



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Της

Σταυρούλας Ξηρογιάννη

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΜΕ ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Της

Σταυρούλας Ξηρογιάννη

Που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στην «Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Επιβλέπων: Κωνσταντίνα Ρεκούμη, Λέκτορας

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



UNIVERSITY OF PELOPONNESE
SCHOOL OF AGRICULTURE AND FOOD
DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

MASTER OF SCIENCE (M.SC.) IN
TECHNOLOGY AND QUALITY OF TABLE OLIVES AND OLIVE OIL

COMPARISON OF OLIVE OIL WITH VEGETABLE OILS AND THEIR
EFFECT ON HUMAN HEALTH

Master Thesis

By

Stauroula Xirogianni

Submitted to the faculty for the partial fulfillment of the obligations to obtain a
Postgraduate Diploma in "Technology and Quality of Table Olive and Olive Oil" of the
Department of Food Science and Technology of the University of Peloponnese

Supervisor: Konstantina Rekoumi, Lecturer

Kalamata
April 2021

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «**Σύγκριση ελαιολάδου με φυτικά έλαια και η επίδραση τους στην υγεία του ανθρώπου**» που παρουσιάστηκε από τον/την **Σταυρούλα Ξηρογιάννη** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “**Comparison of olive oil with vegetable oils and their effect on human health**” presented by **Stauroula Xirogianni** and we affirm that it is accepted.

ΚΚωνσταντίνα Ρεκούμη
Konstantina Rekoumi

.....
Γεώργιος Ζακυνθινός
George Zakythinos

.....
Κωνσταντίνος Παπαδημητρίου
Konstantinos Papadimitriou

.....
Με την υποβολή αυτής της διατριβής, δηλώνω ότι το σύνολο των εργασιών που περιέχονται σε αυτή είναι το δικό μου, πρωτότυπο έργο, ότι εγώ είμαι ο μοναδικός δημιουργός τους (εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά), ότι η αναπαραγωγή και η δημοσίευσή της από το Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου δεν θα παραβιάζει οποιαδήποτε δικαιώματα τρίτων και ότι δεν έχω υποβάλει στο παρελθόν το σύνολο ή μέρος αυτής για την απόκτηση οποιουδήποτε τίτλου.

By submitting this thesis, I declare that the entirety of the work contained therein is my own, original work, that I am the sole author thereof (save to the extent explicitly otherwise stated), that reproduction and publication thereof by University of Πελοποννεσε will not infringe any third party rights and that I have not previously in its entirety or in part submitted it for obtaining any qualification.

Σταυρούλα Ξηρογιάννη
Stauroula Xirogianni

.....
Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of Peloponnese
All rights reserved

Copyright © Σταυρούλα Ξηρογιάννη , 2021

Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Γεωπονίας και Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου.

Αυτή η εργασία είναι αφιερωμένη στην αγαπημένη μου κόρη Κατερίνα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα της διπλωματικής μου εργασίας Δρ. Ρεκούμη Κωνσταντίνα για την εμπιστοσύνη, την εκτίμηση και την βοήθεια της η οποία ήταν πολύτιμη.

Τις ευχαριστίες μου εκφράζω στους καθηγητές κύριο Ζακυνθινό Γεώργιο και κύριο Παπαδημητρίου Κωνσταντίνο που είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που με υπομονή και κουράγιο μου προσφέραν την απαραίτητη ηθική συμπαράσταση κατά την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	viii
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ.....	3
2.1 Παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων.....	3
2.1.1 Παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων	3
2.1.2 Εγχώρια παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων.....	4
2.2 Κατανάλωση ελαιολάδου και φυτικών ελαίων.....	6
2.2.1 Παγκόσμια κατανάλωση ελαιολάδου και φυτικών ελαίων	6
2.2.2 Εγχώρια κατανάλωση ελαιολάδου και φυτικών ελαίων.....	7
3 ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ.....	9
3.1 Η ιστορία του ελαιολάδου	10
3.2 Κατηγορίες ποιότητας ελαιολάδου	12
3.3 Διαδικασία παραλαβής ελαιολάδου	14
4 ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ.....	17
4.1 Είδη και κατηγορίες φυτικών ελαίων και λιπών.....	18
4.2 Διαδικασία παραλαβής φυτικών ελαίων από ελαιούχους σπόρους.....	19
4.2.1 Εξευγενισμός των φυτικών ελαίων	20
4.2.2 Φυσικός και χημικός εξευγενισμός	21
4.2.3 Υδρογόνωση.....	24
5 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΕΔΩΔΥΜΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ ...	26
5.1 Λιπίδια.....	26
5.1.1 Τύποι λιπαρών οξέων	26
5.1.2 Απαραίτητα λιπαρά οξέα	27
5.1.3 Λειτουργίες απαραίτητων λιπαρών οξέων	27
5.1.4.1 Κορεσμένα λιπαρά οξέα.	29
5.1.4.2 Ακόρεστα λιπαρά οξέα	31
5.2 Υδρογονάνθρακες.....	36
5.2.1 Σκουαλένιο	36
5.2.2 Καροτενοειδή.....	39
5.3 Χρωστικές.....	42
5.4 Τοκοφαιρόλες	44

5.5	Στερόλες.....	48
5.6	Φαινόλες.....	53
6	ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΚΑΙ ΤΑ ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....	61
6.1	Αφομοίωση από τον οργανισμό.....	61
6.2	Θερμιδική αξία των εδώδιμων φυτικών ελαίων.....	62
6.3	Ο ρόλος των κυριότερων συστατικών.....	62
6.3.1	Λιπαρά οξέα.....	63
6.3.2	Βιταμίνες.....	63
6.3.3	Φαινόλες.....	64
6.3.4	Υδρογονάνθρακες.....	64
6.3.5	Στερόλες.....	64
6.4	Ελαιόλαδο και παθήσεις.....	65
6.4.1	Ελαιόλαδο και καρδιακές παθήσεις.....	65
6.4.2	Ελαιόλαδο και χοληστερίνη.....	66
6.4.3	Ελαιόλαδο και καρκίνος.....	68
6.4.4	Ελαιόλαδο και διαβήτης.....	68
6.4.5	Ελαιόλαδο και φλεγμονή.....	69
6.4.6	Ελαιόλαδο και έλκος.....	70
6.4.7	Ελαιόλαδο και χολή.....	70
6.4.8	Ελαιόλαδο και παθήσεις δέρματος.....	71
6.4.9	Ελαιόλαδου και παιδική ηλικία.....	71
6.4.10	Ελαιόλαδο και γήρας.....	72
6.5	Φυτικά έλαια και παθήσεις.....	72
6.5.1	Φυτικά έλαια και καρδιακές παθήσεις.....	72
6.5.2	Φυτικά έλαια και φλεγμονή.....	73
6.5.3	Φυτικά έλαια και παχυσαρκία –διαβήτης.....	74
6.5.4	Φυτικά έλαια και γνώση και ψυχική υγεία.....	75
6.5.5	Φυτικά έλαια και βρογχικό άσθμα.....	76
6.5.6	Φυτικά έλαια και αυτοάνοσο νόσημα.....	77
6.5.7	Φυτικά έλαια και οστεοαρθρίτιδα.....	77
6.5.8	Φυτικά έλαια και υπογονιμότητα.....	78
6.5.9	Φυτικά έλαια και καρκίνος.....	78
6.5.10	Φυτικά έλαια και αλλεργίες.....	80
6.5.11	Φυτικά έλαια και σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου.....	81
6.6	Μειονεκτήματα φυτικών ελαίων.....	81
7	ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ.....	86

7.1	Χημικές αλλοιώσεις φυτικών ελαίων κατά το τηγάνισμα	87
7.1.1	Υδρόλυση	87
7.1.2	Οξειδωση.....	87
7.1.3	Πολυμερισμός	89
7.1.4	Ισομερίωση	90
7.2	Οξειδωτική σταθερότητα φυτικών ελαίων	92
7.2.1	Αντιοξειδωτικά.....	94
7.2.1.1	Φαινόλες	95
7.2.1.2	Τοκοφερόλες.....	95
7.2.1.3	Στερόλες.....	96
7.2.1.4	Σκουλένιο	96
7.3	Σημείο καπνού και θερμοκρασίες αλλοίωσης	96
8	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΕΔΩΔΙΜΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ	99
9	ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	102
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φυτικά έλαια αποτελούν μία σχετικά πρόσφατη προσθήκη στη διατροφή. Έρευνες έχουν δείξει ότι ανήκουν στις επικίνδυνες τροφές που μπαίνουν στο ανθρώπινο σώμα. Τα πιο γνωστά φυτικά έλαια είναι το σογιέλαιο, το ηλιέλαιο, το κραμβέλαιο και το καλαμποκέλαιο.

Τα φυτικά έλαια υφίστανται σε μία κατεργασία γνωστή ως εξευγενισμός ώστε να γίνουν κατάλληλα για κατανάλωση. Ένα μεγάλο μέρος θρεπτικών συστατικών καταστρέφεται κατά την επεξεργασία. Δεν συμβαίνει κάτι ανάλογο στο ελαιόλαδο και το σησαμέλαιο τα οποία θα καταναλωθούν χωρίς χημική επεξεργασία.

Συγκρίνοντας τα θρεπτικά συστατικά ελαιόλαδου και φυτικών ελαίων το ελαιόλαδο υπερτερεί, λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε μονοακόρεστα και υψηλής παρουσίας φυσικών αντιοξειδωτικών (όπως φαινόλες ,σκουαλένιο κ.α.)

Τα φυτικά έλαια λόγω της ανισορροπίας στην αναλογία ωμέγα 6/ωμέγα3 παρουσιάζουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία όπως καρδιακές παύσεις, καρκίνο, διαβήτη τύπου 2, παχυσαρκία κ.α.

Αντίθετα στο ελαιόλαδο αποδίδεται υψηλή βιολογική αξία (ελαϊκό, αντιοξειδωτικά) οι ιδιότητες του οποίου ασκούν ευεργετικό ρόλο στον ανθρώπινο οργανισμό .

Λέξεις κλειδιά: ελαιόλαδο, φυτικά έλαια, εξευγενισμός, λινελαϊκό οξύ ,λινολενικό οξύ, ελαϊκό οξύ, αντιοξειδωτικά, παθήσεις

ABSTRACT

Vegetable oils are a relatively recent addition to the diet. Research has shown that they belong to dangerous foods that enter the human body. The most well-known vegetable oils are soybean oil, sunflower oil, rapeseed oil and corn oil.

Vegetable oils are subjected to a process known as refining to make them suitable for consumption. A large part of nutrients is destroyed during processing. This is not the case in olive oil and sesame oil, which will be consumed without chemical treatment.

Comparing the nutrients of olive oil and vegetable oils, olive oil excels, due to its high content of monounsaturated and high presence of natural antioxidants (such as phenols, squalene, etc.)

Vegetable oils due to the imbalance in the omega 6/omega3 ratio have significant health effects such as heart attacks, cancer, type 2 diabetes, obesity, etc.

In contrast, olive oil is attributed a high biological value (oleic, antioxidants) the properties of which play a beneficial role in the human body

Keys words: olive oil, vegetable oils, refinement, linoleic acid, linolenic acid, oleic acid, antioxidants, diseases

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

	Σελίδα
Πίνακας 1: Παγκόσμια παραγωγή (tonnes) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2018	3
Πίνακας 2: Εγχώρια παραγωγή (tonnes) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2018	5
Πίνακας 3: Παγκόσμια συνολική κατανάλωση (tonnes) και κατά κεφαλήν κατανάλωση (Kg / άτομο / έτος) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2013.	6
Πίνακας 4: Έγχώρια συνολική κατανάλωση (tonnes) και κατά κεφαλήν κατανάλωση (Kg / άτομο / έτος) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2013	7
Πίνακας 5. Απαραίτητα λιπαρά οξέα και τα παράγωγά τους.	28
Πίνακας 6. Σύνθεση κορεσμένων λιπαρών οξέων σε διαφορετικούς τύπους εδωδιμών φυτικών ελαίων.	30
Πίνακας 7. Σύνθεση ακόρεστων λιπαρών οξέων σε διαφορετικούς τύπους εδωδιμών φυτικών ελαίων	31
Πίνακας 8. Ενεργειακές τιμές (KJ/g) διάφορων ομάδων λιπαρών οξέων που προέρχονται από 1 γραμμάριο φυτικών ελαίων	33
Πίνακας 9. Ποσοστιαία συνεισφορά ενέργειας (E), SFAs, PUFAs, n -3 PUFAs και n-6 PUFAs φυτικών ελαίων σε συνιστώμενες ημερήσιες προσλήψεις για ολικό λίπος (ERDI 37,7 KJ/g).	34
Πίνακας 10. Περιεκτικότητα ελαιολάδου και ορισμένων φυτικών ελαίων σε υδρογονάνθρακες	36
Πίνακας 11. Περιεκτικότητα σε σκουαλένιο (mg / 100g) φυτικών ελαίων κατά την διάρκεια των σταδίων διύλισης	37
Πίνακας 12: Περιεκτικότητα διάφορων φυτικών ελαίων σε σκουαλένιο.	38
Πίνακας 13. Σύσταση των καροτενοειδών στο φοινικέλαιο.	40
Πίνακας 14: Συγκέντρωση β-καροτένιου σε τέσσερα διαφορετικά φυτικά έλαια	41
Πίνακας 15. Περιεχόμενο των τοκοφερολών και των τοκοτριενολών (mg/100gr ελαίου) σε ορισμένα βρώσιμα έλαια	46

Πίνακας 16. Τοκοφερόλες που βρίσκονται σε εξευγενισμένα (ραφινάρισμένα) και μη φυτικά έλαια (mg/100gr ελαίου)	48
Πίνακας 17. Σύνθεση φυτοστερολών σε διάφορους τύπους ελαίων (mg/100g ελαίου).	51
Πίνακας 18. Συνολικό περιεχόμενο φυτοστερόλης σε φυτικά ελαία (mg/100g).	52
Πίνακας 19. Οι κυριότερες τάξεις των φαινολικών ουσιών στα φυτά.	54
Πίνακας 20. Φαινολικές ενώσεις του έξτρα παρθένου ελαιολάδου.	57
Πίνακας 21. Φαινολικά περιεχόμενα ελαιολάδου και άλλων φυτικών ελαίων.	59
Πίνακας 22. Αφομοίωση ελαιολάδου και άλλων λιπαρών υλών.	61
Πίνακας 23. Εκατοστιαία (%) πρόσληψη ενέργειας σε κάθε ένα από τα λιπαρά οξέα που πρέπει να λαμβάνεται ώστε ο άνθρωπος να είναι υγιής.	63
Πίνακας 24: Σημείο καπνού διάφορων φυτικών ελαίων.	97
Πίνακας 25: Συνθήκες τηγάνισματος ελαιολάδου ανάλογα με την τεχνική {βαθύ και ρηχό τηγάνισμα).	98

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	Σελίδα
Σχήμα 1: Ποσοστιαία (%) παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων παγκοσμίως κατά το έτος 2018	4
Σχήμα 2: Ποσοστιαία (%) παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων στην Ελλάδα κατά το έτος 2018	5
Σχήμα 3: Κατανάλωση (g/κατά κεφαλή/ημέρα) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά την πενταετία 2014-18	8
Σχήμα 4. Διάγραμμα ροής των τριών διαφορετικών διαδικασιών παραγωγής ελαιόλαδου α) Παραδοσιακή β) τριών φάσεων γ) δύο φάσεων	16
Σχήμα 5. Διάγραμμα παραλαβής των φυτικών ελαίων από ελαιούχους σπόρους	20
Σχήμα 6. Διάγραμμα εξευγενισμού βιομηχανοποιήσιμου ελαιολάδου και φυτικών ελαίων	21
Σχήμα 7. Διάγραμμα φυσικού και χημικού εξευγενισμού	22
Σχήμα 8. Διαδικασία υδρογόνωσης	25
Σχήμα 9. Ταξινόμηση λιπιδίων	26
Σχήμα 10. Χημικός τύπος β-καροτένιου	39
Σχήμα 11. Τύποι χλωροφύλλης.	42
Σχήμα 12. Αποικοδόμηση χλωροφύλλης	43
Σχήμα 13. Τύποι τοκοφερόλης	44
Σχήμα 14. Οι επικρατέστερες φυτοστερόλες και φυτοστανόλες: 1) β-σιτοστερόλη, 2) σιτοστανόλη, 3) στιγμαστερόλη, 4) καμπεστερόλη, 5) καμπεστανόλη, 6) μπρασικαστερόλη, 7) γ-σιτοστερόλη, 8) φουκοστερόλη, 9) α1-σιτοστερόλη, 10) κυκλοαρτενόλη, 11) 7-δεϋδροσιτοστερόλη, 12) 24-μεθυλενε-χοληστερόλη, 13) λουπεόλη, 14) α-αμρενόλη	49
Σχήμα 15. Προϊόντα μεταβολισμού του αραχιδονικού οξέος	74
Σχήμα 16: Επίδραση ελευθέρων ρίζων στην υγεία	83
Σχήμα 17: Φυσικά φαινόμενα και χημικές αντιδράσεις κατά το τηγάνισμα	91

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

FAs	Fatty Acids
SFAs	Saturated Fatty Acids
MUFAs	Monounsaturated Fatty Acids
PUFAs	Polyunsaturated Fatty Acids
LA	Linoleic Acid
ALA	α -Linolenic Acid
EPA	Eicosapentaenoic Acid
DHA	Docosahexaenoic Acid
EFA	Essential Fatty Acids
EVOO	Extra Virgin Olive Oil
VOO	Virgin Olive Oil
OO	Olive Oil
AA	Arachidonic Acid
PGE	Prostaglandin
LTB	Leukotriene
IBS	Irritable Bowel Syndrome
CRP	C - Reactive Protein
PAF	Platelet – Activating - Factor

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ελιά είναι από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δέντρα στον κόσμο καθώς η καλλιέργεια της χρονολογείται 6000 ή και περισσότερα χρόνια πριν. Η σημασία του δέντρου της ελιάς γίνεται αντιληπτή αν αναλογιστεί κανείς ότι τα προϊόντα της (ελαιόλαδο και βρώσιμη ελιά), αποτελούν διαχρονικά δυο από τα βασικότερα είδη διατροφής του ανθρώπου.

Τα φυτικά έλαια (σπορέλαια και πυρηνέλαιο) είναι το λάδι που βγαίνει από τους σπόρους και περιλαμβάνει το ηλιέλαιο, το αραβοσιτέλαιο, το φοινικέλαιο κ.α. Χρησιμοποιούνται στην μαγειρική και την ζαχαροπλαστική. Είναι αρκετά πιο φθηνά από το ελαιόλαδο και αυτός είναι ο βασικός λόγος που προτιμώνται στην μαγειρική για το τηγάνισμα, ενώ στην ζαχαροπλαστική δεν έχουν τόσο έντονη γεύση ώστε να επικαλύπτουν τις άλλες.

Τα φυτικά έλαια παρότι είναι αρκετά πρόσφατα (τελευταία 50 χρόνια περίπου) σε σχέση με την μακραίωνη Ιστορία του ελαιολάδου έχουν κυριαρχήσει στην παγκόσμια αγορά και με διαφορά.

Σκοπός της εργασίας είναι να αναλυθούν οι διαφορές ως προς την επεξεργασία την οποία υποβάλλονται το ελαιόλαδο και τα φυτικά έλαια, όπως και η σύγκριση τους σε θρεπτικά συστατικά.

Το ελαιόλαδο μπορεί να καταναλωθεί αμέσως μετά την παραλαβή χωρίς χημική επεξεργασία σε αντίθεση με τα φυτικά έλαια που πρέπει να υποβληθούν σε μια κατεργασία γνωστή ως ραφινάρισμα. Κατά το ραφινάρισμα απομακρύνονται ορισμένα θρεπτικά συστατικά (ελεύθερα λιπαρά οξέα, πτητικά συστατικά με δυσάρεστη οσμή κ.α.) η παρουσία των οποίων είναι ανεπιθύμητη. Παράλληλα όμως καταστρέφονται ή απομακρύνονται και ορισμένα θρεπτικά συστατικά όπως η βιταμίνη Ε, πτητικά συστατικά κ.α.

Στην συνέχεια θα τονιστεί η επίδραση των φυτικών ελαίων και του ελαιολάδου στην ανθρώπινη υγεία ανάλογα με τα θρεπτικά συστατικά που περιέχουν. Συγκεκριμένα πως επιδρούν τα φυτικά έλαια σε χρόνιες παθήσεις (φλεγμονής, καρκίνο, καρδιακή νόσο, παχυσαρκία κ.α.) λόγω της ανισορροπίας τους στην αναλογία των ωμεγα-6 /ωμεγα-3 λιπαρών οξέων, όπως και η θετική σχέση του ελαιολάδου στις ανάλογες παθήσεις εξαιτίας της υψηλής του περιεκτικότητας σε ελαϊκό οξύ.

Επίσης, θα γίνει αναφορά στα αντιοξειδωτικά του ελαιολάδου και των φυτικών οξέων τα οποία ανάλογα με την περιεκτικότητά τους μπορούν να επηρεάσουν την πορεία διάφορων παθήσεων επιδρώντας προστατευτικά.

Τέλος, είναι άξιο προσοχής το γεγονός ότι σε υψηλές θερμοκρασίες τα πολυακόρεστα έλαια (φυτικά έλαια) είναι δυνατόν να σχηματίσουν ενώσεις τοξικές όπως είναι τα πολυμερή που συχνά ασκούν δυσμενή επίδραση στο συκώτι, την καρδιά και τις αρτηρίες σε αντίθεση με το ελαϊκό οξύ του ελαιολάδου που δεν υφίσταται καμία απώλεια εφόσον το λινολενικό οξύ δεν έχει καταστραφεί πλήρως.

Επίσης το ελαιόλαδο φαίνεται να πλεονεκτεί έναντι των φυτικών διότι τα φυτικά σε επανειλημμένα τηγανίσματα με υψηλές θερμοκρασίες σχηματίζουν trans λιπαρά οξέα τα οποία είναι επιβλαβή για τον οργανισμό.

2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

2.1 Παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με κυρίαρχες χώρες την Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα αποτελεί τον μεγαλύτερο παραγωγό, καταναλωτή και εξαγωγέα ελαιολάδου (παράγει το 67% του ελαιολάδου παγκοσμίως). Σήμερα η ελιά για τις χώρες της Μεσογείου αποτελεί ένα από τα πιο προσοδοφόρα αγροτικά προϊόντα με μεγάλη εξέλιξη στην παραγωγή ελαιολάδου η οποία ξεκίνησε τον 20ο αιώνα με ταχύτατα βήματα.

Τα έλαια φυτικής προέλευσης έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως ως βρώσιμο προϊόν. Τα τελευταία χρόνια πλέον χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο και σε βιομηχανικές εφαρμογές όπως χρώματα, λιπαντικά, σαπούνια, βιοκάυσιμα και άλλα.

2.1.1 Παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων

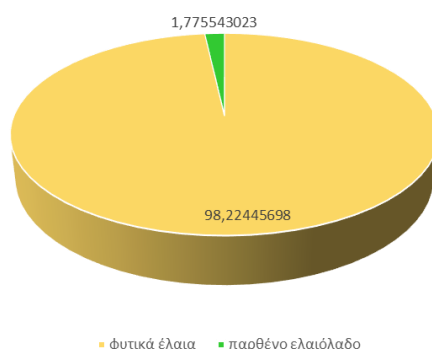
Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου και ορισμένων άλλων βρώσιμων ελαίων για το έτος 2018 δίνονται στον Πίνακα 1. Χαρακτηριστικά φαίνεται ότι η ποσότητα του ελαιολάδου το οποίο παράγεται σε παγκόσμια κλίμακα είναι αρκετά μικρότερη από αυτή που αντιστοιχεί σε αλλά γνωστά φυτικά έλαια. Συγκεκριμένα το παρθένο ελαιόλαδο για το έτος 2018 κατέχει την 8η θέση ενώ το φοινικέλαιο είναι στην πρώτη θέση με διπλάσια παραγωγή από το ελαιόλαδο. Εξίσου καλή θέση στην παγκόσμια κλίμακα κατέχει το σογιέλαιο (2η θέση) και το κραμβέλαιο (3η θέση).

Επίσης στο Σχήμα 1 παρατηρείται η ποσοστιαία παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων σε παγκόσμιο επίπεδο για το έτος 2018. Είναι αξιοσημείωτο ότι κατά το ελαιοκομικό έτος 2018 η ποσοστιαία παραγωγή του ελαιολάδου δεν ξεπερνά το 2% (1.77%) σε αντίθεση με τα φυτικά έλαια που έχουν κυριαρχήσει στην παγκόσμια αγορά (98,23%).

Πίνακας 1 : Παγκόσμια παραγωγή (tonnes) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2018.

Είδος φυτικού ελαίου	Παραγωγή (tonnes)
Φοινικέλαιο	71468153
Σογιέλαιο	56912719
Κραμβέλαιο	24579588
Ηλιανθέλαιο	18409217
Φοινικέλαιο kernel	7842084
Αραχιδέλαιο	5551574
Βαμβακέλαιο	4468909
Παρθένο ελαιόλαδο	3574336
Αραβοσιτέλαιο	3320483
Έλαιο καρύδας (κόπρα)	3278258
Σησαμέλαιο	1059146
Λινέλαιο	749261
Έλαιο κρόκου	95728

Πηγή: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>



Σχήμα 1: Ποσοστιαία (%) παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων παγκοσμίως κατά το έτος 2018 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>).

2.1.2 Εγχώρια παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων

Η καλλιέργεια της ελιάς αιώνες τώρα αποτελεί από τις σημαντικότερες γεωργικές καλλιέργειες στην Ελλάδα. Αξίζει να τονιστεί ότι η εντατικοποίηση της ελαιοκαλλιέργειας που έγινε τελευταία με:

- την προώθηση πυκνής φύτευσης χαμηλού σχήματος,
- την ανανέωση των γερασμένων δέντρων,
- την βελτίωση της καλλιεργητικής τεχνικής (λίπανση, κλάδεμα κ.α.),
- την αποτελεσματικότερη καταπολέμηση των εχθρών και ασθενειών της ελιάς.

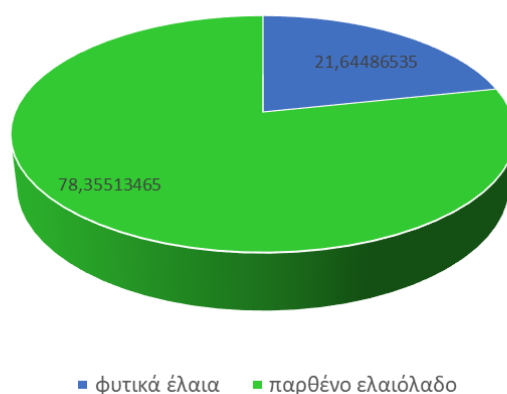
Όλα τα παραπάνω οδήγησαν σε αύξηση της αποδοτικότητας των ελαιώνων με συνέπεια να αυξηθεί πολύ η ελαιοκομική παραγωγή. Αυτό φαίνεται στον Πίνακα 2 όπου το παρθένο ελαιόλαδο σε παραγωγή για το έτος 2018 κατέχει την πρώτη θέση στην Ελλάδα έναντι των φυτικών ελαίων.

Πίνακας 2 : Εγχώρια παραγωγή (tonnes) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2018.

Είδος φυτικού ελαίου	Παραγωγή (tonnes)
Παρθένο ελαιόλαδο	327718
Ηλιανθέλαιο	56600
Κραμβέλαιο	18400
Σησαμέλαιο	5438
Κραμβέλαιο	5300
Αραχιδέλαιο	4313
Λινέλαιο	478

Πηγή: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>

Στο Σχήμα 2 παρατηρείται ότι η ποσοστιαία (%) παραγωγή ελαιολάδου (78,4%) για το έτος 2018 στην Ελλάδα είναι πολύ πιο υψηλή έναντι των φυτικών ελαίων (21,6%) επειδή το ελαιόλαδο αποτελεί ένα από τα βασικά γεωργικά προϊόντα. Όπως είπε ο Οδυσσέας Ελύτης: «Αν αποσυνθέσεις την Ελλάδα, στο τέλος θα δεις να σου απομένουν μια ελιά, ένα αμπέλι και ένα καράβι».



Σχήμα 2: Ποσοστιαία (%) παραγωγή ελαιολάδου και φυτικών ελαίων στην Ελλάδα κατά το έτος 2018 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>).

2.2 Κατανάλωση ελαιολάδου και φυτικών ελαίων

2.2.1 Παγκόσμια κατανάλωση ελαιολάδου και φυτικών ελαίων

Αναμεσά στα έτη 1990-2016 η παγκόσμια κατανάλωση του ελαιολάδου αυξήθηκε κατά 1 εκατομμύριο τόνους, από 1,8 εκατομμύρια τόνους στις αρχές της δεκαετίας του 1990 έφτασε σε 3 εκατομμύρια τόνους το έτος συγκομιδής 2016. Από την άλλη πλευρά το πλεόνασμα των φυτικών ελαίων μείωσε τις παγκόσμιες τιμές τους από 11 σε 25 % λόγω της υπερβολικής προσφοράς και της μείωσης της ζήτησης στις μεγαλύτερες αγορές .

Παρόλα αυτά όπως φαίνεται στον Πίνακα 3 για το έτος 2013 η παγκόσμια συνολική κατανάλωση (τόνους) του ελαιολάδου κατέχει την έκτη θέση με κατά κεφαλή κατανάλωση 0,4 (kg/άτομο/έτος), ενώ στα φυτικά έλαια την υψηλότερη κατανάλωση κατέχει το σογιέλαιο με κατά κεφαλή κατανάλωση 3,48 (kg/άτομο/έτος) και ακολουθεί το φοινικέλαιο με κατά κεφαλή κατανάλωση 2,17 (kg/άτομο/έτος).

Πίνακας 3: Παγκόσμια συνολική κατανάλωση (tonnes) και κατά κεφαλήν κατανάλωση (Kg / άτομο / έτος) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2013.

Είδος φυτικού ελαίου	Συνολική κατανάλωση (tonnes)	Κατά κεφαλή κατανάλωση (Kg / άτομο / έτος)
Σογιέλαιο	24343096	3,48
Φοινικέλαιο	15212350	2,17
Ηλιανθέλαιο	10193431	1,46
Βαμβακέλαιο	3940082	0,56
Αραχιδέλαιο	3848449	0,55
Ελαιόλαδο	2779374	0,4
Αραβοσιτέλαιο	2201196	0,31
Έλαιο καρύδας	2025995	0,29
Φοινικέλαιο kernel	1926586	0,28
Λάδι από φλοιό ρυζιού	1926586	0,28
Σησαμέλαιο	719784,7	0,1

Πηγή: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>

2.2.2 Εγχώρια κατανάλωση ελαιολάδου και φυτικών ελαίων

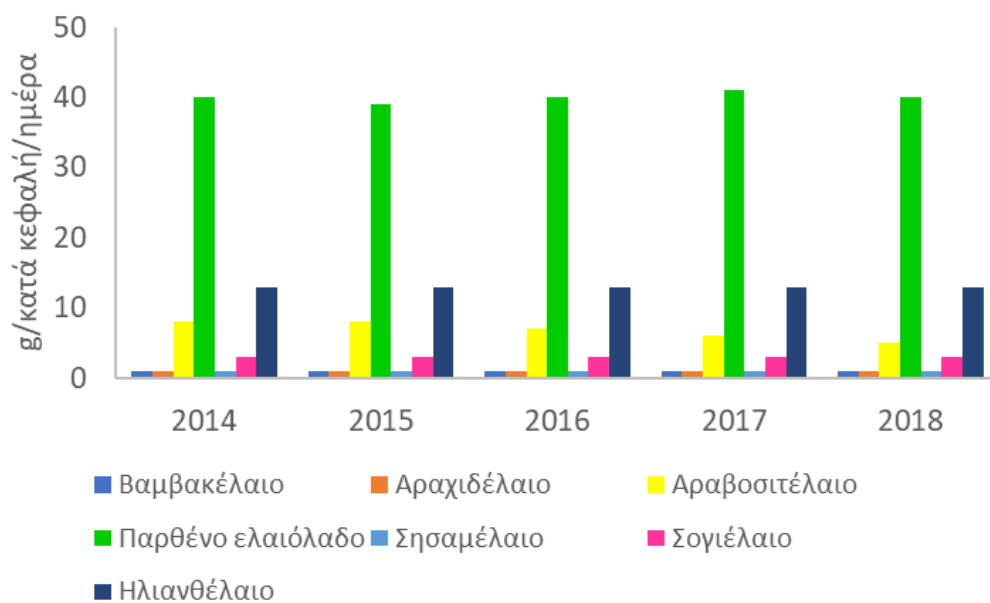
Στοιχεία για την εγχωρία συνολική κατανάλωση (τόνους) και την κατά κεφαλή κατανάλωση (kg/άτομο/έτος) του ελαιολάδου και των φυτικών ελαίων κατά το έτος 2013 δίνονται στον Πίνακα 4. Όπως φαίνεται το ελαιόλαδο κατέχει την πρώτη θέση και ακολουθεί το Ηλιανθέλαιο και το αραβοσιτέλαιο. Είναι χαρακτηριστικό ότι το ελαιόλαδο στο μεγαλύτερο ποσοστό καταναλώνεται σε χώρες που παράγεται. Σε αυτό συντελεί κυρίως η μακράιωνη συνήθεια στα ιδιαίτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου, των πληθυσμών των χωρών παραγωγής και η αποδοχή της υψηλής διαιτητικής του αξίας.

Πίνακας 4: Έγχωρια συνολική κατανάλωση (tonnes) και κατά κεφαλήν κατανάλωση (Kg / άτομο / έτος) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά το έτος 2013.

Είδος φυτικού ελαίου	Συνολική κατανάλωση (tonnes)	Κατά κεφαλή κατανάλωση (Kg / άτομο / έτος)
Ελαιόλαδο	150798	13,55
Ηλιανθέλαιο	84763,01	7,62
Αραβοσιτέλαιο	30808	2,77
Σογιέλαιο	10271	0,92
Σησαμέλαιο	6149	0,55
Βαμβακέλαιο	5017,21	0,45
Φοινικέλαιο	4712,13	0,42
Αραχιδέλαιο	3825	0,34

Πηγή: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>

Κάτι ανάλογο παρατηρείται και στο Σχήμα 3 όπου το ελαιόλαδο κατέχει την πρώτη θέση σε κατά κεφαλήν κατανάλωση κατά την κατά την πενταετία 2014- 2018. Στην δεύτερη θέση είναι το ηλιανθέλαιο με σημαντική διαφορά από το ελαιόλαδο και μικρή από το αραβοσιτέλαιο και ακολουθούν τα υπόλοιπα σε μικρή κατανάλωση. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το ελαιόλαδο είναι άμεσα συνδεδεμένο με τον Έλληνα από την Αρχαία Ελλάδα έως σήμερα.



Σχήμα 3: Κατανάλωση (g/κατά κεφαλή/ημέρα) ελαιολάδου και φυτικών ελαίων κατά την πενταετία 2014-18 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>).

3 ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

Το ελαιόδεντρο ευδοκίμει κυρίως στις περιοχές της Μεσογείου, στην Νότια Ρωσία και στην Κεντρική Αμερική και από αρχαιοτάτων χρόνων αποτέλεσε το πολυτιμότερο προϊόν της Ελληνικής γης. Οι Έλληνες συνηθισμένοι επί αιώνες στην χρήση του ελαιολάδου, διατηρούν ακόμα και σήμερα σε παγκόσμια κλίμακα υψηλή θέση στην κατά άτομο κατανάλωση και στην παραγωγή (20 kg / άτομο) και καθιστά την Ελλάδα πρώτη σε κατανάλωση. Το ελαιόλαδο έχει την πιο μεγάλη εμπορική αξία από τα υπόλοιπα είδη φυτικών ελαίων.

"Ελαιόλαδο" χαρακτηρίζεται το έλαιο που λαμβάνεται από τους καρπούς της ελιάς της Ευρωπαϊκής (*Olea europea*) με μέσα αποκλειστικά μηχανικά και μεθόδους ή επεξεργασίες οπωσδήποτε φυσικές, σε θερμοκρασίες που να μην προκαλούν αλλοίωση του ελαίου.

Το ελαιόλαδο είναι ένα εξαιρετικό μονοακόρεστο έλαιο και η κύρια πηγή λιπιδίων της μεσογειακής διατροφής, καθώς περιέχει πολλές βιοδραστικές ενώσεις εξαιρετικής διατροφικής και αισθητηριακής ποιότητας. Οι ελιές για το ελαιόλαδο χαρακτηρίζονται από μικρό μέγεθος, υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι (> 20%) και καλή γεύση και άρωμα.

Διάφορες μελέτες έχουν θεωρήσει τις ελιές και το ελαιόλαδο ως «λειτουργικά τρόφιμα» ή / και «φάρμακα τροφίμων» (Gunstone, 2011). Τα συστατικά του εμφανίζουν πολλαπλά βιολογικά ευεργετήματα προστασίας για τον ανθρώπινο οργανισμό, όπως πρόληψη της παχυσαρκίας, οξειδωτικό στρες, στεφανιαίες και άλλες καρδιακές διαταραχές, διαβήτη, φλεγμονές, υπέρταση αίματος, οστεοπόρωση, δερματίτιδα, ορισμένους τύπους κακοήθων όγκων (καρκίνος) και άλλα (Estruch et al. 2013).

Το τυποποιημένο ελαιόλαδο, διατίθεται στην αγορά σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, Εξαιρετικό παρθένο Ελαιόλαδο, Παρθένο Ελαιόλαδο, Ελαιόλαδο και Εξευγενισμένα Ελαιόλαδα και Παρθένα Ελαιόλαδα & Πυρηνέλαιο, οι οποίες πρέπει να αναγράφονται στη συσκευασία του, αλλά και τύπους ελαιολάδων με ιδιαιτερότητες, με λιγότερη ή περισσότερη επεξεργασία όπως το Αγουρέλαιο, τα ελαιόλαδα βιολογικής καλλιέργειας και τα αρωματικά ελαιόλαδα (Ρέππας, 2012).

3.1 Η ιστορία του ελαιολάδου

Οι Αιγύπτιοι πριν από το 2000 π.Χ. εισάγουν ελαιόλαδο από την Κρήτη, τη Συρία και την Χαναάν. Ο Αιγύπτιος Sīnuhe, που ζούσε εξόριστος στο βόρειο τμήμα της Χαναάν περίπου το 1960 π.Χ., αναφέρεται σε άφθονα ελαιόδεντρα. Η ελιά ήταν αναπόσπαστο μμέρος της ζωής στην ανατολική Μεσόγειο, αλλά δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια πότε άρχισε η συστηματική καλλιέργειά της. Έχουν ανακαλυφθεί κονιάματα λίθων και πρέσες που χρησιμοποιούνταν για την εξαγωγή ελαιολάδου που χρονολογούνται από το 5000 π.Χ. Τα αρχαιολογικά ευρήματα από τα μινωικά ανάκτορα της Κρήτης αποκαλύπτουν τον πολλαπλό ρόλο του ελαιολάδου στον κρητικό πολιτισμό της Μινωικής περιόδου. Οι απαρχές της ελαιοκαλλιέργειας εντάσσονται χρονικά κατά την 3^η χιλιετία π.Χ. (πρώιμη Χαλκοκρατία). Το προβάδισμα ως προς την ελαιοκαλλιέργεια κρατούσε η Μινωική Κρήτη λόγω του εύκρατου κλίματός της, των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της, αλλά και της εντατικοποίησης της πρωτογενούς γεωργικής παραγωγής της. Οι ανασκαφές στην Κρήτη έφεραν στο φως τεράστιους πίθους για την διατήρηση του λαδιού, πιστοποιώντας πως η δύναμη των Μινωικών βασιλιάδων προερχόταν σε μεγάλο βαθμό και από την εξαγωγή του ελαιολάδου, τόσο στην Αίγυπτο, όσο και σε άλλες περιοχές της Μεσογείου (ΣΕΒΙΤΕΛ, 2013).

Σύμφωνα με αναφορές, το πρώτο ελαιοτριβείο βρέθηκε στις Κλαζομενές της Ιωνίας. (στη σύγχρονη Τουρκία). Άλλες πηγές αναφέρουν ότι, το αρχαιότερο ελαιοτριβείο βρέθηκε από τον Δέφνερ, σε οροπέδιο των Μεθάνων. Η διαδικασία της παραγωγής του ελαιολάδου έφερε στο προσκήνιο μία διαρκώς εξελισσόμενη τεχνολογία, όπου οι τραχιές πέτρες παραχώρησαν τη θέση τους στους ληνούς και έπειτα στους ελαιόμυλους. Από τους προϊστορικούς ακόμη χρόνους το ελαιόλαδο χρησιμοποιήθηκε για την κάλυψη διαφόρων αναγκών. Κατά τους ομηρικούς χρόνους, το λάδι χρησιμοποιείται κυρίως για την επάλειψη του σώματος και όχι για τροφή ή φωτισμό. Στην πορεία του χρόνου το ελαιόλαδο βρίσκεται να χρησιμοποιείται σαν τροφή, φάρμακο, καλλυντικό, αλλά και για φωτισμό και επίσης ως συστατικό σε τελετουργικά διαφόρων θρησκειών και πολιτισμών (Πατέρα, 2006).

