



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**Πτυχιακή Εργασία**

**«ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΩΝ ΜΕ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ  
ΦΥΤΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ»**

**ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΤΣΙΡΓΙΩΤΗΣ**

**ΑΜ: 71615114**

**Επιβλέπουσα:**

**ΕΥΤΥΧΙΑ ΚΡΙΤΣΗ**

**Αθήνα, Ιούλιος 2022**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF FOOD SCIENCES  
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**Diploma Thesis**

**«ENRICHMENT OF OLIVE OILS WITH AROMATIC  
PLANTS: APPLICATIONS AND FUTURE PERSPECTIVES»**

**VASILEIOS TSIRGIOTIS**

**RN: 71615114**

**Supervisor:**

**EFTICHIA KRITSI**

**Athens, July 2022**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΩΝ ΜΕ ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ»**

**Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή**

Η πτυχιακή εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

<b>A/a</b>	<b>ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ</b>	<b>ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ</b>
1	ΕΥΤΥΧΙΑ ΚΡΙΤΣΗ	ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ	
2	ΒΑΣΙΛΕΙΑ ΣΙΝΑΝΟΓΛΟΥ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ	
3	ΘΑΛΕΙΑ ΤΣΙΑΚΑ	ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗ ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ	

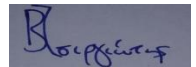
## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΤΣΙΡΓΙΩΤΗΣ του ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΥ με αριθμό μητρώου 15114 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



**Βασίλειος Τσιργιώτης**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, Ευτυχία Κρίτση, PhD για τη σημαντική βοήθεια και υποστήριξή της κατά τη συγγραφή της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής Βασιλεία Σινάνογλου, Καθηγήτρια ΠΑΔΑ και Θάλεια Τσιάκα, PhD για τις παρατηρήσεις τους καθώς επίσης και τη συμμετοχή τους ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που στέκεται πάντα δίπλα μου όλα αυτά τα χρόνια της φοίτησής μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην Ελλάδα ευδοκμεί μεγάλη ποικιλία αρωματικών φυτών, τα οποία απαντώνται ελεύθερα στη φύση ή μπορούν να καλλιεργηθούν συστηματικά. Η πλειοψηφία των αρωματικών φυτών βρίσκεται ευρύ φάσμα εφαρμογών στη μαγειρική τέχνη, στη φαρμακοβιομηχανία αλλά και στη βιομηχανία τροφίμων. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε εκτεταμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετική με τη διαδικασία εμπλουτισμού ελαιολάδων με αρωματικά φυτά καθώς και στα προϊόντα που προκύπτουν, με ιδιαίτερη έμφαση στις εμπορικές τους εφαρμογές, στο βαθμό απήχησης τους από τους καταναλωτές και στις μελλοντικές προοπτικές τους για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων.

Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε ιστορική αναδρομή για την ελιά και το ελαιόλαδο, αναφορά στα συστατικά που το απαρτίζουν και στην περαιτέρω ταξινόμησή τους. Επίσης, διακρίνονται οι κατηγορίες του ελαιολάδου και οι ορισμοί τους σύμφωνα με τους κανονισμούς. Επισημαίνονται οι βιολογικές ιδιότητές του, οι δυνατότητες βελτίωσης, καθώς και τα οφέλη που αποκομίζουν οι καταναλωτές.

Επίσης, η παρούσα εργασία περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, με τα γενικά τους χαρακτηριστικά καθώς και το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν για την ανθρώπινη υγεία. Μελετώνται οι βιοδραστικές τους ενώσεις, διαχωρίζονται οι οικογένειες των φυτών και αναφέρονται τα κύρια είδη τους στη Μεσογειακή λεκάνη.

Η επόμενη ενότητα εμβαθύνει στη χημική τους σύσταση, στις δράσεις τους και στις εμπορικές χρήσεις τους στη βιομηχανία τροφίμων. Το τελευταίο κεφάλαιο πραγματεύεται τον ορισμό του εμπλουτισμού με αρωματικά φυτά και τις διαφορετικές μεθόδους που εφαρμόζονται. Αξιολογούνται και συγκρίνονται τα αποτελέσματα των μεθόδων στις παραμέτρους ποιότητας και στις ιδιότητες τους. Τονίζεται η ανάγκη για εμπλουτισμό και η εξέλιξή του τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για τη βιομηχανία τροφίμων. Η πτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με τις πληροφορίες ετικέτας προϊόντων, την αποτίμηση των σημερινών δεδομένων της αγοράς, τις μελλοντικές προοπτικές και τα συμπεράσματα.

**Λέξεις – Κλειδιά:** ελαιόλαδο, αρωματικά φυτά, εμπλουτισμός ελαιολάδου

## **ABSTRACT**

Considering the important role of aromatic plants, in the present study a literature review was carried out aiming at the analysis of the process of enrichment of olive oils with aromatic plants as well as on the resulting products, emphasizing on their commercial applications, the degree of their impact on consumers and their future prospects for innovative products. Specifically, a historical review of olives and olive oil, reference to the components that make it up and their further classification. Also, the categories of olive oil and their definitions according to the regulations are distinguished. Its biological properties, the possibilities for improvement, as well as the benefits that consumers receive are pointed out. Also, the present work includes information related to aromatic and medicinal plants, with their general characteristics as well as their interest in human health. Their bioactive compounds are studied, the plant families are separated and their main species are mentioned in the Mediterranean basin. The next section delves into their chemical composition, their activity and their commercial uses in the food industry. The last chapter deals with the definition of enrichment with aromatic plants and the different methods applied. The results of the methods in the quality parameters and in their properties are evaluated and compared. The need for enrichment and its development for both human health and the food industry is emphasized. The dissertation is completed with product label information, evaluation of current market data, future prospects and conclusions.

**Keywords:** olive oil, aromatic plants, enrichment of olive oil

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	1
Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Κεφάλαιο 1: Η ελιά και το ελαιόλαδο.....	9
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	9
1.2 Χημική σύσταση ελαιολάδου.....	10
1.2.1 Σαπωνοποιήσιμα Συστατικά ελαιολάδου.....	11
1.2.1.1 Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα.....	11
1.2.1.2 Φωσφολιπίδια.....	14
1.2.2 Ασαπωνοποίητα Συστατικά ελαιολάδου.....	15
1.2.2.1 Υδρογονάνθρακες.....	15
1.2.2.2 Φαινολικές ενώσεις - Πολυφαινόλες.....	16
1.2.2.3 Στερόλες.....	17
1.2.2.4 Χρωστικές.....	18
1.2.2.5 Αρωματικές ενώσεις.....	19
1.3 Κατηγορίες ελαιολάδου.....	19
1.3.1 Ορισμοί κατηγοριών παρθένου και εξευγενισμένου ελαιολάδου.....	20
1.3.2 Ορισμοί κατηγοριών πυρηνελαίου.....	20
1.3.3 Ορισμός κατηγορίας ελαιολάδου αποτελούμενου από εξευγενισμένα και παρθένα ελαιόλαδα.....	21
1.4 Βιολογικές ιδιότητες ελαιολάδου και οφέλη από την κατανάλωση του στην ανθρώπινη υγεία.....	21
1.4.1 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες.....	23
1.4.2 Αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες.....	25
1.4.3 Αντικαρκινικές ιδιότητες.....	26
1.4.4 Αντιμικροβιακές ιδιότητες.....	26
1.5 Βελτίωση ιδιοτήτων ελαιολάδου.....	27
Κεφάλαιο 2: Αρωματικά φυτά/βότανα.....	29
2.1 Γενικά χαρακτηριστικά.....	29
2.1.1 Μελέτη των αρωματικών φυτών με βάση τους δευτερογενείς μεταβολίτες τους – Ορισμός – Ταξινόμηση σε οικογένειες.....	30
2.1.2 Κύρια είδη αρωματικών φυτών στη Μεσογειακή λεκάνη.....	31
2.2 Χημική σύσταση γνωστών αρωματικών φυτών και οι δράσεις τους.....	31
2.2.1 Δεντρολίβανο.....	31
2.2.2 Ρίγανη.....	32



2.2.3 Βασιλικός.....	33
2.2.4 Κύμινο .....	33
2.2.5 Κανέλα.....	34
2.2.6 Κουρκουμάς.....	35
2.2.7 Θυμάρι.....	35
2.2.8 Σκόρδο .....	36
2.2.9 Πιπέρι .....	37
2.3 Δράσεις αρωματικών φυτών σε γενικότερο πλαίσιο .....	38
2.3.1 Αντιμικροβιακή δράση .....	39
2.3.2 Αντιοξειδωτική δράση.....	39
2.4 Χρήσεις και εφαρμογές τους στη βιομηχανία τροφίμων .....	40
Κεφάλαιο 3: Εμπλουτισμός ελαιολάδων με αρωματικά φυτά.....	42
3.1 Ορισμός εμπλουτισμένου (αρωματοποιημένου) ελαιολάδου.....	42
3.1.1 Βιομηχανικές και ερευνητικές μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με αρωματικά φυτά .....	42
3.2 Χρήσεις των αρωματικών φυτών στο ελαιόλαδο .....	43
3.2.1.1 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με δεντρολίβανο και σκόρδο .....	44
3.2.1.2 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι.....	47
3.2.1.3 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με κύμινο .....	48
3.2.1.4 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη .....	50
3.2.1.5 Αποτελέσματα μεθόδων εμπλουτισμού.....	51
3.2.2 Επίδραση εμπλουτισμένων ελαιολάδων στον ανθρώπινο οργανισμό .....	67
3.2.3 Τα οφέλη της βιομηχανίας τροφίμων στα παραγόμενα προϊόντα ελαιολάδου με την εξέλιξη των μεθόδων εμπλουτισμού .....	68
3.3 Ελληνικές και διεθνείς ετικέτες εμπλουτισμένων ελαιολάδων με αρωματικά φυτά.....	68
3.4 Τα σημερινά δεδομένα για την αγορά αρωματικών ελαιολάδων .....	72
3.5 Μελλοντικές προοπτικές για τα αρωματικά ελαιόλαδα.....	73
3.6 Συμπεράσματα από την εφαρμογή μεθόδων εμπλουτισμού με αρωματικά φυτά .....	77
ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	80
Ελληνική Βιβλιογραφία .....	81
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία .....	82

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Οι αποθήκες με τα μεγάλα πιθάρια για το ελαιόλαδο στο δυτικό τομέα του ανακτόρου της Κνωσού (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://odysseus.culture.gr/h/2/gh2562.jspp?obj_id=716&amp;mm_id=7641">https://odysseus.culture.gr/h/2/gh2562.jspp?obj_id=716&amp;mm_id=7641</a> ) ..... 9	9
Εικόνα 2: Οι βασικές κατηγορίες των χημικών συστατικών του ελαιολάδου. (Muzammil et al., 2021) ... 11	11
Εικόνα 3: Χημική δομή του ελαϊκού οξέος. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://gr.dreamstime.com/απεικόνιση-αποθεμάτων-ε-αϊκό-ιπαρό-οξύ-image97188532">https://gr.dreamstime.com/απεικόνιση-αποθεμάτων-ε-αϊκό-ιπαρό-οξύ-image97188532</a> ) ..... 12	12
Εικόνα 4: Διαφορές στη δομή μεταξύ κορεσμένων, μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://www.raw-milk-facts.com/images/FatTrio.gif">https://www.raw-milk-facts.com/images/FatTrio.gif</a> )..... 12	12
Εικόνα 5: Δομικός χημικός τύπος και μοντέλο μορίου παλμιτικού οξέος. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://gr.dreamstime.com/παλμιτικό-οξύ-ή-δεκαεξανοϊκό-μόριο-c-h-o-είναι-κορεσμένο-λιπαρό-δομικός-image179538491">https://gr.dreamstime.com/παλμιτικό-οξύ-ή-δεκαεξανοϊκό-μόριο-c-h-o-είναι-κορεσμένο-λιπαρό-δομικός-image179538491</a> )..... 13	13
Εικόνα 6: Χημική δομή στεατικού οξέος και μοντέλο μορίου. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://gr.dreamstime.com/στεατικό-οξύ-δεκαοκτανοϊκό-κορεσμένο-μόριο-λιπαρών-οξέων-χημικός-image169788724">https://gr.dreamstime.com/στεατικό-οξύ-δεκαοκτανοϊκό-κορεσμένο-μόριο-λιπαρών-οξέων-χημικός-image169788724</a> )..... 13	13
Εικόνα 7: Χημική δομή λινελαϊκού οξέος και μοντέλο μορίου. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://gr.dreamstime.com/λα-λινελαϊκού-οξέος-δομικός-χημικός-νεαρός-δικυκλιστής-τύπου-και-image109200480">https://gr.dreamstime.com/λα-λινελαϊκού-οξέος-δομικός-χημικός-νεαρός-δικυκλιστής-τύπου-και-image109200480</a> )..... 13	13
Εικόνα 8: Χημική δομή φωσφολιπιδίου. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-a-phospholipid-with-three-adjacent-carbons-named-sn-1-sn-2-and_fig2_50843526">https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-a-phospholipid-with-three-adjacent-carbons-named-sn-1-sn-2-and_fig2_50843526</a> ) ..... 15	15
Εικόνα 9: Οι χημικές δομές σκουαλενίου, φαινανθρενίου και β-καροτενίου. .... 16	16
Εικόνα 10: Χημικές δομές τυροσόλης (Tyr) και υδροξυτυροσόλης (Htyr). (Khlifi et al., 2020) ..... 17	17
Εικόνα 11: Χημική δομή στερολών. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://courses.lumenlearning.com/suny-nutrition/chapter/2-37-sterols/">https://courses.lumenlearning.com/suny-nutrition/chapter/2-37-sterols/</a> ) ..... 17	17
Εικόνα 12α: Οι χημικές δομές της ανθραξανθίνης, του α-καροτενίου και του β-καροτενίου (Moyano et al., 2010)..... 18	18
Εικόνα 12β: Οι χημικές δομές της κρυπτοξανθίνης, της λουτεΐνης και της λουτεοξανθίνης. (Moyano et al., 2010)..... 18	18
Εικόνα 12γ: Οι χημικές δομές της μεταλλαξανθίνης και της βιολαξανθίνης. (Moyano et al., 2010) Ο..... 19	19
Εικόνα 13: Ταξινόμηση ειδών ελαιολάδου. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://info.queencreekolivemill.com/what-is-olive-oil">https://info.queencreekolivemill.com/what-is-olive-oil</a> ) ..... 21	21
Εικόνα 14: Οι ευεργετικές ιδιότητες των πολυφαινολών του ελαιολάδου στην ανθρώπινη υγεία. (Ray et al., 2019)..... 22	22
Εικόνα 15: Χημικές δομές των τοκοφερολών του ελαιολάδου. (Μαυρίδης, 2009)..... 25	25
Εικόνα 16: Χημική δομή του ροσμαρινικού και καρνοσικού οξέος. (Ou et al., 2018)..... 32	32
Εικόνα 17: Χημική δομή της θυμόλης. (Zarrini et al., 2010) ..... 32	32
Εικόνα 18: Χημική δομή της λιναλοόλης με τα 2 εναντιομερή της. (Kamatou et al., 2008)..... 33	33
Εικόνα 19: Χημική δομή χαρακτηριστικών συστατικών των αιθέριων ελαίων του κύμινου. (Mehrotra, 2021)..... 34	34

Εικόνα 20: Χημική δομή κινναμαλδεϋδης και ευγενόλης. (Suppakul, 2016) .....	34
Εικόνα 21: Χημική δομή της κουρκουμίνης. (Bhawana et al., 2011) .....	35
Εικόνα 22: Χημική δομή βιοδραστικών ενώσεων σκόρδου. (Chung, 2006).....	37
Εικόνα 23: Χημική δομή των βασικών συστατικών των αιθέριων ελαίων του μαύρου πιπεριού. (Mehrotra, 2021)) .....	38
Εικόνα 24: Σχήμα του συστήματος αρωματισμού με υπερήχους ( <b>1</b> : κινητήρας , <b>2</b> : αναδευτήρας, <b>3</b> : διπλός μανδύας, <b>4</b> : μετατροπέας ή μετασχηματιστής, <b>5</b> : σύστημα ψύξης, <b>6</b> : ελαιόλαδο, <b>7</b> : θρυμματισμένοι σπόροι κύμινου, <b>8</b> : γεννήτρια υπερήχων). (Assami et al.,2016) .....	49
Εικόνα 25: Ολικό φαινολικό περιεχόμενο αρωματισμένων ελαιολάδων με Α)δεντρολίβανο και Β)σκόρδο. (Abenzoza et al.,2021) .....	52
Εικόνα 26: Περιεκτικότητα καροτενοειδών αρωματισμένων ελαιολάδων με Α)δεντρολίβανο και Β)σκόρδο. (Abenzoza et al., 2021).....	52
Εικόνα 27: Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίου των αρωματισμένων ελαιολάδων κατά τη διάρκεια της θερμικής οξειδωσης στους 60 και 130 °C. (Ayadi et al., 2009).....	55
Εικόνα 28: Μεταβολή του περιεχομένου χλωροφύλλης των αρωματισμένων ελαιολάδων κατά τη διάρκεια της θερμικής οξειδωσης στους 60 και 130 °C. (Ayadi et al., 2009).....	57
Εικόνα 29: Μεταβολή του περιεχομένου καροτενοειδών των αρωματισμένων ελαιολάδων κατά τη διάρκεια της θερμικής οξειδωσης στους 60 και 130 °C. (Ayadi et al., 2009) .....	57
Εικόνα 30: Dressing ελαιολάδου με βασιλικό της εταιρίας Κύκλωπας. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://kyklopas.com/Products/category/dressing-olive-oils/dressing-basil">https://kyklopas.com/Products/category/dressing-olive-oils/dressing-basil</a> ) .....	69
Εικόνα 31: Αρτυμα εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου με σκόρδο "Gaea". (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://gaeagreece.com/collections/extra-virgin-olive-oil/products/αρτυμα-εξαιρετικου-παρθενου-ελαιολαδου-αρωματισμενου-με-σκορδο">https://gaeagreece.com/collections/extra-virgin-olive-oil/products/αρτυμα-εξαιρετικου-παρθενου-ελαιολαδου-αρωματισμενου-με-σκορδο</a> ) .....	69
Εικόνα 32: Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο εμπλουτισμένο με φρέσκο φασκόμηλο Pellas Nature. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://pellasnature.com/products/ell-sage-1-69-oz-bottle/">https://pellasnature.com/products/ell-sage-1-69-oz-bottle/</a> ).....	70
Εικόνα 33: Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο αρωματισμένο με λεμόνι Delicious Crete. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://www.deliciouscrete.com/infused-olive-oil-with-lemon/">https://www.deliciouscrete.com/infused-olive-oil-with-lemon/</a> ) .....	70
Εικόνα 34: Dressing εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου με δεντρολίβανο «Mediterranean Flavors» της εταιρείας Nature Blessed. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://natureblessed.gr/mediterranean-flavors-ελαιόλαδο-βότανα-μπαχαρικά/">https://natureblessed.gr/mediterranean-flavors-ελαιόλαδο-βότανα-μπαχαρικά/</a> ).....	71
Εικόνα 35: Προϊόν με εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο και αιθέριο έλαιο ρίγανης "Grecelia". (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://grecelia.gr">https://grecelia.gr</a> ).....	72
Εικόνα 36: Η μαύρη τρούφα ( <i>Tuber melanosporum</i> ). .....	74
Εικόνα 37: Η λευκή τρούφα ( <i>Tuber magnatum</i> ). .....	74
Εικόνα 38: Η αντικαταθλιπτική δράση της τρούφας. (Patel et al., 2017) .....	75
Εικόνα 39: Χημική δομή 2,4-διθειοαπεντανίου. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://www.chemsrc.com/en/cas/1618-26-4_888352.html">https://www.chemsrc.com/en/cas/1618-26-4_888352.html</a> ) .....	76
Εικόνα 40: Χημική δομή 3-μεθυλανισόλης. (Ηλεκτρονική πηγή: : <a href="https://hazmap.com/Agents/10793?referer=BrowseByAlphabet&amp;return_url=%2FAgents%2F(BrowseByAlphabet)%2FM">https://hazmap.com/Agents/10793?referer=BrowseByAlphabet&amp;return_url=%2FAgents%2F(BrowseByAlphabet)%2FM</a> ).....	76

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Σύνθεση Λιπαρών Οξέων στο ελαιόλαδο.(Calabriso et al., 2015).....	14
Πίνακας 2: Αντιοξειδωτικές ενώσεις που περιέχονται στο δεντρολίβανο και σε άλλα αρωματικά φυτά. (Embuscado et al., 2019).....	36
Πίνακας 3: Πειραματικός σχεδιασμός των αρωματισμένων δειγμάτων ελαιολάδων με διαφορετικές συγκεντρώσεις δεντρολίβανου και σκόρδου και διαφορετικές συγκεντρώσεις αρωματισμού. (Abenzoza et al., 2021).....	45
Πίνακας 4: Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με δεντρολίβανο και τα αποτελέσματα τους .....	53
Πίνακας 5: Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με σκόρδο και τα αποτελέσματα τους .....	54
Πίνακας 6: Μέθοδος απευθείας εμπλουτισμού ελαιολάδου με δεντρολίβανο, θυμάρι, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι και τα αποτελέσματα τους. ....	58
Πίνακας 7: Αποτελέσματα παραμέτρων ποιότητας σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία και τον χρόνο θέρμανσης για τον απευθείας αρωματισμό του ελαιολάδου με θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι σε περιεκτικότητα 5% w/w.....	59
Πίνακας 8: Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με κύμινο και τα αποτελέσματα τους. ....	61
Πίνακας 9: Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη και τα αποτελέσματά τους.....	65
Πίνακας 10: Ταξινόμηση αγοράς αρωματικών ελαιολάδων. (Ηλεκτρονική πηγή: <a href="https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/infused-olive-oil-market.asp">https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/infused-olive-oil-market.asp</a> ) .....	72

# Κεφάλαιο 1

## Η ελιά και το ελαιόλαδο

### 1.1 Ιστορική αναδρομή

Η ελιά (*Olea europaea*) αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα δέντρα (Uyulaşer & Yildiz, 2014; Zamora, 2001) και η καλλιέργεια της τοποθετείται σύμφωνα με αρχαιολογικά και γεωργικά ευρήματα στην περίοδο π.Χ. και συγκεκριμένα στο 6000 π.Χ. (Çolak, 2020). Η παρουσία της επιβεβαιώνεται πριν από 1 εκατομμύριο χρόνια κατά την παλαιολιθική περίοδο σε οικισμούς στην Ιταλία. Πηγές που προέρχονται από το Μουσείο Ελιάς της Χάιφα αναφέρουν ότι η πέτρα, τα κονιάματα και τα πατητήρια λειτούργησαν ως μέσα παραλαβής του ελαιολάδου από τις ελιές το 5000 π.Χ. Εκτός από το Μουσείο Ελιάς της Χάιφα υπάρχουν αρχαιολογικά ευρήματα σχετικά με τις πρώτες ελαιοκαλλιέργειες και την εξαγωγή του παραγόμενου ελαίου και στο Παλάτι της Κνωσού στην Κρήτη (Εικόνα 1). Η εξέλιξη του πολιτισμού της Κρήτης κατά το 2000 με 1450 π.Χ. συνέβαλε στην εξαγωγή του ελαιολάδου σε άλλες χώρες της Μεσογείου, όπως την Αίγυπτο (Harwood & Aparicio, 2000).



**Εικόνα 1:** Οι αποθήκες με τα μεγάλα πιθάρια για το ελαιόλαδο στο δυτικό τομέα του ανακτόρου της Κνωσού.  
(Ηλεκτρονική Πηγή: [https://odysseus.culture.gr/h/2/gh2562.jspp?obj\\_id=716&mm\\_id=7641](https://odysseus.culture.gr/h/2/gh2562.jspp?obj_id=716&mm_id=7641))

Το ελαιόλαδο είναι το παραγόμενο προϊόν από τους καρπούς του ελαιόδεντρου με προέλευση την Άνω Μεσοποταμία και τη Νοτιοανατολική Ανατολία. Η παραγωγή του ελαιολάδου εντοπίζεται στο κύριο τμήμα της Μεσογείου με πρώτες χώρες εξάπλωσης την Αίγυπτο και την Τυνησία και έπειτα την Ελλάδα, την Ιταλία, την Ισπανία, το Ιράν, το Πακιστάν και την Κίνα (Çolak, 2020). Αρχαίοι πολιτισμοί αξιοποίησαν την ιστορική πρόοδο της ελιάς, η οποία είναι καταγεγραμμένη σε επιγραφές και ιερά βιβλία. Η ελιά με τις έννοιες της ειρήνης και της ελπίδας στους πολιτισμούς αυτούς είχε καθοριστική επίδραση στην τελική τους ταυτότητα. Έτσι, αποδόθηκε ιερός συμβολισμός στο δέντρο και στον καρπό της ελιάς με μεγαλύτερη σημασία να δίνεται στο φύλλο της ελιάς το οποίο ταυτίστηκε με τη νίκη, τη λογική και την ειρήνη (Çolak, 2020).

Με την ιστορική πρόοδο των πολιτισμών στη λεκάνη της Μεσογείου, η ελιά και το ελαιόλαδο

αναβάθμιζαν περισσότερο το ρόλο τους στην αγροτική οικονομία και τις εμπορικές σχέσεις με γειτονικούς λαούς. Το τελευταίο αποδεικνύεται με την εισαγωγή καλλιεργειών ελιάς από τους Έλληνες στις αποικίες του Ιταλικού Νότου στοχεύοντας στην ανάπτυξη και στη συμμετοχή τους στο εμπόριο με χώρες που ανήκαν στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία. Οι κυριότερες χρήσεις του ελαιολάδου από Έλληνες και Ρωμαίους ήταν φαρμακευτικές καθώς και παροχή φωτισμού, αλλά αργότερα επεκτάθηκαν και στα τρόφιμα. Ο Ρωμαϊκός πολιτισμός αξιοποιώντας τη διάδοση της βιδωτής πρέσσας από τον Ελληνικό πολιτισμό με πρώτη χρήση της το 50 π.Χ. από τους τελευταίους κατάφερε να βελτιώσει το σύστημα επεξεργασίας της ελιάς και ειδικότερα τις διαδικασίες σύνθλιψης και διαχωρισμού, καθώς εισήγαγε τα πιεστήρια. Παρά την παρακμή της καλλιέργειας της ελιάς στη Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, εξαιτίας της εισβολής των Βαρβάρων, υπήρξε εκ νέου ανάπτυξη το Μεσαίωνα με τη συνδρομή θρησκευτικών κοινοτήτων. Στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο δεν υπήρξαν πρωτότυπες ιδέες σχετικές με το σύστημα επεξεργασίας της ελιάς παρά μόνο η μετάβαση από την ξύλινη ή σιδερένια βιδωτή πρέσσα στην πρώτη υδραυλική πρέσσα στα τέλη του 1800. Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ανακαλύφθηκαν μηχανικές μέθοδοι παραλαβής ελαιολάδου για τα συστήματα διήθησης και φυγοκέντρωσης. Η λειτουργία των συστημάτων αυτών αποτυπώνεται στον πρώτο βιομηχανικό φυγοκεντρητή που εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1970 με τη συνεχή φυγοκέντρωση της ελαιόπαστας.

Οι βελτιώσεις που ακολούθησαν επικεντρώθηκαν στο σύστημα συμπίεσης με τις υπερπρέσσες και την εφαρμογή πιέσεων σε 350-500 atm. Μέχρι σήμερα ωστόσο, σε κάποιες χώρες δεν έπαψαν να τίθενται σε λειτουργία τα συστήματα επεξεργασίας και πίεσης που χρησιμοποιούνταν και παλαιότερα, όπως η ξύλινη βιδωτή πρέσσα (Harwood & Aparicio, 2000).

## **1.2 Χημική Σύσταση Ελαιολάδου**

Το ελαιόλαδο περιλαμβάνει συστατικά με σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά του διαχωρίζοντας το από άλλα προϊόντα και προσδίδοντας του ευεργετικές ιδιότητες για την ανθρώπινη υγεία (Boskou, 2006a; Muzammil κ.ά., 2021).

Η χημική σύσταση του ελαιολάδου αποτελείται κατά κύριο λόγο από μονοακόρεστα (MUFAs), πολυακόρεστα (PUFAs) και κορεσμένα (SFAs) λιπαρά οξέα, τα οποία βρίσκονται κυρίως με τη μορφή τριγλυκεριδίων (~ 99%) δηλαδή τριεστέρων γλυκερόλης με ανώτερα λιπαρά οξέα (Boskou, 2006a; Gorzynik-Debicka κ.ά., 2018; Muzammil κ.ά., 2021). Επίσης, σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις απαντώνται και άλλα συστατικά (δευτερεύοντα συστατικά) όπως χρωστικές, στερόλες, πολυφαινόλες και ενώσεις που προσδίδουν τη χαρακτηριστική γεύση του ελαιολάδου (Εικόνα 2).

Οι δύο βασικές κατηγορίες στις οποίες ταξινομούνται τα συστατικά του ελαιολάδου είναι:

- Σαπωνοποιήσιμα Συστατικά (Τριγλυκερίδια, Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα, Φωσφατίδια) και
- Ασαπωνοποιήτα Συστατικά (όπως Υδρογονάνθρακες, Τοκοφερόλες, Χρωστικές, Φαινόλες,

Πτητικές Ενώσεις κ.α.).



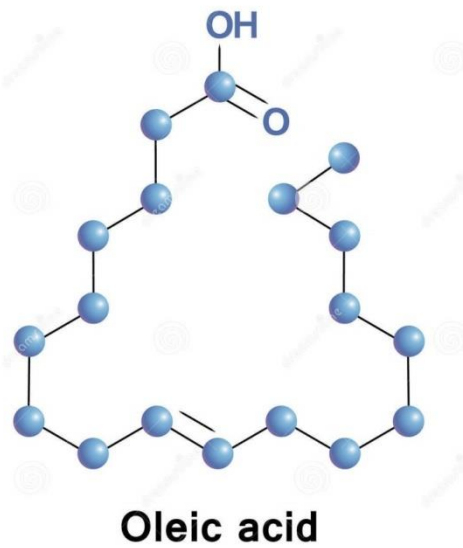
**Εικόνα 2:** Οι βασικές κατηγορίες των χημικών συστατικών του ελαιολάδου (Muzammil κ.ά., 2021).

Το ελαιόλαδο δεν παρουσιάζει σταθερή σύσταση, δεδομένου ότι η συγκέντρωση των ενώσεων που το απαρτίζουν εξαρτάται από πλήθος παραγόντων όπως είναι η ποικιλία και ο βαθμός ωρίμανσης της ελιάς, η περιοχή παραγωγής του, οι εδαφολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και άλλοι. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες προερχόμενες από τα συστατικά του ελαιολάδου καταστέλλουν τις ελεύθερες ρίζες προστατεύοντας την ανθρώπινη υγεία. Οι ελεύθερες ρίζες παράγονται από τον οργανισμό μέσω της επίδρασης περιβαλλοντικών συνθηκών. Παραδείγματα παραγωγής τους αποτελούν η φλεγμονή, η ρύπανση και ο καπνός του τσιγάρου. Τα αντιοξειδωτικά που είναι δεδομένη η παρουσία τους στο ελαιόλαδο είναι: οι τοκοφερόλες, το σκουαλένιο, το β-καροτένιο, η λουτεΐνη, οι υδρόφιλες και λιπόφιλες φαινόλες (Muzammil κ.ά., 2021).

## **1.2.1 Σαπωνοποιήσιμα Συστατικά ελαιολάδου**

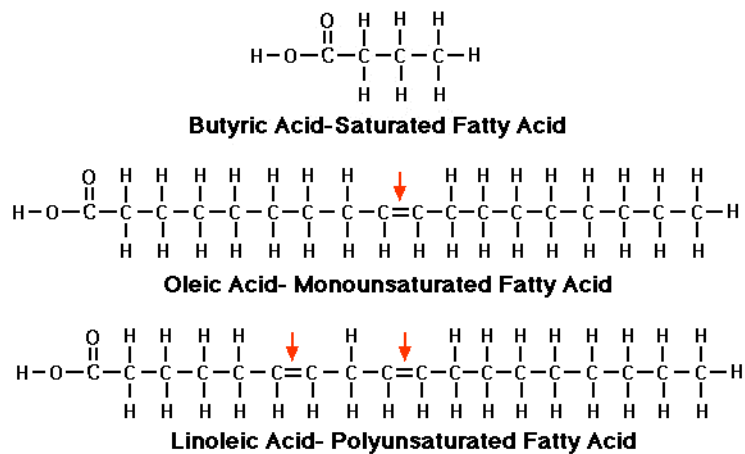
### **1.2.1.1 Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα**

Το συνολικό ποσοστό των λιπαρών οξέων στο ελαιόλαδο κυμαίνεται από 55 έως 83% (Muzammil κ.ά., 2021). Από το ποσοστό αυτό σημαντική θέση κατέχουν τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, με κυριότερο εκπρόσωπο της κατηγορίας το ελαϊκό οξύ ( $C_{18:1}$ ) (Εικόνα 3), ως κύριο συστατικό του κλάσματος προς σαπωνοποίηση (Calabriso κ.ά., 2015). Το συγκεκριμένο οξύ σύμφωνα με την αναλογία του ως προς το σύνολο των λιπαρών οξέων δύναται να μειώσει την εμφάνιση χρόνιων ασθενειών για όσους καταναλωτές ακολουθούν Μεσογειακή διατροφή, προσφέροντας αντιυπερτασική δράση (Guo κ.ά., 2018).



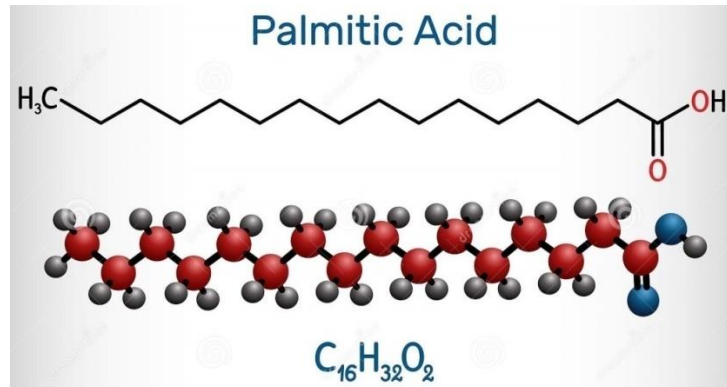
**Εικόνα 3:** Χημική δομή του ελαιϊκού οξέος. (Ηλεκτρονική πηγή: <https://gr.dreamstime.com/απεικόνιση-αποθεμάτων-ε-αϊκό-παρό-οξύ-image97188532>)

Ως προς το είδος κορεσμού (Εικόνα 4) τα λιπαρά οξέα διακρίνονται σε μονοακόρεστα (MUFAs: Monounsaturated Fatty Acids), πολυακόρεστα (PUFAs: Polyunsaturated Fatty Acids) και κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFAs: Saturated Fatty Acids) (Ballus κ.ά., 2014; Guo κ.ά., 2018). Τα MUFAs επικρατούν σε ποσοστό περίπου 72 με 77% στο ελαιόλαδο, τα SFAs κατέχουν περίπου το 14% και τα PUFAs κυμαίνονται σε χαμηλότερα ποσοστά. Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 τα κύρια MUFAs, SFAs και PUFAs είναι το ελαιϊκό, το παλμιτικό (Εικόνα 5) και το λινελαϊκό οξύ (Guo κ.ά., 2018).



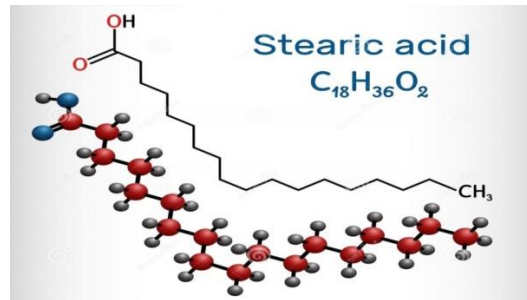
**Εικόνα 4:** Διαφορές στη δομή μεταξύ κορεσμένων, μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. (Ηλεκτρονική πηγή : <https://www.raw-milk-facts.com/images/FatTrio.gif>)





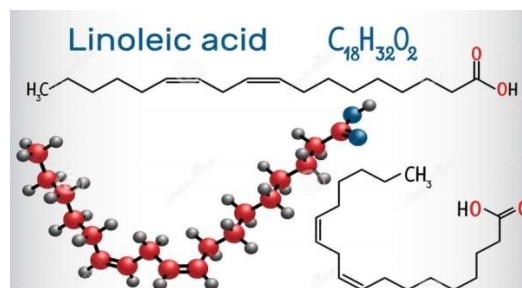
**Εικόνα 5:** Δομικός χημικός τύπος και μοντέλο μορίου παλμιτικού οξέος. (Ηλεκτρονική πηγή : <https://gr.dreamstime.com/παλμιτικό-οξύ-ή-δεκαεξανοϊκό-μόριο-c-h-o-είναι-κορεσμένο-λιπαρό-δομικός-image179538491>)

Επιπλέον, το ελαιόλαδο περιέχει κορεσμένα λιπαρά οξέα, σε ποσοστό 14% επί του συνόλου, και σε μεγαλύτερη αναλογία περιέχεται το παλμιτικό ( $C_{16:0}$ ) καθώς και το στεατικό οξύ ( $C_{18:0}$ ) (Εικόνα 6).



