopoulou Pavlina



Πνευματική Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής. Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of West Attica
All rights reserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας διπλωματικής μεταπτυχιακής εργασίας είναι να διερευνηθεί η χρήση των φαρμακευτικών βοτάνων Αρμπαρόριζας και Βασιλικού ως αντιοξειδωτικά στον οίνο.

Εξαιτίας την πανδημίας COVID-19, δεν ήταν δυνατή η πειραματική εκπόνηση της μελέτης των φαρμακευτικών βοτάνων σε γλεύκος και εμφιαλωμένο κρασί. Πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική μελέτη των βοτάνων.

Γίνεται μια ανασκόπηση στην ιστορική αναδρομή του οίνου, των φαρμακευτικών αρωματικών φυτών και συγκεκριμένα της αρμπαρόριζας και του βασιλικού. Αναφέρονται οι χρήσεις των βοτάνων στην καθημερινότητα και εστιάζεται στη φαρμακευτική τους χρήση.

Παρουσιάζεται ο μηχανισμός δράσης των αντιοξειδωτικών και αναλύονται οι μέθοδοι με τους οποίους μπορεί να προσδιοριστεί η αντιοξειδωτική ικανότητα στο κρασί.

Τέλος, εστιάζεται στις μεθόδους παραλαβής των αιθέριων ελαίων από τα βότανα και ειδικότερα στην εκχύλιση και στις διάφορες παραλλαγές της. Εφαρμόζεται η εκχύλιση στερεού-υγρού στα βότανα της αρμπαρόριζας και του βασιλικού χρησιμοποιώντας τη μέθοδο εκχύλισης Soxhlet.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to investigate the use of the medicinal herbs *Pelargonium graveolens* and *Ocimum basilicum* as antioxidants in wine.

Due to the COVID-19 pandemic, it was not possible to conduct an experiment study of medicinal herbs in must and bottled wine. A bibliographic study of herbs was performed.

A review is made of the historical background of wine, medicinal aromatic plants and in particular at *Pelargonium graveolens* and *Ocimum basilicum*. It mentions the uses of herbs in everyday life and focuses on their medicinal use.

The mechanism of action of antioxidants is presented and are analyzed the methods by which the antioxidant capacity in wine can be determined.

Finally, it focuses on the methods of obtaining essential oils from herbs and in particular on the extraction and its various variants. The extraction of solid-liquid is applied to the herbs of *Pelargonium graveolens* and *Ocimum basilicum* using the Soxhlet extraction method.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT.....	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	7
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	10
1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΥ	11
1.1 ΒΑΣΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ.....	11
1.2 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΑΚΧΑΡΑ.....	11
1.3 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	12
2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ	13
3. ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ.....	18
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	18
3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ	19
3.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ	22
4. ΑΡΜΠΑΡΟΡΙΖΑ (Pelargonium graveolens)	26
4.1 ΓΕΝΙΚΑ	26
4.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ.....	28
4.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	29
5. ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ.....	31
5.1 ΓΕΝΙΚΑ	31
5.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ.....	33
5.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	36
6. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ	38
6.1 ΓΕΝΙΚΑ	38

6.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ	39
6.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ	42
6.3.1 Μέθοδος ORAC	43
6.3.2 Μέθοδος Folin-Ciocalteu	44
6.3.3 Μέθοδος FRAP.....	45
6.3.4 Μέθοδος DPPH	45
7. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.....	48
8. ΕΚΧΥΛΙΣΗ.....	49
8.1 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΥΓΡΟΥ-ΥΓΡΟΥ.....	50
8.2 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΣΤΕΡΕΟΥ-ΥΓΡΟΥ	52
8.3 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΦΑΣΗΣ.....	52
8.4 ΙΣΟΡΡΟΠΙΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ.....	53
8.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	54
9. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΡΜΠΑΡΟΡΙΖΑΣ.....	55
10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	59

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Ναυάγιο αρχαίου πλοίου όπου διακρίνονται οι αμφορείς μεταφοράς κρασιού. Μεταξύ των αμφορέων τοποθετούσαν άμμο ώστε το πλοίο να αποκτήσει συμπαγή φορτίο και να μην είναι ευάλωτο στις θαλασσοταραχές.....	14
Εικόνα 2: Αιγυπτιακή τοιχογραφία με σκηνές καθημερινών δραστηριοτήτων. Διακρίνεται η συλλογή των σταφυλιών (τρύγος) και το πάτημα σε πατητήρι.....	15
Εικόνα 3: Απαμθρακωμένοι σπόροι σταφυλιού που βρέθηκαν στο Ντικιλί Τας.....	16
Εικόνα 4: Ο περίφημος «κρατήρας των οπλιτών» (περί το 1200π.Χ), που βρέθηκε σε οικία νότια της ακρόπολης των Μυκηνών. Αθήνα, Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο...	17
Εικόνα 5: Βιβλίο «Περί ύλης ιατρική» του Διοσκουρίδη, Ισπανία 12 ^{ος} - 13 ^{ος} αιώνας.	20
Εικόνα 6: Αρμπαρόριζα (<i>Pelargonium graveolens</i>).....	26
Εικόνα 7: Κιτρονελόλη (<i>Citronellol</i>)	27
Εικόνα 8: Γερανιόλη (<i>Geraniol</i>)	29
Εικόνα 9: Βασιλικός (<i>Ocimum basilicum</i>)	31
Εικόνα 10: Λιναλοόλη (<i>linalool</i>)	32
Εικόνα 11: Μεθυλ-καβικόλη (<i>methyl chavicol-estragole</i>)	34
Εικόνα 13: Μεθυλεστέρας του κινναμικού οξέος (<i>methyl cinnamate</i>)	34
Εικόνα 12: Ευγενόλη (<i>eugenol</i>)	34
Εικόνα 14: Μέθοδοι HAT και SET	42
Εικόνα 15: Διαδικασία αποχρωματισμού DPPH.....	46
Εικόνα 16: Αναγωγή ελεύθερης ρίζας DPPH από το ανιοξειδωτικό RH.....	47
Εικόνα 17: Απεικόνιση συσκευής Soxhlet	56

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ιεραρχική ταξινόμηση Αρμπαρόριζας	27
Πίνακας 2: Ταξινομική ιεραρχία Βασιλικού.....	32

1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΙΝΟΥ

1.1 ΒΑΣΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ

Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό οίνου, αμπέλου και ποτών (οίν), το κρασί είναι το ποτό που προέρχεται αποκλειστικά από τη μερική ή πλήρη αλκοολική ζύμωση των σταφυλιών, είτε είναι απορραγισμένα είτε όχι, είτε από γλεύκος σταφυλιών. Η πραγματική περιεκτικότητα σε αλκοόλ δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 8,5% vol. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα, το έδαφος, την ποικιλία αμπέλου, τους ειδικούς ποιοτικούς παράγοντες ή τις συγκεκριμένες παραδόσεις για ορισμένους αμπελώνες, η ελάχιστη συνολική περιεκτικότητα σε αλκοόλ μπορεί να μειωθεί σε 7% vol. ανάλογα με την εκάστοτε ειδική νομοθεσία της περιοχής.

Παρακάτω ακολουθούν κάποιοι από τους κυριότερους διαχωρισμούς του οίνου ως προς τον ορισμό τους με βάση την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα και σε διοξείδιο του άνθρακα αντίστοιχα.

1.2 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΑΚΧΑΡΑ

Το κρασί μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε: α) ξηρό, όταν περιέχει το μέγιστο έως και 4g/L σάκχαρα ή 9g/L σάκχαρα, όταν το επίπεδο ολικής οξύτητας (εκφραζόμενο σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο) είναι το μέγιστο 2g/L μικρότερο από την περιεκτικότητα σακχάρων. β) ημίξηρο, όταν η περιεκτικότητα σε σάκχαρα του κρασιού είναι υψηλότερη από την περιεκτικότητα που αναφέρεται στο α) αλλά, δεν υπερβαίνει τα 12g/L ή τα 18g/L, όταν η διαφορά μεταξύ της περιεκτικότητας σε σάκχαρα και επιπέδου ολικής οξύτητας εκφραζόμενη σε g/L τρυγικού οξέος δεν είναι μεγαλύτερη από 10 g/L. γ)

ημίγλυκο, όταν η περιεκτικότητα των σακχάρων είναι μεγαλύτερη από το β) αλλά με μέγιστο τα 45 g/L και δ) γλυκό, όταν αντίστοιχα είναι περισσότερη από 45g/L σάκχαρα.

1.3 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Τα κρασιά σύμφωνα με αυτήν την κατηγοριοποίηση χωρίζονται σε: i) ήρεμους οίνους που η συγκέντρωση του CO₂ είναι μικρότερη από 4g/L στους 20°C, ii) σε ημιαφρώδεις όπου είναι ίση ή μεγαλύτερη από 3g/L και ταυτόχρονα μικρότερη ή ίση από 5g/L στους 20°C και iii) σε αφρώδεις οίνους. Η πίεση αυτού του αερίου στη φιάλη είναι τουλάχιστον 3,5 bar στους 20 ° C. Ωστόσο, για φιάλες χωρητικότητας μικρότερης από 0,25 L, η ελάχιστη πίεση είναι 3 bar στους 20 ° C.¹

Ωστόσο, οι τρόποι για να παραχθούν αυτές οι φουσαλίδες μπορούν να συγκεντρωθούν σε έξι βασικές τεχνικές.

Το CO₂ παράγεται κατά της διάρκεια μιας δεύτερης ζύμωσης στη φιάλη (μέθοδος Καμπανίας) ή σε μια κλειστή δεξαμενή. Η δεύτερη ζύμωση γίνεται πάλι από ζύμες, όπως η αλκοολική που κάνει το μούστο κρασί. Οι ζύμες, μαζί με σάκχαρα και κρασί (που λέγονται liqueur de tirage) προστίθενται στον ήσυχο, χωρίς φουσαλίδες οίνο, το κρασί βάσης, αυτό δηλαδή που θα μετατραπεί σε αφρώδη οίνο, αφού για την παραγωγή αφρώδους απαιτείται πρώτα η παραγωγή ενός ήσυχου οίνου (1η ζύμωση). Οι ζύμες ξεκινούν τη δεύτερη ζύμωση και το διοξείδιο του άνθρακα που προκύπτει από αυτήν παραμένει λόγω του κλειστού περιβάλλοντος μέσα στο κρασί. Η ζύμωση στην κλειστή δεξαμενή πρόκειται πάνω κάτω για την προαναφερόμενη διαδικασία, με τη διαφορά ότι η δεύτερη ζύμωση δεν γίνεται ξεχωριστά, φιάλη – φιάλη, αλλά μαζικά, εντός ειδικής δεξαμενής. Αυτή είναι σχεδιασμένη να σφραγίζει και να αντέχει στην πίεση του εγκλωβισμένου διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από τη ζύμωση αυτή.²

Υπάρχει όμως και μια ενδιάμεση περίπτωση, που συνδυάζει μέρη των δύο προαναφερόμενων μεθόδων: η Μέθοδος Μεταφοράς (transfer method). Ξεκινά όπως η

¹ International code of oenological practices, 2021 issue

² Keith Grainger, Hazel Tattersall, 2016

παραδοσιακή, με τη δεύτερη ζύμωση στη φιάλη, αλλά κάποια στιγμή το κρασί μεταφέρεται σε υπό πίεση δεξαμενή, ώστε να μη χάσει το διοξείδιό του. Το ίζημα φιλτράρεται και το κρασί εμφιαλώνεται ξανά σε νέες φιάλες.³

Μία άλλη μέθοδος, γνωστή από την παραγωγή των γερμανικών αφρωδών οίνων sekt λέγεται «συνεχής» (Continuous Method) και μοιάζει με τη μέθοδο κλειστής δεξαμενής. Εφευρέθηκε στη Ρωσία και είναι τεχνικά πιο πολύπλοκη, αφού στο κρασί, που αντλείται μέσω δεξαμενών με διοξείδιο του άνθρακα, προστίθεται συνεχώς liqueur de tirage, ακόμα και νεκρές ζύμες (lees) ή και θρύμματα ξύλου.

Αφού ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των αφρωδών οίνων είναι ο αφρισμός τους, λόγω του διοξειδίου του άνθρακος, η ανθράκωση (carbonation), δηλαδή η προσθήκη διοξειδίου του άνθρακα εντός του κρασιού είναι η απλούστερη μέθοδος παραγωγής αφρωδών οίνων ωστόσο, με τις φυσαλίδες να είναι μεγάλες και αρκετά ξένες στο υπόλοιπο προϊόν.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί και ο πιο παλιός ουσιαστικά τρόπος παραγωγής αφρωδών οίνων (ancestral method), που τα τελευταία χρόνια έχει επανέλθει δειλά στο προσκήνιο, λόγω της απλότητας και της φυσικότητάς του. Πρόκειται για τη μέθοδο pét-nat, που προέρχεται από τις λέξεις pétillant-naturel (φυσικώς αφρώδης στη γαλλική γλώσσα). Πριν η αλκοολική ζύμωση ολοκληρωθεί το προϊόν μεταφέρεται σε φιάλη. Εντός της η ζύμωση ολοκληρώνεται και δημιουργείται μια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα, η οποία διατηρείται στο κρασί. Η εν λόγω φιάλη δεν πωματίζεται συνήθως με φελλό, αλλά με μεταλλικό καπάκι σαν της μπίρας.⁴

2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ ΚΡΑΣΙΟΥ

Το κρασί αποτελεί σημαντικό μέρος του ελληνικού πολιτισμού για πάνω από 4000 χρόνια όπως αποδεικνύουν οι πολυάριθμες αρχαιολογικές ανακαλύψεις σε όλη την Ελλάδα. Οι αρχαίοι Έλληνες γνώριζαν καλά τη θρεπτική αξία του, καθώς το κρασί, είχε

³ Philippe Jeandet et al., 2011

⁴ RafaelMartínez-García et al., 2020

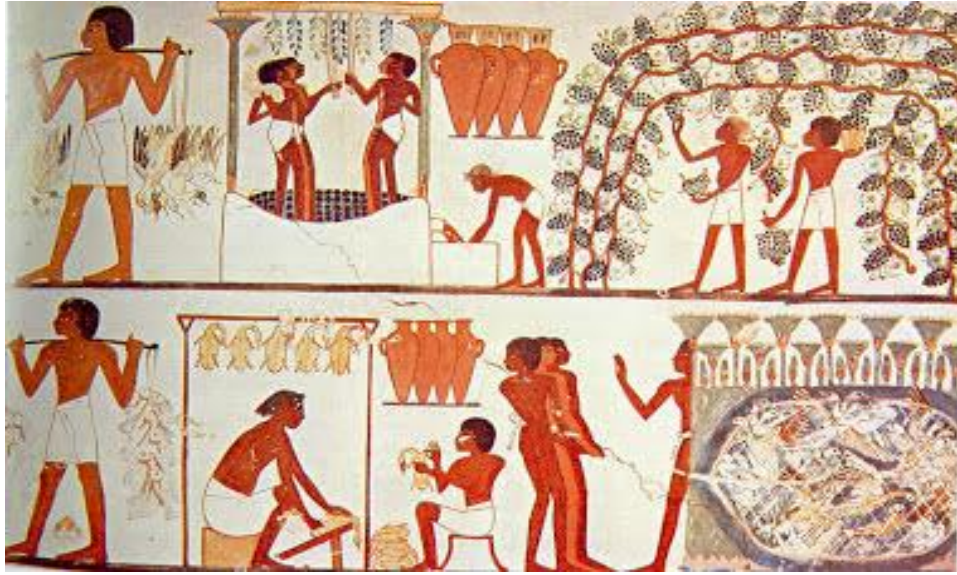
γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής τους διατροφής. Αγαπούσαν να διοργανώνουν πνευματικές συγκεντρώσεις και θρησκευτικές γιορτές, όπως τα λεγόμενα «συμπόσια» όπου καθώς έτρωγαν και μιλούσαν για φιλοσοφικά, κοινωνικά και θρησκευτικά θέματα έπιναν κρασί. Ανέπτυξαν ισχυρό εμπόριο και διακινούσαν τα κρασιά τους σε όλο τον αρχαίο κόσμο μέσα σε σφραγισμένους αμφορείς και μάλιστα είχαν δημιουργήσει τις δικές τους Ονομασίες Προέλευσης.⁵



Εικόνα 1: Ναυάγιο αρχαίου πλοίου όπου διακρίνονται οι αμφορείς μεταφοράς κρασιού. Μεταξύ των αμφορέων τοποθετούσαν άμμο ώστε το πλοίο να αποκτά συμπαγή φορτίο και να μην είναι ευάλωτο στις θαλασσοταραχές

Οι άνθρωποι αντιμετώπισαν την άγρια ευρασιατική άμπελο (*Vitis vinifera sylvestris*) κατά την έξοδο από την Αφρική στην περιοχή του σύγχρονου Λιβάνου περίπου 60.000 έως 100.000 χρόνια πριν κατά την Παλαιολιθική περίοδο. Η άγρια άμπελος έχει εντοπιστεί σε διαγράμματα από τα τενάγη των Φιλίππων, στην περιοχή της Δράμας, σε ζώνες που χρονολογούνται ανάμεσα στα 13.000 έως 10.000 χρόνια πριν από σήμερα. Τα διαγράμματα παρουσιάζουν σημαντική αύξηση της γύρης του φυτού περίπου 3.500 χρόνια πριν, έτσι ώστε, το γεγονός αυτό να συνδεθεί από τους ερευνητές με την έναρξη καλλιέργειας της αμπέλου από τον άνθρωπο.