Οι αρχαίοι Έλληνες μμετέφεραν την καλλιέργεια της ελιάς στις αποικίες τους. Καθώς ο ελληνικός πληθυσμός αυξανόταν με ταχείς ρυθμούς, δεν υπήρχε πλέον αρκετός χώρος για όλους στις πόλεις. Έτσι πιο τολμηροί άρχισαν να αναζητούν νέους

τόπους και έτσι ξεκίνησε η ίδρυση ελληνικών αποικιών στη Σικελία, στη νότια Γαλλία, και στη δυτική ακτή της Ισπανίας ως το 800 π.Χ. Άλλοι άποικοι πήγαν ανατολικά, φθάνοντας στις ακτές της Μαύρης Θάλασσας. Παντού όπου πήγαν, πήραν μαζί τους ελιές. Γενικώς η ενασχόληση με το ελαιόλαδο ήταν η ραχοκοκαλιά του εμπορίου στον αρχαίο κόσμο. Από το 600 π.Χ. και μετέπειτα έμποροι από τη Φοινίκη, την Κρήτη και την Αίγυπτο έκαναν γνωστό το ελαιόλαδο στη λεκάνη της Μεσογείου, στη Μαύρη θάλασσα και ακόμη μακρύτερα. Αποθετήρια βάζα ελαίου, όπως αυτά των Κομού στην Κρήτη είναι απόδειξη της σημασίας του εμπορίου ελαιολάδου. Αναγνωρίζοντας την αξία του ελαιολάδου, οι Ρωμαίοι συνέτειναν αργότερα στην εξάπλωση της καλλιέργειας της ελιάς στα εδάφη της αυτοκρατορίας τους. Το ελαιόλαδο θεωρούνταν πολύτιμο στην αρχαία ελληνική και ρωμαϊκή κουζίνα (Πατέρα, 2006).

Οι Ρωμαίοι, αντέγραψαν πολλές από τις πρακτικές των Ελλήνων, για να αναπτυχθεί και να επεκταθεί στην αυτοκρατορία τους η καλλιέργεια της ελιάς. Στην αρχή δεν καλλιεργούν ελιές στην ίδια την Ιταλία, αλλά στηρίζονται σε καλλιέργειες σε απομακρυσμένες επαρχίες, όπως στην Ισπανία, αυξάνοντας έτσι το εμπόριο του ελαιολάδου με τις κατακτημένες χώρες της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας. Μετά την κατάκτηση του συνόλου της Μεσογείου και την εξάλειψη της ελληνικής δύναμης, οι Ρωμαίοι επέκτειναν την καλλιέργεια της ελιάς και στην Ιταλία. Με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας τον 5^ο αιώνα μ.Χ. και την εισβολή των βαρβάρων η καλλιέργεια της ελιάς, μειώθηκε για περίπου μια χιλιετία. Η Δυτική Ευρώπη εισήλθε στο Μεσαίωνα, αλλά η ελαιοπαραγωγή συνεχίστηκε στην Ανατολική Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, δηλαδή στο Βυζάντιο. Με επαναλαμβανόμενες εισβολές από διάφορους χριστιανικούς στρατούς και αργότερα από τους Οθωμανούς υπήρξε μεγάλη αναταραχή στο Βυζάντιο, η ελαιοκαλλιέργεια όμως, συνέχισε να γίνεται σταθερά και να αποτελεί σημαντική δραστηριότητα στην περιοχή της σημερινής Τουρκίας. Ωστόσο, οι βάρβαροι και οι πρώτες αραβικές επιδρομές σήμαναν το τέλος της «καλής περιόδου» για την καλλιέργεια της ελιάς (Πατέρα, 2006).

Οι Ρωμαίοι κατέτασαν το ελαιόλαδο σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με την πίεση που είχε υποστεί κατά την παραλαβή του. Υπήρχε διάταγμα του Διοκλητιανού, που διαφοροποιούσε την τιμή του ελαιολάδου ανάλογα με την ποιότητά του (Πατέρα, 2006)..

Το Ελαιόλαδο ξαναπήρε τον αρχικό του ρόλο αργότερα και κυρίως κάτω από την επιρροή των θρησκευτικών κοινοτήτων. Οι Σταυροφορίες και πιο συγκεκριμένα, το εμπόριο της Βενετίας κατά τον 13^ο αιώνα άρχισαν να δίνουν και πάλι στο ελαιόλαδο

την παλιά του αίγλη και να μετατρέπουν το εμπόριό του σε μια προσοδοφόρα επιχείρηση. Την εποχή εκείνη δόθηκε έμφαση όχι μόνο στη διατροφή και στη μαγειρική, αλλά και στο φωτισμό και την παραγωγή σαπουνιών. Ωστόσο, χρειάστηκε αρκετός χρόνος για να θεωρηθεί και πάλι το «υγρό χρυσάφι» της αρχαιότητας. Μετά τον 16^ο μ.Χ. αιώνα, οι Ευρωπαίοι φτάνουν στην Αμερική και μεταφέρουν την ελιά στο Νέο Κόσμο. Σήμερα υπάρχουν ελαιοκαλλιέργειες στην Καλιφόρνια, στο Μεξικό, στο Περού, στη Χιλή και στην Αργεντινή. Εκτιμάται ότι σήμερα υπάρχουν περίπου 800 εκατομμύρια ελαιόδεντρα σε όλο τον κόσμο, και ότι η συντριπτική πλειοψηφία (95%) βρίσκεται στις χώρες της Μεσογείου. Τα ελαιόδεντρα καλλιεργούνται ευρέως στην Ελλάδα, πολύ περισσότερο από ότι οποιοδήποτε άλλο οπωροφόρο δένδρο. Αντιστοιχούν στο 75% της συνολικής δενδροκομίας και καλύπτουν περίπου το 15% της γεωργικής γης (Πατέρα, 2006).

3.2 Κατηγορίες ποιότητας ελαιολάδου

Σύμφωνα με τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) αριθ. 1308/2013 προβλέπονται η περιγραφή και ο ορισμός των ελαιολάδων και των πυρηνέλαιων που διατίθενται στο εμπόριο στο εσωτερικό κάθε κράτους μέλους, καθώς και όσον αφορά τις ενδοκοινοτικές συναλλαγές και τις συναλλαγές με τις τρίτες χώρες. Η χρήση των περιγραφών και των ορισμών του ελαιολάδου και του πυρηνέλαιου που εμφανίζονται στο του εν λόγω κανονισμού είναι υποχρεωτική όσον αφορά την εμπορία των εν λόγω προϊόντων εντός της Κοινότητας, καθώς και στο εμπόριο με τρίτες χώρες, εφόσον είναι συμβατή με διεθνείς υποχρεωτικούς κανόνες. Μόνον οι παρακάτω κατηγορίες ελαιολάδου επιτρέπεται να διακινούνται και να πωλούνται ενδοκοινοτικά σε επίπεδο λιανικού εμπορίου εφόσον περιγράφονται και ορίζονται ως εξής:

- Παρθένο ελαιόλαδο

Έλαια που λαμβάνονται από τον ελαιόκαρπο μόνο με μηχανικές μεθόδους ή άλλες φυσικές επεξεργασίες, με συνθήκες που δεν προκαλούν αλλοίωση του ελαίου και τα οποία δεν έχουν υποστεί καμία άλλη επεξεργασία πλην της πλύσης, της μετάγγισης, της φυγοκέντρισης και της διήθησης. Εξαιρούνται τα έλαια που λαμβάνονται με διαλύτες, με βοηθητικές ύλες παραλαβής που έχουν χημική ή βιοχημική δράση, ή με μεθόδους επανεστεροποίησης ή πρόσμειξης με έλαια άλλης φύσης. Τα έλαια αυτά κατατάσσονται και ταξινομούνται αναλυτικά με τις ακόλουθες ονομασίες:

1. *Εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο*: Το ελαιόλαδο, του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (οξύτητα), δεν υπερβαίνει τα 0,8 g ανά 100 g (0,8%) και τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την κατηγορία αυτή.
 2. *Παρθένο ελαιόλαδο*: Το ελαιόλαδο η οξύτητα του οποίου δεν υπερβαίνει το 2,0% και τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την κατηγορία αυτή.
 3. *Ελαιόλαδο Λαμπάντε*: Το ελαιόλαδο του οποίου η οξύτητα είναι μεγαλύτερη του 2,0% και τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την κατηγορία αυτή.
- Εξευγενισμένο ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο που λαμβάνεται από τον εξευγενισμό παρθένων ελαιολάδων, η οξύτητα του οποίου δεν υπερβαίνει το 0,3 % και τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την κατηγορία αυτή.

- Ελαιόλαδο αποτελούμενο από εξευγενισμένα ελαιόλαδα και παρθένα ελαιόλαδα

Το έλαιο που λαμβάνεται από ανάμειξη εξευγενισμένου ελαιολάδου και παρθένων ελαιολάδων, εκτός από το ελαιόλαδο λαμπάντε, η οξύτητα του οποίου δεν υπερβαίνει το 1,0% και τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την κατηγορία αυτή.

- Ακατέργαστο πυρηνέλαιο

Το έλαιο που λαμβάνεται από τους πυρήνες της ελιάς, κατόπιν επεξεργασίας με διαλύτες ή με φυσικά μέσα ή το έλαιο που αντιστοιχεί (με εξαίρεση ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά) σε ελαιόλαδο λαμπάντε.

- Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο

Το έλαιο που λαμβάνεται από τον εξευγενισμό του ακατέργαστου πυρηνελαίου, η οξύτητα του οποίου δεν υπερβαίνει το 0,3% και τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την κατηγορία αυτή.

- Πυρηνέλαιο

Το έλαιο που λαμβάνεται από ανάμειξη εξευγενισμένου πυρηνελαίου και παρθένων ελαιολάδων, εκτός από το ελαιόλαδο λαμπάντε, η οξύτητα του οποίου δεν υπερβαίνει το 1,0% και τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα για την κατηγορία αυτή.

Εκτός των παραπάνω κατηγοριών στην αγορά διατίθενται:

- Αγουρέλαιο

Το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο του πρώτου άγουρου καρπού της ελιάς, έχει πλούσια, φρουτώδη, πικάντικη οσμή αλλά και χαρακτηριστική πικρή γεύση. Όλα του τα χαρακτηριστικά «ξεχειλίζουν» νεότητα, ορμή και έντονη προσωπικότητα. Συνήθως διατίθεται σε περιορισμένη ποσότητα και συλλέγεται από τις καλύτερες ελιές. Ελιές άγουρες, μαζεμένες με το χέρι και όχι από ραβδισμό ή πτώση. Λόγω της σπάνιας «ιδιοσυγκρασίας» του, το αγουρέλαιο έχει και περιορισμένη διάρκεια ζωής, 9 μήνες έχει ο καταναλωτής στην διάθεσή του για να απολαύσει αυτή την άγουρη πλευρά της ζωής! Το Αγουρέλαιο, πλούσιο σε αντιοξειδωτικά από τη φύση του συνδυάζει την ανώτερη γεύση με την υψηλή βιολογική αξία.

- Ελαιόλαδο βιολογικής καλλιέργειας

Είναι το λάδι που προέρχεται από ελαιώνες όπου εφαρμόζονται οι αυστηροί κανόνες για τις βιολογικές καλλιέργειες. Εκεί δεν έχουν θέση ούτε τα λιπάσματα, ούτε οι ψεκασμοί, ούτε και κανένα είδος επεξεργασίας κατά την έκθλιψη του ελαιοκάρπου, τη διατήρησή του και την εμφιάλωση του ελαιολάδου. Στην ετικέτα των βιολογικών προϊόντων πρέπει να αναγράφεται απαραίτητως ο αριθμός έγκρισης και πιστοποίησης από αναγνωρισμένους οργανισμούς ελέγχου και πιστοποίησης.

3.3 Διαδικασία παραλαβής ελαιολάδου

Οποιαδήποτε και αν είναι η μέθοδος παραλαβής του ελαιολάδου από τον ελαιοκάρπο τα βασικά στάδια, δηλαδή το σπάσιμο του ελαιοκάρπου και η μάλαξη της ελαιοζύμης είναι σχεδόν τα ίδια. Τα άλλα στάδια, διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο του ελαιουργείου.. Το μεγαλύτερο μέρος του ελαιολάδου βρίσκεται σε μορφή μικρών σταγονιδίων στον ελαιοκάρπο. Σε μικρότερο βαθμό απαντάται το ελαιόλαδο στα κολλοειδή συστήματα του κυτοπλάσματος των κυττάρων και σε ακόμη μικρότερο βαθμό στο επικάρτιο και το ενδοσπέρμιο (Κυριτσάκης, 2007).

Στη λεκάνη της Μεσογείου, στις ημέρες μας, δύο διαφορετικές διαδικασίες παραγωγής ελαιολάδου χρησιμοποιούνται ευρέως, οι οποίες βασίζονται στη φυγοκέντρωση. Τα φυγοκεντρικά συστήματα διακρίνονται στα συστήματα τριών και δύο φάσεων, ανάλογα με τα προϊόντα που δίνουν στο τέλος της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου. Επιπλέον σε κάποιες περιοχές, ανάμεσα τους και περιοχές της Ελλάδας,

εφαρμόζεται ακόμα η παραδοσιακή διαδικασία, κατά την οποία το ελαιόλαδο εξάγεται με πίεση του ελαιοκάρπου στα υδραυλικά πιεστήρια (Κυριτσάκης, 2007)..

Αμέσως μετά την συγκομιδή, ο ελαιόκαρπος πρέπει να μεταφέρεται στο ελαιουργείο όπου επιβάλλεται να γίνεται ο διαχωρισμός του με βάση την ποικιλία, τον τρόπο συγκομιδής (δηλαδή αν μαζεύτηκε απευθείας από το δέντρο ή από το έδαφος) και την κατάσταση στην οποία βρίσκεται (αν είναι υγιής ή δακοπροσβεβλημένος) (Κυριτσάκης, 2007)

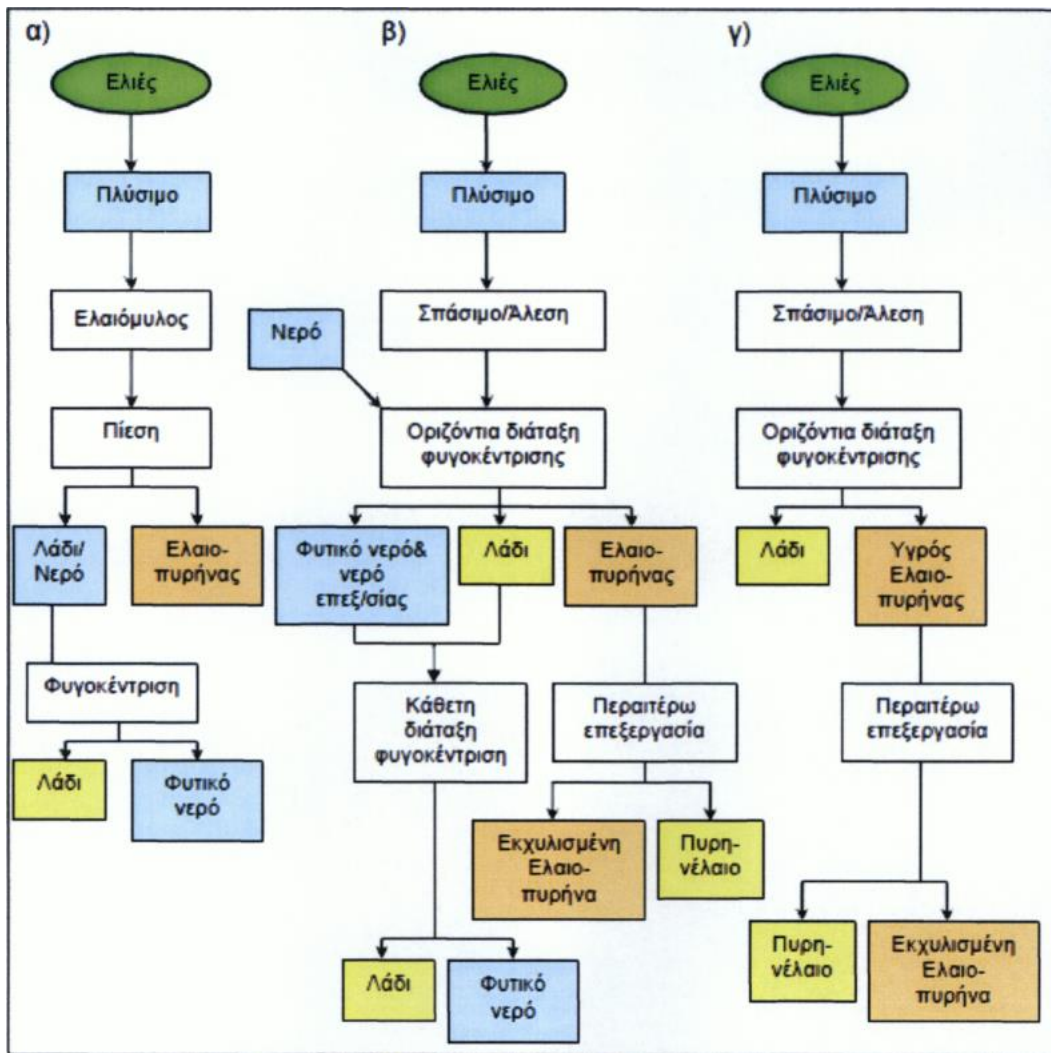
Τα βασικά στάδια που περιλαμβάνει η επεξεργασία του ελαιοκάρπου είναι τα ακόλουθα:

- Παραλαβή
- Τροφοδοσία – αποφύλλωση
- Πλύσιμο
- Σπάσιμο-άλεση του ελαιοκάρπου
- Μάλαξη
- Διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη
- Τελικός διαχωρισμός- καθαρισμός του ελαιολάδου

Η πλύση γίνεται με νερό θερμοκρασίας 30-40 °C για την απομάκρυνση ξένων υλών και χημικών ουσιών.

Η Μάλαξη της Ελαιοζύμης σε μαλακτήρα συντελεί στην συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων σε μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Η μάλαξη γίνεται σε θερμοκρασίες μέχρι 27°C ώστε το ελαιόλαδο να διατηρήσει τα πτητικά συστατικά και το χρώμα του.

Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη γίνεται με πίεση ή φυγοκέντριση ή συνάφεια και ο τελικός διαχωρισμός - καθαρισμός του ελαιολάδου με διήθηση



Σχήμα 4. Διάγραμμα ροής των τριών διαφορετικών διαδικασιών παραγωγής ελαιόλαδου α) Παραδοσιακή β) τριών φάσεων γ) δύο φάσεων

4 ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ

«Φυτικά έλαια (σπορέλαια) και λίπη» χαρακτηρίζονται τα βρώσιμα έλαια και λίπη που λαμβάνονται από την σύνθλιψη των ελαιούχων καρπών και σπερμάτων ή την εκχύλιση τους με διαλύτες τα οποία διατίθενται στην κατανάλωση μετά από κατάλληλη επεξεργασία.

«Παρθένα φυτικά έλαια (σπορέλαια) και λίπη» χαρακτηρίζονται τα βρώσιμα, φυτικά έλαια και λίπη που λαμβάνονται αποκλειστικά με μηχανικές διαδικασίες και θερμική επεξεργασία. Μπορούν να υποβληθούν μόνο σε πλύσιμο με νερό, καθίζηση, διήθηση (φιλτράρισμα) και φυγοκέντριση.

Στο εμπόριο τα φυτικά έλαια διατίθενται με υποχρεωτική ονομασία προέλευσης και τον εξευγενισμό τους π.χ. εξευγενισμένο βαμβακέλαιο, εξευγενισμένο σογιέλαιο κ.α. Από τα φυτικά έλαια πρώτο σε παραγωγή είναι το σογιέλαιο και ακολουθεί το φοινικέλαιο και το κραμβέλαιο. Οι λιπαρές ύλες φυτικής προέλευσης αποτελούν το 60% του παγκόσμιου συνόλου, ενώ οι ζωικής προέλευσης το 40 %.

Τα βιομηχανικά φυτικά έλαια σε αντίθεση με τα παραδοσιακά λίπη όπως το ελαιόλαδο, το βούτυρο και το λαρδί αποτελούν μια πρόσφατη προσθήκη στην διατροφή του ανθρώπου. Στην πραγματικότητα εισήχθησαν στις αρχές του 1900 μόνο στην αμερικανική διατροφή. Σήμερα κατέληξαν να κατέχουν σημαντική επιρροή όχι μόνο στην Αμερική αλλά και στις δυτικές χώρες.

Τα φυτικά έλαια αρχικά τα χρησιμοποίησαν στην διαδικασία παραγωγής σαπουνιών. Στην συνέχεια είδαν ότι τα έλαια αυτά είχαν ένα πλεονέκτημα, δηλαδή μπορούσαν να αλλάξουν τη χημική τους δομή μέσω μιας επεξεργασίας της υδρογόνωσης. Έτσι ένα έλαιο που παλαιότερα χαρακτηριζόταν τοξικό απόβλητο τώρα έγινε αναπόσπαστο κομμάτι της διατροφής.

Η βιομηχανική επανάσταση έδωσε απίστευτες αποδόσεις στην παραγωγή αλλά είχε και αρνητική επίδραση στην ποιότητα πολλών τροφίμων που έχουμε στην διάθεση μας. Πολλοί διατροφικοί παράγοντες όπως η κατανάλωση γλουτένης, φυτικών ελαίων και η υπερβολικά ραφιναρισμένη ζάχαρη συμβάλουν στην εμφάνιση φλεγμονής, η επίδραση αυτών των τροφίμων στην υγεία μας ποικίλει από εγκεφαλική βλάβη μέχρι την εμφάνιση χρόνιων παθήσεων όπως σκλήρυνση κατά πλάκας και διαβήτη (Kresser, 2019).

4.1 Είδη και κατηγορίες φυτικών ελαίων και λιπών

Σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών τα φυτικά έλαια που διατίθενται συνήθως ως εδώδιμα είναι τα εξής:

1. *Βαμβακέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (15-20%, με πίεση εν θερμώ στους 105°C) από τα σπέρματα των διαφόρων καλλιεργημένων ειδών βαμβακιάς (*Gossypium* sp.).
2. *Αραβοσιτέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (40-50%, με πίεση ή εκχύλιση) από τα φύτρα του αραβοσίτου (*Zea mays* L.).
3. *Σογιέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (17-18%, με έκθλιψη ή εκχύλιση) από τα σπέρματα της σόγιας (*Glycine max* (L)).
4. *Σησαμέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (47-56%, με ψυχρή και θερμή πίεση) από τα σπέρματα του σησαμιού (*Sesamum indicum* L.).
5. *Ηλιανθέλαιο ή Ηλιέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (30-40%, με ψυχρή πίεση) από τα σπέρματα του ηλιανθου (*Helianthus annuus* L.).
6. *Αραχιδέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (7-40%, με διπλή πίεση και εκχύλιση) από τα σπέρματα της αραχίδας (*Arachis hypogaea* L.).
7. *Κραμβέλαιο χαμηλού ερουκικού οξέος*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τα ελαιούχα σπέρματα χαμηλής περιεκτικότητας σε ερουκικό οξύ ποικιλιών των ειδών *Brassica napus* L και *Brassica campestris* L.
8. *Σταφυλέλαιο ή Γιγαρτέλαιο ή Έλαιο σπόρων σταφυλής*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τα σπέρματα των σταφυλιών (*Vitis vinifera*).
9. *Καρθαμέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τα σπέρματα του κάρθαμου (*Carthamus tinctorius* L.).
10. *Κοκόλιπος ή Λίπος κοκό ή Έλαιο κοκό*: είναι η λιπαρή ύλη που λαμβάνεται από τον πυρήνα της καρύδας κοκό (*Cocos uncifera*).
11. *Φοινικέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται από το σαρκώδες μεσοκάρπιο του φρούτου της ελαιοφοινικιάς (*Elaeis guineensis*) και περιλαμβάνει τόσο το κόκκινο όσο και το αποχρωματισμένο φοινικέλαιο. Το κόκκινο φοινικέλαιο περιέχει ολικά καροτινοειδή τουλάχιστον 500 mg/kg και μέγιστο 2000 mg/kg, υπολογιζόμενα ως β - καροτένιο.
12. *Φοινικοπυρηνέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τον πυρήνα του καρπού της ελαιοφοινικιάς (*Elaeis guineensis*).

13. *Ελαιο μπαμπασού (Babassu)*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τον πυρήνα του καρπού διαφόρων ποικιλιών της φοινικιάς (*Attalea funifera*).

14. *Καπνέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται από τα σπέρματα της νικοτιανής (*Nicotiana tabacum*). Το καπνέλαιο εμφανίζει συνήθως χαρακτηριστικό κιτρινοπράσινο οπαλισμό.

Επίσης στο εμπόριο διατίθενται και άλλα φυτικά έλαια όπως:

1) *Λινέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (30-40%), με ψυχρή και θερμή πίεση, από τα σπέρματα του λινού, (*Linum usitatissimum*).

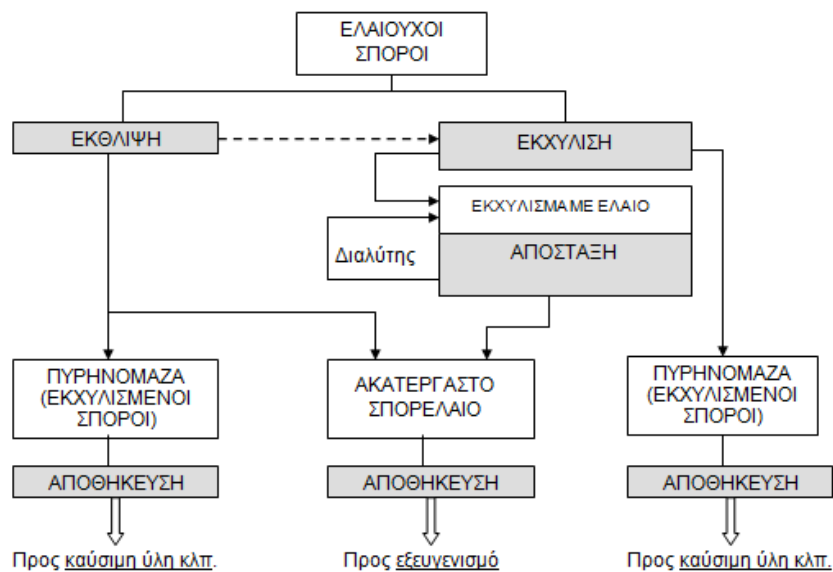
2) *Μηκωνέλαιο*: είναι το έλαιο που λαμβάνεται (50-60%), με ψυχρή και θερμή πίεση ή εκχύλιση από τα σπέρματα της μήκωνος (*Papaver somniferum*).

4.2 Διαδικασία παραλαβής φυτικών ελαίων από ελαιούχους σπόρους

Η παραλαβή των φυτικών ελαίων (πυρηνέλαια, σπορέλαια) πραγματοποιείται στα σποροελαιουργεία με εκχύλιση των αντίστοιχων σπόρων ή καρπών.

Τα στάδια παραλαβής συνοπτικά είναι τα παρακάτω:

- I. Ελαφρά άλεση ή πίεση
- II. Εκχύλιση με παρουσία οργανικού διαλύτη
- III. Παραλαβή και αποθήκευση των ακατέργαστων φυτικών ελαίων προς εξευγενισμό.
- IV. Παραλαβή και αποθήκευση των υπολειμμάτων της εκχύλισης (απελαιωμένοι σπόροι και καρποί, φλοιοί κ.α.) προς καύσιμη ύλη (Ανδρικόπουλος, 2015).



Σχήμα 5. Διάγραμμα παραλαβής των φυτικών ελαίων από ελαιούχους σπόρους (Ανδρικόπουλος, 2015).

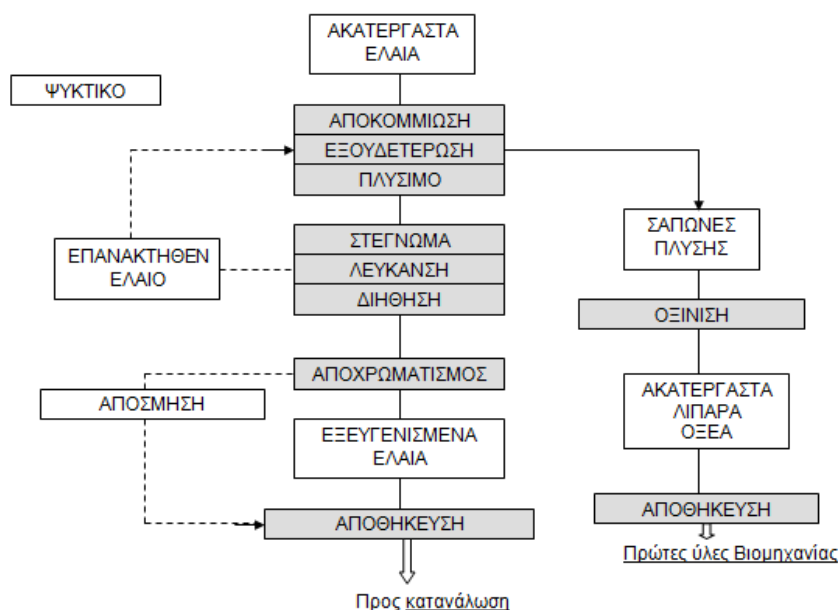
4.2.1 Εξευγενισμός των φυτικών ελαίων

Το κακής ποιότητας ελαιόλαδο, το πυρηνέλαιο και τα σπορέλαια υποβάλλονται στην διαδικασία του εξευγενισμού. Ο εξευγενισμός ή ραφινάρισμα έχει ως στόχο να καταστήσει τα παραπάνω έλαια κατάλληλα για κατανάλωση διορθώνοντας την οξύτητα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Η διαδικασία του εξευγενισμού είναι παρόμοια για τα ελαιόλαδα, πυρηνέλαια και σπορέλαια.

Τα στάδια επεξεργασίας είναι τα εξής:

- 1) *Αποκομμίωση*: Με την επεξεργασία αυτή απομακρύνονται τα κόμμεα και οι ρητίνες με προσθήκη νερού (60-80°C) ή χρήση χλωριούχου νατρίου, φωσφορικού οξέος ή κιτρικού οξέος.
- 2) *Εξουδετέρωση*: Γίνεται απομάκρυνση των ελεύθερων λιπαρών οξέων τα οποία αυξάνουν την οξύτητα και μπορεί να προκαλέσουν ποιοτική υποβάθμιση. Η εξουδετέρωση επιτυγχάνεται με την επίδραση καυστικών αλκάλιων π.χ. καυστικό νάτριο το οποίο μετατρέπει τα ελεύθερα λιπαρά οξέα στα αντίστοιχα άλατα δηλαδή σε σάπωνες.
- 3) *Παραλαβή και πλύση των σαπώνων εξουδετέρωσης*: Η παραλαβή γίνεται με καθίζηση ή φυγοκέντριση και ακολουθούν συνεχή πλυσίματα με ζεστό νερό.

- 4) *Αποχρωματισμός*: Η απομάκρυνση των χρωστικών (π.χ. χλωροφύλλη κ.α.) γίνεται με την χρήση ενεργού άνθρακα ή συνδυαστικά ενεργού άνθρακα και αποχρωστικής γαίας σε θερμοκρασίες μέχρι 100°C. Εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών μπορεί να σχηματιστούν trans λιπαρά οξέα, επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία.
- 5) *Απόσμωση*: Είναι η απομάκρυνση ανεπιθύμητων πτητικών και μη πτητικών συστατικών, όπως αλδεΐδες και κετόνες που αποτελούν δευτερογενή προϊόντα οξείδωσης και προσδίδουν δυσάρεστη γεύση και οσμή. Η όλη διαδικασία γίνεται με θέρμανση (180-230°C) και συνθήκες κενού γιατί η επαφή του ζεστού ελαίου με τον αέρα έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ανεπιθύμητου χρώματος και οσμής στο προϊόν. Στην απόσμωση μπορούν να σχηματιστούν trans λιπαρά οξέα (Κυριτσάκης, 2007).

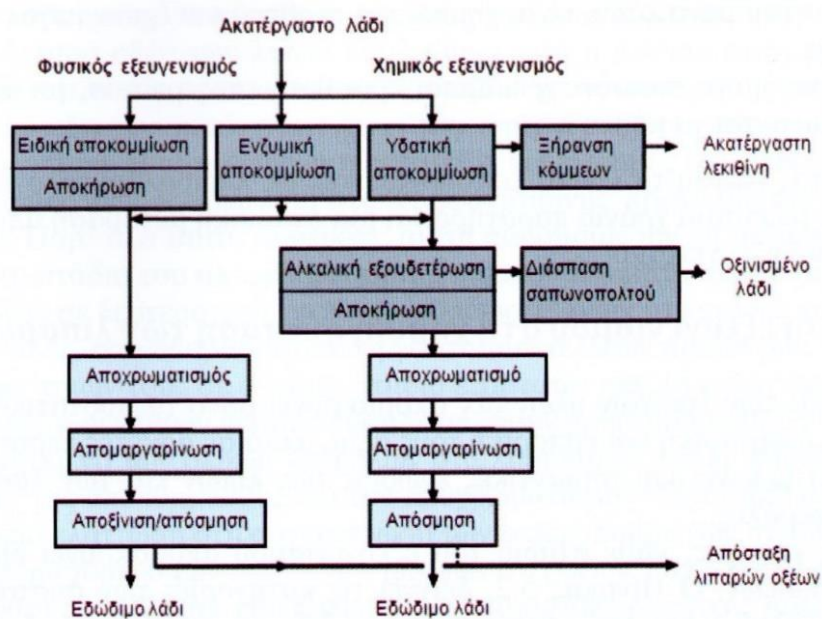


Σχήμα 6. Διάγραμμα εξευγενισμού βιομηχανοποιήσιμου ελαιολάδου και φυτικών ελαίων (Ανδρικόπουλος, 2015).

4.2.2 Φυσικός και χημικός εξευγενισμός

Δύο βασικές μέθοδοι εξευγενισμού χρησιμοποιούνται στην κατεργασία των λιπών και ελαίων, ο φυσικός και ο χημικός εξευγενισμός. Κάθε μία έχει τα δικά της ιδιαίτερα πλεονεκτήματα και η χρήση της μίας ή της άλλης μεθόδου εξαρτάται

σημαντικά από την ποιότητα και τον τύπο του προς επεξεργασία ελαίου (Τσάκνης, 2018).



Σχήμα 7. Διάγραμμα φυσικού και χημικού εξευγενισμού (Τσάκνης, 2018).

Στον φυσικό εξευγενισμό τα ελεύθερα λιπαρά οξέα απομακρύνονται με απόσπαση κατά τη διάρκεια της απόσμησης. Ο φυσικός εξευγενισμός έχει τα ακόλουθα γενικά χαρακτηριστικά:

- Χρησιμοποιείται μόνο για συγκεκριμένα έλαια, όπως π.χ. το φοινικέλαιο αλλά όχι το βαμβακέλαιο ή τα ιχθυέλαια.
- Εξαρτάται από την αποτελεσματική αποκομμίωση πριν τον εξευγενισμό.
- Το παραγόμενο προϊόν, έχει μικρότερο χρόνο ζωής.
- Δεν παράγει απόβλητα και είναι περισσότερο φιλικός στο περιβάλλον.
- Δεν παράγεται σάπωνας που απαιτεί μετέπειτα κατεργασία, με αποτέλεσμα τα κόστη παραγωγής να είναι μικρότερα (Τσάκνης, 2018).

Στον χημικό εξευγενισμό χρησιμοποιείται καυστική σόδα για την εξουδετέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων. Ο χημικός εξευγενισμός έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μία μεγάλη ποικιλία ελαίων, όπως π.χ. το σογιέλαιο, ηλιέλαιο και κραιβέλαιο.
- Τα εξευγενισμένα λάδια είναι χημικά πιο σταθερά και έχουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής.

- Το παραγόμενο σαπούνι χρειάζεται πρόσθετη επεξεργασία, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα κόστη παραγωγής (Τσάκνης, 2018).

Ο εξευγενισμός (χημικός ή φυσικός) έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ανεπιθύμητων προϊόντων. Σε ένα έλαιο η απομάκρυνση των ελευθέρων λιπαρών οξέων μπορεί να γίνει με απόσταξη υπό κενό και χρήση υπέρθερμου ατμού. Αυτή η διεργασία ονομάζεται φυσικός εξευγενισμός. Στον φυσικό εξευγενισμό σχηματίζονται trans ισομερή εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας. Επίσης η υψηλή θερμοκρασία στο μόριο του τριγλυκερίδιου προκαλεί ανακατανομή των λιπαρών οξέων. Αυτό οδήγησε στην μείωση της θερμοκρασίας (μέγιστη 240 °C για 120 min ή 270 °C για 30 min) με αποτέλεσμα τα μόνο- και διγλυκερίδια να μην διαφοροποιηθούν (Κυριτσάκης, 2007).

Η επιτυχία του φυσικού εξευγενισμού οφείλεται στο βαθμό οξείδωσης του ελαίου. Στο στάδιο του αποχρωματισμού όπου γίνεται ο καθαρισμός το πολύ οξειδωμένο έλαιο θα δώσει κακής ποιότητας εξευγενισμένο. Στο χημικό εξευγενισμό αυτό ισχύει πιο λίγο γιατί πολλές ακαθαρσίες του ελαίου απομακρύνονται με την καυστική σόδα στο στάδιο του πλυσίματος. Επίσης οι τοκοφερόλες και οι τοκοτριενόλες είναι συστατικά που επιβραδύνουν ή εμποδίζουν την οξείδωση. Στο φυσικό εξευγενισμό η απώλεια αυτών των συστατικών εξαρτάται από την θερμοκρασία και από την διάρκεια που εφαρμόζεται. Μεγάλη διάρκεια θέρμανσης και μεγάλη θερμοκρασία οδηγεί σε μεγάλες απώλειες φυσικών αντιοξειδωτικών (Κυριτσάκης, 2007).

Ο φυσικός εξευγενισμός είχε ευρεία εφαρμογή στο φοινικέλαιο τελευταία μετά από έρευνες εφαρμόζεται και σε άλλα έλαια. Υπάρχει τρόπος να εκλεχθεί αν ενδείκνυται ο φασικός εξευγενισμός σε συγκεκριμένο έλαιο και γίνεται λαμβάνοντας υπόψιν το βαθμό της ολικής οξείδωσης (<10), εκτιμάται με μέτρηση των προϊόντων οξείδωσης (υπεροξειδία, καρβονυλικές ενώσεις) (Κυριτσάκης, 2007).

Λαμβάνοντας υπόψη τα κόστη λειτουργίας και τις περιβαλλοντολογικές προτεραιότητες, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία σταδιακή μετάβαση από τον χημικό στον φυσικό εξευγενισμό. Με την τεχνική του φυσικού εξευγενισμού είναι δυνατόν να εξοικονομηθούν μεγάλα ποσά ενέργειας, σε ποσοστό πάνω από 80% . (Κυριτσάκης, 2007)

Συνοψίζοντας, τα βασικά πλεονεκτήματα του φυσικού έναντι του χημικού εξευγενισμού είναι:

- Εφαρμόζεται εύκολα
- Το τελικό προϊόν έχει μεγαλύτερη απόδοση
- Ρυπαίνει το περιβάλλον σε μικρότερο βαθμό (Κυριτσάκης, 2007).

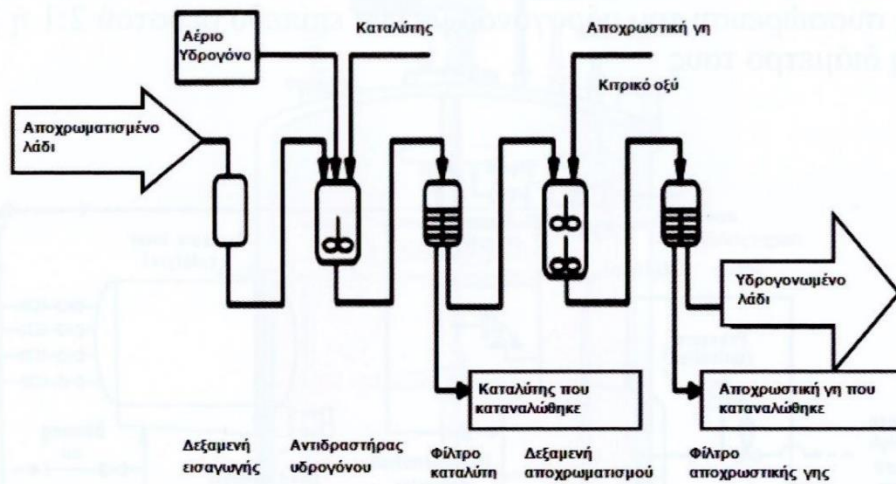
4.2.3 Υδρογόνωση

Η υδρογόνωση είναι μια χημική επεξεργασία που υποβάλλεται το κακής ποιότητας ελαιόλαδο, το πυρηνέλαιο και τα σπορέλαια και έχει σκοπό την μετατροπή των ακόρεστων λιπαρών οξέων σε κορεσμένα. Αυτή η μετατροπή μεταβάλλει την φυσική κατάσταση των ελαίων από υγρή σε στερεή. Κατά την υδρογόνωση προστίθενται άτομα υδρογόνου στα ακόρεστα λίπη εξαλείφοντας τους διπλούς δεσμούς, καθιστώντας τα εν μέρη ή πλήρως κορεσμένα λίπη. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται κάτω από ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας, πίεσης και καταλύτη νικελίου. Με την πάροδο της υδρογόνωσης σημειώνεται σταδιακά αύξηση του σημείου τήξης του ελαίου.