**Εικόνα 6:** Χημική δομή στεατικού οξέος και μοντέλο μορίου. (Ηλεκτρονική πηγή: <https://gr.dreamstime.com/στεατικό-οξύ-δεκαοκτανοϊκό-κορεσμένο-μόριο-λιπαρών-οξέων-χημικός-image169788724>)

Το λινελαϊκό οξύ (Εικόνα 7) αποτελεί το σπουδαιότερο παράδειγμα πολυακόρεστου λιπαρού οξέος του ελαιολάδου (Calabriso κ.ά., 2015).



**Εικόνα 7:** Χημική δομή λινελαϊκού οξέος και μοντέλο μορίου. (Ηλεκτρονική πηγή: <https://gr.dreamstime.com/λα-λινελαϊκού-οξέος-δομικός-χημικός-νεαρός-δικυκλιστής-τύπου-και-image109200480>)

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η σύνθεση των λιπαρών οξέων που περιλαμβάνονται στο ελαιόλαδο.

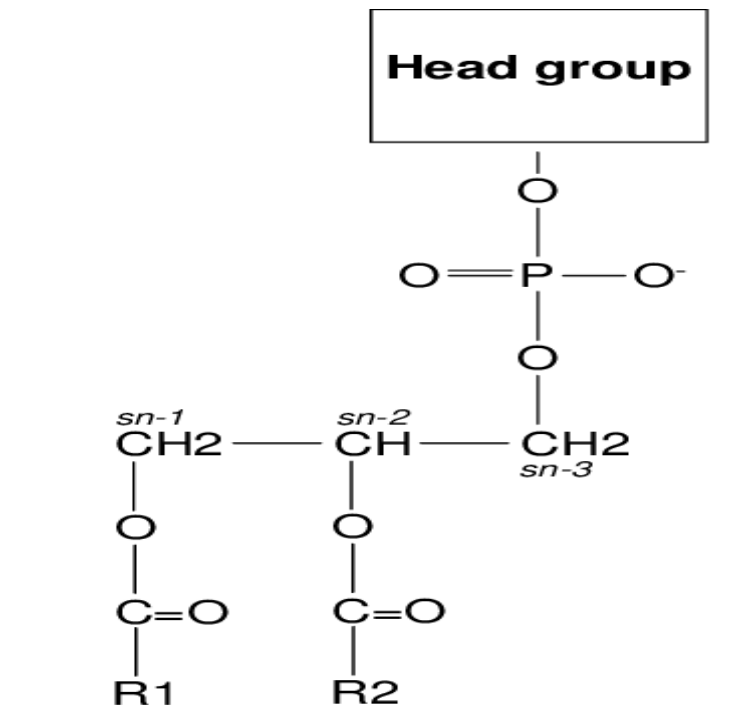
**Πίνακας 1:** Σύνθεση Λιπαρών Οξέων στο ελαιόλαδο (Calabriso κ.ά., 2015).

Λιπαρά οξέα		Κοινή ονομασία	Αριθμητικό σύμβολο	%
Κορεσμένα		Μυριστικό οξύ	14:0	0-0,05
		Παλμιτικό οξύ	16:0	7,5-20
		Μαργαρικό οξύ	17:0	0-0,3
		Στεατικό οξύ	18:0	0,5-5
		Αραχιδικό οξύ	20:0	0-0,6
		Βεχενικό οξύ	22:0	0-0,2
		Λιγνοκηρικό οξύ	24:0	0-0,2
Σύνολο κορεσμένων				8-26,8
Μονοακόρεστα		Παλμιτελαϊκό οξύ	16:1 n7	0,3-3,5
		Δεκαεπτανοϊκό οξύ	17:1	0-0,3
		Ελαϊκό οξύ	18:1 n9	55-83
		Εικοσανοϊκό οξύ	20:1 n9	0-0,4
Συνολικά μονοακόρεστα				55,3-87,2
Πολυακόρεστα	ω-6	Λινελαϊκό οξύ	18:2 n6	3,5-21
	ω-3	α-λινολενικό οξύ	18:3 n3	0-0,9
Συνολικά πολυακόρεστα				3,5-21,9

### 1.2.1.2 Φωσφολιπίδια

Τα φωσφολιπίδια (Εικόνα 8) αποτελούν αμφιφιλικές ενώσεις για τις οποίες ισχύει ότι διαθέτουν μία υδρόφιλη πολική κεφαλή, μία λιπόφιλη ουρά καθώς επίσης και μία ή δύο αλυσίδες λιπαρών οξέων (Antonelli κ.ά., 2020). Από την κεφαλή καθορίζονται οι διάφορες δομές των φωσφολιπιδίων, οι οποίες είναι:

- φωσφατιδυλοχολίνες (PC)
- φωσφατιδυλαιθανολαμίνες (PE)
- φωσφατιδυλοσερίνες (PS)
- φωσφατιδυλινοσιτόλες (PI)
- φωσφατιδυλογλυκερόλες (PG)
- λυσοφωσφατιδυλοχολίνες (LPC)
- λυσοφωσφατιδυλινοσιτόλες (LPI), φωσφατιδικά οξέα (PA) (Fahy κ.ά., 2005).



**Εικόνα 8:** Χημική δομή φωσφολιπιδίων. (Ηλεκτρονική πηγή: [https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-a-phospholipid-with-three-adjacent-carbons-named-sn-1-sn-2-and\\_fig2\\_50843526](https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-a-phospholipid-with-three-adjacent-carbons-named-sn-1-sn-2-and_fig2_50843526))

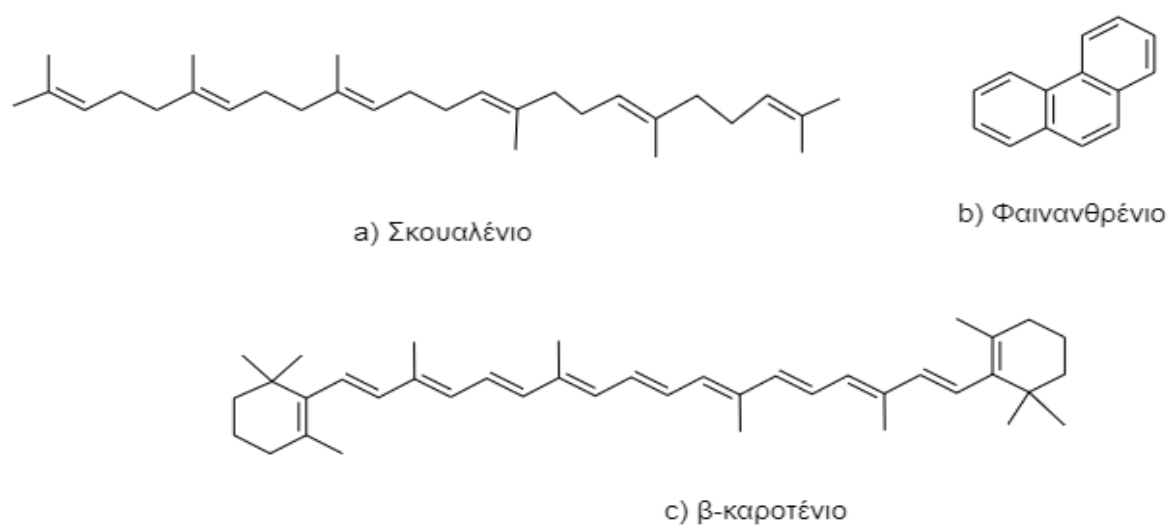
Τα φωσφολιπίδια επηρεάζουν τη λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών και παρουσιάζουν ποικιλία δομών (Antonelli κ.ά., 2020). Παράλληλα, παρέχουν οφέλη για την υγεία και αναφέρονται ως διαιτητικά φωσφολιπίδια. Συγκεκριμένα, σχετίζονται άμεσα με αντιθρομβωτικές, αντιαθηροσκληρωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Ακόμη, εμποδίζουν την εμφάνιση καρδιακών προβλημάτων, ρυθμίζοντας το ποσοστό της χοληστερόλης στο αίμα (Antonelli κ.ά., 2020; Karantonis κ.ά., 2002; Küllenberg κ.ά., 2012). Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες προσδιορίζονται από τα λιπαρά οξέα των φωσφολιπιδίων που συνδέονται μεταξύ τους (Antonelli κ.ά., 2020; Sun κ.ά., 2018). Η μικρή περιεκτικότητά τους στο σύνολο του ελαιολάδου μπορεί να αξιοποιηθεί για μεθόδους αυθεντικότητας και ιχνηλασιμότητας του (Alves κ.ά., 2018; Antonelli κ.ά., 2020).

## 1.2.2 Ασαπωνοποίητα Συστατικά ελαιολάδου

### 1.2.2.1 Υδρογονάνθρακες

Η ένωση που καταλαμβάνει την υψηλότερη θέση στο σύνολο των υδρογονανθράκων είναι το σκουαλένιο (Εικόνα 9) σε ποσοστό 85-90% σε ομόλογες σειρές ευθείας ή διακλαδισμένης αλυσίδας μεταξύ C<sub>16</sub> και C<sub>36</sub>. Το υπόλοιπο τμήμα αποτελείται από ισοπρενοειδείς πολυολεφίνες και ν-παραφίνες

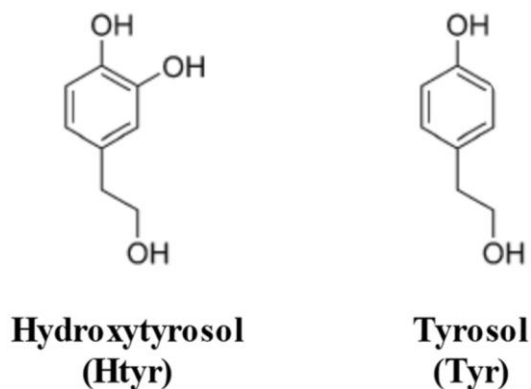
που συνδυάζονται με διακλαδισμένους υδρογονάνθρακες σε ένα εύρος ατόμων C από C<sub>11</sub> μέχρι C<sub>30</sub> (A. Kiritsakis & Markakis, 1988; Lanzón κ.ά., 1994). Οι υδρογονάνθρακες που συγκαταλέγονται στην κατηγορία των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων είναι το φαινανθρένιο (Εικόνα 9), το πυρένιο, το φθορανθρένιο, το 1,2 – βενζανθρακένιο κ.α. Ένας επιπλέον υδρογονάνθρακας που βρίσκεται σε χαμηλότερη συγκέντρωση είναι το β-καροτένιο (Εικόνα 9), το οποίο παρεμποδίζει την οξείδωση των λιπιδίων (A. Kiritsakis & Markakis, 1988).



**Εικόνα 9:** Οι χημικές δομές του σκουαλενίου, του φαινανθρενίου και του β-καροτενίου.

### 1.2.2.2 Φαινολικές ενώσεις – Πολυφαινόλες

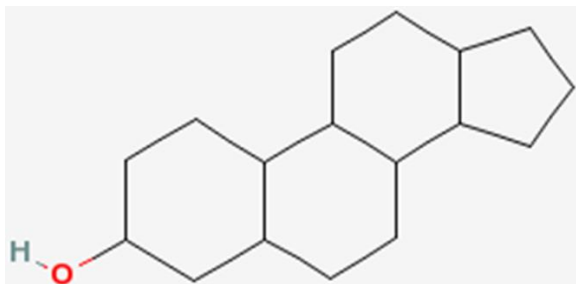
Ως φαινόλες ορίζονται οι ενώσεις που περιλαμβάνουν τουλάχιστον έναν δακτύλιο βενζολίου συνδεδεμένο με ένα ή περισσότερα υδροξύλια (Μπουμπούκα, 2018). Το ελαιόλαδο αποτελείται από τουλάχιστον 30 φαινολικές ενώσεις (Muzammil κ.ά., 2021; Tuck & Hayball, 2002), η παραγωγή των οποίων εξαρτάται σημαντικά από τον βέλτιστο χρόνο συλλογής της ελιάς καθώς και από διάφορους ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες, όπως περιβαλλοντικά, μεταποιητικά συστήματα κ.α. (Guo κ.ά., 2018). Οι κύριες φαινολικές ενώσεις (Εικόνα 10) του ελαιολάδου είναι η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη καθώς και τα παράγωγα τους (Muzammil κ.ά., 2021). Επίσης, ως φαινολικές ενώσεις θεωρούνται παράγωγα 4-υδροξυβενζοϊκού, 4-υδροξυφαινυλοξικού και 4-υδροξυκινναμικού οξέος, λιγνάνες και φλαβονοειδή (Boskou, 2006b). Οι φαινόλες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του ελαιολάδου δεδομένης της αντιοξειδωτικής τους δράσης παρουσιάζοντας θετικό αντίκτυπο στη θρεπτική του αξία καθώς και στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά (Guo κ.ά., 2018). Η συμβολή τους, επεκτείνεται στην περιορισμένη πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων και καρκίνου (Boskou, 2006b).



**Εικόνα 10:** Χημικές δομές τυροσόλης (Tyr) και υδροξυτυροσόλης (Htyr) (Khlifi κ.ά., 2020).

### 1.2.2.3 Στερόλες

Οι στερόλες (Εικόνα 11), με ζωική και φυτική προέλευση, ανήκουν στην ομάδα των λιπιδίων και συνδέονται με την ποιότητα και τη γνησιότητα του ελαιολάδου (Boskou, 2006a; Muzammil κ.ά., 2021).

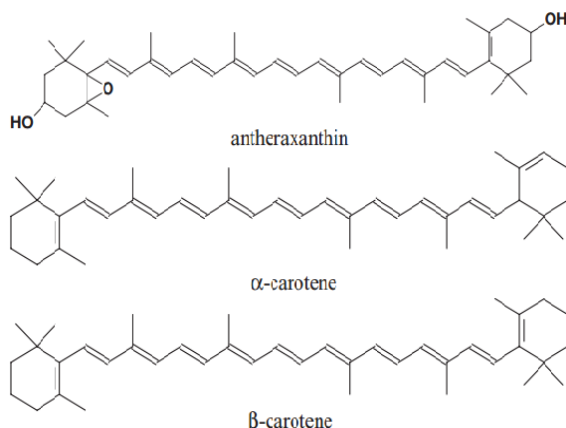


**Εικόνα 11:** Χημική δομή στερολών. (Ηλεκτρονική πηγή : <https://courses.lumenlearning.com/suny-nutrition/chapter/2-37-sterols/>)

Οι στερόλες ταξινομούνται στις ακόλουθες 4 κατηγορίες: α) κοινές στερόλες (4α-απομεθυλοστερόλες), β) 4α-μεθυλοστερόλες, γ) τριτερπενικές αλκοόλες (4,4-διμεθυλοστερόλες) και δ) τριτερπενικές διαλκοόλες (Boskou, 2006a). Η συγκέντρωση στερολών στο ελαιόλαδο κυμαίνεται από 358 έως 1092,33 mg ανά kg ελαιολάδου (Muzammil κ.ά., 2021; Yorulmaz & Konuskan, 2017). Οι φυτοστερόλες θεωρούνται λειτουργικά συστατικά του ελαιολάδου τα οποία περιορίζουν την απορρόφηση της χοληστερόλης κατά την πέψη. Καθώς αναλύεται το περιεχόμενο των στερολών επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός του επιπέδου καθαρότητας της ελιάς. Η χημική τους συμπεριφορά είναι παρόμοια με αυτή της χοληστερόλης (Muzammil κ.ά., 2021).

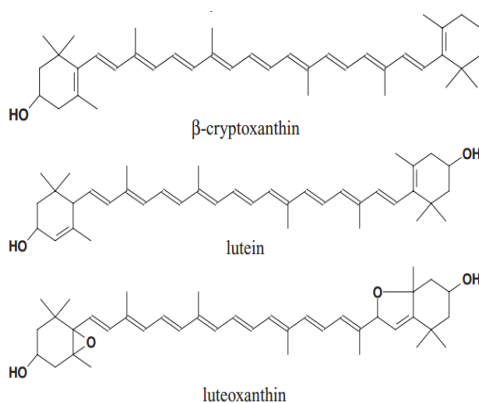
### 1.2.2.4 Χρωστικές

Το χρώμα του ελαιολάδου καθορίζεται από τη χλωροφύλλη, μια χρωστική των ώριμων καρπών της ελιάς, η οποία βρίσκεται στις ακόλουθες 2 μορφές: χλωροφύλλη α και χλωροφύλλη β. Ανάμεσα στις χρωστικές, τα καροτενοειδή με την υψηλότερη συγκέντρωση στο ελαιόλαδο είναι το β-καροτένιο (Εικόνα 12α) και η λουτεΐνη (Εικόνα 12β).

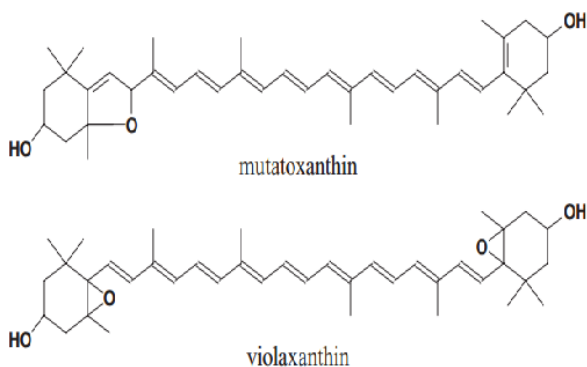


**Εικόνα 12α:** Οι χημικές δομές της ανθηραξανθίνης, του α-καροτένιου και του β-καροτένιου (Μογανο κ.ά., 2010).

Η βιολαξανθίνη (Εικόνα 12γ), η κρυπτοξανθίνη (Εικόνα 12β) και άλλες ξανθοφύλλες βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο ελαιόλαδο.



**Εικόνα 12β:** Οι χημικές δομές της κρυπτοξανθίνης, της λουτεΐνης και της λουτεοξανθίνης (Μογανο κ.ά., 2010).



**Εικόνα 12γ:** Οι χημικές δομές της μεταλλαξανθίνης και της βιολαξανθίνης (Μογανο κ.ά., 2010).

Η ποσότητα των καροτενοειδών στο ελαιόλαδο παρουσιάζει ελάχιστη τιμή 1 mg ανά kg ελαιολάδου και μέγιστη 20 mg ανά kg ελαιολάδου και μέση τιμή 10 mg ανά kg. Σε δημοσιευμένες μελέτες παρουσιάζεται ότι το β-καροτένιο δύναται να μειώσει την πιθανότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων, αλλά δεν έχει αποδειχθεί αν προκαλεί οξείδωση της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL: Low Density Lipoprotein) (Tsimidou κ.ά, 2003).

### **1.2.2.5 Αρωματικές ενώσεις**

Οι αρωματικές ενώσεις ανήκουν σε μια ειδική κατηγορία ενώσεων που εμπεριέχονται στο ελαιόλαδο (Α. Κ. Kiritsakis, 1998), προσδίδοντας του χαρακτηριστικό άρωμα. Οι ενώσεις αυτές ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες: αλδεΐδες, κετόνες, αλκοόλες, εστέρες και φουράνια. Η αποτίμηση των ενώσεων αυτών διευκολύνει την οργανοληπτική αξιολόγηση του ελαιολάδου (Muzammil κ.ά., 2021). Οι πτητικές ενώσεις με 6 άτομα άνθρακα βρίσκονται πρώτα στην ιεραρχία των αρωματικών συστατικών, ως παράγωγα της οξείδωσης των ενζύμων του λινελαϊκού και του λινολενικού οξέος κατά τη σύνθλιψη και τη μάλαξη της ελιάς. Ορισμένες από τις αρωματικές ενώσεις έχουν ταυτοποιηθεί για τα επιθυμητά τους αποτελέσματα που λαμβάνονται από την οργανοληπτική αξιολόγηση, για παράδειγμα (Z)-3-εξανάλη για την «πράσινη σαν μήλο» οσμή. Βέβαια, εντοπίστηκαν άλλες ενώσεις με αρνητικά χαρακτηριστικά, όπως η 2-φαινυλαιθανόλη (Tsimidou κ.ά, 2003).

## **1.3 Κατηγορίες ελαιολάδου**

Στην παρούσα υποενότητα αναφέρονται οι ορισμοί των ελαιολάδων και των πυρηνελαίων που ισχύουν σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΕ) 1308/2013 και εφαρμόζονται στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και σε τρίτες χώρες, με απαραίτητη προϋπόθεση να πληρούν τους διεθνείς κανόνες. Διευκρινίζεται ότι ορισμένες από τις κατηγορίες ελαιολάδων και πυρηνελαίων, όπως το ελαιόλαδο λαμπάντε, το εξευγενισμένο ελαιόλαδο, το ακατέργαστο και το εξευγενισμένο πυρηνέλαιο δεν διατίθενται στο λιανικό εμπόριο (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΕ 1308-2013, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=FR>).

### **1.3.1 Ορισμοί κατηγοριών παρθένου και εξευγενισμένου ελαιολάδου**

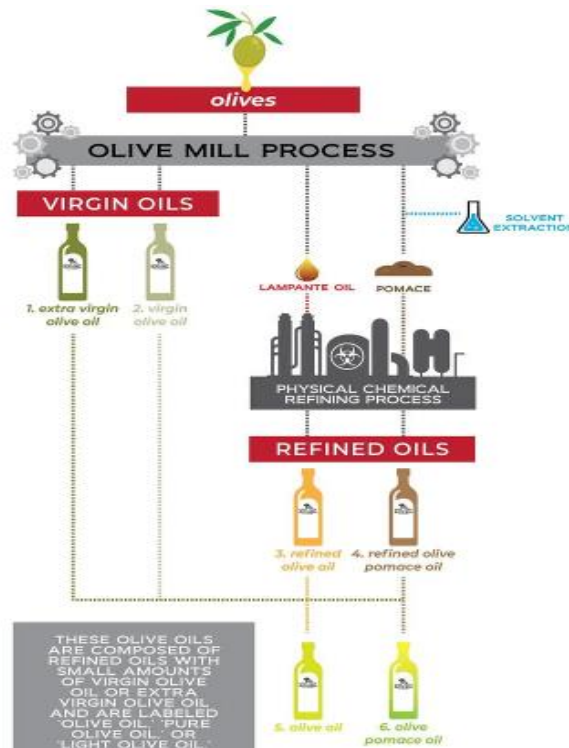
Το παρθένο ελαιόλαδο, το οποίο παράγεται αποκλειστικά από τον καρπό της ελιάς με μηχανικό ή φυσικό τρόπο υπό θέρμανση, χωρίς τον κίνδυνο αλλοιώσεων και χωρίς περαιτέρω επεξεργασία μετά την έκπλυση, τη μετάγγιση, τη φυγοκέντρωση και τη διήθηση του, ταξινομείται στην αγορά στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο:** είναι το παρθένο ελαιόλαδο με ελεύθερη οξύτητα που εκφράζεται σε ελαϊκό οξύ και η επιτρεπόμενη περιεκτικότητα του ανέρχεται στα 0,8 g ανά 100 g ελαιολάδου. Τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά διαμορφώνονται σύμφωνα με το εμπορικό πρότυπο.
- **Παρθένο ελαιόλαδο:** είναι το ελαιόλαδο που περιλαμβάνει ελεύθερη οξύτητα σε ελαϊκό οξύ που δεν ξεπερνά τα 2 g στα 100 g του συνόλου και τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά διαμορφώνονται σύμφωνα με το εμπορικό πρότυπο.
- **Παρθένο ελαιόλαδο lampante:** ονομάζεται το παρθένο ελαιόλαδο με περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, με ανώτατο όριο τα 2 g ανά 100 g ελαιολάδου. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αυτής της κατηγορίας διαμορφώνονται σύμφωνα με το εμπορικό πρότυπο.
- **Εξευγενισμένο ελαιόλαδο:** είναι το ελαιόλαδο που προκύπτει από παρθένα ελαιόλαδα με μεθόδους εξευγενισμού. Διαθέτει ελεύθερη οξύτητα σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 0,3 g στα 100 g ελαιολάδου και τα οργανοληπτικά συστατικά καθορίζονται από το εμπορικό πρότυπο.

### **1.3.2 Ορισμοί κατηγοριών πυρηνελαίου**

- **Πυρηνέλαιο:** λαμβάνεται από την ανάμειξη εξευγενισμένου πυρηνελαίου και παρθένων ελαιολάδων με εξαίρεση το ελαιόλαδο λαμπάντε. Η ελεύθερη οξύτητα του εκφράζεται σε ελαϊκό οξύ και δεν υπερβαίνει το 1 g στα 100 g ελαιολάδου. Άλλη μία ερμηνεία είναι ότι αποτελεί την υπολειμματική πάστα από το παρθένο ελαιόλαδο. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του είναι συμβατά με τους κανόνες του εμπορικού προτύπου.  
Ως προς την εμπορική ονομασία του υπάρχει ο εξής διαχωρισμός:
- **Ακατέργαστο πυρηνέλαιο:** είναι το έλαιο που παραλαμβάνεται από τους ελαιοπυρήνες, οι οποίοι επεξεργάστηκαν με διαλύτη, εξαιρουμένων των ελαίων που έχουν επανεστεροποιηθεί και μείγματα ελαίων διαφορετικής προέλευσης. Τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά βασίζονται στο διεθνές πρότυπο.
- **Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο:** είναι το ελαιόλαδο που προέρχεται από εξευγενισμό ακατέργαστου πυρηνελαίου. Η ελεύθερη οξύτητα του εκφράζεται σε ελαϊκό οξύ και δεν ξεπερνά τα 0,3 g ανά 100 g ελαιολάδου. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ακολουθούν τις οδηγίες του διεθνούς προτύπου (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΕ 1308-2013; Harwood & Aparicio, 2000).





Εικόνα 13: Ταξινόμηση ειδών ελαιολάδου (Ηλεκτρονική Πηγή: [info.queencreekolivemill.com/what-is-olive-oil](http://info.queencreekolivemill.com/what-is-olive-oil)).

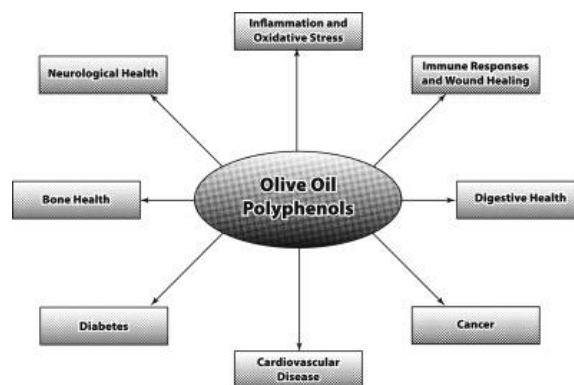
### **1.3.3 Ορισμός κατηγορίας ελαιολάδου αποτελούμενου από εξευγενισμένα και παρθένα ελαιόλαδα**

- **Ελαιόλαδο λαμβανόμενο με ανάμειξη εξευγενισμένου ελαιολάδου και παρθένων ελαιολάδων:** είναι το ελαιόλαδο που προκύπτει έπειτα από ανάμειξη εξευγενισμένου ελαιολάδου και παρθένων ελαιολάδων. Το ελαιόλαδο λαμπάντε αποκλείεται από την ανάμειξη. Η περιεκτικότητα του σε ελεύθερα λιπαρά οξέα εκφράζεται σε ελαϊκό οξύ και το ανώτατο όριο είναι 1 g στα 100 g ελαιολάδου. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά είναι σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΕ 1308-2013).

### **1.4 Βιολογικές ιδιότητες ελαιολάδου και οφέλη από την κατανάλωση του στην ανθρώπινη υγεία**

Το ελαιόλαδο, εκτός από την ευρεία χρήση του στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου, έχει διαδοθεί ευρύτερα στην παγκόσμια αγορά και αυτό οφείλεται (Boskou,2009) στη χημική του σύσταση (Condelli κ.ά., 2015; Guo κ.ά., 2018). Η χημική σύσταση του ελαιολάδου, όπως έχει ήδη διατυπωθεί, περιλαμβάνει υψηλό ποσοστό ω-9 μονοακόρεστων λιπαρών οξέων εκφρασμένων κυρίως ως ελαϊκό οξύ, ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs) (Guo κ.ά., 2018; Scoditti κ.ά., 2014) με επίδραση στην ανθρώπινη υγεία καθώς και συστατικά με βιολογική σημασία (Boskou,2009), που ορίζονται ως δευτερεύοντα συστατικά, τα οποία περιλαμβάνουν φαινολικές ενώσεις καθώς επίσης και την

τοκοφερόλη (Guo κ.ά., 2018; Scoditti κ.ά., 2014). Η συνεισφορά των πολυφαινολών του ελαιολάδου έχει εκτιμηθεί από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) με βάση τον Κανονισμό υπ' αριθμόν 432/2012 της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EFSA regulation - Health claim for olive oil polyphenols. [www.1life63.com/en/research-recommended-literature-olive-oil-efsa-health-claim-olive-oil-polyphenols/efsa-regulation-health-claim-for-olive-oil-polyphenols](http://www.1life63.com/en/research-recommended-literature-olive-oil-efsa-health-claim-olive-oil-polyphenols/efsa-regulation-health-claim-for-olive-oil-polyphenols)). Οι ευεργετικές τους ιδιότητες (Εικόνα 14) περιλαμβάνουν αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές (προστατευτικός ρόλος των πολυφαινολών για τα λιπίδια του αίματος EFSA regulation - Health claim for olive oil polyphenols. [www.1life63.com/en/research-recommended-literature-olive-oil-efsa-health-claim-olive-oil-polyphenols/efsa-regulation-health-claim-for-olive-oil-polyphenols](http://www.1life63.com/en/research-recommended-literature-olive-oil-efsa-health-claim-olive-oil-polyphenols/efsa-regulation-health-claim-for-olive-oil-polyphenols)), γρηγορότερη επούλωση πληγών και ομαλότερη λειτουργία πεπτικού συστήματος. Σε αυτές προστίθενται οι δράσεις εναντίον του διαβήτη, της οστεοπόρωσης, των καρδιακών και νευρολογικών παθήσεων καθώς και του καρκίνου (Ray κ.ά., 2019). Είναι γνωστό, συνεπώς ότι η θρεπτική αξία του ελαιολάδου εξασφαλίζει στον οργανισμό ενώσεις που παρέχουν ευεργετικές τους δράσεις, οι οποίες είναι αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και αντιμικροβιακές και θα αναπτυχθούν στις επόμενες υποενότητες (Guo κ.ά., 2018; Muzammil κ.ά., 2021; Scoditti κ.ά., 2014).



**Εικόνα 14:** Οι ευεργετικές ιδιότητες των πολυφαινολών του ελαιολάδου στην ανθρώπινη υγεία (Ray κ.ά., 2019).

Σύμφωνα με τον Αμερικάνικο Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα του ελαιολάδου περιορίζουν την πιθανότητα εμφάνισης στεφανιαίας νόσου (CHD) (Boskou, 2009). Η βιταμίνη E ή α-τοκοφερόλη, καροτενοειδή και φαινολικές ενώσεις με επικρατέστερες την υδροξυτυροσόλη και την ελευρωπαΐνη έχειδειχθεί ότι προσφέρουν αντιγηραντικές ιδιότητες. Το ελαιόλαδο έχει την ικανότητα να περιορίσει τον καρκίνο του μαστού και επιβλαβείς όγκους, όπως ο καρκίνος του προστάτη. Επιπλέον, συμβάλλει στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης και συνεισφέρει θετικά σε ασθενείς με σακχαρώδη διαβήτη (Uylaşer & Yildiz, 2014).

Σύμφωνα με μελέτες εξακριβώθηκε ότι η κατανάλωση ελαιολάδου σε συνδυασμό με τη μεσογειακή διατροφή μειώνουν τα περιστατικά στεφανιαίας νόσου στις Μεσογειακές χώρες. Η

μεσογειακή διατροφή στηρίζεται σε σημαντικό βαθμό στο παρθένο ελαιόλαδο και αποδεικνύονται τα οφέλη που προσφέρει η κατανάλωση του στην υγεία με τα πιο χαρακτηριστικά να είναι: η μείωση της πιθανότητας εμφάνισης της στεφανιαίας νόσου, η προστασία από διάφορα είδη καρκίνου και η τροποποίηση ανοσολογικών και φλεγμονωδών αποκρίσεων. Η υψηλή περιεκτικότητα σε φαινόλες συμβάλλει στην αύξηση της αντοχής της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας LDL στην οξείδωση (οξειδωτική σταθερότητα) τόσο *in vitro* όσο και *in vivo* (Μαστροδήμου, 2021).

#### **1.4.1 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες**

Ως αντιοξειδωτικά ορίζεται η κατηγορία ενώσεων, οι οποίες είναι δυνατόν να δρουν ανασταλτικά κατά της διεργασίας της οξείδωσης με αποτέλεσμα την προστασία του οργανισμού από τις επιζήμιες επιδράσεις της. Οι επιδράσεις αυτές οφείλονται στις ελεύθερες ρίζες ως προϊόντα της οξείδωσης και τα μόρια αυτά μεταφέρονται μέσα στο σώμα ως προϊόντα μεταβολισμού (Χρυσοστόμου, 2003). Με βάση τη χημική σύσταση του ελαιολάδου, οι τοκοφερόλες έχουν αντιοξειδωτική δράση και προστατευτικό ρόλο για το ελαιόλαδο έναντι στην οξείδωση. Η α-τοκοφερόλη εμφανίζει αντιοξειδωτικό δυναμικό στο στάδιο της φωτοευαισθητοποιημένης οξείδωσης και της αυτοοξείδωσης (Μαστροδήμου, 2021). Η παραπάνω ένωση διακρίνεται για την αντιοξειδωτική της δράση σε μικρές συγκεντρώσεις (500 έως 1000 mg/kg), αλλά η κοινή παρουσία άλλων αντιοξειδωτικών ενώσεων, όπως οι ο-διφαινόλες, μειώνει τη δράση της ως αντιοξειδωτικό που αυξάνεται αναλογικά με τα παράγωγα οξείδωσης.

Η αντιοξειδωτική δράση των τοκοφερολών και πολυφαινολών συμβάλλει στην παρεμπόδιση της διεργασίας παραγωγής ελεύθερων ριζών. Η οξειδωτική σταθερότητα επιτυγχάνεται λόγω του μεγάλου αριθμού πολυφαινολών που ανιχνεύονται στο παρθένο ελαιόλαδο (Χρυσοστόμου, 2003). Η παράμετρος αυτή του ελαιολάδου είναι υψηλή, όταν συνδυάζεται η αυξημένη αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών ενώσεων και η χημική σύσταση των λιπαρών οξέων (μεγάλη περιεκτικότητα σε μονοακόρεστο ελαϊκό οξύ) (Κυριτσάκης, 2018).

Η τυροσόλη (υδροξυφαινολαιθανόλη), παρόλο που διαθέτει χαμηλό αντιοξειδωτικό δυναμικό, προλαμβάνει την οξείδωση ακόμα και σε συνθήκες ανάπτυξης υπεροξειδίων. Επομένως, η τυροσόλη εμφανίζει σταθερότητα στην αντιοξειδωτική της δράση κατά την παραγωγή των προϊόντων οξείδωσης, συγκριτικά με άλλες αντιοξειδωτικές ενώσεις, όπως τα φλαβονοειδή, που περιορίζονται οι αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες. Ωστόσο, το αντιοξειδωτικό αυτό μπορεί να δεσμεύσει μόνο υδροξυλικές ρίζες, ενώ άλλα ειδικεύονται στη δέσμευση ριζών διαφορετικής προέλευσης και μεταλλικών ιόντων.

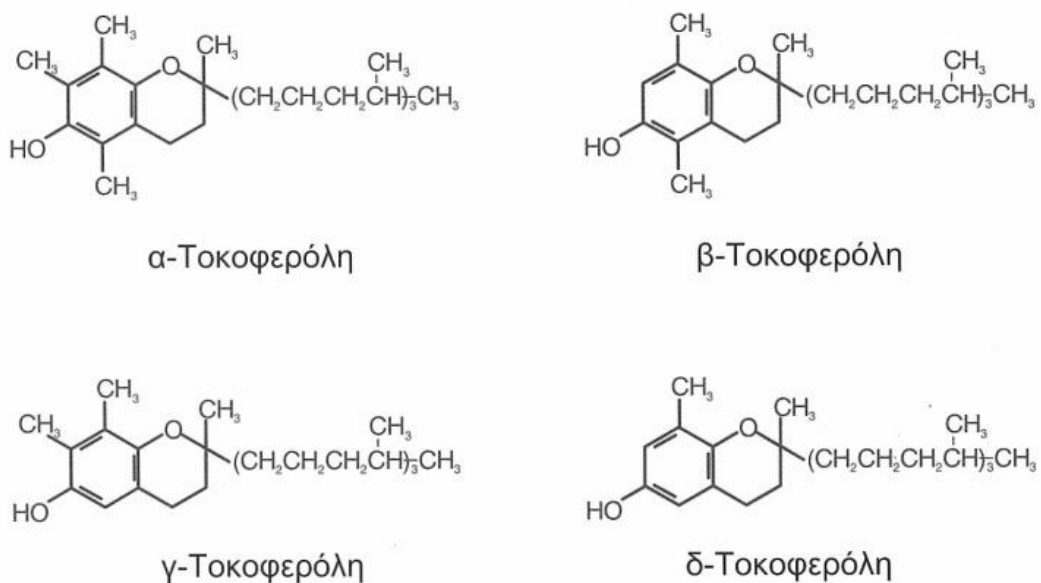
Ο αντιοξειδωτικός χαρακτήρας της υδροξυτυροσόλης αποτυπώνεται στη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης καρδιαγγειακών επεισοδίων. Λειτουργεί κατά της θρόμβωσης των αρτηριών μέσω της αναστολής της λιποοξυγενάσης του αραχιδονικού οξέος και της συσσώρευσης των αιμοπεταλίων. Η υδροξυτυροσόλη δρα ανασταλτικά στην καταστροφή του DNA από υπεροξυνιτρώδη,

προστατευτικά για τους ηλεκτρολύτες του σώματος απέναντι στο υπεροξείδιο του υδρογόνου και παράγει μονοξείδιο του αζώτου που έχει ενεργό ρόλο στο ανοσοποιητικό σύστημα. Η ένωση αυτή κατέχει την ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση στο παρθένο ελαιόλαδο παρά τη σχετικά μικρή της συγκέντρωση σε ελεύθερη μορφή (Χρυσοστόμου, 2003).