⁵ Aspasia Vlachvei και Ourania Notta, 2009



Εικόνα 2: Αιγυπτιακή τοιχογραφία με σκηνές καθημερινών δραστηριοτήτων. Διακρίνεται η συλλογή των σταφυλιών (τρύγος) και το πάτημα σε πατητήρι

Στην πραγματικότητα η μέχρι σήμερα έρευνα έδειξε ότι είναι πολύ δύσκολο να αναγνωριστούν με ασφάλεια τα διακριτικά χαρακτηριστικά της ήμερης αμπέλου από την άγρια καθώς και να προσδιοριστεί με ακρίβεια η εποχή κατά την οποία η άμπελος εξημερώθηκε και άρχισε να καλλιεργείται συστηματικά.⁶

Η καλλιέργεια αμπελιού και η παραγωγή κρασιού στην Ελλάδα θεωρούνται δεδομένες στους Προϊστορικούς χρόνους (4500-1050 πΧ). Κατά την Νεολιθική εποχή ξεκινάει η διάδοση της αμπελοκαλλιέργειας στην Ελλάδα από άλλες χώρες, όπως είναι η Αίγυπτος και η Μεσοποταμία.⁷

Τα σταφύλια πριν αποτελέσουν την πρώτη ύλη για την παρασκευή του κρασιού, καταναλώνονταν ως νωπά ή αποξηραμένα φρούτα. Κατάλοιπα αυτής της κατανάλωσης αποτελούν τα απανθρακωμένα γίγαρτα, που βρίσκονται σε διάφορες αρχαιολογικές θέσεις και τα οποία εντοπίζονται και ταυτίζονται χάρη στις αρχαιοβοτανολογικές έρευνες. Μέχρι σήμερα οι πρωιμότερες ενδείξεις, από την ευρύτερη μεσογειακή λεκάνη για σύνθλιψη σταφυλιών με σκοπό να εξαχθεί ο χυμός τους, προέρχονται από τον οικισμό του Ντικιλί Τας, κοντά στους Φιλίππους, στην ανατολική Μακεδονία. Σε ένα νεολιθικό σπίτι που καταστράφηκε από φωτιά κατά το δεύτερο μισό της 5ης χιλιετίας

⁶Bottema 1982; Bottema & Woldring 1990; Στεφανή Ευαγγελία, 2011

⁷Κόπακα Κατερίνα, 2002

βρέθηκε μεγάλη ποσότητα από απαυθαρωμένα στέμφυλα, γεγονός που δηλώνει ότι είχε γίνει έκθλιψη τους, για να εξαχθεί ο χυμός. Χωρίς να γνωρίζουμε εάν ακολούθησε ζύμωση για να γίνει το γλεύκος κρασί, θα λέγαμε ότι από αυτόν τον νεολιθικό οικισμό της Μακεδονίας προέρχονται τα παλαιότερα στοιχεία για την οινοποίηση του σταφυλιού. Κατά την εποχή του Χαλκού (3^η-2^η χιλιετία π.Χ.) πληθαίνουν τα στοιχεία, που υποδεικνύουν ότι γίνεται πλέον συστηματικά σε πολλούς οικισμούς του Αιγαίου, η οινοποίηση των καρπών της αμπέλου.⁶



Εικόνα 3: Απαυθαρωμένοι σπόροι σταφυλιού που βρέθηκαν στο Ντικιλί Τας

Στη συνέχεια μέσω των Φοινίκων το αμπέλι διαδίδεται σε όλη την Ελλάδα, έχοντας αφετηρία την Κρήτη όπως υποδεικνύουν αντίστοιχα ευρήματα στο Μινωικό χωριό Μύρτος κοντά στην Ιεράπετρα περί τον 3^ο αιώνα π.Χ.⁷

Στην Αρχαία Ελλάδα υπήρχαν γιορτές για το κρασί, μια από αυτές γνωστή ως «Αυθεστήρια», πιθανότατα το όνομά της να προέρχεται από το γεγονός ότι τα αρχαία ελληνικά κρασιά ήταν διάσημα για τα αρώματα λουλουδιών τους. Η Αυθεστήρια γινόταν το Φεβρουάριο, όταν τα βάζα της ζύμωσης του κρασιού ήταν έτοιμα να ανοίξουν. Μια άλλη δημοφιλής εκδήλωση ήταν η μεγάλη γιορτή που είναι γνωστή ως «Διονύσια» και πραγματοποιούνταν στην Αθήνα κάθε Μάρτιο. Εκτός από την υποδοχή της άνοιξης, τα Διονύσια πιστεύεται ότι έχουν ακολουθήσει τη Βαβυλωνιακή παράδοση του εορτασμού της Πρωτοχρονιάς το Μάρτιο. Είναι αξιοσημείωτο, ότι το θέατρο του Διονύσου

βρίσκεται κάτω από τον Παρθενώνα και αποτελεί μια σαφή απόδειξη για την ισχυρή επιρροή του Θεού στην καθημερινή ζωή των Ελλήνων.⁸

Επίσης, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον το γεγονός ότι η μορφή των πολεμιστών που πολιόρκησαν δέκα ολόκληρα χρόνια την Τροία σώθηκε ζωγραφισμένο πάνω σε έναν κρατήρα, δηλαδή σ' ένα αγγείο, στο οποίο γινόταν η κρᾶσις του οίνου, η ανάμειξη του δηλαδή με νερό. Γιατί είτε έφευγαν για τη μάχη, είτε γύριζαν από αυτή, οι ήρωες του Ομήρου έπιναν με τις κούπες τους από τέτοια αγγεία -τους κρατήρες- το πολύτιμο κρασί που έσβηνε τη δίψα τους, αναπλήρωνε τις δυνάμεις τους και αναπτέρωνε το κουράγιο τους. Ακόμη και όταν έφευγαν για εκστρατεία, στο ακόντιο του καθενός ήταν δεμένος ένας ασκός με οίνο. Οι αρχαίοι λαοί γνώριζαν τον άκρατον οίνο ως φάρμακο, καθώς με οίνο έπλεναν τις πληγές τους και με οίνο θέραπευαν τα επιδερμικά τους τραύματα ακόμη και των αλόγων και των ελεφάντων τους, με οίνο ταρίχευαν τους νεκρούς τους και οίνο χρησιμοποιούσαν για το πλύσιμο των οστών μετά την καύση των νεκρών.

Στους Προϊστορικούς χρόνους η κρᾶσις γεννήθηκε από την ανάγκη προσθήκης στο νερό ενός «φάρμακου» όπως θεωρούσαν το κρασί για τις αντισηπτικές κι φαρμακευτικές ιδιότητες του, γιατί από την κατανάλωση άκρατου νερού υπέφεραν από αρρώστιες εξαιτίας των διάφορων μικροβίων που υπήρχε σε αυτό.⁹



Εικόνα 4: Ο περίφημος «κρατήρας των οπλιτών» (περί το 1200π.Χ), που βρέθηκε σε οικία νότια της ακρόπολης των Μυκηνών. Αθήνα, Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο

⁸ Μαραγκού Αλεξάνδρα, 1992

⁹ Κουράκου-Δραγώνα Σταυρούλα, 2006

Πέρα από την γενικότερη ιστορική αναδρομή, την παραγωγή και την πόση του κρασιού, οι αρχαιομετρικές έρευνες μας έχουν δώσει ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες πληροφορίες για τη χρήση βοτάνων και ρητινών για τον αρωματισμό του κρασιού, γεγονός που αποκαλύπτει την ιδιαίτερη σχέση των ανθρώπων με το κρασί ήδη σε τόσο πρώιμες περιόδους, και μάλιστα την ανάπτυξη εκλεπτυσμένων οινικών γεύσεων. Είναι πράγματι αξιοθαύμαστο το γεγονός ότι η ρετσίνα, το παραδοσιακό αυτό ελληνικό ποτό, είχε ήδη «ανακαλυφθεί» και καταναλωνόταν από την εποχή του Χαλκού και σε όλη τη διάρκεια της ελληνικής αρχαιότητας.¹⁰

3. ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αρχή της φαρμακευτικής βιομηχανίας χρονολογείται από τον δέκατο όγδοο αιώνα, όταν προχώρησε η εξέλιξη της χημείας, οι ανακαλύψεις της, η απομόνωση, ο καθαρισμός, και η αποσαφήνιση της δομής των φυσικών ενώσεων φυτικής προέλευσης. Παρά τις προόδους που επιτεύχθηκαν από τη συνθετική φαρμακευτική χημεία και τη βιοτεχνολογία, υπάρχουν πολλές ενώσεις φυτικής προέλευσης-ακόμη και σήμερα- οι οποίες μπορούν να παραχθούν χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη φυτά.¹¹

Παρόλο που έχουν προταθεί πληθώρα ορισμών για τα φαρμακευτικά φυτά, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ), ένα φαρμακευτικό φυτό ορίζεται ως οποιοδήποτε φυτό το οποίο σε ένα ή περισσότερα από τα όργανά του περιέχει ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θεραπευτικούς σκοπούς ή που είναι πρόδρομες ενώσεις για συνθέσεις χημειοφαρμακευτικών προϊόντων.¹²

Η ομάδα των αγγειωδών φυτικών ειδών περιλαμβάνει περίπου 350.000 διαφορετικά είδη, εκ των οποίων μόνο ένα μικρό ποσοστό της τάξεως του 5% (περίπου 18.000 είδη) αποτελούν τα αρωματικά φυτά. Πολλά από τα αρωματικά φυτά

¹⁰ Lambrou-Phillipson & Phillipson 2002

¹¹ Jenő Bernáth, 2009

¹² PE Rajasekharan, 2002

χαρακτηρίζονται και ως φαρμακευτικά, γιατί περιέχουν ουσίες με αποδεδειγμένες θεραπευτικές ιδιότητες.

Τα αρωματικά φυτά στα διάφορα φυτικά τους μέρη περιέχουν αιθέρια έλαια που τους προσδίδουν την εκάστοτε χαρακτηριστική οσμή, ωστόσο η χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων μπορεί να διαφέρει στα επιμέρους όργανα του ίδιου φυτού.¹³ Επίσης, η ποιότητα του αιθέριου ελαίου επηρεάζεται από μια σειρά παραγόντων, όπως η τοποθεσία και το μικροκλίμα της φυτείας, το μέρος του φυτού που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του ελαίου, ο βαθμός ωριμότητας του φυτού την ημέρα της συλλογής του, ακόμα και η συγκεκριμένη ώρα της ημέρας που θα συλλεχθεί το φυτό.

3.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Οι αρχαιότερες μαρτυρίες χρήσης αρωματικών φυτών προέρχονται από τους Ασύριους και τους Σουμέριους γεγονός που αποδεικνύεται από τα έργα τέχνης και τα γραπτά κείμενα αυτών των πολιτισμών.¹⁴

Η πρώτη γνωστή γραπτή αναφορά για θεραπευτικά φυτά έρχεται από τους Σουμέριους το 2200 π.Χ.¹⁵ Οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν τα αρωματικά φυτά και τα αιθέρια έλαια, είτε για λόγους αισθητικής και θεραπευτικής, είτε για να αρωματίζουν την ατμόσφαιρα, ακόμα και ως συντηρητικά για τη μουμιοποίηση. Στην Παλαιά Διαθήκη υπάρχουν αναφορές από τις οποίες συνεπάγεται ότι τα αρωματικά και τα φαρμακευτικά φυτά συγκαταλέγονταν ανάμεσα σε προϊόντα μεγάλης αξίας όπως ο χρυσός και οι πολύτιμοι λίθοι.

¹³ Γαρδέλη Χρυσανγή, 2009

¹⁴ Χασιώτης Χρήστος, 2006

¹⁵ Χαριζάνης Κωνσταντίνος, 2012

Στον Ελληνικό κόσμο τα αρωματικά φυτά έχουν μεγάλη σημασία και αξία. Για παράδειγμα, ήδη από το 15^ο αιώνα π.Χ. στους πρώτους Ολυμπιακούς αγώνες στην Ελλάδα οι νικητές στεφανώνονταν με δάφνινα στεφάνια και πετροσέλινο.

Υπάρχουν πολλές αναφορές σε αρχαία κείμενα, ωστόσο η πλέον ολοκληρωμένη εργασία για τα αρωματικά φυτά προέρχεται από τον Ιπποκράτη, ο οποίος γύρω στα 400 π.Χ. αναφέρει έναν κατάλογο με περισσότερα από 400 φάρμακα με ουσίες από βότανα και φαρμακευτικά φυτά, από τις οποίες περίπου οι μισές χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα. Η συστηματική παρατήρηση και έρευνα οδήγησε τον Ιπποκράτη στο συμπέρασμα ότι τα αρωματικά φυτά συνδυάζουν τη γευστική απόλαυση με τη θεραπευτική αξία.¹⁴ Ο Διοσκουρίδης κατά τον πρώτο μ.Χ. αιώνα έγραψε μια βοτανική χρησιμοποιώντας 600 φυτά και αυτό το έργο ήταν βάση για πολλές μεταγενέστερες βοτανικές έρευνες. Μια από τις πιο δημοφιλείς βοτανικές γράφτηκε από τον Culpeper το 17ο αιώνα.



Εικόνα 5: Βιβλίο «Περί ύλης ιατρική» του Διοσκουρίδη, Ισπανία 12^{ος} - 13^{ος} αιώνας

Στην ελληνική μυθολογία γίνονται αναφορές σε διάφορα φαρμακευτικά και θαυματουργά βότανα. Στην Οδύσσεια αναφέρεται πως η Κίρκη έριξε μέσα στο κρασί των συντρόφων του Οδυσσέα μαζί με άλλα συστατικά και διάφορα κακά βότανα, τα λυγρά φάρμακα, τα οποία προκαλούσαν αμνησία, για να τους κάνει να λησμονήσουν την πατρίδα τους, ενώ με φάρμακο άλειψε τους συντρόφους για να τους επαναφέρει πάλι

στην ανθρώπινη μορφή τους. Ο Ερμής ήταν αυτός που είχε δώσει μόλις πριν στον Οδυσσέα ένα βότανο, το μάλυ, το αντίδοτο των λυγρών φαρμάκων, για να τον προστατέψει από τη μαγεία της Κίρκης.¹⁵

Οι Ρωμαίοι, καθώς ανέπτυσαν την αυτοκρατορία τους, άρχισαν να μεταφέρουν με πλοία και να εμπορεύονται αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά από την Ινδία και την Αίγυπτο. Η χρήση αρωματικών φυτών καθώς και ουσιών που εξάγονταν από φυτά ήταν ευρύτατη από τους Ρωμαίους στα χρόνια που η αυτοκρατορία τους ήταν ισχυρή.

Κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα το εμπόριο αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών μειώθηκε. Ωστόσο κατά τα χρόνια πριν την αναγέννηση, καθώς ο ευρωπαϊκός πολιτισμός αναπτυσσόταν άρχισε να αναπτύσσεται και η ζήτηση για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά που υπήρξε το κλειδί για την ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου. Πολλά από τα σημαντικότερα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά προέρχονταν από την Ινδία, την Κίνα και την Ινδονησία. Στα τέλη του 13ου αιώνα οι εξερευνητικές προσπάθειες του Μάρκο Πόλο καθιέρωσαν τη Βενετία ως το μεγαλύτερο κέντρο εμπορίου αρωματικών φυτών. Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ήταν ένας από τους λόγους για τους οποίους ξεκίνησε η εξερεύνηση του κόσμου τον 15^ο και 16^ο αιώνα και κατ' επέκταση ένα από τα αίτια της ανακάλυψης της Αμερικής. Ο Πορτογάλος Βάσκο Ντε Γκάμα έκανε τον περίπλου της Αφρικής από το Ακρωτήριο της Καλής Ελπίδας και έφτασε στην Ινδία, όπου επιστρέφοντας στην Πορτογαλία έφερε στους Πορτογάλους πιπέρι, κανέλα, αρμπαρόριζα και άλλα πολύτιμα προϊόντα. Το 1442 ο Χριστόφορος Κολόμβος για λογαριασμό της Ισπανίας και ψάχνοντας να βρει άλλο δρόμο για τις Ινδίες, ανακάλυψε την Αμερική που ονόμασε τότε Δυτικές Ινδίες. Έφερε πίσω στην Ισπανία αρωματικό πιπέρι, βανίλια, καπνό και άλλα βότανα που για πρώτη φορά έβλεπαν οι Ευρωπαίοι. Οι Αμερικανοί άρχισαν να ασχολούνται με το εμπόριο αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών το 1672, όταν ο Elihu Yale, έχοντας εμπειρία από τη δουλειά του στην εταιρία Ανατολικών Ινδιών, ξεκίνησε επιχείρηση στη Βοστώνη.¹⁴

3.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνεται μια στροφή των πολιτών σε έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής. Πιο συγκεκριμένα, στρέφονται στην αγορά περιβαλλοντικά φιλικών προϊόντων, των οποίων η παραγωγή, η διάθεση και η χρήση τους δεν έχουν αντίκτυπο στο περιβάλλον, ή έχουν πολύ μικρότερες συνέπειες σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά προϊόντα.