Η μερική υδρογόνωση οδηγεί στο σχηματισμό μαλακού στερεού λίπους δηλαδή στην παρασκευή υδρογονωμένων ελαίων τα οποία προορίζονται για την βιομηχανία παρασκευής μαργαρινών. Οι μαλακές μαργαρίνες έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και συνήθως περιέχουν καθόλου ή ελάχιστα trans λιπαρά οξέα. Στην πλήρη υδρογόνωση οι διπλοί δεσμοί έχουν κορεστεί πλήρως, το προϊόν καθίσταται πιο σκληρό με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και χρησιμοποιείται στην παρασκευή των μαγειρικών λιπών.

Στην πορεία υδρογόνωσης των ελαίων ο ρυθμός κατανάλωσης του υδρογόνου αρχικά είναι γρήγορος και οφείλεται στην υδρογόνωση του λινελαϊκού οξέος με δυο διπλούς δεσμούς. Όσο η υδρογόνωση προχωρά ο ρυθμός μειώνεται επειδή υδρογονώνεται το ελαϊκού οξύ το οποίο είναι μονοακόρεστα.

Η σύσταση του υδρογονωμένου ελαίου σε λιπαρά οξέα εξαρτάται από τις συνθήκες υδρογόνωσης και τη σύσταση της πρώτης ύλης σε λιπαρά. Κατά την υδρογόνωση τα έλαια αποχρωματίζονται επειδή οι χρωστικές στο σύνολο τους καταστρέφονται.



Σχήμα 8. Διαδικασία υδρογόνωσης (Τσάκνης, 2018).

5 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΕΛΩΔΥΜΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

5.1 Λιπίδια

Τα λιπίδια θεωρούνται ένα από τα πιο ουσιώδη θρεπτικά συστατικά για τον άνθρωπο. Η μεγαλύτερη ποσότητα λίπους αποθηκεύεται στα λιπώδη κύτταρα του ανθρώπου ως διαθέσιμη πηγή ενέργειας. Αυτά τα λιποκύτταρα χρησιμεύουν στη μόνωση και την προστασία των ζωικών οργάνων. Το λίπος απαιτείται για τη μεταφορά λιποδιαλυτών βιταμινών καθώς επίσης αποτελεί απαραίτητο συστατικό για τις κυτταρικές μεμβράνες. Οποιαδήποτε αλλαγή στον μεταβολισμό των λιπιδίων μπορεί να τροποποιήσει τη σύνθεση της μεμβράνης και στην συνέχεια να οδηγήσει σε αλλαγές στην διαπερατότητα της. Μπορεί επίσης να διακόψει συγκεκριμένες οδούς και αυτή η διακοπή να σχετίζεται με παθολογικές καταστάσεις όπως καρδιαγγειακά, καρκίνος, μεταβολικά νοσήματα και φλεγμονώδεις επιπλοκές.



Σχήμα 9. Ταξινόμηση λιπιδίων (Τσάκνης, 2018)

5.1.1 Τύποι λιπαρών οξέων

Η χημική δομή των λιπών είναι γνωστή ως τριγλυκερίδια. Το τριγλυκερίδιο αποτελείται από ένα μόριο γλυκερόλης και τρία μόρια λιπαρών οξέων που συνδέονται στο μόριο της γλυκερόλης. Τα λιπαρά οξέα (FAs) ανάλογα με την παρουσία ή την απουσία διπλών δεσμών στο μόριο τους ταξινομούνται :σε κορεσμένα (SFAs - χωρίς διπλούς δεσμούς), σε μονοακόρεστα (MUFAs - με έναν διπλό δεσμό) και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs – με δυο ή έως και έξι διπλούς δεσμούς).

Τα PUFAs ανάλογα με τη θέση του πρώτου διπλού δεσμού από το μεθυλικό άκρο του λιπαρού οξέος χωρίζονται ως ωμέγα - 3 και ωμέγα - 6. Το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να συνθέσει PUFA με τον πρώτο διπλό δεσμό σε C3 και C6 από το άκρο του μεθυλίου λόγω της απουσίας κατάλληλων ενζύμων. Έτσι, αυτά τα λιπαρά οξέα θεωρούνται απαραίτητα και λαμβάνονται μέσω διατροφής.

Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα υπάρχουν σε μια διαμόρφωση cis ή trans. Οι όροι cis και trans αναφέρονται στην διάταξη αλυσίδων ατόμων άνθρακα κατά μήκος του διπλού δεσμού. Στην διάταξη cis βρίσκονται στην ίδια πλευρά του διπλού δεσμού, ενώ στην διάταξη trans οι αλυσίδες βρίσκονται σε αντίθετες πλευρές του διπλού δεσμού και η αλυσίδα είναι ευθεία. Η cis διαμόρφωση βρίσκεται στα φυσικά απαντώμενα ακόρεστα λιπαρά οξέα και η trans διαμόρφωση είναι αποτέλεσμα τεχνολογικής επεξεργασίας όπως η υδρογόνωση. Τα trans λιπαρά οξέα εμφανίζονται φυσικά σε προϊόντα ζωικής προέλευσης, σε περιορισμένο βαθμό. Από έρευνα παρατηρήθηκε ότι τα trans λιπαρά οξέα σε νεότερες ηλικίες ήταν δεκαπέντε φορές υψηλότερα σε σύγκριση με τις μεγαλύτερες. Αυτό φαίνεται να σχετίζεται με τη Δυτική Διατροφή δηλαδή μείωση της παραδοσιακής κατανάλωσης φαγητού συνοδευόμενη με αυξημένη κατανάλωση τροφής σουπερμάρκετ (Orsavona et al, 2015).

5.1.2 Απαραίτητα λιπαρά οξέα

Τα κύρια πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) είναι το λινελαϊκό οξύ (LA, 18:2, n-6) και το α-λινολενικό οξύ (ALA, 18:3, n-3). Το ανθρώπινο σώμα δεν μπορεί να τα συνθέσει για αυτό καθίστανται απαραίτητα και πρέπει να ληφθούν από διατροφικές πηγές. Το λινελαϊκό οξύ αποτελεί μητρική ένωση των ωμεγα-6 PUFAs και το λινολενικό είναι η μητρική ένωση των ωμεγα-3 PUFAs. Από τις δυο αυτές ενώσεις το σώμα συνθέτει παράγωγα μακρύτερης αλυσίδας.

5.1.3 Λειτουργίες απαραίτητων λιπαρών οξέων

Πρόσφατα, τα απαραίτητα λιπαρά οξέα (EFAs) έχουν θεωρηθεί λειτουργικά τρόφιμα και διατροφικά φάρμακα. Μελέτες έδειξαν ότι τα βασικά λιπαρά οξέα απαιτούνται για την διατήρηση υγιούς δέρματος και τη ρύθμιση πολλών διαδικασιών του σώματος όπως η επίδραση τους στις συγκεντρώσεις των λιποπρωτεϊνών, τις

λειτουργίες των ενζύμων και των μεμβρανών, τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης και τη διαμόρφωση παραγωγής εικοσανοειδών. Οι παραπάνω λειτουργίες δίνουν την δυνατότητα μείωσης του κίνδυνου σε σοβαρές ασθένειες όπως καρδιαγγειακές παθήσεις, καρκίνος, διαβήτης και οστεοπόρωση.

Επίσης έχει βρεθεί ότι τα EPA και DHA έχουν συσχετιστεί με την προστασία από ψυχικές διαταραχές όπως άνοια, νόσος Αλτσχάϊμερ, καθημερινό χρόνιο πονοκέφαλο και διαταραχή ελλειμματικής προσοχής στα παιδιά. Οι βιολογικές δραστηριότητες των EFAs προέρχονται από την τρισδιάστατη διαμόρφωση των μορίων και στην συνέχεια τον ενζυματικό μετασχηματισμό τους σε ενώσεις που ονομάζονται εικοσανοειδή.

Τα εικοσανοειδή προέρχονται από τα ωμεγα-6 και από τα ωμεγα-3 λιπαρά οξέα και έχουν μεταξύ τους ανταγωνιστικές επιδράσεις. Τα εικοσανοειδή από τα ωμεγα-6 λιπαρά οξέα προάγουν την φλεγμονή, ενώ τα ωμεγα-3 έχουν αντιφλεγμονώδη δράση. Η συγκέντρωσή τους εξαρτάται από τις ποσότητες των λιπαρών οξέων που λαμβάνονται από την διατροφή και επίσης επηρεάζεται από τον ανταγωνισμό που υπάρχει μεταξύ του αραχιδονικού οξέος και του εικοσαπεντανοϊκού οξέος τα οποία λειτουργούν ως υποστρώματα σε συγκεκριμένα ένζυμα τις 5-λιποξυγενάσες και κυκλοξυγενάσες.

Πίνακας 5. Απαραίτητα λιπαρά οξέα και τα παράγωγά τους.

Κατηγορίες πολυακόρεστων λιπαρών οξέα (PUFA)	Λιπαρό οξύ	Συμβολισμός
Ωμέγα -6 PUFA	Λινελαϊκό οξύ	LA
	Γ-λινολενικό οξύ	GLA
	Διμο-γ-λινολενικό οξύ	DGLA
	Αραχιδονικό οξύ	AA
Ωμέγα -3 PUFA	Α-λινολενικό οξύ	ALA
	Εικοσατετραενοϊκό οξύ	ETA
	Εικοσαπεντανοϊκό οξύ	EPA
	Docosahexaenoic οξύ	DHA

Πηγή: <https://docplayer.net/17931161-Fats-and-oils-choose-sensibly.html>

5.1.4 Σύνθεση λιπαρών οξέων σε edώδιμα φυτικά έλαια

Τα edώδιμα φυτικά έλαια είναι από τα κύρια συστατικά της διατροφής του ανθρώπου και αποτελούν έως και το 25% του μέσου όρου της πρόσληψης των ημερήσιων θερμίδων. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα όπως και η αναλογία μεταξύ

ακόρεστων και κορεσμένων αποτελεί σημαντική παράμετρο για τον προσδιορισμό της θρεπτικής αξίας του ελαίου.

Η σύσταση του ελαιολάδου όπως και των άλλων φυτικών ελαίων σε λιπαρά οξέα δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως:

- Την ποικιλία της ελιάς (όταν πρόκειται για ελαιόλαδο),
- Τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και
- Το βαθμό ωριμότητας του καρπού.

5.1.4.1 Κορεσμένα λιπαρά οξέα.

Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα με άτομα άνθρακα λιγότερα από δώδεκα ονομάζονται κορεσμένα λιπαρά βραχείας αλυσίδας. Σύμφωνα με τον πίνακα 6 έχουν βρεθεί κορεσμένα λιπαρά βραχείας αλυσίδας μόνο στο λάδι καρύδας και στο φοινικέλαιο. Το έλαιο καρύδας περιέχει 92,1% σε κορεσμένα λιπαρά οξέα των συνολικών λιπαρών, με κύρια λιπαρά οξέα το λαυρικό οξύ (C 12:0) και το μυριστικό (C 14:0) σε ποσοότητες 47,7% και 19,9% αντίστοιχα. Το έλαιο καρύδας χρησιμοποιείται για την παρασκευή μαργαρίνης όπως επίσης αποτελεί συστατικό σε πολλά επεξεργασμένα τρόφιμα (Orsavona, 2015).

Το φοινικέλαιο περιέχει πολλά κορεσμένα λιπαρά οξέα με κυριότερο το λαυρικό (C 12:0). Το φοινικέλαιο αποτελεί το κύριο συστατικό μαγειρέματος στη Νοτιοανατολική Ασία και την τροπική ζώνη της Αφρικής. Η αυξημένη χρήση οφείλεται στο χαμηλό κόστος και την υψηλή οξειδωτική σταθερότητα (κορεσμός) του εξευγενισμένου προϊόντος όταν χρησιμοποιείται για τηγάνισμα. Σε όλα τα υπόλοιπα ελαία εκτός από το έλαιο καρύδας και το φοινικέλαιο το κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ είναι το παλμιτικό (C 16:0) ακολουθώντας το στεατικό οξύ (C 18:0). Στο ελαιόλαδο το κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ είναι το παλμιτικό ενώ τα υπόλοιπα κορεσμένα υπάρχουν σε ίχνη ή καθόλου. Επίσης, όλα τα ελαία με εξαίρεση το έλαιο καρύδας και το φοινικέλαιο παρουσίασαν συνολικό περιεχόμενο σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) μικρότερο από το ένα τέταρτο της ολικής περιεκτικότητας σε λιπαρά οξέα (κορεσμένα και ακόρεστα). Το περιεχόμενο σε SFA στο αραβοσιτέλαιο βρέθηκε ότι είναι το ένα τέταρτο του συνολικού περιεχομένου σε λιπαρά οξέα.

Μελέτες, αναφέρουν διάφορες επιπτώσεις των κορεσμένων λιπαρών οξέων στην ανθρώπινη υγεία. Προέκυψε ότι το λαυρικό (C 12:0) και το μυριστικό οξύ (C 14:0) αυξάνουν την συγκέντρωση της ολικής χοληστερίνης στο πλάσμα του αίματος λόγω της αύξησης της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL) χοληστερίνης, σε αντίθεση με

το στεατικό οξύ το οποίο θεωρείται μια λιγότερο επιβλαβής μορφή κορεσμένου λίπους. Το στεατικό είναι σχετικά σταθερό διότι δεν αυξάνει τα επίπεδα της LDL χοληστερίνης.

Συμπερασματικά, ενώ από την μια τα υψηλά επίπεδα κορεσμένων λιπαρών οξέων είναι επιθυμητά για την αύξηση της σταθερότητας του ελαίου από την άλλη καθίστανται ανεπιθύμητα επειδή η υψηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά έχει επιρροή στην αύξηση της συγκέντρωσης λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) επηρεάζοντας έτσι αρνητικά την αναλογία HDL/LDL (Kostik et al., 2015).

Επίσης, τα φυτικά ελαία με την διαδικασία της υδρογόνωσης δημιουργούν trans λιπαρά οξέα. Τόσο τα μερικώς όσο και τα πλήρη υδρογονωμένα λίπη θεωρούνται κορεσμένα λιπαρά οξέα. Τα trans λιπαρά που προκύπτουν από υδρογόνωση αυξάνουν την LDL χοληστερίνη και ταυτόχρονα μειώνουν την HDL. Έτσι η κατανάλωση trans λιπαρών οξέων αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρδιακών παθήσεων, εγκεφαλικού επεισοδίου και διαβήτη τύπου 2.

Πίνακας 6. Σύνθεση κορεσμένων λιπαρών οξέων σε διαφορετικούς τύπους εδωδύμων φυτικών ελαίων.

Τύποι ελαίων	Καπροϊκό Οξύ C 6:0	Καπρυλικό Οξύ C 8:0	Καπρικό Οξύ C 10:0	Λαυρικό Οξύ C 12:0	Μυριστικό Οξύ C 14:0	Παλμιτικό Οξύ C 16:0	Στεατικό Οξύ C 18:0	Αραχιδονικό Οξύ C 20:0
Έλαιο Καρύδας n = 7	0.04±0.2	7±2.0	8±2.0	48±4	16±3	9.2±1.5	2±1.0	0.25±0.2
Αραβοσιτέλαιο n = 10	-	4±0.8	7±1.2	-	0.6±0.4	10±2	3.5±1.5	-
Βαμβακέλαιο n = 6	-	-	-	-	0.4±0.2	20±2.5	2±0.6	-
Λινέλαιο n = 8	-	-	-	-	-	5.5±1.5	3.5±3.5	0.65±0.3
Φοινικέλαιο n = 7	-	4±1	5±2	41±5	16±2	8±1.0	2±0.8	-
Ελαιόλαδο n = 9	-	-	-	-	0.65±0.2	11±4	2±0.5	0.22±0.12
Σογιέλαιο n = 5	-	-	-	-	0.5±0.2	9±2	4±1.5	-
Ηλιέλαιο n = 15	-	-	-	-	-	3.7±1.5	2±0.8	21.3±1.2
Αραχιδέλαιο n = 7	-	-	-	-	-	7.5±1.5	4.5±1.8	3±1.2
Έλαιο κύκνου n = 5	-	-	-	-	0.5±0.2	4±1.8	2.5±1.5	0.2±0.1
Κραμβέλαιο τύπου 1 n = 20	-	-	-	-	-	5.2±0.6	4.4±1.4	-
Κραμβέλαιο τύπου 2 n = 21	-	-	-	-	-	10.5±2.5	6.9±1.6	-

Πηγή: Kostik et al, 2015

5.1.4.2 Ακόρεστα λιπαρά οξέα

A) Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα

Το κύριο μονοακόρεστο λιπαρό οξύ είναι το ελαϊκό οξύ και υπάρχει κυρίως στο ελαιόλαδο και αλλά φυτικά έλαια, ξηρούς καρπούς και στα λαχανικά. Μελέτες έχουν δείξει ότι το ελαϊκό οξύ υπάρχει σε υψηλές ποσότητες στο ελαιόλαδο ($78,4\pm 4,5$) σε μια ποικιλία ελαίου κάνολας ($59,5\pm 1,907$) και στο αραχιδέλαιο ($58,5\pm 5,8$), ενώ σε μεσαίες συγκεντρώσεις βρίσκεται σε άλλα φυτικά έλαια όπως βαμβακέλαιο ($35,4\pm 2,4$), ηλιέλαιο ($31,5\pm 4,5$), σογιέλαιο ($28,5\pm 1,2$) και αραβοσιτέλαιο ($26,8\pm 1,2$). Επίσης, βρέθηκε ότι το κυρίαρχο ακόρεστο λιπαρό οξύ στο έλαιο καρύδας και το φοινικέλαιο είναι το ελαϊκό οξύ με $8,8\pm 0,85$ και $22,5\pm 1,5$ αντίστοιχα (Kostik et al, 2015)

Το ελαιόλαδο διατροφικά θεωρείται από τα καλύτερα φυτικά έλαια εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFAs). Έχει τεκμηριωθεί ότι τα μονοακόρεστα μειώνουν την LDL χοληστερίνη και πιθανόν να αυξάνουν την λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας. Το ελαϊκό οξύ προάγει την αντίσταση στην ινσουλίνη, επίσης έχει αναφερθεί ως αντιφλεγμονώδης παράγοντας.

Επιπλέον, στις μεμβράνες των ερυθρών αιμοσφαιρίων ο δείκτης κορεσμού σχηματίζεται από την αναλογία στεατικού προς ελαϊκού οξέος και θεωρείται ως κατάλληλος βιοδείκτης για την διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του μοντέλου μεταβολισμού και του κινδύνου καρκίνου του μαστού (Orsavona et al, 2015).

Πίνακας 7. Σύνθεση ακόρεστων λιπαρών οξέων σε διαφορετικούς τύπους εδωδίων φυτικών ελαίων

Τύποι Ελαίων	SFA(%)	MUFA(%)	PUFA(%)
Έλαιο καρύδας	90.5 ± 2.95	8.8 ± 0.85	0.5 ± 0.02
Αραβοσιτέλαιο	25.1 ± 1.8	26.8 ± 1.2	48 ± 4.5
Βαμβακέλαιο	22.4 ± 1.22	35.4 ± 2.4	42 ± 4.8
Λινέλαιο	9.65 ± 1.05	22.1 ± 1.5	68 ± 2.9
Φοινικέλαιο	76 ± 1.95	22.5 ± 2.2	1.25 ± 1.55
Ελαιόλαδο	14.35 ± 1.9	78.4 ± 4.3	7.0 ± 3.3
Σογιέλαιο	13.5 ± 0.93	28.5 ± 1.2	57.5 ± 2.2
Ηλιέλαιο	8.8 ± 0.8	31.5 ± 4.5	59.5 ± 7.5
Αραχιδέλαιο	19.2 ± 0.37	58.5 ± 5.8	20 ± 2.7
Έλαιο κύκνου	7.2 ± 0.73	16.6 ± 4.5	76 ± 3
Κραμβέλαιο τύπου 1	9.6 ± 0.56	59.5 ± 1.907	30.7 ± 1.7
Κραμβέλαιο τύπου 2	17.4 ± 0.67	23.2 ± 2.9	59.2 ± 1.1

Πηγή: Kostik et al, 2015

B) Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

Τα κύρια πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (λινελαϊκό και α -λινολενικό οξύ) βρίσκονται στα φυτικά έλαια, στα λιπαρά ψάρια (σολομός, σκουμπρί, ρέγκα, πέστροφα και σαρδέλα) όπως επίσης στους περισσότερους ξηρούς καρπούς (Kostik et al, 2015).

Σύμφωνα με τους Lawton et al (2000) το αραβοσιτέλαιο ($48,06 \pm 4,5$) παρουσίασε παρόμοια περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα με το σογιέλαιο ($57,5 \pm 2,2$). Επίσης, το ηλιέλαιο έδειξε υψηλή περιεκτικότητα με κυρίαρχο οξύ το λινελαϊκό. Στην μελέτη αυτή δοκιμαστήκαν 2 ποικιλίες ελαίου κάνολα η μια είχε σύνθεση με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ και η άλλη υψηλή περιεκτικότητα σε λινολενικό οξύ. Το έλαιο κραμβέλαιο ή κάνολα (ποικιλία 1) ($8 \pm 3,4$) έδειξε παρόμοια παρουσία λινελαϊκού οξέος με το σογιέλαιο ($11,9 \pm 11$). Αυτή η ποσότητα θεωρείται επαρκής για την ημερήσια παροχή πηγής σε ω -3. Το έλαιο κάνολα (ποικιλία 1) έχει χαμηλό περιεχόμενο σε κορεσμένα και υψηλό σε μονοακόρεστα ενώ το σογιέλαιο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε MUFAs ($28 \pm 1,2$) και υψηλή σε PUFAs ($57,5 \pm 2,2$) για αυτό το έλαιο κάνολα διατροφικά είναι πιο κατάλληλο από το σογιέλαιο για σαλάτα και μαγείρεμα. Με βάση τον Sharino (2003) το λινέλαιο ήταν το πλουσιότερο σε ω -3 λιπαρά οξέα με $47 \pm 5,6$ σε λινολενικό οξύ. Το λινολενικό οξύ παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση βιολογικών λειτουργιών και την πρόληψη και θεραπεία σε φλεγμονώδεις και άλλες ασθένειες. Όμως όσο το περιεχόμενο των PUFA αυξάνεται τόσο περισσότερο είναι πιθανή μια αντίδραση οξειδωσης. Μελέτες επίσης έδειξαν την αρνητική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα στις καρδιαγγειακές παθήσεις, στον καρκίνο, σε φλεγμονώδεις ασθένειες, διαβήτη τύπου 2 και υπέρταση.

Η διαφορά μεταξύ των θέσεων του πρώτου διπλού δεσμού στην αλυσίδα άνθρακα του λιπαρού οξέος (n-3 και n-6) είναι ο λόγος σημαντικών διαφορών στις βιολογικές τους λειτουργίες. Η τιμή του λόγου ω -6 / ω -3 εξαρτάται από την ποιότητα της διατροφής και αποτελεί βασικό παράγοντα για την ισορροπημένη σύνθεση των εικοσανοειδών. Η υψηλή κατανάλωση φυτικών ελαίων πλουσίων σε ω -6 πολυακόρεστα και η ταυτόχρονα μικρή κατανάλωση θαλάσσιων προϊόντων (ω -3), μπορεί να αυξήσει υπερβολικά το λόγο με αρνητική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία, κάτι που συμβαίνει σήμερα σε μεγάλο ποσοστό στις δυτικές χώρες.

Στις Δυτικές χώρες η κατανάλωση λιπιδίων είναι σχετικά υψηλή, με συνεισφορά περίπου 40% των συνολικών θερμίδων. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών και τον Οργανισμό Παγκόσμιας

Υγείας (ΠΟΥ) η συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη λίπους πρέπει να καλύπτει το 20-35% της ενέργειας.

Σύμφωνα με τις συστάσεις της έκθεσης διαβούλευσης των εμπειρογνομόνων του FAO/WHO δια τους ενήλικες η συνολική ημερήσια πρόσληψη σε κορεσμένα λιπαρά οξέα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10% E_{RDI}. (Zambiasi et al.,2007). Η συνιστώμενη ημερήσια κατανάλωση ενέργειας των συνολικών πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFAs) κυμαίνεται από 6-11% E_{RDI}. Η συνολική πρόσληψη ενέργειας των n-6 PUFAs είναι 2,5-9 % E_{RDI}, ενώ των n-3 PUFAs κυμαίνεται από 0,5-2 % E_{RDI}.

Η ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (MUFAs) δεν έχει συγκεκριμένο αριθμό και υπολογίζεται από την διαφορά μεταξύ της συνολικής πρόσληψης λίπους (% E_{RDI}) και των ποσοτήτων SFAs,PUFAs και TFAs (trans λιπαρά οξέα) σε E_{RDI}. Τέλος για τα TFAs η ημερήσια πρόσληψη ενέργειας είναι μικρότερη από 1% E_{RDI}

Σύμφωνα με τους Orsavona et al (2015) έγινε αξιολόγηση της διατροφικής πλευράς συγκεκριμένων φυτικών ελαίων ως προς την ενεργειακή πρόσληψη E (% E_{RDI}) των SFAs, P UFAs, n-3 PUFAs, n-6 PUFAs, οι ενεργειακές τιμές (kJ / g έλαιο) τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται στον πίνακα 8. Στην συνέχεια μετατράπηκαν σε ποσοστά συνιστώμενων ημερήσιων προσλήψεων για ολικό λίπος (E_{RDI} – 37,7 KJ / g) για τις ομάδες των λιπαρών οξέων (πίνακας 8).

Πίνακας 8. Ενεργειακές τιμές (KJ/g) διάφορων ομάδων λιπαρών οξέων που προέρχονται από 1 γραμμάριο φυτικών ελαίων.

Τύποι ελαίων	Ομάδες λιπαρών οξέων				
	SFA	MUFAs	PUFAs	PUFA n -3	PUFA n -6
Ηλιέλαιο	4.7	14.6	32.6	0.1	32.5
Σησαμέλαιο	3.5	8.1	9.4	0.0	9.4
Έλαιο Αμυγδάλου	2.1	16.4	5.5	0.0	5.5
Κραμβέλαιο	4.4	47.4	13.6	0.9	12.8
Αραχιδέλαιο	3.2	22.0	5.7	0.0	5.7
Ελαιόλαδο	0.7	2.6	0.7	0.0	0.1
Έλαιο Καρύδας	26.2	1.7	0.4	0.0	0.4

Πηγή: Orsavona et al, 2015

Από τα δεδομένα του πίνακα 9 μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα ενεργειακά ισοδύναμα αντίστοιχα των SFAs, PUFAs, n-3 PUFAs, n-6 PUFAs υπερέβησαν τις γενικές συστάσεις της Έκθεσης διαβούλευσης εμπειρογνομόνων του FAO/WHO για ενήλικες. Οι ενεργειακές τιμές σε SFAs κυμάνθηκαν από 19,4 % E_{RDI} για το ελαιόλαδο έως 695,7 % E_{RDI} το έλαιο καρύδας. Το έλαιο καρύδας υπερέβη το συνιστώμενο μέγιστο 10 % E_{RDI} κατά εβδομήντα φορές σχεδόν. Έτσι η εκτεταμένη κατανάλωση του, μέσω των νέων προϊόντων διατροφής που περιέχουν έλαιο καρύδας δεν συνίσταται από την άποψη της υπερχοληστεριναιμικής δράσης.

Πίνακας 9. Ποσοστιαία συνεισφορά ενέργειας (E), SFAs, PUFAs, n -3 PUFAs και n-6 PUFAs φυτικών ελαίων σε συνιστώμενες ημερήσιες προσλήψεις για ολικό λίπος (E_{RDI} 37,7 KJ/g).

Τύποι ελαίων	Ομάδες λιπαρών οξέων			
	SFA	PUFAs	PUFA n -3	PUFA n -6
Ηλιέλαιο	124.9	786.8	11.2	959.2
Σησαμέλαιο	93.9	226.9	4.4	276.4
Έλαιο Αμυγδάλου	56.7	132.7	0.0	162.2
Κραμβέλαιο	116.2	329.1	117.1	376.2
Αραχιδέλαιο	84.2	137.4	0.0	167.9
Ελαιόλαδο	19.4	16.4	0.0	1.8
Έλαιο Καρύδας	695	10	0.0	13

Πηγή: Orsavova et al.2015

Η ενέργεια που προέρχεται από MUFAs δεν περιλαμβάνεται στον πίνακα 9 λόγω του γεγονότος ότι η συνιστώμενη πρόσληψη σε MUFAs δεν έχει συγκεκριμένο αριθμό.

Τα αποτελέσματα των ενεργειακών τιμών των PUFAs κυμάνθηκαν μεταξύ 19,66 % E_{RDI} στο έλαιο καρύδας και 786,8 % E_{RDI} στο ηλιέλαιο. Το ελαιόλαδο είχε ελαφρώς υψηλότερη ποσότητα 16,4 % E_{RDI} όπως και το έλαιο καρύδας. Πάροχοι πολύ υψηλής ενέργειας είναι το ηλιέλαιο, σησαμέλαιο, αμυγδαλέλαιο, κραμβέλαιο και αραχιδέλαιο. Με δεδομένο ότι η πρόσληψη ενέργειας από PUFAs είναι πολύ πιο υψηλή από 11 % E_{RDI}, θα μπορούσε να αποτελέσει κίνδυνο υπεροξειδωσής των λιπιδίων για αυτό η κατανάλωση αυτών των ελαίων πρέπει να είναι σε μικρές ποσότητες και λιγότερο συχνή.

Οι ενεργειακές τιμές που προέρχονται από την ομάδα των n-3 PUFAs υπερέβησαν τις γενικές συστάσεις του FAO/WHO για πρόσληψη λινολενικού οξέος από 0.5%- 2 % E_{RDI}. Το σησαμέλαιο με 4,4 % E_{RDI} βρίσκεται μέσα στα επιθυμητά όρια. Το κραμβέλαιο παρουσίασε την υψηλότερη τιμή με 117,1 % E_{RDI}. Ωστόσο ενεργειακή αξία των υπολοίπων ελαίων δεν ξεπέρασε το 50 %.

Αντίθετα με τα n-3 PUFAs η μεγάλη συνεισφορά των n-6 PUFAs στην πρόσληψη ενέργειας κυμάνθηκε από 1.8 % E_{RDI} στο ελαιόλαδο μέχρι 959.2% E_{RDI} στο ηλιέλαιο. Σύμφωνα με το FAO/WHO η συνιστώμενη πρόσληψη σε n-6 PUFAs για ενήλικες είναι 2.5 -9 %, το ελαιόλαδο είναι στα επιθυμητά όρια ενώ το έλαιο καρύδας είναι λίγο παραπάνω με 13% E_{RDI}. Όλα τα υπόλοιπα έλαια ξεπέρασαν κατά πολύ το συνιστώμενο ποσό.

Στα μερικώς υδρογονωμένα φυτικά έλαια το κύριο trans ακόρεστο λιπαρό οξύ που απαντάται συχνά είναι το trans- ελαϊκό οξύ (C 18:1, n-9). Προσδιορίστηκε μόνο το κραμβέλαιο και η ενεργειακή του συνεισφορά ήταν σε ποσότητα υψηλότερη (2.7% E_{RDI}) σε σύγκριση με την ημερήσια συνιστώμενη πρόσληψη (λιγότερο από 1% E_{RDI} σε TFA) (Orsavona, 2015).

Η πιο σημαντική μορφή δυσλιπιδαιμίας είναι η υπερχοληστερηλαιμία. Η στεφανιαία νόσος (CHD) εμφανίζεται όταν οι αρτηρίες που τροφοδοτούν το αίμα στον καρδιακό μυ στενεύουν και σκληραίνουν με τη συσσώρευση λιπαρών αποθέσεων (αθήρωμα) στα κύτταρα. Αυτή η συσσώρευση είναι γνωστή ως αθηροσκλήρωση. Οι επιδημιολογικές μελέτες έχουν αποδείξει τη σχέση μεταξύ συγκεκριμένων τύπων ελαίων και του κινδύνου σε στεφανιαία νόσο. Στις Δυτικές χώρες το υψηλό επίπεδο θνησιμότητας σε στεφανιαία νόσο και καρδιαγγειακές παθήσεις οδήγησε σε γενικές διατροφικές συστάσεις με μειωμένη πρόσληψη σε κορεσμένα ως καρδιακή πρόληψη αυτών των παθήσεων. Δίαιτες με υψηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα και trans λιπαρά οξέα αυξάνουν την λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας που αποτελεί έναν από τους παράγοντες εμφάνισης κινδύνου της στεφανιαίας νόσου. Τα κορεσμένα που αυξάνουν την LDL χοληστερίνη είναι το λαυρικό, το μυριστικό και το παλμιτικό οξύ. Η μείωση των κορεσμένων και των trans λιπαρών οξέων με ταυτόχρονη αντικατάσταση σε μονοακόρεστα μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του κινδύνου της στεφανιαίας νόσου (Orsavona, 2015).

Επιπρόσθετα, στη διατροφή η μείωση ενός μακροθρεπτικού συστατικού μπορεί να συνοδεύεται από την αύξηση ενός άλλου για την διατήρηση της ενεργειακής ισορροπίας. Η αναπλήρωση της ενέργειας μετά την μείωση της πρόσληψης λίπους

συνοδεύεται από αύξηση της πρόσληψης υδατανθράκων. Ωστόσο η αντικατάσταση των κορεσμένων λιπαρών οξέων με υδατάνθρακες δεν σχετίζεται με τον κίνδυνο της στεφανιαίας νόσου ,όμως μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη τάση προς παχυσαρκία και την εμφάνιση διαβήτη τύπου 2.

5.2 Υδρογονάνθρακες

Στο ασαπωνοποίητο μέρος του ελαιολάδου και άλλων φυτικών ελαίων έχουν προσδιοριστεί διάφοροι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες όπως το ναφθαλίνιο και τα παράγωγα του, τα κ-αλκάλια (παραφίνες), καθώς και υδρογονάνθρακες με διακλαδισμένη αλυσίδα. Όμως το κυριότερο συστατικό του κλάσματος των υδρογονανθράκων είναι το σκουαλένιο.

Στον πίνακα 10 φαίνεται η περιεκτικότητα του ελαιολάδου και ορισμένων φυτικών ελαίων σε υδρογονάνθρακες (Κυριτσάκης, 1993).

Πίνακας 10. Περιεκτικότητα ελαιολάδου και ορισμένων φυτικών ελαίων σε υδρογονάνθρακες

Έλαιο	Υδρογονάνθρακες
Ελαιόλαδο	2.8 - 3.5
Λινέλαιο	3.7 -14
Σογιέλαιο	3.8
Κραμβέλαιο	8.7
Καλαμποκέλαιο	1.4

Πηγη: Κυριτσακης, 1993

5.2.1 Σκουαλένιο

Ένα από τα δευτερεύοντα συστατικά τόσο του ελαιολάδου όσο και των φυτικών ελαίων που παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανθρώπινη υγεία είναι το σκουαλένιο. Επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν ότι το σκουαλένιο αναστέλλει αποτελεσματικά την χημειοεγερμένη ογκογένεση του παχέος εντέρου, του πνεύμονα και του δέρματος σε τρωκτικά (Smitl et al, 2000) .

Το σκουαλένιο είναι μια φυσική οργανική ουσία που αρχικά λαμβανόταν από το ηπατέλαιο του καρχαρία, ενώ σήμερα λαμβάνεται από φυτικές πηγές κυρίως ελαιόλαδο και άλλα φυτικά έλαια επίσης από σπόρους αμάραντου, φυτόρ σιταριού,

πίτουρο ρυζιού, και ελιές. Τα κύτταρα ζύμης έχουν γενετικά τροποποιηθεί για να παράγουν συνθετικό σκουαλένιο.

Όλα τα φυτά και τα ζώα παράγουν σκουαλένιο ως ενδιάμεσο βιοχημικό, συμπεριλαμβανομένων και των ανθρώπων. Είναι ελαιώδες υγρό με ασθενές χρώμα και οσμή. Στην χημική του δομή είναι ένας τριτερπενικός υδρογονάνθρακας και αποτελεί πρόδρομο της σύνθεσης των φυτικών και ζωικών στερολών, συμπεριλαμβανομένης της χοληστερόλης και των στεροειδών ορμονών στο ανθρώπινο σώμα.

Το σκουαλένιο που περιέχουν τα ακατέργαστα φυτικά έλαια στα ασαπωνοποίητα συστατικά αποτελεί το 1-3% του ελαίου. Υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ του ελαιολάδου και των άλλων φυτικών ελαίων στην ποσότητα σκουαλένιου. Στο ελαιολάδο η συγκέντρωση κυμαίνεται μεταξύ 0.2-0.7% ενώ στα βρώσιμα φυτικά έλαια κυμαίνεται από 0.002-0.03%. Μελέτες έχουν δείξει ότι η περιεκτικότητα των ελαίων σε σκουαλένιο επηρεάζεται από τις τεχνικές καλλιέργειας (Psomiadou and Tsimidou, 1999) από τη μέθοδο παραγωγής του ελαίου, από την ποικιλία των καρπών από την διαδικασία εξευγενισμού (Owen et al, 2000) και από την νοθεία του παρθένου ελαιολάδου με τα σπορέλαια.

Η διαδικασία διύλισης θεωρείται από τους πιο σημαντικούς παράγοντες διότι όλα τα ακατέργαστα φυτικά έλαια υφίστανται ραφινάρισμα προκειμένου να καταναλωθούν εκτός από το παρθένο ελαιολάδο καλής ποιότητας. Οι Nergiz and Celikkate (2011) μελέτησαν σε πέντε διαφορετικά έλαια τις ποσότητες σκουαλένιου για κάθε στάδιο διύλισης και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11. Περιεκτικότητα σε σκουαλένιο (mg / 100g) φυτικών ελαίων κατά την διάρκεια των σταδίων διύλισης

Στάδια Εξευγενισμού	Τύποι ελαίου				
	Ελαιόλαδο	Ηλιέλαιο	Κραμβέλαιο	Αραβοσιτέλαιο	Σογιέλαιο
Αποκομίωση	491.0±15.55	13,8±0.39	26,2±0.08	24.7±0.40	18.1±0.11
Εξουδετέρωση	427.0 ±9.89 (13.0)	12.8±0.36 (6.9)	25.7 ± 0.11	23.0 ± 0.3 (7.3)	15.6±0.11 (13.5)
	392.5±7.77 (7.0)	12.1±0.25 (5.3)	24.2±0.10	20.4±0.29 (11.9)	13.3±0.06 (13.0)
Λεύκανση	315.5±6.36 (15.6)	9.9±0.32 (16.9)	22.0±0.08	-	-
Απόσμωση winterization	290.0±9.89 (5.2)	9.2±0.30 (4.0)	21.1±0.06	25.9±0.27 (6.8)	12.5±0.08 (4.4)

Πηγή: Nergiz et al, 2011

Στο ακατέργαστο ελαιόλαδο η μέση περιεκτικότητα σε σκουαλένιο βρέθηκε να είναι 491.0 ± 15.55 mg/100g, μειώθηκε σε όλα τα στάδια διύλισης με την μεγαλύτερη μείωση στο στάδιο της απόσμωσης. Οι συνολικές μειώσεις σε όλα τα στάδια διύλισης ήταν 40%. Το απόσταγμα της απόσμωσης έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σκουαλένιο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή φυσικού σκουαλένιου. Ανακτήθηκε από το απόσταγμα σε βαθμό καθαρότητας 93% με την μέθοδο υπερκρίσιμης εκχύλισης υγρών (Vazquez et al, 2007).

Η συνολική μείωση της ποσότητας του ηλιέλαιου ήταν 32.9% και του κραμβέλαιου 19.10%. Η μεγαλύτερη μείωση για τα δυο πρώτα έλαια εντοπίστηκε στο στάδιο της απόσμωσης, του αραβοσιτέλαιου στο στάδιο της λεύκανσης και του σογιέλαιου κατά την διαδικασία της εξουδετέρωσης. Αυτές οι διάφορες μπορεί να οφείλονται τόσο στα διαφορετικά είδη ελαίων όσο και στις συνθήκες διύλισης. Οι Shahidi και Wangsundara (1999) ανέφεραν ότι οι περισσότερες απώλειες σκουαλένιου (63%) παρατηρήθηκαν στο στάδιο της απόσμωσης λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που εφαρμόστηκε και προκάλεσε εξάτμιση και αποδόμηση του σκουαλένιου.