Η ελευρωπαϊνή λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό λόγω της υδροξυτυροσόλης που υπάρχει στη δομή της (Κυριτσάκης, 2018). Η ένωση αυτή, καθώς υδρολύεται με υπερθερμοφιλική β-γλυκοσιδάση, αναδεικνύει την αντιοξειδωτική της ικανότητα που συνεισφέρει στην αναστολή του βαθμού υπεροξείδωσης των λιπαρών οξέων.

Τα φλαβονοειδή του ελαιολάδου έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική ικανότητα και λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με τις ισοφλαβόνες. Οι λιγνίνες συγκαταλέγονται στα φλαβονοειδή, παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση και ελαττώνουν την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου που συνδέεται με τις ορμόνες. Επιπλέον, μειώνουν την ολική και LDL χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια. Οι τερπένες είναι αντιοξειδωτικές ενώσεις που ταξινομούνται στα ισοπρενοειδή και λιποειδή και αποτελούνται από 100 άτομα άνθρακα. Οι ενώσεις αυτές προστατεύουν τα λίπη, το αίμα και άλλα υγρά του σώματος από καταστάσεις οξείδωσης και τα προϊόντα αυτών (ελεύθερες ρίζες). Τα καροτενοειδή, όπως και οι τερπένες, εντάσσονται στα ισοπρενοειδή και λιποειδή. Είναι πολυτερπένια με 40 άτομα άνθρακα και εμφανίζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Χρυσοστόμου, 2003). Η ελαιασίνη (εστέρας ελενολικού οξέος με υδροξυτυροσόλη) παρουσιάζει ισχυρό αντιοξειδωτικό χαρακτήρα και συμβάλλει στην αντιμετώπιση του καρκίνου του μαστού (Κυριτσάκης, 2018).

Η αντιοξειδωτική δράση των τοκοφερολών (Εικόνα 15) προσφέρεται μέσω δύο μηχανισμών: 1) να σπάσει η αλυσίδα-δότης και 2) έναν μηχανισμό-δέκτη ηλεκτρονίων για το σπάσιμο της αλυσίδας.



**Εικόνα 15:** Χημικές δομές των τοκοφερολών του ελαιολάδου (Μαυρίδης, 2009).

Για το σπάσιμο αυτό παρέχεται αρχικά το φαινολικό άτομο υδρογόνου της τοκοφερόλης στις λιπιδικές ρίζες και με την παράλληλη δράση του μηχανισμού-δέκτη ηλεκτρονίων προκαλείται αναστολή της οξειδωσης του διεγερμένου μονού οξυγόνου (Muzammil κ.ά., 2021).

#### **1.4.2 Αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες**

Η φλεγμονή είναι ένας αμυντικός μηχανισμός του οργανισμού απέναντι σε ασθένειες και μολύνσεις. Σε περίπτωση όμως που εξελιχθεί σε χρόνια φλεγμονή, οι ασθένειες που συνδέονται με αυτή ενδέχεται να επιφέρουν αρνητικές επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα. Έτσι, η πρόσληψη ελαιολάδου, με δεδομένο ότι ορισμένα συστατικά της ελιάς και του ελαιολάδου εξασφαλίζουν ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση, δεν επιδρά μόνο ανασταλτικά στην παραγωγή ελεύθερων ριζών (οξειδωτικό στρες), αλλά και στις φλεγμονώδεις διεργασίες που σχετίζονται με το ανοσοποιητικό σύστημα (Κωνσταντινόπουλος, 2016). Αντιφλεγμονώδης δράση ανιχνεύεται στην ελαιοκανθάλη (εστέρας του ελενολικού οξέος με την τυροσόλη), η οποία παρέχει την πικάντικη γεύση σε κάποια εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα και αξιοποιείται ως φυσικό φάρμακο. Η δράση της αυτή θα μπορούσε να συσχετιστεί με την φαρμακευτική δράση της ιβουπροφαίνης, η οποία δρα με τέτοιο τρόπο, ώστε να αναστείλει την κυκλο-οξυγενάση. Σύμφωνα με τελευταίες έρευνες επιβεβαιώνεται η θεραπευτική δράση της κατά φλεγμονών που οφείλονται σε ασθένειες των αρθρώσεων, της νευροπάθειας και του καρκίνου.

Η ελευρωπαΐνη, που ίσως αποτελεί τον κύριο εκπρόσωπο της κατηγορίας ενώσεων που ονομάζονται σεκοϊριδοειδή, παρουσιάζει αντιφλεγμονώδη δράση (Κυριτσάκης, 2018).

Το β-καροτένιο είναι κατασταλτικός παράγοντας για τις ελεύθερες ρίζες. Όταν λαμβάνεται από το στόμα μέσω του ελαιολάδου, συσσωρεύεται στον οργανισμό. Η συσσώρευση αυτή εμποδίζει αρνητικές διεργασίες που συνοδεύονται από την οξειδωση των ελεύθερων ριζών (Huang κ.ά., 2009; Muzammil κ.ά., 2021).

#### **1.4.3 Αντικαρκινικές ιδιότητες**

Η κατανάλωση ελαιολάδου στη μεσογειακή διατροφή συνεισφέρει στην προληπτική δράση έναντι του καρκίνου, ο οποίος ξεχωρίζει ως η πρώτη αιτία θανάτου και οι καρδιαγγειακές παθήσεις ως δεύτερη. Ο προστατευτικός ρόλος του κατά του καρκίνου περιλαμβάνει αλλαγές στα κύτταρα των όγκων που επηρεάζουν τις κυτταρικές μεμβράνες, τη ρύθμιση της έκφρασης των γονιδίων, την ελάττωση του οξειδωτικού στρες των κυττάρων, την παρεμπόδιση περαιτέρω βλαβών του DNA, τη ρύθμιση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος και την ισορροπία των ορμονών στον καρκίνο του μαστού και του προστάτη (Κωνσταντινόπουλος, 2016).

Ένα από τα πιο βασικά συστατικά του ελαιολάδου είναι το ελαϊκό οξύ, το οποίο ως μονοακόρεστο λιπαρό οξύ παρέχει την αντικαρκινική του δράση στον οργανισμό λειτουργώντας ανασταλτικά ενάντια στη δράση του γονιδίου που ευθύνεται για τον καρκίνο του μαστού, το οποίο

ονομάζεται Her-2/neu σύμφωνα με μελέτες. Επομένως, αυτό το συστατικό είναι δυνατόν να περιορίσει την πιθανότητα εμφάνισης του συγκεκριμένου τύπου καρκίνου σε ποσοστό 45%. Ένα άλλο είδος καρκίνου, αυτό του παχέος εντέρου, επίσης φαίνεται ότι περιορίζεται με την κατανάλωση ελαιολάδου (Κουρουμπλής και Λάππας, 2019).

Τα καροτενοειδή διαθέτουν αντικαρκινική δράση και συγκεκριμένα η λουτεΐνη περιορίζει την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου στους πνεύμονες (Χρυσοστόμου, 2003). Η λουτεΐνη είναι φυσικό καροτενοειδές και προέρχεται από τα φυτά. Μπορεί να ανιχνευτεί στο έξτρα παρθένο ελαιόλαδο και είναι ο λόγος που προκαλεί την αντιοξειδωτική του δράση. Επίσης, εμφανίζει προστατευτικό ρόλο έναντι στην εκφύλιση της ωχράς κηλίδας των ματιών (Muzammil κ.ά., 2021).

#### **1.4.4 Αντιμικροβιακές ιδιότητες**

Το ελαιόλαδο εξασφαλίζει την υγεία του εντέρου με τις αντιβακτηριακές και αντιμικροβιακές ιδιότητες που έχει (Κωνσταντινόπουλος, 2016). Στην ελευρωπαΐνη, που συγκαταλέγεται στα φυσικά αντιοξειδωτικά, παρατηρούνται οι παραπάνω ιδιότητες, οι οποίες προσδιορίζονται *in vitro* και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται πολλοί παθογόνοι μικροοργανισμοί, όπως βακτήρια, μύκητες και ζύμες. Τα φυσικά φαινορικά αντιοξειδωτικά δρουν ως αναστολείς της ανάπτυξης των θετικών κατά Gram βακτηρίων με παρουσία στη ζύμωση του ελαιοκάρπου.

Η ελαιοκανθάλη διαθέτει αντιμικροβιακή ικανότητα ενάντια στο βακτήριο *Helicobacter pylori* που συνδέεται με πεπτικά έλκη και τον καρκίνο του στομάχου (Κυριτσάκης, 2018).

Το σκουαλένιο πηγάει από τη φύση και ειδικότερα από τις ελιές. Αυτή είναι μια χοληστερόλη που εμφανίζεται στον άνθρωπο και μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό στεροειδούς ορμόνης. Η δράση του παρουσιάζεται στο παρθένο ελαιόλαδο, διότι επαναφέρει τους ιστούς και παρέχει μηχανισμούς αντίστασης σε πιθανές φλεγμονές (Muzammil, 2021)

Εκτός από τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του στη Μεσογειακή διατροφή, το ελαιόλαδο προσφέρει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες που αποτρέπουν τα καρδιαγγειακά νοσήματα (CVD: Cardiovascular Disorders). Επιπλέον, γίνεται αναφορά στις αντικαρκινικές ιδιότητες που οφείλονται στις πολυφαινόλες.

Το ελαιόλαδο και συγκεκριμένα το έξτρα παρθένο με τις πολυφαινόλες του παρουσιάζει αντιμικροβιακές ιδιότητες. Η παρεμπόδιση της ανάπτυξης του *Helicobacter pylori* και ορισμένων τροφιμογενών παθογόνων, όπως της *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* και *Salmonella enteritidis* οφείλεται στην παρουσία πολυφαινολών. Αυτές λόγω της ποικιλομορφίας τους σε ό,τι αφορά το ποιοτικό και ποσοτικό τους προφίλ επηρεάζουν σημαντικά την αντιμικροβιακή δραστηριότητα (Muzammil κ.ά., 2021).

## 1.5 Βελτίωση ιδιοτήτων ελαιολάδου

Οι βασικές φυσικές και χημικές ιδιότητες του ελαιολάδου είναι το pH, η τιμή υπεροξειδίου, η τιμή ανισιδίνης, ειδικοί συντελεστές απορρόφησης k232 και k270 και τιμή ιωδίου μαζί με αυτές που αναλύθηκαν προηγουμένως και είναι τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, η σύσταση λιπαρών οξέων και το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο, οι οποίες μετρούνται στις συνθήκες που έχουν οριστεί, δηλαδή κατά την αποθήκευση.

Ενδεικτικά:

- Ειδικοί συντελεστές απορρόφησης k232 και k270: Οι συντελεστές αυτοί μετρήθηκαν σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επίσημη Μέθοδο Ανάλυσης (Κανονισμός της Επιτροπής ΕΟΚ Ν- 2568/91). Πρώτα, ζυγίζεται το δείγμα ελιάς στα 250 mg. Το δείγμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL και χρησιμοποιείται για αραιώση με κυκλοεξάνιο στα 25 mL. Η φυγόκεντρος με λειτουργία στις 10000 rpm για 30 δευτερόλεπτα διευκολύνει την ομογενοποίηση του μείγματος. Το μείγμα αυτό χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η απορρόφηση στα 232 και 270 nm.
- Αριθμός Ιωδίου (A.I.): Προσδιορίζεται με χρήση τετραχλωράνθρακα ως διαλύτη. Πραγματοποιείται ανάμειξη του εξεταζόμενου ελαιολάδου με διάλυμα ιωδιούχου καλίου 10% . Το ελεύθερο ιώδιο τιτλοδοτείται με πρότυπο διάλυμα θειοθειικού καλίου 0,1 M με τυφλό διάλυμα τετραχλωράνθρακα και δείκτη αμύλου (Ashokkumar, 2018).

Ως δράση για τη βελτίωση των ιδιοτήτων του ελαιολάδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της μικροενθυλάκωσης του. Η αρχή της μεθόδου αυτής περιλαμβάνει απομόνωση ενώσεων σε ειδικά τοιχώματα μικροθυλακίων. Για να πραγματοποιηθεί η μικροενθυλάκωση, ενδείκνυται η χρήση υδατανθράκων, όπως είναι το άμυλο και οι μαλτοδεξτρίνες, και πρωτεϊνών με υπαρκτό το ενδεχόμενο παρουσίας και των 2 κατηγοριών ενώσεων στα μικροθυλάκια.

Η επίδραση της μεθόδου αυτής γίνεται αισθητή στην οξειδωτική σταθερότητα του ελαιολάδου. Η ενθυλάκωση αυξάνει την παραπάνω φυσικοχημική ιδιότητα του ελαιολάδου με τα τοιχώματα μικροθυλακίων να αποτρέπουν την οξείδωση του 2 φορές περισσότερο από το ελαιόλαδο, στο οποίο δεν εφαρμόζεται η συγκεκριμένη διεργασία.

Η δράση της ενθυλάκωσης επεκτείνεται στην ποιοτική αναβάθμιση του ελαιολάδου με την προστασία των βιολογικά ενεργών ενώσεων από συνθήκες οξείδωσης. Οι πιο χαρακτηριστικές από αυτές είναι οι τοκοφερόλες και οι τοκοτριενόλες, οι οποίες συνοψίζονται ως βιταμίνη E και με τη μέθοδο αυτή αυξάνεται η σύστασή τους. Επίσης, επωφελούνται και οι πολυφαινόλες που εμφανίζουν και αυτές αντιοξειδωτικό χαρακτήρα (Βερούτης, 2022).

## Κεφάλαιο 2

### Αρωματικά φυτά/βότανα

#### **2.1 Γενικά χαρακτηριστικά**

Τα αρωματικά φυτά στα οποία ανήκουν τα βότανα και τα μπαχαρικά αποτελούν μέρος της Μεσογειακής διατροφής, προσδίδοντας νοστιμιά καθώς και άρωμα στα τρόφιμα (Christaki κ.ά., 2012; Issaoui κ.ά., 2016; Li, 2006). Έγιναν γνωστά το 5000 π.Χ. στη Μέση Ανατολή για τις συντηρητικές και δυνητικά φαρμακευτικές τους ιδιότητες (Chang, 2000; Christaki κ.ά., 2012; Li, 2006; Piccaglia κ.ά., 1993). Η χρήση τους είναι γνωστή από τους αρχαίους πολιτισμούς για τη θεραπεία σωματικών και ψυχικών διαταραχών (Giannenas κ.ά., 2020).

Μελέτες εκχυλισμάτων και αιθερίων ελαίων από αρωματικά φυτά, ανέδειξαν τις ισχυρές αντιβιοτικές τους ιδιότητες, μάλιστα απουσία παρενεργειών (Christaki κ.ά., 2012). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) μελέτησε τη χρήση τους και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το 80% του παγκόσμιου πληθυσμού χρησιμοποιεί φάρμακα φυτικής προέλευσης για την προάσπιση της υγείας (Christaki κ.ά., 2012; Gurib-Fakim, 2006).

Στη βιομηχανία των τροφίμων παρατηρείται αυξανόμενη χρήση των αρωματικών φυτών. Με βάση τα στατιστικά δεδομένα που έχουν συλλεχθεί, η συμμετοχή των αρωματικών φυτών στον κλάδο των τροφίμων εκτιμάται στο 50%, οι χρήσεις σε καλλυντικά εντοπίζονται σε ποσοστό 25%, ένα άλλο μέρος για φαρμακευτική χρήση (20%) και το υπόλοιπο 5% αντιστοιχεί σε άλλες χρήσεις τους. Το μεγάλο ποσοστό που αφορά τη βιομηχανία τροφίμων μπορεί να αιτιολογηθεί από τη δυνατότητα αντικατάστασης των συνθετικών χρωστικών από τα τρόφιμα με φυτικές χρωστικές που αντλούνται από τα αρωματικά φυτά (Μυλωνάς, 2021). Η παρουσία τους σε τρόφιμα παρουσιάζει αντίκτυπο σε ό,τι αφορά την επέκταση της διάρκειας ζωής και την ποιότητα των τροφίμων λόγω των αντιοξειδωτικών και αντιμικροβιακών τους ιδιοτήτων (Chorianopoulos κ.ά., 2004; Holley & Patel, 2005; Issaoui κ.ά., 2016). Η ποιότητα τους δε, εξαρτάται από συγκεκριμένους παράγοντες, όπως η φρεσκάδα, η βιωσιμότητα και το περιεχόμενο τους σε χημικά συστατικά (Riaz κ.ά., 2021). Είναι γνωστό ότι τα αρωματικά φυτά και βότανα έχουν ευρεία χρήση σε ποικίλους τομείς, όπως αυτός της ιατρικής με εφαρμογές, τόσο στον άνθρωπο, όσο και στα ζώα (Giannenas κ.ά., 2020; Inoue & Craker, 2014). Επομένως, μπορούν να οριστούν ως αρωματικά φαρμακευτικά φυτά, διότι υποδηλώνουν ότι μπορούν να ταυτιστούν ως έννοιες και να περιληφθούν στην ίδια κατηγορία τα αρωματικά και τα φαρμακευτικά φυτά. Αυτό εξηγείται, γιατί και τα αρωματικά φυτά διαθέτουν φαρμακευτικές ιδιότητες και τα φαρμακευτικά φυτά προσφέρουν το άρωμα τους, οπότε λειτουργούν ως αρωματικά (Μυλωνάς, 2021). Στα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποδίδονται οι παρακάτω όροι:



α) βότανο ή γαστρονομικό βότανο: ορίζεται κάθε αρωματικό φυτικό υλικό που καλλιεργείται σε εύκρατες περιοχές. Μπορεί να έχει ελάχιστη ή καθόλου γνωστή διατροφική αξία και η χρήση του προσδίδει χαρακτηριστικό άρωμα στα τρόφιμα και ποτά.

β) μπαχαρικό: ορίζεται κάθε αρωματικό φυτικό υλικό που εντοπίζεται σε τροπικές περιοχές, μπορεί να έχει ελάχιστη ή καθόλου γνωστή διατροφική αξία και η χρήση του προσδίδει χαρακτηριστικό άρωμα στα τρόφιμα και ποτά.

γ) φαρμακευτικό φυτό: ορίζεται το φυτό που χρησιμοποιείται για τη θεραπεία ασθενειών ή άλλων προβλημάτων στον οργανισμό, όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, το οξειδωτικό στρες, προβλήματα στο αναπνευστικό και ανοσοποιητικό σύστημα και η φλεγμονή.

δ) αιθέριο έλαιο: είναι το πτητικό έλαιο που εξάγεται από το φυτό με απόσταξη υπό την επίδραση διαλυτών (Giannenas κ.ά., 2020; Inoue & Craker, 2014; *Terminology Page - American Botanical Council*, <http://www.herbalgram.org/resources/terminology-page/>). Τα αιθέρια έλαια μπορούν να οριστούν ως αρώματα, καθώς αντιπροσωπεύουν το αρωματικό περιεχόμενο των φυτών από τα οποία εξάγονται (Riaz κ.ά., 2021).

### **2.1.1 Μελέτη των αρωματικών φυτών με βάση τους δευτερογενείς μεταβολίτες τους – Ορισμός – Ταξινόμηση σε οικογένειες**

Η μελέτη των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών γίνεται με την ανάλυση των χημικών τους συστατικών που ορίζονται και ως δευτερογενείς μεταβολίτες. Οι μεταβολίτες αυτοί είναι βιοδραστικές οργανικές ενώσεις που διακρίνονται για τον ρόλο τους ως αρώματα και στα φάρμακα.

Η διαδικασία εντοπισμού του αρώματος δίνεται παραστατικά ως εξής: Τα πτητικά χημικά συστατικά των αρωματικών φυτών ανιχνεύονται από τους αισθητήριους νευρώνες του επιθηλίου της ρινικής κοιλότητας με αποτέλεσμα να παράγονται νευρικά ερεθίσματα που μεταφέρουν το νευρικό σήμα του αρώματος μέσω της όσφρησης στον εγκέφαλο.

Οι βιοδραστικές ενώσεις των φυτών αυτών με βάση τις χημικές τους ιδιότητες ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες :

- αλκαλοειδή
- ανθρακινόνες
- φλαβονοειδή
- γλυκοζίτες
- λιπίδια
- φαινυλοπροπανοειδή

- ρητίνες
- σαπωνίνες
- τερπενοειδή (Inoue & Craker, 2014).

### **2.1.2 Κύρια είδη αρωματικών φυτών στη Μεσογειακή λεκάνη**

Τα αρωματικά φυτά που εμφανίζονται σε μεγαλύτερη συχνότητα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στη Μεσόγειο, είναι το δεντρολίβανο, η ρίγανη, το θυμάρι καθώς και το σκόρδο (Adel Kadri, Zied Zarai, 2011; Botsoglou κ.ά., 2009; Christaki κ.ά., 2012). Η χημική τους σύσταση απαρτίζεται από πολυφαινόλες, κινίνες, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή, πολυπεπτίδια ή οξυγονωμένα προϊόντα υποκατάστασης τους (Christaki κ.ά., 2012; Cowan, 1999; Negi, 2012; Perumalla & Hettiarachchy, 2011). Η ταυτόχρονη δράση κάποιων από τις προαναφερθείσες ενώσεις συμβάλλει στην αύξηση της βιοδραστικότητας τους (Christaki κ.ά., 2012; Tiwari, 2008).

## **2.2 Χημική σύσταση γνωστών αρωματικών φυτών και οι δράσεις τους**

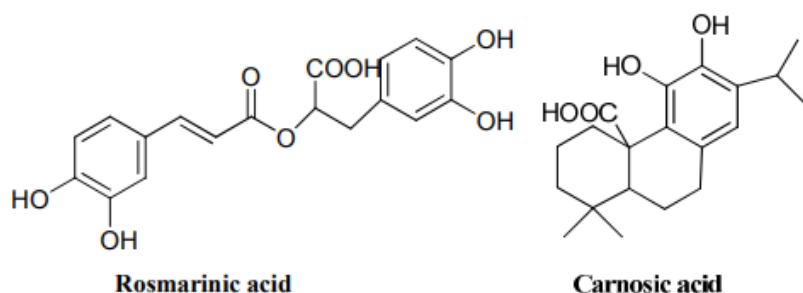
Ως αρωματικά φυτά χαρακτηρίζονται τα φυτά που περιλαμβάνουν στο εσωτερικό τους αρωματικές ενώσεις σε ένα ή σε όλα τους τα τμήματα, για παράδειγμα στα άνθη, στα φύλλα, στους βλαστούς, στις ρίζες. Τα αιθέρια και πτητικά έλαια προσδίδουν το χαρακτηριστικό άρωμα τους, όμως διαφέρουν από τα συνηθισμένα φυτικά έλαια (Φραντζεσκάκης, 2003). Ο συνολικός αριθμός των ειδών αρωματικών φυτών αντιστοιχεί περίπου σε 78.000 φυτά, εκ των οποίων τα 60.000 αξιοποιούνται για το άρωμα τους και τα 18.000 για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες (Μυλωνάς, 2021). Στη χώρα μας, απαντώνται γύρω στα 5000 είδη από τα οποία τα 500-600 ευθύνονται για τη φαρμακευτική δράση ( Φραντζεσκάκης, 2003).

Σε ό,τι αφορά την ταξινόμηση τους σε οικογένειες, τα αρωματικά φυτά ανήκουν σε 50 οικογένειες, μεταξύ αυτών τα γένη *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Labiatae*, *Asteraceae*, *Geraniaceae* κ.α. (Μυλωνάς, 2021). Στην παρούσα ενότητα θα πραγματοποιηθεί βιβλιογραφική μελέτη σε αρωματικά φυτά με ισχυρές ευεργετικές ιδιότητες, όπως το δεντρολίβανο, η ρίγανη, ο βασιλικός, το κύμινο, η κανέλα, ο κουρκουμάς, το θυμάρι, το σκόρδο και το πιπέρι (Collin, 2006).

### **2.2.1 Δεντρολίβανο**

Το βότανο του δεντρολίβανου (*Rosmarinus officinalis L.*) υπάρχει στη φύση ως αειθαλής θάμνος ύψους 6 μέτρων. Η ιατρική επιστήμη αξιοποιεί τα φύλλα και τα κλαδιά για την παραγωγή αρώματος και τη χρήση σε σκευάσματα. Παρουσιάζει αντιοξειδωτική δράση που συνεπάγεται μειωμένη ολική χοληστερόλη στο αίμα, στο συκώτι, στην καρδιά και στον λιπώδη ιστό (Collin, 2006; del Baño κ.ά., 2003). Τα αιθέρια έλαια του αποτελούνται από οξυγονωμένα μονοτερπένια, το ποσοστό των οποίων

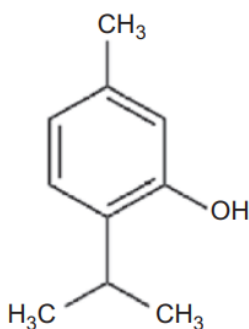
κυμαίνεται περίπου 78% (Benkhoud κ.ά., 2022), φαινολικά διτερπένια όπως το καρνοσικό οξύ (Εικόνα 16) και το 12-ορθο-μεθυλοκαρνοσικό οξύ, προϊόντα καφεοϋλίου όπως το ροσμαρινικό οξύ (Εικόνα 16) και φλαβόνες (ισοσκουτελλαρεΐνη, 7-0-γλυκοζίτης και 4,5-διυδροξυ-7-μεθοξυ-φλαβόνη). Οι βιοδραστικές ενώσεις αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 2 (Embuscado, 2019). Το ροσμαρινικό οξύ διακρίνεται από τις υπόλοιπες ενώσεις λόγω μεγαλύτερης συγκέντρωσης και αντιοξειδωτικής δράσης (Collin, 2006; del Baño κ.ά., 2003).



**Εικόνα 16:** Χημική δομή του ροσμαρινικού και καρνοσικού οξέος (Oυ κ.ά., 2018).

### 2.2.2 Ρίγανη

Η ρίγανη (*Origanum vulgare L.*) προέρχεται από τη Βόρεια Ευρώπη όπου και καλλιεργείται περισσότερο. Στη βιομηχανία τροφίμων και στη μαγειρική τέχνη χρησιμοποιούνται τόσο τα φρέσκα, όσο και τα αποξηραμένα φύλλα για αρωματισμό. Έχει παρατηρηθεί ότι λειτουργεί αποτελεσματικότερα ως αντιοξειδωτικό σε σχέση με άλλα αρωματικά φυτά, όπως για παράδειγμα το θυμάρι (Clodoneo κ.ά., 2016; Collin, 2006). Επίσης, έχει αποδειχθεί και η εντονότερη αντιμικροβιακή της δράση σε σχέση με τα υπόλοιπα αρωματικά φυτά. Από τις βιοδραστικές ενώσεις που αποτελείται αυτές που επικρατούν είναι το ροσμαρινικό οξύ και η θυμόλη (Εικόνα 17) (Collin, 2006). Οι 2 αυτές ενώσεις παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση και παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 (Embuscado, 2019).

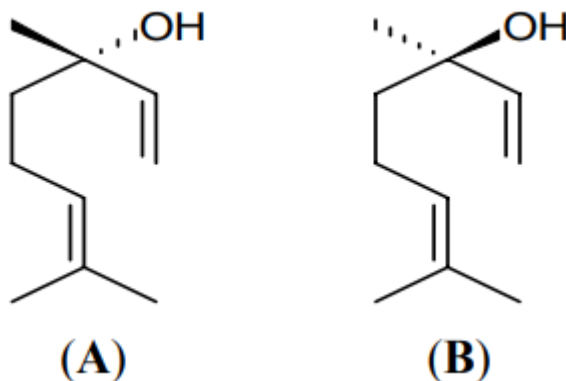


**Εικόνα 17:** Χημική δομή της θυμόλης (Zarrini κ.ά., 2010).

Η ρίγανη έχει μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τα συνθετικά αντιοξειδωτικά, όπως το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT) και η βουτυλιωμένη υδροξυανισόλη (BHA) που χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα στα επεξεργασμένα τρόφιμα (Collin, 2006; Zheng & Wang, 2001). Τα αιθέρια έλαια της βρίσκουν εφαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά (Collin, 2006).

### 2.2.3 Βασιλικός

Ο βασιλικός (*Ocimum spp*) παρέχει και αυτός με τη σειρά του άρωμα και αποτελεί αντιοξειδωτικό παράγοντα. Τα αιθέρια έλαια του αποτελούνται από μεγάλο ποσοστό από 1,8-κινεόλη, οιστραγεόλη, ευγενόλη, φλαβονοειδή και ανθοκυανίνες. Η αντιοξειδωτική δράση είναι μεγαλύτερη στον πράσινο βασιλικό λόγω της υψηλότερης σύστασης σε φλαβονοειδή και στον μωβ βασιλικό λόγω ανθοκυανινών (Collin, 2006). Στη λιναλοόλη (Εικόνα 18) που ανήκει στα πιο χαρακτηριστικά συστατικά του αιθέριου ελαίου του βασιλικού που καταγράφονται για την αντιοξειδωτική τους δράση στον Πίνακα 2 (Embuscado, 2019), αποδίδεται και αντιμικροβιακή δράση (Hussain κ.ά., 2008; Issaoui κ.ά., 2016).

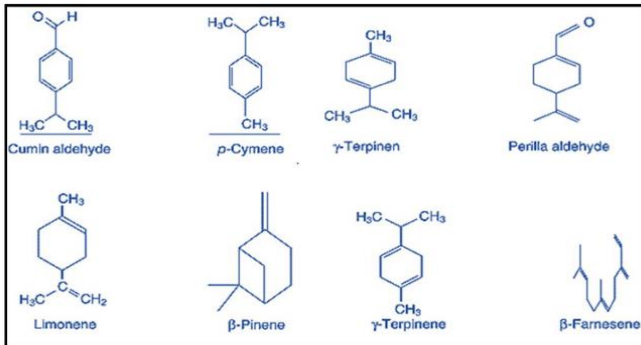


Εικόνα 18: Χημική δομή της λιναλοόλης με τα 2 εναντιομερή της (Kamatou & Viljoen, 2008).

### 2.2.4 Κύμινο

Το κύμινο (*Cuminum cyminum L.*) είναι φυτό μικρού μεγέθους που η καλλιέργεια του εντοπίζεται στην Ασία και στη Μεσογειακή λεκάνη (Collin, 2006). Ανήκει στην οικογένεια *Apiaceae* και κατά τη χρήση του προσδίδει πικάντικη γεύση (Mehrotra, 2021). Από αρχαιοτάτων χρόνων χρησιμοποιείται ως μπαχαρικό στα τρόφιμα και αναφορές υπάρχουν για τη συμμετοχή του σε θεραπευτικά σχήματα. Τα κύρια συστατικά που έχουν ανιχνευτεί στα αιθέρια έλαια του κύμινου είναι η κυμινάλη (Εικόνα 19), η σαφρανάλη, τα μονοτερπένια και συγκεκριμένα το p-κυμένιο (Εικόνα 19) το β-πινένιο (Εικόνα 19) σε χαμηλά επίπεδα, τερπενάλες, τερπενόνες, γ-τερπινένιο (Εικόνα 19), αρωματικές αλδεΐδες με μία από αυτές να είναι η περιλλική αλδεΐδη (Εικόνα 19), το λιμονένιο (Εικόνα 19), το β-φαρνεσένιο (Εικόνα

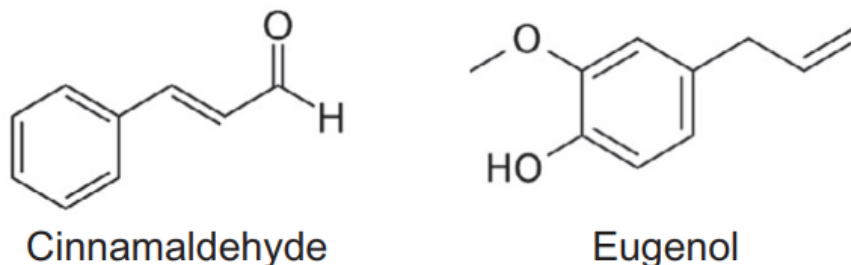
19) και άλλα αρωματικά οξείδια (Collin, 2006). Το κύμινο είναι γνωστό για την αντικαρκινική του δράση, ενώ ειδικότερα ισχυρές ενδείξεις υπάρχουν για το ότι μπορεί να προλαμβάνει τον καρκίνο του προστάτη (Embuscado, 2019). Η δράση ενάντια στον καρκίνο προέρχεται από τη λουτεολίνη-7-O-γλυκοζίτη που κατατάσσεται στην ομάδα των φλαβονών (Goodarzi κ.ά., 2020; Mehrotra, 2021).



**Εικόνα 19:** Χημική δομή χαρακτηριστικών συστατικών των αιθέριων ελαίων του κύμινου (Mehrotra, 2021).

## 2.2.5 Κανέλα

Η κανέλα είναι ο καφέ φλοιός του ομώνυμου δέντρου και είναι διαθέσιμη είτε ως ξυλάκια κανέλας είτε με τη μορφή σκόνης. Εμπορικά αναγνωρίζεται με την ονομασία *Cinnamomum aromaticum* ή *Cassia*. Τα αιθέρια έλαια αντιστοιχούν στο 1% του φλοιού. Οι βιοδραστικές ενώσεις που είναι σε μεγαλύτερη αναλογία είναι η κινναμαλδεΐδη, ο κινναμυλοξικός εστέρας και σε μικρότερη αναλογία το κινναμικό οξύ και η ευγενόλη (Collin, 2006). Από τις παραπάνω ενώσεις η κινναμαλδεΐδη (Εικόνα 20) και η ευγενόλη (Εικόνα 20) χαρακτηρίζονται για την αντιβακτηριακή και αντιμικροβιακή τους δράση (Embuscado, 2019).



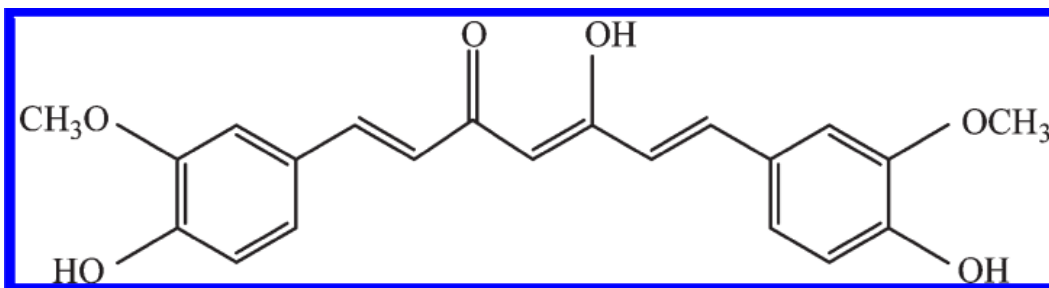
**Εικόνα 20:** Χημική δομή κινναμαλδεΐδης και ευγενόλης (Suprakul, 2016).

Η κανέλα μπορεί να λειτουργήσει αντιπηκτικά για την καταπολέμηση καρδιαγγειακών νοσημάτων (Collin, 2006), παρέχει αντιφλεγμονώδη δράση στο έντερο και στα νεφρά, όπως επίσης και αντιδηλητηριακές ιδιότητες (Giannenas κ.ά., 2020; Smith κ.ά., 2005). Επίσης, το ασβέστιο και οι

φυτικές ίνες που περιέχει είναι αποτελεσματικά έναντι των χολικών αλάτων που εμφανίζονται στον οργανισμό (Collin, 2006). Όπως συμβαίνει και στη ρίγανη, διαπιστώθηκε ότι και η κανέλα έχει μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από τα συνθετικά αντιοξειδωτικά BHT και BHA (Collin, 2006; Murcia κ.ά., 2004).

### 2.2.6 Κουρκουμάς

Ο κουρκουμάς (*Curcuma longa L.*) είναι ένα φυτό που μπορεί να αξιοποιηθεί φρέσκο ως ρίζα ή αποξηραμένο σε μορφή σκόνης. Το κύριο συστατικό του είναι η κουρκουμίνη (Εικόνα 21). Η αντιοξειδωτική ικανότητα του οφείλεται σε αυτή την ένωση της ομάδας των φαινολοειδών του κουρκουμά (Collin, 2006; Jayaprakasha κ.ά., 2002; Miquel κ.ά., 2002).



Εικόνα 21: Χημική δομή της κουρκουμίνης (Bhawana κ.ά., 2011).

Κάποιες περαιτέρω δυναμικές δράσεις του κουρκουμά είναι η δραστηριότητα του έναντι της φλεγμονής, κατά των μικροβιακών παραγόντων, όπως επίσης και οι ισχυρές ενδείξεις για τις αντιμεταλλαξιογόνες και αντικαρκινικές ιδιότητες του (Giannenas κ.ά., 2020). Αναφορές στη βιβλιογραφία αναδεικνύουν τη συμμετοχή του κουρκουμά σε φαρμακευτικές θεραπείες, όπως για παράδειγμα στην καταπολέμηση της οστεοαρθρίτιδας (Giannenas κ.ά., 2020; Henrotin κ.ά., 2013).