Από τη δεκαετία του '70, στις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες παρατηρείται μία αύξηση του ενδιαφέροντος για έρευνα, παραγωγή και κατανάλωση φαρμακευτικών αρωματικών φυτών, με πλήθος εφαρμογών κυρίως στις επιχειρήσεις τροφίμων, καλλυντικών και φαρμάκων. Οι σημαντικότερες βιομηχανίες στις οποίες χρησιμοποιούνται τα φαρμακευτικά αρωματικά φυτά είναι η βιομηχανία τροφίμων, η φαρμακοβιομηχανία, τα καλλυντικά, η αρωματοποιία, η ποτοποιία, η μαζική εστίαση, η μελισσοκομία και σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται στην αρχιτεκτονική τοπίου ως καλλωπιστικά φυτά.

Αναλυτικότερα ξεκινώντας από την βιομηχανία τροφίμων, τα αποξηραμένα φύλλα (δρόγες) χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ροφημάτων, στην κονσερβοποιία, στη ζαχαροπλαστική και στη μαγειρική.¹⁶ Αποξηραμένα αρωματικά φυτά ως ξηρή δρόγη βρίσκονται σε διάφορα ροφήματα που κυκλοφορούν στην αγορά, για την παρασκευή των οποίων χρειάζεται το "μούλιασμα" της σε ζεστό νερό για την παρασκευή τσαγιού και αφεψημάτων. Επίσης μπορεί να είναι συσκευασμένα σε εμβαπτιζόμενα φακελάκια τσαγιού για ευκολότερη χρήση, ακόμη και ως έτοιμα ροφήματα (πχ παγωμένο τσάι) στα ψυγεία σουπερμάρκετ.¹⁷ Πολλά από τα μικρά προβλήματα υγείας όπως τα κρυολογήματα, η δυσπεψία, οι πονοκέφαλοι, οι αδιαθεσίες κ.α. μπορούν να αντιμετωπιστούν με επιτυχία με τα βότανα αποφεύγοντας φάρμακα.¹⁸

Τα φαρμακευτικά αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνται και για την ιδιαίτερη γεύση που προσδίδουν σε ορισμένα τρόφιμα (π.χ. ρίγανη σε κρέας), όπου χρησιμοποιούνται

¹⁶ Μαλούπα Ελένη, 2013

¹⁷ Κάλφας Ηλίας, 2018

¹⁸ Βόβολη Ελένη, 2009

κυρίως με την ξηρή τους μορφή, σε αντίθεση με την μαζική εστίαση που προτιμάται η φυσική φρεσκοκομμένη μορφή τους.¹⁷ Συχνά, η ξηρή δρόγη έχει περισσότερο συμυκνωμένο άρωμα από ότι το φρέσκο υλικό (π.χ. δυόσμος, δενδρολίβανο, θυμάρι, θρούμπι, μελισσόχορτο, ρίγανη, φασκόμηλο).¹⁸ Εκτός από τη γεύση ορισμένα αρωματικά φυτά έχουν και ιδιαίτερες ιδιότητες. Τέτοιες είναι οι δράσεις κατά μικροοργανισμών και βακτηρίων που τα καθιστούν φυσικά συντηρητικά τροφίμων (αντιμικροβιακές και βακτηριοστατικές ιδιότητες).

Ο χρωματισμός των τροφίμων επιτυγχάνεται με τη χρήση φυτικών χρωστικών όπως η κουρκουμίνη, οι ριβοφλαβίνες, η χλωροφύλλη και άλλες ουσίες. Τα φλαβονοειδή, καροτενοειδή και γενικά οι φυσικές χρωστικές που περιέχονται στα φαρμακευτικά φυτά σε μεγάλες σχετικά ποσότητες αποτελούν εργαλείο σε ζητήματα χρωματισμού των τροφίμων και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται ως φυσικές βαφές προσδίδοντας ιδιαίτερη εμφάνιση στα τρόφιμα χωρίς την προσθήκη χημικών συνθετικών χρωστικών.

Επίσης, χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια στην ποτοποιία. Ενδεικτικά ελληνικά προϊόντα που περιέχουν αρωματικά φυτά είναι πχ το ούζο και το τσίπουρο που τους προσφέρουν την χαρακτηριστική γεύση και οσμή.¹⁷

Επίσης χρησιμοποιούνται τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών για την παραγωγή καλλυντικών υψηλής ποιότητας και υψηλών προδιαγραφών. Χαρακτηριστικό φυτό που χρησιμοποιείται ευρύτατα στην παραγωγή αρωμάτων είναι η *Salvia sclarea* (σάλβια η ερυθρανθής).¹⁹ Κάθε αιθέριο έλαιο μπορεί να επιδράσει και να έχει διαφορετικό θεραπευτικό αποτέλεσμα στα διάφορα μέρη του σώματος. Στις μέρες μας η σαπωνοποιία χρησιμοποιεί αιθέρια έλαια αρωματικών φυτών τα οποία εκτός από το ιδιαίτερο άρωμά τους έχουν και βακτηριοστατική δράση. Επίσης σε διάφορα προϊόντα που χρησιμοποιούμε υπάρχουν πλέον του ενός αιθέρια έλαια συνδυάζοντας τις ιδιότητές τους για ένα καλύτερο αποτέλεσμα.¹⁷

Γενικότερα, εκτιμάται ότι το 50 % των φυτών που εμπορεύονται παγκοσμίως χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες τροφίμων, το 25 % χρησιμοποιείται για την παραγωγή καλλυντικών, το 20 % για θεραπευτικές χρήσεις στις βιομηχανίες φαρμάκων και ένα 5 % για άλλες εφαρμογές, όπως η παραγωγή εντομοκτόνων. Αναφορικά με τις

¹⁹ Ζελοβίτης και Κύρκας, 2015

βιομηχανίες φαρμάκων, τα αρωματικά φυτά αξιοποιούνται χάρη στα αιθέρια έλαια που περιέχουν.¹⁹ Οι μορφές που χρησιμοποιούνται είναι είτε ως ροφήματα, ή διαλυμένα σε οινόπνευμα (δια στόματος), είτε ως θεραπευτικά έλαια που εφαρμόζονται απευθείας (μασάζ, κομπρέσες, καταπλάσματα), είτε χρησιμοποιούνται σαν πρώτες ύλες για την παρασκευή αλοιφών, χαπιών, κολλυρίων, σιροπιών κλπ. Κυκλοφορούν κυρίως στην αγορά σκευάσματα που περιέχουν μόνο αιθέρια έλαια ή γενικότερα χημικές ουσίες που έχουν παραληφθεί από τα φυτά αυτά και διατίθενται χωρίς συνταγή γιατρού πχ συμπληρώματα διατροφής, βιταμίνες κ.α.¹⁷

Οι κυριότερες κατηγορίες που κυκλοφορούν σήμερα είναι τα διατροφικά φαρμακευτικά προϊόντα (neutraceuticals, προϊόντα διατροφής που χρησιμοποιούν φαρμακευτικά εκχυλίσματα φυτικής προέλευσης), τα βοτανικά φάρμακα (herbal remedies, σκευάσματα που διατίθενται σε φαρμακεία των οικονομικά αναπτυγμένων χωρών στη μορφή της κάψουλας, του χαπιού ή του τονωτικού υγρού), τα φυτικά φάρμακα (phytomedicines, φυτικής βάσης φαρμακευτικά προϊόντα με προσδιορισμένη χημική σύσταση και αποδειγμένες φαρμακευτικές ιδιότητες, που έχουν συνήθως υποστεί λεπτομερή τοξικολογικό και κλινικό έλεγχο και διατίθενται με συνταγή), τα ομοιοπαθητικά φάρμακα (homeopathic drugs, ειδικά παρασκευασμένα προϊόντα που έχουν φυτική, ορυκτή και ζωική προέλευση και χρησιμοποιούνται σε απόλυτα διαλυτές ποσότητες), τα αρωματοθεραπευτικά έλαια (aromatherapy oils, αιθέρια έλαια τα οποία χρησιμοποιούνται περισσότερο για θεραπευτικούς λόγους, παρά στη βιομηχανία της αρωματοποιίας) και τα διαιτητικά συμπληρώματα (dietary supplements, προϊόντα κυρίως φυτικής προέλευσης που συνήθως συμπεριλαμβάνονται στις υγιεινές τροφές).¹⁶

Παραθέτοντας μερικά παραδείγματα, στην Γερμανία ένα φάρμακο με δραστική ουσία την κυναρίνη (φυτική χημική ουσία που βρίσκεται στην κοινή αγκινάρα) πωλείται για αντιμετώπιση προβλημάτων υπέρτασης και ηπατικά προβλήματα. Επίσης, στις ΗΠΑ τυποποιημένα φυσικά εκχυλίσματα από το γαϊδουράγκαθο που περιέχουν συγκεκριμένες ποσότητες σιλυμαρίνης βρίσκονται σχεδόν σε κάθε κατάσταση υγιεινής διατροφής. Το *Cerphaelis ipecacuanha* ανακαλύφθηκε σε ένα τροπικό φυτό και δινόταν παλαιότερα και μέχρι σήμερα σε κάποιες χώρες του τρίτου κόσμου, ως αντίδοτο για την πρόκληση εμετού εάν κάποιος είχε καταπιεί κατά λάθος μια δηλητηριώδη ή επιβλαβή ουσία. Ενώ η κινίνη είχε ανακαλυφθεί πριν πολλά χρόνια και εκχυλιστεί από το φλοιό ενός δέντρου και η χημική αυτή ουσία χρησιμοποιούνταν σε χάπια για τη θεραπεία της ελονοσίας,

σήμερα όλα τα φάρμακα που πωλούνται και περιέχουν κινίνη παρασκευάζονται εργαστηριακά σε μεγάλες ποσότητες.²⁰

Τα αιθέρια έλαια που λαμβάνονται από τα αρωματικά φαρμακευτικά φυτά, έχουν αρωματικό χαρακτήρα λόγω ενός μείγματος πολυποίκιλων χημικών ουσιών που ανήκουν σε διαφορετικές χημικές οικογένειες, των τερπενίων και φαινυλοπροπανοειδών, και βρίσκονται ως αλδεΐδες, αλκοόλες, εστέρες, αιθέρες και κετόνες .²¹ Τα αιθέρια έλαια είναι οι δευτερεύοντες μεταβολίτες που παράγουν τα φυτά. Αυτά τα έλαια είναι πτητικές, φυσικές και σύνθετες ενώσεις που είναι σημαντικά στην αναπαραγωγή των φυτών, καθώς βοηθούν στη διασπορά των σπόρων και της γύρης προσελκύοντας ορισμένα έντομα. Επιπλέον, προστατεύουν το ίδιο το φυτό από βακτήρια, ιούς, μύκητες και παράσιτα.²²

²⁰ Marshall Elaine, 2011

²¹ Degenhardt J. et al., 2009; Akhtar M.S. et al., 2014

²² Rafie Hamidpour et al., 2017

4. ΑΡΜΠΑΡΟΡΙΖΑ (*Pelargonium graveolens*)

4.1 ΓΕΝΙΚΑ



Εικόνα 6: Αρμπαρόριζα (*Pelargonium graveolens*)

Η αρμπαρόριζα (Πελαργόρνιο το βαρύοσμο ή *Pelargonium graveolens*, όπως είναι η επιστημονική του ονομασία), γνωστό και με άλλες ονομασίες όπως Κιούλι στην Κύπρο, μοσχομολόχα (Χαλκιδική), αλμπαρόζα, αρμανέλα, αρμπακανέλα, μπαρμπαρούσα, ή λουκουμόχορτο, δείχνουν τη συχνή και ποικίλη χρήση της σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδος. Το όνομα της αρμπαρόριζας προέρχεται από το *erba + roza*, που σημαίνει στα ιταλικά χόρτο ρόδινου χρώματος.

Η Αρμπαρόριζα ανήκει στην οικογένεια των Γερανιίδων, στο γένος Πελαργόνιο, όπου ανήκουν πάνω από 200 είδη πολυετών, παχύφυλλων ποωδών.²³ Είναι ένας αρωματικός και τριχωτός ποώδης θάμνος ύψους έως 1m.²⁴ Μοιάζει με τριαντάφυλλο και έχει τις ρίζες του στη Νότια Αφρική, αν και πλέον καλλιεργείται και σε άλλα μέρη ως διακοσμητικό φυτό.²³ Χάρη στο εμπόριο μπαχαρικών και στους ναυτικούς που στα ταξίδια τους έκαναν συλλογή διάφορων αρωματικών φαρμακευτικών φυτών, ορισμένα

²³ Giovanni Benelli et al., 2017

²⁴ Ana M. Džamić et al., 2014

είδη έχουν διαδοθεί και πλέον αναπτύσσονται στην Αυστραλία, στην Ανατολική Αφρική, στη Νέα Ζηλανδία, στη Μέση Ανατολή, στα νησιά Helena, Tristan de Chuna και Μαδαγασκάρη.²² Στην Ελλάδα, μπορεί να καλλιεργηθεί σε παραθαλάσσιες τοποθεσίες της Πελοποννήσου και των νησιών. Είναι πολυετές ποώδες φυτό με τρυφερούς βλαστούς, οι οποίοι δεν ξυλοποιούνται και αναπτύσσεται πολύ γρήγορα.

Kingdom	Plantae
Phylum	Spermatophyta
Class	Dicotyledonae
Order	Geraniales
Family	Geraniaceae
Genus	Pelargonium
Species	graveolens

Πίνακας 1: Ιεραρχική ταξινόμηση Αρμπαρόριζας

Τα φύλλα έχουν γκριζοπράσινο χρώμα με οδοντωτές απολήξεις, είναι χνουδωτά, με πολύ μεγάλες εγκολπώσεις και έντονο άρωμα όταν τριφτούν. Τα άνθη του φέρονται σε ταξιανθία τύπου σκιαδίου και έχουν 5 πέταλα. Τα χρώματα που συναντάμε στα άνθη του είναι στις αποχρώσεις του ροζ και του μωβ.

Αγαπά τις φωτεινές και τις ημισκιαζόμενες θέσεις. Προτιμά το ελαφρύ έδαφος (πλούσιο σε άμμο) ώστε να αποστραγγίζει πολύ καλά και οι ρίζες του δεν ανέχονται την υπερβολική υγρασία. Όταν αναπτύσσεται στο έδαφος ενός κήπου, καλό είναι να ποτίζεται ανά 5-20 ημέρες ανάλογα με την εποχή και τις τοπικές συνθήκες θερμοκρασίας, σκίασης κλπ. Ενώ, όταν αναπτύσσεται σε γλάστρες τότε τα ποτίσματά του θα πρέπει να είναι πιο συχνά, ανά 1-7 ημέρες. Επίσης, είναι ευαίσθητη στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Μπορούμε να τη μεταφυτεύσουμε την άνοιξη, με μοσχεύματα. Η ανθοφορία ξεκινά την άνοιξη και διαρκεί όλο το καλοκαίρι.²⁵

²⁵ Saraswathi J. et al., 2011

4.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ

Πάνω από ογδόντα ενώσεις έχουν ταυτοποιηθεί σε αιθέρια έλαια που λαμβάνονται από τα φύλλα, και αντιπροσωπεύουν συνολικά το 92,3%. Οι κύριες ενώσεις σε αιθέρια έλαια είναι οξυγονωμένα μονοτερπένια (64,3-74,2%), εκ των οποίων η γερανιόλη (27,5-50,2%) και η κιτρονελλόλη (14,2-19,0%) είναι τα κύρια συστατικά.²⁶

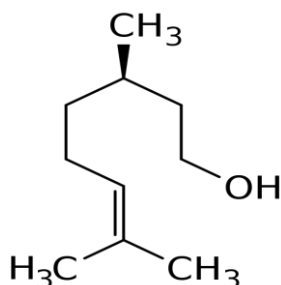
Το αιθέριο έλαιο έχει ισχυρή οσμή ρόδου, επομένως στην αρωματοποιία βρίσκεται τη μέγιστη εφαρμογή του. Χρησιμοποιείται στα καλλυντικά, στα αρώματα, στα σαπούνια, σε κρέμες, σε προϊόντα αρωματοθεραπείας, εξαιτίας της υψηλής αντιοξειδωτικής δράσης του και της πιθανής ανοσολογικής ρύθμισης. Τα φύλλα χρησιμοποιούνται για να αρωματίζουν βοτανικά αφευγήματα και είναι ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό εντομοαπωθητικό.²³ Το υδατικό εκχύλισμα που εξάγεται από τα λουλούδια, τα φύλλα και τους μίσχους χρησιμοποιείται στη γαστρονομία και στην ιατρική. Τέλος, η εφαρμογή του στην παραδοσιακή ιατρική είναι πολύτιμη, αφού έχει χρησιμοποιηθεί ιστορικά στη θεραπεία της δυσεντερίας, σε αιμορροΐδες, σε φλεγμονή, σε πληγές, πυρετό, κρυολογήματα, πονόλαιμο, αυπνία, άσθμα, ναυτία, σε διαταραχές της έμμηνου ρύσης, σε νεφρίτιδες, ακόμη και στον καρκίνο. Αυτή του η δράση οφείλεται κυρίως στις ενώσεις με αντιοξειδωτικές, αντιμυκητιακές και αντιβακτηριακές ιδιότητες από τις οποίες αποτελείται.²⁷ Έχει στυπτικό και χημειοστατικό αποτέλεσμα, ρυθμίζει την κυκλοφορία του αίματος, διεγείρει τα επινεφρίδια και το λεμφικό σύστημα, το οποίο σε συνδυασμό με τις διουρητικές ικανότητες, καθιστά το αιθέριο έλαιο εξαιρετικό στην καταπολέμηση της κυτταρίτιδας και της κατακράτησης υγρών στο σώμα.