Στο ελαιόλαδο που είχε υψηλότερο επίπεδο σκουαλένιου οι απώλειες ήταν υψηλότερες ενώ στα φυτικά έλαια που το επίπεδο ήταν χαμηλότερο οι απώλειες ήταν μικρότερες. Έχει βρεθεί ότι υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ του φυσικού και του εξευγενισμένου ελαιολάδου. Η περιεκτικότητα του φυσικού ελαιολάδου σε σκουαλένιο κυμαίνεται από 250- 925 mg/100g. Στον πίνακα 12 φαίνεται η περιεκτικότητα του παρθένου ελαιολάδου και άλλων λιπαρών υλών σε σκουαλένιο.

Πίνακας 12: Περιεκτικότητα διάφορων φυτικών ελαίων σε σκουαλένιο.

Λιπαρή ύλη	Σκουαλένιο (mg/100 g ελαίου)
Παρθένο ελαιόλαδο	136 - 708
Βαμβακέλαιο	4 - 12
Αραβοσιτέλαιο	19 - 36
Αραχιδέλαιο	13 - 49
Ηλιέλαιο	8 - 19
Σογιέλαιο	7 - 17
Σησαμέλαιο	3
Αμυγδαλέλαιο	21

Πηγή: Κυριτσάκης, 2007

Όπως φαίνεται, το ελαιόλαδο ακόμα και εξευγενισμένο περιέχει εικοσιπέντε έως τριάντα φορές περισσότερο σκουαλένιο σε σύγκριση με τα άλλα έλαια. Λαμβάνοντας υπόψιν το γεγονός ότι μόνο το 60% του σκουαλένιου που έχει ληφθεί μέσω της διαίτας, θα μπορούσε να απορροφήσει το ανθρώπινο σώμα, πιστεύεται ότι εκτός από το ελαιόλαδο οι άλλοι τύποι φυτικών ελαίων δεν θα μπορούσαν να θεωρηθούν πηγή σκουαλένιου.

5.2.2 Καροτενοειδή

Μια από τις ουσίες που επηρεάζουν το χρώμα των ελαίων είναι τα καροτένια. Τα καροτενοειδή είναι ευρέως διαδεδομένα στο φυτικό βασίλειο ενώ τα ζώα όπου δεν τα συνθέτουν τα λαμβάνουν από τις τροφές. Τα καροτένια χαρακτηρίζονται σαν προβιταμίνες των καροτεινοεδών και αποτελούν την κύρια χρωστική του καρότου από όπου προέκυψε και το όνομα τους.

Ο Wackenbrader το 1831 απομόνωσε την κύρια χρωστική του καρότου την οποία και ονόμασε καροτένιο. Αργότερα απέδειξαν ότι το καροτένιο είναι μίγμα από τρεις ουσίες, τις όποιες και χαρακτήρισαν α-, β- και γ-καροτένιο. Ο διαχωρισμός επιτεύχθηκε χρωματογραφικά. Όσον αφορά τη χημική σύνταξη του καροτένιου είναι υδρογονάνθρακας με πολλούς διπλούς δεσμούς. Ο μοριακός τους τύπος είναι $C_{40}H_{56}$ και το α- και β- καροτένιο περιέχουν έντεκα διπλούς δεσμούς και δυο δακτυλίους ιονόνης, ενώ το γ-καροτένιο περιέχει 12 διπλούς δεσμούς και ένα δακτύλιο ιονόνης.



Σχήμα 10. Χημικός τύπος β-καροτένιου (τροποποίηση από <https://www.alamy.com>).

Όπως φαίνεται στο σχήμα 10 οι διπλοί δεσμοί των καροτενίων παρουσιάζουν συζυγιακό χαρακτήρα εξαιτίας του οποίου οφείλεται το χρώμα αυτών των ουσιών. Βρέθηκε ότι απαιτείται η ύπαρξη τουλάχιστον επτά συζυγιακών διπλών δεσμών για την εμφάνιση του κίτρινου χρώματος (Βουδούρης, 1973).

Είναι γνωστά περίπου 75 καροτένια. Τα πιο σημαντικά καροτενοειδή είναι οι ξανθοφύλλες $C_{40}H_{56}O_2$, τα καροτένια (α -, β - και γ - καροτένια) και οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες $C_{40}H_{56}$ (λυκοπένιο).

Λόγω των πολλαπλών διπλών δεσμών τα καροτένια υπόκεινται πολύ εύκολα σε αυτοοξειδωση, για αυτό πρέπει να προστατεύονται από το φως και τον αέρα. Η σταθερότητα τους στα τρόφιμα μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση αντιοξειδωτικών (Βουδούρης, 1973).

Σε περιπτώσεις περιορισμένης οξείδωσης κατά την διάρκεια της μεθόδου αποχρωματισμού, το σκούρο χρώμα στα φυτικά έλαια είναι αρκετά συνηθισμένο όπως στο σογιέλαιο και το βαμβακέλαιο. Αυτό το σκούρο χρώμα έχει αποδοθεί στις χρωμο 5-6 κινόνες που αποτελούν χρωμογόνους προδρόμους και οφείλονται σε αντιδράσεις που σχετίζονται με τα καροτένια. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται σε προϊόντα της σόγιας κατά την διάρκεια της αποθήκευσης και εκδηλώνεται με ένα ελαφρώς ροζέ χρώμα. Κατά το στάδιο του αποχρωματισμού η ολική καταστροφή των υπεροξειδίων, καθώς και οι τεχνικές απορρόφησης μπορούν να ελαχιστοποιήσουν αυτό το πρόβλημα.

Όλα τα καροτένια κατά την οξείδωση δεν αλλάζουν χρώμα όπως παρατηρείται στο φοινικέλαιο. στην περίπτωση του κοκοκαρυέλαιου η καταστροφή του χρώματος οφείλεται στην οξείδωση του β -καροτένιου, που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της απορρόφησης στα 452nm.

Όσον αφορά το αραχιδέλαιο το χρώμα του οφείλεται στο β -καροτένιο, τις ξανθοφύλλες και από το ποσοστό ωρίμανσης των φιστικιών που παράγεται το έλαιο, από φιστίκια που έχουν ωριμάσει πολύ καλά η περιεκτικότητα του ελαίου σε β -καροτένιο μπορεί να κυμαίνεται στα 60mg / L.

Το φοινικέλαιο είναι ένα εδώδιμο φυτικό έλαιο που προέρχεται από το μεσοκάρπιο των φρούτων των ελαιοφοινίκων (κυρίως *Elaeis guineensis*). Το μη εξευγενισμένο ή κόκκινο φοινικέλαιο εξάγεται από τον καρπό του ελαιοφοίνικα με ψυχή-πίεση και εμφιαλώνεται για χρήση ως μαγειρικό έλαιο ή μίγματος φυτικών ελαίων. Είναι πλούσιο σε καροτενοειδή όπως α - και β -καροτένιο και λυκοπένιο στα οποία και οφείλεται το κόκκινο σκούρο χρώμα του. Στο λευκό ή εξευγενισμένο φοινικέλαιο τα καροτενοειδή απομακρύνονται ή καταστρέφονται και δρουν ως

αποδιεργέτες του οξυγόνου απλής διεγερμένης κατάστασης. Κατά την διεργασία του αποχρωματισμού χάνει το κόκκινο βαθύ χρώμα και λαμβάνεται ως αποχρωματισμένο άοσμο φοινικέλαιο (Berger, 2005).

Πίνακας 13. Σύσταση των καροτενοειδών στο φοινικέλαιο.

Καροτεινοειδή	Αναλογία στο σύνολο των καροτεινοειδών (%)
α-καροτένιο	29 -36
β- καροτένιο	55-62
γ- καροτένιο	3 - 4
Λυκοπένιο	2 - 4
Ξανθοφύλλες	2 - 3

Πηγή: Gunstone et al, 1994,

Επίσης οι Egbal et al (2011) μελέτησαν τη συγκέντρωση του β-καροτένιου σε τέσσερα διαφορετικά φυτικά έλαια (πίνακας 14). Από τα δεδομένα του πίνακα 14 φαίνεται ότι το φοινικέλαιο που λαμβάνεται με ψυχρή πίεση έχει υψηλή περιεκτικότητα σε β-καροτένιο 542,00 ppm σε αντίθεση με το εξευγενισμένο όπου οι ποσότητες είναι πολύ μικρές ,μη ανιχνεύσιμες. Στο αραβοσιτέλαιο η περιεκτικότητα είναι αρκετά μικρή 0,91 ppm και μηδενική στο έλαιο καρύδας.

Πίνακας 14: Συγκέντρωση β-καροτένιου σε τέσσερα διαφορετικά φυτικά έλαια

Φυτικά έλαια	β-καροτένιο (ppm)
Μη εξευγενισμένο φοινικέλαιο	542,00
Εξευγενισμένο φοινικέλαιο	0,00
Αραβοσιτέλαιο	0,91
Έλαιο καρύδας	0,00

Πηγή: Egbal et al, 2011.

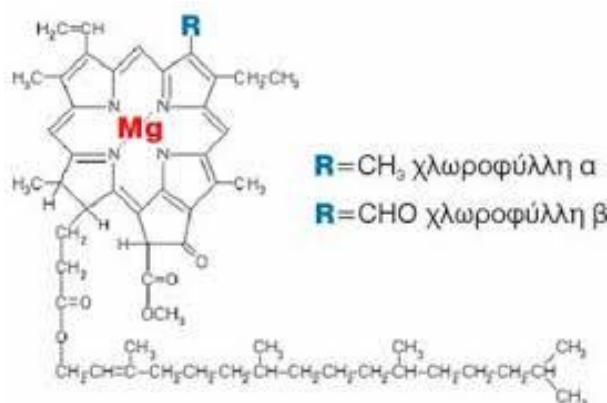
Στο ελαιόλαδο απαντούν διάφορα καροτεινοειδή τα οποία αποδίδουν την κίτρινη απόχρωση του. Το κύριο συστατικό του κλάσματος των καροτεινοειδών είναι η λουτεΐνη η οποία ανήκει στις ξανθοφύλλες και ακολουθούν τα καροτένια (α-, β-, γ-καροτένια). Σε μικρότερες συγκεντρώσεις βρίσκονται οι ξανθοφύλλες, βιολαξανθίνη και νεοξανθίνη. Τα καροτένια είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες το επικρατέστερο εκ των οποίων είναι το β-καροτένιο που αποτελεί το (85%) του συνόλου των καροτενοειδών και ακολουθεί το α-καροτένιο (15 %). Οι συγκεντρώσεις της λουτεΐνης

και του β-καροτένιου βρέθηκε να ποικίλουν ανάλογα με την κατηγορία ελαιολάδου και τον τρόπο επεξεργασίας του.

Τα καροτενοειδή στο παρθένο ελαιόλαδο είναι πολύ υψηλά σε αντίθεση με το πυρηνέλαιο διότι καταστρέφονται στην διαδικασία παραγωγής και επεξεργασίας. Επίσης οι συγκεντρώσεις της λουτεΐνης και του β-καροτένιου στο ελαιόλαδο ποικίλουν από 0,153-0,444 mg/100g και από 0.085-0.496 mg/100g αντίστοιχα. Η λουτεΐνη κατά την διάρκεια της ωρίμασης αποτελεί το κυρίαρχο συστατικό στις ελιές με ταυτόχρονη μείωση των χλωροφυλλών. (Κυριτσάκης, 2007).

5.3 Χρωστικές

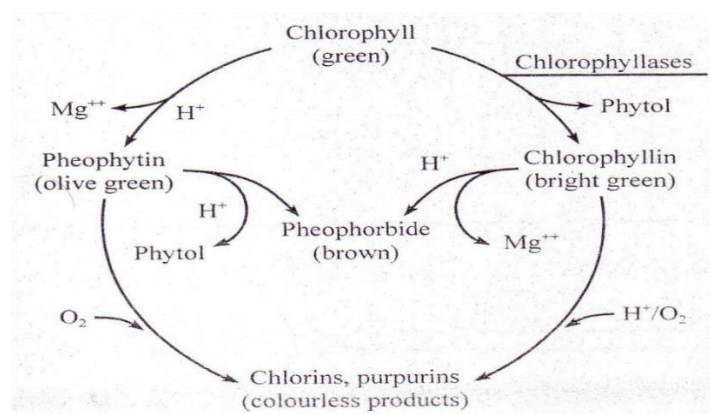
Στο ελαιόλαδο και τα φυτικά ελαία απαντώνται διάφορες χρωστικές ουσίες η κυριότερη των όποιων είναι η χλωροφύλλη. Έλαια όπως το ελαιόλαδο και το σογιέλαιο οφείλουν τον πρασινωπό χρωματισμό τους στην χλωροφύλλη, η ποσότητα της οποίας εξαρτάται από την τοποθεσία, τις κλιματικές συνθήκες, τα ο στάδιο ωρίμανσης και άλλους παράγοντες. Η χλωροφύλλη υπάρχει σε δυο μορφές, την α-χλωροφύλλη (κυανοπράσινη) και β-χλωροφύλλη (κιτρινοπράσινη) όπου με την επίδραση οξέων αποικοδομούνται εύκολα σε φαιοφυτίνη. Η β-χλωροφύλλη διαφέρει από την α-χλωροφύλλη γιατί το τρίτο άτομο άνθρακα έχει αλδεϋδική ομάδα (CHO) αντί για μεθύλιο (CH₃).



Σχήμα 11. Τύποι χλωροφύλλης.

Είναι αξιοσημείωτο όταν οι χρωστικές (χλωροφύλλη, φαιοφυτίνη) έλθουν σε επαφή με το φως επιταχύνουν την οξείδωση και βοηθούν στον σχηματισμό οξυγόνου απλής κατάστασης και τον σχηματισμό υδρουπεροξειδίων. Έπειτα με την επίδραση της ηλιακής ενέργειας έχουμε την δημιουργία ριζών υπεροξειδίων (RCOO[•]) και οι

ελεύθερες ρίζες των υπεροξειδίων αποσπούν υδρογόνο από την χλωροφύλλη όπου και μεταβάλλεται το συζυγές ηλεκτρονικό σύστημα της. Η σχηματιζόμενη ελεύθερη ρίζα της χλωροφύλλης ενώνεται με την ελεύθερη ρίζα υδρογόνου και το οξυγόνο απλής κατάστασης και δημιουργείται η αποχρωματισμένη μορφή χλωροφύλλης (Κυριτσάκης, 1993).



Σχήμα 12. Αποικοδόμηση χλωροφύλλης.

Οι Usuki et al. (1984), εκτίμησαν την περιεκτικότητα χλωροφύλλης και φαιοφυτίνης σε δέκα είδη εξευγενισμένων βρωσίμων φυτικών ελαίων και παρατηρήθηκαν διαφορετικές συνολικές ποσότητες χλωροφύλλης. Το περιεχόμενο της χλωροφύλλης αυξήθηκε με την ακόλουθη σειρά: σογιέλαιο, καλαμποκέλαιο, ηλιέλαιο, κραμβέλαιο, βαμβακέλαιο και φοινικέλαιο. Στην περίπτωση ελαίων από πράσινους σπόρους παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες ποσότητες χλωροφύλλης σε όλα τα στάδια της διύλισης (Usuki R, 1984).

Την αυτοοξειδωση των βρωσίμων ελαίων την επηρεάζουν πολλοί παράγοντες όπως φως, οξυγόνο, θερμοκρασία, λιπαρά οξέα, τοκοφερόλες, καροτεινοειδή, χλωροφύλλες και μέταλλα. Η οξειδωτική σταθερότητα μπορεί να επιτευχθεί από την συνολική ισορροπία αυτών των παραγόντων. Οι χλωροφύλλες και οι φαιοφυτίνες βοηθούν στον σχηματισμό οξυγόνου απλής κατάστασης επιταχύνοντας την οξείδωση. Υπάρχουν όμως και ουσίες που προκαλούν απόσβεση του οξυγόνου απλής κατάστασης και είναι το β-καροτένιο όπου σε συνδυασμό με την τοκοφερόλη δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Ο βαθμός της τελικής αλλοίωσης των ελαίων συνδέεται με την ποσότητα των παραπάνω ουσιών και τον χρόνο έκθεσης τους στο φως. Έτσι προκειμένου να διασφαλιστεί η οξειδωτική σταθερότητα συνίσταται να ελαχιστοποιηθεί η συνολική

ποσότητα της χλωροφύλλης που υπάρχει στα εξευγενισμένα ελαία με ταυτόχρονη προστασία από την έκθεση του φωτός.

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι χρωστικές (χλωροφύλλη και φαιοφυτίνη) στο σκοτάδι επιδρούν ως αντιοξειδωτικά και όχι ως καταλυτές φωτοοξειδωσης.

Στο φρέσκο παρθένο ελαιόλαδο η συνολική συγκέντρωση των χλωροφυλλών (a και b) είναι από 1 μέχρι 10 mg/kg ενώ των φαιοφυτίνων (a και b) κυμαίνεται από 0.2- 24 mg/kg (Kiritsakis 1998). Με την ωρίμανση του ελαιόκαρπου και την αύξηση του χρόνου αποθήκευσης του ελαιολάδου παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλες.

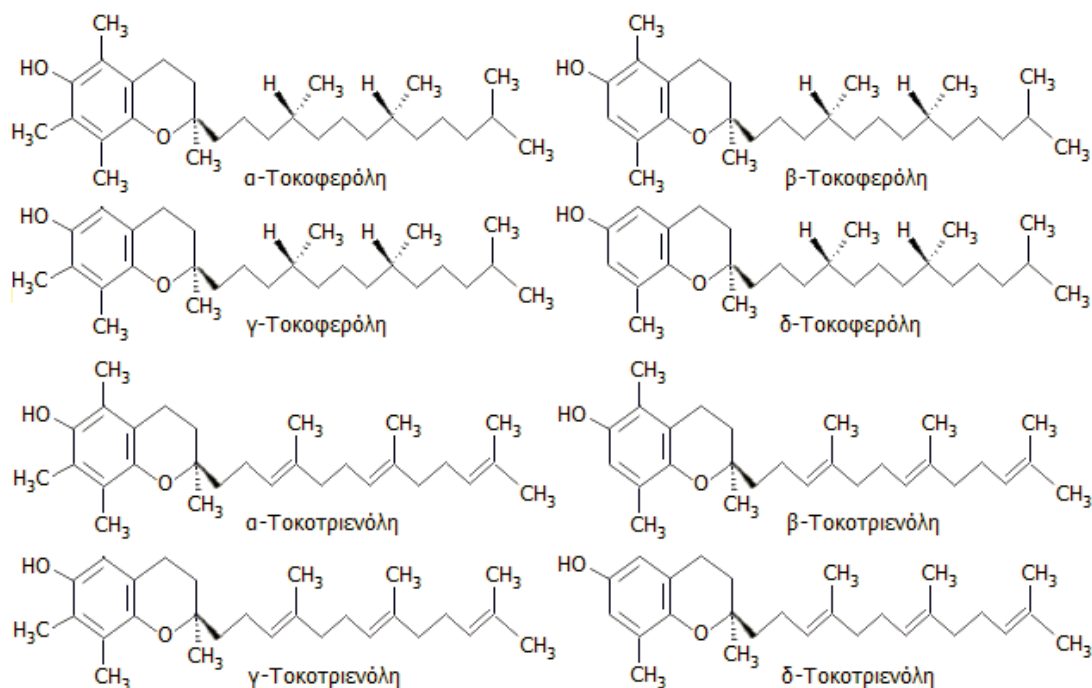
Εκτός από το ελαιόλαδο ο πρασινωπός χρωματισμός στα αλλά φυτικά έλαια είναι ανεπιθύμητος. Το πράσινο χρώμα του σογιέλαιου εμφανίζει πολλά προβλήματα κατά την επεξεργασία. Στην υδρογόνωση το σογιέλαιο παρουσιάζει πράσινο χρώμα πολύ πιο έντονο από το ακατέργαστο σογιέλαιο. Αυτό οφείλεται στους κίτρινους και κόκκινους χρωματισμούς του ελαίου που μετατρέπονται σε πράσινους όπου το κύριο συστατικό είναι η χλωροφύλλη (Ηλιόπουλος, 1987).

5.4 Τοκοφαιρόλες

Οι τοκοφερόλες είναι ετεροκυκλικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους. Αυτές οι ενώσεις βρίσκονται σε όλα τα φυτικά έλαια. Η βιταμίνη E περιλαμβάνει τις α-, β-, γ- και δ-τοκοφερόλες και α-, β-, γ- και δ- τοκοτριενόλες. Αυτές οι ενώσεις περιέχουν ένα δακτύλιο χρωμανόλης προσκολλημένο σε μια υδρόφιλη κορεσμένη πλευρική αλυσίδα (τοκοφερόλες) ή σε ακόρεστη πλευρική αλυσίδα (τοκοτριενόλες). Οι διάφορες ομόλογες τοκοφερόλες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό και τη θέση των μεθυλομάδων στον δακτύλιο της χρωμανόλης.

Οι τοκοφερόλες είναι κίτρινα ελαιώδη υγρά, διαλυτές στα λίπη και στους διαλύτες των λιπών. Είναι φυσικά αντιοξειδωτικά και παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση, η οποία αυξάνει από την α- προς την δ- τοκοφερόλη. Έχει βρεθεί ότι σε κανονικές θερμοκρασίες οι α-, β- και γ- τοκοφερόλη παρουσιάζουν σχεδόν την ίδια δραστηριότητα. Επίσης τα ανοιχτόχρωμα έλαια είναι λιγότερο αποτελεσματικά από τα σκουρόχρωμα. Οι τοκοφερόλες εκτός από αντιοξειδωτική δράση παρουσιάζουν και βιταμινική δράση, η οποία σε αντίθεση με την αντιοξειδωτική τους ικανότητα αυξάνει από την δ- προς την α-, δηλαδή η α- τοκοφερόλη η οποία παρασκευάζεται και συνθετικά

έχει τη μεγαλύτερη βιολογική δράση. Οι άλλες μορφές β- και γ- τοκοφερόλη και η α-τοκοτριενόλη έχουν το 40%, το 8% και το 20% της βιολογικής δραστηριότητας της α-τοκοφερόλης αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες μορφές έχουν ακόμη μικρότερη δραστηριότητα και δεν παρουσιάζουν ενδιαφέρον (Κυριτσάκης, 2007).



Σχήμα 13. Τύποι τοκοφερόλης (http://195.134.76.37/chemicals/chem_tocopherol.htm).

Η κύρια φυσική διατροφική πηγή τοκοφερολών και τοκοτριενολών είναι τα φυτικά έλαια και οι ξηροί καρποί, ενώ η παρουσία τους στα φρούτα και λαχανικά είναι αμελητέα. Το φοινικέλαιο θεωρείται ως το κορυφαίο φυτικό έλαιο παγκοσμίως. Οι Shahidi et al (2016) μελέτησαν το περιεχόμενο των τοκοφερολών και των τοκοτριενολών σε ορισμένα φυτικά έλαια και δίνεται στον πίνακα 15.

Στο φοινικέλαιο αν και υπάρχει η α-τοκοφερόλη η γ-τοκοτριενόλη είναι η κύρια ένωση μεταξύ των ομολόγων. Το φοινικέλαιο είναι το μόνο βρώσιμο έλαιο με κύριο λιπόφιλο αντιοξειδωτικό την γ-τοκοτριενόλη. Το σογιέλαιο είναι επίσης σημαντικό εξαιτίας της υψηλής παγκόσμιας παραγωγής του (Βραζιλία, Κίνα, Αργεντινή, ΗΠΑ). Η περιεκτικότητα του σογιέλαιου σε γ-τοκοφερόλη είναι επτά φορές υψηλότερη από την α-τοκοφερόλη. Επίσης στο κραμβέλαιο η περιεκτικότητα γ-τοκοφερόλης είναι 2,7 φορές μεγαλύτερη από την α-τοκοφερόλη.

Στο ηλιέλαιο η α-τοκοφερόλη περιλαμβάνει περισσότερο από το 93% των ολικών τοκοφερολών. Η α-τοκοφερόλη που θεωρείται η κύρια από τις επιμέρους

ομόλογες υπάρχει στο τέταρτο περισσότερο καταναλωθέν έλαιο, το ηλιέλαιο. Από καλλιέργειες ηλίανθων λαμβάνονται έλαια με μεταλαξογένεση και γενετικό ανασυνδιασμό και έχουν 77% και 68% β- και δ-τοκοφερόλες αντίστοιχα.

Στο ελαιόλαδο η κύρια τοκοφερόλη είναι η α- η οποία καλύπτει το 88,5% του συνόλου. Η β- και γ- μαζί αποτελούν το 9.9% ενώ η δ- το 1.6% του συνόλου των τοκοφερολών. Η συγκέντρωση των τοκοφερολών στο ελαιόλαδο ποικίλει, πχ η α-τοκοφερόλη κυμαίνεται από 15-150 mg/kg. Η διαφορά μεταξύ των εξαιρετικά παρθενών και παραδοσιακών ελαιόλαδων οφείλεται στις διάφορες στις διαδικασίες παραγωγής τους. Η βιομηχανική διαδικασία του EVOO γίνεται με συμπίεση του καρπού της ελιάς χωρίς διαλυτές. Επιπρόσθετα ,δεν εφαρμόζεται θερμότητα η οποία είναι ευεργετική για την διατήρηση των φαινολικών ενώσεων και των τοκοφερολών. Η μελέτη έδειξε επίσης ότι λαμβάνοντας ημερήσια πρόσληψη 30 gr ελαιολάδου θα μπορούσε να καλυφθεί κατά μέσο όρο το 50% της απαιτούμενης ημερήσιας πρόσληψης (RDI) για την α-τοκοφερόλη (12 mg βιτ.Ε). Ένα έλαιο διατροφής μπορεί να θεωρηθεί πηγή βιταμίνης Ε εφόσον η κατανάλωση του προσφέρει ένα συμπλήρωμα τουλάχιστον 15% της βιταμίνης Ε RDI σύμφωνα με τον ισχυρισμό υγείας.

Πίνακας 15. Περιεχόμενο των τοκοφερολών και των τοκοτριενολών (mg/100gr ελαίου) σε ορισμένα βρώσιμα έλαια (Όπου: nd δεν εντοπίστηκε, nr δεν αναφέρεται και tr ίχνος).

Τύποι ελαίων	Τοκοφερόλες				Τοκοτριενόλες			
	α	β	γ	δ	α	β	γ	δ
Έλαιο Καρύδας	0,20-1,82	tr-0,25	tr-0,12	nd-0,39	1-3	nd-0,17	0,33-0,64	nd-0,1
Καλαμποκέλαιο	18,0-25,7	0,95-1,10	44,0-75,2	2,20-3,25	0,94-1,5	nd	1,30-2	nd-0,26
Βαμβάκείο	30,5-57,3	0,04-0,30	10,5-31,7	tr	nr	nr	nr	nr
Λινέλαιο	0,54-1,20	nd-tr	52,0-57,3	0,75-0,95	nd	nd	nd	nd
Ελαιόλαδο	11,9-17,0	nd-0,27	0,89-1,34	nd-tr	Nd-tr	nd	nd	nd-tr
Φοινικέλαιο	6,05-42,0	nd-0,42	tr-0,02	nd-0,02	5,7-26	nr-0,82	11,3-36	3,33-8
Αραχιδέλαιο	8,86-30,4	nd-0,38	3,50-19,2	0,85-3,1	nd	nd	nd	nd
Κραμβέλαιο	18,9-24,0	nd-tr	37-51	0,98-1,9	nd	nd	nd	nd
Ορυζέλαιο	0,73-15,9	0,19-2,5	0,26-8	0,03-2,7	0,84-13,8	tr-2,6	1,74-23,1	0,14-2,53
Έλαιο Κύκνου	36,7-47,7	nd-1,20	tr-2,56	tr-0,65	nd	nd	nd	nd
Σησαμέλαιο	0,24-36,0	0,28-0,8	16,0-57	0,17-13	tr	nd	0,34	nr
Σογιέλαιο	9,53-12,0	1,00-1,31	61,0-69,9	23,9-26	nd	nd	nd	nd
Ηλιέλαιο	32,7-59,0	tr-2,4	1,4-4,5	0,27-0,5	0,11	nd	tr	tr

Πηγή: Shahidi et al, 2016.

Για τα φυτικά έλαια είναι γνωστό ότι έως και 32 % των φυσικών τοκοφερολών αφαιρούνται κατά την διύλιση και σε κάποιες περιπτώσεις προστίθενται μετά την επεξεργασία. Η ακατάλληλη αποθήκευση, η έκθεση στο φως, το οξυγόνο, οι αυξημένες θερμοκρασίες μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια τοκοφερολών και περαιτέρω σχηματισμό προϊόντων οξείδωσης λιπιδίων, επηρεάζοντας την οξειδωτική σταθερότητα του προϊόντος (Shahidi et al, 2016).

Επίσης, το περιεχόμενο των ομολόγων τοκοφερόλης μπορεί να διαφέρει μεταξύ των ποικιλιών και των ετών καλλιέργειας με την ίδια πρώτη ύλη. Σε μελέτη που παρείχε το περιεχόμενο των τεσσάρων ομολόγων α-,β-,γ- και δ- τοκοφερολών στο κλάσμα των λιπιδίων των 151 δειγμάτων αμερικάνικων αραχίδων για δυο χρόνια καλλιέργειας παράχθηκαν από 10 ποικιλίες (φυσιολογικές, μεσαίες και υψηλές σε ελαϊκό). Σύμφωνα με τα δεδομένα τους η περιεκτικότητα σε συνολική τοκοφερόλη δεν ήταν διαφορετική μεταξύ των φυσιολογικών, μεσαίων και υψηλών ποικιλιών σε ελαϊκό, όμως το περιεχόμενο της α-τοκοφερόλης ποικίλει μεταξύ των ποικιλιών που ταξινομούνται βάση της περιεκτικότητας σε ελαϊκό οξύ.

5.4.1 Οξείδωση τοκοφερολών σε edώδιμα φυτικά έλαια

Τα φυτικά έλαια χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες από τα ζωικά λίπη. Όπως και τα άλλα αντιοξειδωτικά έτσι και οι τοκοφερόλες μπορούν από μόνες τους να οξειδωθούν (αυτοοξείδωση). Κατά την οξείδωση τους ανοίγει ο ετεροκυκλικός δακτύλιος και το τελικό προϊόν είναι οι τοκοκινόνες που στερούνται αντιοξειδωτικής δράσης. Έχει παρατηρηθεί ότι σε ήπιες συνθήκες οξείδωσης μόνο οι γ- τοκοφερόλες (όχι α-, β-) μπορούν να μετατραπούν σε μερικώς χρωμο5-6κινονες. Το φαινόμενο αυτό έχει παρουσιάσει ενδιαφέρον για τα έλαια λόγω της έντονης κόκκινης χροιάς που εμφανίζεται και υπάρχει στα μερικώς οξειδωμένα έλαια. Επίσης η θερμότητα είναι ένας άλλος παράγοντας όπου καταστρέφονται οι τοκοφερόλες και ιδιαίτερα οι θερμοκρασίες που πραγματοποιείται ο εξευγενισμός (ραφινάρισμα) των φυτικών ελαίων. Για αυτό όπως φαίνεται και στον πίνακα 16 η περιεκτικότητα των εξευγενισμένων ελαίων σε τοκοφερόλες είναι μικρότερη από αυτή των φυτικών ελαίων.

Από τα φυτικά έλαια μπορούμε να πάρουμε μεγάλες ποσότητες σε τοκοφερόλες με μοριακή απόσταξη καθώς επίσης και από τα απόβλητα στο στάδιο της

απόσμοσης με απόσταξη με υδρατμούς. Το συνολικό ποσοστό τοκοφερολών που χάνεται κατά την διάρκεια αποχρωματισμού είναι 6%. Κατά την απόσμοση το ποσοστό της απώλειας εξαρτάται από την θερμοκρασία και μπορεί να είναι τόσο ώστε να καταστεί ανάγκη, ανάκτησης ποσοστού τοκοφερολών ώστε το έλαιο να έχει τις επιθυμητές ιδιότητες σταθερότητας. Στην υδρογόνωση η απώλεια που παρατηρείται είναι από μικρή έως μηδενική (Δημούλας, 1987).

Πίνακας 16. Τοκοφερόλες που βρίσκονται σε εξευγενισμένα (ραφιναρισμένα) και μη φυτικά έλαια (mg/100gr ελαίου).

	α-τοκοφερόλη	γ-τοκοφερόλη	δ-τοκοφερόλη	Συνολικά
Φυτικά έλαια				
Βαμβακέλαιο ακατέργαστο	0,076	0,034	-	0,110
Βαμβακέλαιο ραφιναρισμένο	0,060- 0,071	0,024 -0,027	-	0,087-0,095
Αραχιδέλαιο ακατέργαστο	0,018-0,030	0,018-0,022	-	0,036-0,052
Αραχιδέλαιο ραφιναρισμένο	0,024	0,024	-	0,048
Ορυζέλαιο ακατέργαστο	0,075	0,026	-	0,101
Ορυζέλαιο ραφινέ	0,058	0,033	-	0,091
Σογιέλαιο ακατέργαστο	0,020	0,098	-	0,168
Σογιέλαιο ραφινέ	0,020- 0,021	0,074- 0,078	-	0,094- 0,099

Πηγή: Δημούλας, 1987

5.5 Στερόλες

Οι στερόλες είναι κυκλικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους. Οι στερόλες μπορεί να υπάρχουν είτε σε ελεύθερη μορφή είτε ως εστέρες λιπαρών οξέων και γλυκόλιπιδίων.

Ανάλογα με την προέλευση τους διακρίνονται σε ζωοστερόλες (χαρακτηρίζουν τις ζωικές λιπαρές ύλες), σε φυτοστερόλες (χαρακτηρίζουν λιπαρές ύλες σε ανώτερα φυτά) και σε μυκοστερόλες (λιπαρές ύλες κατωτέρων φυτών όπως τα μανιτάρια).

Οι φυτοστερόλες είναι ισοπρενοειδείς ενώσεις με πυρήνα στερόλης και αλυσίδα αλκυλίου. Οι περισσότερες φυτικές στερόλες έχουν διπλό δεσμό στη θέση C-5

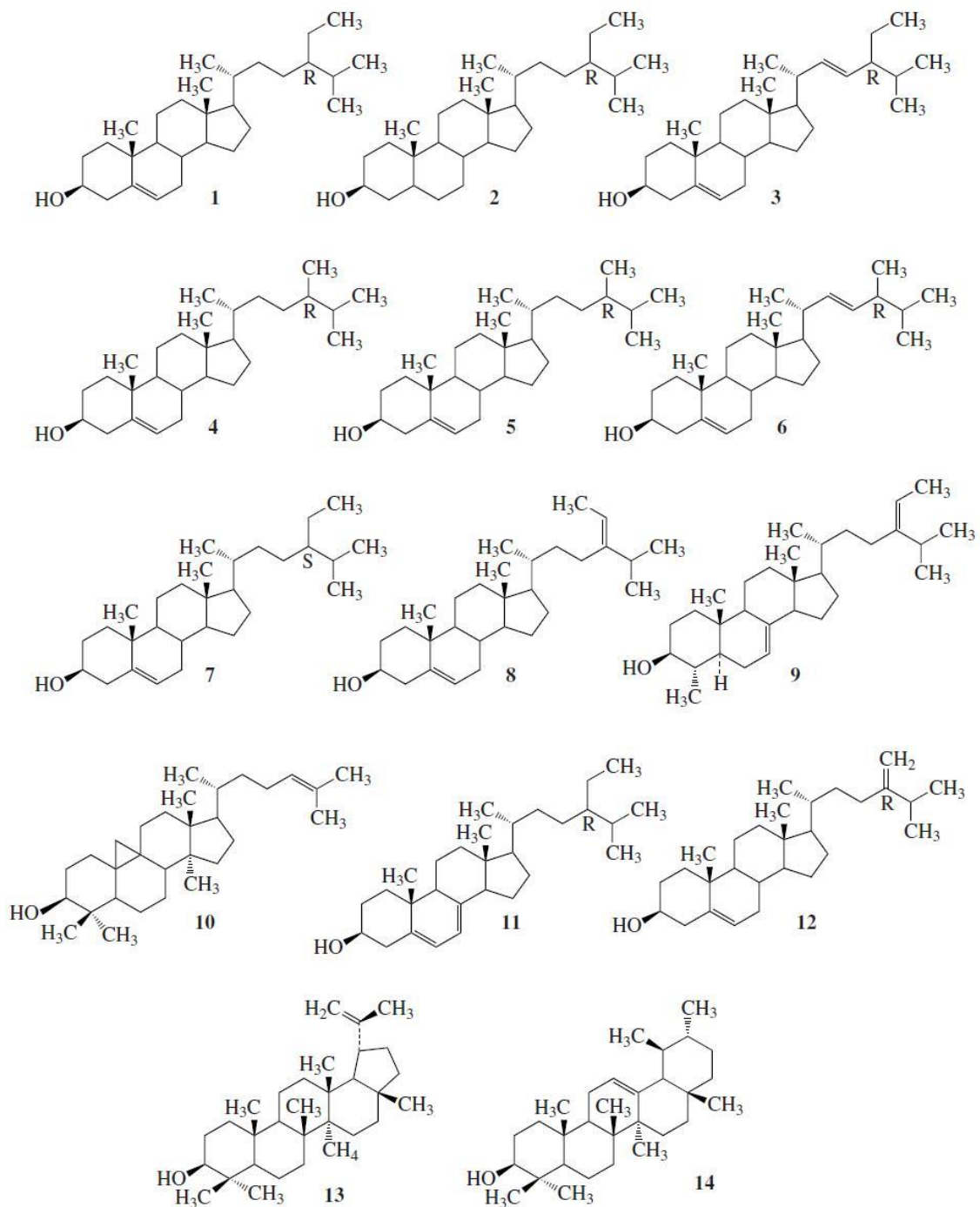
στον πυρήνα, ενώ άλλες είναι πλήρως κορεσμένες (δεν έχουν διπλό δεσμό στη δομή του δακτυλίου στερόλης) και ονομάζονται στανόλες. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία έχουν ταυτοποιηθεί περισσότεροι από 100 τύποι φυτοστερολών και 4000 τύποι τριτερπενίων. Οι κύριες φυτοστερόλες είναι: η β-σιτοστερόλη, η καμπεστερόλη, η μπρασιστερόλη και η δ5-αβεναστερόλη.

Τα φυτικά έλαια και τα παράγωγα προϊόντα αποτελούν την πιο σημαντική πηγή φυτοστερολών στην διατροφή του ανθρώπου. Οι φυτοστερόλες υπάρχουν σε ελεύθερη ή εστεροποιημένη μορφή, όπου η τελευταία υδρολύεται στο λεπτό έντερο από τα παγκρεατικά ένζυμα.

Υπάρχει σημαντική μεταβλητότητα στην αναλογία ελεύθερων και εστεροποιημένων στερολών, μεταξύ διαφορετικών φυτικών ελαίων με τις ελεύθερες στερόλες να κυμαίνονται μεταξύ 32-94 % των συνολικών. Ο εξευγενισμός και η υδρογόνωση βρέθηκε ότι μειώνει τις συνολικές και αυξάνει τις εστεροποιημένες (Phillips et al, 2002)

Άλλες πηγές φυτοστερολών εκτός από τα φυτικά έλαια είναι τα προϊόντα δημητριακών τα λαχανικά και φρούτα τα οποία δεν είναι τόσο πλούσια αλλά αποτελούν καλές πηγές φυτοστερόλης.

Τα τελευταία χρόνια οι φυτοστερόλες παρουσιάζουν αυξημένο ενδιαφέρον λόγω της υποχοληστεριναιμικής ικανότητας και την συμβολή τους στον μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων. Οι στατίνες λειτουργούν μειώνοντας τη σύνθεση της χοληστερόλης μέσω της αναστολής ενός ενζύμου αναγωγής που περιορίζει το ρυθμό σύνθεσης της χοληστερόλης. Οι φυτοστερόλες μειώνουν τα επίπεδα της χοληστερόλης ανταγωνιζόμενες την απορρόφηση χοληστερόλης στο έντερο. Η ημερήσια πρόσληψη 2 έως 3 γραμμάρια φυτοστερολών είναι απαραίτητη για την μείωση των επιπέδων της ολικής χοληστερίνης και των λιποπρωτεΐνων χαμηλής πυκνότητας (LDL) κατά 10 %. Επίσης, οι φυτοστερόλες προάγουν την υγεία λόγω των αντιφλεγμονωδών και αντικαρκινικών ιδιοτήτων τους. Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια Τροφίμων (EFSA) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι για να επιτευχθεί ένα ευεργετικό αποτέλεσμα πρέπει η ημερήσια πρόσληψη να είναι 1,5-3 γραμμάρια σε φυτικές στερόλες και στανόλες (Berger,2005).