### 2.2.7 Θυμάρι

Το θυμάρι ανήκει στην οικογένεια *Thymus* που απαρτίζεται από μικρούς θάμνους που ανιχνεύονται σε Ευρώπη, Ασία και Αμερική. Από το φυτό επιλέγονται τα φύλλα, όπου είτε φρέσκα είτε σε αποξηραμένη μορφή και υπό διαδικασία εκχύλισης προστίθενται σε ελαιόλαδο για αρωματισμό (Collin, 2006). Από τα κύρια συστατικά του, σε μεγαλύτερη αναλογία απαντώνται τα οξυγονωμένα μονοτερπένια (Benkhoud κ.ά., 2022), η θυμόλη, η τερπινεν-4-όλη, η καρβακρόλη, το π-κυμένιο, το πινένιο, το καμφένιο (Πίνακας 2) (Embuscado, 2019). Οι ενώσεις αυτές δρουν συνεργιστικά με αποτέλεσμα την αντισηπτική και την αντιοξειδωτική δράση του (Collin, 2006; Hudaib κ.ά., 2002). Η θυμόλη συνδυάζεται με την καρβακρόλη και χρησιμοποιούνται σε στοματικά διαλύματα, καλλυντικά, αλλά και

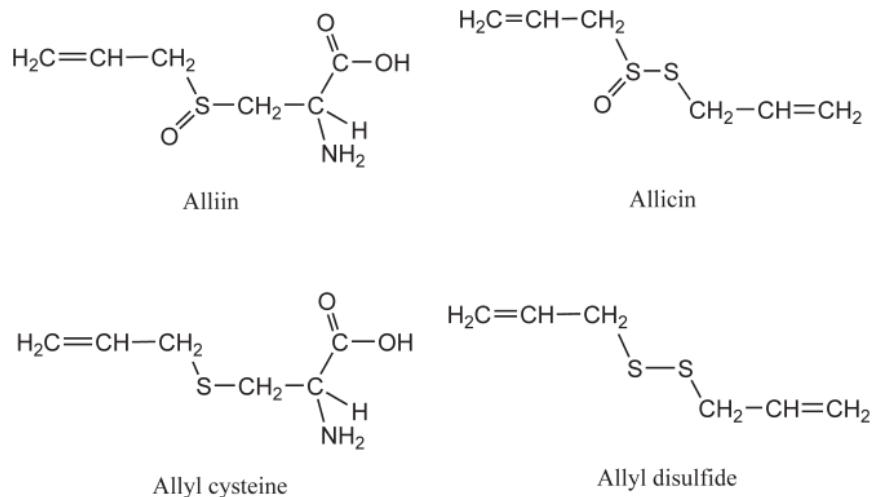
για άλλες χρήσεις όπως φυτοφάρμακα και πρόσθετες ύλες στη μαγειρική και στις ζωοτροφές (Giannenas κ.ά., 2020).

**Πίνακας 2:** Αντιοξειδωτικές ενώσεις που περιέχονται στο δεντρολίβανο και σε άλλα αρωματικά φυτά (Embuscado, 2019).

Αρωματικά βότανα της οικογένειας της μέντας <i>Lamiaceae</i>	Επιστημονική ονομασία	Αντιοξειδωτικές ενώσεις
Δεντρολίβανο	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Καρνοσόλη, 12-O-μεθυλοκαρνωσικό, ροσμανόλη, καφεϊκό οξύ, ροσμαρινικό οξύ, παράγωγα καφεοϋλίου, φαινολικά διτερπένια (καρνωσικό οξύ, καρνοσόλη, επιροσμανόλη, φλαβονοειδή, καμφορά, ουρσολικό οξύ, βετουλικό οξύ, 1,8-κινεόλη)
Βασιλικός	<i>Ocimum basilicum</i>	Ευγενόλη, κιτράλη, κιτρονελόλη, λιναλοόλη, μυρσένιο, πινένιο, οκιμένιο, τερπινεόλη, οξικός λιναλυλεστέρας, trans-οκιμένιο, 1,8-κινεόλη, οκτάνιο καμφοράς, μεθυλοευγενόλη, μεθυλοχαβικόλη, β-καρυοφυλλένιο
Ρίγανη	<i>Origanum bulgare</i>	Καφεϊκό οξύ, π-κουμαρικό οξύ, ροσμαρινικό οξύ, παράγωγα καφεοϋλίου, καβακρόλη, φλαβονοειδή
Θυμάρι	<i>Thymus vulgaris</i>	Φαινολικά οξέα (γαλλικό οξύ, καφεϊκό οξύ, ροσμαρινικό οξύ), θυμόλη, φαινολικά διτερπένια, φλαβονοειδή

### **2.2.8 Σκόρδο**

Το σκόρδο (*Allium sativum*) είναι αρωματικό φυτό που σχετίζεται με την πρόληψη προβλημάτων υγείας και ιδιαίτερα των καρδιακών προβλημάτων στους λαούς της Μεσογείου. Τα χαρακτηριστικά του αιθέρια έλαια αποτελούνται από σύνθετες ενώσεις με θείο, αλίνη (Εικόνα 22), ισο-αλίνη και μεθίνη που σε περίπτωση δυσλειτουργίας των ιστών με τη συμμετοχή του ενζύμου αλινάση διασπώνται και απελευθερώνονται (Collin, 2006).



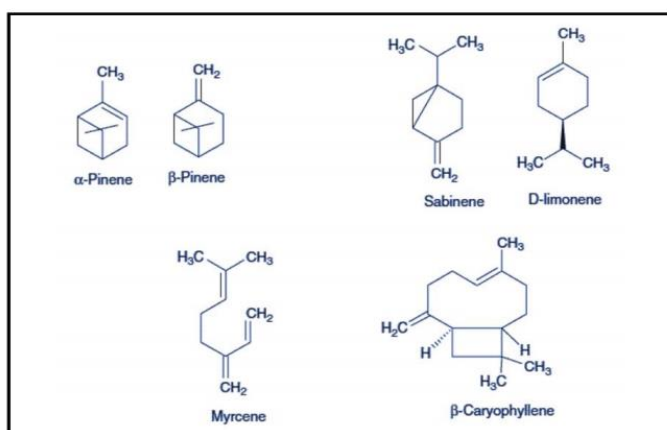
**Εικόνα 22:** Χημική δομή βιοδραστικών ενώσεων σκόρδου (Chung, 2006).

Εκτός από τα προαναφερθέντα, το σκόρδο περιέχει φλαβονοειδή, ολιγοσακχαρίτες και σελήνιο (Bongiorno κ.ά., 2008; Giannenas κ.ά., 2020). Παρουσιάζει αντικαρκινική δράση (Blowman κ.ά., 2018; Giannenas κ.ά., 2020), είναι αντιφλεγμονώδες και μπορεί να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση του διαβήτη, την ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και τις θετικές του επιδράσεις στο ανοσοποιητικό σύστημα (Bongiorno κ.ά., 2008; Giannenas κ.ά., 2020).

### 2.2.9 Πιπέρι

Το μαύρο πιπέρι (*Piper nigrum L.*) κατατάσσεται στην οικογένεια των *Piperaceae*. Η παρουσία του ευνοείται σε τροπικό κλίμα και οι κόκκοι του προκύπτουν μετά από διαδικασία αποξήρανσης των καρπών του φυτού. Αποτελεί εκπρόσωπο των μπαχαρικών λόγω της έντονης πικάντικης γεύσης του και εντοπίζεται κυρίως στην Αιθιοπία με την μεγαλύτερη παραγωγικότητα σε παγκόσμια κλίμακα, σε κάποιες χώρες της Ασίας και στη Βραζιλία. Η χημική του σύσταση διαχωρίζεται σε πικάντικες ενώσεις και αιθέρια έλαια. Το άρωμα του πικάντικου οφείλεται στην πιπερίνη και εκφράζεται με τη χημική ονομασία *trans*-5-(3,4-μεθυλενοδι-οξυφαινυλ)-2,4-πενταδιενοϊκό οξύ. Οι κύριες κατηγορίες φυτικών συστατικών του μαύρου πιπεριού είναι οι φαινόλες, τα αλκαλοειδή και τα φλαβονοειδή. Οι πτητικές ενώσεις του είναι το α-πινένιο (Εικόνα 23), το β-πινένιο (Εικόνα 23), το σαμπινένιο (Εικόνα 23), το d-λιμονένιο (Εικόνα 23), το μυρσένιο (Εικόνα 23), το β-καρνοφυλλένιο (Εικόνα 23), η λιναλοόλη, το α-φελανδρένιο, η πιπερονάλη, το καρνοφυλλένιο και οι άλλες ενώσεις που περιέχονται σε αυτό. Η πιπερίνη είναι καθοριστική για την αντιοξειδωτική δράση, καθώς συμβάλλει στη μείωση του οξειδωτικού στρες και στην παρεμπόδιση των ελεύθερων ριζών που δημιουργούν προβλήματα στους ιστούς (Mehrotra, 2021).





**Εικόνα 23:** Χημική δομή των βασικών συστατικών των αιθέριων ελαίων του μαύρου πιπεριού (Mehrotra, 2021).

Ο καθαρισμός των ελεύθερων ριζών συσχετίζεται με τη δράση των φαινολών και φλαβονοειδών. Άλλες ιδιότητες της πιπερίνης είναι η αντικαρκινική και όπως στην περίπτωση του κύμινου με τον περιορισμό της εμφάνισης καρκίνου του προστάτη (Embuscado, 2019), η αντιμικροβιακή και η αντιφλεγμονώδης που ενεργοποιείται και με τη βοήθεια άλλων συστατικών των αιθέριων ελαίων του πιπεριού, όπως το πιπεरिकό οξύ, η πιπεραμίδη και η ευγενόλη (Damanhour, 2014; Mehrotra, 2021; Takooree κ.ά., 2019).

### **2.3 Δράσεις αρωματικών φυτών σε γενικότερο πλαίσιο**

Οι βιοδραστικές ενώσεις των αρωματικών φυτών μπορούν να λειτουργήσουν θεραπευτικά σε κάποια από αυτά προσδίδοντας αντιοξειδωτικές και αντισηπτικές ιδιότητες (Christaki κ.ά., 2012; Li, 2006; Lindberg Madsen, 1995). Η θεραπευτική δράση σχετίζεται με προβλήματα του αναπνευστικού συστήματος, καθώς επίσης στομαχικές και φλεγμονώδεις διαταραχές (Adel Kadri, Zied Zarai, 2011; Christaki κ.ά., 2012). Η συνεισφορά τους στην υγεία του οργανισμού εκτιμάται και με την αναζωογόνηση των πόρων του δέρματος, την ομαλή λειτουργία του νευρικού συστήματος και των ορμονών (Guidi & Landi, 2014).

Σε γενικότερο πλαίσιο, οι ενώσεις αυτές μπορούν να παρεμποδίσουν τη δράση των ελευθέρων ριζών που προκαλούν το οξειδωτικό στρες. Επομένως, οι βιοδραστικές ενώσεις προσφέρουν σημαντικό όφελος για την υγεία (Christaki κ.ά., 2012; Couladis κ.ά., 2003; Li, 2006). Επίσης, τα αρωματικά φυτά μέσω των βιοδραστικών ενώσεων δρουν ανασταλτικά έναντι στην οξειδωτική τάγχιση και στην αλλοίωση της γεύσης των τροφίμων (Christaki κ.ά., 2012). Οι ενώσεις των φυτών αυτών εμφανίζουν και αντιμικροβιακή δράση, η οποία εντοπίζεται σε σνακ και κρεατοσκευάσματα (Christaki κ.ά., 2012; Elgayyar κ.ά., 2001; Li, 2006).

### **2.3.1 Αντιμικροβιακή δράση**

Τα αιθέρια έλαια έχουν το χαρακτηριστικό ότι είναι υδρόφοβα, γεγονός που τους δίνει τη δυνατότητα να αναπτύσσουν ισχυρούς δεσμούς με τη διπλή στιβάδα λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης των βακτηρίων και με τα μιτοχόνδρια με αποτέλεσμα να επηρεάζουν τη διαπερατότητα των βακτηριακών μεμβρανών (Benchaar κ.ά., 2008; Christaki κ.ά., 2012; Solórzano-Santos & Miranda-Novales, 2012). Κάποια αιθέρια έλαια ειδικεύονται στην μεταβολή της ομοιόστασης των βακτηριακών κυττάρων και τον θάνατο τους (Christaki κ.ά., 2012; Devi κ.ά., 2010). Η αντιμικροβιακή δράση των αρωματικών φυτών, η οποία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική κατά των Gram αρνητικών βακτηρίων (Christaki κ.ά., 2012; Rasooli κ.ά., 2010), γίνεται αντιληπτή και με την παρουσία της χαρακτηριστικής ομάδας του υδροξυλίου –OH και αρωματικών δακτυλίων (Bowles & Miller, 1993; Christaki κ.ά., 2012; Farag κ.ά., 1989).

Στον τομέα των τροφίμων, έχει αποδειχθεί ότι τα αιθέρια έλαια συμβάλλουν στη συντήρηση των τροφίμων και συγκεκριμένα τα προστατεύουν από πιθανές αλλοιώσεις και βοηθούν στην επέκταση της διάρκειας ζωής τους. Επιπλέον, έχουν την ικανότητα να περιορίζουν αρνητικές επιδράσεις που μπορούν να προκαλέσουν στα τρόφιμα τα χημικά συντηρητικά (Christaki κ.ά., 2012; Rasooli κ.ά., 2010).

Οι φαινολικές ενώσεις, όπου ο φαινολικός δακτύλιος συνδέεται με την ομάδα –OH κατέχουν την καλύτερη αντιμικροβιακή ικανότητα από άλλες ενώσεις που περιλαμβάνονται στα αιθέρια έλαια (Christaki κ.ά., 2012; Dorman & Deans, 2000; Lambert κ.ά., 2001). Αυτές οι ενώσεις είναι η θυμόλη, η ευγενόλη, η καρβακρόλη, το φαινυλοπροπένιο και τα μονοτερπένια (Christaki κ.ά., 2012). Τα μη φαινολικά μονοτερπένια, όπως το p-κυμένιο και το γ-τερπινένιο, έχουν αρκετά μικρότερη αντιμικροβιακή δράση από τα αντίστοιχα φαινολικά (Christaki κ.ά., 2012; Dorman & Deans, 2000). Από τις μη φαινολικές ενώσεις των αιθέριων ελαίων υπάρχει ένα φαινυλοπροπένιο, η κινναμαλδεΰδη που εμφανίζει ισχυρή δράση κατά των βακτηρίων (Christaki κ.ά., 2012; Helander κ.ά., 1998). Η σύσταση των αιθέριων ελαίων των αρωματικών φυτών είναι άμεσα εξαρτώμενη από το γεωγραφικό κλίμα, την περιοχή που συλλέγονται, γενετικοί παράγοντες κ.α. (Brenes & Roura, 2010; Christaki κ.ά., 2012).

### **2.3.2 Αντιοξειδωτική δράση**

Τα φυσικά αντιοξειδωτικά που περιέχονται σε αρωματικά φυτά και ειδικότερα στα αιθέρια έλαια τους εμφανίζονται ως φαινολικές ενώσεις π.χ. ευγενόλη, θυμόλη (Christaki κ.ά., 2012; Franz κ.ά., 2010; Kähkönen, 1999). Οι γλυκοζίτες είναι οι ενώσεις που εκφράζουν τις πολυφαινόλες, αλλά για τα επίπεδα βιοδραστικότητας χρησιμοποιείται α-γλυκόνη και συγκεκριμένα στην κατεχόλη (Christaki κ.ά., 2012; Sakakibara κ.ά., 2003).

Στις πολυφαινόλες παρατηρούνται σε μεγάλο βαθμό φαινόμενα οξειδοαναγωγής και σε συνδυασμό με τη χημική τους δομή, η οποία ευθύνεται για μια σειρά διεργασιών, όπως η εξασθένιση των ελεύθερων ριζών, αποδίδουν αντιοξειδωτική δράση (Christaki κ.ά., 2012; Chun κ.ά., 2005; Zheng & Wang, 2001). Οι διεργασίες που παρέχουν οι ενώσεις αυτές είναι ωφέλιμες για την υγεία και περιορίζουν την πιθανότητα εμφάνισης ασθενειών, όπως οι καρδιαγγειακές ασθένειες που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα, όταν υπάρχουν ευνοϊκές για αυτές συνθήκες (οξειδωτικό στρες) (Christaki κ.ά., 2012; Miron & Gazi, 2010).

Οι φαινόλες και ιδιαίτερα αυτές που είναι φυτικής προέλευσης διακρίνονται για την αντιοξειδωτική τους ικανότητα *in vitro* και αναστέλλουν την υπεροξειδωση των λιπιδίων (Christaki κ.ά., 2012; Miguel, 2010; Proestos κ.ά., 2006). Η επίδραση της οξείδωσης τους έχει αρνητικά αποτελέσματα για τα τρόφιμα, τα οποία υποχωρούν σε ποιότητα και φυσικά υπάρχει ο κίνδυνος της μη αποδοχής των καταναλωτών (Christaki κ.ά., 2012; Miguel, 2010).

#### **2.4 Χρήσεις και εφαρμογές τους στη βιομηχανία τροφίμων**

Τα αρωματικά φυτά μέσω των αιθέριων ελαίων τους μπορούν να αξιοποιηθούν στη βιομηχανία τροφίμων για την παραγωγή ποικιλίας προϊόντων με χαρακτηριστικά αρώματα. Αυτά μπορεί να είναι προϊόντα αρωματοθεραπείας που προέρχονται από φυτά, αυτά που προορίζονται για φαρμακευτική χρήση, προϊόντα της βιομηχανίας καρυκευμάτων, καλλυντικά, σαπούνια, γλυκά, ποτά, παγωτά, απολυμαντικά κ.α. (Bernath, 2009; Riaz κ.ά., 2021).

Με τα σημερινά δεδομένα της αγοράς, αυξάνεται όλο και περισσότερο η σημαντικότητα των αιθέριων ελαίων με την αύξηση του καταναλωτικού ενδιαφέροντος. Για το λόγο αυτόν εντάσσονται και ανακαλύπτονται και άλλα πεδία, προκειμένου να αξιοποιηθούν για εμπορικούς σκοπούς. Τα πεδία αυτά είναι η παρασκευή βιοκτόνων από αρωματικά φυτά που θεωρούνται ασφαλής πηγή φυτοφαρμάκων, η ανασταλτική δράση τους που παρέχεται από τις βιοδραστικές ενώσεις τους έναντι των αλληλοχημικών που φέρουν ευθύνη για την ανάπτυξη ζιζανιοκτόνων και διεγερτικών φυτών και η αποθήκευση και η συντήρηση των προϊόντων με τη δράση των βοτάνων κατά των μυκήτων και των εντόμων (Riaz κ.ά., 2021; Thomas, 2000).

Η αρωματοθεραπεία χρησιμοποιεί τα αιθέρια έλαια με στόχο την καταπολέμηση διαταραχών και ασθενειών. Αυτές μπορεί να είναι διαταραχές στο πεπτικό σύστημα καθώς επίσης στο νευρικό και ανοσοποιητικό σύστημα, δερματικές παθήσεις, καρκίνος (Başer, 2005; Riaz κ.ά., 2021). Ουσιαστικά, η αρωματοθεραπεία πρόκειται για μια αναδυόμενη θεραπευτική τεχνική, η οποία χρησιμοποιεί τα αιθέρια έλαια που προσφέρουν στον οργανισμό σωματική ανακούφιση, πνευματική ηρεμία και μείωση του άγχους (Thomas, 2000). Διαπιστώνεται ότι τα αιθέρια έλαια μπορούν να αντικαταστήσουν τα αντιβιοτικά λόγω της πολυδιάστατης δράσης τους και των ιδιοτήτων που συνδέονται με την υγεία και μεταξύ αυτών είναι αντιφλεγμονώδης, αντιμικροβιακή, διεγερτική, διουρητική, καθώς και άλλες δράσεις

(Riaz κ.ά., 2021; Thomas, 2000). Από τις βασικότερες μεθόδους της θεραπείας αυτής είναι η εισπνοή που επιτρέπει την είσοδο των αιθέριων ελαίων στον οργανισμό. Βεβαίως, υπάρχει η δυνατότητα για χορήγηση μιγμάτων αυτών, ώστε να αντιμετωπιστούν και άλλες δυσλειτουργίες του οργανισμού. Στο σύνολο των προϊόντων που διατίθενται στο εμπόριο γίνεται ποσοστιαία κατανομή των αιθέριων ελαίων που χρησιμοποιούνται ανά κλάδο. Στον κλάδο της βιομηχανίας αρωμάτων και γεύσεων το ποσοστό τους αγγίζει περίπου το 20%. Στη βιομηχανία τροφίμων η χρήση τους μόνο ως γεύση εκτιμάται γύρω στο 60%. Το ποσοστό ανέρχεται λίγο πάνω από το 20% σε ό,τι αφορά τη χρήση τους ως αρώματα στην αρωματοποιία και στα καλλυντικά. Ένα μέρος (μέχρι 20%) τους συμμετέχει ως πρώτη ύλη για να απομονώσει συστατικά, ένα άλλο κοντά στο 10% για φαρμακευτική χρήση και ένα άλλο που φτάνει στο 5% για προϊόντα φυσικής προέλευσης (Thomas, 2000).

Η χρήση των αρωματικών φυτών εντοπίζεται και στα συμπληρώματα διατροφής και τους προσδίδουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες και καθαρισμό από τις ελεύθερες ρίζες. Έτσι, οι βιομηχανίες τροφίμων δραστηριοποιήθηκαν περισσότερο στην ανάπτυξη αυτού του είδους τροφίμων, με αποτέλεσμα να αυξήσουν την εμπορική τους σημασία (Başer, 2005).

## Κεφάλαιο 3

### Εμπλουτισμός ελαιολάδων με αρωματικά φυτά

#### 3.1 Ορισμός εμπλουτισμένου (αρωματοποιημένου) ελαιολάδου

Ως εμπλουτισμός ή αρωματισμός ελαιολάδου ορίζεται η επεξεργασία κατά την οποία το ελαιόλαδο μεταποιείται με αρωματικά φυτά, βότανα ή μπαχαρικά, στοχεύοντας στη βελτίωση της θρεπτικής του αξίας, των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών, όπως το άρωμα και η γεύση του (Reboredo-Rodríguez κ.ά., 2017), καθώς και στην αύξηση του χρόνου ζωής του προϊόντος (Issaoui κ.ά., 2011). Ο αρωματισμός είναι μια τεχνική που βρίσκει ευρεία εφαρμογή, όχι μόνο στη βιομηχανία του ελαιολάδου, αλλά γενικότερα στη βιομηχανία των τροφίμων.

Στα πλαίσια αυτού χρησιμοποιείται το παρθένο ελαιόλαδο που προτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές λόγω των πλεονεκτημάτων του, τα οποία είναι η υψηλή θρεπτική του αξία και τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Ένας ακόμα λόγος που δικαιολογεί τη χρήση και κατανάλωση του είναι ότι αποτελεί θετικό παράγοντα για την υγεία μέσω των ιδιοτήτων που παρέχει (Sena-Moreno κ.ά., 2018). Συμπερασματικά, η ανάγκη που οδήγησε στον εμπλουτισμό του ελαιολάδου πηγάζει από τον ορισμό του και συγκεκριμένα από τις βελτιωμένες ιδιότητες που αφορούν την οργανοληπτική αξιολόγηση και την ικανότητα των καταναλωτών να αντιλαμβάνονται τα οφέλη των αρωματισμένων ελαιολάδων στην υγεία τους.

#### 3.1.1 Βιομηχανικές και ερευνητικές μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με αρωματικά φυτά

Οι μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου που χρησιμοποιούνται συχνότερα είναι οι ακόλουθοι:

- έγχυση αρωματικών φυτών απευθείας στο ελαιόλαδο
- προσθήκη αρωματικών φυτών στις θρυμματισμένες ελιές πριν από το στάδιο της μάλαξης ή κατά τη διάρκεια της άλεσης (συνεπεξεργασία) (Clodoveo κ.ά., 2016; Reboredo-Rodríguez κ.ά., 2017)
- εφαρμογή υπερήχων πριν από το στάδιο της μάλαξης κατά την εξαγωγή του ελαιολάδου.

**Έγχυση αρωματικών φυτών απευθείας στο ελαιόλαδο:** Στη μέθοδο αυτή, τα αρωματικά φυτά, αφού

ολοκληρωθεί το στάδιο της άλεσης, αναμειγνύονται με το παρθένο ελαιόλαδο. Το μείγμα που προκύπτει διατηρείται σε θερμοκρασία δωματίου για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και με περιοδική ανάδευση. Τέλος, το μίγμα φιλτράρεται, ώστε να απομακρυνθούν στερεά υπολείμματα, όπως φύλλα, να είναι καθαρό και να μπορεί άμεσα να χρησιμοποιηθεί για εμπορικούς σκοπούς. Η διαδικασία αυτή να μην είναι η περισσότερο γνωστή, αλλά απαιτεί πολύ χρόνο για να πραγματοποιηθεί (Clodoveo κ.ά., 2016).

**Προσθήκη αρωματικών φυτών στις θρυμματισμένες ελιές πριν από το στάδιο της μάλαξης ή κατά τη διάρκεια της άλεσης (συνεπεξεργασία):** Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την προσθήκη αρωματικών φυτών στις θρυμματισμένες ελιές πριν από τη διαδικασία της μάλαξης ή της άλεσης και πραγματοποιείται με την εφαρμογή συστήματος υπερήχων. Η συνεπεξεργασία πραγματοποιείται σε ελεγχόμενες συνθήκες, στις οποίες το ελαιόλαδο επεξεργάζεται μαζί με τα αρωματικά φυτά σε ένα συγκεκριμένο εργαστηριακό σύστημα για την παραλαβή προϊόντων που βασίζονται στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο (Reboredo-Rodríguez κ.ά., 2017).

**Έγχυση αρωματικών φυτών στο ελαιόλαδο με εφαρμογή μικροκυμάτων και κυρίως υπερήχων:** Η τεχνική αυτή λειτουργεί χάρη στην ικανότητα των υπερήχων να διαδίδονται ως μηχανικά κύματα σε ένα ελαστικό μέσο που στην προκειμένη περίπτωση είναι τα αρωματικά φυτά. Καθώς αυξάνεται η ένταση των υπερήχων, δημιουργούνται περιοχές αραιώσης και συμπίεσης μέσα σε αυτό. Έτσι, ευνοούνται φαινόμενα σπηλαίωσης σε μορφή φυσαλίδων λόγω της αύξησης των περιοχών αραιώσης. Στις περιοχές συμπίεσης αυτές οι φυσαλίδες μειώνονται σε μέγεθος μέχρι να υπάρξει διάσπαση της δομής μόλις φτάσει σε οριακό μέγεθος. Η διάσπαση της δομής, εφόσον σημειώνεται εντός των αρωματικών φυτών, συνεπάγεται την καταστροφή των κυτταρικών τους τοιχωμάτων και πλέον τη δυνατότητα των αιθέριων ελαίων τους να ενσωματωθούν στο ελαιόλαδο (Veillet κ.ά., 2010).

### **3.2 Χρήσεις των αρωματικών φυτών στο ελαιόλαδο**

Τα αρωματικά βότανα και μπαχαρικά χρησιμοποιούνται εδώ και χιλιετίες ως πηγές βιοδραστικών ενώσεων στην προετοιμασία του φαγητού μέσω έγχυσης ή διαβροχής. Έτσι, όπως διευκρινίστηκε στην αρχική ενότητα αυτού του κεφαλαίου, γίνεται η προσθήκη τους στο ελαιόλαδο, για να προσδώσουν σε αυτό καλύτερο άρωμα και βελτιωμένη γεύση. Αυτή η προσθήκη εκτός από τα χαρακτηριστικά που αφορούν την οργανοληπτική αξιολόγηση επηρεάζει και την θρεπτική αξία του ελαιολάδου λόγω της παρουσίας των βιοδραστικών ενώσεων σε αυτό.

Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες που βασίζονται σε βότανα και μπαχαρικά ως τροποποιητές της γεύσης, για να αυξήσουν τις βιοδραστικές ενώσεις που εκχυλίζονται στο ελαιόλαδο. Τα αρωματικά φυτά που παρουσιάζουν ευρεία χρήση είναι το σκόρδο, η ρίγανη, το δεντρολίβανο, ο βασιλικός, το θυμάρι, το κύμινο, η κόκκινη πιπεριά, οι καυτερές πιπεριές τσίλι, η λεβάντα, το φασκόμηλο, η μέντα, το λεμόνι, η δάφνη, το γλυκό λεμόνι, γλυκές φλούδες πορτοκαλιού.

Συνεπώς, οι τεχνικές ενίσχυσης της γεύσης μέσω εκχυλισμάτων βοτάνων και μπαχαρικών που θα αναπτυχθούν στην επόμενη υποενότητα παρουσιάζουν σημαντικές επιδράσεις στην αναβάθμιση της ποιότητας του παρθένου ελαιολάδου.

Κάποια από τα παραγόμενα προϊόντα που περιλαμβάνονται στις καινοτομίες είναι το ελαιόλαδο που έχει υποστεί αρωματισμό με καρύδια και αρωματισμός του με την αξιοποίηση του λυκοπενίου της ντομάτας. Το παρθένο ελαιόλαδο που αναμείχθηκε με ιχθυέλαιο για εμπλουτισμό που επιφέρει την αύξηση των ω-3 λιπαρών οξέων, αλλά και αυτό που έχει αρωματιστεί με φύκια αποτελούν εναλλακτικές επιλογές που είναι διαθέσιμες στο εμπόριο. Στην τελευταία περίπτωση, τα φύκια του γένους *Scenedesmus* περιέχουν χαρακτηριστικά καροτενοειδή, όπως το β-καροτένιο και η λουτεΐνη. Τα συγκεκριμένα καροτενοειδή ευθύνονται για τα καλύτερα αποτελέσματα στην οξειδωτική σταθερότητα και στη συντηρησιμότητα των παρθένων ελαιολάδων. Επίσης, η λουτεΐνη συμβάλλει στον περιορισμό των προβλημάτων που σχετίζονται με την όραση. Το εμπλουτισμένο ελαιόλαδο με φύκια μπορεί να εξισορροπήσει την ανεπαρκή παρουσία φρούτων και λαχανικών στη διατροφή. Για την εξακρίβωση των παραπάνω επιδράσεων των ελαιολάδων αυτών απαιτείται επανεξέταση του κριτηρίου της οξειδωτικής σταθερότητας τόσο κατά την αποθήκευση όσο και κατά την προετοιμασία του φαγητού και της ανώτατης θρεπτικής αξίας των αρωματικών ελαιολάδων που τα καθιστούν ωφέλιμα (Reboredo-Rodríguez κ.ά., 2017).

### **3.2.1.1 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με δεντρολίβανο και σκόρδο**

Οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για τη διαδικασία αρωματοποίησης του ελαιολάδου είναι:

- α) η έγχυση του δεντρολίβανου και του σκόρδου απευθείας στο ελαιόλαδο και
- β) η ενσωμάτωση του δεντρολίβανου και του σκόρδου στο ελαιόλαδο πριν από το στάδιο της μάλαξης.

Οι παραπάνω μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με δεντρολίβανο και σκόρδο έλαβαν χώρα σε 3 διαφορετικές συγκεντρώσεις (1%, 5% και 7% w/w) σύμφωνα με τον Πίνακα 3 σε προηγούμενες μελέτες (Clodoveo κ.ά., 2016). Επίσης, παρασκευάστηκε ένα δείγμα θετικού μάρτυρα χωρίς δεντρολίβανο και σκόρδο.

**Πίνακας 3:** Πειραματικός σχεδιασμός των αρωματισμένων δειγμάτων ελαιολάδων με διαφορετικές συγκεντρώσεις δεντρολίβανου και σκόρδου και διαφορετικές μεθόδους αρωματισμού (Abenzoza & Sánchez-Gimeno, 2021).

NATURAL BIOACTIVE INGREDIENT	AROMATIZATION METHOD					
	Maceration			Added during malaxation		
	1%	5%	7%	1%	5%	7%
Rosemary powder	RI1	RI5	RI7	RM1	RM5	RM7
Garlic powder	GI1	GI5	GI7	GM1	GM5	GM7
Control						

Στην πρώτη μέθοδο το δεντρολίβανο σε μορφή σκόνης προστέθηκε στο ελαιόλαδο. Πραγματοποιήθηκε ανάδευση στις 200 r.p.m. και διατηρήθηκε σε θερμοκρασία δωματίου σε διάστημα μίας ημέρας. Το ελαιόλαδο που προέκυψε από την ανάμειξη υποβλήθηκε σε διήθηση με χάρτινα φίλτρα ταχείας-μέσης και αργής ροής.

Στη δεύτερη μέθοδο το δεντρολίβανο ή το σκόρδο σε μορφή σκόνης ενσωματώθηκαν στο ελαιόλαδο πριν από τη μάλαξη. Μετά το φιλτράρισμα, για να ολοκληρωθεί η μέθοδος ήταν απαραίτητο τα ελαιόλαδα να παραμείνουν σε συνθήκες κατάψυξης και σε μπουκάλια χωρίς την παρουσία φωτός. Κατά την ανάλυση των 2 μεθόδων που περιγράφηκαν προσδιορίστηκαν φυσικοχημικές παράμετροι ποιότητας, όπως η ελεύθερη οξύτητα, ο αριθμός υπεροξειδίου και οι ειδικοί συντελεστές απορρόφησης k232 και k270 και ο προσδιορισμός τους πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή επίσημων μεθόδων που περιλαμβάνονται στον Κανονισμό 2568/91 της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Για να προσδιοριστεί η  $\alpha$ -τοκοφερόλη, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ενός διαλύματος ελαιολάδου 1 g σε 10 mL εξανίου σε πλάκα HPLC με στήλη αντίστροφης φάσης και έκλυση του διαλύματος με διάλυμα ακετονιτριλίου με νερό. Στον προσδιορισμό αυτό υπήρχε χρήση ανιχνευτή μήτρας φωτοδίοδου. Η μέτρηση των χρωματογραφημάτων ελήφθη στα 295 nm. Τα αποτελέσματα προσδιορίστηκαν σε mg  $\alpha$ -τοκοφερόλης ανά kg ελαίου.

Στον προσδιορισμό του ολικού φαινολικού περιεχομένου, οι φαινόλες εκχυλίστηκαν σε στερεά φάση. Το εκχύλισμα μετά από ξήρανση με περιστροφικό συμπυκνωτή και η ποσότητα που απέμεινε διαλύθηκε σε 5 mL μεθανόλη. Οι ολικές φαινόλες προσδιορίστηκαν χρωματομετρικά μετά από ανάμειξη συγκεκριμένου όγκου εκχυλίσματος με αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu και προσθήκη ανθρακικού νατρίου, αφού η ανάμειξη διήρκεσε μερικά λεπτά. Ο προσδιορισμός της απορρόφησης πραγματοποιήθηκε στα 725 nm μετά το πέρας 1 ώρας αντίδρασης. Η έκφραση του αποτελέσματος ήταν σε mg γαλλικού οξέος ανά kg ελαίου.

Για τον προσδιορισμό των μεμονωμένων φαινολών, προηγήθηκε η εκχύλιση των φαινολικών



ενώσεων σε πλάκα HPLC με στήλη αντίστροφης φάσης. Το έκλουσμα περιελάμβανε διάλυμα υδατικού οξικού οξέος και μεθανόλης. Η εξαγωγή του χρωματογραφήματος πραγματοποιήθηκε στα 280 και 339 nm. Για την ταυτοποίηση των φαινολικών ενώσεων χρησιμοποιήθηκαν οι χρόνοι κατακράτησης στη στήλη που συγκρίθηκαν με τους χρόνους των προτύπων ενώσεων. Στα 280 nm οι μεμονωμένες φαινόλες που προσδιορίστηκαν ήταν η τυροσόλη, το βανιλικό οξύ, η βανιλίνη, το κουμαρικό οξύ και άλλες, ενώ στα 339 nm η λουτεΐνη και η απιγενίνη. Τα αποτελέσματα μετρήθηκαν σε mg/kg ελαίου.

Η οξειδωτική σταθερότητα προσδιορίστηκε ως επαγωγικός χρόνος οξείδωσης (σε ώρες) μέσω ειδικής συσκευής Rancimat. Ένα δείγμα ελαιολάδου υποβλήθηκε σε θέρμανση σε ρεύμα αέρα. Ο επαγωγικός χρόνος οξείδωσης μετρήθηκε μόλις εμφανίστηκε στη συσκευή το σημείο που «έσπασε» η καμπύλη. Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης και των καροτενοειδών πραγματοποιήθηκε με την λήψη των φασμάτων απορρόφησης για δείγματα ελαιολάδου που διαλύθηκαν σε κυκλοεξάνιο. Η μέγιστη απορρόφηση για την χλωροφύλλη μετρήθηκε στα 670 nm και για τα καροτενοειδή στα 470 nm. Οι τιμές των συγκεντρώσεων για τη χλωροφύλλη εκφράστηκαν σε mg φαιοφυτίνης ανά kg ελαίου και για τα καροτενοειδή σε mg λουτεΐνης ανά kg ελαίου.