Τα αποτελέσματα διάφορων ερευνών της χημικής ανάλυσης του αιθέριου ελαίου της αρμπαρόριζας έδειξαν ότι έχουν ταυτοποιηθεί περισσότερες από 50 ενώσεις που αντιπροσωπεύουν μεγαλύτερο από το 95% του συνολικού βάρους του ελαίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό του ελαίου αποτελούν η κιτρονελλόλη (>20%), γερανιόλη (>15%) μυρμηκικό κιτρονελλύλιο (>10%) και λιναλοόλη (>10%). Τα οξυγονωμένα μονοτερπένια είναι η κυρίαρχη ομάδα συστατικών του αιθέριου ελαίου που αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 55% του συνολικού ελαίου.²⁴ Παρόλο που τα ποσοστά των ενώσεων μπορεί να διαφέρουν από έρευνα σε έρευνα, το μεγαλύτερο ποσοστό του

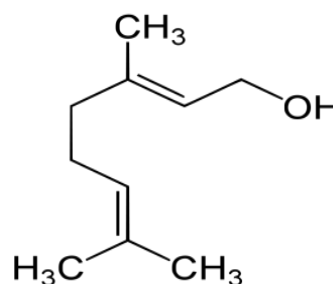
²⁶ Sanja Čavar και Milka Maksimović, 2012

²⁷ Ανδρουτσοπούλου Χρυσούλα, 2019

αιθέριου ελαίου της αρμπαρόριζας το αποτελούν τα συστατικά κιτρονελόλη και γερανιόλη.²⁸



Εικόνα 7: Κιτρονελόλη (Citronellol)



Εικόνα 8: Γερανιόλη (Geraniol)

4.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ως προς τις αντιβακτηριακές ιδιότητες της Αρμπαρόριζας (*Pelargonium graveolens*) πραγματοποιήθηκαν διάφορες μελέτες για να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα του φυτού έναντι διάφορων βακτηρίων. Οι περισσότερες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν βασιστεί στην διαφοροποίηση της δράσης του ως προς τα θετικά και αρνητικά κατά Gram βακτήρια.

Ανατρέχοντας σε κάποιες από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί, όπως των Boukhatem MN, Kameli A, Saidi F (2013) Lalli JY, Van Zyl RL, Van Vuuren SF (2007), και Hsouna AB, Hamdi N (2012) το Πελαργόνιο βαρύοσμο (κοινώς αρμπαρόριζα) είχε ως αποτέλεσμα την ορισμένη αναστολή και των αρνητικών και των θετικών κατά Gram βακτηρίων, ωστόσο, η αναστολή ήταν μεγαλύτερη στα Gram-θετικά βακτήρια ενώ σε ορισμένα αρνητικά δεν είχε κάποιο αποτέλεσμα. Οι έρευνες αυτές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα θετικά-Gram βακτήρια προτιμήθηκαν γιατί δεν είχαν την υδρόφιλη πολυσακχαριδική αλυσίδα που δρα ως φράγμα για τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια και έτσι έγιναν αντίστοιχα πιο ευαίσθητα στο αιθέριο έλαιο της αρμπαρόριζας.²² Τα αιθέρια έλαια μπορούν να βλάψουν άμεσα την κυτταρική μεμβράνη των θετικών κατά Gram

²⁸ Mohaddese Mahboubi et al., 2018

βακτηρίων, προκαλώντας ρήξη της κυτταρικής μεμβράνης, παρεμπόδιση των ενζυμικών συστημάτων και διακοπή της ανταλλαγής ιόντων.²⁹ Αυτού του είδους η ζημιά στην διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης είναι συνήθως θανατηφόρα για τα βακτηριακά κύτταρα. Η διαφορά στην έρευνα του Dorman HJ, Deans SG (1999) ήταν η προσπάθεια εύρεσης τρόπου αύξησης της ευαισθησίας των Gram-αρνητικών βακτηρίων. Διαπίστωσε, ότι μέσω της προσθήκης ενός άλκυλο-υποκαταστάτη στη δομή του μη φαινολικού δακτυλίου επηρεάστηκαν περισσότερο αρνητικά κατά Gram βακτήρια υποδεικνύοντας ότι η αλκυλίωση επηρεάζει την ευαισθησία των Gram βακτηρίων και ότι μια αλκυλίωση της πλευρικής αλυσίδας του αιθέριου ελαίου μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα της αντιβακτηριακής δράσης του συγκριτικά ακόμη και των διάφορων φαρμάκων που υπάρχουν στην αγορά.²²

Η αρμπαρόριζα διαθέτει επίσης ισχυρές αντιμυκητιασικές ιδιότητες, τις οποίες εκμεταλλεύονται οι βιομηχανίες τροφίμων προσπαθώντας να αναστείλουν έναν από τους κύριους παράγοντες αλλοίωσης των τροφίμων που είναι η ανάπτυξη μυκήτων. Σε ανάπτυξη των ερευνών που αναφέρθηκαν καθώς και σε πληθώρα άλλων, όπως του Mohamed Nadjib Boukhatem et al., το εκχύλισμα του αιθέριου ελαίου της αρμπαρόριζας έδειξε ότι το έλαιο ήταν πιο αποτελεσματικό κατά των μυκήτων σε σχέση με τα βακτήρια. Συγκεκριμένα το *C.albicans* βρέθηκε ακόμη και να είναι πιο ευαίσθητο στο αιθέριο έλαιο από το πιο ευαίσθητο βακτήριο *S.aureus*. Σύμφωνα με τους Naeini AR, Nazeria M, Shokri H (2011), Virendra S, Rana Jitendra P, Juyal M, Amparo B (2002) και LIS-Balchin M, Steyrl H, Krenn E (2003) ως προς τη θεραπεία δερματικών παθήσεων που προκαλούνται από το γένος *Malassezia*, η σύγκριση της κετοκοναζόλης ευρέως διαδεδομένου φαρμάκου που χρησιμοποιείται για την θεραπεία τους και του αιθέριου ελαίου της αρμπαρόριζας, έδειξε ότι το δεύτερο παρήγαγε διπλάσια αναστολή σε σύγκριση με το πρώτο.²²

Έχει επιβεβαιωθεί ότι η αντιμυκητιασική δραστηριότητα του αιθέριου ελαίου της αρμπαρόριζας σχετίζεται με τα κύρια συστατικά της, δηλαδή την κιτρονελόλη και τη γερανιόλη. Έχει αναφερθεί ότι η γερανιόλη και η κιτρονελόλη δρουν στην κυτταρική μεμβράνη και μέσω της κυτταρικής μεμβράνης παρεμβαίνουν στη βιοσύνθεση της εργοστερόλης. Ωστόσο, σύμφωνα με άλλη έρευνα διαπιστώνεται ότι δεν παρεμβαίνουν στη βιοσύνθεση της εργοστερόλης αλλά μεταβάλλουν τις ιδιότητες της διπλοστιβάδας

²⁹ Lang et al., 2012

των μεμβρανών των μυκήτων. Παρόλο τις διαφοροποιήσεις στα ποσοστά των συστατικών του αιθέριου ελαίου, η συνολική σύσταση του κυρίως ως προς το περιεχόμενο σε κιτρονελόλη και γερανιόλη, παίζουν σημαντικό ρόλο στην αντιμυκητιασική δράση του αιθέριου ελαίου της αρμπαρόριζας.²⁸

5. ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ



Εικόνα 9: Βασιλικός (*Ocimum basilicum*)

Ως τόπος καταγωγής του βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.), θεωρείται η τροπική και υποτροπική ζώνη της Αφρικής και της Ασίας. Περισσότερο πιθανό, είναι να κατάγεται από την Ινδία από όπου εξαπλώθηκε μέσω της Μικράς Ασίας στην Ελλάδα και στη Ρώμη, κατόπιν στη Βόρεια Ευρώπη και τελικά στη Βόρεια Αμερική περίπου το 1620 από Ευρωπαίους αποίκους (Bonar, 1985). Υπολογίζεται ότι διαδόθηκε στην Ευρώπη από κατακτητές και εξερευνητές πριν από περίπου 2000 χρόνια (Debaggio 1996).³⁰

³⁰ Μοράκης Γρηγόριος Γ., 2009

Το *Ocimum basilicum* L. (γλυκός βασιλικός) ανήκει στην οικογένεια Lamiaceae. Η οικογένεια Lamiaceae περιλαμβάνει τα πιο χρησιμοποιημένα φαρμακευτικά φυτά ως παγκόσμια πηγή μπαχαρικών και επίσης ως ενοποιημένη πηγή εκχυλισμάτων. Η χημική σύνθεση του αιθέριου ελαίου του γλυκού βασιλικού έχει διερευνηθεί και μέχρι τώρα έχουν αναφερθεί περισσότερα από 200 χημικά συστατικά από πολλές περιοχές του κόσμου.³¹

Kingdom	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Class	Magnoliopsida
Order	Lamiales
Family	Lamiaceae
Genus	<i>Ocimum</i>
Species	<i>basilicum</i>

Πίνακας 2: Ταξινομική ιεραρχία Βασιλικού

Ο βασιλικός είναι γνωστός από την αρχαιότητα και στην Ελλάδα φαίνεται να έγινε γνωστός από τον Μέγα Αλέξανδρο μετά από ένα ταξίδι του στην Ασία. Το όνομα του ενδέχεται να προέρχεται από την ελληνική λέξη «βασιλικός», ή σύμφωνα με μια άλλη εκδοχή το όνομα του προέρχεται από την λατινική λέξη *basiliscus*, η οποία αναφέρεται σε ένα δράκο με πύρινη ανάσα, όπου σύμφωνα με το Ρωμαϊκό μύθο, ο βασιλικός είναι το αντίδοτο για το δηλητήριο του δράκου.³⁰

Στην Ελληνική Ορθόδοξη εκκλησία έχει ιδιαίτερη σημασία στην προετοιμασία του αγιασμού. Οι Χριστιανοί τον θεωρούν ευλογημένο φυτό καθώς η Ιερά Παράδοση αναφέρει ότι η Αγία Ελένη ανακάλυψε τον Τίμιο Σταυρό από το άρωμα του βασιλικού που φύτεψε στο μέρος που ήταν θαμμένος, για αυτό ονομάζεται και σταυρολούλουδο.³²

Ο Θεόφραστος χρησιμοποίησε πρώτος το όνομα *Ocimum* για τον βασιλικό το 300 π.Χ. Το γένος *Ocimum* ανήκει στην οικογένεια των Χειλανθών (*Lamiaceae*) και περιλαμβάνει περισσότερα από 50 είδη. Ωστόσο, το είδος *Ocimum basilicum* έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία και καλλιεργείται σχεδόν σε όλο τον κόσμο. Είναι φυτό πολυμορφικό με πολλές ποικιλίες που διαφέρουν ως προς το μέγεθος, το χρώμα και την υφή των φύλλων, το χρώμα και τον τύπο της ταξιανθίας, αλλά και ως προς τη

³¹ Amal MA et al., 2018

³² Κουτσός Θεόδωρος Β., 2006

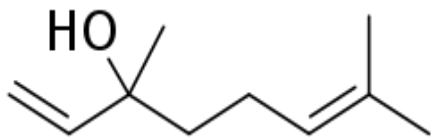
χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων. Το μέγεθος του φύλλου κυμαίνεται από 1 έως και 15 εκατοστά και το ύψος του μπορεί να φτάσει και το 1,5 m. Οι κυριότερες ποικιλίες που απαντώνται στην Ελλάδα είναι αυτές που έχουν πολύ μικρά φύλλα, άλλες με μεγάλα και σγουρά φύλλα και άλλες με φύλλα και άνθη ή μόνον άνθη σκούρου ιώδους χρώματος.³⁰

5.2 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ

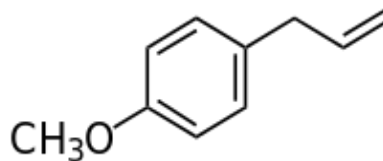
Ο βασιλικός περιέχει κατά κύριο λόγο περίπου 20 ενώσεις όπως λιναλοόλη, εστραγκόλη, μεθυλ-ευγενόλη, 1,8-κινεόλη κλπ. Η καμφορά, το λιμονένιο, η θυμόλη, η κιτράλη, η α-λιναλοόλη, η β-λιναλοόλη, η εστραγκόλη είναι τα μονοτερπένια του. Ενώ οι μυκίνη, βορνεόλη και νεράλη αποτελούν δευτερεύουσες ενώσεις όπου υπάρχουν σε μικρότερα ποσοστά. Το ακατέργαστο εκχύλισμα διαφόρων μορφολογικών μερών του βασιλικού είναι πλούσιο σε φαινολικά, ενώ η έντονα μωβ χρωστική ουσία του λουλουδιού του οφείλεται στην παρουσία ανθοκυανών. Δεκατέσσερις διαφορετικές ανθοκυανίνες έχουν απομονωθεί, οι 11 έχουν χρωστικές με βάση κυανιδίνη και οι 3 με βάση την πενιδίνη.³³

Με βάση τη σύσταση των αιθέριων ελαίων, οι ποικιλίες βασιλικού κατατάσσονται σε τέσσερις βασικούς χημειότυπους: τον Ευρωπαϊκό, με κύρια συστατικά τη λιναλοόλη και τη μεθυλική καβικόλη (εστραγκόλη) καλλιεργούμενο στις Μεσογειακές χώρες, την Αίγυπτο, τη Ν. Αμερική και της Η.Π.Α., τον Reunion με κύριο συστατικό τη μεθυλική καβικόλη όπου συναντάται στις Σεϋχέλλες, στις Κομόρες, την Αφρική και στο νησί Ρεϋνιόν, τον Τροπικό που προέρχεται κυρίως από την Ινδία, το Πακιστάν, τη Γουατεμάλα, την Αιτή και την Αφρική, με κύριο συστατικό τον μεθυλεστέρα του κινναμικού οξέος και τέλος το χημειότυπο της ευγενόλης όπου είναι περισσότερο συνηθισμένο στην Βόρεια Αφρική, τη Ρωσία και την Ανατολική Ευρώπη.^{30,31}

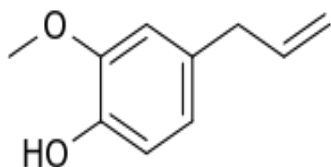
³³ Balakrishnan Purushothaman et al., 2018



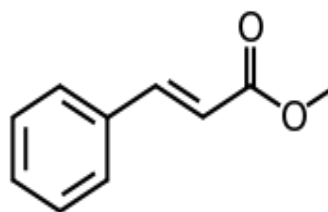
Εικόνα 10: Λιναλοόλη (linalool)



Εικόνα 11: Μεθυλ-καβικόλη (methyl chavicol-estragole)



Εικόνα 13: Ευγενόλη (eugenol)



Εικόνα 12: Μεθυλεστέρας του κινναμικού οξέος (methyl cinnamate)

Τα κύρια συστατικά του αιθέριου ελαίου του βασιλικού παράγονται από δύο διαφορετικές βιοχημικές οδούς: τα φαινυλοπροπανοειδή (μεθυλική καβικόλη, ευγενόλη, μεθυλεστέρας του κινναμικού οξέως) από το μονοπάτι του σικιμικού οξέος και τα τερπένια (πχ λιναλοόλη) από το μονοπάτι του μεβαλονικού οξέος.³⁴

Η πλέον εμπορική ποικιλία που καλλιεργείται και στην Ελλάδα είναι του Ευρωπαϊκού χιμειότυπου (γλυκός βασιλικός, πλατύφυλλος, sweet basil, Genovese), που χαρακτηρίζεται από την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου του σε λιναλοόλη και μεθυλική καβικόλη σε αναλογία 2 έως 3 προς 1.

Η αναλογία των βασικών συστατικών στα αιθέρια έλαια του βασιλικού εξαρτάται τόσο από τον τύπο του φυτικού υλικού και την κατάσταση του (φρέσκα ή ξηρά φύλλα) όσο και από παράγοντες όπως η μέθοδος παραλαβής και το τμήμα του φυτού που χρησιμοποιήθηκε, τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη βλαστική περίοδο κ.α.