Σχήμα 14. Οι επικρατέστερες φυτοστερόλες και φυτοστανόλες: 1) β-σιτοστερόλη, 2) σιτοστανόλη, 3) στιγμαστερόλη, 4) καμπεστερόλη, 5) καμπεστανόλη, 6) μπρασικαστερόλη, 7) γ-σιτοστερόλη, 8) φουκοστερόλη, 9) α1-σιτοστερόλη, 10) κυκλοαρτενόλη, 11) 7-δεϋδροσιτοστερόλη, 12) 24-μεθυλενε-χοληστερόλη, 13) λουπεόλη, 14) α-αμρενόλη (Mehtiev & Misharin, 2008).

Ο Itoh και οι συνεργάτες του (1981) απομόνωσαν τέσσερα στερολικά κλάσματα στο ισπανικό ελαιόλαδο τα οποία ήταν: 4α-μεθυλοστερολες, τριτερπενικές αλκοόλες, τριτερπενικές διαλκοόλες και κοινές αλκοόλες. Επίσης διαπιστώθηκε ότι στο ελαιόλαδο, περιέχονται και δεσμευμένες 4 α-μεθυλο και 4,4-διμεθυλοστερόλες (σαν εστέρες με λιπαρά οξέα). Σε ελαιόλαδα διαφορετικής προέλευσης διαπιστώθηκε διαφορετική συγκέντρωση τριτερπενικών διαλκοολών. Το παρθένο ελαιόλαδο περιέχει λιγότερη ερυθροδιόλη και ουβαόλη από το πυρηνέλαιο. Ο Paganuzzi (1982) ταυτοποίησε τις τριτερπενικές αλκοόλες που υπάρχουν στο ελαιόλαδο, οι πιο σημαντικές ήταν η α- και β- αμυρίνη. Η συγκέντρωση τους κυμαινόταν από 100 έως 150mg/100g ελαιολάδου. Σε μια άλλη μελέτη παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στη σύσταση του κλάσματος των ελευθέρων τριτερπενικών αλκοολών και των στερεοποιημένων του ελαιολάδου (Κυριτσάκης, 2007)

Οι κύριες φυτοστερόλες για όλα τα φυτικά έλαια είναι η β- σιτοστερόλη, η καμπεστερόλη, η στιγμαστερόλη και η Δ5-αβεναστερόλη. Οι συνθέσεις φυτοστερόλης σε ελαιόλαδο και άλλα φυτικά έλαια φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 17).

Πίνακας 17. Σύνθεση φυτοστερολών σε διάφορους τύπους ελαίων (mg/100g ελαίου).

Φυτικά έλαια	Μπρασιστε- ρόλη	Εργοστε- ρόλη	Καμπεστε- ρόλη	Καμπεστα- νόλη	Στιγμαστε- ρόλη	β- σιτοστερόλη	Δ5- αβεναστερόλη
Αραχιδέλαιο	ίχνη	1,56±1,28	41,19±9,82	4,95±2,15	48,16±13,3	189,1±42,40	19,7±9,74
Σογιέλαιο	12,8±2,94	1,98±1,74	62,68±23,97	50,91±0,6	87,28±24,42	166±43,62	7,21±2,84
Κραμβέλαιο	136,34±66,34	2,54±1,92	267,5±61,24	2,83±1,71	25,67±8,99	394,1±146,74	40,92±29,58
Σησαμέλαιο	ίχνη	2,05±2,49	90,30±32,97	7,48±8,94	86,89±32,77	322,7±85,81	98,79±42,35
Ελαιόλαδο	ίχνη	0,83±1,14	25,85±14,20	1,61±0,84	21,13±9,03	152±58,58	29,73±14,55
Λάδι Καμέλιας	ίχνη	2,62±2,77	16,52±4,62	0,22±0,30	22,11±7,78	50,1±13,71	1,81±1,52
Αραβοσιτέλαιο	4,13±4,79	0,87±0,99	197,32±49,83	74,53±27,55	45,53±18,70	539,9±160,08	97,92±34,89
Ηλιέλαιο	0,58±1,25	0,25±0,41	28,36±11,43	1,71±1,39	18,69±7,79	170,9±26,18	12,45±5,34
Λινέλαιο	1,66±2,91	ίχνη	115,52±27,20	4,17±3,07	12,62±7,59	157,8±157,79	56,01±34,56

Πηγή: Yang et al, 2019

Η περιεκτικότητα β-σιτοστερόλης και καμπεστερόλης αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 50% του συνολικού περιεχομένου φυτοστερόλης στα φυτικά έλαια. Το κραμβέλαιο περιέχει την υψηλότερη ποσότητα σε μπρασιστερόλη, με ποσοστό 15,29% και ακολουθεί το σογιέλαιο με ποσοστό 3,6%. Το σογιέλαιο έχει υψηλή

περιεκτικότητα σε στιγμαστερόλη, η οποία θα μπορούσε να μειώσει τον κίνδυνο καρκίνου του οισοφάγου και των ωθηκών (Moreau et al., 2018) Συγκρίνοντας τα φυτικά έλαια έδειξε ότι το αραβοσιτέλαιο είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε στανόλες. Επίσης, όπως φαίνεται στον πίνακα 17 τα αποτελέσματα είχαν υψηλή τυπική απόκλιση η οποία μπορεί να οφείλεται στις διαφορές της μεθόδου εκχύλισης και τον βαθμό διύλισης. Τα έλαια έδειξαν απώλεια φυτοστερολών στα στάδια λεύκανσης και απόσμωσης (Ortega-García et al., 2006).

Οι Yang et al (2019) μελέτησαν το συνολικό περιεχόμενο φυτοστερόλης διάφορων φυτικών ελαίων τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στον πίνακα 19.

Πίνακας 18. Συνολικό περιεχόμενο φυτοστερόλης σε φυτικά έλαια (mg/100g).

Τύπος ελαίου	Φυτοστερόλη (mg/100g)
Σογιέλαιο	355,67
Κραμβέλαιο	893,84
Φοινικέλαιο	150,00
Αραχιδέλαιο	319,75
Ηλιέλαιο	253,25
Ορυζέλαιο	1891,82
Αραβοσιτέλαιο	990,94
Σησαμέλαιο	637,70
Έλαιο καμέλιας	142,64
Ελαιόλαδο	288,02
Λινέλαιο	466,73

Πηγή: Yang et al 2019.

Η συνολική περιεκτικότητα φυτοστερόλης στα διάφορα έλαια κυμαίνεται μεταξύ 142,64 και 1891,82 mg/100g. Τα υψηλότερα περιεχόμενα ανιχνευθήκαν στο ορυζέλαιο (1891,82 mg/100g) και στο αραβοσιτέλαιο (990,94 mg/100g) και στο κραμβέλαιο (893,84 mg/100g). Το σογιέλαιο, το αραχιδέλαιο και το ελαιόλαδο είχαν παρόμοια περιεκτικότητα (περίπου 300 mg/100g). Τα επίπεδα φυτοστερόλης στο έλαιο καμέλιας και το φοινικέλαιο ήταν σχετικά χαμηλό. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των ελαίων σε φυτοστερόλες ποικίλει, Επίσης, στην ίδια μελέτη βρέθηκε ότι το περιεχόμενο σε φυτοστερόλη διέφερε ακόμα και για το ίδιο είδος ελαίου. Η περιεκτικότητα σε φυτοστερόλη στο ορυζέλαιο κυμαινόταν από 135,43-2842,48 mg/100g, στο αραβοσιτέλαιο κυμαινόταν από 510,17- 1433,65 mg/100g και στο κραμβέλαιο ήταν από 558,34 -1406,87 mg/100g. αυτές οι διακυμάνσεις μπορεί να

οφείλονται στην ποικιλία, στις συνθήκες καλλιέργειας και αποθήκευσης, στις διεργασίες διύλισης και στις μεθόδους ανάλυσης.

5.6 Φαινόλες

Ως φαινόλες ονομάζονται οι οργανικές ενώσεις που περιέχουν ένα τουλάχιστον αρωματικό δακτύλιο με ένα ή περισσότερα υδροξύλια σε αυτόν. Μέσω κάποιων αντιδράσεων στον αρωματικό δακτύλιο όπως συμπύκνωση, προσθήκη, πολυμερισμό μπορεί να προκύψουν αρκετά παράγωγα. Οι φαινολικές ενώσεις χωρίζονται σε απλές (μονοφαινόλες) ή συνθέτες (πολυφαινόλες) ανάλογα με τον αριθμό των φαινολικών υδροξυλίων που διαθέτουν στο μόριο τους (έναν ή περισσότερους). Επίσης απαντώνται είτε σε ελεύθερη μορφή είτε σε συζευγμένες με άλλα μόρια όπως οργανικά οξέα, λιπίδια, γλυκόζη κ.α.

Οι φαινολικές ενώσεις μπορούν να δρουν ως δότες υδρογόνου και να απενεργοποιούν τις ελεύθερες λιπιδικές ρίζες. Η αντιοξειδωτική τους δράση μπορεί να ενισχυθεί από την παρουσία ομάδων που μπορούν να δώσουν ηλεκτρόνια. Μερικές φαινόλες απενεργοποιούν τις ελεύθερες ρίζες ενώ άλλες τις ρίζες υπεροξειδίου. Οι φαινόλες όσο περισσότερα φαινολικά υδροξύλια διαθέτουν στο μόριο τους τόσο αυξάνει σε ανάλογο βαθμό η αντιοξειδωτική τους δράση.

Χαρακτηριστικές φαινολικές ενώσεις είναι το καφεϊκό οξύ, το γαλλικό οξύ, το φερουλικό οξύ, το ο- και π- κουμαρικό οξύ, τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη, γκοσσύπολη, σησαμόλη, ελευρωπαΐνη, ροσμαδιόλη κ.α.

Τα φαινολικά οξέα κυρίως είναι υδροξυλιωμένα παράγωγα του βενζοϊκού οξέος με το καφεϊκό οξύ να παρουσιάζει μεγάλη αντιοξειδωτική δράση σε αντίθεση με τα π-υδροξυ-βενζοϊκό οξύ, βανιλικό και ο-και π-κουμαρικό οξύ.

Τα φλαβονοειδή είναι μια ομάδα από φυσικά βενζο-πυρανικά παράγωγα. Το μοριακό βάρος των φλαβονοειδών είναι σχετικά μικρό και διαλύονται ανάλογα με την πολικότητα τους και τη χημική τους δομή (όπως βαθμός υδροξυλίωσης, γλυκοζιλίωσης). Μπορούν να διαχωριστούν ανάλογα με τη δομή του πυρανικού δακτυλίου σε φλαβόνες, φλαβονόλες, ισοφλαβόνες, φλαβανόνες, κατεχίνες και ανθοκυανίνες. Από την υδρόλυση των φλαβονοειδών προκύπτουν οι ανθοκυανίνες και οι φλαβόνες, ενώ από την υδρόλυση της ελευρωπαΐνης προκύπτουν η τυροσόλη και η υδροξυτυροσόλη. Επίσης, οι κατεχίνες θεωρούνται προϊόντα ανάγωγης των φλαβονών.

Τα φλαβονοειδή έχουν χαρακτηριστεί ως αντιοξειδωτικά υψηλού επιπέδου, σε σύγκριση με τα φαινολικά οξέα παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση (Kiristakis, 2007)

Πίνακας 19. Οι κυριότερες τάξεις των φαινολικών ουσιών στα φυτά.

Ομάδα φαινολικών	Κύριοι αντιπρόσωποι	Αριθμός ατόμων C	Σκελετός
Απλές φαινόλες	κατεχόλη, ουρισιόλη, βανιλίνη, θυμόλη, φλωρογλουκινόλη, καρβακρόλη	6	C6
Βενζοκινόνες	υδροκινόνες, αρβουτίνη, πριμίνη, 2,6-διμεθοξυβενζοκινόνη	6	C6
Φαινολικά οξέα	υδροβενζοϊκό, πρωτοκατεχικό, βανιλικό, συρινγικό, σαλικυλικό, γαλλικό, κινναμικό, γεντισικό οξύ	7	C6-C1
Ακετοφαινόλες	βενζοϋ-δεϋδη, κινναμική αλδεϋδη, φαινυλοξικό οξύ, ρ-υδροξυφαινυλοξικό οξύ	8	C6-C2
Υδροξικινναμικά οξέα	κουμαρικό, καφεϊκό, σιναπικό/φερουλικό οξύ	9	C6-C3
Φαινολοπροπένια	χλωρογενικό οξύ, μυριστική, ευγενόλη	9	C6-C3
Κουμαρίνες	ουμπελιφερόνη, ασκολετίνη, σκοπολετίνη, ψοραλίνη, δαλβεργίνη, βεργαπτένη	9	C6-C3
Ισοκουμαρίνες	βεργενίνη, υδρανγενόλη	9	C6-C3
Χρωμόνες	ευγενίνη, κελίνη, βισναγίνη	9	C6-C3
Ναφθοκινόνες	γιουγκλόνη	10	C6-C4
Ξανθόνες	μανγκιφερήνη	13	C6-C1-C6
Στιλβένια	λουνουλαρικό οξύ, αψισικό οξύ, μπατατασίνη, πευκοσιλβίνη, βινιφερίνη	14	C6-C2-C6
Ανθρακινόνες	ανθραγαλλόλη, εμοδίνη, αλιζαρίνη, πουρπουρίνη, παλμιδίνη, υπεροσίνη	14	C6-C2-C6
Φλαβονοειδή	<i>Ανθοκυάνες:</i> πελαργονιδίνη, κυανιδίνη, δελφινιδίνη <i>Φλαβονόλες:</i> καμφερόλη, κουερσετίνη/μυρικετίνη <i>Φλαβόνες:</i> απιγενίνη, λουτεολίνη, τρισίνη <i>Χαλκόνες και χρυσόνες:</i> χρυσίνη, μαρεΐνη <i>Φλαβανόνες και διυδροφλαβονόλες:</i> ναριγκινίνη, φλωριτζίνη, εριοδικτυόλη, πευκοσεμβρίνη, κατεχίνη. <i>Ισοφλαβονοειδή:</i> λουτεόνη, ροτεόνη, γενιστεΐνη. Προανθοκυανιδίνες	15	C6-C3-C6
Λιγνίνες		N	(C6-C3)n
Πολυμερή φλαβονοειδή	Μελανίνες Φλαβολάνες (συμπυκνωμένες ταννίνες)	N	(C6-C3-C6)n

Οι φαινόλες είναι από τα σημαντικότερα μη σαπωνοποιήσιμα συστατικά του ελαιολάδου, οι οποίες προκύπτουν από τον καρπό και τα φύλλα της ελιάς. Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών που απαντώνται στο ελαιόλαδο εξαρτάται από τις καλλιεργητικές φροντίδες, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες το βαθμό ωριμότητας του καρπού, τις συνθήκες διατήρησης πριν την επεξεργασία, από του τύπο του ελαιουργείου και τις συνθήκες επεξεργασίας του ελαιοκάρπου (θερμοκρασία και ποσότητα νερού).

Οι φαινολικές ενώσεις είναι ευρέως διαδεδομένες σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης :όπως καφεϊκό και φουρουλικό οξύ στα λαχανικά, χλωρογενικό οξύ στον καφέ, πολυφαινολικές κατεχίνες στο τσάι και το κόκκινο κρασί, καρνοσόλη σε φύλλα δεντρολίβανου, κουρκουμίνη σε κουρκουμά, κάρυ και μουστάρδα, ελευρωπαΐνη στο ελαιόλαδο κ.α. Η περιεκτικότητα των φυτικών τροφίμων σε φαινόλες εξαρτάται από την ποικιλία και το είδος του φυτού, από την έκθεση του προϊόντος στο φως, καθώς από την επεξεργασία και την αποθήκευση του (Medina et al, 2006).

Οι φαινόλες είναι από τα σημαντικότερα μη σαπωνοποιήσιμα συστατικά του ελαιολάδου, οι οποίες προκύπτουν από τον καρπό και τα φύλλα της ελιάς. Η συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών που απαντώνται στο ελαιόλαδο εξαρτάται από τις καλλιεργητικές φροντίδες, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες το βαθμό ωριμότητας του καρπού, τις συνθήκες διατήρησης πριν την επεξεργασία, από του τύπο του ελαιουργείου και τις συνθήκες επεξεργασίας του ελαιοκάρπου (θερμοκρασία και ποσότητα νερού).

Ελαιόλαδα που εξάχθηκαν με μηχανικά μέσα (πίεση, φυγοκέντριση) παρουσίασαν μικρότερη αντοχή στην οξειδωση από ελαιόλαδα που η εξαγωγή τους έγινε με χρήση διαλύτη (μίγμα-χλωροφορμίου-μεθανόλης) εξαιτίας της μεγάλης ποσότητας φαινολών των τελευταίων. Συγκεκριμένα αυτά που παραλήφθαισαν με πίεση περιείχαν 50- 155 ppm φαινόλες, αυτά με φυγοκέντριση 120 ppm φαινολών, ενώ αυτά με εκχύλιση 321-574 ppm φαινολών (Κυριτσάκης, 1993)

Η απομάκρυνση κολλοειδών ουσιών (πρωτεϊνών και πολυσακχαριτών) που είναι υδατοδιαλυτές συνοδεύεται με την απομάκρυνση μεγάλου μέρους των φαινολικών ουσιών, με τα απόνερα κατά την επεξεργασία του καρπού στο ελαιουργείο για αυτό συστήνεται λογική κατανάλωση νερού, ώστε να παραμείνουν ποσότητες φαινολών στο ελαιόλαδο (Κυριτσάκης, 2007)

Στο παρθένο ελαιόλαδο οι πρώτες φαινολικές ουσίες που ανιχνευθήκαν ήταν τα φαινολικά οξέα, πιο συγκεκριμένα το ο- και π-κουμαρικό, το βανιλλικό, το καφεϊκό,

το γαλλικό, το π- υδροξυ-βενζοϊκό και το φερούλικό. Άλλα φαινολικά συστατικά του ελαιολάδου που ανιχνεύθηκαν είναι οι λιγνάνες (πευκορητινόλη, 1-ακετοξυπευκορητινόλη) και τα φλαβονοειδή (λουτεολίνη, απιγενίνη, ταξιφολίνη).

Οι κυριότερες φαινολικές ουσίες που απαντούν στο ελαιόλαδο είναι τα σεκοϊριδοειδή και τα παράγωγα τους. Τα σεκοϊριδοειδή χαρακτηρίζονται από την αλδεϋδική ή διαλδεϋδική μορφή (EA, EDA) του ελενολικού οξέος (EA) στη γλυκοζυλιωμένη ή άγλυκη μορφή τους εστεροποιημένα με τυροσόλη ή υδροξυτυροσόλη. Στα σεκοϊριδοειδή ανήκουν η ελευρωπαϊνή, η διμεθυλοευρωπαϊνή και τα λιγκτροσίδια. Στο ελαιόλαδο βρίσκονται σε υψηλές ποσότητες τα παράγωγα τους τα οποία είναι το άγλυκο της ελευρωπαϊνης (3,4-DHPEA-EA), η διαλδεϋδική αποκαρβοξυμεθυλιωμένη μορφή του άγλυκου της ελευρωπαϊνης (3,4-DHPEA-EDA ή ολεασίνη) και η διαλδεϋδική αποκαρβοξυμεθυλιωμένη μορφή του άγλυκου του λιγκτροσίδιου (p-HPEA-EDA ή ολεοκανθάλη). Επίσης έχουν ανιχνευθεί κάποιες ποσότητες σε άγλυκο λιγκτροσίδιο.(p-HPEA-EA).

Τα σεκοϊριδοειδή που υπάρχουν στον ελαιόκαρπο είναι η ελευρωπαϊνή, η διμεθυλοευρωπαϊνή και τα λιγκτροσίδια, με την ελευρωπαϊνή να παρουσιάζεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Κατά την επεξεργασία του ελαιόκαρπου στο ελαιουργείο τα σεκοϊριδοειδή υρδολύονται υπό την παρουσία ενδογενών ενζύμων (β-γλυκοσιδάσες). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στο φρέσκο ελαιόλαδο να βρίσκονται υψηλές ποσότητες σε άγλυκα σεκοϊριδοειδή (ολεοκανθάλη, άγλυκο της ελευρωπαϊνης και ολεασίνη). Με την αποθήκευση του ελαιολάδου παρατηρείται περαιτέρω υδρόλυση των σεκοριδοειδών σε ελεύθερες αλκοόλες (τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη) και ελευρωπαϊνή.

Στα ελληνικά ελαιόλαδα το ολικό φαινολικό περιεχόμενο προσδιορίστηκε μεταξύ 150-300 mg/kg, έχουν όμως καταγραφεί και τιμές εύρους 50-1000 mg/kg. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία το συνολικό περιεχόμενο του έξτρα παρθένου ελαιολάδου ποικίλει. Η συγκέντρωση της ελευρωπαϊνης βρέθηκε να είναι $2,0 \pm 0,8$ mg/kg, της τυροσόλης $27,5 \pm 4,1$ mg/kg και της υδροξυτυροσόλης $14,4 \pm 3,0$ mg/kg.

Φαινολικές ενώσεις περιέχονται και στα φυτικά έλαια. Στο σησαμέλαιο η πιο αντιπροσωπευτική φαινολική ένωση είναι η σησαμόλη με την μορφή γλυκοζίτη ο οποίος βρίσκεται στα ασαπωνοποίητα συστατικά του ελαίου. Το σησαμέλαιο περιέχει 0,3-0,5% σησαμολίνη (δεν είναι φαινολική ένωση) και 0,5-1 % σησαμίνη, των οποίων το ποσοστό εξαρτάται από την επεξεργασία την οποία έχει υποστεί. Η σησαμόλη είναι προϊόν υδρόλυσης της σησαμολίνη, πρόκειται για ισχυρό αντιοξειδωτικό που προσδίδει στα φυτικά έλαια επιτακτικές ιδιότητες κατά την υδρογόνωση. Το σησαμέλαιο όταν

προστίθεται σε άλλες λιπαρές ύλες αυξάνει την αντίσταση αυτών έναντι της αυτοοξειδωσης. Στη σησαμόλη βασίζονται οι δύο χρωστικές αντιδράσεις που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση του σησαμελαίου από αλλά έλαια.(Ηλιόπουλος, 1987).

Πίνακας 20. Φαινολικές ενώσεις του έξτρα παρθένου ελαιολάδου.

Φαινολικά οξέα και παράγωγα	Φαινολικές αλκοόλες	
Βανιλικό οξύ	(3,4-διυδροξυφαινυλ) αιθανόλη (3,4 DHPEA)	
Συριγγικό οξύ	(P -Hydroxyphenil) αιθανόλη (p -I-IPEA)	
p- Κουμαρικό οξύ	(3,4-Diidrossifenil) ετανολογλυκοζίτη	
o- Κουμαρικό οξύ		
Γαλλικό οξύ	<i>Λιγκάνες</i>	<i>Φλαβόνες</i>
Καφεϊκό οξύ	I -ακετοξυπινορεσινόλη	Απιγενίνη
Πρωτοκατχικό οξύ	(+) - Πινορεσινόλη	Λουτεολίνη
p- Υδροξί)βενζοϊκό οξύ		
Φουρουλικό οξύ	<i>Υδροξυ-ισοκράμνες</i>	
Κιναμικό οξύ		
4- (ακετοξυαιθυλ) -1 ,2- διυδροξυβενζόλιο		
Βενζοϊκό οξύ		
Secoiridoids		
Διαδεϋδική μορφή δεκαρβοξυμεθυλ- ελενολικού οξέος που συνδέεται με 3,4-DHPEA (3,4 DHPEA-EDA)		
Διαδεϋδική μορφή δεκαρβοξυμεθυλ αιθενικού οξέος συνδεδεμένη με p -HPEA (p -HPEA-EI)A)		
Oleuropein aglycon (3,4 DHPEA-EA)		
Ligstroside aglycon		
Ολευροπεΐνη		
p -HPEA παράγωγο		
Διαδεϋδική μορφή ελαουλοπενίνης αγλυκόνης		
Διαδεϋδική μορφή του ligstroside aglycon		

Πηγή: <https://www.researchgate.net/profile/Agnese-Taticchi>

Στο ακατέργαστο και όχι στο εξευγενισμένο βαμβακέλαιο βρίσκεται μια συνθέτη φαινολική ένωση η γκοσσύπολη. Αυτή η φαινόλη είναι χρωστική και υπεύθυνη για το κίτρινο χρώμα του ελαίου κατά την διάρκεια του ραφινάρισματος. Επίσης η γκοσσύπολη έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Τα φυσικά αντιοξειδωτικά συνήθως παρουσιάζουν μεγάλα μοριακά βάρη και εμφανίζονται ως μη πτητικά κατά την διάρκεια της απόσποσης σε υψηλές θερμοκρασίες. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η γκοσσύπολη όταν απομονώνεται σαν διαμινοπαράγωγο από δείγματα βαμβακόσπορου

ή βαμβακέλαιου και δίνει μόνο το 43% έως 54% της οπτικής ικανότητας την οποία έχει επιδείξει το καθαρό (+) διαμινοπαράγωγο της (+) γκοσσύπολης (Βουδούρης, 1973).

Στην σόγια έχουν ανιχνευθεί πολλές φαινολικές ενώσεις όπως είναι τα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα. Τα φλαβονοειδή της σόγιας υπάρχουν με τη μορφή 7-0-μονογλυκοζιτών και είναι τρεις ισοφλαβόνες. Μερικά από τα φαινολικά οξέα είναι το χλωρογενικό, ισοχλωρογενικό, π-κουμαρικό, καφεϊκό, φερουλικό, συριγγικό και βανιλλικό. Το χλωρογενικό οξύ, όπως επίσης και το προϊόν υδρόλυσης του το καφεϊκό οξύ αποτελούν τα δυο βασικά αντιοξειδωτικά της σόγιας. Αυτά το δυο φαινολικά οξέα απαντώνται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις από τις ισοφλαβόνες της σόγιας και θεωρούνται πιο ενεργά (kiritsakis, 1998).

Το ακατέργαστο φοινικέλαιο περιέχει φαινολικές ενώσεις όπως π-υδροξυβενζοϊκό, βανιλλικό, συριγγικό, φερουλικό οξύ, π- υδροξυβενζαλδεΐδη κωνιφαρόλη κ.α. σε συγκέντρωση έως 100 mg/kg (Berger, 2005).

Το κραμβέλαιο παράγεται από σπόρους του φυτού Canola (brassica napus) και αποτελεί την τρίτη μεγαλύτερη καλλιέργεια ελαιούχων σπορών παγκοσμίως με τους σπόρους να περιέχουν 42% έλαιο. Ο σπόρος canola περιέχει τις περισσότερες διατροφικές φαινολικές ενώσεις από άλλους ελαιούχους σπόρους και σχεδόν όλες παραμένουν στα υποπροϊόντα επεξεργασίας. Οι κυρίαρχες φαινόλες σε ολοκλήρους σπόρους canola είναι παράγωγα του σιναπικού οξέος η σιναπίνη και η σιναπική γλυκόζη. Η κανολόλη δεν εμφανίζεται φυσικά στους σπόρους canola, αλλά σχηματίζεται στο ακατέργαστο έλαιο. Υπάρχουν και άλλες φαινόλες υψηλού μοριακού βάρους άγνωστης ταυτότητας.

Το 2011 το 26% των καλλιεργειών αφορούσε γενετικά τροποποιημένα φυτά ελαιοκράμβης. Ο σπόρος του φυτού περιέχει σημαντική ποσότητα ερουκικού οξέος, που θεωρείται τοξίνη η οποία μπορεί να προκαλέσει βλάβες στο καρδιαγγειακό σύστημα. Σήμερα το υβρίδιο ελαιοκράμβης από το οποίο παράγεται το βρώσιμο έλαιο canola, περιέχει ερουκικό οξύ λιγότερο από 2% ,επίπεδο που θεωρείται ασφαλές για την ανθρώπινη υγεία. Παρόλα αυτά είναι υπό αμφισβήτηση το γεγονός ότι οι σπόροι του φυτού που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή ενός βρωσίμου ελαίου, μπορούν παράλληλα να είναι κατάλληλοι για την παραγωγή βιοκαυσίμου (biodiesel).

Μελέτη έδειξε ότι η πρόσληψη φλαβονοειδών σχετίζεται αντιστρόφως με τη θνησιμότητα από αθηροσκλήρωση. Οι Colquhoun et al (1996) μελέτησαν τρία είδη ελαιολάδου και οχτώ φυτικά μαγειρικά ελαία στο συνολικό φαινολικό τους περιεχόμενο, τα αποτελέσματα των οποίων φαίνονται στον πίνακα 21.

Υπήρξε σημαντική διαφορά στο φαινολικό περιεχόμενο στις τρεις ποιότητες ελαιολάδου. Με το ραφινάρισμα η πολυφαινολική περιεκτικότητα των ελαίων μειώθηκε σημαντικά. Οι ποσότητες που βρέθηκαν στα φυτικά έλαια ήταν αρκετά λιγότερες σε σχέση με αυτή των ελαιόλαδων. Σε τρία από τα φυτικά έλαια (ηλιέλαιο, αραχιδέλαιο και αμυγδαλέλαιο) οι ποσότητες σε φαινόλες ήταν αμελητέες. Είναι σαφές ότι η φαινολική περιεκτικότητα των ελαίων ποικίλει σημαντικά με υψηλότερη στο έξτρα παρθένο ελαιόλαδο.

Πίνακας 21. Φαινολικά περιεχόμενα ελαιολάδου και άλλων φυτικών ελαίων.

Τύπος ελαίου	Συνολικές πολυφαινόλες (mg/g ελαίου)
Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο	48
Ελαιόλαδο	11
Ελαιόλαδο ψυχρής – πίεσης	10
Έλαιο αβοκάντο	6
Σησαμέλαιο	6
Κραμβέλαιο	4
Σογιέλαιο	4
Έλαιο σταφυλιού	2
Ηλιέλαιο	ίχνη
Αραχιδέλαιο	ίχνη
Αμυγδαλέλαιο	ίχνη

Πηγή: Colquhoun et al (1996)

Η ποσότητα των πολυφαινολών στα έλαια εξαρτάται από τις συνθήκες με τις οποίες εξάγεται το έλαιο από τον καρπό. Η ποσότητα φαινολών στο έλαιο από ένα συνεχές φυγοκεντρικό σύστημα εκχύλισης είναι μικρότερη σε σχέση με την κλασική συμπίεση. Επίσης, στη διαδικασία διύλισης όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος ανάμειξης τόσο μειώνεται η φαινολική περιεκτικότητα στα έλαια. Αντίθετα οι υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν το φαινολικό περιεχόμενο.

Τα φυτικά έλαια που παρουσίασαν μικρή ή αμελητέα περιεκτικότητα σε φαινόλες, πιθανόν αυτό να οφείλεται στην διαδικασία εκχύλισης. Η εκχύλιση των φυτικών ελαίων γίνεται χρησιμοποιώντας εκχυλίσματα οργανικού διαλύτη, ο πιο κοινός είναι το εξάνιο. Ίσως αυτό είναι υπεύθυνο για το χαμηλό επίπεδο πολυφαινολών σε αυτά τα έλαια. Όταν χρησιμοποιείται εκχύλιση εξανίου για την παραγωγή πυρηνέλαιου, το έλαιο που προκύπτει είναι επίσης, χαμηλό σε φαινόλες. Περαιτέρω διύλιση με λεύκανση

και αποχρωματισμό μπορεί να οδηγήσει σε ακόμα μεγαλύτερη απώλεια φαινολών και άλλων σημαντικών ενώσεων (Colquhoun, 1996)

Η διαδικασία της ψυχρής έκθλιψης στα έλαια είναι αρκετά δημοφιλής τα τελευταία χρόνια στις χώρες της Βόρειας και Κεντρικής Ευρώπης λόγω της επιθυμίας για φυσικά και ασφαλή προϊόντα διατροφής. Τα έλαια ψυχρής έκθλιψης παράγονται με απλή συμπίεση του σπόρου χωρίς να περιλαμβάνουν θερμική και χημική επεξεργασία. Με αυτόν τον τρόπο διατηρείται μέρος των θρεπτικών συστατικών και τα έλαια αυτά μετά το ραφινάρισμα έχουν καλύτερες θρεπτικές ιδιότητες.

Οι Leonardis et al. (2003) εξέτασαν τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες και την οξειδωτική σταθερότητα του ηλιέλαιου με ψυχρή πίεση. Ισχυρίστηκαν ότι οι φαινόλες του ηλιέλαιου το προστατεύουν από την οξείδωση πιο αποτελεσματικά από την βουτυλιωμένη υδρουανισόλη. Οι Vuorela et al. (2004) επιβεβαίωσαν ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες των φαινολών που εξήχθησαν από το κραμβέλαιο οι οποίες ξεκαθάρισαν πάνω από το 60% των ρίζων DPPH, ανέστειλαν τον σχηματισμό εξάντων (πάνω από 90 %) και υδρουπεροξειδίων (πάνω από 80%). Ο Matthaues (2002) επιβεβαίωσε την αντιοξειδωτική δράση των εκχυλισμάτων ελαιούχων σπόρων (ελαιοκράμβης, ηλίανθου) που ανέστειλαν το σχηματισμό συζευγμένων διένιων λινελαϊκού οξέος.

Τα έλαια ψυχρής πίεσης μπορεί να διατηρήσουν υψηλότερα επίπεδα φυσικών αντιοξειδωτικών εμφανίζοντας αποδεκτή σταθερότητα και ασφάλεια στο προϊόν χωρίς πρόσθετα συνθετικά αντιοξειδωτικά. Επιπλέον η ψυχρή συμπίεση δεν περιλαμβάνει οργανικό διαλύτη και οδηγεί σε ένα προϊόν που δεν περιέχει χημικούς ρύπους.

Το ολικό φαινολικό περιεχόμενο στο ελαιόλαδο ποικίλει από 50-1000mg/kg. Το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο φτάνει τα 232 ± 15 mg/kg, το ραφιναρισμένο ελαιόλαδο 62 ± 12 mg/kg (Owen, 2000) και το ηλιέλαιο 6,5mg/kg (Andrikopoulos et al, 2002).

Τα κύρια φαινολικά παράγωγα στο ελαιόλαδο είναι η ελευρωπαΐνη, η υδροξυτυροσόλη και η τυροσόλη. Η συγκέντρωση της υδροξυτυροσόλης στο ελαιόλαδο είναι 1,2-5,6 mg/kg, στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο είναι $14,42 \pm 3,01$ mg/kg και στο ραφιναρισμένο ελαιόλαδο είναι $1,74 \pm 0,84$ mg/kg (Owen et al.2000).

Η συγκέντρωση της τυροσόλης στο ελαιόλαδο είναι $4,69 \pm 0,77$ mg/kg, στο εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο είναι $27,45 \pm 4,05$ mg/kg και στο ραφιναρισμένο ελαιόλαδο είναι $2,98 \pm 1,33$ mg/kg (Owen et al, 2000).

6 ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ ΚΑΙ ΤΑ ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

6.1 Αφομοίωση από τον οργανισμό

Ο ανθρώπινος οργανισμός αφομοιώνει το ελαιόλαδο σε πολύ μεγάλο βαθμό. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο βαθμός αφομοίωσης του φτάνει το 98%. Αυτό διευκολύνει την απορρόφηση των φαινολών, των λιποδιαλυτών βιταμινών και άλλων συστατικών του ελαιολάδου.

Το ελαιόλαδο αφομοιώνεται καλύτερα από όλα τα άλλα φυτικά έλαια. Το μόνο λίπος που αφομοιώνεται σε μεγαλύτερο ποσοστό από το ελαιόλαδο είναι το λίπος του μητρικού γάλακτος.

Πίνακας 22: Αφομοίωση ελαιολάδου και άλλων λιπαρών υλών.

Είδος ελαίου	Αφομοίωση (%)
Ελαιόλαδο	93.4
Σογιέλαιο	91.2
Λινέλαιο	82.9
Σησαμέλαιο	74.6
Κοκόλιπος	72.4

Πηγή: Κυριτσακης, 2007

Η αφομοίωση του ελαιολάδου συνδέεται με την περιεκτικότητα του στο τριγλυκερίδιο τριελαϊνη. Διαδραματίζουν όμως σημαντικό ρόλο και τα άλλα τριγλυκερίδια όπως και η παρουσία ορισμένων συστατικών (π.χ. χλωροφύλλη) που βοηθούν στην απορρόφηση του ελαιολάδου από τον οργανισμό (Christakis et al, 1982).

Το ελαιόλαδο διαπιστώθηκε ότι βοηθά στην πέψη άλλων λιπαρών υλών επειδή διευκολύνει τις εκκρίσεις του πεπτικού συστήματος και της χολής και διεγείρει το ένζυμο παγκρεατική λιπάση. Επίσης δρα ευνοϊκά στο μεταβολισμό της ενδογενούς χοληστερίνης.

Γενικά, ο βαθμός αφομοιωσιμότητας έχει άμεση σχέση με το σημείο τήξης των λιπαρών υλών. Λίπη και έλαια με σημείο τήξης μεγαλύτερο από την θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος αφομοιώνονται πιο δύσκολα.

Ο Varella (1980) απέδειξε ότι η διαδικασία του ραφινάρισματος δεν έχει αρνητική επίδραση στην αφομοίωση του ελαιολάδου. Συγκεκριμένα το ραφινάρισμένο ελαιόλαδο αφομοιώνεται εξίσου σε μεγάλο βαθμό όπως και το παρθένο ελαιόλαδο.

Σε πειράματα του επίσης ο Varella (1980) έδειξε ότι κατά το τηγάνισμα το παρθένο ή εξευγενισμένο ελαιόλαδο είναι πιο εύπεπτο από τα φυτικά έλαια, διατηρώντας την πεπτικότητα και των άλλων συστατικών του τροφίμου, δηλαδή των υδατανθράκων και των πρωτεϊνών.

Συμπερασματικά, το ελαιόλαδο αφομοιώνεται από τον ανθρώπινο οργανισμό σε ιδανικό βαθμό και λόγω των ιδιοτήτων του σε εύκολη πέψη και αφομοίωση σε σύγκριση με τα φυτικά έλαια, έχει χρησιμοποιηθεί σε πολυάριθμες ιατρικές και διαιτολογικές μελέτες (Christakis et al, 1982).

6.2 Θερμιδική αξία των εδώδιμων φυτικών ελαίων

Το ελαιόλαδο και το σησαμέλαιο είναι τα μόνα φυτικά έλαια που καταναλώνονται αμέσως μετά την παραλαβή τους χωρίς να υφίστανται κάποια χημική επεξεργασία. Το ελαιόλαδο είναι το μόνο που διατηρεί τα συστατικά του (γευστικά, αρωματικά κ.α.)τα οποία του προσδίδουν ιδιαίτερη γεύση και θρεπτική αξία και το κάνουν ξεχωριστό από τα υπόλοιπα έλαια.

Πρέπει να τονιστεί ότι η βιολογική και θρεπτική αξία του ελαιολάδου υπερτερεί σε σχέση με τα άλλα φυτικά έλαια, η θερμιδική του αξία όμως είναι ίδια. Το ελαιόλαδο όπως και κάθε λιπαρή ύλη ζωικής ή φυτικής προέλευσης αποδίδουν στον οργανισμό τον ίδιο αριθμό θερμίδων που είναι 9 θερμίδες / γραμμάριο. Επομένως δεν ισχύει η θεωρία που πιστεύεται ότι τα σπορέλαια περιέχουν λιγότερες θερμίδες και οι καταναλωτές δεν πρέπει να παρασύρονται από παραπλανητικές διαφημίσεις.

6.3 Ο ρόλος των κυριότερων συστατικών

Οι ιδιότητες του κάθε ελαίου οφείλονται στην σύνθεση του και τον τρόπο παραλαβής του με ή χωρίς τη χρήση χημικών μέσων. Τα κυριότερα συστατικά των ελαίων είναι τα λιπαρά οξέα, οι βιταμίνες, οι φαινόλες, οι υδρογονάνθρακες και οι στερόλες.

6.3.1 Λιπαρά οξέα

Στο ελαιόλαδο το λιπαρό οξύ που ξεχωρίζει είναι το μονοακόρεστο ελαϊκό σε ποσοστό που το διαφοροποιεί από τα υπόλοιπα έλαια που περιέχουν πολυακόρεστα λιπαρά (λινελαϊκό και λινολενικό)

Μελέτες έχουν δείξει ότι στις δίαιτες η ενέργεια στο λίπος δεν πρέπει να ξεπερνούν το 30% της συνολικής ενέργειας στον πίνακα 23 αναγράφεται η επί της εκατό πρόσληψη ενέργειας σε κάθε ένα από τα λιπαρά οξέα που πρέπει να λαμβάνεται ώστε ο άνθρωπος να είναι υγιής.

Πίνακας 23. Εκατοστιαία (%) πρόσληψη ενέργειας σε κάθε ένα από τα λιπαρά οξέα που πρέπει να λαμβάνεται ώστε ο άνθρωπος να είναι υγιής.