Για τη μελέτη της αντιοξειδωτικής δράσης δείγματα ελαιολάδου διαλύθηκαν σε εξάνιο. Στα αναμειγμένα δείγματα πραγματοποιήθηκε προσθήκη διαλύματος μεθανόλης και νερού και το παραλαμβανόμενο εκχύλισμα υποβλήθηκε σε ξήρανση με τη χρήση περιστροφικού εξατμιστή. Το επόμενο στάδιο περιλάμβανε τη διάλυση των δειγμάτων σε μεθανόλη, την παρασκευή αραιωμένων εκχυλισμάτων με μεθανόλη και 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλδραζύλιο (DPPH) και την κατασκευή καμπύλης βαθμονόμησης. Μετά από παραμονή των αραιωμένων διαλυμάτων στο σκοτάδι μετρήθηκε η απορρόφηση τους στα 515 nm με φασματοφωτόμετρο στην περιοχή ορατού-υπεριώδους. Για την οργανοληπτική αξιολόγηση ήταν απαραίτητη η συμμετοχή εκπαιδευμένων δοκιμαστών. Η αξιολόγηση αφορούσε τις θετικές ιδιότητες (φρουτώδες, πικρό, πικάντικο) και αρνητικές ιδιότητες (ατροχάδο (δυσάρεστη οσμή λόγω αναερόβιας ζύμωσης από την αποθήκευση των καρπών ελιάς σε σωρούς), κρασώδες/ξυδάτο, μουχλιασμένο, μεταλλικό και άλλα) που καθορίζονται από τους Κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συγκεκριμένα τον Κανονισμό 2568/91. Στα παραπάνω χαρακτηριστικά προστέθηκαν η γεύση και η οσμή σκόρδου και δεντρολίβανου, ένταση χρώματος, θολότητα και σωματίδια (Abenoza & Sánchez-Gimeno, 2021).

### **3.2.1.2 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι**

Για την παραγωγή αρωματικών ελαιολάδων από θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι εφαρμόστηκε η μέθοδος της απευθείας έγχυσης.

Στο στάδιο της προεργασίας πραγματοποιήθηκε έκπλυση, ξήρανση και διαχωρισμός των μερών των αρωματικών φυτών που αξιοποιήθηκαν. Κάθε μέρος από αυτά προστέθηκε σε συγκέντρωση

5% w/w σε δείγμα ελαιολάδου. Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε αναδευτήρας για την ανάμειξη του μείγματος ελαιολάδου με αρωματικό φυτό για 2 ώρες και το μείγμα παρέμεινε για 2 εβδομάδες σε ανοξείδωτα σκεύη σε σκοτεινό και δροσερό μέρος για την παρεμπόδιση φαινομένων οξείδωσης. Η μέθοδος ολοκληρώθηκε με την ανάκτηση των αρωματισμένων ελαιολάδων με τη διαδικασία του κοσκινίσματος.

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα προσδιορίστηκαν με την εφαρμογή της μεθόδου AOAC. Το διάλυμα ελαιολάδου με αρωματικό φυτό αναμείχθηκε με αιθυλική αλκοόλη που έχει εξουδετερωθεί μετά από θέρμανση και χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης η φαινολοφθαλεΐνη. Κατάλληλη ποσότητα από το διάλυμα μεταφέρθηκε σε ογκομετρική φυάλη με σκοπό την τιτλοδότηση του με διάλυμα NaOH μέχρι την εμφάνιση ροζ χρώματος και παραμονή σε ηρεμία. Το ποσοστό των ελεύθερων λιπαρών οξέων εκφράστηκε ως εκατοστιαία περιεκτικότητα ελαϊκού οξέος.

Για τον προσδιορισμό της τιμής του αριθμού υπεροξειδίου εφαρμόστηκε η μέθοδος AOAC. Πραγματοποιήθηκε ανάμειξη με ανάδευση κατά διαστήματα διαλύματος οξικού οξέος, χλωροφορμίου, ιωδιούχου καλίου και απιονισμένου νερού με το δείγμα ελαιολάδου και το συνολικό διάλυμα προστέθηκε σε ογκομετρική φυάλη. Το αναμειγμένο διάλυμα τιτλοδοτήθηκε με  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  με ανάδευση και τη συμμετοχή του δείκτη αμύλου. Η ανάδευση ήταν εντονότερη, ώστε να αποδεσμευτεί το χλωροφόρμιο από το ιώδιο και κατά συνέπεια να μην εμφανιστεί το μπλε χρώμα. Η μονάδα μέτρησης για τον αριθμό υπεροξειδίου είναι χλιοστοϊσοδύναμα υπεροξειδίου ανά kg δείγματος. Το φασματοφωτόμετρο ήταν το όργανο που μέτρησε την απορρόφηση του διαλύματος σε κυκλοεξάνιο στα 232 και 270 nm και με βάση αυτή προσδιορίστηκε η ειδική απορροφητικότητα στις ίδιες συνθήκες μέτρησης.

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλες, καροτενοειδή και φαινόλες ένα δείγμα ελαιολάδου σε πρώτο στάδιο προστέθηκε σε σωληνάριο Falcon, καθώς επίσης και κυκλοεξάνιο μέχρι την πλήρωση του σωληναρίου. Η χλωροφύλλη και τα καροτενοειδή μετρήθηκαν με τη χρήση φασματοφωτόμετρου ως απορρόφηση στα 670 και 470 nm αντίστοιχα. Το ολικό φαινολικό περιεχόμενο των εκχυλισμάτων ελαιολάδου εκτιμήθηκε από τη φασματοφωτομετρική μέθοδο Folin-Ciocalteu στα 765 nm και εκφράστηκε σε mg γαλλικού οξέος ανά kg ελαίου.

Για τη μέτρηση της έντασης του χρώματος προσδιορίστηκαν οι συντεταγμένες CieLab, οι οποίες είναι  $L^*$ ,  $a^*$  και  $b^*$ , με τη λειτουργία του φασματοφωτοχρωμάτομετρου. Κάθε μία συντεταγμένη εκφράζει ένα διαφορετικό όριο έντασης χρώματος.

Η  $L^*$  ορίζεται ως μέτρο ελαφρότητας και το όριο της κλιμακώνεται από μαύρο (0) έως άσπρο (100), η  $a^*$  από πράσινο (-100) μέχρι κόκκινο (+100) και η  $b^*$  από μπλε (-100) έως κίτρινο (+100). Το ιξώδες και η πυκνότητα μετρήθηκαν με τη βοήθεια του οργάνου Stress Tech Rheologica Rheometer με μια πλάκα από γάλυβα υπό σταθερό ρυθμό διάτμησης και ενός πυκνόμετρου αντίστοιχα.

Η αξιολόγηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του εγχυμένου ελαιολάδου πραγματοποιήθηκε από δοκιμαστές, όπως φοιτητές τμήματος μηχανικής τροφίμων, προσωπικό του

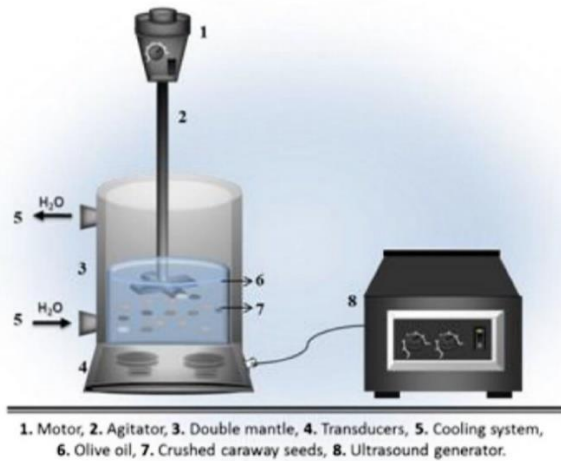
βιολογικού τμήματος της σχολής και από ιντισιτιούτο ελιάς. Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν ήταν το χρώμα, η γεύση και η συνολική αποδοχή χρησιμοποιώντας ως τρόφιμο αναφοράς ψωμί στο οποίο προστέθηκε δείγμα ελαιολάδου. Οι δοκιμές για την οργανοληπτική αξιολόγηση έλαβαν χώρα μετά από 5 μέρες από την παρασκευή των αρωματισμένων ελαιολάδων και τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν με βάση τη μέση τιμή της κάθε παραμέτρου.

Τα αρωματισμένα και φυσικά ελαιόλαδα (μάρτυρας) εξετάστηκαν ως προς την θερμική σταθερότητα σε θερμοκρασίες 60 και 130 °C. Τα ελαιόλαδα θερμάνθηκαν στους 60 °C για 55 ημέρες. Δείγματα ελαιολάδου σε ίσες ποσότητες παρέμειναν σε φυάλες μέσα σε φούρνο σε συνθήκες σκότους. Τα δείγματα απομακρύνονταν από τον φούρνο στους 60 °C μετά από 15 ημέρες, ενώ για αυτά που θερμαίνονταν στους 130 °C η απομάκρυνση ήταν συντομότερη (μετά από 1 ώρα). Η θερμική σταθερότητα εκτιμήθηκε μετά από τη μέτρηση του αριθμού υπεροξειδίου, της ειδικής απορροφητικότητας στα 232 και 270 nm, του περιεχομένου καροτενοειδών και χλωροφυλλών και της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινόλες (Ayadi κ.ά., 2009).

### **3.2.1.3 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με κύμινο**

Οι μέθοδοι αρωματοποίησης του ελαιολάδου με κύμινο που εφαρμόστηκαν ήταν η απευθείας έγχυση του κυμίνου στο ελαιόλαδο και έγχυση κυμίνου στο ελαιόλαδο με σύστημα υπερήχων. Στον απευθείας εμπλουτισμό προστέθηκαν σε 1 L ελαιολάδου 150 g σπόρων κυμίνου που θρυμματίστηκαν και η αναλογία αυτή εντάχθηκε στο εύρος 0,5 έως 20 % του βάρους του ελαιολάδου όπως αναγράφεται στη βιβλιογραφία. Το μείγμα μεταφέρθηκε σε ειδικό αντιδραστήρα με μανδύα, ο οποίος με την κυκλοφορία νερού ψύξης βοήθησε να επιτευχθεί η σταθεροποίηση της θερμοκρασίας στους 25 °C. Πραγματοποιήθηκε η ομογενοποίηση του με αναδευτήρα που περιστρεφόταν στις 1000 rpm και το στάδιο αυτό διήρκεσε αρκετές ώρες και περιλάμβανε δειγματοληπτικό έλεγχο για την εξέλιξη του αρωματισμού. Μέσα από τον έλεγχο αυτόν διαπιστώθηκε ότι μετά από 6 ώρες σημειώθηκε μια πολύ μικρή μεταφορά μάζας που σήμαινε ότι η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια για την απευθείας έγχυση ήταν 6 ώρες. Το εμπλουτισμένο ελαιόλαδο τοποθετήθηκε σε φίλτρο καφέ με στόχο τη διήθηση του και την απομάκρυνση των σπόρων κυμίνου που θρυμματίστηκαν και παρέμεινε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι την επαναχρησιμοποίησή του. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 3 φορές και μετρήθηκαν οι μέσες τιμές των δειγμάτων.

Στον εμπλουτισμό με σύστημα υπερήχων συχνότητας 25 kHz ο αντιδραστήρας υπερήχων περιλάμβανε μια κανάτα διπλού μανδύα κατασκευασμένη από ανοξείδωτο ατσάλι και μέσα σε αυτή κυκλοφορούσε το νερό ψύξης για τη διατήρηση του μείγματος στους 25 °C (Εικόνα 24).



**Εικόνα 24:** Σχήμα του συστήματος αρωματισμού με υπερήχους (**1:** κινητήρας , **2:** αναδευτήρας, **3:** διπλός μανδύας, **4:** μετατροπέας ή μετασχηματιστής, **5:** σύστημα ψύξης, **6:** ελαιόλαδο, **7:** θρυμματισμένοι σπόροι κύμινου, **8:** γεννήτρια υπερήχων) (Assami κ.ά., 2016).

Στον αντιδραστήρα προστέθηκαν 150 g σπόρων κυμίνου μαζί με 1 L ελαιολάδου και πραγματοποιήθηκε ομογενοποίηση του μείγματος κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας του με υπερήχους με την χρήση αναδευτήρα με περιστροφή στις 1000 rpm. Έπειτα, εκτιμήθηκε ο χρόνος κορεσμού του μείγματος μεταξύ 20 και 30' με τη βοήθεια δοκιμών με εφαρμογή υπερήχων. Οπότε, ο χρόνος αρωματοποίησης υπολογίστηκε στα 30'. Το αναμειγμένο διάλυμα ελαιολάδου με σπόρους κυμίνου μεταφέρθηκε για διήθηση σε φίλτρο καφέ για την απομάκρυνση των σπόρων που θρυμματίστηκαν και παρέμεινε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι να αξιολογηθεί για μετέπειτα ανάλυση. Η διαδικασία επαναλήφθηκε 3 φορές και μετρήθηκε η μέση τιμή των δειγμάτων.

Η μελέτη της μεταβολής των τιμών των φυσικοχημικών παραμέτρων, όπως τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, ο αριθμός υπεροξειδίου και οι συντελεστές απορρόφησης k232 και k270, πληρούσε τις απαιτήσεις των πρωτοκόλλων που αναλύονται στους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς. Η αξιολόγηση για την κάθε παράμετρο επαναλήφθηκε 3 φορές και η μέση τιμή μετρήθηκε με βάση την τυπική απόκλιση.

Για τον προσδιορισμό των ελεύθερων λιπαρών οξέων πριν τη διεργασία του εμπλουτισμού τα δείγματα ελαιολάδου υποβλήθηκαν σε διάλυση σε επτάνιο και αναμείχθηκαν με διάλυμα KOH. Οι παραγόμενοι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (FAMES) μεταφέρθηκαν σε αέριο χρωματογράφο που συνδέθηκε με ανιχνευτή μάζας, για να αναλυθούν.

Για την ταυτοποίηση των πτητικών ενώσεων του αιθέριου ελαίου του κυμίνου που αρωμάτισαν τα ελαιόλαδα χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος μαζί με φασματοφωτόμετρο μάζας. Σε φυαλίδιο 20 mL που έχει προεπωαστεί προστέθηκαν περίπου 4 g ελαιολάδου. Οι πτητικές ενώσεις του αιθέριου ελαίου του κυμίνου απορροφήθηκαν σε 30' στο ελαιόλαδο με μαγνητική ανάδευση. Ένας αέριος χρωματογράφος σε συνδυασμό με ανιχνευτή μάζας συνέβαλαν στην ανάλυση τους. Η ανίχνευση των

ενώσεων αυτών ήταν εφικτή με τη σύγκριση των ενώσεων του φάσματος μάζας με πρότυπες ενώσεις. Για τις δοκιμές επιταχυνόμενης οξειδωσης μετρήθηκε η περίοδος επαγωγής και ενσωματώθηκε ξηρός αέρας 20 L/h σε δείγμα ελαιολάδου περίπου 3 g. Η διάλυση των πτητικών προϊόντων οξειδωσης που προήλθαν από τις δοκιμές σε ψυχρό νερό προκάλεσε την άνοδο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Η μεταβολή της αγωγιμότητας οφειλόταν στο μυρμηκικό οξύ και σε καρβοξυλικά οξέα, τα οποία προέκυψαν από την οξειδωση πτητικών ενώσεων. Οι δοκιμές αυτές επαναλήφθηκαν 3 φορές και μετρήθηκε η μέση τιμή των δειγμάτων ελαιολάδου (Assami κ.ά., 2016).

#### **3.2.1.4 Μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη**

Οι 3 μέθοδοι εμπλουτισμού του ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η απευθείας έγχυση των αρωματικών φυτών στο ελαιόλαδο, η προσθήκη των αρωματικών φυτών στις θρυμματισμένες ελιές πριν από τη μάλαξη και ο εμπλουτισμός με εφαρμογή υπερήχων πριν από τη μάλαξη της ελαιόπαστας.

Πριν την πειραματική διαδικασία η ρίγανη και το θυμάρι ήταν ψιλοκομμένα, αποξηραμένα και υπό κενό. Η διαδικασία αυτή περιλάμβανε 3 δείγματα ελαιολάδου που δεν αρωματίστηκαν και δήλωναν τον μάρτυρα (δείγματα ελέγχου), 3 δείγματα ελαιολάδου με ψιλοκομμένα φύλλα θυμαριού και ρίγανης (10 g ανά 1 L ελαιολάδου) που η ανάμειξη τους διήρκησε 15 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου με επόμενο στάδιο τη διήθηση τους μέσω ειδικού χαρτιού Whatman.

Ακόμα, παρασκευάστηκαν 3 δείγματα, στα οποία το θυμάρι και η ρίγανη ενσωματώθηκαν στην ελαιόπαστα (10 g ανά kg ελαιόπαστας) πριν τη μάλαξη και 3 δείγματα που πραγματοποιήθηκε αρωματισμός της ελαιόπαστας με θυμάρι και ρίγανη (10 g ανά kg ελαιόπαστας) και υποβλήθηκαν σε υπερήχους για 6' πριν τη διεργασία της μάλαξης.

Οι 3 μέθοδοι εκτιμήθηκαν ως προς τον χρόνο κατανάλωσης που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση του εμπλουτισμού ελαιολάδου.

Ο προσδιορισμός των παραμέτρων ποιότητας, οι οποίες είναι η ελεύθερη οξύτητα, οι συντελεστές ειδικής απορρόφησης k232 και k270 και ο αριθμός υπεροξειδίων για τα δείγματα εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου βασίστηκε στον Κανονισμό της ΕΕ 1348/2013. Σε ό,τι αφορά τη διεργασία εκχύλισης και την ανάλυση των πολυφαινολών πραγματοποιήθηκε παραλαβή πολικού εκχυλίσματος εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη με εκχύλιση υγρού προς υγρό. Οι πολυφαινόλες αναλύθηκαν με χρωματομετρικές μεθόδους με χρήση αντιδραστηρίου Follin-Ciocalteu και μεθόδου HPLC.

Η δραστηριότητα δέσμευσης ριζών πολικού κλάσματος για τα δείγματα ελαιολάδου και οι δότες υδρογόνου στο πολικό κλάσμα για τα δείγματα προσδιορίστηκαν με την αναγωγή του DPPH σε μεθανόλη.

Ο έλεγχος του ενζύμου της πολυφαινολοξειδάσης πραγματοποιήθηκε με κάποιες αλλαγές και

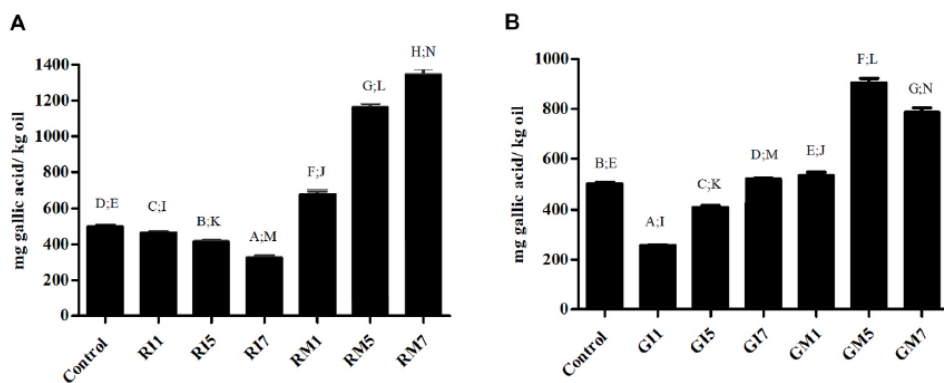
βασίστηκε στην ανάλυση Bradford (Clodoveo κ.ά., 2016).

### **3.2.1.5 Αποτελέσματα μεθόδων εμπλουτισμού**

Σε ό,τι αφορά τα αποτελέσματα των μεθόδων αρωματισμού με σκόρδο και δεντρολίβανο και τις παραμέτρους ποιότητας, η οξύτητα στο εμπλουτισμένο ελαιόλαδο και στις 2 μεθόδους με σκόρδο δε σημείωσε σημαντική μεταβολή. Τα ελαιόλαδα, στα οποία προστέθηκε σκόρδο με έγχυση απευθείας σε αυτά, ελάττωσαν τις τιμές του δείκτη υπεροξειδίου. Οι τιμές k232 ελαττώθηκαν, όταν επιλέχθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση για το σκόρδο. Οι τιμές k270 για το συγκεκριμένο αρωματικό φυτό στη μέθοδο αρωματισμού πριν τη μάλαξη εμφάνισαν μείωση σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ η άλλη μέθοδος ήταν αποτελεσματική στην αύξηση των παραπάνω τιμών για συγκεντρώσεις σκόρδου 5 και 7%. Η μέθοδος αρωματισμού με δεντρολίβανο πριν τη μάλαξη προκάλεσε άνοδο στην τιμή της οξύτητας. Το ίδιο συνέβη και με τον αριθμό υπεροξειδίου, ο οποίος ήταν μεγαλύτερος και από το δείγμα ελέγχου, στην περίπτωση της προσθήκης του δεντρολίβανου πριν τη μάλαξη κάτι που δεν αναμενόταν λόγω της ικανότητας του δεντρολίβανου να προλαμβάνει την υπεροξειδωση. Στην έγχυση απευθείας στο ελαιόλαδο ο αριθμός υπεροξειδίου μειώθηκε για 5% δεντρολίβανο. Οι τιμές k232 ήταν μεγαλύτερες και στις 2 μεθόδους που χρησιμοποιήθηκε το δεντρολίβανο για να προσδώσει άρωμα. Οι τιμές k270 διέφεραν αρκετά από αυτές του μάρτυρα και παρουσίασαν αύξηση ειδικά στη μέθοδο της απευθείας έγχυσης. Η οξειδωτική σταθερότητα ενισχύθηκε συγκριτικά με το δείγμα ελέγχου στην άμεση έγχυση του σκόρδου στο ελαιόλαδο. Η πιο σημαντική επίδραση στην οξειδωτική σταθερότητα μετά την εφαρμογή των 2 μεθόδων ήταν του δεντρολίβανου.

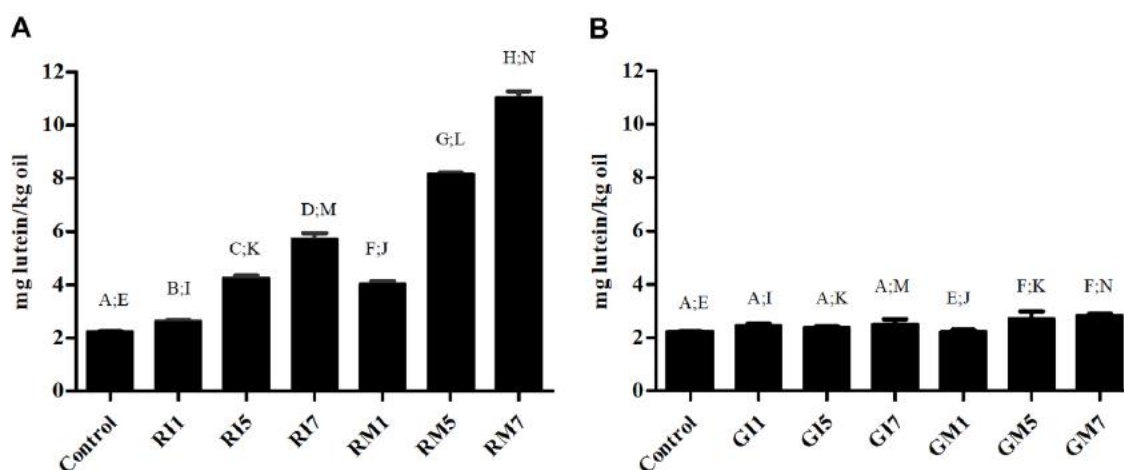
Κατά την οργανοληπτική αξιολόγηση διαπιστώθηκε ότι το σκόρδο που ενσωματώθηκε κατευθείαν στα δείγματα ελαιολάδων, τα οποία συγκρίθηκαν με τον μάρτυρα, βοήθησε την ανάπτυξη εντονότερου χρώματος και την εμφάνιση κάποιων σωματιδίων. Η παρουσία των σωματιδίων αυτών πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι το φιλτράρισμα των ελαιολάδων δεν είναι υποχρεωτικό στη μέθοδο ενσωμάτωσης των αρωματικών φυτών κατά τη μάλαξη. Στην άμεση έγχυση του δεντρολίβανου, ωστόσο το ελαιόλαδο ήταν θολό μαζί με μεγάλο αριθμό σωματιδίων. Στη μέθοδο εμπλουτισμού του δεντρολίβανου κατά τη μάλαξη βελτιώθηκαν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, η γεύση και η οσμή του ελαιολάδου με την προσθήκη δεντρολίβανου ειδικά όταν αυξάνεται η συγκέντρωσή του.

Το φαινολικό περιεχόμενο που εκτιμήθηκε στη μέθοδο ενσωμάτωσης του δεντρολίβανου πριν τη μάλαξη ήταν 2 φορές μεγαλύτερο από το φαινολικό περιεχόμενο του μάρτυρα σε συγκεντρώσεις 5 και 7% (Εικόνα 25).



**Εικόνα 25:** Ολικό φαινολικό περιεχόμενο αρωματισμένων ελαιολάδων με Α)δεντρολίβανο και Β)σκόρδο (Abenoza & Sánchez-Gimeno, 2021).

Τα καρροτενοειδή στην απευθείας μέθοδο εμπλουτισμού με σκόρδο δεν εμφάνισαν διαφορές σε σχέση με τα καρροτενοειδή του μάρτυρα, αλλά στη μέθοδο ενσωμάτωσης σκόρδου σε συγκεντρώσεις 5 και 7% πριν τη μάλαξη διέφεραν σημαντικά (Εικόνα 26). Στο δεντρολίβανο παρατηρήθηκε ότι και οι 2 μέθοδοι αρωματισμού του ελαιολάδου συνέβαλαν στην αύξηση του περιεχομένου σε καρροτενοειδή με μεγαλύτερη επίδραση της μεθόδου που εφαρμόζεται πριν τη μάλαξη (Εικόνα 26).



**Εικόνα 26:** Περιεκτικότητα καρροτενοειδών αρωματισμένων ελαιολάδων με Α)δεντρολίβανο, Β)σκόρδο (Abenoza & Sánchez-Gimeno, 2021).

Η διαθεσιμότητα χλωροφύλλης ήταν αρκετά μεγαλύτερη στις μεθόδους αρωματισμού ελαιολάδου με δεντρολίβανο από τις αντίστοιχες του σκόρδου (Abenoza & Sánchez-Gimeno, 2021).

**Πίνακας 4 :** Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με δεντρολίβανο και τα αποτελέσματά τους.

Αποτελέσματα - Παράμετροι	Μέθοδοι εμπλουτισμού	
	1 <sup>η</sup> μέθοδος : Απευθείας έγχυση δεντρολίβανου στο ελαιόλαδο σε	2 <sup>η</sup> μέθοδος : Ενσωμάτωση δεντρολίβανου στο ελαιόλαδο

	συγκεντρώσεις 1%,5% και 7% w/w	πριν το στάδιο της μάλαξης σε συγκεντρώσεις 1%,5% και 7% w/w
Οξύτητα		Αυξήθηκε.
Δείκτης υπεροξειδίου	Ελαττώθηκε για συγκέντρωση 5% w/w.	Αυξήθηκε σε σχέση με το δείγμα ελέγχου.
K232	Μεγαλύτερες τιμές από το σκόρδο.	Μεγαλύτερες τιμές από το σκόρδο.
K270	Διέφεραν αρκετά από τις τιμές του μάρτυρα και αυξήθηκαν.	Διέφεραν σημαντικά από τις τιμές του μάρτυρα.
Οξειδωτική σταθερότητα	Αυξήθηκε.	Αυξήθηκε.
Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	Θολό ελαιόλαδο και πολλά σωματίδια.	Βελτίωση χρώματος, γεύσης και οσμής ειδικά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (5% και 7% w/w).
Φαινολικό περιεχόμενο		2 φορές μεγαλύτερο από το φαινολικό περιεχόμενο του μάρτυρα για συγκεντρώσεις 5% και 7% w/w.
Καροτενοειδή	Αύξηση περιεχομένου καροτενοειδών.	Μεγαλύτερη αύξηση περιεχομένου καροτενοειδών από την 1 <sup>η</sup> μέθοδο.
Χλωροφύλλη	Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα χλωροφύλλης.	Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα χλωροφύλλης.

**Πίνακας 5 :** Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιόλαδου με σκόρδο και τα αποτελέσματα τους.

Αποτελέσματα-Παράμετροι	Μέθοδοι εμπλουτισμού	
	1 <sup>η</sup> μέθοδος : Απευθείας έγχυση σκόρδου στο ελαιόλαδο σε συγκεντρώσεις 1%,5% και 7% w/w	2 <sup>η</sup> μέθοδος : Ενσωμάτωση σκόρδου στο ελαιόλαδο πριν το στάδιο της μάλαξης σε συγκεντρώσεις 1%,5% και 7% w/w
Οξύτητα	Δε σημειώθηκε σημαντική μεταβολή.	Δε σημειώθηκε σημαντική μεταβολή.
Δείκτης υπεροξειδίου	Ελαττώθηκε.	
K232	Μειώθηκε για συγκεντρώσεις 5 και 7% w/w.	Μειώθηκε για συγκεντρώσεις 5 και 7% w/w.
K270	Αυξήθηκε για συγκεντρώσεις 5 και 7% w/w.	Μειώθηκε σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή του μάρτυρα.
Οξειδωτική σταθερότητα	Αυξήθηκε σε σχέση με το δείγμα ελέγχου.	Αυξήθηκε.



Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά	Ανάπτυξη εντονότερου χρώματος και εμφάνισης σωματιδίων.	
Φαινολικό περιεχόμενο		
Καροτενοειδή	Δε διέφεραν από τα καροτενοειδή του μάρτυρα.	Διέφεραν σημαντικά σε συγκεντρώσεις 5 και 7% w/w.
Χλωροφύλλη	Μικρότερη διαθεσιμότητα χλωροφύλλης.	Μικρότερη διαθεσιμότητα χλωροφύλλης.

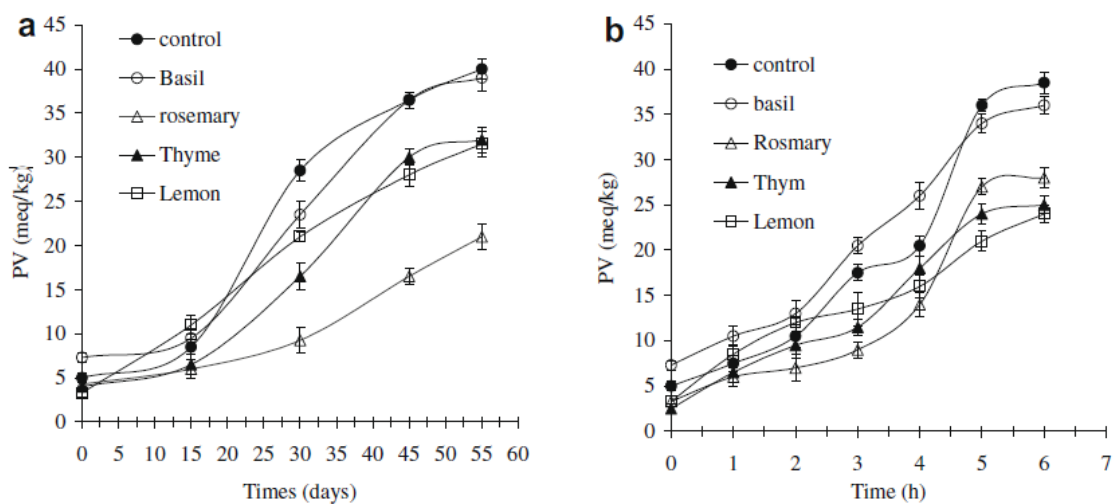
Τα αποτελέσματα που αφορούν τις αλλαγές στις φυσικοχημικές ιδιότητες των ελαιολάδων που προστέθηκαν θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικός, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι παρουσιάζονται παρακάτω.

Η ελεύθερη οξύτητα των αρωματισμένων ελαιολάδων αυξήθηκε ελαφρώς λόγω της έγχυσης αρωματικών φυτών στα ελαιόλαδα. Από όλα τα εμπλουτισμένα ελαιόλαδα αυτά που ξεχώρισαν για την αυξημένη τους ελεύθερη οξύτητα ήταν τα ελαιόλαδα με δεντρολίβανο, λεβάντα, φασκόμηλο, λεμόνι και θυμάρι. Οι τιμές τους όμως ήταν μικρότερες από τα όρια που έχει θεσπίσει ο Κανονισμός 2568/91 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο. Η έγχυση αρωματικών φυτών επιφέρει αλλαγές στην πυκνότητα και το ιξώδες του ελαιολάδου. Η αύξηση της πυκνότητας και του ιξώδους επιβεβαιώθηκε στην περίπτωση αρωματισμού με λεμόνι, λεβάντα και μέντα. Ωστόσο, το ιξώδες και η πυκνότητα στην έγχυση με θυμάρι και βασιλικό δεν παρουσίασαν σημαντικές μεταβολές. Ο αρωματισμός των ελαιολάδων προκαλεί μικρή μείωση της χρωματικής παραμέτρου  $L^*$  που σημαίνει πιο σκούρο χρώμα για όλα τα ελαιόλαδα εκτός από αυτό που εμπλουτίστηκε με θυμάρι, το οποίο μειώνει περισσότερο την παράμετρο  $L^*$ . Ωστόσο, οι παράμετροι  $a^*$  και  $b^*$  δεν διέφεραν σε σημαντικό βαθμό για όλα τα αρωματισμένα ελαιόλαδα, σε αντίθεση με το ελαιόλαδο που προστέθηκε θυμάρι, όπου το  $a^*$  αυξήθηκε και το  $b^*$  μειώθηκε.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης σε παγκόσμια κλίμακα οι δοκιμαστές που επιλέχθηκαν προτίμησαν βασιζόμενοι στη συνολική αποδοχή αρωματικά ελαιόλαδα με λεμόνι, θυμάρι, δεντρολίβανο, βασιλικό, μέντα, φασκόμηλο και λεβάντα. Από την αξιολόγηση για τα αρωματισμένα ελαιόλαδα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι οι δοκιμαστές έδειξαν μεγαλύτερη προτίμηση στο χρώμα του ελαιολάδου για το οποίο διακρίνονται τα εμπλουτισμένα ελαιόλαδα με δεντρολίβανο και βασιλικό και μεγαλύτερη προτίμηση στη γεύση του ελαιολάδου ξεχωρίζοντας τα ελαιόλαδα στα οποία προστέθηκαν λεμόνι και θυμάρι. Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα έγινε η επιλογή των αρωματισμένων ελαιολάδων με βασιλικό, δεντρολίβανο, λεμόνι και θυμάρι, προκειμένου να ελεγχθεί η θερμική σταθερότητα.

Πριν τον έλεγχο θερμικής σταθερότητας των ελαιολάδων που επιλέχθηκαν οι τιμές του αριθμού υπεροξειδίου τους ήταν χαμηλότερες από τις μέγιστες επιτρεπόμενες που θα τα κατέτασσαν στην κατηγορία των εξαιρετικών παρθένων ελαιολάδων βάση Ευρωπαϊκού Κανονισμού που θεσπίστηκε για

το παρθένο ελαιόλαδο. Οι χαμηλότερες τιμές αυτές επιβεβαιώθηκαν στο αρχικό στάδιο όπου παρατηρήθηκε χαμηλός ρυθμός οξείδωσης, ο οποίος στη συνέχεια αυξήθηκε αρκετά. Το αρχικό αυτό στάδιο ορίζεται ως περίοδος ή χρόνος επαγωγής (induction period or time). Όταν τα αρωματισμένα ελαιόλαδα εξαιρουμένου του ελαιολάδου με δεντρολίβανο υποβλήθηκαν σε θέρμανση στους 60 °C για 30 ημέρες (Εικόνα 27), αυξήθηκε απότομα η κλίση της γραφικής παράστασης του αριθμού υπεροξειδίου συναρτήσει του χρόνου θέρμανσης λόγω επιτάχυνσης της οξείδωσης, διότι ο ρυθμός παραγωγής υπεροξειδίου υπερίσχυσε του ρυθμού θερμικής αποσύνθεσης. Ωστόσο, σε συνθήκες θέρμανσης στους 130 °C η ομαλή κλίση μεταξύ αριθμού υπεροξειδίου και χρόνου θέρμανσης υποδηλώνει ότι υπάρχει ισορροπία μεταξύ οξείδωσης και θερμικής αποσύνθεσης.