³⁴ Özcan Musa και Chalchat Jean-Clause, 2002

Η απόδοση σε αιθέριο έλαιο του βασιλικού κυμαίνεται από 0,2 έως 1 % αλλά έχουν καταγραφεί και τιμές έως 1,5-1,7%.³⁰

Ολόκληρα τα φύλλα καθώς και το αιθέριο έλαιο διαφόρων ειδών του βασιλικού έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές στην καθημερινότητα και στην ιατρική. Προηγούμενες μελέτες έχουν επικυρώσει την υπογλυκαιμική επίδραση , τις αντιβακτηριακές , τις αντισηπτικές και τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες του.³⁵

Η αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση των αιθέριων ελαίων του βασιλικού έχει εφαρμογή στη συντήρηση νωπών και επεξεργασμένων τροφίμων, στην παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων και εναλλακτικών φαρμάκων.³⁰

Στη μαγειρική θεωρείται μαγειρικό βότανο και μάλιστα, από τα πιο αγαπημένα! Χρησιμοποιείται φρέσκος και ξηρός αλλά προστίθεται τελευταία στιγμή, ώστε να μη καταστρέψει τη γεύση του το μαγείρεμα. Ο γλυκός βασιλικός αναφέρεται ως λαχανικό λόγω της χρήσης του σε όλες τις κουζίνες, ειδικά στην Ιταλία που γεννήθηκε η σάλτσα πέστο (δημοφιλές καρύκευμα με βάση τον βασιλικό) που χρησιμοποιείται πολύ στα ζυμαρικά. Χρησιμοποιείται σε διάφορα ψητά, σαλάτες, βραστά, κοκκινιστά, σούπες, επιδόρπια, πίκλες, ντρέσινγκ κ.α ως αρωματικός παράγοντας. Και βέβαια, η χρήση του είναι και διακοσμητική, αφού αποτελεί εξαιρετική γαρνιτούρα για πολλά πιάτα. Επίσης, το τσάι του βασιλικού που λαμβάνεται ζεστό είναι καλό για τη θεραπεία της ναυτίας, του μετεωρισμού και της δυσεντερίας.

Οι σπόροι των διαφόρων ποικιλιών του βασιλικού, όταν εμποτιστούν στο νερό, γίνονται ζελατινώδεις και χρησιμοποιούνται σε Ασιατικά ποτά και επιδόρπια, όπως το *faluda*, και σερμπέτι (*sherbet*).

Τα αιθέρια έλαια των διαφόρων ποικιλιών του βασιλικού χρησιμοποιούνται στην αρωματοποιία και την αρωματοθεραπεία. Μάλιστα, έρευνες έχουν δείξει ότι έχουν ισχυρές αντιοξειδωτικές, αντιαρτηρικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες και βοηθάνε ακόμη και στην αντιμετώπιση του καρκίνου.

Τα φύλλα του βασιλικού χρησιμοποιούνται επίσης στην παραδοσιακή ιατρική ως τονωτικό και αντισκωλικό φάρμακο. Ο βασιλικός χρησιμοποιείται στη φαρμακευτική ως καλό διουρητικό και διεγερτικό. Η γενική χρησιμότητα του σχετίζεται με το

³⁵ Festus B.C. Okoye et al., 2014

γαστρεντερικό σύστημα, αφού το ισορροπεί και ανακουφίζει από τις κράμπες στο στομάχι, τη γαστρική καταρροή, τον εμετό, την εντερική καταρροή, τη δυσκοιλιότητα, την εντερίτιδα, τη διάρροια, τα αέρια και τους σπασμούς.³⁴

5.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Σύμφωνα με την ερευνητική εργασία των Ismail Department of Pharmacology ,το αιθέριο έλαιο του βασιλικού εμφανίζει αντίστοιχης τάξεως αντισπασμωδική δραστηριότητα, με εκείνη των βαρβιτουρικών ή βενζοδιαζεπινών μελών, τα οποία διαθέτουν πολλαπλό μηχανισμό δράσης και εμφανίζουν ευρεία αντιπαλμική δραστηριότητα. Οι αντισπασμωδικές, οι ηρεμιστικές και οι υπνωτικές δραστηριότητες που πλέον αναφέρονται κατόπιν ερευνών στο αιθέριο έλαιο του βασιλικού, αποδίδονται στα κύρια συστατικά του με πρωτεύοντα ρόλο στα τερπένια πχ λιναλοόλη, ευγενόλη.³⁶

Είναι βραβευμένο επίσης ως εξαιρετικά αντισηπτικό και έχει εφαρμοστεί για την πρόληψη των λοιμώξεων από τον τοκετό. Το έλαιο του έχει βρεθεί να είναι ευεργετικό για την ανακούφιση της ψυχικής κόπωσης, του κρυολογήματος, για την αντιμετώπιση σπασμών καθώς και της ρινίτιδας. Μπορεί κανείς να εισπνέει τους ατμούς της έγχυσης των φύλλων του βασιλικού ή να κάνει μπάνιο με αυτό για να βελτιώσει τις γενικές συνθήκες υγείας του αλλά και για να βελτιώσει την αναπνευστική λειτουργία του. Στην αρχαιότητα, τον χρησιμοποιούσαν ως επίθεμα μετά από δάγκωμα εντόμου, σκορπιού ή και φιδιού.³⁴

Σύμφωνα με την ερευνητική εργασία των Festus, Wilfred, μετά την πρόκληση αντιφλεγμονώδους οιδήματος σε αυτιά ποντικίου με τη χορήγηση ξυλενίου, έδειξε ότι το αιθέριο έλαιο του βασιλικού κατέχει σημαντική τοπική αντιφλεγμονώδη δράση. Η αντιφλεγμονώδης δραστηριότητα βρέθηκε να ποικίλει με βάση τη μέθοδο εκχύλισης του αιθέριου ελαίου, η οποία έχει άμεση σχέση με τη χημική του σύσταση. Γενικά, η δραστηριότητα αυξάνεται με την αύξηση της αναλογίας ορισμένων συστατικών του αιθέριου ελαίου όπως η ευγενόλη, η λιναλοόλη, το 1-τερπεν-4-όλη, η θυμόλη, το άλφα-

³⁶ Ismail M., 2006

καρυοφυλλένιο και η παρουσία διτερπενίων και τριτερπενίων, τα οποία έχουν αναφερθεί ότι κατέχουν αντιφλεγμονώδη δράση. Ακόμη, παρουσίασε περίπου διπλάσια τοπική αντιφλεγμονώδη δράση σε σύγκριση με τη χορήγηση υδροκορτιζόνης.

Μέχρι στιγμής, τα αποτελέσματά έδειξαν ότι τα πτητικά έλαια που απομονώθηκαν από τον βασιλικό δείχνουν διάφορους βαθμούς αντιφλεγμονώδους δραστηριότητας. Αυτό υποστηρίζει τις εθνοφαρμακευτικές χρήσεις αυτών των φυτικών υλικών στη διαχείριση φλεγμονωδών καταστάσεων. Αυτά τα φυτικά υλικά έχουν επίσης αναφερθεί να κατέχουν σημαντικές αντιμυκητιασικές και αντιβακτηριακές δραστηριότητες. Έτσι, υποστηρίζεται ότι χρησιμοποιούνται και ως τοπικά εργαλεία στη διαχείριση των φλεγμονωδών μυκητιάσεων.³⁵

Η αντιβακτηριακή δράση του βασιλικού, που εμφανίζεται εντονότερη εναντίον των κατά gram θετικών βακτηρίων ποικίλλει ανάλογα με την προέλευση του φυτικού υλικού (διαφορετικοί χημειότυποι).

Ισχυρή αντιμικροβιακή δράση εμφανίζεται εναντίον των βακτηρίων *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* και *Staphylococcus aureus*. Η μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα παρατηρήθηκε εναντίον του *Bacillus subtilis*. Μέτρια αποτελεσματικότητα παρατηρήθηκε σε πειράματα εναντίον των *S.aureus*, *E.coli*, *Salmonella* sp., *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae* και *Proteus vulgaris*, ενώ καμία δράση εναντίον των *Streptococcus faecalis* και *Pseudomonas aeruginosa*. Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού εμφανίζει μυκητοτοξικές ιδιότητες ενάντιον κλώνων *Aspergillus flavus* και *A.parasiticus*.

Πτητικά συστατικά του αιθερίου ελαίου του βασιλικού που εμφανίζουν αντιμυκητιακή δράση είναι: η ευγενόλη, δραστική εναντίον των *Absidia glauca*, *Aspergillus nidulans*, *A.niger*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium moniliforme* και *Rhizopus nodosus* , Το καρυοφυλλένιο εναντίον των *Absidia glauca* , Η 1,8 κινεόλη καταπολέμησε ικανοποιητικά κλώνους *Alternaria alternata* και *Fusarium moniliforme* , η θυμόλη έλεγξε ικανοποιητικά την ανάπτυξη *Rhizoctonia solani* και *Sclerotium rolfsii*, η λιναλοόλη έλεγξε την ανάπτυξη του *Rhizoctonia solani* .

Η αντιοξειδωτική δράση αιθερίων ελαίων βασιλικού διαφέρει ανάλογα με την προέλευση και τον χημειότυπο, καθώς παρατηρούνται διαφορές στη χημική σύσταση και συγκεκριμένα στη συγκέντρωση φαινολικών ουσιών. Η αντιοξειδωτική δράση του

αιθέριου ελαίου του βασιλικού, που σε πολλές περιπτώσεις είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των χημικών αντιοξειδωτικών αποδίδεται στα συστατικά β-καροτένιο, ευγενόλη, ισοευγενόλη, λιναλοόλη, φλαβονοειδή και τοκοφερόλη.³⁰

6. ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που μπορούν να καθυστερήσουν ή να αποτρέψουν την οξείδωση των λιπιδίων ή άλλων μορίων αναστέλλοντας την έναρξη ή διάδοση των οξειδωτικών αλυσιδωτών αντιδράσεων. Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες αντιοξειδωτικών, που αναφέρονται ως συνθετικές και φυσικές. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά είναι πιο εύκολα αποδεκτά από τα συνθετικά. Αυτά, αναστέλλουν την οξειδωτική καταστροφή των τροφίμων και μπορούν να αποτρέψουν φλεγμονώδεις καταστάσεις και νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Η αντιοξειδωτική δράση είναι θεμελιώδης ανάγκη για τη ζωή. Πολλές από τις βιολογικές λειτουργίες, όπως η αναστολή μεταλλάξεων, καρκινογένεσης και η αντιγήρανση, μεταξύ άλλων, προέρχονται από αυτήν την ιδιότητα.

Το αντιοξειδωτικό αποτέλεσμα οφείλεται κυρίως σε φαινολικές ενώσεις, όπως φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, τανίνες και φαινολικά διτερπένια. Τα φλαβονοειδή και άλλες πολυφαινολικές ενώσεις είναι μια πολύ διερευνημένη ομάδα αντιοξειδωτικών στα φυτά που ασκούν βιο-προστατευτική δράση και έχουν έντονα θετική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία. Πολλές μελέτες έχουν αναφέρει ότι οι φαινολικές ενώσεις σε μπαχαρικά και βότανα συνέβαλαν σημαντικά στις αντιοξειδωτικές και φαρμακευτικές τους ιδιότητες. Η επίδραση τους στη μείωση πολλών χρόνιων καρδιαγγειακών και καρκινογόνων παθήσεων είναι αξιοσημείωτη. Ορισμένες μελέτες ισχυρίζονται ότι οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν σε μπαχαρικά και βότανα μπορεί επίσης να παίζουν σημαντικό ρόλο στις αντιμικροβιακές ιδιότητες του αρωματικού φαρμακευτικού φυτού.

Η ζήτηση για παραγωγή υψηλής ποιότητας, ασφαλών (χωρίς παθογόνα) τροφών βασίζονται όλο και περισσότερο σε φυσικές πηγές αντιμικροβιακών παραγόντων για την αναστολή των οργανισμών που αλλοιώνουν τα τρόφιμα καθώς και των παθογόνων μικροοργανισμών και τοξινών που αναπτύσσονται στα τρόφιμα.

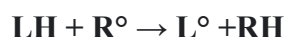
Η ανακάλυψη και ανάπτυξη νέων αντιμικροβιακών από φυσικές πηγές για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών απαιτεί μεν τη γνώση των παραδοσιακών πηγών για την επιστήμη και βιομηχανία των τροφίμων, σε συνδυασμό με την εξέλιξη και εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Ορισμένα φυτά έχουν προστεθεί σε τρόφιμα από την αρχαιότητα, τόσο για τον αρωματισμό και την πολυδιάστατη γεύση που προσφέρουν, αλλά κυρίως για τις φαρμακευτικές ιδιότητές τους και ως φυσικά συντηρητικά.³⁷

6.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

Η διαδικασία της οξειδωσης ενεργοποιείται από ένα μεγάλο αριθμό χημικών και φυσικών φαινομένων και εξελίσσεται πάνω σε κατάλληλο υπόστρωμα μέχρι κάποιος αμυντικός μηχανισμός, (π.χ. αντιοξειδωτικό) να παρεμποδίσει την διαδικασία.

Τα υποστρώματα-στόχος είναι συνήθως πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA), φωσφορολιπίδια, χοληστερόλη και DNA. Η οξειδωση, έχει τη μορφή αλυσιδωτής αντίδρασης, η οποία διαχωρίζεται σε τρία στάδια: έναρξη (initiation), διάδοση (propagation) και τερματισμός (termination).

Στο πρώτο στάδιο παρουσία κάποιου οξειδωτικού παράγοντα (φωτός, θέρμανσης, μετάλλων Cu, Fe και μεγαλοπρωτεϊνών), σχηματίζονται ελεύθερες ρίζες, σύμφωνα με τη γενική αντίδραση:



³⁷ Dimitrova Maria et al., 2015

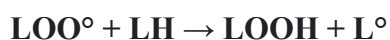
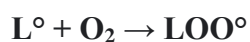
Όπου :

LH : το λιπαρό υπόστρωμα

R° : ο οξειδωτικός παράγοντας

L° : η ρίζα

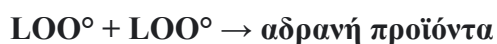
Στο επόμενο στάδιο, οι ρίζες (L°) αντιδρούν με οξυγόνο και σχηματίζουν υπεροξειδικές ρίζες (LOO°), οι οποίες αποσπών ένα μόριο υδρογόνου από ένα άλλο μόριο (LH) προς σχηματισμό υπεροξειδίου (LOOH) και μιας άλλης ρίζας (L°). Η νέα ρίζα μπορεί να αντιδράσει με το οξυγόνο και να δώσει νέες ρίζες και υπεροξείδια. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται με τη μορφή αλυσιδωτής αντίδρασης, σύμφωνα με τις αντιδράσεις:

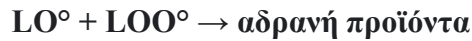


Τα υπεροξείδια είναι άοσμα, αλλά διασπώνται σε αλδεύδες, αλκοόλες και κετόνες, που προσδίδουν τη χαρακτηριστική οσμή στις αλλοιωμένες λιπαρές ύλες, καθώς και υδρογονάνθρακες και αλκοξυλ-ρίζες (LO°).

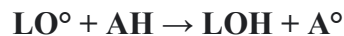
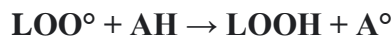
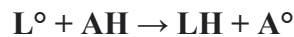


Στο στάδιο του τερματισμού, οι ρίζες αντιδρούν μεταξύ τους, παρέχοντας αδρανή προϊόντα.





Η δράση των αντιοξειδωτικών ουσιών, εντοπίζεται σε πολλά στάδια της αλυσιδωτής αντίδρασης της οξειδωσης. Με βάση τον τρόπο δράσης, τα αντιοξειδωτικά κατηγοριοποιούνται σε τρεις κύριες κατηγορίες: α) Τους παρεμποδιστές της αλυσιδωτής αντίδρασης ή πρωτεύοντα αντιοξειδωτικά όπου καθυστερούν ή παρεμποδίζουν το στάδιο έναρξης, αντιδρώντας με την ρίζα (L°) ή παρεμποδίζουν το στάδιο διάδοσης αντιδρώντας με τις υπεροξειδικές (LOO°) και αλκοξυλ-ρίζες (LO°). Παράλληλα, σχηματίζεται ελεύθερη αντιοξειδωτική ρίζα (A°), που δεν έχει την ικανότητα να αρχίσει και να προάγει νέα αλυσιδωτή αντίδραση, απλά μπορεί να αντιδράσει με τις ρίζες και να δώσει υπεροξυαντιοξειδωτικά προϊόντα.



Β) Τα προστατευτικά ή δευτερεύοντα αντιοξειδωτικά που απλώς καθυστερούν τον ρυθμό της οξειδωσης.