Λιπαρά οξέα	Πρόσληψη συνολικής ενέργειας (%)
Ολικό λίπος	≤30%
Κορεσμένα λιπαρά οξέα	<10%
	<7% για όσους διατρέχουν κίνδυνο καρδιακών παθήσεων
Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα	6-10%
Πολυακόρεστα ωμεγα-6	5-8%
Πολυακόρεστα ωμεγα-3	1-2%
Trans λιπαρά οξέα	<1%
Μονοακόρεστα	με διαφορά

Πηγή: <https://docplayer.net/17931161-Fats-and-oils-choose-sensibly.html>

Το Ινστιτούτο Ιατρικής συνιστά ως επαρκές επίπεδο πρόσληψης λινολενικού οξέος 1,6 g /ημέρα για άνδρες και 1,1 g/ ημέρα για τις γυναίκες. Είναι γνωστή η σημασία των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων στη μείωση του κινδύνου καρδιακής νόσου, στην νευρολογική λειτουργία και σε φλεγμονώδεις και ανοσολογικές διαταραχές. Στο ελαιόλαδο η συνύπαρξη τριών οξέων σε ιδανική αναλογία του προσδίδει βιολογική αξία. Κάτι ανάλογο δεν συμβαίνει στα σπορέλαια.

6.3.2 Βιταμίνες

Η βιταμίνη E (τοκοφερόλη-α) η οποία είναι σημαντική λόγω της αντιοξειδωτικής δράσης και συναντάται στα φυτικά έλαια σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα από το ελαιόλαδο. Η βιταμίνη E παρουσιάζει προστατευτική δράση

προς την βιταμίνη Α δηλαδή βοηθάει μια ορισμένη ποσότητα της να δράσει περισσότερο χρόνο, Η βιταμίνη Α είναι απαραίτητη για την καλή όραση, την ομαλή ανάπτυξη, την διατήρηση του υγιούς δέρματος κ.α. Η προβιταμίνη της βιταμίνης Α είναι το β-καροτένιο που συναντάται ικανοποιητικά στο ελαιόλαδο.

6.3.3 Φαινόλες

Είναι αντιοξειδωτικές ουσίες που βρίσκονται κατά κύριο λόγο στο ελαιόλαδο και πολύ λιγότερο στα φυτικά έλαια και προστατεύουν τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες και τις ελεύθερες ρίζες. Οι τελευταίες είναι υπεύθυνες για την βλάβη του DNA και την καταστροφή των ακόρεστων λιπαρών οξέων των μεμβρανών. Έχουν θεωρηθεί ως πρωταρχικοί παράγοντες σοβαρών νόσων όπως ο καρκίνος.

6.3.4 Υδρογονάνθρακες

Ο κύριος υδρογονάνθρακας που απαντάται στα εδώδιμα φυτικά έλαια είναι το σκουαλένιο και έπειτα το β-καροτένιο η περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε σκουαλένιο υπερτερεί κατά πολύ σε σχέση με τα φυτικά έλαια. Μελέτες έχουν δείξει ότι το σκουαλένιο που λαμβάνεται μέσω της διατροφής παρουσιάζει αντικαρκινογόνο δράση. Επίσης αποτελεί ισχυρό κατασταλτικό στη δράση του οξυγόνου. Τέλος συμβάλει στην διατήρηση της υγείας των ματιών ιδιαίτερα στα ευαίσθητα σημεία του αμφιβληστροειδούς (kiritsakis, 2007)

6.3.5 Στερόλες

Οι στερόλες είναι απαραίτητα συστατικά των μεμβρανών και ο κύριος ρόλος τους είναι η αντικαρκινογόνος δράση

6.4 Ελαιόλαδο και παθήσεις

6.4.1 Ελαιόλαδο και καρδιακές παθήσεις

Η χοληστερόλη είναι μία στερόλη, η περιεκτικότητα της οποίας επηρεάζεται από το είδος των λιπαρών υλών που χρησιμοποιούνται στο διαιτολόγιο και συνδέεται με τις καρδιαγγειακές παθήσεις.

Ο Αμερικανός καθηγητής Keys και οι συνεργάτες του (1986) άρχισε μία επιδημιολογική μελέτη όπου συμμετείχαν επτά χώρες :Ιταλία, πρώην Γιουγκοσλαβία, ΗΠΑ, Ελλάδα (Κρήτη, Κέρκυρα), Ολλανδία, Φιλανδία και Ιαπωνία. Ο Keys με βάση τα δεδομένα της μελέτης διαπίστωσε την σχέση που υπήρχε μεταξύ της ποσοστιαίας αναλογίας των θερμίδων οι οποίες προέρχονται από κορεσμένα λίπη με τη χοληστερίνη του αίματος και τις περιπτώσεις θανάτου από καρδιακές παθήσεις. Στην Κρήτη και στην Κέρκυρα παρατηρήθηκε το μικρότερο ποσοστό καρδιακών παθήσεων σε σχέση με τους πληθυσμούς της Ευρώπης και των ΗΠΑ. Αυτό αποδόθηκε στην μεγάλη σχετικά κατανάλωση ελαιόλαδου των δύο ελληνικών νησιών.

Στην Φιλανδία οι περιπτώσεις παθήσεων της στεφανιαίας νόσου ήταν πέντε φορές παραπάνω από την Ελλάδα. Η διαπίστωση αυτή γίνεται πιο ενδιαφέρουσα αν λάβουμε υπόψιν ότι τα διαιτολόγια Ελλήνων και Φιλανδών ήταν ίδια στην περιεκτικότητα, σε συνολικό λίπος ,όμως διέφεραν στο είδος των λιπαρών υλών δηλαδή η κύρια λιπαρή ύλη των Ελλήνων ήταν το ελαιόλαδο (80 %), ενώ των Φιλανδών τα ζωικά λίπη.

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι στην Κρήτη σε 100.000 άτομα οι θάνατοι που προέρχονται από παθήσεις του μυοκαρδίου ήταν 60 ενώ στις ΗΠΑ σε ανάλογο πληθυσμό ήταν 6 φορές παραπάνω.

Σε έρευνα που έγινε στην Κρήτη, τα άτομα που συμμετείχαν στην μελέτη βρέθηκε ότι το 29% των συνολικών θερμίδων της ημέρας προέρχονταν από το μονοακόρεστο ελαϊκό. Στο σύνολο των θερμίδων η συμμετοχή σε κορεσμένα λιπαρά οξέα ήταν πολύ μικρή. Αυτός είναι ο λόγος που το ποσοστό του ελαϊκού οξέος στη σύνθεση του λιπώδους ιστού των Κρητικών είναι μεγάλος (68,7%), ενώ τα κορεσμένα λιπαρά οξέα έχουν ποσοστό συμμετοχής μόλις (18,8%). Αυτά τα οξέα απαντώνται και στην σύνθεση του λιπώδους ιστού των Αμερικάνων σε άλλα ποσοστά, που σημαίνει ότι

η σύνθεση του λιπώδους ιστού εξαρτάται από το είδος της λιπαρής ύλης που καταναλώθηκε.

Τα αποτελέσματα της επιδημιολογικής μελέτης του Keys και των συνεργατών του (1986) έδειξαν ότι σε περιοχές όπου το ελαιόλαδο αποτελούσε τη βασική λιπαρή ύλη στο διαιτολόγιο οι παθήσεις της στεφανιαίας νόσου ήταν λιγότερες.

6.4.2 Ελαιόλαδο και χοληστερίνη

Η χοληστερίνη μπορεί να έχει θετική ή αρνητική επίδραση στις καρδιαγγειακές παθήσεις ανάλογα με τον τύπο της λιποπρωτεΐνης που την μεταφέρει (χαμηλής ή υψηλής πυκνότητας). Οι χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνες (LDL) μεταφέρουν την χοληστερίνη στα κύτταρα και οι λιποπρωτεΐνες υψηλής πυκνότητας (HDL) μεταφέρουν την χοληστερίνη από τα κύτταρα στο συκώτι η οποία και απομακρύνεται. Έτσι η αύξηση της χοληστερίνης που περιέχει πρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας οδηγεί στην δημιουργία αθηρωματικής πλάκας στις αρτηρίες, αντίθετα όταν αυξηθεί η χοληστερίνη της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας παρεμποδίζεται η αρτιοσκλήρωση (Lands, 1986).

Αν τα κορεσμένα λίπη αντικατασταθούν με μονοακόρεστα τότε προκαλείται μείωση της κακής χοληστερίνης στο αίμα χωρίς όμως να μειωθεί η καλή. Σε διατροφική μελέτη διαπιστώθηκε ότι διαιτολόγια πλούσια σε μονοακόρεστα ήταν πιο αποτελεσματικά από το διαιτολόγια με τα κορεσμένα λιπαρά οξέα σε όλους τους παράγοντες επικινδυνότητας τους εμφάνισης στεφανιαίας νόσου στην πήξη του αίματος, στην υπερλιπιδαιμία μετά το γεύμα και στους δείκτες λειτουργίας των ανοσοποιητικών κυττάρων. Τα μονοακόρεστα λιπαρά παρουσίασαν καρδιοπροστατευτική επίδραση. Η διατροφή αυτή μείωσε έως και 33% τον κίνδυνο θανατηφόρου καρδιακού επεισοδίου. Στην Βαρκελώνη της Ισπανίας πραγματοποιήθηκαν κλινικές έρευνες όπου διαπιστώθηκε ότι άτομα που καθημερινά καταλάωναν 2 κουταλιές της σούπας ελαιόλαδο παρουσίασαν λιγότερη οξειδωση της LDL και υψηλότερα επίπεδα αντιοξειδωτικών στο αίμα. Επίσης σε μελέτη όπου κάποια πειραματόζωα ταΐστηκαν με ελαιόλαδο και κάτι άλλα με ηλιέλαιο ύστερα από αρκετούς μήνες διατροφής βρέθηκε ότι αυτά που καταλάωσαν ελαιόλαδο είχαν λιγότερα λιπιδικά υπεροξείδια (Bulur et al, 1995).

Σε ιταλική μελέτη όπου συγκρίθηκε το ελαιόλαδο με το καλαμποκέλαιο αποδείχθηκε ότι και τα δύο έλαια μειώνουν την ολική χοληστερίνη του αίματος όμως το

ελαιόλαδο παράλληλα αυξάνει ελαφρά την χοληστερίνη υψηλής πυκνότητας σε αντίθεση με το καλαμποκέλαιο που φαίνεται να την μειώνει.

Σε άλλη μελέτη παρατηρήθηκε ότι η κατανάλωση ελαιόλαδου σχετίζεται με τη μείωση του ζαχάρου, της χοληστερίνης και της συστολικής πίεσης των γυναικών και ανδρών που συμμετείχαν στην έρευνα.

Η αθηρογεννητικότητα ενισχύεται από την οξείδωση της LDL χοληστερίνης, Αυτή η οξείδωση οδηγεί στην παραγωγή κυττάρων πλούσιων σε χοληστερίνη, τα οποία είναι ικανά να δημιουργήσουν αρτηριοσκληρωτικές πλάκες στα αρτηριακά τοιχώματα. Από την άλλη πλευρά διαπιστώθηκε ότι αντιοξειδωτικοί παράγοντες διατροφής, ειδικά οι φαινολικές ενώσεις και η βιταμίνη E (με μορφή α-τοκοφερόλης) μπορούν να εμποδίσουν αυτή την οξείδωση, δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες (Estebauer et al, 1991).

Η σημαντικότερη πηγή αντιοξειδωτικών παραγόντων στα φυτικά έλαια είναι η α-τοκοφερόλη, ενώ στο ελαιόλαδο τα φαινολικά αντιοξειδωτικά. Συγκεκριμένα το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο έχει μεγαλύτερο ποσοστό φαινολικών ενώσεων από το παρθένο και τι μίγμα παρθένου και εξευγενισμένου. Σε μελέτες απέδειξαν ότι το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο εμποδίζει την οξείδωση της κακή χοληστερίνης λόγω των υψηλών φαινολών.

Στις Μεσογειακές χώρες η πιο μεγάλη ημερήσια κατανάλωση ελαιόλαδου είναι γύρω στα 50 g. Αν λάβουμε υπόψιν ότι το είδος του ελαίου που καταναλώνεται είναι το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο η πρόσληψη σε φαινόλες μόνο από το ελαιόλαδο μπορεί να φθάνει τα 25 g την ημέρα. Αυτή η κατανάλωση συνδέθηκε με μείωση κατά 60% του κινδύνου θνησιμότητας από στεφανιαία νόσο.(Visiol et al, 1995).

Μεταξύ όλων των φαινολών του ελαιόλαδου η υδροξυτυροσόλη αποτελεί το πιο αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό. Έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες για τον ρόλο τους στην προστασία από καρδιακές παθήσεις. Έχει διαπιστωθεί η προστατευτική δράση των φαινολών στο ελαιόλαδο οι οποίες είναι γνωστές και ως βιοφαινόλες. Οι βιοφαινόλες του ελαιόλαδου φαίνεται ότι εμποδίζουν πλήρως την κυτταρική οξείδωση LDL της χοληστερίνης. Από τα αποτελέσματα της μελέτης προέκυψε ότι οι βιοφαινόλες ενεργοποιούν το mRNA ένζυμα που σχετίζονται με τη γλυοταθειόνη που αποτελεί ένα σημαντικό μηχανισμό της αντιοξειδωτικής δράσης των φαινολών.

6.4.3 Ελαιόλαδο και καρκίνος

Τα τελευταία χρόνια επιδημιολογικές μελέτες έδειξαν ότι η κατανάλωση ορισμένων λιπαρών υλών έχει σχέση με διάφορες μορφές καρκίνου όπως στομάχου, παχέος εντέρου, προστάτη, ενδομήτριου κ.α. Στις Μεσογειακές χώρες (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία) όπου η κατανάλωση ζωικού λίπους έχει αντικατασταθεί από το ελαιόλαδο το ποσοστό θνησιμότητας από τον καρκίνο του παχέος εντέρου είναι σχετικά χαμηλό. Ο Michael Stonchom και η ερευνητική του ομάδα στο Τμήμα Διατροφής Υγείας του Πανεπιστημίου της Οξφόρδης μελέτησαν τις επιπτώσεις διαφόρων διατροφικών παραγόντων στον καρκίνο του παχέος εντέρου. Στην μελέτη αυτή διαπίστωσαν ότι το ελαιόλαδο είναι η μόνη τροφή που μπορεί να μειώνει τον κίνδυνο εκδήλωσης καρκίνου του παχέος εντέρου.

Αξίζει να αναφερθεί ότι σε έρευνα του ο καθηγητής Τριχόπουλος σημείωσε ότι γυναίκες που καταναλώνουν ελαιόλαδο πάνω από μία φορά την ημέρα ,είχαν 25%λιγότερες πιθανότητες εμφάνισης καρκίνου του μαστού. Σε μία άλλη μελέτη με 2.000 ασθενείς που έπασχαν από καρκίνο του μαστού, σε έξι διαφορετικές περιοχές της Ιταλίας διαπιστώθηκε μία σχέση αντιστροφή από τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου και της πρόσληψης ακόρεστων λιπαρών οξέων (ελαϊκό οξύ). (Franceschi et al., 1996). Όσον αφορά τη σχέση καρκίνος του στομάχου και κατανάλωση ελαιολάδου, τα πράγματα δεν είναι αρκετά σαφή ,το μόνο σίγουρο είναι ότι για την πρόληψη καρκίνου του στομάχου απαιτείται αυξημένη κατανάλωση σε φρούτα και λαχανικά.

Συνοπτικά, υπάρχουν ενδείξεις για την προστατευτική δράση του ελαιόλαδου στην αποφυγή όγκων, όμως δεν είναι πλήρως τεκμηριωμένες. Πάντως το ποσοστό θνησιμότητας στην Ελλάδα από καρκίνο είναι χαμηλότερο σε σύγκριση με άλλες χώρες οι οποίες δεν καταναλώνουν τόσο ελαιόλαδο όσο η χώρα μας. (Aoki et al, 1992).

6.4.4 Ελαιόλαδο και διαβήτης

Επιστημονικό ενδιαφέρον αποτελεί η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης λιπαρών υλών και της βελτίωσης των επιπέδων σακχάρου καθώς επίσης και την αντιμετώπιση των επιπλοκών του σακχαρώδη διαβήτη. Έρευνα έδειξε ότι πληθυσμοί με προδιάθεση εκδηλώσεων διαβήτη καταναλώνοντας ελαιόλαδο, η συχνότητα να εμφανίσουν τη νόσο

είναι μικρότερη σε σχέση με άλλους πληθυσμούς όπου δεν υπήρχε προδιάθεση, όμως η κατανάλωση του ελαιολάδου ήταν ελάχιστη.

Κατά την αντιμετώπιση του διαβήτη βρέθηκε ότι ασθενείς που καταναλώνουν ελαιόλαδο (μονοακόρεστα) τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα βελτιώθηκαν σημαντικά σε σύγκριση με ασθενείς που καταναλώνουν άλλη μορφή λιπαρής ύλης (κορεσμένα πολυακόρεστα).

Τελευταία, οι συστάσεις που δίνονται στους διαβητικούς σχετίζονται όλο και περισσότερο στην κατανάλωση λιπαρών υλών με βάση τα μονοακόρεστα οξέα, όπως το ελαιόλαδο (Κυριτσακης, 2007).

6.4.5 Ελαιόλαδο και φλεγμονή

Η μεγάλη βιολογική αξία του ελαιολάδου οφείλεται στην αναλογία που υπάρχει μεταξύ λινελαϊκού οξέος και βιταμίνης Ε. Στον οργανισμό μας από το λινελαϊκό οξύ σχηματίζεται το αραχιδονικό οξύ, το οποίο εν συνεχεία μετατρέπεται σε βιοενεργές ενώσεις όπως οι προσταγλαδίνες, τα λευκοτριένια, εικοσανοειδή κ.α., τα λευκοτριένια και οι προσταγλαδίνες σε μικρές ποσότητες χρειάζονται στον οργανισμό μας γιατί επιδρούν ευνοϊκά στις κακώσεις των ιστών, στο άγχος και άλλες διαταραχές. Η υπερπαραγωγή αυτών των ενώσεων μπορεί να οδηγήσει στην προοδευτική εμφάνιση χρόνιων παθήσεων (Lands, 1986).

Αρκετές έρευνες έγιναν πάνω σε δίαιτες όπου χρησιμοποιήθηκαν έλαια με διαφορετικές συγκεντρώσεις λινελαϊκού οξέος προκειμένου να διαπιστώσουν ποιες περιεκτικότητες είναι επιβλαβής για τον οργανισμό. Σε αυτές τις έρευνες χρησιμοποίησαν το ελαιόλαδο ως μάρτυρα (μικρή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό) και το συνέκριναν με το καλαμποκέλαιο το οποίο περιέχει τριπλάσια ποσότητα λινελαϊκού οξέος. Η δίαιτα που περιείχε καλαμποκέλαιο αύξησε τη συγκέντρωση του λινελαϊκού, του αραχιδονικού και περαιτέρω των λευκοτριένιων στον οργανισμό των πειραματόζων. Ενώ δίαιτες που περιείχαν ελαιόλαδο (υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ) η σύνθεση των λευκοτριένιων μειώθηκε αρκετά και κρατήθηκε σε επιθυμητά επίπεδα για τον οργανισμό (German et al, 1988).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η αντιφλεγμονώδη δράση του ελαιολάδου έρευνες έχουν δείξει ότι στο φρέσκο παρθένο ελαιόλαδο υπάρχει μία ένωση η ελαιοκανθάλη (oleocanthal), ένα συστατικό το οποίο προκαλεί την αίσθηση καψίματος στον λαιμό,

όπως είναι το φάρμακο ibuprofen. Η ελαιοκανθάλη και το ibuprofen παρότι έχουν διαφορετική σύνθεση παρουσιάζουν την ίδια δραστηριότητα. Συγκεκριμένα εμποδίζουν την δράση των ενζύμων κυκλοξυγενάσες (cyclooxygenase) στην βιοσύνθεση των προσταγλαδίνων. Φαίνεται ότι η ελαιοκανθάλη παρεμποδίζει τη δράση των ενζύμων κυκλοξυγενάσες COX-1 και COX-2 τα οποία καταλύουν τον μηχανισμό που θα οδηγήσει στο σχηματισμό των προσταγλαδίνων και περαιτέρω σε φλεγμονές. Με αυτό τον τρόπο επιβεβαιώνεται ο αντιφλεγμονώδης ρόλος του ελαιόλαδου (Beauchamp et al, 2005).

6.4.6 Ελαιόλαδο και έλκος

Το ελαιόλαδο φαίνεται να έχει προστατευτική δράση στο βλεννογόνο του πεπτικού συστήματος. Επιβραδύνει την υπερπαραγωγή γαστρικών υγρών (υδροχλωρικό οξύ, πεψίνη) περιορίζοντας τις πιθανότητες εμφάνισης έλκους.

Κλινικές έρευνες έχουν δείξει ότι το ελαιόλαδο απορροφάται σε μεγάλο βαθμό από το βλεννογόνο του εντέρου με αποτέλεσμα την αντιμετώπιση εντερικών νοσημάτων και την καλή λειτουργία του εντέρου. Νεότερες μελέτες έχουν δείξει την θεραπευτική επίδραση του ελαιόλαδου στο δωδεκαδακτυλικό έλκος όπως επίσης και την βελτίωση της κινητικότητας του παχέος εντέρου. Όταν στο διαιτολόγιο έγινε αντικατάσταση του ζωικού λίπους με το ελαιόλαδο παρατηρήθηκε μείωση κατά 33,4% στα περιστατικά έλκους του δωδεκαδάκτυλου (Κυριτσακης, 2007).

6.4.7 Ελαιόλαδο και χολή

Το ελαιόλαδο δεν είναι ικανό να εξαλείψει τις πέτρες που έχουν σχηματιστεί στη χολή και το συκώτι, μπορεί όμως να βοηθήσει στις εκκρίσεις της χολής. Για αυτό άνθρωποι που πάσχουν από στομαχόπονο, δυσπεψία και χολή καταναλώνοντας ελαιόλαδο μπορούν να ανακουφιστούν από τα συμπτώματα αυτών των παθήσεων (Κυριτσάκης, 2007).

6.4.8 Ελαιόλαδο και παθήσεις δέρματος

Από πολύ παλιά το ελαιόλαδο έχει χρησιμοποιηθεί με τοπικές εφαρμογές για την αντιμετώπιση παθήσεων δέρματος με ευεργετικά αποτελέσματα. Φαίνεται σε αυτή την περίπτωση ότι ο ρόλος του ελαιολάδου οφείλεται στην δράση της βιταμίνης E. Είναι επίσης γνωστός ο προστατευτικός ρόλος του ελαιολάδου στο δέρμα από την επίδραση της ακτινοβολίας όπως και ο καταπραϋντικός ρόλος του στους πόνους από τσιμπήματα διάφορων εντόμων (Κυριτσάκης, 2007).

Η ρευματοειδής αρθρίτιδα είναι χρόνια πάθηση που προσβάλλει τις αρθρώσεις συνήθως των χεριών και ποδιών. Είναι μια φλεγμονή που προκαλεί πόνο και οίδημα και μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή της άρθρωσης δημιουργώντας λειτουργικά και αισθητικά προβλήματα. Μια μελέτη έδειξε ότι ασθενείς με ρευματοειδή αρθρίτιδα ακολουθώντας την παραδοσιακή Μεσογειακή διατροφή (ένα από τα βασικά συστατικά είναι το ελαιόλαδο) παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στα συμπτώματα της ασθένειας. Μία ομάδα Σουηδών γιατρών πραγματοποίησε αυτή την έρευνα οι οποίοι για χρόνια ασχολήθηκαν με τη σχέση ρευματοειδούς αρθρίτιδας και διατροφής. Συγκεκριμένα οι Σουηδοί γιατροί είκοσιπέντε ασθενείς με ρευματοειδή αρθρίτιδα τους υπέβαλαν σε συνήθη διατροφή δυτικού τύπου και είκοσι έξι ασθενείς σε Μεσογειακή διατροφή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ασθενείς που ακολούθησαν διατροφή πλούσια σε ελαιόλαδο, ψάρια, λαχανικά και φρούτα παρουσίασαν μείωση των συμπτωμάτων της ασθένειας βελτιώνοντας την ζωτικότητα και την λειτουργικότητα τους. Μέχρι τώρα δεν είναι επιστημονικά τεκμηριωμένο ότι η Μεσογειακή διατροφή διατηρεί ευεργετική δράση στην συγκεκριμένη πάθηση, αλλά βάση των παραπάνω δεδομένων πιθανόν αυτό να αποδειχθεί (Kiritsakis, 2007).

6.4.9 Ελαιόλαδου και παιδική ηλικία

Ένας βασικός διατροφικός παράγοντας που συμβάλει στην ανάπτυξη του παιδιού είναι τα λιπίδια γιατί ο οργανισμός του έχει περισσότερες απαιτήσεις σε λιπίδια από τον ενήλικα.

Σύμφωνα με μελέτη, όπου κάποια νεαρά πειραματόζωα τρέφονταν με ηλιέλαιο ενώ κάποια άλλα με ελαιόλαδο τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε αυτά που είχαν τραφεί με ηλιέλαιο υπήρχε αλλοίωση των δομικών λιπιδίων του εγκεφάλου, ενώ αυτά που είχαν

τροφές με ελαιόλαδο παρέμειναν υγιή. Άλλες μελέτες έχουν δείξει ότι το ελαιόλαδο βοηθά στην ομαλή ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος και του εγκεφάλου των βρεφών όπως επίσης και στην ρύθμιση της καλής χοληστερίνης.

Για την σωστή ανάπτυξη του σκελετού του ανθρώπου απαιτούνται τροφές πλούσιες σε ασβέστιο σε βιταμίνη Α και λιπίδια. Διαπιστώθηκε ότι τα λιπίδια για την σκελετική ανάπτυξη είναι ζωτικής σημασίας. Η καλύτερη ανάπτυξη παρατηρήθηκε όταν έγινε υψηλή πρόσληψη σε τριγλυκερίδια ελαϊκού οξέος και μικρή σε τριγλυκερίδια πολυακόρεστων οξέων. Το ελαιόλαδο βοηθά προς αυτήν την κατεύθυνση λόγω της σύνθεσης του, δηλαδή της υψηλής περιεκτικότητας του σε ελαϊκό (Levart et al, 1988).

6.4.10 Ελαιόλαδο και γήρας

Το ελαιόλαδο λόγω των θηλών αντιοξειδωτικών ουσιών προστατεύει τα άτομα της τρίτης ηλικίας από αλλοιώσεις του εγκεφάλου και του κεντρικού νευρικού συστήματος. Έρευνα επίσης έδειξε ότι συντελεί και στην αύξηση του μέσου όρου ζωής. Η καθηγήτρια Αντωνία Τριχόπουλος μελέτησε την επίδραση της διατροφής στην μακροζωία. Η μελέτη βασίστηκε στην παρακολούθηση μίας ομάδας ηλικιωμένων από τρία ελληνικά χωριά όπου σιτίστηκαν με την παραδοσιακή Μεσογειακή διατροφή. Τα χαρακτηριστικά του διαιτολογίου ήταν: ελαιόλαδο, μέτρια κατανάλωση κρασιού, όσπρια, δημητριακά, φρούτα και λαχανικά, καθώς και μέτρια κατανάλωση κρέατος και γαλακτοκομικών προϊόντων. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι αυτό το διαιτολόγιο άρα και το ελαιόλαδο επιδρά θετικά στην διάρκεια ζωής των ηλικιωμένων (Kiritsakis, 2007).

6.5 Φυτικά έλαια και παθήσεις

6.5.1 Φυτικά έλαια και καρδιακές παθήσεις

Τα φυτικά έλαια φαίνεται να έχουν αρνητική επίδραση στις καρδιακές παθήσεις. Τα οξειδωμένα λιπαρά οξέα παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των παθήσεων της καρδιάς. Το λινελαϊκό οξύ του αραβοσιτελαίου, του σογιέλαιου και άλλων φυτικών ελαίων είναι εξαιρετικά ασταθές, ειδικά αν εκτεθεί σε υψηλή θερμοκρασία.

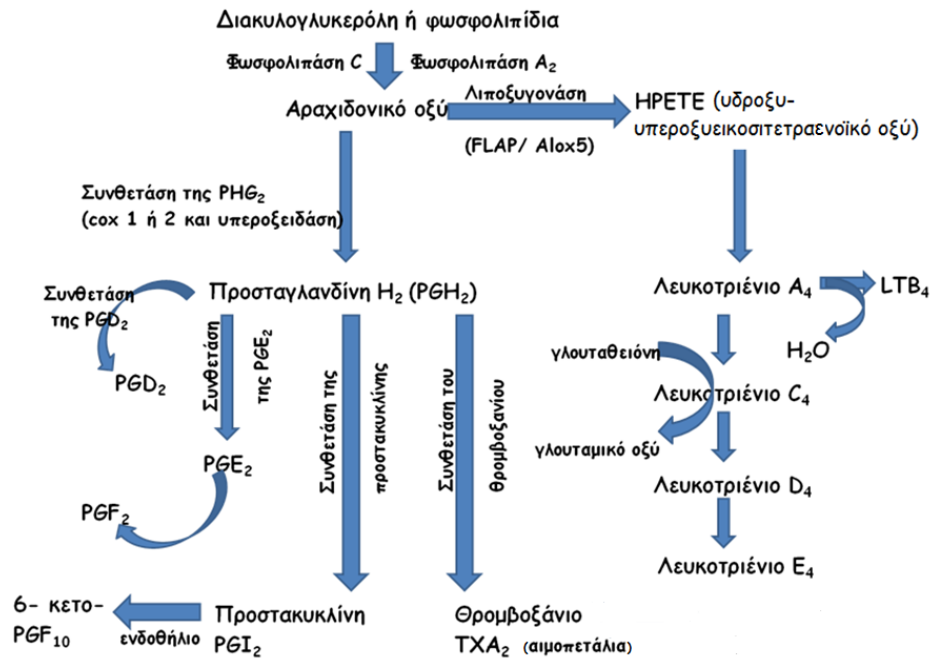
Ο Demopoulos et al (2003) δέχονται την φλεγμονή ως αίτιο για την αθηρωμάτωση και την αρτηριοσκλήρυνση και υπέδειξαν ένα φλεγμονώδη παράγοντα ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων (Platelet-Activating Factor) (PAF) που μπορεί να προκαλέσει αθηρωμάτωση. Αυτός ο μηχανισμός δράσης στον οργανισμό είναι ο εξής: Το διαιτητικό λινελαϊκό οξύ ενσωματώνεται με τις λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας και λαμβάνονται οξειδωμένες λιποπρωτεΐνης. Κατά την οξείδωση της LDL χοληστερίνης παράγεται ο παράγοντας PAF. Η παραγωγή PAF προκαλεί τοπικά στο αγγείο φλεγμονώδη αντίδραση με συνέπεια την καταστροφή του ενδοθηλίου (που καλύπτει το αγγείο) και το σχηματισμό ρήγματος, έτσι αποκαλύπτεται το μυϊκό τοίχωμα του αγγείου που αποτελείται από μυϊκές ίνες. Στην συνέχεια ο PAF προκαλεί υπερπλασία μυϊκών κυττάρων, στα οποία προσκολλούνται διάφορα κύτταρα όπως τα αφρώδη κύτταρα (πρώτο στάδιο ανάπτυξης αθηρωματικής πλάκας), τα αιμοπετάλια, λιποειδή (χοληστερίνη) και άλλα συστατικά του αίματος. Το σύμπλεγμα όλων αυτών αποτελεί την αθηρωματική πλάκα και ο PAF αποτελεί τη γενεσιουργό αιτία της αθηρωμάτωσης.

Οι μεταβολίτες του λινελαϊκού οξέος είναι φλεγμονώδης στο αγγειακό ενδοθήλιο και προάγουν καρδιακές παθήσεις. Έρευνες έδειξαν ότι ασθενείς που έχουν πεθάνει από αιφνίδιο καρδιακό θάνατο παρουσίασαν στις στεφανιαίες αρτηρίες περισσότερο λινελαϊκό οξύ και λιγότερα ωμέγα-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Η κατανάλωση περισσότερου λινελαϊκού οξέος οδηγεί σε αύξηση της ποσότητας του λινελαϊκού οξέος στις πλάκες της αορτής.

6.5.2 Φυτικά έλαια και φλεγμονή

Μία άλλη συνέπεια της περίσσειας του λινελαϊκού οξέος είναι η φλεγμονή. Μεγάλες ποσότητες σε λινελαϊκό οξύ (LA) θα προτρέψουν στον υπερβολικό σχηματισμό του αραχιδονικού οξέος (AA) και στην σύνθεση προ φλεγμονωδών εικοσανοειδών όπως η προσταγλαδίνη E2 (PGE2), το λευκοτριένιο B4(LTB4) και η θρομβοξάνη A4(TXA2). Η αυξημένη προφλεγμονώδης παραγωγή σε εικοσανοειδή μπορεί να αυξήσει άλλους βιοδείκτες φλεγμονής π.χ. ιντερλευκίνη 6 (IL-6), C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (CRP), παράγοντας νέκρωσης όγκου-α (TNF-α) που έχουν σχέση με αύξηση της συχνότητας εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων καρκίνου και άλλων χρόνιων παθήσεων.

Η χρόνια συστηματική φλεγμονή χαμηλού βαθμού αποτελεί την βάση για πολλές χρόνιες ασθένειες. Η υψηλή διατροφική πρόσληψη σε ωμέγα-3 (EPA και DHA) θα μπορούσε να αποτρέψει την φλεγμονή. Επειδή το λινελαϊκό οξύ προάγει την φλεγμονή η Αμερικανική Ακαδημία Διατροφής και Διαιτολογίας και το Ινστιτούτο Ιατρικής προτείνουν η ημερήσια πρόσληψη σε ωμέγα-6 να μην υπερβαίνει το 10% (Fritsche, 2014)



Σχήμα 15. Προϊόντα μεταβολισμού του αραχιδονικού οξέος (Τζιώνα, 2012).

6.5.3 Φυτικά έλαια και παχυσαρκία –διαβήτης

Οι ερευνητές πιστεύουν ότι η αναλογία ωμέγα6/ωμέγα3 είναι 1:1 θεωρείται η βέλτιστη για την ανθρώπινη υγεία. Μια διαίτα με υψηλή αναλογία αυξάνει τα ενδοκανναβινοειδή μεταβολίτες που οδηγούν σε αυξημένη φλεγμονώδη κατάσταση. Τα ωμέγα 6 σε υψηλή πρόσληψη προάγουν τη συσσώρευση του λίπους στον λιπώδη ιστό και μειώνουν την ευαισθησία της ινσουλίνης στους μυς. Οι διατροφικές προσεγγίσεις σε ωμέγα-3 λιπαρά είναι ικανές να αντιστρέψουν αυτή τη δυσλειτουργία του συστήματος βελτιώνοντας τόσο την ευαισθησία στην ινσουλίνη όσο και τον έλεγχο του σωματικού βάρους.

Τα ενδοκανναβινοειδή είναι λιπίδια που προέρχονται από το ω-6 αραχιδονικό οξύ .οι συγκεντρώσεις τους σχετίζονται από την διατροφική πρόσληψη και από την

δραστηριότητα των καταβολικών και βιοσυνθετικών ενζύμων, που είναι παράγοντες ρύθμισης της όρεξης και του μεταβολισμού. Το σύστημα των ενδοκανναβιδοειδών συμβάλει στη ρύθμιση της ενεργειακής ισορροπίας και παρατεταμένη δραστηριότητα του οδηγεί σε παχυσαρκία. Τα ενδοκανναβινοειδή ενεργοποιούν ενδογενείς υποδοχείς κανναβινοειδών CB1 και CB2 στον εγκέφαλο, στο ήπαρ, στον λιπώδη ιστό και την γαστρεντερική οδό. Όταν οι υποδοχείς ενεργοποιούνται στον υποθάλαμο τότε παρατηρείται αύξηση της όρεξης. Σε πειράματα ποντικών βρέθηκε ότι τα ενδοκανναβινοειδή επιλεκτικά ενισχύουν την γλυκιά γεύση η οποία διεγείρει στην πρόσληψη τροφής. Το σύστημα των ενδοκανναβινοειδών λειτουργεί συνδυαστικά με άλλα συστήματα (λεπτίνη, ινσουλίνη, χολοκυστοκίνη κ.α.) τα οποία ρυθμίζουν την πρόσληψη της τροφής και την ενεργειακή ισορροπία (Simopoulos, 2016).

Επομένως η περίσσεια του λινελαϊκού οξέος οδηγεί σε αύξηση του αραχιδονικού στα φωσφολιπίδια της μεμβράνης ερυθρών αιμοσφαιρίων με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγαλύτερων λιποκυττάρων με μεγαλύτερη διείσδυση μακροφάγων στον λιπώδη ιστό. Αυτή η κατάσταση μπορεί να αντιστραφεί με διατροφική πρόσληψη σε ωμέγα-3 λιπαρά οξέα (EPA και DHA). Η διατροφική συμπλήρωση σε ωμέγα-3 οδήγησε σε σημαντική μείωση του εγκεφάλου σε αραχιδονικό οξύ βελτιώνοντας έτσι την ευαισθησία στην ινσουλίνη και μειώνοντας το σωματικό λίπος. Τα EPA και DHA ρυθμίζουν την έκκριση των λιποκίνων που εμπλέκονται στο μεταβολισμό της γλυκόζης και των λιπιδίων.(Simopoulos, 2016).

Επίσης, μελέτες έδειξαν ότι όταν η διατροφή στην εγκυμοσύνη περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε ωμέγα-6 υπάρχει αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης παχυσαρκίας και διαβήτη στα παιδιά. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με την παιδική ηλικία η υψηλή αναλογία ω6/ω3 μπορεί να οδηγήσει σε αντίσταση στην ινσουλίνη, προ διαβήτη και παχυσαρκία στην ενηλικίωση(Simopoulos,2016).

6.5.4 Φυτικά έλαια και γνώση και ψυχική υγεία

Τα φυτικά έλαια είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για τον εγκέφαλο. Η υψηλή αναλογία ωμέγα6/ωμέγα3 δημιουργεί προδιάθεση για κατάθλιψη, άγχος, μείωση της γνώσης και άνοια. Μελέτες έδειξαν ότι με χορήγηση ω-3 λιπαρών οξέων σε άτομα με υψηλό κίνδυνο ανάπτυξης ψυχώσεων, παρουσίασαν βραχυπρόθεσμη λειτουργική βελτίωση, ενώ μειώθηκαν και τα επίπεδα του νευρονικού οξέος, ένα μονοακόρεστο λιπαρό οξύ

μακριάς αλυσίδας που εμπλέκεται στην σύνθεση της μυελίνης η οποία είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση ψύχωσης πρώτου βαθμού.

Είναι αξιοσημείωτο ότι άτομα με διαταραχή της διάθεσης παρουσίασαν χαμηλά επίπεδα σε EPA και DHA. Το DHA είναι άφθονο στον ανθρώπινο εγκέφαλο και αποτελεί έως και 40% των συνολικών λιπαρών οξέων του εγκεφάλου, ενώ το EPA αντιστοιχεί μόλις το 1%. Η χορήγηση συμπληρωμάτων σε EPA φαίνεται να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στα καταθλιπτικά συμπτώματα (Berger et al, 2017).

Τα φυτικά έλαια κατά την διαδικασία της υδρογόνωσης δίνουν trans λιπαρά οξέα τα οποία σχετίζονται με αυξημένους κινδύνους άνοιας και επιθετικότητας. Τα trans λιπαρά επηρεάζουν δυσμενώς το οξειδωτικό στρες, το οποίο έχει αρνητικές συνέπειες στην κυτταρική ενέργεια. Το οξειδωτικό στρες προάγει την ενδοθηλιακή δυσλειτουργία (περιορίζει την ροή του αίματος) και τη μιτοχονδριακή δυσλειτουργία (μειώνει την παραγωγή ATP από ενεργειακά υποστρώματα). Η μνήμη είναι ευαίσθητη σε ενεργειακά υποστρώματα. Τα ιππόκαμπα κύτταρα είναι ευάλωτα στην βιωσιμότητα τους σε καταστάσεις μειωμένης ενέργειας όπως υπογλυκαιμία και ισχαιμία. Στόχος είναι η ενίσχυση των ενεργειακών υποστρωμάτων για την βιωσιμότητα των ιππόκαμπων κυττάρων με συνέπεια την ενίσχυση της μνήμης. Αυτή η επίδραση είναι έντονη σε ενήλικες κάτω των 45 ετών (Berger et al, 2017).