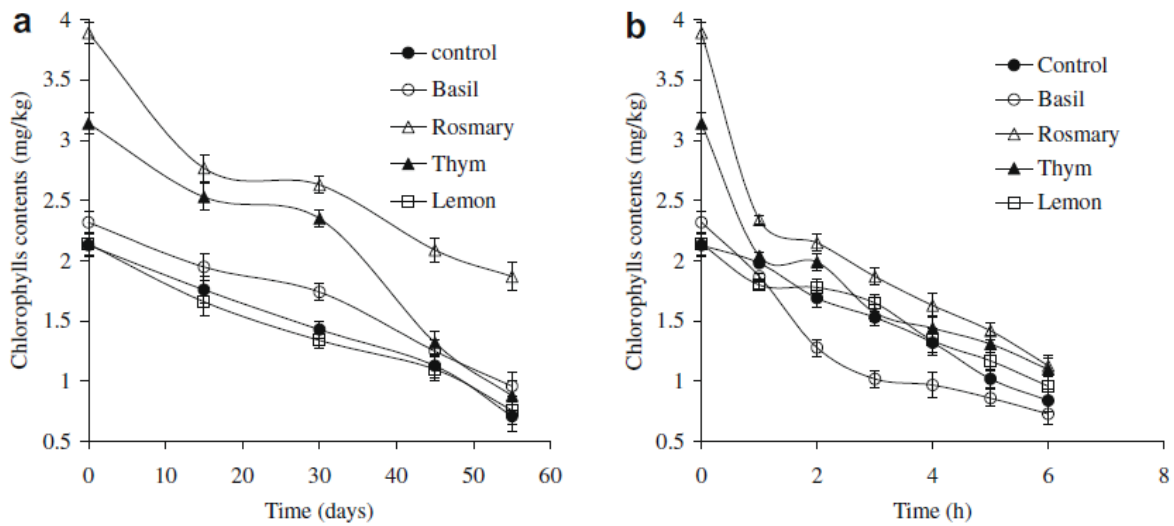
**Εικόνα 27:** Μεταβολή του αριθμού υπεροξειδίου των αρωματισμένων ελαιολάδων κατά τη διάρκεια της θερμικής οξείδωσης στους a)60 °C, b)130 °C (Ayadi κ.ά., 2009).

Τα αποτελέσματα του ελέγχου θερμικής σταθερότητας έδειξαν ότι το ελαιόλαδο ελέγχου και το ελαιόλαδο που αρωματίστηκε με βασιλικό εμφάνισαν μικρότερη σταθερότητα, τα εμπλουτισμένα ελαιόλαδα με λεμόνι και θυμάρι ήταν περισσότερο θερμικά σταθερά και το ελαιόλαδο στο οποίο πραγματοποιήθηκε προσθήκη δεντρολίβανου σημείωσε τη μεγαλύτερη θερμική σταθερότητα σε σχέση με το ελαιόλαδο ελέγχου.

Αναφορικά με τις τιμές k232 και k270 που σχετίστηκαν με τον χρόνο θέρμανσης, για όλα τα αρωματισμένα ελαιόλαδα πριν τη θέρμανση διαπιστώθηκε ότι οι τιμές k232 και k270 για αυτά είναι μικρότερες από αυτές που απαιτεί ο Κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2568/91 για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παρθένο ελαιολάδου. Για ελαιόλαδα που θερμάνθηκαν στους 60 °C οι τιμές k232 παρουσίασαν αύξηση στο αρχικό στάδιο θέρμανσης τις πρώτες 15 ημέρες και με το πέρας αυτού η αύξηση ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα. Μετά από διάστημα 45 ημερών θέρμανσης όλα τα αρωματισμένα ελαιόλαδα εμφάνισαν k232 μεγαλύτερο από 2,5 και επομένως σημειώθηκε σημαντική αύξηση της τιμής αυτής. Για τα θερμαινόμενα εγχυμένα ελαιόλαδα στους 130 °C η τιμή k232 παρατηρήθηκε

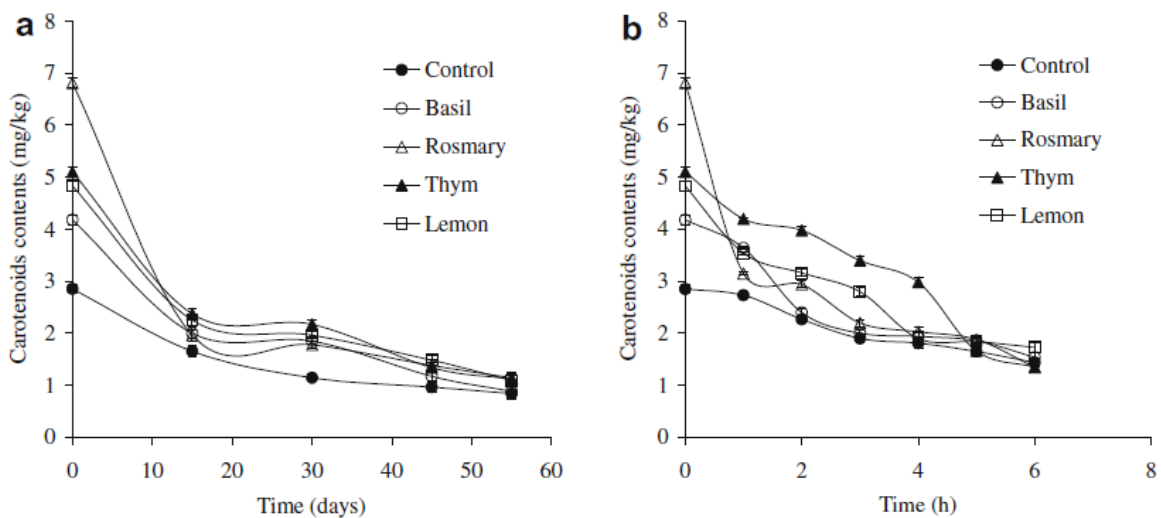
αξιοσημείωτη αύξηση μέσα σε 1 ώρα. Αφού ολοκληρώθηκε το αρχικό στάδιο, οι τιμές k232 παρουσίασαν αργή άνοδο μέχρι που έφτασαν σε τιμές 2,3 και 2,9 για ελαιόλαδο που προστέθηκε δεντρολίβανο και ελαιόλαδο ελέγχου αντίστοιχα. Το αποτέλεσμα αυτό της θέρμανσης στους 130 °C, όμως είναι επιζήμιο για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των ελαιολάδων σε μικρό χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα στις τιμές k232 φάνηκε να ισοσταθμίζονται με αυτά που εμφανίστηκαν στις τιμές k270. Τα k270 σημείωσαν σημαντική άνοδο σε συνθήκες θέρμανσης στους 60 °C μετά από 45 ημέρες. Το στάδιο αυτό ορίστηκε ως η έναρξη της επιταχυνόμενης περιόδου υποβάθμισης της ποιότητας, όπως και στις τιμές k232. Τα αποτελέσματα παρέμειναν ίδια και στη θέρμανση στους 130 °C, όπου οι τιμές k270 αυξήθηκαν εντός 1 ώρας.

Κατά την αποθήκευση των ελαιολάδων, οι τιμές αριθμού υπεροξειδίου, k232 και k270 για αρωματισμένα ελαιόλαδα με δεντρολίβανο και θυμάρι ήταν χαμηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές που σχετίστηκαν με το ελαιόλαδο ελέγχου και αυτό που αρωματίστηκε με βασιλικό. Έτσι, αποδεικνύεται η μεγαλύτερη θερμική σταθερότητα των ελαιολάδων με έγχυση δεντρολίβανου και θυμαριού. Συγκεκριμένα, στις 55 ημέρες θέρμανσης των αρωματικών ελαιολάδων στους 60 °C και με τη συμπλήρωση 6 ωρών με θέρμανση στους 130 °C το δεντρολίβανο παρουσίασε μεγαλύτερη θερμική σταθερότητα από το θυμάρι με το λεμόνι και τον βασιλικό να έπονται. Η μεγαλύτερη θερμική σταθερότητα αποδόθηκε στις αντιοξειδωτικές μη πτητικές ενώσεις των αιθέριων ελαίων του κάθε αρωματικού φυτού και πιο συγκεκριμένα στη σταθερότητα των αντιοξειδωτικών ενώσεων που επιβεβαιώθηκε με τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση του δεντρολίβανου από τη ρίγανη. Η οξειδωτική σταθερότητα επηρεάζεται από τις πολυφαινόλες, τα καροτενοειδή και τις χλωροφύλλες λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης στο σκοτάδι και της προοξειδωτικής τους δράσης στο φως. Η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των εμπλουτισμένων ελαιολάδων με αρωματικά φυτά κατά τη θερμική οξείδωση ελαττώθηκε σε σημαντικό βαθμό για όλα τα εγχυμένα ελαιόλαδα που θερμάνθηκαν στους 60 °C και 130 °C. Συνεπώς, το περιεχόμενο χλωροφύλλης παρουσίασε μείωση σε 1 ώρα θέρμανσης στους 130 °C για όλα τα ελαιόλαδα σε αντίθεση με την θέρμανση στους 60 °C που μειώθηκε στις 30 ημέρες (Εικόνα 28).



**Εικόνα 28:** Μεταβολή του περιεχομένου χλωροφύλλης των αρωματισμένων ελαιολάδων κατά τη διάρκεια της θερμικής οξείδωσης στους 60 και 130 °C (Ayadi κ.ά., 2009).

Τα καροτενοειδή ως προς την θερμική ή οξειδωτική σταθερότητα έδρασαν με παρόμοιο τρόπο με τις χλωροφύλλες. Επομένως, κατά τη θέρμανση στους 60 °C σε όλες τις περιπτώσεις αρωματικών ελαιολάδων το περιεχόμενο σε καροτενοειδή μειώθηκε κατά πολύ μετά από 15 ημέρες (Εικόνα 29). Με την ολοκλήρωση του σταδίου αυτού η περιεκτικότητα σε καροτενοειδή σταθεροποιήθηκε. Τα ίδια αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν και στους 130 °C (Εικόνα 29). Συμπερασματικά, η μείωση του περιεχομένου χλωροφύλλης ως προς τον χρόνο θέρμανσης ήταν συνεχόμενη, ενώ η μείωση της περιεκτικότητας σε καροτενοειδή ήταν ραγδαία μετά από μικρής χρονικής διάρκειας θέρμανση μέχρι μία σταθερή τιμή. Για αυτό τον λόγο τα καροτενοειδή είναι περισσότερο θερμοευαίσθητα από τις χλωροφύλλες.



**Εικόνα 29:** Μεταβολή του περιεχομένου καροτενοειδών των αρωματισμένων ελαιολάδων κατά τη διάρκεια της θερμικής οξείδωσης στους 60 και 130 °C (Ayadi κ.ά., 2009).

Οι πολυφαινόλες έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στη σταθερότητα κατά την αποθήκευση και θέρμανση των αρωματισμένων ελαιολάδων. Πριν τη θέρμανση το ελαιόλαδο που εμπλουτίστηκε με βασιλικό κατείχε μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες από τα υπόλοιπα που οι τιμές τους είχαν συγκεκριμένο εύρος διακύμανσης. Ο συνολικός αριθμός φαινολικών ενώσεων του εγχυμένου ελαιολάδου με βασιλικό παρατηρήθηκε ότι ελαττώθηκε πριν πραγματοποιηθεί η θέρμανση στους 60 °C. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι το ολικό φαινολικό περιεχόμενο μειωνόταν με αργό αλλά συνεχή ρυθμό για το ελαιόλαδο ελέγχου καθώς και για τα υπόλοιπα. Η συνολική περιεκτικότητα σε φαινόλες για το ελαιόλαδο που είναι αρωματισμένο με δεντρολίβανο, αφού μειωνόταν αργά, σταθεροποιήθηκε σε διάστημα 55 ημερών. Κατά τη θέρμανση στους 130 °C ελαττώθηκε αμέσως ο αριθμός όλων των φαινολικών ενώσεων για τα εμπλουτισμένα ελαιόλαδα με βασιλικό και θυμάρι, αλλά στο ελαιόλαδο ελέγχου και στα ελαιόλαδα που προστέθηκαν λεμόνι και δεντρολίβανο η μείωση συνέβη σε χαμηλούς ρυθμούς (Ayadi κ.ά., 2009).

**Πίνακας 6:** Μέθοδος απευθείας εμπλουτισμού ελαιολάδου με θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι και τα αποτελέσματά τους.

Παράμετροι ποιότητας	Μέθοδος απευθείας εμπλουτισμού στο ελαιόλαδο με θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι σε περιεκτικότητα 5% w/w
	Αποτελέσματα
Ελεύθερη οξύτητα	Ξεχώρισαν για την αυξημένη ελεύθερη οξύτητα το θυμάρι, το δεντρολίβανο, η λεβάντα, το ξύσμα λεμονιού και το λευκό φασκόμηλο.
Πυκνότητα-ιξώδες	Επιβεβαιώθηκε αύξηση στην περίπτωση αρωματισμού με λεβάντα, ξύσμα λεμονιού και μέντα, ενώ δε σημειώθηκαν σημαντικές μεταβολές στο θυμάρι και το βασιλικό.
Χρωματικές παράμετροι (L* , a* , b*)	Παρατηρήθηκε πιο σκούρο χρώμα σε όλα εκτός από το θυμάρι.
Ρυθμός οξείδωσης	Αυξήθηκε σε όλα εκτός από το δεντρολίβανο.
Θερμική σταθερότητα	Σημειώθηκε μικρότερη θερμική σταθερότητα στο ελαιόλαδο αρωματισμένο με βασιλικό σε σχέση με το ελαιόλαδο ελέγχου, ενώ περισσότερο θερμικά σταθερά εμφανίστηκαν τα ελαιόλαδα με λεμόνι και θυμάρι. Μεγαλύτερη θερμική σταθερότητα λόγω της σταθερότητας της αντιοξειδωτικής του δράσης διαπιστώθηκε στο δεντρολίβανο.
Αριθμός υπεροξειδίου-k232-k270	Κατά την αποθήκευση του ελαιολάδου με δεντρολίβανο και θυμάρι οι τιμές τους ήταν χαμηλότερες από το ελαιόλαδο ελέγχου και αυτό με βασιλικό.

**Πίνακας 7:** Αποτελέσματα παραμέτρων ποιότητας σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία και τον χρόνο θέρμανσης για τον απευθείας αρωματισμό του ελαιόλαδου με θυμάρι, δεντρολίβανο, λεβάντα, βασιλικό, ξύσμα λεμονιού, λευκό φασκόμηλο, σκόρδο, μέντα και γεράνι σε περιεκτικότητα 5% w/w.

Παράμετροι ποιότητας συναρτήσει θερμοκρασίας και χρόνου θέρμανσης	Θερμοκρασίες θέρμανσης	
	60°C	130°C
Χλωροφύλλες	Συνεχόμενη μείωση του περιεχομένου χλωροφύλλης ως προς τον χρόνο θέρμανσης (30 ημέρες).	
Καροτενοειδή	Ραγδαία μείωση περιεχομένου καροτενοειδών σε περίοδο 15 ημερών και μετά σταθερότητα (είναι περισσότερο θερμοευαίσθητα σε σχέση με τη χλωροφύλλη).	
Πολυφαινόλες	Μείωση πριν τη θέρμανση στους 60°C με βασιλικό. Το ελαιόλαδο ελέγχου και όλα τα υπόλοιπα έχουν αργό αλλά συνεχή ρυθμό μείωσης, ενώ με το δεντρολίβανο παρουσιάζει αργή μείωση και σταθεροποίηση στις 55 ημέρες.	Άμεση μείωση του συνόλου των φαινολικών ενώσεων με βασιλικό και θυμάρι. Στο ελαιόλαδο ελέγχου και στα ελαιόλαδα με λεμόνι και δεντρολίβανο έχουμε μείωση σε χαμηλούς ρυθμούς.
K232	Μετά από 45 ημέρες για όλα τα αρωματισμένα ελαιόλαδα αυξήθηκε (>2,5).	Παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη αύξηση αλλά και σοβαρή ζημιά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Μετά την 1 ώρα υπήρξε αργή άνοδος στην k232 για το δεντρολίβανο και το ελαιόλαδο ελέγχου.
K270	Σημαντική άνοδος όπως και στην k232 στις ίδιες συνθήκες χρόνου και θερμοκρασίας.	

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε από τη σύγκριση των 2 δειγμάτων που παρασκευάστηκαν με τις 2 μεθόδους εμπλουτισμού (με απευθείας έγχυση κυμίνου στο ελαιόλαδο και με έγχυση κυμίνου στο ελαιόλαδο με υπερήχους) και ενός δείγματος που δεν αρωματίστηκε με κύμινο.

Στην αξιολόγηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων σημειώθηκε ότι και τα 3 διαφορετικά δείγματα ελαιολάδων (ελαιόλαδο που δεν εφαρμόστηκε κάποια μέθοδος εμπλουτισμού, ελαιόλαδο με απευθείας έγχυση κυμίνου και ελαιόλαδο με έγχυση κυμίνου μέσω συστήματος υπερήχων) ήταν χαμηλότερες από την οριακή τιμή 0,8 g ελαϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου που αντιστοιχεί στο παρθένο ελαιόλαδο σύμφωνα με τη Διεθνή Κοινότητα Ελαιολάδου (IOOC). Το εύρος των τιμών των ελεύθερων λιπαρών οξέων κυμάνθηκε από 0,46 g ελαϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου για το ελαιόλαδο

που δεν εμπλουτίστηκε μέχρι 0,53 g ελαϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου για το αρωματισμένο ελαιολάδο με υπερήχους. Η τιμή του αριθμού υπεροξειδίου του ελαιολάδου που προστέθηκε απευθείας κύμινο αυξήθηκε συγκριτικά με την τιμή του μη εμπλουτισμένου ελαιολάδου, αλλά η αύξηση αυτή δεν ήταν αισθητή λαμβάνοντας υπόψη την τιμή των 20 meq O<sub>2</sub> ανά kg ελαιολάδου σύμφωνα με την IOOC. Οι συντελεστές ειδικής απορρόφησης k232 και k270 ήταν ελαφρώς αυξημένοι για τα εγχυμένα δείγματα μέσω υπερήχων σε σχέση με δείγματα που εφαρμόστηκε απευθείας έγχυση. Η άνοδος των τιμών αυτών λόγω παραγωγής συζευγμένων διενίων και δευτερογενών προϊόντων οξειδωσης εντάχθηκε στα επιθυμητά όρια που θεσπίστηκαν από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Πιθανότατα, η άνοδος οφειλόταν στη γρήγορη αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας των έντονων τριβών που αντιστάθμισε το μεγάλο ιξώδες του ελαιολάδου κατά τη διεργασία αρωματισμού με σύστημα υπερήχων. Συμπερασματικά για τις τιμές των ελεύθερων λιπαρών οξέων και k232 για τα 3 διαφορετικά δείγματα παρά το γεγονός ότι αυξήθηκαν σημαντικά στη στατιστική καταγραφή, εξακολουθούσαν να είναι μικρότερες από τις τιμές της IOOC. Επομένως, αποδείχθηκε ότι το σύστημα υπερήχων δεν εμφάνισε επίδραση στην ποιότητα του ελαιολάδου.

Στα αποτελέσματα των δοκιμών επιταχυνόμενης οξειδωσης, τα οποία αποδείχθηκαν και στη στατιστική ανάλυση, τη μέγιστη τιμή περιόδου επαγωγής (IP) κατείχαν τα ελαιολάδα που αρωματίστηκαν με υπέρηχους και ακολούθησαν οι τιμές για το ελαιολάδο με άμεση έγχυση και αυτό που δεν εμπλουτίστηκε με κύμινο. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του αιθέριου ελαίου του κυμίνου προκάλεσαν μεγάλη αύξηση στις τιμές της περιόδου επαγωγής και περισσότερο για τα δείγματα ελαιολάδου που προστέθηκε το αρωματικό φυτό με σύστημα υπερήχων, ώστε να εμφανίσουν καλύτερα αποτελέσματα από τα δείγματα με απευθείας έγχυση. Άρα, η μέθοδος με υπέρηχους που συνέβαλε στην παραπάνω αύξηση, είχε αντίκτυπο στη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των αρωματισμένων ελαιολάδων.

Στη μελέτη σύνθεσης των λιπαρών οξέων παρατηρήθηκαν ελάχιστες διαφορές για αρωματισμένα ελαιολάδα με υπέρηχους και μη αρωματισμένα. Επομένως, δεν υπήρχε επίδραση του εμπλουτισμού στη σύνθεση λιπαρών οξέων. Η τιμή των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (MUFAs) δε μεταβλήθηκε με την επεξήγηση ότι δε συνέβη οξείδωση κατά τη διεργασία της έγχυσης του κύμινου. Ο λόγος ελαϊκού οξέος ως προς λινελαϊκό οξύ βρέθηκε μεγαλύτερος για τα αρωματικά ελαιολάδα με υπέρηχους που αντιστοιχεί σε ελαιολάδο με μεγάλη διατηρησιμότητα και μετά ο λόγος των μη αρωματικών και των ελαιολάδων που αρωματίστηκαν απευθείας.

Για τη σύγκριση των μεθόδων εμπλουτισμού των δειγμάτων ελαιολάδου η καρβόνη και το λιμονένιο χρησιμοποιήθηκαν ως ενώσεις αναφοράς για την εκτίμηση του επιπέδου εμπλουτισμού των δειγμάτων. Οι 2 ενώσεις αυτές εκχυλίστηκαν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις σε δείγματα ελαιολάδου και αναλύθηκαν με αέρια χρωματογραφία. Η αποτελεσματικότητα των μεθόδων εμπλουτισμού αξιολογήθηκε ακόμα περισσότερο με τη καταγραφή δειγμάτων ελαιολάδου σε διαφορετικές περιόδους αρωματισμού. Καθ' όλη τη διάρκεια του εμπλουτισμού παρατηρήθηκε ότι η μέθοδος απευθείας έγχυσης

διέφερε σε σημαντικό βαθμό από τη μέθοδο έγχυσης με υπέρηχους. Το σύστημα υπερήχων συνέβαλε στην ανάκτηση του μεγαλύτερου ποσοστού του αιθέριου ελαίου του κυμίνου σε 10' και του συνολικού σε 30' και στη διαμόρφωση μέγιστης τιμής για την καρβόνη και το λιμονένιο σε αντίθεση με τον απευθείας εμπλουτισμό που ανέκτησε χαμηλότερο ποσοστό αιθέριου ελαίου και περιλάμβανε μικρότερες συγκεντρώσεις για τις βιοδραστικές ενώσεις που αναφέρθηκαν. Ακόμα και μετά από χρονικό διάστημα 12 ωρών σημειώθηκαν μικρότερες τιμές για καρβόνη και λιμονένιο στην περίπτωση της απευθείας έγχυσης από τις αντίστοιχες τιμές της μεθόδου με υπέρηχους. Τα αποτελέσματα αυτά εμφάνισαν ομοιότητες με τη μέθοδο εμπλουτισμού του ελαιολάδου με βασιλικό με εφαρμογή συστήματος υπερήχων, όπου η ολική ανάκτηση του αιθέριου ελαίου του αρωματικού φυτού ολοκληρώθηκε σε 30' και οι τιμές των κύριων βιοδραστικών ενώσεων του ήταν διπλάσιες από τις τιμές της απευθείας έγχυσης 72 ωρών. Η διαφορά των μεθόδων οφειλόταν στο ότι οι υπέρηχοι κατάφεραν να επιταχύνουν τη μεταφορά της μάζας των βιοδραστικών ενώσεων του αιθέριου ελαίου στο ελαιολάδο (Assami κ.ά., 2016).

**Πίνακας 8:** Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με κύμινο και τα αποτελέσματά τους.

Παράμετροι ποιότητας	Δείγμα ελέγχου	Μέθοδος απευθείας έγχυσης κύμινου στο ελαιολάδο	Μέθοδος έγχυσης κύμινου στο ελαιολάδο με σύστημα υπερήχων
Ελεύθερα λιπαρά οξέα	Χαμηλότερη τιμή από την οριακή 0,8 g ελαιϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου. Η ελάχιστη τιμή ορίζεται στα 0,46 g ελαιϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου.	Χαμηλότερη από την οριακή τιμή 0,8 g ελαιϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου.	Χαμηλότερη από την οριακή τιμή 0,8 g ελαιϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου. Η μέγιστη τιμή ορίζεται στα 0,53 g ελαιϊκού οξέος ανά 100 g ελαιολάδου.
Αριθμός υπεροξειδίων		Όχι αισθητή αύξηση της τιμής του υπεροξειδίου σε σχέση με το δείγμα ελέγχου λαμβάνοντας υπόψη την οριακή τιμή των 20 meq O <sub>2</sub> ανά kg ελαιολάδου.	
K232-k270			Ελαφρώς αυξημένη τιμή σε σχέση με δείγματα όπου εφαρμόστηκε απευθείας έγχυση λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας που προκάλεσαν οι έντονες τριβές.
Περίοδος επαγωγής (IP)	Ελάχιστη τιμή	Ενδιάμεση	Μέγιστη τιμή λόγω των



			αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του αιθέριου ελαίου του κύμινου με καλύτερα αποτελέσματα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αρωματισμένων ελαιολάδων.
Σύνθεση λιπαρών οξέων	Ελάχιστες διαφορές με τα αρωματισμένα ελαιόλαδα με υπερήχους.		
Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFAs)		Δε μεταβλήθηκε η τιμή τους λόγω μη οξείδωσης κατά τη διεργασία έγχυσης του κύμινου.	Δε μεταβλήθηκε η τιμή τους λόγω μη οξείδωσης κατά τη διεργασία έγχυσης του κύμινου.
$\frac{\text{ελαϊκό οξύ}}{\text{λινελαϊκό οξύ}}$	Ενδιάμεση τιμή	Μικρότερη τιμή	Ο λόγος ελαϊκού οξέος προς λινελαϊκό οξύ έχει τη μεγαλύτερη τιμή και προσδίδει μεγαλύτερη διατηρησιμότητα στο ελαιόλαδο.
Επίπεδο εμπλουτισμού με καρβόνη και λιμονένιο		Ανάκτηση χαμηλότερου ποσοστού αιθέριου ελαίου κύμινου και μικρότερες συγκεντρώσεις των 2 βιοδραστικών ενώσεων (καρβόνη και λιμονένιο) ακόμη και 12 ώρες μετά την απευθείας έγχυση.	Ανάκτηση του μεγαλύτερου ποσοστού του αιθέριου ελαίου του κύμινου σε 10' και του συνολικού σε 30' και μέγιστη τιμή των τερπενοειδών του. *1

\*1: Παρόμοια αποτελέσματα ανάκτησης του συνολικού ποσοστού του αιθέριου ελαίου του κύμινου με τη μέθοδο εμπλουτισμού με εφαρμογή υπερήχων που εφαρμόστηκε στο βασιλικό.

Στην εκτίμηση των μεταβολών που προκαλεί η μέθοδος εμπλουτισμού με υπερήχους στις παραμέτρους ποιότητας ελάττωσε κατά πολύ την ελεύθερη οξύτητα, τον αριθμό υπεροξειδίου, το k232 και το k270 για όλα τα δείγματα. Επομένως, οι παράμετροι ποιότητας για τη συγκεκριμένη μέθοδο δεν διέφεραν σημαντικά. Ωστόσο, η πιθανότητα να διαφέρουν τα αποτελέσματα επηρεάζεται από την ποικιλία ελιάς, την παρουσία νερού και ενζύμων στο ελαιόλαδο και το σύστημα που αναλαμβάνει την ξήρανση των αρωματικών φυτών. Αυτοί οι παράγοντες ενδέχεται να έχουν επίδραση στην ικανότητα αποθήκευσης του αρωματισμένου ελαιολάδου.

Κατά την αξιολόγηση του ολικού περιεχομένου σε πολυφαινόλες των διαφορετικών δειγμάτων με εφαρμογή HPLC ταυτοποιήθηκαν 35 φαινολικές ενώσεις (που βρέθηκαν στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο ή στα αρωματισμένα ελαιόλαδα) λόγω των αποπρωτονιωμένων μοριακών τους ιόντων, των ιόντων θραύσματος και της σειράς έκλουσης. Η θετική επίδραση στο ολικό φαινολικό περιεχόμενο που συνεπάγεται ανάλογη αύξηση της βιοδραστικότητας οφείλεται στην ενσωμάτωση θυμαριού και ρίγανης στις ελιές που θρυμματίστηκαν πριν τη μάλαξη. Στο ολικό φαινολικό περιεχόμενο διαπιστώθηκε μικρή αλλά σημαντική αύξηση στα δείγματα που αρωματίστηκαν απευθείας με ρίγανη αντί για θυμάρι συγκρινόμενα με δείγματα ελέγχου. Αντίθετο αποτέλεσμα εμφάνισε η ενσωμάτωση των αρωματικών φυτών στην ελαιόπαστα πριν τη μάλαξη με τη μεγάλη άνοδο του ολικού φαινολικού περιεχομένου. Στην περίπτωση των δειγμάτων που τα βότανα ενσωματώθηκαν στην ελαιόπαστα πριν τη μάλαξη η τιμή για το ολικό φαινολικό περιεχόμενο ήταν σχεδόν 3 φορές μεγαλύτερη από τα ελαιόλαδα που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες και αυτά που παρασκευάστηκαν με άμεση έγχυση του θυμαριού και της ρίγανης. Η παραπάνω αύξηση ήταν αποτέλεσμα του ποσοστού υγρασίας των αρωματικών φυτών που αναμείχθηκε με τα ελαιόλαδα και παρουσίασε το ρόλο του διαλύτη, προκειμένου να βελτιωθεί η εκχύλιση των πολικών ενώσεων του θυμαριού και της ρίγανης που επιβεβαιώθηκε από την αύξηση της περιεκτικότητας των οργανικών οξέων, όπως το κουμαρικό και το ροσμαρινικό οξύ και των φλαβονοειδών με κυριότερα την κερκετίνη και την απιγενίνη, στην περίπτωση χρήσης αποξηραμένων βοτάνων. Με τη συνεχή ανάμειξη των αρωματικών φυτών με την ελαιόπαστα απελευθερώθηκαν οι φαινόλες τους στην ελαιώδη φάση, γεγονός που συνέβαλε στην επιτάχυνση των μεθόδων εμπλουτισμού και οι γλυκοσιδικές φαινόλες του θυμαριού και της ρίγανης διαχωρίστηκαν με υδρόλυση μέσω της ενεργοποίησης του ενζύμου β-γλυκοσιδάσης κατά τη διάρκεια της μάλαξης. Στην περίπτωση της έλλειψης υγρασίας των βοτάνων που ενσωματώθηκαν στο ελαιόλαδο, η διάχυση των πολικών φαινολών τους σε αυτό περιορίστηκε, πράγμα που επιβεβαιώθηκε με την απουσία γλυκοσιδικών παραγώγων.

Η μέθοδος αρωματισμού με υπερήχους προκάλεσε διαταραχές των βιολογικών κυτταρικών τοιχωμάτων και την υψηλότερη απελευθέρωση πολυφαινολών τόσο από θυμάρι και ρίγανη, όσο και από ελαιόπαστα που διαπιστώθηκε από τις υψηλότερες περιεκτικότητες παραγώγων τυροσόλης, υδροξυτυροσόλης και ελευρωπαϊνης στα δείγματα αρωματισμένων ελαιολάδων που αναμείχθηκαν με ρίγανη και θυμάρι με σύστημα υπερήχων από τα υπόλοιπα δείγματα. Στη μέθοδο με εφαρμογή υπερήχων το ολικό φαινολικό περιεχόμενο αυξήθηκε περισσότερο και το ποσοστό που αντιστοιχεί στα δείγματα ελαιολάδου με ενσωμάτωση αρωματικών φυτών πριν τη μάλαξη και στα δείγματα με υπέρηχους ήταν 13,3 και 13,5%.

Το σύστημα υπερήχων λειτούργησε καταλυτικά στην ενεργοποίηση της πολυφαινολοξειδάσης που αποτέλεσε έναν ακόμα λόγο για τη σημαντική αύξηση των πολυφαινολών. Ωστόσο, το ένζυμο αυτό είχε αρνητική επίδραση κατά τη μάλαξη της ελαιόπαστας, καθώς σημειώθηκαν οξειδωτικές απώλειες φαινολικών ενώσεων.

Η αύξηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου που αναφέρθηκε προηγούμενως ήταν ανάλογη

με την αύξηση της δραστηριότητας εκκαθάρισης ριζών. Αυτές οι 2 παράμετροι συσχετίστηκαν σημαντικά και ανέδειξαν τη μέθοδο ενσωμάτωσης ρίγανης και θυμαριού πριν τη μάλαξη ως θετικό παράγοντα για τη δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών του ελαιολάδου.

Η δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών σημείωσε σημαντική άνοδο για δείγματα άμεσης έγχυσης ελαιολάδου με βότανα σε σύγκριση με δείγματα ελέγχου. Η αύξηση αυτή ήταν της τάξεως του 60 και 33% για δείγματα απευθείας έγχυσης με θυμάρι και ρίγανη. Τα δείγματα με απευθείας εμπλουτισμό θυμαριού εμφάνισαν χαμηλότερο ολικό φαινολικό περιεχόμενο και υψηλότερη δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών από τα δείγματα που αντιστοιχούν στη ρίγανη για τη συγκεκριμένη μέθοδο. Στη δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών για δείγματα ελαιολάδων που το θυμάρι και η ρίγανη ενσωματώθηκαν στην ελαιόπαστα πριν τη μάλαξη παρατηρήθηκε αισθητή άνοδος. Ειδικότερα, τα δείγματα ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη που ενσωματώθηκαν πριν τη μάλαξη είχαν διπλάσια και τετραπλάσια δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών από τα δείγματα με απευθείας έγχυση θυμαριού και ρίγανης αντίστοιχα.

Η μέθοδος αρωματισμού με υπέρηχους συνέβαλε σε σημαντικό βαθμό στη βελτίωση της δραστηριότητας εκκαθάρισης ριζών μόνο με την προσθήκη θυμαριού στην ελαιόπαστα. Η παράμετρος αυτή στα δείγματα ελαιολάδου με θυμάρι πριν τη μάλαξη προσαυξήθηκε κατά 34% σε σχέση με τα δείγματα ελαιολάδου με θυμάρι κατά την εφαρμογή υπερήχων. Όσον αφορά τα δείγματα ελαιολάδου που εμπλουτίστηκαν με ρίγανη σε σύστημα υπερήχων δε διέφεραν σημαντικά από τα δείγματα ελαιολάδου με ενσωμάτωση ρίγανης στην ελαιόπαστα πριν τη μάλαξη.

Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας σε σχέση με τη χρονική διάρκεια που απαιτήθηκε για τη διεργασία του εμπλουτισμού των ελαιολάδων χαρακτήρισε ως λιγότερο ευνοϊκή την απευθείας μέθοδο εμπλουτισμού αρωματικών φυτών στα ελαιόλαδα. Η μέθοδος αυτή ήταν χρονοβόρα και μειονεκτούσε στις μετρήσεις των παραμέτρων του ολικού φαινολικού περιεχομένου και της δραστηριότητας εκκαθάρισης ριζών. Η μέθοδος ενσωμάτωσης των βοτάνων στο ελαιόλαδο πριν τη μάλαξη ολοκληρώθηκε σε λίγα λεπτά και τα δείγματα της ήταν ευδιάκριτα.

Ο χρόνος επαφής των αρωματικών φυτών με το ελαιόλαδο διήρκησε 60', τα οποία χωρίστηκαν σε 30' για την προθέρμανση των δειγμάτων με τη θέρμανση της ελαιόπαστας στους 30 °C και 30' αποτελεσματικής ανάμειξης των αρωματικών φυτών στο ελαιόλαδο. Οι

θερμικές επιδράσεις που προκάλεσε η μέθοδος εμπλουτισμού του ελαιολάδου πριν το στάδιο της μάλαξης με εφαρμογή υπερήχων ελάττωσαν σημαντικά (κατά 33%) τον χρόνο προθέρμανσης που πραγματοποιήθηκε σε 10', ενώ στη μέθοδο άμεσης έγχυσης βοτάνων ο απαιτούμενος χρόνος ήταν 30'. Η ελάττωση αυτή που σχετίστηκε περισσότερο με τη μέθοδο αρωματισμού με υπέρηχους εξασφάλισε προϊόν υψηλής ποιότητας και μεγαλύτερη χρονική διάρκεια συντήρησης του με άμεση εξάρτηση από το υψηλό ολικό φαινολικό περιεχόμενο και την αυξημένη δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών (Clodoveo κ.ά., 2016).