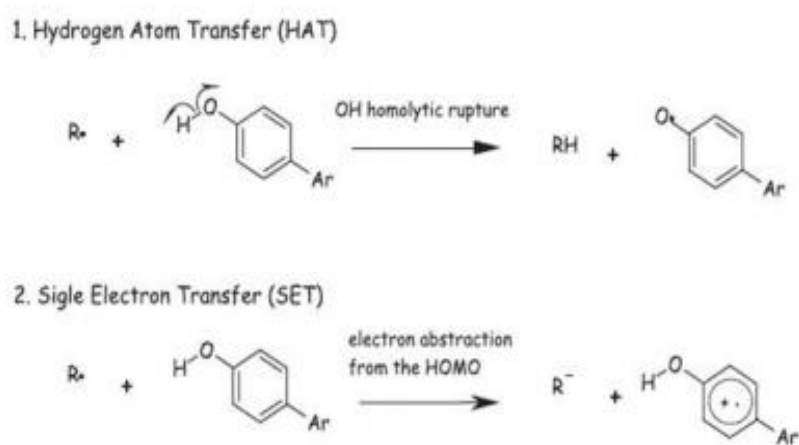
Και γ) μηχανισμός, ο οποίος, αποτρέπει την οξειδωση μέσω συμπλοκοποίησης των μεταλλικών ιόντων, που καταλύουν την οξειδωση και δεν περιλαμβάνει ελεύθερες ρίζες. Εμποδίζει, απλώς, το μεταλλικό ιόν να συμμετάσχει σε αντιδράσεις αποικοδόμησης των υπεροξειδίων ($LOOH$), και κατά συνέπεια τον σχηματισμό ελεύθερων ριζών.³⁸

³⁸ Παναγιωτοπούλου Βάια, 2021

6.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

Για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων φυτικής προέλευσης υπάρχουν διάφορες μέθοδοι, που διαφέρουν μεταξύ τους στην εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του δείγματος αλλά και στην πολυπλοκότητα τους, στον εργαστηριακό εξοπλισμό, στον χρόνο που χρειάζεται αλλά και στην ικανότητα τους να αναλυθούν λιπόφιλα και υδρόφιλα δείγματα.

Η ταξινόμηση των μεθόδων αυτών γίνεται σε δυο κατηγορίες με βάση τον μηχανισμό με τον οποίο δρουν. Έτσι υπάρχουν οι μέθοδοι που βασίζονται στην μεταφορά ατόμου υδρογόνου (Hydrogen Atom Transfer, HAT μέθοδοι) και σε μεθόδους που βασίζονται στην μεταφορά ηλεκτρονίου (Single Electron Transfer, SET μέθοδοι).



Εικόνα 14: Μέθοδοι HAT και SET

Στην πρώτη κατηγορία οι μέθοδοι βασίζονται στην ικανότητα που έχει το αντιοξειδωτικό να δίνει ένα άτομο υδρογόνου, καταστρέφοντας έτσι τις ελεύθερες ρίζες και εμποδίζοντας τις αλυσιδωτές αντιδράσεις που προκαλούνται από την παραγωγή των ελεύθερων ριζών. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η μέθοδος ORAC.

Η δεύτερη κατηγορία βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών να μεταφέρουν ένα ηλεκτρόνιο σε ένα οξειδωτικό αντιδραστήριο με αποτέλεσμα αυτό να ανάγεται. Κατά την αναγωγή του αντιδραστηρίου γίνεται αλλαγή του χρώματος του. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν διάφοροι μέθοδοι όπως είναι η FRAP, η μέθοδος των ολικών φαινολών με την χρήση του αντιδραστηρίου FolinCiocalteu, η DPPH, η TEAC κα.

Παρακάτω αναλύονται μερικές από αυτές τις μεθόδους:

6.3.1 Μέθοδος ORAC

Η δοκιμασία ORAC είναι μια φθορισμομετρική τεχνική. Αρχικά στην διαδικασία γίνονται χρήση της β-φυκοερυθρίνης (β-PE, φθορίζουσα πρωτεΐνη που απομονώνεται από το *Porphyridium cruentum*) ως ανιχνευτής της αντίδρασης. Λόγω διάφορων προβλημάτων αντικαταστάθηκε με τη χρήση της φλουορεσκεΐνης, που πρόκειται για μια συνθετική μη πρωτεϊνική ουσία που δρα ως ανιχνευτής και δεν έχει τους περιορισμούς της β-PE.

Η μέθοδος ανήκει στην κατηγορία του μηχανισμού δράσης μεταφοράς οξυγόνου και αποτελεί ένα άμεσο μέτρο καταμέτρησης την αντιοξειδωτικής ικανότητας των λιπόφιλων και υδρόφιλων συστατικών ενάντια των ελεύθερων ριζών.

Τυπικά η διαδικασία που εφαρμόζεται στην ORAC είναι η ανάμιξη του δείγματος (ή του control ή των πρότυπων) με διάλυμα φλουορεσκεΐνης και η επώαση σε θερμοκρασία 37°C πριν προστεθεί διάλυμα AAPH (δημιουργεί ελεύθερες ρίζες) για να ξεκινήσει η αντίδραση. Η ένταση του φθορισμού μετράτε στα 485 nm (ex)/525 nm (em), για 35 λεπτά με σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και pH (37°C και pH 7.4) καθ' όλη την διαδικασία. Όσο προχωράει η αντίδραση η φλουορεσκεΐνη καταναλώνετε και η ένταση του φθορισμού της μειώνετε, ενώ η παρουσία ενός αντιοξειδωτικού αναστέλλει αυτήν την διεργασία.

6.3.2 Μέθοδος Folin-Ciocalteu

Πρόκειται για μια φωτομετρική τεχνική που βασίζεται στην οξείδωση των φαινολών με ταυτόχρονη αναγωγή του φωσφορομολυβδενικού και φωσφοροβολφραμικού οξέως από τα οποία αποτελείτε το αντιδραστήριο FolinCiocalteu. Το αντιδραστήριο τυπικά παρασκευάζεται με το βρασμό για 10h , του μείγματος μολυβδαινικού νατρίου ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, 25 gr), συμπυκνωμένου υδροχλωρικού οξέος (100ml), φωσφορικού οξέος 85% και νερού (700ml). Μετά το βρασμό προστίθεται θεϊκό λίθιο ($\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 150gr). Έτσι προκύπτει διάλυμα έντονου κίτρινου χρώματος. Η επιμόλυνση των αναγωγικών ουσιών οδηγεί στην εμφάνιση πράσινου χρώματος, όπου με την προσθήκη οξειδωτικών επαναφέρετε το επιθυμητό, κίτρινο χρώμα. Οι αναγωγικές αντιδράσεις οδηγούν στην εμφάνιση κυανού χρώματος.

Το αντιδραστήριο FC δεν είναι ειδικό στα φαινολικά συστατικά καθώς μπορεί να αναχθεί και από μη φαινολικά συστατικά όπως είναι η βιταμίνη C και ο Cu(I). Η αντίδραση των φαινολικών συστατικών με το αντιδραστήριο FC γίνεται μόνο κάτω από βασικές συνθήκες και για αυτό το λόγο γίνεται ρύθμιση του pH με διάλυμα ανθρακικού νατρίου ώστε $\text{pH} \approx 10$. Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολών κατατάσσετε στην κατηγορία SET. Αυτό υποστηρίζετε από την δημιουργία και την ύπαρξη φαινολικών ανιόντων τα οποία ανάγουν το αντιδραστήριο FC.

Το αντιδραστήριο FC είναι εμπορικά διαθέσιμο, και η διαδικασία πλέον είναι τυποποιημένη. Η απορρόφηση σε μεγάλο μήκος κύματος του χρωμοφόρου (730 nm) ελαχιστοποιεί την πιθανότητα εσφαλμένων αποτελεσμάτων λόγω της καταμέτρησης και των χρωστικών του δείγματος καθώς πολλά οργανικά δείγματα περιέχουν χρωστικές ουσίες όπως είναι και το κρασί. Η μέθοδος Folin-Ciocalteu εφαρμόζετε σε υδατικά διαλύματα και εκφράζετε ως συνολική περιεκτικότητα σε φαινόλες.

6.3.3 Μέθοδος FRAP

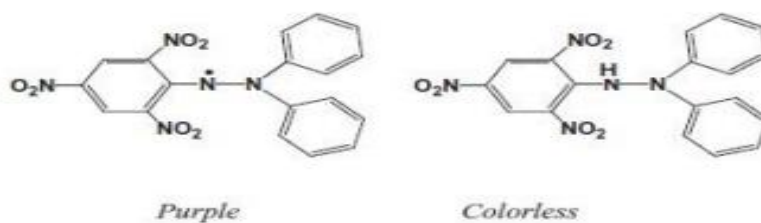
Η μέθοδος FRAP (Ferric iron reducing antioxidant power) είναι μία φωτομετρική μέθοδο προσδιορισμού της συνολικής αντιοξειδωτικής ισχύος ενός φυτικού εκχυλίσματος.

Η αντίδραση μετρά την αναγωγή του σύμπλοκου τριχλωριούχου σιδήρου – TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) σε ένα έγχρωμο προϊόν (σε όξινο pH, ώστε να διατηρηθεί η διαλυτότητα του σιδήρου).

Τα αποτελέσματα της FRAP μπορεί να διαφέρουν παρά πολύ, ανάλογα με την χρονική διάρκεια της ανάλυσης. Για παράδειγμα, οι φαινόλες που δεσμεύουν το σίδηρο ή έχουν την ικανότητα να διασπώνται σε ενώσεις με χαμηλή ή διαφορετική δραστικότητα, αναλύονται καλύτερα σε σύντομα χρονικά διάστημα όπως είναι τα 4 min, ενώ ενώσεις όπως είναι οι πολυφαινόλες αντιδρούν πιο αργά και χρειάζονται μεγαλύτερο χρόνο ανάλυσης για να ανιχνευθούν. Με την δοκιμασία αυτή δεν μπορούμε να μετρήσουμε αντιοξειδωτικά που περιέχουν στο μόριο τους θειόλες όπως είναι η γλουταθειόνη, μετράει μόνο την αναγωγική ικανότητα με βάση το ιόν τρισθενούς σιδήρου.

6.3.4 Μέθοδος DPPH

Το DPPH (2,2'-diphenylpicryl hydrazyl, 2,2-διφαινυλο-πικρυλυδραζόλης) πρόκειται για μια από τις λίγες σταθερές και εμπορικά διαθέσιμες ρίζες αζώτου, με απορροφήσεις σε ορατό και υπεριώδες, με μέγιστο μήκος κύματος τα 515 nm. Έχει ένα βαθύ μωβ χρώμα και όταν αντιδρά με άλλες ρίζες, ηλεκτρόνια, ή άτομα υδρογόνου οδηγείτε σε απώλεια του χρώματος του. Είναι υδρόφοβο και έτσι όλες οι αντιδράσεις πρέπει να γίνουν σε οργανικούς διαλύτες.



Εικόνα 15: Διαδικασία αποχρωματισμού DPPH

Από την βιβλιογραφία αναφέρετε ότι οι αντιδράσεις του οφείλονται ως επί των πλείστον σε HAT μηχανισμούς, ενώ οι αντιδράσεις του με διαλύτες που είναι ισχυρά δεσμευτικοί στο υδρογόνο όπως είναι η μεθανόλη, (ο διαλύτης που χρησιμοποιείτε πιο συχνά) παρεμποδίζουν την απελευθέρωση ατόμων υδρογόνου και έτσι ενισχύονται οι SET αντιδράσεις.

Τα αποτελέσματα εκφράζονται και ως το ποσοστό του DPPH (% DPPHrem) που απομένει στο δείγμα και είναι αντιστρόφως ανάλογο με την συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών στο δείγμα.

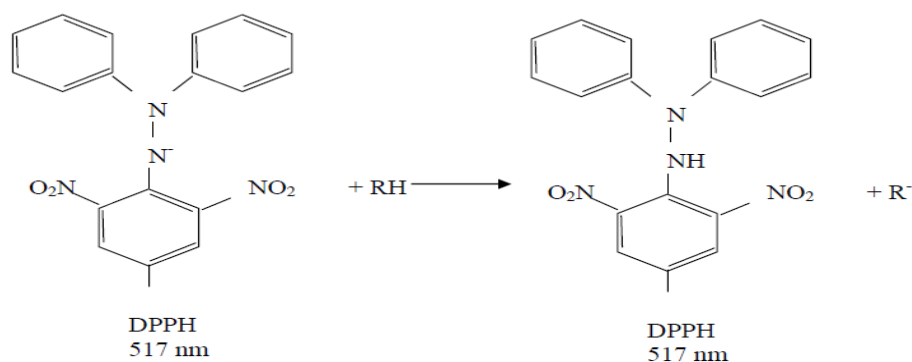
Το ποσοστό υπολογίζετε ως :

$$\%DPPHrem = 100 * \frac{DPPHrem}{DPPHT=0} ,$$

όπου το $DPPHT=0$ είναι το αρχικό ποσοστό DPPH στο δείγμα.¹⁸

Η μέθοδος DPPH έχει εφαρμογή σε στερεά ή υγρά δείγματα και αναφέρεται στη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα του δείγματος και όχι κάπου συστατικού του.

Η μέθοδος στηρίζεται στην ιδιότητα αναγωγής της χρησιμοποιούμενης ελεύθερης ρίζας από μία αντιοξειδωτική ουσία RH.



Εικόνα 16: Αναγωγή ελεύθερης ρίζας DPPH από το αντιοξειδωτικό RH

Το ελεύθερο ηλεκτρόνιο της ελεύθερης ρίζας DPPH δίνει δυνατή απορρόφηση στα 517nm και το διάλυμα στην κατάσταση αυτή χαρακτηρίζεται από ένα μωβ-κυανό χρώμα. Καθώς το ελεύθερο ηλεκτρόνιο ενώνεται με το υδρογόνο του αντιοξειδωτικού RH, το οποίο δεσμεύει την ελεύθερη ρίζα, σχηματίζεται η ανηγμένη μορφή DPPH-H και η απορρόφηση του διαλύματος της ρίζας DPPH μειώνεται σύμφωνα με το νόμο του Beer-Lambert. Η διαδικασία αυτή χαρακτηρίζεται από αποχρωματισμό του αρχικού διαλύματος δίνοντας τελικά ένα κιτρινόχρωμο διάλυμα. Η ένταση του τελικού αποχρωματισμού εξαρτάται στοιχειομετρικά από τον αριθμό των δεσμευόμενων ηλεκτρονίων. Επιπλέον ο αποχρωματισμός που παρατηρείται είναι ανάλογος του αριθμού της αναγωγής και συνεπώς της αντιοξειδωτικής δράσης της ουσίας. Η σταδιακή μείωση της απορρόφησης σημαίνει χαμηλή συγκέντρωση σχηματιζόμενων υπεροξειδίων και συνεπώς μεγάλη αντιοξειδωτική ικανότητα.

Τα αντιοξειδωτικά συστατικά μπορεί να είναι λιποδιαλυτά, υδατοδιαλυτά, αδιάλυτα ή δεσμευμένα και συνεπώς όχι απευθείας διαθέσιμα για να αντιδράσουν με τη ρίζα DPPH. Η απόσταση τους παίζει καθοριστικό ρόλο στον ποσοτικό προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας, επειδή αντιδρούν σε διαφορετικό βαθμό και η αντίδραση δεν ολοκληρώνεται πάντα σε ένα λογικό καθορισμένο χρόνο. Για το λόγο αυτό έχει επιλεγεί ως σημείο λήξης της μεθόδου για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής δραστηριότητας, η συγκέντρωση του αντιοξειδωτικού του δείγματος που μπορεί να μειώσει την αρχική απορρόφηση του διαλύματος DPPH κατά 50% (EC₅₀-efficient

concentration value ή IC₅₀-inhibition concentration). Όσο υψηλότερη είναι η αντιοξειδωτική ικανότητα, τόσο χαμηλότερη είναι η τιμή της EC₅₀.

Η δημιουργία των ελευθέρων ριζών παρεμποδίζεται από το διάλυμα του DPPH. Η παρεμπόδιση αυτή συμβολίζεται με I% και υπολογίζεται από τον τύπο: $I\% = \frac{A_{blank} - A_{sample}}{A_{blank}} \times 100$ όπου A_{blank} η απορρόφηση του τυφλού και A_{sample} η απορρόφηση του εξεταζόμενου δείγματος.¹³

7. ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΑΙΘΕΡΙΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Τα αδενικά τριχίδια είναι εξειδικευμένα ιστολογικά συστήματα που έχουν ως κύριο ρόλο τη βιοσύνθεση και έκκριση προϊόντων δευτερογενούς μεταβολισμού, όπως τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών. Τα αδενικά τριχώματα των φύλλων και των βλαστών είναι μορφολογικοί και χημικοί μηχανισμοί αυτοάμυνας που σε επαφή με έντομα ή ζώα ή για να ανταπεξέλθει το φυτό στην καταπόνηση, εκκρίνουν ερεθιστικές, τοξικές και απωθητικές ουσίες.