6.5.5 Φυτικά έλαια και βρογχικό άσθμα

Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι η αύξηση του άσθματος που παρατηρείται στις δυτικές κοινωνίες τις τελευταίες δεκαετίες μπορεί να έχει σχέση με την υψηλή πρόσληψη ωμέγα- 6 λιπαρών οξέων και την χαμηλή πρόσληψη των ωμέγα-3. Οι κύριοι διαμεσολαβητές της φλεγμονής στο άσθμα προέρχονται από το αραχιδονικό οξύ και είναι οι προσταγλαδίνες PGE2 και τα κυστεϊνυλ-λευκοτριένια (CysLTs). Μια άλλη κατηγορία μεσολαβητών είναι τα αντιφλεγμονώδη ηλεκτρολυτικά λιπαρά οξέα. Αυτή η ομάδα προέρχεται τόσο από τα ω-6 λιπαρά όσο και από τα ω-3 λιπαρά και περιλαμβάνουν μεταβολίτες που περιέχουν ένα α-, β- ακόρεστο εποξειδίο του καρβονυλίου ή την προσθήκη μιας νιτροομάδας σε ένα αλκένιο. Με δεδομένο ότι τα ω-3 λιπαρά οξέα παράγουν εικοσανοειδή λιγότερο προ φλεγμονώδη (PGE3 και LTB5) από εκείνα που προέρχονται από λιπαρά οξέα (PGE2 και LTB4), οι μεταβολίτες των ωμέγα-3 λιπαρών οξέων έχουν την δυνατότητα να προστατεύουν το σώμα από την φλεγμονή,

δηλαδή πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών θα μπορούσε να βελτιώσει το άσθμα μειώνοντας την φλεγμονή (Gelhaus, 2014).

6.5.6 Φυτικά έλαια και αυτοάνοσο νόσημα

Τα φυτικά έλαια αυξάνοντας την αναλογία ωμέγα6/ωμέγα-6 μπορούν να προωθούν την αυτοανοσία, αυξάνοντας το οξειδωτικό στρες και την χρόνια φλεγμονή. Πολλές αυτοάνοσες ασθένειες με ιϊκή αιτιολογία φαίνεται ότι επιδεινώνονται με την ανεπιθύμητη πρόσληψη λιπιδίων όπως τα ωμέγα-6 λιπαρά ή τρανς λιπαρά οξέα.

Οι μελέτες αποκαλύπτουν τα προ φλεγμονώδη λιπαρά των φυτικών ελαίων μπορούν να αυξήσουν την αυτοάνοσο νόσο με την αύξηση του σχηματισμού ελευθέρων ριζών, την μείωση των επιπέδων του αντιοξειδωτικού ενζύμου mRNA, την περαιτέρω μείωση της ανοσολογικής λειτουργίας ιδιαίτερα την παραγωγή αντιφλεγμονωδών κυτοκίνων. Αντίθετα, η πρόσληψη ωμέγα-3 λιπαρών οξέων ως αντιοξειδωτικό συμπλήρωμα φαίνεται ότι προστατεύει έναντι της αυτοανοσίας με την ενίσχυση αντιοξειδωτικών ενζύμων. Ωστόσο απαιτούνται περισσότερες μελέτες για την σχέση των συγκεκριμένων λιπιδίων στην αυτοάνοσο νόσο (Fernades, 1994).

6.5.7 Φυτικά έλαια και οστεοαρθρίτιδα

Η οστεοαρθρίτιδα είναι μια φλεγμονώδης διαταραχή με φλεγμονή χαμηλού βαθμού, που επηρεάζει το αρθρικό οξύ και τις φλεγμονώδης κυτοκίνες που συμβάλουν στην βλάβη του χόνδρου. Η οστεοαρθρίτιδα επηρεάζει τον χόνδρο, τα οστά, τους συνδέσμους, τους μύες και το αρθρικό οξύ και εμφανίζεται συχνά σε ηλικιωμένους.

Τα ωμέγα-6 λιπαρά και ωμέγα-3 συνδέονται άμεσα με την φλεγμονή. Υψηλή πρόσληψη λινελαϊκού οξέος από την διατροφή αυξάνει την περιεκτικότητα του αραχιδονικού οξέος και στην συνέχεια την παραγωγή φλεγμονωδών εικοσανοειδών. Παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ αραχιδονικού οξέος και αρθρίτιδας. Έχει αποδειχθεί ότι η ποσότητα αραχιδονικού οξέος είναι μεγαλύτερη στον χόνδρο, στο ορό και στο αρθρικό υγρό σε ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα σε σύγκριση με αυτούς που δεν έχουν. Το αραχιδονικό οξύ είναι σχεδόν διπλάσιο στο οστό με οστεοαρθρίτιδα από αυτό που παρατηρήθηκε σε ένα συγκριτικό οστεοπορωτικό οστό.

Αντίθετα, υπάρχει αντίστροφη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ωμέγα-3 λιπαρών οξέων και απώλειας χόνδρου στο γόνατο. Τα EPA και DHA είναι ισχυροί μεταβολίτες της φλεγμονής. Η υψηλή κατανάλωση EPA και DHA οδηγεί σε αυξημένες αναλογίες αυτών των λιπαρών οξέων σε φλεγμονώδη κύτταρα και εμφανίζονται με τρόπο απόκρισης της δόσης σε βάρος του (AA) αραχιδονικού οξέος.

Επειδή τα φυτικά έλαια περιέχουν μεγάλη ποσότητα ωμέγα-6 λιπαρών οξέων, η αποφυγή αυτών των ελαίων από ανθρώπους με ή με κίνδυνο οστεοαρθρίτιδας μπορεί να έχει θετική επίδραση (Baker et al, 2012).

6.5.8 Φυτικά έλαια και υπογονιμότητα

Περίπου το 11% των γυναικών και το 9% των ανδρών στις ΗΠΑ έχουν μειωμένη γονιμότητα. Οι παράγοντες που συμβάλουν στην αύξηση του ποσοστού στειρότητας είναι πολλοί, ένας από αυτούς είναι και η υψηλή κατανάλωση φυτικών ελαίων.

Μελέτη έδειξε ότι οι στείροι άνδρες εμφάνισαν σημαντικά αυξημένη αναλογία ωμέγα-6/ωμέγα-3 σε σχέση με τους γόνιμους άνδρες. Σε στείρους ασθενείς η αναλογία ω-6/ω-3 λιπαρά οξέα ήταν (14.8 ± 4.3) ενώ στους γόνιμους μάρτυρες ήταν (6.3 ± 2.2) , δηλαδή οι στείροι άνδρες είχαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις ωμέγα-3 στα σπερματοζώαρια από τους γόνιμους. Τα αποτελέσματα αυτά δηλώνουν ότι πιθανή συμπλήρωση με ωμέγα-3 λιπαρά οξέα σε στείρους άνδρες, ίσως αποτελεί μια θεραπευτική προσέγγιση (Wathes et al, 2013).

6.5.9 Φυτικά έλαια και καρκίνος

Ο άνθρωπος είναι γενετικά προσαρμοσμένος σε μια δίαιτα που να περιέχει ίσες ποσότητες ωμέγα-6 και ωμέγα-3 λιπαρά οξέα. Με την εκβιομηχάνιση η αναλογία έχει αλλάξει και καταναλώνουμε ωμέγα -6 έως και 25 φορές περισσότερα.

Στοιχεία δείχνουν ότι η υψηλή διατροφική πρόσληψη σε ωμέγα-6 λιπαρά οξέα έχει σχέση με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης κάποιων μορφών καρκίνου, καρκίνο του μαστού, καρκίνο του προστάτη και του παχέος εντέρου.

Η φλεγμονή είναι αναπόσπαστο μέρος της ανοσολογικής απόκρισης του σώματος. Το σώμα δημιουργεί φλεγμονή ως μέρος της διαδικασίας επούλωσης για την

καταπολέμηση της λοίμωξης ή του τραυματισμού. Η υπερβολική και παρατεταμένη φλεγμονή οδηγεί σε ασθένεια. Εδώ φαίνεται ότι έχουν σχέση τα ωμεγα-6 λιπαρά οξέα. Τόσο τα ωμεγα-6 όσο και τα ωμεγα-3 μεταβολίζονται στο σώμα σε ορμονικές ουσίες τα εικοσανοειδή. Η αυξημένη πρόσληψη σε ωμεγα-6 σχετίζεται με όλες τις φλεγμονώδεις ασθένειες, όπως ο καρκίνος. Τα ω-6 παράγουν προ-φλεγμονώδη εικοσανοειδή τα οποία συμβάλουν στον σχηματισμό του όγκου, ενώ τα ω-3 με τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες τους αναστέλλουν άμεσα τα προφλεγμονώδη ω-6 εικοσανοειδή (Cross., 2019).

1) 1)Καρκίνος του μαστού

Έρευνες έδειξαν ότι περίσσεια σε ω-6 λιπαρά οξέα αυξάνουν τον κίνδυνο ανάπτυξης και μετάστασης του καρκίνου του μαστού, ενώ τα ω-3 λιπαρά οξέα έχουν ακριβώς την αντίθετη δράση.

Οι γυναίκες της Ασίας που έχουν μία διατροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε ψάρια (ω-3) εμφανίζουν χαμηλά επίπεδα καρκίνου του μαστού και μεταναστεύουν στη Δύση. Μέσα σε μία μόνο γενιά, τα ποσοστά καρκίνου του μαστού αυξάνονται στα ίδια επίπεδα με τα ποσοστά των δυτικών γυναικών. Αυτό υποδηλώνει ότι στην ανάπτυξη της νόσου δεν εμπλέκονται μόνο τα γονίδια αλλά και διατροφή.

2) Καρκίνος του προστάτη

Ο πιο γνωστός καρκίνος μεταξύ των ανδρών στις ΗΠΑ και στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι ο καρκίνος του προστάτη, όπου φαίνεται η αναλογία ω6/ω3 να σχετίζεται με την ανάπτυξη της νόσου.

Έχει αποδειχθεί, ότι αυξημένη διατροφική πρόσληψη σε ωμέγα-3 μειώνει την ανάπτυξη επιθετικού καρκίνου του προστάτη σε άνδρες που έχουν γενετική προδιάθεση στην πάθηση.

3) Καρκίνος του παχέος εντέρου

Ο καρκίνος του παχέος εντέρου αποτελεί τους πιο συνηθισμένους καρκίνους της Δύσης ιδιαίτερα στους άνδρες. Όπως με τις γυναίκες της Ασίας ,έτσι και με τους Ιάπωνες τα ποσοστά καρκίνου αυξάνουν σημαντικά όταν μεταναστεύουν στις ΗΠΑ γιατί υιοθετούν την εκεί δίαιτα (Cross, 2019).

6.5.10 Φυτικά έλαια και αλλεργίες

Αλλεργιογόνος είναι η ουσία εκείνη που προκαλεί αλλεργική αντίδραση. Τα κυριότερα τροφικά αλλεργιογόνα είναι: το γάλα, τα αυγά, το ψάρι, τα οστρακοειδή, τα καρύδια, τα φιστίκια, το σιτάρι και η σόγια.

Αρκετά φυτικά έλαια προέρχονται από φυτά που αναγνωρίζονται ως ισχυρά αλλεργιογόνα τροφίμων (π.χ. φιστίκι, σόγια). Η πλήρης διύλιση των ελαίων οδηγεί στην σχεδόν πλήρη απομάκρυνση της πρωτεΐνης από τα έλαια, η οποία θεωρείται υπεύθυνη για αλλεργικές αντιδράσεις. Ωστόσο, ελάχιστες ποσότητες πρωτεΐνης που απομένουν θα μπορούσαν να προκαλέσουν αλλεργία σε άτομα με μεγάλη ευαισθησία. Οι πρωτεΐνες 2S αλβουμίνη, 7S vicilin και 11S legumin έχουν αναγνωρισθεί σαν κύρια αλλεργιογόνα στα όσπρια, τους ξηρούς καρπούς, τη σόγια, το σουσάμι, τον ηλίανθο (Crevel, 2000).

1) Αλλεργία σε φυστικέλαιο

Η αλλεργία στα φιστίκια γίνεται όλο και πιο συχνή και σήμερα πλήττει το 1-2% του δυτικού πληθυσμού. Τα περισσότερα άτομα με αλλεργία στα φιστίκια εμφανίζουν αλλεργική αντίδραση ύστερα από κατανάλωση 50-100mg πρωτεΐνης φιστικιών, που σημαίνει ότι το άτομο πρέπει να καταναλώσει λίτρα ακατέργαστου φυστικέλαιου. Σε μελέτη που δημοσιεύθηκε το 1997 διαπιστώθηκε ότι λιγότερο από το 10% των αλλεργικών ασθενών με φιστίκι εμφάνισαν αλλεργικές αντιδράσεις ήπιας μορφής ,μετά από κατανάλωση διαφόρων ποσοτήτων ακατέργαστου φυστικέλαιου.

2) Αλλεργία στο σογιέλαιο

Οι διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το σογιέλαιο είναι περιορισμένες, παρόλα αυτά υπάρχουν περιπτώσεις αλλεργικών αντιδράσεων που αναφέρθηκαν στην Ιατρική Βιβλιογραφία σε τρόφιμα, καθώς και σε φάρμακα που περιείχαν σογιέλαιο.

Είναι πιθανό το ακατέργαστο σογιέλαιο να περιέχει περισσότερη πρωτεΐνη από τα εξευγενισμένο σογιέλαιο. Η σόγια θεωρείται κοινή τροφική αλλεργία και είναι μεγαλύτερο πρόβλημα στα μικρά παιδιά, ενώ οι ενήλικες φαίνεται ότι την ξεπερνούν.

3) Αλλεργία στο σησαμέλαιο

Τα τελευταία χρόνια το σουσάμι αποτελεί κοινή τροφική αλλεργία με συχνές και σοβαρές αλλεργικές αντιδράσεις. Το σησαμέλαιο είναι διαφορετικό από τα άλλα φυτικά έλαια καθώς χρησιμοποιείται ως αρωματικό στα τρόφιμα, για αυτό το λόγο το σησαμέλαιο συνήθως είναι ακατέργαστο και περιέχει σημαντική ποσότητα πρωτεΐνης.

Στην Ιατρική βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί αλλεργικές αντιδράσεις στο σησαμέλαιο, ως εκ τούτου άτομα με αλλεργίες στο σουσάμι πρέπει να αποφεύγουν αυστηρά την κατανάλωση σησαμέλαιου (More, 2020).

6.5.11 Φυτικά έλαια και σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου

Το σύνδρομο του ευερέθιστου εντέρου αποτελεί την πιο κοινή γαστρεντερική διαταραχή. Μελέτες σε ανθρώπους συγκεκριμένα σε γυναίκες με σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου (IBS) εμφάνισαν σημαντικά αυξημένα επίπεδα αραχιδονικού οξέος σε σύγκριση με υγιείς μάρτυρες. Το αραχιδονικό οξύ (AA) εμπλέκεται στην ανάπτυξη ενός προ-φλεγμονώδους προφίλ και σε ένα αριθμό διαταραχών που σχετίζονται με το ανοσοποιητικό. Συγκεκριμένα το AA είναι το κύριο υπόστρωμα για την σύνθεση των εικοσανοειδών, προσταγλαδίνη E2 και λευκοτριένιο B4 που παράγονται με την δράση των ενζύμων κυκλοξυγενάση και λιποξυγενάση αντίστοιχα. Οι προσταγλαδίνες και τα λευκοτριένια είναι βιολογικά ενεργά ακόμα και σε αρκετά χαμηλές συγκεντρώσεις. Έχει αποδειχθεί ότι από την προσταγλαδίνη E2 συνθέτεται η ιντερλευκίνη-6 (IL-6), αυξημένα επίπεδα της οποίας επηρεάζουν την ανοσολογική ενεργοποίηση στο IBS. Τα διατροφικά ω-3 λιπαρά οξέα, κυρίως τα EPA και DHA εμπλέκονται στη ρύθμιση των ανοσολογικών και φλεγμονωδών αποκρίσεων. Αναστέλλουν γονίδια που ξεκινούν τη φλεγμονώδη διαδικασία και μεταβάλλουν τη σύνθεση των κυτταρικών μεμβρανών, μετατοπίζοντας τα ω-6 PUFA. Μερικά από τα αντιφλεγμονώδη αποτελέσματα που παρουσιάζουν τα ω-3 PUFA, οφείλονται στον ανταγωνισμό τους με τα ω-6 PUFA, επειδή τα ω-3 PUFA δρουν ως ανταγωνιστικό υπόστρωμα για τον μεταβολισμό των ω-6 PUFA. Τέλος κάποια επιδημιολογικά δεδομένα έδειξαν πιθανή ευεργετική επίδραση των ω-3 λιπαρών οξέων στην πρόληψη της ελκώδους κολίτιδας (UC). Τα κλινικά δεδομένα για την νόσο είναι αμφιλεγόμενα (Clarke et al, 2010).

6.6 Μειονεκτήματα φυτικών ελαίων

Τα μειονεκτήματα των φυτικών ελαίων στην υγεία συνοψίζονται παρακάτω:

- 1) Είναι μια εξελικτική αναντιστοιχία

Η εξελικτική αναντιστοιχία είναι μια αναντιστοιχία μεταξύ των γονιδίων μας και του συγχρόνου περιβάλλοντος, σε κάποιες περιοχές είναι πιο εμφανής.

Τα φυτικά έλαια, η ραφινάρισμαμένη ζάχαρη και οι υπερβολικές θερμίδες λειτουργούν ενάντια στην προγονική μας βιολογία, μας προκαλούν να γίνουμε υπέρβαροι και άρρωστοι. Μέχρι το 1900 οι άνθρωποι δεν κατανάλωναν φυτικά έλαια .από το 1970 έως το 2000 η μέση κατανάλωση ενός φυτικού ελαίου ήταν 26 κιλά ανά άτομο το έτος. Σήμερα το λινελαϊκό οξύ, το κυρίαρχο λιπαρό οξύ στα φυτικά έλαια αντιπροσωπεύει το 8% της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης έναντι των προγονών μας που αντιπροσωπεύει το 1 έως 3% των συνολικών θερμίδων (Kresser, 2019)Έχουν

2) Μη ισορροπημένη αναλογία σε ωμεγα-6 και ωμεγα-3 λιπαρά.

Η περιεκτικότητα του ανθρώπινου σώματος σε λίπος είναι περίπου 97% κορεσμένα και μονοακόρεστα και 3% πολυακόρεστα. Το σώμα προκειμένου να ανανεώσει και να αναδομήσει τα κύτταρα χρειάζεται λίπος. Τα φυτικά έλαια είναι υψηλά σε πολυακόρεστα, οπότε εάν δίνουμε στο σώμα ανθυγιεινές φυσικές πηγές λίπους, θα τις χρησιμοποιήσει αναγκαστικά, φέροντας αρνητικά αποτελέσματα για την υγεία (Stanton, 2020).

Τα βασικά λιπαρά οξέα (ωμεγα-6 και ωμεγα-3) λαμβάνονται αποκλειστικά από την διατροφή επειδή ο ανθρώπινος οργανισμός δεν τα συνθέτει. Τα ωμεγα-6 (λινελαϊκό οξύ) σχηματίζουν αραχιδονικό οξύ και ισχυρούς μεταβολίτες που είναι κυρίως προφλεγμονώδεις, συμπεριλαμβανομένης της προσταγλαδίνης E2 και του λευκοτριένιου B4. Από την άλλη πλευρά τα ωμεγα-3 λιπαρά οξέα όπως το α-λινολενικό, το εικοσαπεντανοϊκό (EPA) και το docosahexaenoic acid (DHA) δημιουργούν αντιφλεγμονώδη παράγωγα.

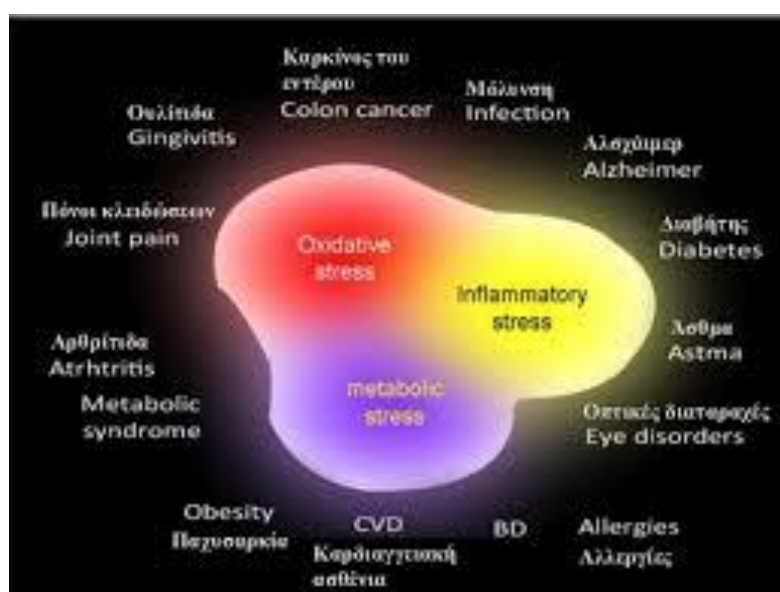
Στο σώμα πρέπει να διατηρηθεί μια ισορροπία μεταξύ των ωμεγα-6 και ωμεγα-3 για την προώθηση της υγείας του ανθρώπου. Η ιδανική αναλογία είναι 1/1, ωστόσο οι δυτικοποιημένες δίαιτες υπερβαίνουν κατά πολύ αυτό το ισοζύγιο όπου μπορεί να είναι 10/1 ή να φτάνει ακόμα και 20/1. Η υψηλή πρόσληψη ωμεγα-6 λιπαρών συνδυαστικά με την χαμηλή πρόσληψη σε ωμεγα-3 οδηγεί σε ανισορροπία ανάμεσα σε προφλεγμονώδεις και αντιφλεγμονώδεις μεταβολίτες. Αυτή η ανισορροπία προάγει την παθογένεση πολλών ασθενειών όπως καρκίνος, καρδιακές παθήσεις, φλεγμονώδεις και αυτοάνοσες ασθένειες (Kresser, 2019).

3) Είναι αρκετά ασταθή

Τα φυτικά έλαια συμβάλλουν στην υπερβολική φλεγμονή και στις ελεύθερες ριζικές βλάβες. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα είναι εύθραυστα και οξειδώνονται πολύ εύκολα. Η οξείδωση PUFA και ο σχηματισμός ελευθέρων ριζών συμβαίνει όταν

εκτίθενται σε φως ή θερμότητα ή οξυγόνο. Η οξειδωση είναι πολύ δύσκολο να αποφευχθεί (Kresser, 2019).

Η φθορά που προκαλείται στον οργανισμό από την αυξημένη παραγωγή ελευθέρων ρίζων είναι γνωστή ως οξειδωτικό στρες. Το οξειδωτικό στρες προκαλεί σοβαρές κυτταρικές βλάβες λόγω της οξειδωσης των συστατικών του κυττάρου (λιπίδια, πρωτεΐνες, DNA) μεταβάλλοντας έτσι τις δομικές και λειτουργικές ιδιότητες. Οι ελεύθερες ρίζες και τα υπεροξειδία που είναι τοξικά υποπροϊόντα κατά την συσσώρευση τους στο σώμα προάγουν την ανάπτυξη χρόνιων παθήσεων.



Σχήμα 16: Επίδραση ελευθέρων ρίζων στην υγεία

(<https://sites.google.com/site/lifewavechrisalissaiou/martyries/iatrika-arthra/eleutheres-rizes>).

Το οξειδωτικό στρες δεν αποτελεί ασθένεια, είναι μια αρνητική κατάσταση η οποία μπορεί να επιταχύνει ή να βοηθήσει στην εμφάνιση μιας ασθένειας. Μελέτες έδειξαν ότι η διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ των ελευθέρων ρίζων και των αντιοξειδωτικών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην υγεία του ανθρώπου (Fritsche, 2014).

4) Με την υδρογόνωση δίνουν trans λιπαρά οξέα

Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία είναι μερικώς ή πλήρως υδρογονωμένα θεωρούνται αρκετά επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Αυτή η χημική διαδικασία που χρησιμοποιείται κάνει το PUFA στερεό σε θερμοκρασία δωματίου και σταθερό. Τα trans λιπαρά οξέα είναι τα λιπαρά που προκαλούν στένωση στις αρτηρίες

και σχηματίζονται όταν τα φυτικά έλαια σκληραίνουν ώστε να μετατραπούν σε μαργαρίνη. Βρίσκονται σε πολλά τρόφιμα συμπεριλαμβανομένων και των τηγανιτών όπως τηγανιτό κοτόπουλο, πατάτες τηγανίτες, μπισκότα, ντόνατς, αρτοσκευάσματα και κράκερ. Η διαδικασία περιλαμβάνει την είσοδο μικρών σωματιδίων από τοξικά βάρια μέταλλα το οποία θα συνδεθούν με τα λιπαρά οξέα και στην συνέχεια θα εκτεθούν σε υψηλή θερμότητα. Δομικά, τα trans λιπαρά οξέα είναι συνθετικά λιπαρά οξέα. κατά την διαδικασία της υδρογόνωσης παράγονται 14 διαφορετικά λιπαρά οξέα τα οποία δεν υπάρχουν σε κανένα φυτικό ή ζωικό λίπος .

Τα trans λιπαρά οξέα είναι γνωστά για τον ρόλο τους στην ανάπτυξη καρδιαγγειακών παθήσεων και την εμφάνιση διαβήτη τύπου 2. Έρευνα έδειξε ότι για κάθε αύξηση των θερμίδων 2% από trans λιπαρά, ο κίνδυνος καρδιακής νόσου είναι σχεδόν διπλάσιος. Συγκεκριμένα τα trans λιπαρά εμποδίζουν την σύνθεση της προστακυκλίνης η οποία ευθύνεται για την διατήρηση της ροής του αίματος. Όταν οι αρτηρίες δεν είναι ικανές να παράγουν προστακυκλίνη σχηματίζονται θρόμβοι αίματος (θρόμβωση) (Kresser, 2019).

5) Περιέχουν χημικά πρόσθετα

Στα εργοστάσια τα φυτικά έλαια δημιουργούνται μέσω υψηλής θερμότητας και ακραίας πίεσης, εκθέτοντας το έλαιο σε κάθε είδους οξειδωτικής βλάβης. Έτσι εφόσον τα λιπαρά οξέα στα φυτικά έλαια είναι ασταθή σε μια προσπάθεια να αποφευχθεί η οξείδωση προθέτονται συνθετικά αντιοξειδωτικά. Τα συνθετικά αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις φαινολικής δομής ,εκ των οποίων τα σπουδαιότερα είναι

- Η βουτυλ-υδροξυ-ανισόλη ή BHA
- Το βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο ή BHT
- Εστέρες γαλλικού οξέος όπως ο προπυλικός ή PG, ο οκτυλικός και δωδεκυλικός
- Η τριτοταγής βουτυλοϋδροκινόνη (TBHQ)

Η TBHQ είναι το πιο αποτελεσματικό αντιοξειδωτικό για τα φυτικά έλαια. Σύμφωνα με την Oreopoulou (1998) η αντιοξειδωτική δράση των παραπάνω συνθετικών αντιοξειδωτικών είναι με την ακόλουθη σειρά :TBHQ>PG>BHT>BHA για όλες τις συνθήκες αποθήκευσης των ελαίων. Αυτά τα χημικά συντηρητικά προστίθενται δεδομένου ότι οι φυσικές συντηρητικές ουσίες (όπως η βιταμίνη E) ένα μεγάλο μέρος τους έχει καταστραφεί κατά την επεξεργασία.(kiritsakis, 2007).

Τα τελευταία χρόνια έχουν διατυπωθεί αρκετές επιφυλάξεις για την χρήση των συντηρητικών διότι φαίνεται ότι σχετίζονται με την εμφάνιση διαφόρων παθήσεων. Τα συνθετικά αντιοξειδωτικά BHA,BHT και TBHQ προκαλούν ενδοκρινικές διαταραχές

του ανοσοποιητικού συστήματος και έχουν σχέση με κάποιες μορφές καρκίνου. Επίσης, το TBHQ έχει βρεθεί ότι αυξάνει την ανοσοσφαιρίνη E στα τροφικά αλλεργιογόνα, και μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση τροφικών αλλεργιών.

6) Προέρχονται από γενετικά τροποποιημένα φυτά

Η συντριπτική πλειοψηφία των φυτικών ελαίων προέρχεται από γενετικά τροποποιημένα φυτά. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή των φυτικών ελαίων προέρχονται από γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες καλαμπόκι, βάμβακι, σόγια και ελαιοκράμβη. Στις ΗΠΑ το 94% του βαμβακιού, το 93% της σόγιας και της ελαιοκράμβης και το 88% των καλλιεργειών του καλαμποκιού τροποποιούνται γενετικά. Υπάρχουν λίγες μελέτες σχετικά με την μακροπρόθεσμη ασφάλεια κατανάλωσης τους, έτσι δίνουν έναν επιπλέον λόγο αποφυγής.

Κατά την γενετική τροποποίηση μεταφέρονται γονίδια από ένα είδος φυτού ή ζώου στο άλλο, χρησιμοποιώντας τεχνικές που προκαλούν μεταλλάξεις στο γονιδίωμα μπορεί να προκύψουν ακούσιες συνέπειες για την ασφάλεια της καλλιέργειας. Η ανακριβής αναδιάταξη των γονιδίων σε αυτά τα φυτά μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων πρωτεϊνών οι οποίες μπορεί να σχετίζονται με την εμφάνιση αλλεργιών ή την προώθηση παθήσεων. Αυτές οι νέες πρωτεΐνες συχνά δεν αναγνωρίζονται από το ανοσοποιητικό μας σύστημα, το οποίο είναι ικανό να προκαλέσει ανοσολογική επίθεση όταν εισέλθουν ανέπαφα στην κυκλοφορία του αίματος.

Στο γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι και βάμβακι, εισάγεται ένα γονίδιο που ονομάζεται Bt (*Bacillus thuringiensis*) το οποίο παράγει παρασιτοκτόνο τοξίνη, Bt-τοξίνη η οποία σκοτώνει έντομα που τρώνε το φυτό. Αυτή η τοξίνη έχει αποδειχθεί ότι είναι τοξική για τον άνθρωπο και ότι προκαλεί διαταραχή της ανοσολογικής λειτουργίας του εντέρου. Σύμφωνα με μελέτη η Bt-τοξίνη είχε τοξικές επιδράσεις σε ανθρώπινα κύτταρα *in vitro*, προκαλώντας τα να πεθάνουν πρόωρα. Οι εντερικές επιδράσεις της κατανάλωσης γενετικά τροποποιημένων τροφίμων υπερβαίνουν την τοξίνη Bt. Μερικοί πιστεύουν ότι τα βακτήρια του εντέρου ήταν ικανά να αποκτούν αλληλουχίες DNA από γενετικά τροποποιημένα φυτά, τα οποία μπορούσαν να αυξήσουν την αντοχή στα αντιβιοτικά σε αυτά τα μικρόβια. Η Bt τοξίνη μπορεί να προκαλέσει επιβλαβείς επιδράσεις στην λειτουργία του ήπατος, των νεφρών, στην καρδιά, στον σπλήνα. Επίσης, έχει παρατηρηθεί μείωση της γονιμότητας σε ποντίκια που τρέφονταν από ΓΤΟ σε σχέση με ποντικούς που τρέφονταν με φυσικές καλλιέργειες (Lieberman, 2020).

7 ΤΗΓΑΝΙΣΜΑ

Το τηγάνισμα είναι μια ευρέως διαδεδομένη διαδικασία μαγειρέματος και γίνεται με άμεση επαφή του με το θερμό έλαιο. Κύριο χαρακτηριστικό του τηγανίσματος είναι ο γρήγορος ρυθμός μετάδοσης θερμότητας από το έλαιο στο τρόφιμο (Moreira et al, 1999)

Μελέτη έδειξε ότι το βαθύ τηγάνισμα (φριτέζα) διατροφικά είναι καλύτερο από το ρηχό (στο τηγάνι). Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι το τρόφιμο με τηγάνισμα σε τηγάνι δεν βυθίζεται ολόκληρο στο έλαιο με αποτέλεσμα να έλθει σε επαφή με τον αέρα και να επιτευχθεί οξείδωση, με συνέπεια τη μεγαλύτερη καταστροφή των ευπαθών διατροφικών στοιχείων π.χ. Βιταμίνη C. Ένας δεύτερος λόγος που θεωρείται το τηγάνισμα σε φριτέζα καλύτερο είναι η συνεργιστική δράση των πολυφαινολών και των τοκοφερολών η οποία προσδίδει μεγαλύτερη αντίσταση στην οξείδωση (Andrikopoulos et al, 2002).

Το τηγάνισμα είναι μια διαδικασία που υπόκεινται σε μεταβολές τόσο το τρόφιμο όσο και το έλαιο. Κατά το τηγάνισμα με την εμβάπτιση του τροφίμου στο θερμό έλαιο έχουμε το σχηματισμό κρούστας όπου και εγκλωβίζεται το άρωμα, έτσι επιτυγχάνεται βελτίωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών (Moreira et al, 1999).

Κατά την διαδικασία του τηγανίσματος, παίρνουν μέρος αντιδράσεις αμαύρωσης και καραμελοποίησης στην επιφάνεια του τροφίμου, ενώ η ποσότητα ελαίου που μπορεί να απορροφήσει το τρόφιμο κυμαίνεται από 4 έως 30 % του τελικού του βάρους. Το μεγαλύτερο ποσοστό συγκεντρώνεται στην επιφάνεια του τροφίμου και έτσι επιτυγχάνεται η επιθυμητή υφή (Lawson, 1994).

Κατά την διάρκεια του τηγανίσματος το έλαιο υφίσταται πολλές φυσικές και χημικές μεταβολές.

α) Φυσικές μεταβολές του ελαίου

Το τηγάνισμα είναι μια μέθοδος κατά την οποία επέρχεται ταυτόχρονη μεταφορά θερμότητας και μάζας. Γίνεται μεταφορά θερμότητας από το έλαιο στο τρόφιμο, εξέρχεται υγρασία από το τρόφιμο και απορροφάται το έλαιο. Παράγοντες που επηρεάζουν αυτή τη μεταφορά είναι το σχήμα και το μέγεθος του τροφίμου η θερμοκρασία του ελαίου και ο χρόνος τηγανίσματος. Μελέτες έχουν δείξει το έλαιο που απορροφάται στο τρόφιμο παραμένει στην επιφάνεια του τροφίμου σε όλη την διάρκεια

τηγανίσματος και όταν το τρόφιμο κρυσταλλώνει εισέρχεται στην μάζα αυτού (Moreira et al, 1999)

Κάποιες φυσικές αλλαγές που συμβαίνουν στη σύσταση του ελαίου κατά το τηγάνισμα περιλαμβάνουν αυξημένο ιξώδες, σκούρο χρώμα, αύξηση αφρισμού και μείωση του σημείου καπνού

β) Χημικές μεταβολές του ελαίου

Η γεύση του τηγανισμένου τροφίμου και η ποιότητα του ελαίου μπορεί να φτάσει σε ένα μέγιστο επίπεδο από εκεί και έπειτα υποβαθμίζεται. Το έλαιο κατά το τηγάνισμα με την επίδραση χημικών διαδικασιών όπως η υδρόλυση, η οξείδωση και ο πολυμερισμός υποδομείται σε τοξικά προϊόντα και το κάνουν ακατάλληλο για χρήση. Παράγοντες που επηρεάζουν τις χημικές μεταβολές είναι η θερμοκρασία και ο χρόνος τηγανίσματος, ο τύπος του ελαίου, τα αντιοξειδωτικά που περιέχει, η χημική δομή και η ποσότητα των υποπροϊόντων που θα παραχθούν (Lawson, 1994).

7.1 Χημικές αλλοιώσεις φυτικών ελαίων κατά το τηγάνισμα

7.1.1 Υδρόλυση

Μια από τις βασικές αλλοιώσεις των ελαίων είναι η υδρόλυση που συνδέεται με την απελευθέρωση λιπαρών οξέων από τα τριγλυκερίδια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αύξηση της οξύτητας, αλλοίωση της γεύσης και υποβάθμιση της ποιότητας. Κατά την διαδικασία του τηγανίσματος η ποσότητα νερού που απελευθερώνεται από το τρόφιμο στο έλαιο έχει σαν συνέπεια την υδρόλυση του. Όσο πιο μεγάλη είναι η ποσότητα νερού που απελευθερώνεται τόσο πιο έντονη είναι η υδρόλυση και η αύξηση της οξύτητας του ελαίου (Lawson, 1994).

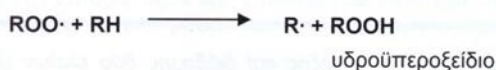
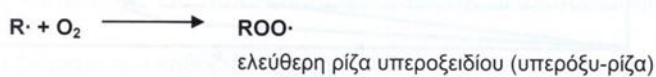
7.1.2 Οξείδωση

Όλα τα έλαια περιέχουν ακόρεστα λιπαρά οξέα και οξειδώνονται όταν έλθουν σε επαφή με το οξυγόνο. Η οξείδωση ή τάγγισμα τροποποιεί τα οργανοληπτικά συστατικά (γεύση, οσμή, χρώμα) του ελαίου, όπως επίσης επιφέρει αλλαγές στις φυσικές του ιδιότητες π.χ. ιξώδες. Η οξείδωση προκαλεί απώλεια ή μείωση των απαραίτητων λιπαρών οξέων λινελαϊκού και λινολενικού.

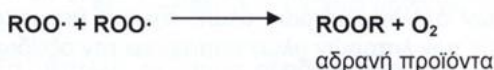
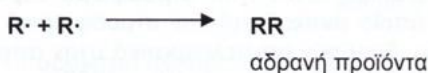
1. Έναρξη (Initiation)



2. Διάδοση (Propagation)



3. Τερματισμός (Termination)



όπου: $\text{R}\cdot, \text{ROO}\cdot$ = ελεύθερες ρίζες
 RR, ROOR = προϊόντα τελικής αντίδρασης

Ο μηχανισμός οξείδωσης είναι πολύπλοκος και περιλαμβάνει τρία στάδια:

Στάδιο 1: Εισαγωγή

Είναι το στάδιο έναρξης και η οξείδωση γίνεται αργά. Σε αυτό το στάδιο δεν έχουμε εμφάνιση ανεπιθύμητης οσμής και γεύσης, ενώ η κατανάλωση ατμοσφαιρικού οξυγόνου είναι μικρή. Ο χρόνος διάρκειας του πρώτου σταδίου οξείδωσης εξαρτάται από την σύνθεση των λιπαρών οξέων. Η οξείδωση ξεκινά με την απόσπαση ενός μορίου υδρογόνου από το ακόρεστο λιπαρό οξύ (RH) και ο σχηματισμός ελεύθερης ρίζας.

Στάδιο 2: Διάδοση

Σε αυτό το στάδιο το έλαιο αποκτά γεύση ταγγισμένου προϊόντος. Η ελεύθερη ρίζα αντιδρά με ένα μόριο οξυγόνου και δημιουργείται ελεύθερη ρίζα υπεροξειδίου. Αυτή η ρίζα αντιδρά με ένα μόριο λιπαρού οξέος που δεν έχει οξειδωθεί και δίνει υπεροξειδία (RCOOH) και νέες ελεύθερες ρίζες. Τα υπεροξειδία που σχηματίστηκαν είναι ενώσεις ασταθείς και διασπώνται σε περισσότερες ελεύθερες ρίζες οι οποίες με

την σειρά τους παίρνουν μέρος σε νέες αλυσιδωτές αντιδράσεις. Όταν οι δυο ρίζες αντιδράσουν μεταξύ τους τερματίζονται.

Στάδιο 3: Τερματισμός

Σε αυτό το στάδιο η οξειδωση τελειώνει γιατί τα προϊόντα που έχουν σχηματιστεί είναι αδρανή και δεν έχουν τον χαρακτήρα των ελευθέρων ριζών.

Από την διάσπαση των υπεροξειδίων δημιουργείται πλήθος από πτητικές οργανικές ενώσεις όπως αλδεΐδες, κετόνες και οξέα μικρού μοριακού βάρους. Σε αυτές τις ενώσεις οφείλονται οι σοβαρότερες οργανοληπτικές αλλοιώσεις του ελαίου (Κυριτσάκης, 2007).

7.1.3 Πολυμερισμός

Κατά το τηγάνισμα η παρατεταμένη θέρμανση των ελαίων προκαλεί πολυμερισμό των ακόρεστων λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα τη μεταβολή του χρώματος, του ιξώδους, του μοριακού βάρους και του δείκτη διάθλασης.

Τα κύρια προϊόντα αποσύνθεσης του τηγανίσματος είναι μη πτητικές πολικές ενώσεις, διμερή και πολυμερή τριακυλογλυκερόλης και κυκλικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους. Τα διμερή, πολυμερή και μερικά πολικά συστατικά (όπως ορισμένες αλδεΐδες, αλκυλοβενζόλια και άλλοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες) έχουν αρνητική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία καθώς σχετίζονται με διάφορες μορφές καρκίνου και νευροεκφυλιστικές ασθένειες όπως η νόσος Αλτσχάϊμερ και Πάρκισον. Η υγεία αρκετά συχνά εξαρτάται από τη δόση της ύποπτης ένωσης. Σύμφωνα με τη νομοθεσία έχει αναγνωριστεί ως όριο πολικών ενώσεων κατά το τηγάνισμα το 24% το οποίο θεωρείται ασφαλές. Όμως εάν τα τηγανιτά φαγητά αποθηκευτούν κάποιο χρονικό διάστημα πριν την κατανάλωση τότε το επίπεδο των πολικών υλών πρέπει να είναι λιγότερο από 10% (Alzaa, 2018).