**Πίνακας 9:** Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη και τα αποτελέσματα τους.

Παράμετροι	Μέθοδοι εμπλουτισμού ελαιολάδου με θυμάρι και ρίγανη *1 σε συγκέντρωση 10 g/1 L ελαιολάδου ή 1 kg ελαιόπαστας		
	Απευθείας έγχυση των αρωματικών φυτών στο ελαιολάδο	Προσθήκη των αρωματικών φυτών στις θρυμματισμένες ελιές πριν από τη μάλαξη	Εμπλουτισμός με εφαρμογή υπερήχων πριν από τη μάλαξη της ελαιόπαστας
Ελεύθερη οξύτητα			Ελαττώθηκε κατά πολύ για όλα τα δείγματα.
Αριθμός υπεροξειδίου			Ελαττώθηκε κατά πολύ για όλα τα δείγματα.
K232			Ελαττώθηκε κατά πολύ για όλα τα δείγματα.
K270			Ελαττώθηκε κατά πολύ για όλα τα δείγματα.
Ολικό φαινολικό περιεχόμενο	Μικρή αλλά σημαντική αύξηση στα δείγματα αρωματισμένα απευθείας με ρίγανη συγκρινόμενα με τα δείγματα ελέγχου. Δείγματα με απευθείας εμπλουτισμό θυμαριού εμφάνισαν χαμηλότερο ολικό φαινολικό περιεχόμενο και υψηλότερη δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών σε σχέση με τα δείγματα ρίγανης για τη συγκεκριμένη μέθοδο.	Θετική επίδραση με ανάλογη μεγάλη αύξηση της βιοδραστικότητας θυμαριού και ρίγανης που οφείλεται στην ενσωμάτωση στις ελιές που θρυμματίστηκαν πριν τη μάλαξη. 3 φορές μεγαλύτερη (13,3%) από τα δείγματα ελέγχου και απευθείας έγχυσης λόγω της αρωματικών φυτών σε ρόλο διαλύτη.	Αυξήθηκε περισσότερο σε ποσοστό 13,5%.
Πολυφαινόλες			Υψηλότερη απελευθέρωση πολυφαινολών τόσο από θυμάρι και ρίγανη όσο και από ελαιόπαστα λόγω υψηλότερης συγκέντρωσης τυροσόλης, υδροξυτυροσόλης και ελευρωπαϊνης.
Πολυφαινολοξειδάση			Ενεργοποίηση σημαντική που προκάλεσε αύξηση των πολυφαινολών.
Δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών	Σημαντική άνοδος σε σχέση με τα δείγματα έλεγχου της	Θετικός παράγοντας για τη δραστηριότητα	Βελτίωση της δραστηριότητας

	τάξεως 60 και 33% για δείγματα απευθείας έγχυσης με θυμάρι και ρίγανη αντίστοιχα.	εκκαθάρισης ριζών. Αισθητή άνοδος για θυμάρι και ρίγανη, καθώς τα δείγματα είχαν διπλάσια και τετραπλάσια δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών από τα δείγματα με απευθείας έγχυση θυμαριού και ρίγανης αντίστοιχα. Προσαύξηση στα δείγματα ελαιολάδου με θυμάρι πριν τη μάλαξη κατά 34% σε σχέση με δείγματα ελαιολάδου με θυμάρι κατά την εφαρμογή υπερήχων.	εκκαθάρισης ριζών μόνο με την προσθήκη θυμαριού στην ελαιόπαστα. Δείγματα ελαιολάδου που εμπλουτίστηκαν με ρίγανη δε διέφεραν σημαντικά από τα δείγματα ελαιολάδου με ενσωμάτωση ρίγανης στην ελαιόπαστα πριν τη μάλαξη.
Χρονική διάρκεια διαδικασίας εμπλουτισμού	Λιγότερο ευνοϊκή και χρονοβόρα με σημαντικό μειονέκτημα στις μετρήσεις των παραμέτρων του ολικού φαινολικού περιεχομένου και της δραστηριότητας εκκαθάρισης ριζών.	Ολοκληρώθηκε σε λίγα λεπτά και τα δείγματα της ήταν ευδιάκριτα.	
Θερμικές επιδράσεις	Απαιτούμενος χρόνος προθέρμανσης 30'.		Σημαντική ελάττωση (κατά 33%) του χρόνου προθέρμανσης σε 10' σε σχέση με τα δείγματα ελαιολάδου απευθείας έγχυσης, η οποία εξασφαλίζει ένα προϊόν υψηλής ποιότητας αλλά και μεγαλύτερη χρονική διάρκεια συντήρησης.

**\*1:** Τα αρωματικά φυτά ήταν ψιλοκομμένα, αποξηραμένα και υπό κενό πριν τη διαδικασία του εμπλουτισμού των δειγμάτων ελαιολάδου.

### **3.2.2 Επίδραση εμπλουτισμένων ελαιολάδων στον ανθρώπινο οργανισμό**

Με βάση τα σημερινά δεδομένα, η κατηγορία των προϊόντων εμπλουτισμού λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψιν από τους καταναλωτές λόγω των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών που υπάρχουν σε αυτά και αναφέρθηκαν στην εισαγωγική ενότητα και τα χαρακτηρίζουν ως τρόφιμα προστιθέμενης αξίας. Σημειώνεται ότι εκτός από τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι βιοδραστικές ενώσεις των αρωματικών φυτών και μπαχαρικών συνεισφέρουν στην καλύτερη θρεπτική αξία των εμπλουτισμένων ελαιολάδων, η οποία επίσης επισημάνθηκε σε προηγούμενη ενότητα.

Τα ελαιόλαδα που παράγονται με την τεχνική αρωματισμού, περιέχουν φαινολικές ενώσεις που παρέχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες για τα κύτταρα του οργανισμού και για αντιμετώπιση προβλημάτων που εμφανίζονται.

Ειδικότερα, με την κατανάλωση τους ενεργοποιείται ένα αντιοξειδωτικό ένζυμο που λέγεται υπεροξειδική δυσμουτάση (SOD) και είναι κατάλληλο για υπερλιπιδαιμικά άτομα. Παρατηρείται ισχυρότερη δράση της SOD στο εμπλουτισμένο ελαιόλαδο συγκριτικά με το παρθένο ελαιόλαδο που δεν έχει υποστεί διεργασία εμπλουτισμού και αυτή οφείλεται στις πολυφαινόλες που εντοπίζονται στα ερυθροκύτταρα, τα οποία είναι ευαίσθητα σε διεργασίες οξείδωσης.

Το φαινολικό αυτό περιεχόμενο εξασφαλίζει την προστασία των κυττάρων και προλαμβάνει ευνοϊκές συνθήκες για το οξειδωτικό στρες που συνεπάγεται την παραγωγή δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS).

Η ενδοθηλιακή λειτουργία (ED), όταν δε μπορεί να ελεγχθεί, τότε πρόκειται για ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, η οποία σχετίζεται με καρδιαγγειακά νοσήματα και μερικά από αυτά είναι υπεργλυκαιμία και υπέρταση αίματος. Έτσι, το εμπλουτισμένο ελαιόλαδο αποτελεί παράγοντα που επιδρά στον έλεγχο αυτής της λειτουργίας σε υπερτασικά άτομα. Ο περιορισμός του οξειδωτικού στρες σε συνδυασμό με την αύξηση της συγκέντρωσης του μονοξειδίου του αζώτου που και οι 2 αυτές συνθήκες ευνοούνται με την κατανάλωση αρωματισμένου ελαιολάδου, με τη δεύτερη να συμβαίνει λόγω του υψηλού ποσοστού φαινολικών ενώσεων που αυτό περιλαμβάνει, οδήγησαν σε υψηλότερα επίπεδα μικροαγγειακής διαστολής που έχει σχέση με την ενδοθηλιακή λειτουργία μετά από κάποιες ώρες από την κατανάλωση του ελαιολάδου. Επιπλέον, διαπιστώνεται η μείωση της οξειδωμένης λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL), σε αντίθεση με την λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας (HDL) που παρουσιάζει αύξηση. Αυτή η αύξηση αποτελεί θετική επίδραση των εμπλουτισμένων ελαιολάδων και περιορίζει την πιθανότητα εμφάνισης στεφανιαίας νόσου σε άτομα που πάσχουν από υπερχοληστεραιμία (Reboredo-Rodríguez κ.ά., 2017).

### **3.2.3 Τα οφέλη της βιομηχανίας τροφίμων στα παραγόμενα προϊόντα ελαιολάδου με την εξέλιξη των μεθόδων εμπλουτισμού**

Ο εμπλουτισμός του ελαιολάδου με αρωματικά φυτά παρουσιάζει αξιοσημείωτη επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του. Ειδικότερα, έχει αντίκτυπο στη σταθερότητα των ελαιολάδων με την προσθήκη σε αυτά βιοδραστικών ενώσεων που προλαμβάνουν την οξείδωση και την εξαλείφουν. Η σταθερότητα συνεπάγεται με την εξασφάλιση μεγαλύτερης διάρκειας ζωής των αρωματικών προϊόντων.

Η εξέλιξη της τεχνικής αρωματισμού πρέπει να πληρεί την προϋπόθεση ότι η συγκέντρωση των αρωματικών φυτών και μπαχαρικών πρέπει να είναι τέτοια (μέτρια ή χαμηλή), ώστε να ικανοποιεί τις προτιμήσεις των καταναλωτών, οι οποίοι φαίνεται να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη και να κατέχουν τη γνώση για τα νέα καινοτόμα αρωματικά ελαιόλαδα που τα εισήγαγαν στην αγορά οι βιομηχανίες τροφίμων (Sousa κ.ά., 2015). Άλλη μία πρόοδος του εμπλουτισμού είναι η ενσωμάτωση μιας μηχανικής ιδιότητας που λέγεται σπηλαίωση και εντάσσεται στη μέθοδο εμπλουτισμού με υπέρηχους, η οποία επικεντρώνεται στην αποτελεσματικότερη εκχύλιση των αιθέριων ελαίων των αρωματικών βοτάνων στο ελαιόλαδο (Clodoveo κ.ά., 2016).

### **3.3 Ελληνικές και διεθνείς ετικέτες εμπλουτισμένων ελαιολάδων με αρωματικά φυτά**

Ο ορισμός που καθιερώθηκε από την Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο αναφέρει ότι η εξαγωγή του πραγματοποιείται από ελιές υψηλότερης ποιότητας και δε μπορεί να ακολουθήσει άλλη πορεία εκτός από τις διεργασίες έκπλυσης των ελαιοκάρπων, μετάγγισης, φυγοκέντρωσης, και φιλτραρίσματος του ελαιολάδου που προκύπτει από την εξαγωγή. Από τον παραπάνω ορισμό εξαιρούνται τα ελαιόλαδα που παραλαμβάνονται μέσω μηχανικών ή χημικών μεθόδων ή με διεργασία εκχύλισης ή επανεστεροποίησης με διαλύτες ή τα ελαιόλαδα που αναμειγνύονται με άλλες ενώσεις. Με γνώμονα την τελευταία επισήμανση, ένα ελαιόλαδο στο οποίο εφαρμόστηκε εμπλουτισμός, ενώ στην αρχική του σύνθεση χαρακτηριζόταν ως έξτρα παρθένο ελαιόλαδο, δε μπορεί σε αυτή τη φάση να λάβει την ονομασία «έξτρα παρθένο ελαιόλαδο» και να αναγράφεται έτσι στην ετικέτα. Έτσι, ορίζεται ως το ελαιόλαδο στο οποίο προστέθηκαν λαχανικά, βότανα, μπαχαρικά ή φρούτα για ένα προϊόν περισσότερο πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά, την βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και ως επακόλουθο την αύξηση του χρόνου συντήρησής τους (Issaoui κ.ά., 2016). Ένας εναλλακτικός ορισμός και πιο εξειδικευμένος λόγω της αυστηρότητας των κανονισμών για τα ελαιόλαδα είναι:

«ντρέσινγκ/καρύκευμα ελαιολάδου με... » (Εικόνα 30) ή «καρύκευμα που παράγεται με χρήση ελιών και...» (Reboredo-Rodríguez κ.ά., 2017).



**Εικόνα 30:** Dressing ελαιολάδου με βασιλικό της εταιρίας Κύκλωπας. (Ηλεκτρονική πηγή: <https://kyklopas.com/Products/category/dressing-olive-oils/dressing-basil>)

Στο εμπόριο αρωματισμένων ελαιολάδων στην Ελλάδα διατίθενται ετικέτες από δημοφιλείς εταιρίες, όπως GAEA(ΓΑΙΑ) κ.α. Παραδείγματα διαθέσιμων προϊόντων με ετικέτα που αναγράφεται η παραπάνω ονομασία ή παρόμοια για τα ελαιόλαδα είναι:

Το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο της εταιρείας Gaea (Εικόνα 31), στο οποίο προστίθεται σκόρδο, παραλαμβάνεται από διαλεκτές ελιές, με το σκόρδο να συμβάλλει στη μεγαλύτερη απόλαυση. Το ελαιόλαδο αυτό που αρωματίζεται με φυσικό τρόπο μπορεί να συνοδεύσει σαλάτες, θαλασσινά, ψητά ψάρια ή κρέας. Αποτελείται από 100% φυσικά συστατικά και δεν περιέχει συντηρητικά και πρόσθετα (<https://www.yolenis.com/el-gr/olive-products-olive-oil/aromatic-olive-oil/exairetiko-partheno-elaiolado-me-skordo-gaea-250ml.html>).



**Εικόνα 31:** Άρτυμα εξαιρετικού παρθένου ελαιόλαδου αρωματισμένου με σκόρδο "Gaea". (Ηλεκτρονική πηγή: <https://gaeagreece.com/collections/extra-virgin-olive-oil/products/αρτυμα-εξαιρετικου-παρθενου-ελαιολαδου-αρωματισμενου-με-σκορδο>)

Το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο εμπλουτισμένο με φασκόμηλο της εταιρείας Pellas Nature (Εικόνα 32) είναι προϊόν ανάμειξης εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου ανώτερης ποιότητας και φρέσκου φασκόμηλου, τα οποία συλλέγονται και προετοιμάζονται για επεξεργασία την ίδια μέρα χωρίς προσθήκη αιθέριων ελαίων ή αρωμάτων. Αποτελεί προϊόν με πλούσια και αυθεντική γεύση και επίγευση με αυτά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά να παραμένουν αναλλοίωτα στο χρόνο. Χρησιμοποιείται



στα ζυμαρικά, ψάρια, κρέατα λευκής σάρκας (κοτόπουλο, γαλοπούλα). Είναι συσκευασμένο σε λευκό γυάλινο μπουκάλι κατάλληλα σχεδιασμένο για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας του (*Pellas Nature Sage infused Olive Oil*, <https://pellasnature.com/products/ell-sage-1-69-oz-bottle/>).



**Εικόνα 32:** Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο εμπλουτισμένο με φρέσκο φασκόμηλο Pellas (*Pellas Nature Sage infused Olive Oil*, <https://pellasnature.com/products/ell-sage-1-69-oz-bottle/>).

Το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο αρωματισμένο με λεμόνι της εταιρείας Delicious Crete (Εικόνα 33) είναι ένα προϊόν με γλυκόξινη γεύση. Κατά την παραγωγή του ελαιόλαδου πραγματοποιείται ταυτόχρονη σύνθλιψη της ελιάς και των λεμονιών. Η ανάμειξη των καρπών ελιάς και λεμονιού προσφέρει ένα μη αναμενόμενο ισορροπημένο αποτέλεσμα. Προστίθεται σε τρόφιμα και ιδιαίτερα σε ψητά ψάρια, θαλασσινά, κοτόπουλο, μαγειρευτά λαχανικά, επιδόρπια και κέικ (*Delicious Crete \_ Cretan & Greek Exclusive Goods – Olive Oil with Lemon*. <http://www.deliciouscrete.com/infused-olive-oil-with-lemon/>).



**Εικόνα 33:** Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο αρωματισμένο με λεμόνι Delicious Crete (*Delicious Crete \_ Cretan & Greek Exclusive Goods – Olive Oil with Lemon*. <http://www.deliciouscrete.com/infused-olive-oil-with-lemon/>).

Το dressing εξαιρετικού παρθένου ελαιόλαδου με δεντρολίβανο «Mediterranean Flavors» της εταιρείας Nature Blessed (Εικόνα 34) είναι ιδανικό συμπλήρωμα για πολλές συνταγές με εξαιρετική αναλογία ελαιόλαδου-δεντρολίβανου και συμβάλλει στην ανάδειξη των αρωμάτων και γεύσεων της ελληνικής κουζίνας. Μπορεί να προστεθεί σε σαλάτες και μαγειρεμένο φαγητό. Η χρήση του ενδείκνυται στο φρεσκοψημένο κρέας και στο ψητό ψάρι ως μαρινάδα και στο τελευταίο στάδιο μαγειρέματος στα φαγητά κατσαρόλας (<https://www.yolenis.com/el-gr/olive-products-olive-oil/aromatic-olive-oil/exairetiko-partheno-elaiolado-me-dentrolivano-mediterranean-flavors-thessalonikis-nature-blessed-100ml.html>).



**Εικόνα 34:** Dressing εξαιρετικού παρθένου ελαιόλαδου με δεντρολίβανο «Mediterranean Flavors» της εταιρείας Nature Blessed. (Ηλεκτρονική πηγή: <https://natureblessed.gr/mediterranean-flavors-ελαιόλαδο-βότανα-μαχαρικά/>)

Το προϊόν με εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο και αιθέριο έλαιο ρίγανης "Grecelia" (Εικόνα 35) επιδρά καταλυτικά στην βελτίωση της γεύσης και της διατροφικής αξίας των τροφίμων. Χρησιμοποιείται στις τηγανητές πατάτες, στα μπιφτέκια, στη χωριάτικη σαλάτα, στα ψητά ψάρια, στα όσπρια που μαγειρεύονται στην κατσαρόλα. Η χρήση του στα τρόφιμα επιτυγχάνεται με ψεκασμό, όπου κάθε ψεκασμός αντιστοιχεί περίπου σε 1 γραμμάριο ξηρής ρίγανης (Βιολογικό εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο με αιθέριο έλαιο ρίγανης, Κομοτηνής, <https://www.yolenis.com/el-gr/olive-products-olive-oil/aromatic-olive-oil/viologiko-exairetiko-partheno-elaiolado-me-aitherio-elaio-riganis-komotinis-grecelia-100ml.html> ).



**Εικόνα 35:** Προϊόν με εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο και αιθέριο έλαιο ρίγανης "Grecelia". (Ηλεκτρονική πηγή: <https://grecelia.gr>)

### 3.4 Τα σημερινά δεδομένα για την αγορά αρωματικών ελαιολάδων

Στην αγορά των αρωματικών ελαιολάδων η Ευρώπη κατέχει αξιοσημείωτη συνεισφορά στην παραγωγή τους, επειδή σημειώνεται υψηλή ζήτηση για τα συγκεκριμένα είδη τροφίμων από το καταναλωτικό κοινό. Η Βόρεια Αμερική ανήκει και αυτή στους βασικούς προωθητές των αρωματικών ελαιολάδων για εμπορική διάθεση τους, η οποία επηρεάζεται από την αυξανόμενη τάση να συμπεριλαμβάνονται σε σνακ. Η μεγαλύτερη απήχηση των ελαιολάδων που παράγονται με εμπλουτισμό εντοπίζεται στη Νότια και Ανατολική Ασία και προκύπτει από το γεγονός ότι οι καταναλωτές των περιοχών αυτών δίνουν περισσότερη έμφαση στις διατροφικές τους επιλογές και στρέφονται σε αυτά τα προϊόντα.

**Πίνακας 10:** Ταξινόμηση αγοράς αρωματικών ελαιολάδων Infused Olive Oil Market – Global Industry Analysis 2014 – 2018 and Forecast 2019 - 2029 : Infused Olive Oil Market Segmented by Organic and Conventional Nature in Garlic, Lemon, Chili and Truffle flavor. Persistence Market Research).

Με κριτήριο τη γεύση	<ul style="list-style-type: none"><li>• Σκόρδο</li><li>• Λεμόνι</li><li>• Καυτερή πιπεριά κ.α.</li></ul>
Με κριτήριο την προέλευση	<ul style="list-style-type: none"><li>• Βιολογικά</li><li>• Συμβατικά</li></ul>
Με κριτήριο την τελική χρήση	<ul style="list-style-type: none"><li>• Λιανικό εμπόριο</li><li>• Βιομηχανία τροφίμων(Μαρινάδες, Dressing, Ψήσιμο, Ρηχό τηγάνισμα)</li></ul>
Με κριτήριο την περιοχή	<ul style="list-style-type: none"><li>• Βόρεια Αμερική</li><li>• Νότια Αμερική</li><li>• Ευρώπη</li><li>• Νότια Ασία</li><li>• Ανατολική Ασία</li><li>• Ωκεανία</li><li>• Μέση Ανατολή</li><li>• Αφρική</li></ul>

Σε παγκόσμια κλίμακα παρατηρείται η σχέση εξάρτησης των αρωματικών ελαιολάδων με προϊόντα σνακ που παρουσιάζουν αυξανόμενη ζήτηση. Με βάση την αναφορά που έγινε στην εισαγωγή της ενότητας τονίζεται ότι τα εμπλουτισμένα ελαιόλαδα αποτελούν συστατικό με ιδιαίτερη σημασία για αυτά. Μεταξύ αυτών των προϊόντων είναι ψητό τυρί, ποπ κορν, φρυγανισμένο ψωμί. Τα εμπλουτισμένα ελαιόλαδα είναι δυνατόν να αντικαταστήσουν το βούτυρο και το ελαιόλαδο υψηλής χοληστερόλης.

Έτσι, υπάρχει ακόμα ένας λόγος για να ευνοείται ακόμα περισσότερο η διάθεση τους στην αγορά (*Infused Olive Oil Market – Global Industry Analysis 2014 – 2018 and Forecast 2019 - 2029 : Infused Olive Oil Market Segmented by Organic and Conventional Nature in Garlic, Lemon, Chili and Truffle flavor. Persistence Market Research*).

### **3.5 Μελλοντικές προοπτικές για τα αρωματικά ελαιόλαδα**

Η εξέλιξη των μεθόδων παραγωγής αρωματικού ελαιολάδου δημιούργησαν μελλοντικές προοπτικές για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων μετά τη διεργασία του εμπλουτισμού με βάση το παρθένο ελαιόλαδο και για την ανάδειξη όσο το δυνατόν περισσότερων ευεργετικών ιδιοτήτων για την υγεία.

Τα εμπλουτισμένα ελαιόλαδα ευθύνονται ακόμα για τις αλλαγές που παρατηρούνται στη δομή των γονιδίων των ανθρώπων και για τη συνεργασία των βιολογικά ενεργών ενώσεων με τα γονίδια για τη μελλοντική ανάπτυξη νέων ωφέλιμων ιδιοτήτων για την υγεία (Reboredo-Rodríguez κ.ά., 2017). Ένα καινοτόμο προϊόν που εμφανίστηκε πρόσφατα στην αγορά είναι εκχύλισμα λευκής τρούφας σε ελαιόλαδο παρουσία αρωμάτων «φυσικής τρούφας», όπως αναγράφεται στην ετικέτα (Wernig κ.ά., 2018).

Οι τρούφες είναι καρποί φρούτων και προέρχονται από είδη μυκήτων του γένους *Tuber* (Campo κ.ά., 2018). Το γένος αυτό ταξινομείται σε περισσότερα από 200 είδη και ένα μεγάλο ποσοστό από αυτά δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί, γιατί αναπτύσσονται σε αυτά καρποί τρούφας μικρού μεγέθους που δυσκολεύει την ανίχνευση τους και την περαιτέρω χρήση τους. Η ωρίμανση των καρπών τρούφας επηρεάζεται από την σύνδεση του φυτού ξενιστή με την τρούφα μέσω μιας δομής στην οποία παρατηρείται αμοιβαία ανταλλαγή πόρων μεταξύ ξενιστή και τρούφας.

Οι τρούφες σε παγκόσμιο επίπεδο διατίθενται σε υψηλό κόστος λόγω της σπανιότητάς τους, του ιδιαίτερου αρώματός τους και της δράσης τους ως αντιοξειδωτικά, αντιφλεγμονώδη, αντικά, ηπατοπροστατευτικά, καθώς και λόγω της δράσης τους κατά των μεταλλάξεων, της φυματίωσης, της πιθανότητας εμφάνισης καρκίνου και κατά των μικροβίων. Ο συνδυασμός γεύσης και αρώματος της τρούφας σημείωσε σημαντική επίδραση στην παγκόσμια ζήτησή της ως προϊόν διατροφής (Mustafa κ.ά., 2020). Η τρούφα συμμετέχει στον αρωματισμό των προϊόντων και χρησιμοποιείται συχνά στο ελαιόλαδο. Το εκχύλισμα της για να αξιοποιηθεί στον εμπλουτισμό του τελικού προϊόντος παραλαμβάνεται με τη μορφή μαύρης τρούφας όπως φαίνεται στην Εικόνα 36 (*Tuber melanosporum*) ή με τη μορφή λευκής τρούφας Alba που παρουσιάζεται στην Εικόνα 37 (*Tuber magnatum*) (Campo κ.ά., 2018).



**Εικόνα 36:** Η μαύρη τρούφα (*Tuber melanosporum*).



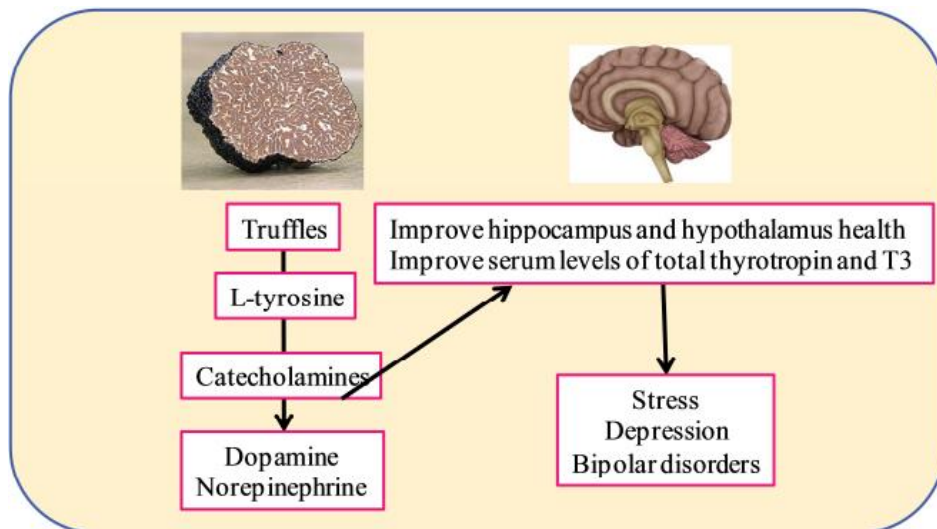
**Εικόνα 37:** Η λευκή τρούφα (*Tuber magnatum*).

Τα κομμάτια αυτά τρούφας χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα με το άρωμα να εγκλωβίζεται στο ελαιόλαδο, καθώς και σε άλλα τρόφιμα, όπως βούτυρο και προϊόντα γάλακτος. Η χρήση εμπλουτισμένων ελαιολάδων με εκχύλισμα τρούφας συναντάται πολύ συχνά σε ζυμαρικά και στην κατανάλωση τους με ψωμί (Mustafa κ.ά., 2020).

Ωστόσο, η τρούφα διατηρεί τη φρεσκότητα της έως και 10 ημέρες μετά τη συγκομιδή της. Παρομοίως, τα προϊόντα εμπλουτισμένου ελαιολάδου με φρέσκια τρούφα έχουν μικρή διάρκεια ζωής και παρασκευάζονται την εποχή που ευδοκιμεί η τρούφα για μερικούς μήνες το χρόνο. Για την αποφυγή των προβλημάτων αυτών στη βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιούνται συνθετικά γεύσης (αρωματικά) που μειώνουν τη γεύση της τρούφας στο τελικό προϊόν (Patel κ.ά., 2017). Παράλληλα με την αξιοποίηση των συνθετικών αρωματικών, λαμβάνονται έλαια τρούφας με φυσικό τρόπο, όμως η χημική σύσταση των πτητικών ενώσεων τους δεν είναι πολύ σταθερή και αυτό οφείλεται στη μεταβολή του αρώματος της μεμονωμένης τρούφας (Pacioni κ.ά., 2014). Εκτός από τη χρήση της τρούφας σε τρόφιμα, είναι εξαιρετικά σημαντική η διερεύνηση της συνάφειας των ανοσοτροποποιητικών και αντικαρκινικών ιδιοτήτων της για την υγεία του ανθρώπου. Όπως συμβαίνει στα μανιτάρια, και οι τρούφες έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πολυσακχαρίτες με επικρατέστερες τη λεντινάνη, την κρεστίνη και τη σχιζοφυλλάνη που αναφέρονται ως ανοσοτροποποιητικές και αντικαρκινικές ενώσεις (Patel κ.ά., 2017). Οι πολυσακχαρίτες απομονώθηκαν από τη ζύμωση των καρπών του *Tuber melanosporum*, καθώς και άλλων ειδών (*Tuber indicum*, *Tuber sinense*, *Tuber aestivum*, *Tuber himalayense*) με έκλυση σε στήλες

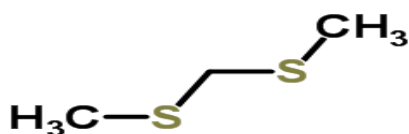
ενεργού άνθρακα. Οι ενώσεις αυτές αποδείχθηκε ότι in vitro παρουσιάζουν αντικαρκινική δράση ενάντια σε κύτταρα που προκαλούν τον καρκίνο του ήπατος, των αδένων, του παχέος εντέρου, του μαστού και της λευχαιμίας.

Ως αντιφλεγμονώδη έδρασαν μόνο οι καρποί του *Tuber magnatum* (Üstün κ.ά., 2018). Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της κατάθλιψης και διπολικών διαταραχών (Εικόνα 38) ως απόρροια του έντονου σύγχρονου τρόπου ζωής, χρησιμοποιούνται οι τρούφες που έχουν μεγάλη διαθεσιμότητα L-τυροσίνης, ένα αμινοξύ που ρυθμίζει τη λειτουργία των νευροδιαβιβαστών που λέγονται κατεχολαμίνες που οι πιο χαρακτηριστικές είναι η ντοπαμίνη και η νορεπινεφρίνη, και αποτελεί συστατικό των θυροειδών ορμονών (Patel κ.ά., 2017).



Εικόνα 38: Η αντικαταθλιπτική δράση της τρούφας (Patel κ.ά., 2017).

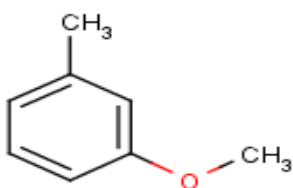
Τα αρωματισμένα ελαιόλαδα τρούφας στη βιομηχανία τροφίμων διαθέτουν πάνω από 60 πτητικές ενώσεις με πιο χαρακτηριστική το 2,4-διθειαιπεντάνιο (Εικόνα 39) (Wernig κ.ά., 2018). Η ένωση αυτή λειτουργεί ως φυσικό άρωμα σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό για την παραλαβή ελαίου τρούφας και των εμπλουτισμένων προϊόντων που βασίζονται σε αυτή λόγω χαμηλής τιμής, αρκετά ευχάριστης οσμής, διαλυτότητας, σταθερότητας, αντοχής και χαμηλής τοξικότητας (Pacioni κ.ά., 2014).



Εικόνα 39: Χημική δομή 2,4-διθειαιπεντανίου (Ηλεκτρονική πηγή: [https://www.chemsrc.com/en/cas/1618-26-4\\_888352.html](https://www.chemsrc.com/en/cas/1618-26-4_888352.html)).

Το 2,4-διθειαιπεντάνιο παραπέμπει στη χαρακτηριστική μυρωδιά της λευκής τρούφας και σε γεύση μουστάρδας και σκόρδου και συγκεκριμένα ανιχνεύεται στη λευκή τρούφα *Tuber magnatum*, όπως και στο μανιτάρι σκόρδου *Marasmius alliaceus*, στο βρασμένο κυπρίνο και σε μικρόβια (Wernig κ.ά., 2018). Ωστόσο, χρησιμοποιήθηκε σε πολύ μεγάλες ποσότητες, προκειμένου να ενισχύσει το άρωμα του *Tuber melanosporum*, καθώς και του *Tuber aestivum* παρόλο που οι οσμές τους διαφέρουν (Pacioni κ.ά., 2014).

Η 3-μεθυλανισόλη (Εικόνα 40) που προσδίδει άσχημη πικάντικη οσμή και μυρίζει μούχλα συμβάλλει στο άρωμα (δε μπορεί να εξαιρεθεί από αυτό) των *Tuber brumale* και *Tuber melanosporum*.



**Εικόνα 40:** Χημική δομή 3-μεθυλανισόλης (Ηλεκτρονική πηγή: [https://haz-map.com/Agents/10793?referer=BrowseByAlphabet&return\\_url=%2FAgents%2F\(BrowseByAlphabet\)%2FM](https://haz-map.com/Agents/10793?referer=BrowseByAlphabet&return_url=%2FAgents%2F(BrowseByAlphabet)%2FM)).

Το υψηλότερο περιεχόμενο 2-μεθυλοβουταν-1-όλης, μυρμηκικού 2-μεθυλοπροπυλίου (ή μυρμηκικό ισοβουτύλιο), 2-μεθυλοβουτανάλης και 3-μεθυλοβουτανάλης υπάρχει στο *Tuber melanosporum*. Η 2-μεθυλοβουταν-1-όλη και η 2-μεθυλοβουτανάλη σε αυτό το είδος τρούφας αναγνωρίζονται από τη θειούχα οσμή τους και την οσμή ζώου. Από τις αρωματικές ενώσεις που αναφέρθηκαν, ένα μείγμα διμεθυλοσουλφιδίου και 2-μεθυλοβουτανάλης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση του αρώματος του *Tuber melanosporum*.

Σε γενικότερο πλαίσιο οι πτητικές ενώσεις που βρίσκονται σε αφθονία στο μεγαλύτερο ποσοστό των ειδών τρούφας είναι το 1-μεθοξυ-3-μεθυλοβενζόλιο, η 1-οκτεν-3-όλη, η 3-οκτανόνη και 3-μεθυλοβουτανάλη. Σύμφωνα με μελέτες αποδείχθηκε ότι ποσοστό μεγαλύτερο από το 50% του συνόλου των ειδών απαρτίζεται από τις ενώσεις 3-μεθυλ-1-βουτανόλη, 1-οκτεν-3-όλη, 3-μεθυλοβουτανάλη, 3-οκτανόνη, εξανάλη και ακεταλδεΐδη.

Πολλά πτητικά τερπενοειδή ανιχνεύονται στους καρπούς τρούφας και ειδικότερα στις λευκές τρούφες που παρατηρείται πολύ μεγαλύτερη μεταβολική ποικιλομορφία ισοπρενοειδών από τις μαύρες. Η λευκή τρούφα *Tuber magnatum* αποτελείται από 24 ισοπρενοειδή. Ωστόσο, η μαύρη τρούφα *Tuber melanosporum* και άλλα είδη της (*Tuber indicum*, *Tuber aestivum*) περιλαμβάνουν λίγα ισοπρενοειδή (Mustafa κ.ά., 2020).

### **3.6 Συμπεράσματα από την εφαρμογή μεθόδων εμπλουτισμού με αρωματικά φυτά**

Ο εμπλουτισμός ελαιολάδου με σκόρδο και δεντρολίβανο κατά τη διάρκεια της μάλαξης προκάλεσε την αύξηση του ποσοστού των αντιοξειδωτικών ενώσεων, της αντιοξειδωτικής δράσης και της οξειδωτικής σταθερότητας. Η άνοδος των παραμέτρων αυτών έχει άμεση επίδραση στην παρατεταμένη διάρκεια ζωής.

Οι φαινόλες, α-τοκοφερόλες και χρωστικές παρουσίασαν μεγαλύτερη συγκέντρωση στο δεντρολίβανο συγκρινόμενο με το σκόρδο. Τα αρωματισμένα ελαιόλαδα με σκόρδο κατείχαν ανώτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Τα χαρακτηριστικά αυτά, συμπεριλαμβανομένων των θρεπτικών ιδιοτήτων που παρέχουν τα ελαιόλαδα με έγχυση σκόρδου, είναι υπεύθυνα για την εμπορική χρήση τους σε γκουρμέ προϊόντα και λειτουργικά τρόφιμα και το μεγαλύτερο εύρος διάθεσης τους σε περισσότερες αγορές και νέους καταναλωτές. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό βασική προϋπόθεση ποιότητας είναι το υψηλό φαινολικό περιεχόμενο που είναι σημαντικό για την υγεία (Abenoza & Sánchez-Gimeno, 2021).

Οι διαφορές στην ανθεκτικότητα των αρωματισμένων ελαιολάδων στη θερμική οξείδωση οφείλονταν στις μεταβολές που παρατηρήθηκαν στην περιεκτικότητα των χλωροφυλλών, των καροτενοειδών και των ολικών φαινολών. Έτσι, το αρωματισμένο ελαιόλαδο με βασιλικό παρόλο που διέθετε το υψηλότερο ολικό φαινολικό περιεχόμενο, είχε τη χαμηλότερη αντοχή έναντι στη θερμική οξείδωση, ενώ το ελαιόλαδο με δεντρολίβανο που είχε μικρό ολικό φαινολικό περιεχόμενο αρχικά και μεγάλο περιεχόμενο σε χλωροφύλλη και καροτενοειδή, εμφάνισε καλύτερο αποτέλεσμα απέναντι στη θερμική οξείδωση. Τα παραπάνω αποτελέσματα των εμπλουτισμένων ελαιολάδων επηρεάζονται από την αποτελεσματικότητα και τη σταθερότητα των βιοδραστικών ενώσεων που προστέθηκαν στο ελαιόλαδο κατά τη διεργασία της έγχυσης τους σε αυτό. Οι ενώσεις αυτές που βρίσκονται σε περίσσεια στα αρωματικά φυτά λειτουργούν συνεργιστικά για την εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών και πιθανότατα προστατεύουν την αρχική συγκέντρωση φαινολών με χαρακτηριστική την τοκοφερόλη που δρα καταλυτικά κατά της θερμικής οξειδωτικής υποβάθμισης. Η συσχέτιση του φαινολικού περιεχομένου και της δραστηριότητας εκκαθάρισης ριζών του αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου έδειξε ότι η διαυγής α-τοκοφερόλη και το αιθέριο έλαιο του αρωματικού φυτού εξουδετέρωσαν τις ελεύθερες ρίζες με παρόμοια αντιοξειδωτική δράση. Επίσης, το αναφερόμενο εκχύλισμα ήταν ισχυρότερο αντιοξειδωτικό από το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο. Η συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων αποδεικνύει τη μεγάλη οξειδωτική σταθερότητα των ελαιολάδων που είναι αρωματισμένα με δεντρολίβανο.

Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού συγκριτικά με το εκχύλισμα δεντρολίβανου είχε μικρότερη αντιοξειδωτική ικανότητα. Η σύγκριση του αιθέριου ελαίου βασιλικού με τις πτητικές αγλυκόνες βασιλικού, το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο και την ευγενόλη σε καθαρή μορφή ανέδειξε τη



μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σχεδόν αποκλειστικά της ευγενόλης (που καταλαμβάνει περίπου το 6% του εκχυλίσματος βασιλικού) σε σχέση με τα υπόλοιπα. Σε αυτή την περίπτωση, το αρωματισμένο ελαιόλαδο με βασιλικό, παρόλο που περιλάμβανε υψηλό φαινολικό περιεχόμενο, παρουσίασε μη ικανοποιητική οξειδωτική σταθερότητα κατά τη θέρμανση.