Τα διάφορα υπέργεια όργανα των αρωματικών φυτών διαφέρουν ως προς την ποσότητα αλλά και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου που παράγουν, με τα άνθη κατά κανόνα να υπερέχουν σε ποσότητα και να ακολουθούν τα φύλλα και οι βλαστοί. Επίσης, στα χαμηλά υψόμετρα τα φυτά έχουν συνήθως μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο και στα υψηλά μικρότερη.³⁰

Τα αιθέρια έλαια παραλαμβάνονται από το αντίστοιχο φυτικό υλικό (φύλλα, κορμός, κλαδιά, ρίζες, άνθη κλπ) με τις παρακάτω τεχνικές:

1. Απόσταξη: η τεχνική της απόσταξης είναι η πιο διαδεδομένη και οικονομική τεχνική παραλαβής πτητικών ουσιών με μεγάλη ποικιλία μεθοδολογιών, όπως η Υδροαπόσταξη (Hydrodistillation-HD), η

Υδροατμοαπόσταξη (water and steam distillation), η Υδραπόσταξη και παραλαβή με οργανικούς διαλύτες (εκχύλιση με οργανικό διαλύτη) (steam distillation).³⁹

2. Εκχύλιση: Μια δεύτερη και αρκετά κοινή/συχνή εναλλακτική μέθοδος παραλαβής είναι η εκχύλιση. Η μέθοδος έγκειται στην εκχύλιση (εμβροχή – maceratio, θερμοεκβροχή – digestio, εξίκμαση – percolatio κλπ ανάλογα με τις κατά περίπτωση ανάγκες) του φυτικού υλικού με τα κατάλληλα εκχυλιστικά μέσα (πηκτικοί διαλύτες ή άλλα). Από το εκχυλισμένο υλικό το αιθέριο έλαιο ακολούθως επανακτάται με διάφορους τρόπους συμβατούς με τη φύση και τη σταθερότητα των εμπεριεχόμενων συστατικών και αποτελεί την ‘‘κονκρέτα’’ (concrete).⁴⁰

8. ΕΚΧΥΛΙΣΗ

Η τεχνική της εκχύλισης είναι μία από τις πιο συνηθισμένες τεχνικές διαχωρισμού και βασίζεται στην ισορροπία κατανομής μιας ουσίας μεταξύ δύο φάσεων, που αναμιγνύονται ελάχιστα μεταξύ τους. Η ευρύτητα της μεθόδου αυτής, οφείλεται στην απλότητα, στην ταχύτητα, στην ευελιξία και στη δυνατότητα εφαρμογής της σε δείγματα που περιέχουν είτε ίχνη, είτε μεγάλες ποσότητες μιας ουσίας.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου από φυτικά υλικά τα οποία είναι ευπαθή στην απόσταξη, όπως άνθη και φύλλα.³⁹ Η μέθοδος παραλαβής δια εκχυλίσεως προτιμάται όταν η απόσταξη προκαλεί αλλοιώσεις σε ορισμένα συστατικά ή διάσπαση των διαφόρων χημικών ομάδων ορισμένων συστατικών οδηγώντας στην παραλαβή αιθερίων ελαίων με οργανοληπτικά χαρακτηριστικά υποδεέστερα εκείνων του αρχικού φυτικού υλικού.⁴⁰

³⁹ Ντίνα Ευανθία, 2012

⁴⁰ Κατσιώτης Σταύρος Θ., 1997

Οι τεχνικές εκχύλισης που χρησιμοποιούνται σήμερα για αναλυτικούς σκοπούς είναι, κυρίως, η εκχύλιση υγρού-υγρού, η εκχύλιση στερεού-υγρού και η εκχύλιση στερεάς φάσης, οι οποίες κυριαρχούν και στις βιοαναλυτικές εφαρμογές.⁴¹

8.1 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΥΓΡΟΥ-ΥΓΡΟΥ

Στην εκχύλιση υγρού-υγρού χρησιμοποιείται διαλύτης μη αναμίξιμος με το διαλύτη του δείγματος. Οι επιθυμητές ενώσεις κατανέμονται στον κατάλληλο διαλύτη ανάλογα με τις ιδιότητές τους.⁴¹

Στην κλασσική υγρή-υγρή εκχύλιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε συνδυασμός δύο διαλυτών, που αναμιγνύονται ελάχιστα μεταξύ τους, συνήθως όμως η μία από τις δύο φάσεις είναι υδατική, ενώ η άλλη ένας οργανικός διαλύτης, οπότε τα μιν ανόργανα ιόντα και οι πολικές οργανικές ενώσεις ευρίσκονται κατά κύριο λόγο στην υδατική, ενώ οι μη πολικές οργανικές ενώσεις στην οργανική φάση.³⁹ Αφού διαχωριστούν τα μη-αναμίξιμα υγρά, η οργανική στιβάδα που περιέχει την εκχυλισμένη ένωση απομακρύνεται, εξατμίζεται μέχρι ξηρού, και επαναδιαλύεται σε έναν κατάλληλο διαλύτη συμβατό με το αναλυτικό σύστημα.⁴¹

Ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο εκχυλιστικό υλικό διακρίνονται οι παρακάτω παραλλαγές της μεθόδου.

- Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες: Ως διαλύτες χρησιμοποιούνται κυρίως ο πετρελαϊκός αιθέρας, το βενζόλιο ή η αιθανόλη 80%.³⁹ Ο διαλύτης εισέρχεται στους ιστούς του φυτικού υλικού και παραλαμβάνει τα πτητικά συστατικά του φυτικού αρώματός του.⁴⁰ Το προϊόν που λαμβάνεται κατά την εκχύλιση, μετά την απομάκρυνση του πτητικού διαλύτη, εκτός από το αιθέριο έλαιο περιέχει και άλλες ουσίες, όπως κηρούς και χρωστικές και σε αυτά αποδίδεται και το σκοτεινό χρώμα των τελικών προϊόντων που λαμβάνονται. Μετά από επεξεργασία με αιθυλική αλκοόλη λαμβάνεται τελικά το αιθέριο έλαιο.

⁴¹ Μελά Σοφία-Μαρία, 2018

- Εκχύλιση με ψυχρό λίπος: Η εκχύλιση με ψυχρό λίπος αποτελεί βελτίωση του τρόπου παρασκευής αρωματικών αλοιφών. Δίνει τελικό προϊόν που πλησιάζει περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη μέθοδο το άρωμα του φυτικού υλικού από όπου προέρχεται. Το λίπος που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι καθαρό και ημίσκληρο. Το λίπος έχει την ικανότητα να απορροφά και να συγκρατεί τις πτητικές ουσίες με τις οποίες έρχεται σε επαφή. Η εκχύλιση διαρκεί 24-30 ώρες, ενώ το λαμβανόμενο λίπος μαζί με το αιθέριο έλαιο ή διατίθεται ως έχει (κορεσμένο λίπος ‘romade’) κυρίως στην αρωματοποιία ή επεξεργάζεται για την ανάκτηση του ελαίου με αιθανόλη στην οποία δεν είναι διαλυτό το λίπος ή με άλλες διαδικασίες καθαρισμού (‘absolute’ αιθέριο έλαιο).

- Εκχύλιση με θερμό λίπος: Η εκχύλιση αυτή μοιάζει με την εκχύλιση με ψυχρό λίπος, με τη διαφορά ότι τα άνθη και το λίπος τοποθετούνται σε δοχεία που θερμαίνονται στους 80 °C.

- Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες: Τελευταία χρησιμοποιούνται υδατοδιαλυτοί διαλύτες ως εκχυλιστικά μέσα ή σε ανάμιξη με το νερό, για την παραλαβή των περισσοτέρων φυτικών συστατικών, που χρησιμοποιούνται στην κοσμετολογία. Τέτοιοι διαλύτες είναι η αιθυλενογλυκόλη, προπυλενογλυκόλη και η βουτυλενογλυκόλη.

- Εκχύλιση με υπερκρίσιμα υγρά (SFE): Κάθε ουσία σε θερμοκρασία και πίεση πάνω από το κρίσιμο σημείο της (το σημείο που αλλάζει φάση) βρίσκεται σε υπερκρίσιμη κατάσταση. Ως κρίσιμη θερμοκρασία, (TC), μίας καθαρής ουσίας ονομάζεται η θερμοκρασία πάνω από την οποία η ουσία δε μπορεί να υγροποιηθεί όσο και αν συμπιεστεί, ενώ κρίσιμη πίεση, (PC), η πίεση πάνω από την οποία η ουσία δε μπορεί να αεριοποιηθεί όσο και αν θερμανθεί. Η κρίσιμη θερμοκρασία και πίεση αποτελούν χαρακτηριστικές ιδιότητες και έχουν συγκεκριμένες τιμές για κάθε στοιχείο και ο συνδυασμός τους ορίζει ένα σημείο πάνω στο διάγραμμα φάσεων που ονομάζεται κρίσιμο σημείο (CP). Όταν μία καθαρή ουσία βρίσκεται σε θερμοκρασία και πίεση πάνω από τις κρίσιμες τιμές (CP), τότε παρουσιάζει ιδιότητες που δε θα μπορούν να το χαρακτηρίσουν ούτε ως υγρό, αλλά ούτε ως αέριο. Γι’ αυτό το λόγο η ουσία θεωρείται ότι βρίσκεται σε μία νέα υβριδική κατάσταση που ονομάζεται ‘Υπερκρίσιμη’. Η υπερκρίσιμη εκχύλιση είναι μια ραγδαία αναπτυσσόμενη μέθοδος παραλαβής ουσιών από

διάφορες πρώτες ύλες, χρησιμοποιώντας διαλύτες, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) σε υπερκρίσιμες συνθήκες.³⁹

8.2 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΣΤΕΡΕΟΥ-ΥΓΡΟΥ

Η εκχύλιση στερεού-υγρού (Solid Liquid Extraction-SLE) αναφέρεται στην κλασική τεχνολογία εκχύλισης, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση του κατάλληλου διαλύτη, οποίος διαλύει επιλεκτικά την ένωση που μας ενδιαφέρει, όχι όμως και το υπόστρωμα. Η πιο κοινή μορφή της τεχνικής SLE είναι η μέθοδος “shake-filter” η οποία περιλαμβάνει την προσθήκη ενός οργανικού διαλύτη για τις οργανικές ενώσεις ή αραιού οξέος ή βάσης για τις ανόργανες ενώσεις, στο δείγμα και την ανάδευση, για να επιτρέψει στις ενώσεις να διαλυθούν στο υγρό περιβάλλον, έως ότου παραληφθούν πλήρως. Η διαδικασία εκχύλισης μπορεί να επιταχυνθεί με θέρμανση, καθώς και με επίδραση υπερήχων ή και μικροκυμάτων. Οι αδιάλυτες ενώσεις απομακρύνονται στη συνέχεια με διήθηση ή φυγοκέντρωση.⁴¹

8.3 ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΦΑΣΗΣ

Η αρχή της SPE περιλαμβάνει την κατανομή των εκχυλιζόμενων συστατικών ανάμεσα σε 2 φάσεις: τη στερεή φάση που αποτελεί το προσροφητικό υλικό και την υγρή που αποτελεί το υπόστρωμα με όλες τις παρεμποδίσεις. Οι προσδιοριζόμενες ενώσεις πρέπει να εμφανίζουν μεγαλύτερη συγγένεια με τις ομάδες της στερεής φάσης, έτσι ώστε να διαχωριστούν. Η παραλαβή των ενώσεων από το στερεό υπόστρωμα γίνεται με την επιλογή κατάλληλων διαλυτών. Οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των προσδιοριζόμενων συστατικών, των ενεργών ομάδων στην επιφάνεια του προσροφητικού υλικού και της υγρής φάσης του υποστρώματος του δείγματος ή του διαλύτη, είναι υπεύθυνες για τους διάφορους μηχανισμούς συγκράτησης και έκλουσης

των ενώσεων. Στην εκχύλιση στερεάς φάσης χρησιμοποιούνται υλικά πλήρωσης παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται στην HPLC, αλλά σε άλλη κοκκομετρική σύσταση.⁴²

8.4 ΙΣΟΡΡΟΠΙΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΝΟΜΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Στην πλέον απλή περίπτωση της εκχύλισης υγρού - υγρού η ουσία A που μπορεί να είναι σε στερεή ή υγρή κατάσταση κατανέμεται μεταξύ δύο μη μιγνυόμενων φάσεων 1 και 2. Στις περισσότερες των περιπτώσεων μία εκ των δύο φάσεων είναι υδατική ενώ η άλλη είναι ένας οργανικός διαλύτης. Επειδή τα υγρά είναι μη μιγνυόμενα μεταξύ τους σχηματίζουν δύο στιβάδες με το πυκνότερο υγρό να αποτελεί την κάτω στιβάδα. Η ουσία, ενώ αρχικά ευρίσκεται στη μία φάση, μετά την εκχύλιση υπάρχει και στις δύο φάσεις. Η κατανομή της ουσίας, δηλαδή ο λόγος των συγκεντρώσεών της στις δύο διαφορετικές στιβάδες, εξαρτάται από τη σχετική διαλυτότητά της στις δύο φάσεις και καθορίζεται από το συντελεστή ή σταθερά κατανομής, K_D (partition ή distribution coefficient) που πρακτικά εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία.

$$K_D = \frac{a_1}{a_2} \approx \frac{[A]_2}{[A]_1}$$

όπου: a_1 και a_2 , οι ενεργότητες της ουσίας A στις φάσεις 1 και 2

$[A]_1$ και $[A]_2$ οι συγκεντρώσεις της ουσίας A στις φάσεις 1 και 2

Η σχέση αυτή αποτελεί το Νόμο Κατανομής και ισχύει μόνο, όταν η διαλυμένη ουσία βρίσκεται και στις δύο φάσεις με την ίδια ακριβώς μορφή. Διαφορετικά, εάν

⁴² Σαμανίδου Βικτωρία et al., 2015

πραγματοποιείται διάσταση ή σύζευξη ή πολυμερισμός ή συμπλοκοποίηση της διαλυμένης ουσίας, χρησιμοποιείται ο λόγος κατανομής D ή P:

$$D = \frac{[X]_2}{[X]_1}$$

Όπου $[X]_1$ και $[X]_2$ οι αναλυτικές ολικές συγκεντρώσεις της ουσίας X στις φάσεις 1 και 2.⁴³

8.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ

Εάν η διαλυμένη ουσία διασκορπίζεται ομοιόμορφα στη στερεά μήτρα, το υλικό κοντά στην επιφάνεια θα διαλύεται πρώτα, αφήνοντας μια πορώδη δομή στο στερεό υπόλειμμα. Για να επιτευχθεί περαιτέρω διαλυτότητα, ο διαλύτης πρέπει να διεισδύσει στο εξωτερικό στρώμα και η διαδικασία γίνεται σταδιακά πιο δύσκολη και ο ρυθμός εκχύλισης πέφτει. Εάν η διαλυμένη ουσία σχηματίζει μεγάλο ποσοστό του στερεού, η πορώδης δομή μπορεί να καταστραφεί δίνοντας μια λεπτή εναπόθεση του αδιάλυτου υπολείμματος και η περαιτέρω διαλυμένη ουσία μπορεί εύκολα να προσπελαστεί από τον διαλύτη.

Γενικά, στη διαδικασία εκχύλισης στερεού-υγρού, μια σειρά φαινομενολογικών βημάτων μπορεί να συμβεί που παρατίθενται παρακάτω:

1. Μεταφορά του διαλύτη από το μεγαλύτερο μέρος του διαλύματος στην επιφάνεια της ελαιώδους μήτρας
2. Διείσδυση ή διάχυση του διαλύτη στους πόρους της στερεάς μήτρας

⁴³ Κασίδης Αντώνιος Α., 2011

3. Διάλυση της διαλυμένης ουσίας από τον διαλύτη
4. Μεταφορά της διαλυμένης ουσίας στην επιφάνεια της στερεάς μήτρας
5. «Μετανάστευση» της εκχυλισμένης διαλυμένης ουσίας από την εξωτερική επιφάνεια του στερεού υλικού στον όγκο του διαλύματος
6. Κίνηση του εκχυλίσματος με σεβασμό στο στερεό (δηλ. εκχύλιμα εκτόπισης και στερεό υπόλειμμα).⁴⁴

9. ΕΚΧΥΛΙΣΗ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΡΜΠΑΡΟΡΙΖΑΣ

Μία από τις μεθόδους εκχύλισης που μπορεί να εφαρμοστεί στα βότανα και συγκεκριμένα στον βασιλικό και την αρμπαρόριζα , προκειμένου να παραληφθεί το αιθέριο έλαιο τους είναι η εκχύλιση στερεού – υγρού, με τη χρήση της συσκευής Soxhlet.

Το 1987, ο von Soxhlet ανέπτυξε ένα νέο σύστημα εκχύλισης (εκχυλιστήρας Soxhlet), το οποίο χρησιμοποιήθηκε για πολύ καιρό ευρέως ως η πιο διαδεδομένη τεχνική έκπλυσης. Στην πραγματικότητα η εκχύλιση Soxhlet χρησιμοποιήθηκε για πάνω από έναν αιώνα και οι μέθοδοι που βασίζονται σε αυτή παραμένουν οι πρωταρχικές αναφορές ως προς την απόδοση των νέων τεχνικών εκχύλισης.⁴⁵

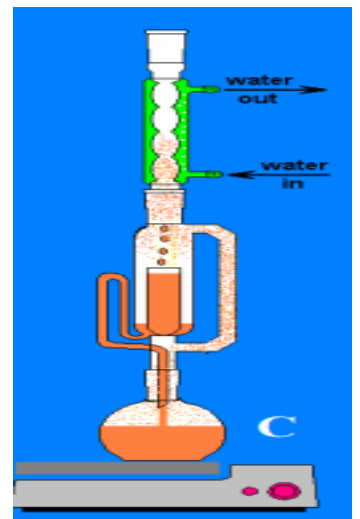
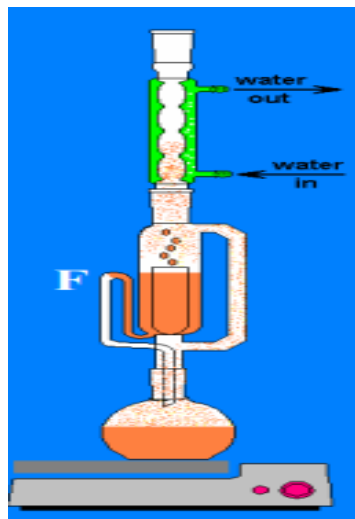
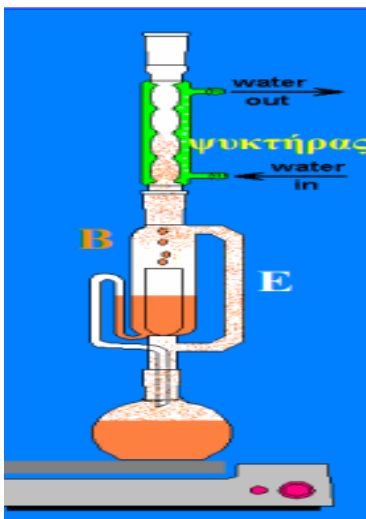
⁴⁴ Chanioti Sofia et al., 2014

⁴⁵ Γούσιας Γεώργιος, 2017



Εικόνα 17: Απεικόνιση συσκευής Soxhlet

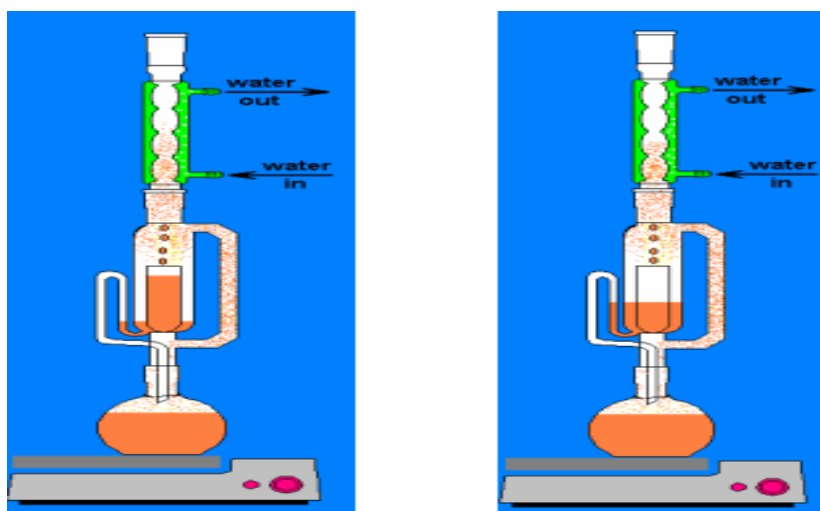
Η στερεή ουσία τοποθετείται σε ένα πορώδη υποδοχέα Α από διηθητικό χαρτί ή πορσελάνη το οποίο κλείνεται με ένα κομμάτι διηθητικό χαρτί και φέρεται στον εκχυλιστήρα.



❖ Οι ατμοί του διαλύτη φθάνουν δια του πλευρικού σωλήνα Ε στον ψυκτήρα, όπου υγροποιούνται και εισέρχονται στο χώρο του εκχυλιστήρα Soxhlet Β όπου υπάρχει το δείγμα

❖ Όταν η στάθμη του διαλύτη φθάσει την κορυφή F δημιουργείται σιφονισμός

❖ Και ο διαλύτης με την ουσία που παρέλαβε από το δείγμα μεταφέρεται στη φιάλη C



46

- ❖ Η όλη διαδικασία συνεχίζεται αυτόματα μέχρις ότου παραλειφθεί όλη η ουσία από το εκχυλιζόμενο δείγμα, μέχρι δηλαδή ο διαλύτης που βρίσκεται μέσα στη φύσιγγα να είναι άχρωμος.

Η συμβατική εκχύλιση Soxhlet παρουσιάζει κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα. Καταρχάς, το δείγμα έρχεται συνεχώς σε επαφή με φρέσκο διαλύτη και με αυτό τον τρόπο υπάρχει συνεχώς υψηλό δυναμικό μεταφοράς των εκχυλίσιμων στερεών στο διαλύτη. Επιπλέον, το σύστημα παραμένει σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία λόγω της παροχής θερμότητας για την επίτευξη του βρασμού του διαλύτη και ως αποτέλεσμα η θερμοκρασία στην περιοχή που πραγματοποιείται η εκχύλιση είναι σχετικά υψηλή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας των εκχυλιζόμενων συστατικών στο διαλύτη. Επιπροσθέτως, μετά το πέρας τη εκχύλισης δεν απαιτείται διήθηση του τελικού εκχυλίσματος καθώς τα στερεά παραμένουν μέσα στη φύσιγγα και δεν παρασύρονται με το διαλύτη και ακόμη δεν φαίνεται να παρουσιάζεται επίδραση τη μήτρας στην εκχύλιση. Τέλος, η συμβατική εκχύλιση Soxhlet είναι μία απλή τεχνική που δεν απαιτεί μεγάλο χρόνο εκπαίδευσης και μπορεί να εκχυλίσει μεγαλύτερη ποσότητα δείγματος συγκριτικά με νεότερες εναλλακτικές μεθόδους (εκχύλιση με μικροκύματα, εκχύλιση υπερκρίσιμου υγρού κλπ.).

⁴⁶ Κουκουλίτσα Αικατερίνη, 2020

Παρά τα πολλά πλεονεκτήματά της, η συμβατική εκχύλιση Soxhlet παρουσιάζει ορισμένα σοβαρά μειονεκτήματα συγκρινόμενη με άλλες συμβατικές τεχνικές εκχύλισης. Καταρχάς, ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της εκχύλισης είναι πολύ μεγάλος και ακόμη είναι πολύ μεγάλες και οι ποσότητες των διαλυτών που χρησιμοποιούνται, γεγονός που εκτός από το υψηλό κόστος συνεπάγεται και περιβαλλοντικά προβλήματα κατά την απόρριψή τους. Τα δείγματα συνήθως εκχυλίζονται στο σημείο βρασμού του εκάστοτε διαλύτη, συνεπώς δεν μπορεί να αγνοηθεί πιθανή θερμική αποσύνθεση των εκχυλίσμων συστατικών, ειδικά όταν πρόκειται για θερμοευαίσθητα συστατικά. Ακόμη η συσκευή της συμβατικής εκχύλισης Soxhlet δεν είναι δυνατό να παρέχει ανάδευση, η οποία θα επιτάχυνε τη διαδικασία εκχύλισης. Επίσης λόγω των μεγάλων όγκων διαλύτη που χρησιμοποιείται, μετά το πέρας της εκχύλισης είναι απαραίτητο να ακολουθήσει ένα στάδιο που θα περιλαμβάνει εξάτμιση του διαλύτη για συμπύκνωση των εκχυλισμένων συστατικών. Τέλος, η τεχνική βασίζεται στην εκλεκτικότητα του κάθε διαλύτη και δε μπορεί να αυτοματοποιηθεί εύκολα.⁴⁷

⁴⁷ Συναρίδου Μαρία-Ευαγγελία, 2014 και Γούσιας Γεώργιος, 2017

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Amal MA Ladwani, Salman M and Abdel Hameed ES, (2018), Chemical composition of *Ocimum basilicum* L. essential oil from different regions in the Kingdom of Saudi Arabia by using Gas chromatography mass spectrometer
2. Ana M. Džamić, Marina D. Soković , Mihailo S. Ristić, Slavica M. Grujić, Ksenija S. Mileski , Petar D. Marin, (2014), Chemical composition, antifungal and antioxidant activity of *Pelargonium graveolens* essential oil
3. Aspasia Vlachvei, Ourania Notta, (2009), Wine Routes in Greece: Producers' Perceptions and Economic Implications
4. Balakrishnan Purushothaman, Ramalingam PrasannaSrinivasan, Purushothaman Suganthi, Balu Ranganathan, Jolius Gimbut and Kumaran Shanmugam, (2019), A Comprehensive Review on *Ocimum basilicum*
5. Bottema S., (1982), Palynological Investigations in Greece with Special Reference to Pollen as an Indicator of Human Activities
6. Bottema S. & Woldring H, (1990), Anthropogenic Indicators in the Pollen Record of the Eastern Mediterranean, in: S. Bottema, G. Entjes-Nieborg & W. van Zeist (eds), *Man's Role in the Shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* , Rotterdam 1990, 231-264)
7. Chanioti S., Liadakis G., and Tzia C., (2014), Food engineering handbook, Solid-Liquid extraction
8. International Organisation Of Vine and Wine, (2021), International code of oenological practices, 2021 issue

9. Festus B.C. Okoye, Wilfred O. Obonga , Felix A. Onyegbule , Okechukwu O. Ndu and Chibueze P. Ihekwereme, (2014), Chemical composition and anti-inflammatory activity of essential oil from the leaves of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae)
10. Giovanni Benelli, Roman Pavela, Angelo Canale, Kevin Cianfaglione, Giampiero Ciaschetti, Fabio Conti, Marcello Nicoletti, Sengottayan Senthil-Nathan, Heinz Mehlhorn, Filippo Maggi, (2017). Acute 158 larvicidal toxicity of five essential oils (*Pinus nigra*, *Hyssopus officinalis*, *Satureja montana*, *Aloysia citrodora* and *Pelargonium graveolens*) against the filariasis vector *Culex quinquefasciatus*: Synergistic and antagonistic effects. *Parasitology International*
11. Jenő Bernáth, (2009), *Pharmaceutical plants (Plants used in pharmaceutical preparations)*
12. J. Degenhardt T. G. Köllner, and J. Gershenzon, (2009), *Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants*
13. Keith Grainger Hazel Tattersall, (2016), *Wine Production and Quality, Second Edition, chapter 15 sparkling wines*
14. Lambrou-Phillipson & Phillipson, (2002), *The use of resins in ancient wines, στο: Οίνος παλαιός ηδύποτος*
15. Lang, Buchbauer, (2012), *A review on recent research results on essential oils as antimicrobials and antifungals*
16. Maria Dimitrova, Dasha Mihaylova, Aneta Popova, Jordanka Alexieva, Tana Sapundzhieva, Hafize Fidan, (2015), *Phenolic profile, antibacterial and antioxidant activity of pelargonium graveolens leaves' extracts*
17. Marshall Elaine, (2011), *Health and wealth from medicinal aromatic plants, Diversification booklet number 17*
18. M. Ismail, (2006), *Central Properties and Chemical Composition of Ocimum basilicum Essential Oil, Department of Pharmacology, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, Giza, Egypt*
19. Mohaddese Mahboubi, Elaheh Mahdizadeh, Rezvan HeidaryTabar, (2018), [30] *The anti-candidal activity of Pelargonium graveolens essential oils against clinical isolates of Candida albicans*

20. M. S. Akhtar, B. Degaga, and T. Azam, (2014), Antimicrobial activity of essential oils extracted from medicinal plants against the pathogenic microorganisms: a review. *Biological Sciences and Pharmaceutical Research*
21. Musa Özcan and Jean-Clause Chalchat, (2002), Essential Oil Composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey
22. PE Rajasekharan, (2002), Medicinal plants and pharmaceutical industry
23. Philippe Jeandet, Yann Vasserot, Gérard Liger-Belair, Richard Marchal, (2011), Sparkling wine production
24. RafaelMartínez-García, YeniferRoldán Romero, JuanMoreno, AnnaPuig-Pujol, Juan CarlosMauricio, TeresaGarcía-Martínez, (2020), Use of a flor yeast strain for the second fermentation of sparkling wines: Effect of endogenous CO₂ over-pressure on the volatilome
25. Rafie Hamidpour, Soheila Hamidpour, Mohsen Hamidpour, Victoria Marshall and Roxanna Hamidpour, (2017), *Pelargonium graveolens* (Rose Geranium) – A Novel Therapeutic Agent for Antibacterial, Antioxidant, Antifungal and Diabetics
26. Sanja Čavar, Milka Maksimović, (2012), Antioxidant activity of essential oil and aqueous extract of *Pelargonium graveolens* L'Her. *Food Control* Volume 23, Issue 1.
27. Saraswathi J. , Venkatesh K. , Nirmala Baburao, Majid Hameed Hilal and A. Roja Rani, (2011), Phytopharmacological importance of *Pelargonium* species
28. Ανδρουτσοπούλου X., (2019), Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία: Ανάπτυξη νέων πικρών αλκοολούχων ποτών από αρωματικά φυτά με ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία. Ευεργετικές αντιμικροβιακές και αντικές ιδιότητες και ασφάλεια
29. Βόβολη Ε., (2009), Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ως είδος διατροφής, μια εμπειρική έρευνα στην περιοχή του Πειραιά
30. Γαρδέλη X., (2009), Διδακτορική διατριβή: Μελέτη της χημικής σύστασης αιθερίων ελαίων ορισμένων αρωματικών φυτών της Ελληνικής χλωρίδας

31. Γούσιας Γ., (2017), Μελέτη μεθόδων εκχύλισης βιοδραστικών συστατικών από αρωματικά φυτά
32. Ζελοβίτης Ι., (2015), Πρακτικός οδηγός πρωτογενούς τομέα, Αρωματικά-φαρμακευτικά φυτά-νέες καλλιέργειες
33. Κάλφας Η., (2018), Αρωματικά φυτά
34. Κασίδης Α. Α., (2011), Μέθοδοι ενόργανης ανάλυσης
35. Κατσιώτη Σ. Θ., (1997), Βιβλίο : Γαληνική φαρμακευτική, Κεφάλαιο : Αιθέρια έλαια
36. Κόπακα Κ. , (2002), ‘Οίνος παλαιός’ και άνθρωποι: Σκηνές από την καθημερινότητα της μινωικής οινο-παραγωγής, στο: Οίνος παλαιός ηδύποτος
37. Κουκουλίτσα Α., (2020), Σημειώσεις μαθήματος: Μέθοδοι διαχωρισμού οργανικών ενώσεων –Εκχύλιση
38. Κουράκου-Δραγώνα Σ., (2006), Ο πολιτισμός του οίνου στις αρχαιοελληνικές κοινωνίες, στο: Ε. Γραμματικοπούλου (επιμ.), Οίνος: πολιτισμός και κοινωνία, Αθήνα 2006)
39. Κουτσός Β. Θ., (2006), Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, Εκδόσεις ΖΗΤΗ
40. Μαλούπα Ε., Γρηγοριάδου Κ., Λάζαρη Δ., Κρίγκας Ν., (2013), Καλλιέργεια, μεταποίηση και διασφάλιση ποιότητας των ελληνικών αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών : Βασικές αρχές καθετοποιημένης παραγωγής , Ελληνική Δημοκρατία Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
41. Μαραγκού Α. , (1992), Το εμπόριο του κρασιού στην αρχαιότητα, στο: Ιστορία του ελληνικού κρασιού (Β τρίμηρο εργασίας, Σαντορίνη, 7-9 Σεπτεμβρίου 1990), Αθήνα 1992)
42. Μελά Σοφία-Μαρία, (2018), Διπλωματική εργασία: Ανάλυση οργανοχλωριωμένων φυτοπροστατευτικών ενώσεων σε δείγματα νερού και προϊόντων φρούτων με χρήση μικροεκχύλισης στερεάς φάσης με υπερκείμενη δειγματοληψία υπό συνθήκες κενού
43. Μοράκης Γ. Γ., (2009), Μεταπτυχιακή διατριβή: Επίδραση αζωτούχου λίπανσης στη μορφολογία, στη φυσιολογία και στα αιθέρια έλαια του βασιλικού

44. Ντίνα Ε., (2012), Παραλαβή και αξιολόγηση αιθέριων ελαίων και υποπροϊόντων της απόσταξης τους από καλλιεργούμενα φυτά του νομού Κοζάνης
45. Παναγιωτοπούλου Β., (2021), Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία: Θεραπευτικές ιδιότητες αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Αλληλεπιδράσεις με φάρμακα
46. Σαμανίδου Β., Θεοδωρίδης Γ., Γηρούση Σ., Ζαχαριάδης Γ., Ζώτου Α., (2015), Τεχνικές προκατεργασίας βιολογικών δειγμάτων, Κεφάλαιο 6
47. Στεφανή Ε., (2011), Το κρασί στον ελληνικό κόσμο: από τις απαρχές στον Όμηρο, *Il vino nel mondo greco: dalle origini a Omero*
48. Συναρίδου Μ. Ε., (2014), Σύνθεση και χαρακτηρισμός τροποποιημένων μαγνητικών νανοϋλικών για τον προσδιορισμό ενδοκρινικών διαταρακτών σε αγελαδινό γάλα, με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας συζευγμένη με φασματομετρία μάζας
49. Χαριζάνης Κ., (2012), Μάθημα Ερευνητικής εργασίας Αρωματικά φυτά: μέσο θεραπείας ή μαγανείας; Ιστορική αναδρομή
50. Χασιώτης Χ., (2006), Αρωματικά Φαρμακευτικά φυτά Σημειώσεις Τ.Ε.Ι. Άρτας