Συμπερασματικά, ο εμπλουτισμός ελαιολάδων με αρωματικά φυτά βελτίωσε την αντοχή στη θερμική οξείδωση ή οξειδωτική σταθερότητα. Το αρωματισμένο ελαιόλαδο με δεντρολίβανο συνέβαλε περισσότερο στην οξειδωτική σταθερότητα και μετά τα αρωματισμένα ελαιόλαδα με θυμάρι, λεμόνι και βασιλικό. Επομένως, η μεγαλύτερη αντοχή στη θερμική οξείδωση επηρεάζεται από την πληθώρα βιοδραστικών ενώσεων με αντιοξειδωτική δράση που ενσωματώνονται στο ελαιόλαδο. Οι ενώσεις αυτές λειτουργούν καταλυτικά στην εξουδετέρωση των ελεύθερων ριζών που συντελεί στην προστασία των τοκοφερολών από τη θερμική οξείδωση. Η αντιοξειδωτική δράση του δεντρολίβανου, του θυμαριού και του λεμονιού που καταστέλλουν τις ελεύθερες ρίζες αξιοποιείται κατά την επεξεργασία των τροφίμων με την προστασία των λιπιδίων από την οξείδωση (Ayadi κ.ά., 2009).

Ο εμπλουτισμός των ελαιολάδων με αρωματικά φυτά κατά την εφαρμογή υπερήχων πραγματοποιήθηκε με σκοπό να βελτιωθεί η ποιότητα και η διάρκεια ζωής του ελαιολάδου. Με χρήση αέριας χρωματογραφίας, για να αναλυθεί το εμπλουτισμένο ελαιόλαδο με θρυμματισμένους σπόρους κύμινου που περιλάμβανε σύστημα υπερήχων, σημειώθηκαν οι διαφορετικές συγκεντρώσεις καρβόνης και λιμονένιου με πιο γρήγορο ρυθμό στη μέθοδο υπερήχων συγκριτικά με την απευθείας έγχυση. Με τη μέθοδο υπερήχων παρασκευάστηκαν αρωματισμένα ελαιόλαδα με μεγάλη οξειδωτική σταθερότητα χωρίς ποιοτικές αλλοιώσεις που αξιολογήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη την καθαρότητα του ελαιολάδου, τη σύσταση των ελεύθερων λιπαρών οξέων και την οξειδωτική ανάλυση.

Η μέθοδος έγχυσης με υπέρηχους ολοκληρώθηκε σε λίγα λεπτά με υψηλές αποδόσεις, ενώ η απευθείας έγχυση ήταν πολύ χρονοβόρα. Ο λόγος της άμεσης ολοκλήρωσης της μεθόδου υπερήχων ήταν η επιταχυνόμενη μεταφορά μάζας των σπόρων κύμινου στο ελαιόλαδο.

Η περίοδος επαγωγής σημείωσε αύξηση μετά τον εμπλουτισμό και ιδιαίτερα με τους υπέρηχους που συντέλεσαν σε ανώτερης ποιότητας προϊόντα και σε παρατεταμένη διάρκεια ζωής εξασφαλίζοντας προστιθέμενη αξία που αναγράφεται στην ετικέτα (Assami κ.ά., 2016).

Η μέθοδος ενσωμάτωσης θυμαριού και ρίγανης στο ελαιόλαδο πριν τη μάλαξη εξασφάλισε προϊόν που βασίστηκε στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο σε σύντομο χρονικό διάστημα με υψηλότερη τιμή για ολικό φαινολικό περιεχόμενο και δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών. Η μέθοδος των υπερήχων είναι καινοτόμος μέθοδος, η συνεισφορά της οποίας παρατηρήθηκε στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παραγωγικής διαδικασίας, στις μηχανικές ιδιότητες που οφείλονταν στο φαινόμενο της σπηλαίωσης και στην ανώτερη θρεπτική αξία των προϊόντων. Η μέθοδος υπερήχων με ρίγανη σημείωσε καλύτερα αποτελέσματα για το ολικό φαινολικό περιεχόμενο και τη δραστηριότητα εκκαθάρισης ριζών. Η μέθοδος ενσωμάτωσης των αρωματικών φυτών πριν τη μάλαξη με υπερήχους

αποδείχθηκε η ιδανικότερη μέθοδος λόγω υψηλότερης απόδοσης, μικρότερης χρονικής διάρκειας για την ολοκλήρωση της και ελάχιστης εργασίας με σκοπό την εμπορική διάθεση προϊόντων βελτιωμένης ποιότητας (Clodoveo κ.ά., 2016).

## ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο εμπλουτισμός του ελαιολάδου με τη χρήση αρωματικών φυτών κατέχει σημαντικό ρόλο στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς το φάσμα των εμπορικών του εφαρμογών είναι ευρύ, η επίδραση του στο καταναλωτικό κοινό μεγάλη, όπως και οι ευκαιρίες για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων.

Αναφορικά με τα συστατικά που απαρτίζουν το ελαιόλαδο, η περαιτέρω ταξινόμησή τους σε σαπωνοποιήσιμα, όπως τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τα φωσφολιπίδια, και σε ασαπωνοποίητα, τα οποία είναι υδρογονάνθρακες, φαινολικές ενώσεις, στερόλες, χρωστικές και αρωματικές ενώσεις, αναδεικνύει τις βιολογικές ιδιότητές του και τα οφέλη αναφορικά με την υγεία των καταναλωτών. Επομένως, οι βασικότερες δράσεις του ελαιολάδου που οφείλονται στη θρεπτική αξία των ενώσεων που περιέχονται στα συστατικά του, είναι οι αντιοξειδωτικές, οι αντιφλεγμονώδεις, οι αντικαρκινικές και οι αντιμικροβιακές. Ως προς την βελτίωση των ιδιοτήτων του ελαιολάδου η μεγαλύτερη οξειδωτική σταθερότητα επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της μικροενθυλάκωσης.

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά που απαντώνται στη φύση ή καλλιεργούνται συστηματικά είναι γνωστά για τη φαρμακευτική τους χρήση και την προστασία της υγείας. Σύμφωνα με στατιστικές αναλύσεις αποδεικνύεται η εμπορική τους σημασία τόσο στην παρασκευή φαρμάκων όσο και προϊόντων με αντίκτυπο στην επέκταση της διάρκειας ζωής και της ποιότητας τους λόγω των αντιοξειδωτικών και αντιμικροβιακών τους ιδιοτήτων.

Από τις βιομηχανικές και ερευνητικές μεθόδους εμπλουτισμού του ελαιολάδου, οι οποίες είναι η άμεση έγχυση των βοτάνων, η προσθήκη τους πριν το στάδιο της μάλαξης και η έγχυσή τους με εφαρμογή υπερήχων στο ελαιόλαδο, η τελευταία αποδεικνύεται ως η πιο αποτελεσματική ως προς την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των παραγόμενων προϊόντων, εξασφαλίζοντας ικανοποιητική οξειδωτική σταθερότητα χωρίς ποιοτικές αλλοιώσεις. Επίσης, χαρακτηρίζεται ως η ιδανικότερη μέθοδος σε σχέση με τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της παραγωγικής διαδικασίας. Με βάση την αξιολόγηση και σύγκριση των παραμέτρων ποιότητας των αρωματικών φυτών που χρησιμοποιήθηκαν, στις διαφορετικές μεθόδους εμπλουτισμού, το αρωματισμένο ελαιόλαδο με δεντρολίβανο συνέβαλε περισσότερο στην οξειδωτική σταθερότητα και μετά τα αρωματισμένα ελαιόλαδα με θυμάρι, λεμόνι και βασιλικό. Η παραταταμένη διάρκεια ζωής οφείλεται όχι μόνο στην αντοχή στη θερμική οξείδωση, αλλά και στην ισχυρή αντιοξειδωτική δράση στον εμπλουτισμό με σκόρδο και δεντρολίβανο. Με βάση τα βελτιωμένα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά, τα αρωματισμένα ελαιόλαδα με σκόρδο διατίθενται στο εμπόριο σε γαστρονομικά προϊόντα και λειτουργικά τρόφιμα.

Σε σχέση με τις επιδράσεις του εμπλουτισμού στον ανθρώπινο οργανισμό, οι βιοδραστικές ενώσεις που ανιχνεύονται σε περίσσεια στα αρωματικά φυτά, παρεμποδίζουν την περαιτέρω παραγωγή των ελεύθερων ριζών με επιβεβαιωμένη την προστατευτική τους δράση για την τοκοφερόλη. Τα

σημερινά δεδομένα που έχουν συλλεχθεί σχετικά με την αγορά των αρωματικών ελαιολάδων, αναδεικνύουν τις δυνατότητες και τα οφέλη για την υγεία που μπορούν να παρέχουν τα καινοτόμα προϊόντα στο μέλλον. Τα αρωματισμένα ελαιόλαδα με λευκή και μαύρη τρούφα παρέχουν αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη, αντική, ηπατοπροστατευτική, αντιμεταλλαξιογόνο, αντιμικροβιακή, ανοσοτροποποιητική και αντικαρκινική δράση (λόγω των πολυσακχαριτών της τρούφας), καθώς και δράση κατά της φυματίωσης και της κατάθλιψης.

## Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βερούτης Δ. , Η τεχνολογία της μικρο ενθυλάκωσης στη στήριξη της αυθεντικότητας του ελαιολάδου, 2022, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία..
- Βιολογικό εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο με αιθέριο έλαιο ρίγανης, Κομοτηνής \_Grecelia\_ 100ml.html.
- Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο με σκόρδο Αγρινίου \_Gaea\_ 250ml.html.
- Κανονισμός (ΕΕ) αριθμ. 1308/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Δεκεμβρίου 2013, για τη θέσπιση κοινής οργάνωσης των αγορών γεωργικών προϊόντων και την κατάργηση των κανονισμών (ΕΟΚ) αριθ. 922/72, (ΕΟΚ) αριθ. 234/79, (ΕΚ) αριθ. 1037/2001 και (ΕΚ) αριθ. 1234/2007 του Συμβουλίου, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=FR>.
- Κουρουμπλής Π. , Λάμπας Ε. , Παράγοντες τελικής ποιότητας ελαιολάδου: Μέθοδοι συγκομιδής Ελιάς, 2019, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο, Πτυχιακή Εργασία.
- Κυριτσάκης Κ. , Βελτίωση της ποιότητας του ελαιολάδου και παραγωγή νέων προϊόντων με τον εμπλουτισμό του με δευτερογενείς μεταβολίτες φυτικής προέλευσης, 2018, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Διδακτορική Διατριβή.
- Κωνσταντινόπουλος Σ. , Διατροφική αξία και βιοδραστικές ουσίες του ελαιόλαδου και οφέλη για την υγεία, 2016, ΑΤΕΙ Καλαμάτας, Πτυχιακή Εργασία.
- Μαστροδήμου Δ. , Μελέτη υποβάθμισης εξαιρετικά παρθένων ελαιόλαδων με χρήση φασματομετρικών, φασματοσκοπικών και χρωματομετρικών μεθόδων, 2021, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.
- Μαυρίδης Α. , Προσδιορισμός νοθείας σε ελληνικά εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα με τη μέθοδο των 3,5-στιγμασταδιενίων, 2009, ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Πτυχιακή Διατριβή.
- Μπουμπούκα Κ. , Σύγκριση ελαιολάδου και σπορελαίων στην περιεκτικότητα φαινολικών ενώσεων, 2018, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, Πτυχιακή Εργασία.
- Μυλωνάς Π. , Εξελιξείς στην εκμετάλλευση αρωματικών φυτών, 2021, Πανεπιστήμιο Πατρών,

Πτυχιακή Εργασία.

Φραντζεσκάκης Γ. , Αρωματικά φυτά, 2003, ΤΕΙ Καλαμάτας, Πτυχιακή Εργασία

Χρυσοστόμου Σ. , Αντιοξειδωτική δράση ελιάς και ελαιολάδου, 2003, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο,  
Πτυχιακή Μελέτη.

### **Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία**

Abenzoza, M., & Sánchez-Gimeno, A. C. (2021). Increasing the stability of Empeltre olive oils by aromatization with rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and garlic (*Allium sativum*). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24, 100333. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100333>

Adel Kadri, Zied Zarai. (2011). Chemical constituents and antioxidant properties of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil cultivated from the South-Western of Tunisia. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(29). <https://doi.org/10.5897/JMPR11.423>

Alves, E., Domingues, M., & Domingues, P. (2018). Polar Lipids from Olives and Olive Oil: A Review on Their Identification, Significance and Potential Biotechnological Applications. *Foods*, 7(7), 109. <https://doi.org/10.3390/foods7070109>

Antonelli, M., Benedetti, B., Cavaliere, C., Cerrato, A., Montone, C. M., Piovesana, S., Lagana, A., & Capriotti, A. L. (2020). Phospholipidome of extra virgin olive oil: Development of a solid phase extraction protocol followed by liquid chromatography–high resolution mass spectrometry for its software-assisted identification. *Food Chemistry*, 310, 125860. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125860>

Ashokkumar, C., Murugan, B., Baskaran, D., & Veerapandian, V. (2018). Physicochemical properties of olive oil and its stability at different storage temperatures. *International Journal of Chemical Studies*, 6(2), 1012-1017.

Assami, K., Chemat, S., Meklati, B. Y., & Chemat, F. (2016). Ultrasound-Assisted Aromatisation with Condiments as an Enabling Technique for Olive Oil Flavouring and Shelf Life Enhancement.

*Food Analytical Methods*, 9(4), 982–990. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0273-9>

- Ayadi, M. A., Grati-Kamoun, N., & Attia, H. (2009). Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. *Food and Chemical Toxicology*, 47(10), 2613–2619. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.07.024>
- Ballus, C. A., Meinhart, A. D., de Souza Campos, F. A., da Silva, L. F. de O., de Oliveira, A. F., & Godoy, H. T. (2014). A quantitative study on the phenolic compound, tocopherol and fatty acid contents of monovarietal virgin olive oils produced in the southeast region of Brazil. *Food Research International*, 62, 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.040>
- Başer, K. H. C. (2005). NEW TRENDS IN THE UTILIZATION OF MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS. *Acta Horticulturae*, 676, 11–23. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.676.1>
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., McAllister, T. A., & Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1–4), 209–228. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014>
- Benkhoud, H., M'Rabet, Y., Gara ali, M., Mezni, M., & Hosni, K. (2022). Essential oils as flavoring and preservative agents: Impact on volatile profile, sensory attributes, and the oxidative stability of flavored extra virgin olive oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15379>
- Bernath, J. Aromatic Plants. In *Cultivated Plants, Primarily as Food Sources*; Fuleky, G., Ed.; EOLSS: Paris, France, 2009; Volume 2, pp. 329-352.
- Bhawana, Basniwal, R. K., Buttar, H. S., Jain, V. K., & Jain, N. (2011). Curcumin Nanoparticles: Preparation, Characterization, and Antimicrobial Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(5), 2056–2061. <https://doi.org/10.1021/jf104402t>
- Blowman, K., Magalhães, M., Lemos, M. F. L., Cabral, C., & Pires, I. M. (2018). Anticancer Properties of Essential Oils and Other Natural Products. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2018/3149362>

- Bongiorno, P. B., Fratellone, P. M., & LoGiudice, P. (2008). Potential Health Benefits of Garlic (*Allium Sativum*): A Narrative Review. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 5(1).  
<https://doi.org/10.2202/1553-3840.1084>
- Boskou, D. (2006a). *Olive Oil: Chemistry and Technology, Second Edition*. AOCS Publishing.  
<https://doi.org/10.1201/9781439832028>
- Boskou, D. (2006b). *Olive Oil: Chemistry and Technology, Second Edition*. AOCS Publishing.  
<https://doi.org/10.1201/9781439832028>
- Boskou, D. (2009). Olive oil minor constituents and health. In: *Culinary. Applications of Olive Oil-Minor Constituents and Cooking*, pp. 1-7. Boskou, D. , Ed. , Taylor & Francis Group, LLC, Philadelphia
- Botsoglou, N. A., Taitzoglou, I. A., Botsoglou, E., Zervos, I., Kokoli, A., Christaki, E., & Nikolaidis, E. (2009). Effect of long-term dietary administration of oregano and rosemary on the antioxidant status of rat serum, liver, kidney and heart after carbon tetrachloride-induced oxidative stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(8), 1397–1406.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.3601>
- Bowles, B. L., & Miller, A. J. (1993). Antibotulinal Properties of Selected Aromatic and Aliphatic Aldehydes. *Journal of Food Protection*, 56(9), 788–794. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-56.9.788>
- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1–2), 1–14.  
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>
- Calabriso, N., Scoditti, E., Pellegrino, M., & Annunziata Carluccio, M. (2015). Olive Oil. Στο *The Mediterranean Diet* (σσ. 135–142). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407849-9.00013-0>
- Campo, E., Guillén, S., Marco, P., Antolín, A., Sánchez, C., Oria, R., & Blanco, D. (2018). Aroma composition of commercial truffle flavoured oils: Does it really smell like truffle? *Acta*



*Horticulturae*, 1194, 1133–1140. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1194.162>

- Chang, J. (2000). Medicinal herbs: Drugs or dietary supplements? *Biochemical Pharmacology*, 59(3), 211–219. [https://doi.org/10.1016/S0006-2952\(99\)00243-9](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(99)00243-9)
- Chorianopoulos, N., Kalpoutzakis, E., Aliannis, N., Mitaku, S., Nychas, G.-J., & Haroutounian, S. A. (2004). Essential Oils of *Satureja*, *Origanum*, and *Thymus* Species: Chemical Composition and Antibacterial Activities Against Foodborne Pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(26), 8261–8267. <https://doi.org/10.1021/jf049113i>
- Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., & Florou-Paneri, P. (2012). Aromatic Plants as a Source of Bioactive Compounds. *Agriculture*, 2(3), 228–243. <https://doi.org/10.3390/agriculture2030228>
- Chun, S.-S., Vatter, D. A., Lin, Y.-T., & Shetty, K. (2005). Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. *Process Biochemistry*, 40(2), 809–816. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.02.018>
- Chung, L. Y. (2006). The Antioxidant Properties of Garlic Compounds: Allyl Cysteine, Alliin, Allicin, and Allyl Disulfide. *Journal of Medicinal Food*, 9(2), 205–213. <https://doi.org/10.1089/jmf.2006.9.205>
- Clodoveo, M. L., Dipalmo, T., Crupi, P., Durante, V., Pesce, V., Maiellaro, I., Lovece, A., Mercurio, A., Laghezza, A., Corbo, F., & Franchini, C. (2016). Comparison Between Different Flavored Olive Oil Production Techniques: Healthy Value and Process Efficiency. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(1), 81–87. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0528-7>
- Çolak, A. M. (2020) The importance and position of Manisa province in olive growing of Turkey. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 13(4), 27-35. <https://doi.org/10.9790/2380-1304032735>
- Collin, H. (2006). Herbs, spices and cardiovascular disease. Στο *Handbook of Herbs and Spices* (σσ. 126–137). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845691717.2.126>
- Condelli, N., Caruso, M. C., Galgano, F., Russo, D., Milella, L., & Favati, F. (2015). Prediction of the antioxidant activity of extra virgin olive oils produced in the Mediterranean area. *Food*

*Chemistry*, 177, 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.001>

Couladis, M., Tzakou, O., Verykokidou, E., & Harvala, C. (2003). Screening of some Greek aromatic plants for antioxidant activity. *Phytotherapy Research*, 17(2), 194–195. <https://doi.org/10.1002/ptr.1261>

Cowan, M. M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *CLIN. MICROBIOL. REV.*, 12, 19.

Damanhour, Z. A. (2014). A Review on Therapeutic Potential of Piper nigrum L. (Black Pepper): The King of Spices. *Medicinal & Aromatic Plants*, 03(03). <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000161>

del Baño, M. J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-García, O., del Río, J. A., Ortuño, A., Quirin, K.-W., & Gerard, D. (2003). Phenolic Diterpenes, Flavones, and Rosmarinic Acid Distribution during the Development of Leaves, Flowers, Stems, and Roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(15), 4247–4253. <https://doi.org/10.1021/jf0300745>

*Delicious Crete \_ Cretan & Greek Exclusive Goods – Olive Oil with Lemon.html.*

Devi, K. P., Nisha, S. A., Sakthivel, R., & Pandian, S. K. (2010). Eugenol (an essential oil of clove) acts as an antibacterial agent against *Salmonella typhi* by disrupting the cellular membrane. *Journal of Ethnopharmacology*, 130(1), 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.04.025>

Dorman, H. J. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2), 308–316. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>

*EFSA regulation—Health claim for olive oil polyphenols.html.*

Elgayyar, M., Draughon, F. A., Golden, D. A., & Mount, J. R. (2001). Antimicrobial Activity of Essential Oils from Plants against Selected Pathogenic and Saprophytic Microorganisms. *Journal of Food Protection*, 64(7), 1019–1024. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.7.1019>

Embuscado, M. E. (2019). Bioactives from culinary spices and herbs: A review. *Journal of Food Bioactives*, 6. <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.6186>

- Farag, R. S., Daw, Z. Y., Hewedi, F. M., & El-Baroty, G. S. A. (1989). Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils. *Journal of Food Protection*, 52(9), 665–667. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-52.9.665>
- Franz, C., Baser, K., & Windisch, W. (2010). Essential oils and aromatic plants in animal feeding—A European perspective. A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(5), 327–340. <https://doi.org/10.1002/ffj.1967>
- Giannenas, I., Sidiropoulou, E., Bonos, E., Christaki, E., & Florou-Paneri, P. (2020). The history of herbs, medicinal and aromatic plants, and their extracts. Στο *Feed Additives* (σσ. 1–18). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00001-7>
- Goodarzi, S., Tabatabaei, M. J., Mohammad Jafari, R., Shemirani, F., Tavakoli, S., Mofasseri, M., & Tofighi, Z. (2020). *Cuminum cyminum* fruits as source of luteolin- 7- O -glucoside, potent cytotoxic flavonoid against breast cancer cell lines. *Natural Product Research*, 34(11), 1602–1606. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1519824>
- Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A., Knap, N., Wozniak, M., & Gorska-Ponikowska, M. (2018). Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3), 686. <https://doi.org/10.3390/ijms19030686>
- Guidi, L., & Landi, M. (2014). Aromatic Plants: Use and Nutraceutical Properties. Στο A. Gurib-Fakim (Επιμ.), *Novel Plant Bioresources* (σσ. 303–345). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118460566.ch23>
- Guo, Z., Jia, X., Zheng, Z., Lu, X., Zheng, Y., Zheng, B., & Xiao, J. (2018). Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea* L.): A review. *Phytochemistry Reviews*, 17(5), 1091–1110. <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9526-0>
- Gurib-Fakim, A. (2006). Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*, 27(1), 1–93. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2005.07.008>
- Harwood, J., & Aparicio, R. (Επιμ.). (2000). *Handbook of Olive Oil*. Springer US.

<https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5371-4>

- Helander, I. M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., Gorris, L. G. M., & von Wright, A. (1998). Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram-Negative Bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *46*(9), 3590–3595. <https://doi.org/10.1021/jf980154m>
- Henrotin, Y., Priem, F., & Mobasher, A. (2013). Curcumin: A new paradigm and therapeutic opportunity for the treatment of osteoarthritis: curcumin for osteoarthritis management. *SpringerPlus*, *2*(1), 56. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-56>
- Holley, R. A., & Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, *22*(4), 273–292. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2004.08.006>
- Huang, Z.-R., Lin, Y.-K., & Fang, J.-Y. (2009). Biological and Pharmacological Activities of Squalene and Related Compounds: Potential Uses in Cosmetic Dermatology. *Molecules*, *14*(1), 540–554. <https://doi.org/10.3390/molecules14010540>
- Hudaib, M., Speroni, E., Pietra, A. M. D., & Cavrini, V. (2002). GC/MS evaluation of thyme (*Thymus bulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, *10*.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Hussain Sherazi, S. T., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, *108*(3), 986–995. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.010>
- Infused Olive Oil Market—Global Industry Analysis 2014—2018 and Forecast 2019—2029.html*.
- Inoue, M., & Craker, L. E. (2014). Medicinal and Aromatic Plants—Uses and Functions. Στο G. R. Dixon & D. E. Aldous (Επιμ.), *Horticulture: Plants for People and Places, Volume 2* (σσ. 645–669). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-8581-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-8581-5_3)
- Issaoui, M., Flamini, G., Hajajj, M. E., Cioni, P. L., & Hammami, M. (2011). Oxidative Evolution of

- Virgin and Flavored Olive Oils Under Thermo-oxidation Processes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(9), 1339–1350. <https://doi.org/10.1007/s11746-011-1800-5>
- Issaoui, M., Flamini, G., Soudi, S., Bendini, A., Barbieri, S., Gharbi, I., Toschi, T. G., Cioni, P. L., & Hammami, M. (2016). How the Addition of Spices and Herbs to Virgin Olive Oil to Produce Flavored Oils Affects Consumer Acceptance. *Natural Product Communications*, 11(6), 1934578X1601100. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100619>
- Jayaprakasha, G. K., Jena, B. S., Negi, P. S., & Sakariah, K. K. (2002). Evaluation of Antioxidant Activities and Antimutagenicity of Turmeric Oil: A Byproduct from Curcumin Production. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 57(9–10), 828–835. <https://doi.org/10.1515/znc-2002-9-1013>
- Kähkönen M. P. , Hopia, A. I. , Vuorela, H. J. , Rauha, J. – P. , Pihlaja, K. , Kujala, T. S. , Heinonen, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 1999
- Kamatou, G. P. P., & Viljoen, A. M. (2008). Linalool – a Review of a Biologically Active Compound of Commercial Importance. *Natural Product Communications*, 3(7), 1934578X0800300727. <https://doi.org/10.1177/1934578X0800300727>
- Karantonis, H. C., Antonopoulou, S., & Demopoulos, C. A. (2002). Antithrombotic Lipid Minor Constituents from Vegetable Oils. Comparison between Olive Oils and Others. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(5), 1150–1160. <https://doi.org/10.1021/jf010923t>
- Khelifi, H., Parisi, F., Elsellami, L., Camera-Roda, G., Palmisano, L., Ceccato, R., & Parrino, F. (2020). Photocatalytic Partial Oxidation of Tyrosol: Improving the Selectivity Towards Hydroxytyrosol by Surface Fluorination of TiO<sub>2</sub>. *Topics in Catalysis*, 63(11–14), 1350–1360. <https://doi.org/10.1007/s11244-020-01287-y>
- Kiritsakis, A. K. (1998). Flavor components of olive oil-A review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(6), 673–681. <https://doi.org/10.1007/s11746-998-0205-6>
- Kiritsakis, A., & Markakis, P. (1988). Olive Oil: A Review. Στο *Advances in Food Research* (τ. 31, σσ. 453–482). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60170-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60170-6)
- Küllenberg, D., Taylor, L. A., Schneider, M., & Massing, U. (2012). Health effects of dietary

- phospholipids. *Lipids in Health and Disease*, 11(1), 3. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-3>
- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., & Nychas, G.-J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3), 453–462. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01428.x>
- Lanzón, A., Albi, T., Cert, A., & Gracián, J. (1994). The hydrocarbon fraction of virgin olive oil and changes resulting from refining. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(3), 285–291. <https://doi.org/10.1007/BF02638054>
- Li, T. S. C. (2006). The range of medicinal herbs and spices. Στο *Handbook of Herbs and Spices* (σσ. 113–125). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845691717.2.113>
- Lindberg Madsen, H. (1995). Spices as antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 6(8), 271–277. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)89112-8](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)89112-8)
- MEDITE~1.HTM*.
- Mehrotra, N. (2021). Herbs that heal: Nature's pharmacy endowed remedies for better health. *Annals of Phytomedicine: An International Journal*, 10(1). <https://doi.org/10.21276/ap.2021.10.1.2>
- Miguel, M. G. (2010). Antioxidant activity of medicinal and aromatic plants. A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(5), 291–312. <https://doi.org/10.1002/ffj.1961>
- Miquel, J., Bernd, A., Sempere, J. M., Díaz-Alperi, J., & Ramírez, A. (2002). The curcuma antioxidants: Pharmacological effects and prospects for future clinical use. A review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 34(1), 37–46. [https://doi.org/10.1016/S0167-4943\(01\)00194-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4943(01)00194-7)
- Miron, T. L., & Gazi, I. (2010). *ROMANIAN AROMATIC PLANTS AS SOURCES OF ANTIOXIDANTS*. 7.
- Moyano, M. J., Heredia, F. J., & Meléndez-Martínez, A. J. (2010). The Color of Olive Oils: The Pigments and Their Likely Health Benefits and Visual and Instrumental Methods of Analysis. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(3), 278–291. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00109.x>

- Murcia, M. A., Egea, I., Romojaro, F., Parras, P., Jiménez, A. M., & Martínez-Tomé, M. (2004). Antioxidant Evaluation in Dessert Spices Compared with Common Food Additives. Influence of Irradiation Procedure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(7), 1872–1881. <https://doi.org/10.1021/jf0303114>
- Mustafa, A. M., Angeloni, S., Nzekoue, F. K., Abouelenein, D., Sagratini, G., Caprioli, G., & Torregiani, E. (2020). An Overview on Truffle Aroma and Main Volatile Compounds. *Molecules*, *25*(24), 5948. <https://doi.org/10.3390/molecules25245948>
- Muzammil, S., Kanwal, H., Shahzad, T., Hussain, S., Nadeem, H. U., Rasul, I., Imran, M., Afzal, M., Iftikhar, K., & Siddique, M. H. (2021). Olive oil. Στο *Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science* (σσ. 17–29). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821886-0.00009-9>
- Negi, P. S. (2012). Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. *International Journal of Food Microbiology*, *156*(1), 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.03.006>
- [Olive-oil-production-by-country.html](#).
- Ou, J., Huang, J., Zhao, D., Du, B., & Wang, M. (2018). Protective effect of rosmarinic acid and carnosic acid against streptozotocin-induced oxidation, glycation, inflammation and microbiota imbalance in diabetic rats. *Food & Function*, *9*(2), 851–860. <https://doi.org/10.1039/C7FO01508A>
- Pacioni, G., Cerretani, L., Procida, G., & Cichelli, A. (2014). Composition of commercial truffle flavored oils with GC–MS analysis and discrimination with an electronic nose. *Food Chemistry*, *146*, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.016>
- Patel, S., Rauf, A., Khan, H., Khalid, S., & Mubarak, M. S. (2017). Potential health benefits of natural products derived from truffles: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *70*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.09.009>
- [Pellas Nature Sage infused Olive Oil 1.69 oz. Bottle \\_ PellasNature.html](#).

- Perumalla, A. V. S., & Hettiarachchy, Navam. S. (2011). Green tea and grape seed extracts—Potential applications in food safety and quality. *Food Research International*, 44(4), 827–839. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.022>
- Piccaglia, R., Marotti, M., Giovanelli, E., Deans, S. G., & Eaglesham, E. (1993). Antibacterial and antioxidant properties of Mediterranean aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 2(1), 47–50. [https://doi.org/10.1016/0926-6690\(93\)90010-7](https://doi.org/10.1016/0926-6690(93)90010-7)
- Proestos, C., Boziaris, I. S., Nychas, G.-J. E., & Komaitis, M. (2006). Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 95(4), 664–671. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.049>
- Rasooli, I., Owlia, P., Taghizadeh, M., Astaneh, S. D., & Sharafi, S. (2010). Protective effects of bioactive phytochemicals from *Mentha piperita* with multiple health potentials. *Pharmacognosy Magazine*, 6(23), 147. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.66926>
- Ray, N. B., Hilsabeck, K. D., Karagiannis, T. C., & McCord, D. E. (2019). Bioactive Olive Oil Polyphenols in the Promotion of Health. Στο *The Role of Functional Food Security in Global Health* (σσ. 623–637). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813148-0.00036-0>
- Reboredo-Rodríguez, P., Figueiredo-González, M., González-Barreiro, C., Simal-Gándara, J., Salvador, M. D., Cancho-Grande, B., & Fregapane, G. (2017). State of the Art on Functional Virgin Olive Oils Enriched with Bioactive Compounds and Their Properties. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(3), 668. <https://doi.org/10.3390/ijms18030668>
- Riaz, U., Iqbal, S., Sohail, M. I., Samreen, T., Ashraf, M., Akmal, F., Siddiqui, A., Ahmad, I., Naveed, M., Khan, N. I., & Akhter, R. M. (2021). A Comprehensive Review on Emerging Importance and Economical Potential of Medicinal and Aromatic Plants (MAPs) in Current Scenario. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34(2). <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.2.381.392>
- Sakakibara, H., Honda, Y., Nakagawa, S., Ashida, H., & Kanazawa, K. (2003). Simultaneous



Determination of All Polyphenols in Vegetables, Fruits, and Teas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(3), 571–581. <https://doi.org/10.1021/jf0209261>

Scoditti, E., Capurso, C., Capurso, A., & Massaro, M. (2014). Vascular effects of the Mediterranean diet—Part II: Role of omega-3 fatty acids and olive oil polyphenols. *Vascular Pharmacology*, 63(3), 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.vph.2014.07.001>

Sena-Moreno, E., Alvarez-Ortí, M., Serrano-Díaz, J., Pardo, J. E., Carmona, M., & Alonso, G. L. (2018). Olive oil aromatization with saffron by liquid–liquid extraction. *Journal of Food Science and Technology*, 55(3), 1093–1103. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-3025-6>

Smith, R. L., Cohen, S. M., Doull, J., Feron, V. J., Goodman, J. I., Marnett, L. J., Portoghese, P. S., Waddell, W. J., Wagner, B. M., Hall, R. L., Higley, N. A., Lucas-Gavin, C., & Adams, T. B. (2005). A procedure for the safety evaluation of natural flavor complexes used as ingredients in food: Essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 43(3), 345–363. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.11.007>

Solórzano-Santos, F., & Miranda-Navales, M. G. (2012). Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23(2), 136–141. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.08.005>

Sousa, A., Casal, S., Malheiro, R., Lamas, H., Bento, A., & Pereira, J. A. (2015). Aromatized olive oils: Influence of flavouring in quality, composition, stability, antioxidants, and antiradical potential. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.026>  
*Squalene in VOO.htm*.

Sun, N., Chen, J., Wang, D., & Lin, S. (2018). Advance in food-derived phospholipids: Sources, molecular species and structure as well as their biological activities. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 199–211. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.010>

Suppakul, P. (2016). *Cinnamaldehyde and Eugenol: Use in Antimicrobial Packaging* (σσ. 479–490). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00039-5>

Takooree, H., Aumeeruddy, M. Z., Rengasamy, K. R. R., Venugopala, K. N., Jeewon, R., Zengin, G., &

- Mahomoodally, M. F. (2019). A systematic review on black pepper (*Piper nigrum* L.): From folk uses to pharmacological applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(sup1), S210–S243. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1565489>
- Terminology Page—American Botanical Council.html.*
- Thomas, J. , Joy P. P. , Mathew S. , Skaria B. P. (2000). *Plant sources of aroma chemicals and medicines in India*. Chemical Industry Digest 104-108.
- Tiwari, S. (2008). Volume 1 (2008) [www.JournalofNaturalProducts.com](http://www.JournalofNaturalProducts.com). *Journal of Natural Products*, 1, 9.
- Tsimidou, M. , Blekas, G. , & Boskou, D. (2003). OLIVE OIL. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 4252-4260. doi: 10.1016/b0-12-227055-x/01347-x
- Tuck, K. L., & Hayball, P. J. (2002). Major phenolic compounds in olive oil: Metabolism and health effects. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(11), 636–644. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00229-2](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00229-2)
- Üstün, N., Bulam, S., & Peksen, A. (2018, Απρίλιος 26). *Biochemical Properties, Biological Activities and Usage of Truffles*.
- Uylaşer, V., & Yildiz, G. (2014). The Historical Development and Nutritional Importance of Olive and Olive Oil Constituted an Important Part of the Mediterranean Diet. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(8), 1092–1101. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.626874>
- Veillet, S., Tomao, V., & Chemat, F. (2010). Ultrasound assisted maceration: An original procedure for direct aromatisation of olive oil with basil. *Food Chemistry*, 123(3), 905–911. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.005>
- Wernig, F., Buegger, F., Pritsch, K., & Splivallo, R. (2018). Composition and authentication of commercial and home-made white truffle-flavored oils. *Food Control*, 87, 9–16. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.045>
- Yorulmaz, H. O., & Konuskan, D. B. (2017). Antioxidant activity, sterol and fatty acid compositions of Turkish olive oils as an indicator of variety and ripening degree. *Journal of Food Science and*

*Technology*, 54(12), 4067–4077. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2879-y>

Zamora, R., Alaiz, M., & Hidalgo, F. J. (2001). Influence of Cultivar and Fruit Ripening on Olive ( *Olea europaea* ) Fruit Protein Content, Composition, and Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(9), 4267–4270. <https://doi.org/10.1021/jf0104634>

Zarrini, G., Delgosha, Z. B., Moghaddam, K. M., & Shahverdi, A. R. (2010). Post-antibacterial effect of thymol. *Pharmaceutical Biology*, 48(6), 633–636. <https://doi.org/10.3109/13880200903229098>

Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5165–5170. <https://doi.org/10.1021/jf010697n>