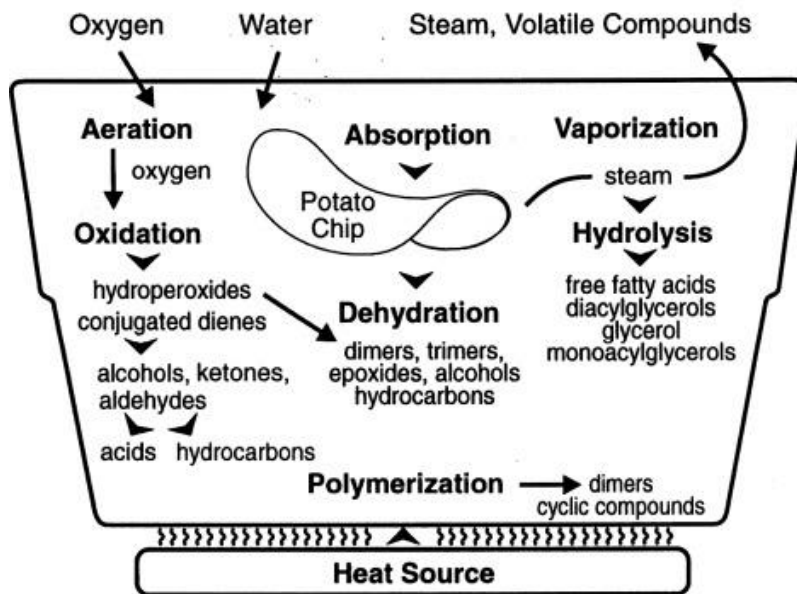
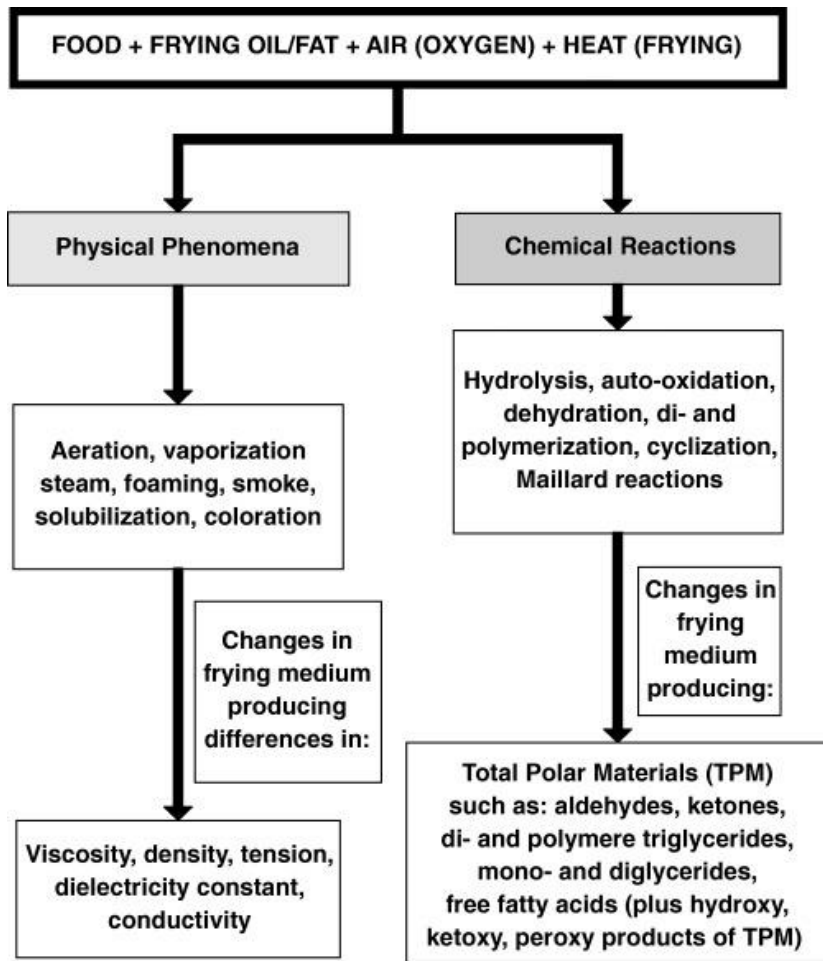
Επίσης, ο πολυμερισμός οδηγεί σε μετατροπή των cis-cis 1,4 διένιων σε trans-trans 1,4 διένια (ισομερισμός) τα οποία ενώνονται και δίνουν κυκλικά μονομερή. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα καταστρέφονται.

Η πολύ έντονη οξειδωση οδηγεί τελικά στο σχηματισμό της ακρολείνης, ένα συστατικό που επιδρά στο κεντρικό νευρικό σύστημα και εμφανίζει πρήξιμο και τραυματισμό στα κύτταρα του συκωτιού (Κυριτσάκης, 2007).

7.1.4 Ισομερίωση

Ισομερίωση καλείται η διαδικασία μετατροπής των ακόρεστων λιπαρών οξέων από cis σε trans διαμόρφωση σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα trans λιπαρά οξέα είναι ακόρεστα λιπαρά οξέα στα οποία τα άτομα του άνθρακα βρίσκονται σε αντίθετες κατευθύνσεις κατά μήκος του διπλού δεσμού. Τα περισσότερα λίπη και έλαια περιέχουν μόνο cis διπλούς δεσμούς, στους οποίους τα άτομα του άνθρακα βρίσκονται προς την ίδια πλευρά του διπλού δεσμού. Η οξείδωση και η μερική υδρογόνωση προωθούν τον ισομερισμό των cis μορφών σε trans. Η παρατεταμένη θέρμανση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του σχηματισμού trans λιπαρών οξέων (Kiritsakis et al., 1989).

Σύμφωνα με τους Kiritsakis et al. (1989), το ελαιόλαδο έχει μεγαλύτερη αντοχή στην ισομερίωση σε σύγκριση με το αραβοσιτέλαιο, το ηλιέλαιο και τα μερικώς υδρογονωμένα φυτικά έλαια, μετά από 3,5 και 7 ώρες τηγανίσματος στους 200 °C. Τα trans λιπαρά οξέα αυξάνουν την LDL χοληστερόλη και μειώνουν την HDL χοληστερόλη. Επιδημιολογικές έρευνες συσχετίζουν την πρόσληψη trans λιπαρών οξέων με τα καρδιαγγειακά νοσήματα σε μεγάλο βαθμό.



Σχήμα 17:Φυσικά φαινόμενα και χημικές αντιδράσεις κατά το τηγάνισμα (<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/deep-fat-frying>).

7.2 Οξειδωτική σταθερότητα φυτικών ελαίων

Οι παράγοντες που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά τη σταθερότητα και την απόδοση ενός τηγανισμένου ελαίου είναι η θερμοκρασία τηγανίσματος, η προσβασιμότητα στο οξυγόνο, η διάρκεια τηγανίσματος, η σύνθεση του ελαίου (αναλογία σε λιπαρά οξέα, περιεκτικότητα σε φαινόλες, τοκοφερόλες, σκουαλένιο κ.α.)

1) Θερμοκρασία τηγανίσματος

Ο πιο σημαντικός παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη για την ταξινόμηση της οξειδωτικής σταθερότητας των ελαίων και ιδιαίτερα των ακόρεστων ελαίων είναι η θερμοκρασία. Με την θερμοκρασία αλλάζει ο μηχανισμός οξείδωσης και διαφορετικά υδρουπεροξειδία του λινελαϊκού που θεωρούνται πρόδρομοι πτητικών ενώσεων αποσυντίθενται σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Επιπρόσθετα, ο ρυθμός οξείδωσης του ελαίου σχετίζεται εκθετικά με την θερμοκρασία, ενώ η διάρκεια ζωής του ελαίου μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία τόσο αυξάνουν οι αντιδράσεις θερμικής οξείδωσης και ολιγομερισμού, όχι μόνο για τα λιπαρά οξέα ή τα μόρια της τριακυλογλυκερόλης αλλά και για τα μόρια των μη σαπωνοποιήσιμων δευτερευόντων συστατικών. Έτσι κατά την διάρκεια του τηγανίσματος ,αντιοξειδωτικά συστατικά του ελαίου είτε μειώνονται αρκετά είτε απενεργοποιούνται.

Στην επίδραση της θερμοκρασίας σε αντιδράσεις ισομερισμού έχουν αναφερθεί οι Moreno et al (2010) όπου παρακολούθησαν τον σχηματισμό trans ισομέρων κατά την θέρμανση του ελαιόλαδο, του ηλιέλαιου και του αραβοσιτέλαιου σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών 80-300⁰ C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ποσότητα trans ισομέρων αυξάνει σταθερά ως συνάρτηση της θερμοκρασίας ανεξάρτητα από τον τύπο του ελαίου.

2) Χρόνος τηγανίσματος

Ο μεγάλος χρόνος τηγανίσματος συνδυαστικά με τις υψηλές θερμοκρασίες υποβαθμίζουν το ελαιόλαδο, αλλά σε μικρότερο βαθμό σε σχέση με τα φυτικά έλαια (Κυριτσακης,2007).

Οι Alzaa et al (2018) ελέγξαν σε δέκα φυτικά έλαια την πορεία των πολικών ενώσεων σε χρόνο από 0 έως 8 ώρες και θερμοκρασία 180⁰C. Για όλα τα έλαια που

δοκιμάστηκαν ο σχηματισμός των πολικών ενώσεων με την πάροδο του χρόνου έτεινε να αυξάνεται. Μετά από 6 ώρες θέρμανσης οι πιο υψηλές τιμές ελήφθησαν από εξευγενισμένα φυτικά έλαια, έτσι για το έλαιο σταφυλιών ήταν (21,75%), για το κραμβέλαιο (17,32%), και το ορυζέλαιο (15,66%). Οι χαμηλότερες τιμές ελήφθησαν στο εξτρά παρθένο ελαιόλαδο (10,5%) και το έλαιο καρύδας (9,68%).

3) Οξυγόνο

Τα εδώδιμα φυτικά έλαια οξειδώνονται κατά το μαγείρεμα και το τηγάνισμα ιδιαίτερα όταν οι συνθήκες είναι δραστικές δηλαδή υψηλή θερμοκρασία και μεγάλος χρόνος τηγανίσματος. Είναι ευνόητο, ότι όσο περισσότερο χρόνο το ελαιόλαδο εκτεθεί στον αέρα, τόσο πιο μεγάλη ποσότητα οξυγόνου θα δεσμευθεί και τόσο πιο γρήγορα θα οξειδωθεί (Κυριτσάκης, 2007).

4) Σύνθεση ελαίου (λιπαρά οξέα)

Η οξειδωτική σταθερότητα επηρεάζεται από την σύνθεση των λιπαρών οξέων των ελαίων. Τα έλαια που είναι περισσότερο ακόρεστα οξειδώνονται πιο εύκολα από τα κορεσμένα, δηλαδή αυτά που περιέχουν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα είναι οξειδωτικά πιο ευπαθή. Επίσης λιπαρά οξέα με cis διπλούς δεσμούς οξειδώνονται πιο γρηγορά από τα trans ισομερή καθώς και οι συζυγείς διπλοί δεσμοί είναι οξειδωτικά πιο ενεργοί από τους μη συζυγείς.

Μελέτη έδειξε ότι η μέθοδος παραγωγής του ελαίου επηρεάζει την περιεκτικότητα του σε trans λιπαρά οξέα. Τα φυτικά έλαια EVOO, VOO, OO που παράγονται από μηχανικές διεργασίες διατηρούν ένα χαμηλό επίπεδο σε trans λιπαρά οξέα. Ενώ τα εξευγενισμένα έλαια που λευκαίνονται και θερμαίνονται κατά την επεξεργασία έχουν πολύ υψηλότερη περιεκτικότητα σε trans λιπαρά οξέα.

Επίσης, η παραγωγή trans λιπαρών οξέων για κάποια έλαια επηρεάζεται από την θερμοκρασία και για αλλά από τον παρατεταμένο χρόνο έκθεσης τους στην θερμότητα.

Κατά το τηγάνισμα το ελαιόλαδο οξειδώνεται λιγότερο από τα φυτικά έλαια επειδή περιέχει μεγάλο ποσοστό σε μονοακόρεστα (ελαϊκό) και πολύ μικρό ποσοστό σε πολυακόρεστα (λινελαϊκό, λινολενικό) με ταυτόχρονα υψηλή παρουσία αντιοξειδωτικών ουσιών (Sergio Gomez-alonso et al., 2003). Έρευνες έδειξαν ότι τα δις ακόρεστα (λινελαϊκό) οξειδωθήκαν 27 φορές γρηγορότερα και τα τρις-ακόρεστα (λινολενικό) οξειδωθήκαν 77 φορές περισσότερο από τα μονοακόρεστα (ελαϊκό). Έτσι

με την χρήση ελαιόλαδου κατά το τηγάνισμα, περιορίζεται αισθητά η οξείδωση επομένως και ο σχηματισμός ελευθέρων ρίζων και υπεροξειδίων που έχουν αρνητική επίδραση στη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (Harman, 1980).

7.2.1 Αντιοξειδωτικά

Τα αντιοξειδωτικά αναστέλλουν την αρχή της οξείδωσης και επιβραδύνουν τον ρυθμό της. Αυτές οι ουσίες υπάρχουν σαν φυσικά συστατικά στις τροφές ή μπορούν σκόπιμα να προστεθούν στα προϊόντα ή να σχηματιστούν κατά την επεξεργασία. Ο ρόλος τους είναι να διατηρήσουν την ποιότητα των τροφίμων και να παρατείνουν την διάρκεια ζωής τους. Τα αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα πρέπει να πληρούν τις εξής συνθήκες:

- Να έχουν μικρό κόστος.
- Να μην είναι τοξικά
- Να είναι λιποδιαλυτά
- Αποτελεσματικά σε χαμηλές θερμοκρασίες
- Να είναι ικανά να αντέχουν κατά την επεξεργασία
- Να μην επιδρούν στο χρώμα και το φυσικό άρωμα

Τα αντιοξειδωτικά εκτός από το γεγονός ότι παρατείνουν την διάρκεια ζωής του προϊόντος έχουν την δυνατότητα να μειώσουν τις απώλειες σε θρεπτικά συστατικά, παρατείνοντας τη διατήρηση της ποιότητας αυξάνουν τον αριθμό των ελαίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα τρόφιμα επιτρέποντας στους επεξεργαστές να χρησιμοποιούν λιγότερο ακριβά έλαια και περισσότερο διαθέσιμα στην παραγωγή προϊόντων.

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που αντιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες και τις εξουδετερώνουν με στόχο την επιτάχυνση του τερματισμού πριν προχωρήσει η οξείδωση. Τα αντιοξειδωτικά συνήθως είναι φαινολικής δομής και δρουν σαν δωρεές υδρογόνου δεσμεύοντας τις ελεύθερες ρίζες οι οποίες σχηματίζονται αρχικά. Με την δέσμευση των ελευθέρων ρίζων παρεμποδίζεται ο σχηματισμός των αλυσιδωτών αντιδράσεων. Συνθετικά αντιοξειδωτικά όπως το BHT (βουτυλ-υδροξυ-ανισόλη), το TBHQ (τριτοταγής βουτυλ-υδροξυ-κινόνη) και ορισμένα άλλα τα οποία προστέθηκαν στο ελαιόλαδο σε εργαστηριακό επίπεδο έδωσαν καλά αποτελέσματα (Κυριτσάκης, 2007).

7.2.1.1 Φαινόλες

Τα πιο σημαντικά αντιοξειδωτικά στο ελαιόλαδο και τα φυτικά έλαια είναι οι τοκοφερόλες και οι φαινόλες. Έχει αναφερθεί ότι τα παρθένα ελαιόλαδα είναι πιο ανθεκτικά στην αυτοοξειδωση εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες. Σε ερευνά τους οι Tsimidou et al. (1992) διεπίστωσαν ότι η αντοχή των ελαιόλαδων κατά της αυτοοξειδωσης σχετίζεται με την ολική περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και την αναλογία υδροξυτυροσόλης /τυροσόλης. Η τυροσόλη που αποτελεί την κύρια φαινολική ουσία στα εξευγενισμένα έλαια δεν έχει καμία αντιοξειδωτική δράση σε αντίθεση με την υδροξυτυροσόλη που απαντά σε υψηλές συγκεντρώσεις στα ελαιόλαδα (200 mg/kg) και παρουσιάζει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση.

Ο Andrikopoulos et al. (2009) μελέτησαν την επίδραση δυο τύπων ελαίων (παρθένο ελαιόλαδο, ηλιέλαιο) στο τηγάνισμα πατατών (βαθύ και ρηχό) για οκτώ διαδοχικά τηγανίσματα. Κατά το διαδοχικό τηγάνισμα αναφέρθηκε για πρώτη φορά σημαντική απώλεια φαινολικών ενώσεων στο παρθένο ελαιόλαδο. Στο πρώτο τηγάνισμα τα συνολικά φαινολικά κυμάνθηκαν από 70-80% ενώ στο όγδοο ήταν 20-30%. Το ταννικό οξύ, η ελευρωπαΐνη και η διαλδεϋδική μορφή της υδροξυτυροσόλης -ελενολικό οξύ έδειξαν αξιοσημείωτη αντίσταση σε όλα τα τηγανίσματα σε αντίθεση με την υδροξυτυροσόλη η οποία απομακρύνθηκε ταχύτατα. Η απώλεια των φαινολικών στο βαθύ τηγάνισμα ήταν 20-30% ενώ στο ρηχό ήταν 40-50%.

7.2.1.2 Τοκοφερόλες

Οι τοκοφερόλες βοηθούν στην παρεμπόδιση της οξείδωσης, ενώ οι ίδιες οξειδώνονται. Υπολογίζεται ότι ένα μόριο τοκοφερόλης μπορεί να προστατεύσει 20.000 μόρια λιπαρών από την οξείδωση. Οι τοκοφερόλες καταστρέφονται με την οξείδωση για αυτό η περιεκτικότητα των εξευγενισμένων ελαίων είναι μικρότερη από αυτή των μη εξευγενισμένων π.χ. εξευγενισμένο ελαιόλαδο έναντι παρθένου (Κυριτσάκης, 2007)

Μετά από έρευνα βρέθηκε ότι κατά το τηγάνισμα η α-τοκοφερόλη μειώνεται πιο γρήγορα από την β- και γ- τοκοφερόλη. Η μείωση αυτή μπορεί να φτάσει στο 50% μετά από 4-5 τηγανίσματα, ενώ αντίθετα η μείωση της β- και γ- τοκοφερόλης συμβαίνει υσττέρα από 7-8 τηγανίσματα, εφόσον δεν υπάρχουν πρόσθετα αντιοξειδωτικά.

Το παρθένο ελαιόλαδο έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες σε σύγκριση με άλλα φυτικά έλαια, όμως η παρουσία του σε φαινολικές ενώσεις είναι μεγάλη. Ωστόσο η παρουσία του από την οξείδωση μπορεί να εξασφαλιστεί κυρίως από τα φαινολικά συστατικά και λιγότερο από τις τοκοφερόλες (Kiritsakis, 1998).

7.2.1.3 Στερόλες

Οι φυτοστερόλες και οι εστέρες των λιπαρών οξέων τους είναι αρκετά σταθερές ενώσεις. Οι φυτοστερόλες είναι μονοακόρεστες ενώσεις (διπλό δεσμό στο δακτύλιο) οι οποίες είναι πολύ πιο σταθερές από τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (ελαϊκό οξύ). Ως εκ τούτου ακόμη και υπό έντονες συνθήκες, τα προϊόντα οξειδωσης στερόλης σχηματίζονται αργά. Σε συνθήκες χρήσης ρηχού τηγανίσματος σε θερμοκρασία 160-200°C και χρόνο τηγανίσματος 5-10 min το επίπεδο οξειδωσης των εστέρων σιτοστερόλης παραμένει κάτω από 1.3%.

Παράγοντες που επηρεάζουν την οξειδωση της φυτοστερόλης είναι η θερμοκρασία και η σύνθεση λιπαρών οξέων. Οι εστέρες φυτοστερόλης σε υψηλές θερμοκρασίες έχει βρεθεί ότι είναι πιο ευαίσθητοι σε οξειδωση από τις ελεύθερες φυτοστερόλες. Οι φυτοστανόλες γενικά είναι σταθερές στην θερμότητα (Cantrill, 2008).

7.2.1.4 Σκουαλένιο

Οι Kalogeropoulos and Andrikopoulos (2004) προσδιόρισαν την περιεκτικότητα διάφορων ελαίων (ηλιέλαιο, βαμβακέλαιο, αραβοσιτέλαιο, σογιέλαιο, φοινικέλαιο και ελαιόλαδο) σε σκουαλένιο. Τα φυτικά έλαια βρέθηκε να περιέχουν μικρές ποσότητες σκουαλένιου(10,2-49,3 mg/100g ελαίου) με εξαίρεση το φρέσκο παρθένο ελαιόλαδο, το οποίο περιείχε 454 mg/100g ελαίου. Κατά το τηγάνισμα η περιεκτικότητα των ελαίων σε σκουαλένιο μειώθηκε, η χαμηλότερη συγκέντρωση ήταν 5,9 mg /100g και η υψηλότερη στο παρθένο τηγανισμένο ελαιόλαδο που ήταν 428 mg/100g του ελαίου.

Το σκουαλένιο φάνηκε να είναι αρκετά σταθερό κατά το τηγάνισμα. Η διατήρηση του σε χρησιμοποιημένα έλαια παρέμεινε πάνω από 50% ακόμη και μετά από 30 ώρες τηγανίσματος. Επίσης φαίνεται ότι με την χρήση του παρθένου ελαιολάδου ως μέσο τηγανίσματος απορροφάται σημαντική ποσότητα σκουαλένιου από τις τηγανίτες πατάτες (kalogeropoulos, 2004).

7.3 Σημείο καπνού και θερμοκρασίες αλλοίωσης

Ως σημείο καπνού αναφέρεται η θερμοκρασία στην οποία το έλαιο αρχίζει να διασπάται σε γλυκερόλη και ελευθέρω λιπαρά οξέα και αποτελεί την αρχή της γευστικής και θρεπτικής υποβάθμισης του.

Όσο πιο εξευγενισμένο είναι το έλαιο, τόσο πιο υψηλό είναι το σημείο καπνού του. Επίσης όσο περισσότερο εκτίθεται το έλαιο σε θερμότητα ,μειώνεται το σημείο καπνού του, δηλαδή το φρέσκο έλαιο έχει πιο υψηλό σημείο καπνού από το ίδιο έλαιο που έχει θερμανθεί επι ώρες. Η παρουσία σωματιδίων τροφίμου στο έλαιο μπορεί να μειώσει το σημείο καπνού και να αλλάξει την ποιότητα και την σύνθεση του ελαίου. Έτσι το έλαιο πριν επαναχρησιμοποιηθεί πρέπει να φιλτράρεται. Όταν το έλαιο κρυώσει σχηματίζονται αλδεϋδες ενώσεις οι οποίες είναι ανησυχητικές για την ανθρώπινη υγεία, για αυτό πρέπει να αποφεύγονται θερμοκρασίες τηγανίσματος μεγαλύτερες από 180°C (Cantrill, 2008).

Η ιδανική θερμοκρασία τηγανίσματος είναι 180°C ενώ το σημείο καπνού του ελαιολάδου είναι 210°. Το ελαιόλαδο αρχίζει να καπνίζει σε πιο χαμηλές θερμοκρασίες από τα φυτικά έλαια, όμως αυτές οι θερμοκρασίες είναι μεγαλύτερες από τις συνηθισμένες θερμοκρασίες τηγανίσματος .Οπότε το ελαιόλαδο είναι κατάλληλο για τηγάνισμα αρκεί να μην υπερθερμαίνεται για αρκετή ώρα.

Πίνακας 24: Σημείο καπνού διάφορων φυτικών ελαίων.

Έλαια	Σημείο καπνού (°C)
Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο	207
Παρθένο ελαιόλαδο	210
Αραβοσιτέλαιο	232
Σογιέλαιο	232
Ηλιέλαιο	227
Σησαμέλαιο	210
Κραμβέλαιο	204
Έλαιο αβοκάντο	249
Λινέλαιο	107

Πηγή: Chu, 2004

Τα φυτικά έλαια σε υψηλές θερμοκρασίες τηγανίσματος αλλοιώνονται πολύ γρήγορα και όταν φτάσουν στο σημείο καπνού θα σχηματιστούν επικίνδυνα τοξικά παράγωγα. Κάποια έλαια δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται καθόλου για τηγάνισμα – μαγείρεμα όπως, το λινέλαιο με σημείο καπνού 107°C, όπου συστήνουν να καταναλώνεται μόνο σε κρύα πιάτα. Επίσης έρευνα έδειξε ότι το ηλιέλαιο και το καλαμποκέλαιο κατά το τηγάνισμα εμφάνισαν τοξικές χημικές ενώσεις σε ποσότητες 20 φορές παραπάνω από τα επιτρεπτά όρια που έθεσε ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας.

Τα φυτικά έλαια οξειδώνονται από την πρώτη φορά χρήσης σε αντίθεση με το ελαιόλαδο που οξειδώνεται έπειτα από 10 φορές χρήσης, αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί 10 φορές (Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία, 2013). Έτσι προτείνεται το ελαιόλαδο για τηγάνισμα με χρήση μέχρι 3 φορές και με την προϋπόθεση ότι το έλαιο κάθε φορά θα φιλτράρεται. Επίσης ο χρόνος τηγανίσματος πρέπει να είναι περιορισμένος διότι κάποια αντιοξειδωτικά του παρθένου ελαιολάδου σταδιακά μειώνονται (φαινολικές ενώσεις και τοκοφερόλες) (Chiou et al, 2017).

Πίνακας 25: Συνθήκες τηγανίσματος ελαιολάδου ανάλογα με την τεχνική {βαθύ και ρηχό τηγάνισμα),

Συνθήκες	Τεχνική	
	Βαθύ	Ρηχό
Θερμοκρασία	170-190°C	160-180°C
Χρόνος τηγανίσματος	Πολύ μικρός	Μικρός / μεσαίος
Σκεύος	Φριτέζα	Τηγάνι
Επαφή τροφίμου με τον αέρα	Όχι	Ναι
Ποσότητα ελαίου	Πολύ μεγάλη (πλήρης κάλυψη τροφίμου)	Μικρή (μερική κάλυψη τροφίμου)

8 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΚΑΙ ΕΔΩΔΙΜΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΛΑΙΩΝ

Μεταξύ του ελαιολάδου και των υπολοίπων φυτικών ελαίων υπάρχουν σημαντικές διαφορές που αφορούν κατά κύριο λόγο στον τρόπο παραγωγής τους, την σύστασή τους και την συμπεριφορά τους κατά τα μαγείρεμα.,

Το ελαιόλαδο παράγεται από το μεσοκάρπιο του ελαιόκαρπου και όχι από ελαιούχους σπόρους όπως συμβαίνει στα φυτικά έλαια. Το ελαιόλαδο λειτουργεί ως ο πολικός διαλύτης και προσδίδει αρωματικές και γευστικές ουσίες ταυτόχρονα. Ο μεγαλύτερος αριθμός αυτών των ουσιών είναι απολικές και ελάχιστες πολικές, μερικές εξ αυτών παρουσιάζουν αντιοξειδωτικό χαρακτήρα.

Η παραλαβή του ελαιόλαδου από τον ελαιόκαρπο γίνεται με φυσικές μεθόδους όπως μάλαξη, πίεση, φυγοκέντριση χωρίς να λαμβάνουν χώρα περαιτέρω διαδικασίες εξευγενισμού (αποχρωματισμός, απόσμωση), αντίθετα με τα σπορέλαια τα οποία απαραίτητα υφίστανται διαδικασίες εξευγενισμού.

Το παρθένο ελαιόλαδο είναι η μοναδική λιπαρή ουσία που μπορεί να καταναλωθεί χωρίς καμία επεξεργασία. Επίσης είναι ελαιούχος χυμός του οποίου η σύσταση περιλαμβάνει γύρω στα 300 συστατικά. Το άρωμα και η γεύση του που αποτελούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά είναι αποτέλεσμα των συστατικών του (Μπαλατσούρας, 1997).

Η υψηλή βιολογική αξία του ελαιόλαδου σε σχέση με τα φυτικά έλαια οφείλεται στην ομαλή χημική σύσταση του. Συγκεκριμένα:

- Στην καλή σχέση των μονοακόρεστων και κορεσμένων λιπαρών οξέων
- Στην καλή σχέση μεταξύ της βιταμίνης Ε και των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (λινελαϊκό). Η μεγάλη βιολογική αξία του ελαιολάδου οφείλεται στην αναλογία με την οποία απαντώνται βιταμίνη Ε και λινελαϊκό. Όταν η σχέση των προηγούμενων συστατικών, έχει τιμή μεγαλύτερη από 0,79 mg βιταμίνης / g λινελαϊκού οξέος, αυτά τα συστατικά έχουν την ιδανική αναλογία προσδίδοντας στο προϊόν βιολογική σπουδαιότητα. Για το παρθένο ελαιόλαδο η τιμή αυτού του λόγου είναι 1,8 ενώ για το σογιέλαιο. Βαμβακέλαιο, ηλιέλαιο, καλαμποκέλαιο κραμβέλαιο 0,30, 0,75, 0,40, 0,50 και 1 αντίστοιχα.
- Στην παρουσία φυσικών αντιοξειδωτικών ουσιών που βρίσκονται σε άριστη συγκέντρωση.

- Στην παρουσία του λινελαϊκού οξέος σε ποσοστό 10% αυτό το ποσοστό είναι μέσα στα όρια των απαιτήσεων του οργανισμού, σε βασικά λιπαρά οξέα, καλύπτοντας τις ανάγκες του στην περίπτωση που το ελαιόλαδο χρησιμοποιείται ως μόνη πηγή λιπαρών.
- Στη μεγάλη περιεκτικότητα σε σκουαλένιο, το οποίο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο μεταβολισμό (Κυριτσάκης, 1993).

Το ελαιόλαδο παρουσιάζει υψηλά επίπεδα ανοχής και αντοχής στη διαδικασία του ταγγίσματος, η οποία αποτελεί ισχυρή μορφή αλλοίωσης των λιπαρών ουσιών. Κατά την διαδικασία αυτή τα λιπαρά οξέα αποικοδομούνται σε παράγωγα που προσδίδουν στην επιφάνεια δυσάρεστη οσμή και γεύση και θεωρούνται επιβλαβή και επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. Εδώ πρέπει να τονισθεί το υψηλό επίπεδο αντοχής του ελαιόλαδου στο τάγγισμα και οφείλεται:

- Στα μέσα επίπεδα ακόρεστων τριγλυκερίδιων που περιέχονται σε αυτό.
- Στα πολύ υψηλά επίπεδα περιεκτικότητας ελαϊκού οξέος (63-83%).το οποίο είναι ένα μονοακόρεστο λιπαρό οξύ όπου η μοριακή του διάταξη επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη σταθερότητα του σε σχέση με την διαδικασία ταγγίσματος.
- Στα υψηλά επίπεδα περιεκτικότητας φαινολικών ενώσεων οι οποίες είναι υπεύθυνες για την ορθή γεύση και οσμή (Μπαλατσούρας,1997).

Η σύσταση του ελαιόλαδου περιλαμβάνει υψηλό επίπεδο μονοακόρεστων προς πολυακόρεστα, εμπεριέχοντας ταυτόχρονα μεγάλο αριθμό αντιοξειδωτικών ουσιών, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει σταθερότητα, κάτι που δεν υφίσταται στα φυτικά έλαια που είναι πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και δεν προβάλλουν αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά (Ανδρικόπουλος, 1999). Το ελαιόλαδο παρουσιάζει μικρότερο βαθμό οξειδωσης σε σύγκριση με τα φυτικά έλαια. Αυτό σημαίνει ότι απελευθερώνει μικρότερο αριθμό ελεύθερων ριζών και υπεροξειδίων (Μπαλατσούρας, 1997)

Οι τροφές που χρησιμοποιούν ως έλαιο παρασκευής τους το ελαιόλαδο παρουσιάζουν μεγαλύτερη διατροφική αξία από τα φυτικά έλαια, γιατί το ελαιόλαδο αφομοιώνεται πολύ πιο εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό σε σχέση με τα άλλα έλαια και δημιουργεί θετική επίδραση στα γαστρικά υγρά και το πεπτικό σύστημα διευκολύνοντας έτσι την πέψη. Οι τροφές που παρασκευάζονται με την συμβολή ελαιόλαδου υπερέχουν σε γεύση και οσμή ως σύγκριση με τα φυτικά έλαια (Ανδρικόπουλος, 1999).

Η επίδραση του ελαιόλαδου στην πηκτικότητα του αίματος στον ανθρώπινο οργανισμό είναι λιγότερο επιβλαβής από την επίδραση των φυτικών ελαίων (Κυριτσάκης, 2007).

Σημαντικά είναι επίσης και τα πλεονεκτήματα του ελαιολάδου έναντι φυτικών ελαίων κατά το τηγάνισμα. Πάρα πολλές μελέτες αποδεικνύουν ότι τα φυτικά έλαια μπορούν αναμφίβολα να αντικατασταθούν από το ελαιόλαδο, καθώς το ελαιόλαδο:

- Οξειδώνεται πολύ πιο αργά σε σχέση με τα άλλα έλαια και ακόμα μετά το τηγάνισμα μπορεί να διατηρεί τις ευεργετικές του ιδιότητες (Katan et al, 2003).
- Έχει αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες (180⁰C) και η αλλοίωση του είναι πολύ αργή.
- Το σημείο καπνού του είναι χαμηλότερο από την θερμοκρασία αλλοίωσης του. Ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει με τα φυτικά έλαια δηλαδή η αλλοίωση τους επέρχεται αρκετά πριν φτάσουν στο σημείο καπνού τους.
- Κατά το τηγάνισμα στο ελαιόλαδο οι τροφές είναι πιο εύπεπτες, επειδή στην επιφάνεια του τροφίμου σχηματίζεται μια λεπτή κρούστα και έτσι δεν απορροφάται αρκετό λάδι.
- Το ελαιόλαδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά κατά το τηγάνισμα και μάλιστα όταν ξαναζεσταθεί αυξάνει τον όγκο οπότε απαιτείται μικρότερη ποσότητα (Lea et al, 2004).
- Με την μέθοδο τηγανίσματος ρηχών διαστάσεων και φυσικά υπό προϋποθέσεις, (μικρή χρονική διάρκεια και θερμοκρασίες <180⁰C), τροφές που τηγανίζονται με την παρουσία του ελαιόλαδου έχουν θετικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα σε αυτές τις τροφές εντοπίστηκαν α-τοκοφερόλες, πολυφαινόλες και τερπενικά οξέα, κάτι ανάλογο δεν συμβαίνει με τα φυτικά έλαια (Ανδρικόπουλος,1999).

9 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μεταξύ του ελαιόλαδου και των υπολοίπων φυτικών ελαίων υπάρχουν σημαντικές διαφορές στον τρόπο παραγωγής τους, την σύστασή τους και την συμπεριφορά τους κατά τα μαγείρεμα.

Το ελαιόλαδο παράγεται από το μεσοκάρπιο του ελαιόκαρπου και όχι από ελαιούχους σπόρους όπως συμβαίνει στα φυτικά έλαια. Η παραλαβή του ελαιόλαδου από τον ελαιόκαρπο γίνεται με φυσικές μεθόδους όπως μάλαξη, πίεση, φυγοκέντριση χωρίς να λαμβάνουν χώρα περαιτέρω διαδικασίες εξευγενισμού (αποχρωματισμός, απόσμωση), όπως συμβαίνει με τα φυτικά έλαια.

Από τις πιο πρόσφατες επιδημιολογικές και ιατρικές ερευνητικές μελέτες, επιβεβαιώνεται ότι το ελαιόλαδο συνδέεται άμεσα με την μείωση των καρδιακών παθήσεων και τη μακροζωία, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητας στο μονοακόρεστο ελαϊκό οξύ και των αντιοξειδωτικών. Η υψηλή βιολογική αξία του ελαιόλαδου συγκεκριμένα οφείλεται στην καλή σχέση των μονοακόρεστων και κορεσμένων λιπαρών οξέων και στην αναλογία με την οποία απαντώνται βιταμίνη E και λινελαϊκό. Αντίθετα με το ελαιόλαδο τα φυτικά έλαια περιέχουν υψηλά επίπεδα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (λινελαϊκό οξύ, ανισορροπία ωμέγα-6/ωμέγα-3), κορεσμένα λιπαρά οξέα και trans λιπαρά οξέα. Όλα τα παραπάνω λιπαρά οξέα στο αίμα εντείνουν την οξείδωση της LDL και κατά συνέπεια την παραγωγή ενός φλεγμονώδη παράγοντα ενεργοποίησης των αιμοπεταλίων (PAF) που οδηγεί σε αθηρωμάτωση.

Το ελαιόλαδο ιδιαίτερα το εξαιρετικό παρθένο, μας προσφέρει αντιοξειδωτικές ουσίες που δρουν ως ασπίδες προστασίας του οργανισμού μας, κατά των διαφόρων παθήσεων. Κάτι ανάλογο δεν συμβαίνει στα φυτικά έλαια τα οποία με την επεξεργασία του εξευγενισμού που υφίστανται καταστρέφονται ή απομακρύνονται ορισμένα θρεπτικά συστατικά όπως βιταμίνη E, πτητικά συστατικά κ.α. Γενικά οι συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ουσιών στα φυτικά έλαια μικρότερες σε σχέση με το ελαιόλαδο και συνδυαστικά με την υψηλή περιεκτικότητα πολυακόρεστων που περιέχουν συνήθως απαιτείται προσθήκη συνθετικών αντιοξειδωτικών προκειμένου το έλαιο να καταναλωθεί.

Το ελαιόλαδο και το σησαμέλαιο όπως έχει αναφερθεί είναι τα μόνα φυτικά έλαια που μπορούν να καταναλωθούν χωρίς επεξεργασία. Στη μορφή αυτή το ελαιόλαδο, διατηρεί τα σπουδαία συστατικά του (γευστικά και αρωματικά), που περιέχει

όταν βρίσκεται στον ελαιόκαρπο, τα οποία και του προσδίδουν ιδιαίτερη γευστικότητα που το ξεχωρίζει από τα άλλα φυτικά έλαια.

Έχει αποδειχθεί ότι το ελαιόλαδο λόγω των ιδιοτήτων του παρουσιάζει προστατευτική δράση έναντι χρόνιων φλεγμονωδών παθήσεων όπως καρδιακές παθήσεις, καρκίνος, διαβήτης, αρθρίτιδα κ.α. σε αντίθεση με τα φυτικά έλαια τα οποία αυξάνουν τον κίνδυνο χρόνιων φλεγμονωδών παθήσεων.

Σημαντικά είναι επίσης και τα πλεονεκτήματα του ελαιολάδου έναντι φυτικών ελαίων κατά το τηγάνισμα. Σε πολλές μελέτες αποδεικνύεται ότι τα φυτικά έλαια μπορούν αναμφίβολα να αντικαταστήσουν το ελαιόλαδο, καθώς το ελαιόλαδο:

Οξειδώνεται πολύ πιο αργά σε σχέση με τα άλλα έλαια και ακόμα μετά το τηγάνισμα μπορεί να διατηρεί τις ευεργετικές του ιδιότητες και οι τροφές είναι πιο εύπεπτες. Έχει αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες (180ο C)Το σημείο καπνού του είναι χαμηλότερο από την θερμοκρασία αλλοίωσης του. Ακριβώς το αντίθετο συμβαίνει με τα φυτικά έλαια δηλαδή η αλλοίωση τους επέρχεται αρκετά πριν φτάσουν στο σημείο καπνού τους.

Από τα παραπάνω αποδεικνύεται ότι το ελαιόλαδο είναι το μοναδικό έλαιο που υπερισχίζει έναντι των φυτικών ελαίων, στην θρεπτική του αξία και την ευεργετική του επίδραση στην υγεία του ανθρώπου. Παρόλα αυτά η κατανάλωση των φυτικών ελαίων στις διεθνείς αγορές είναι αρκετά υψηλές, και ο λόγος είναι οικονομικός.

Τέλος, το ελαιόλαδο και ιδιαίτερα το παρθένο έχει χαρακτηριστεί ως λειτουργικό τρόφιμο, καλό είναι να διασφαλιστεί η ποιότητα του ευεργετικού αυτού αγαθού και να αποτραπεί το ενδεχόμενο νόθευσης, αλλοίωσης και αθέμιτης εκμετάλλευσής του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΓΓΛΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alzaa, F., Guillaume, C and Pan-Frying of Potatoes. *J. Food Sci. Nutr.* 2002 Jul. 53(4):351-63
- Andrikopoulos, N., Demopoulos, G., Falirea, A., Kalogeropoulos, N., Hatzinikola. (2012). Deterioration of Natural Antioxidant Species of Vegetable Edible Oils during the Domestic Deep-Frying Synovitis in the knee. Full Length articl., 20(5):382-387.
- Ανδρικόπουλος, Ν. (2015). Τροφογενωσία: Περιγραφική Χημεία και Τεχνολογία Τροφίμων, Εκδόσεις: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα, Αθήνα.
- Ανδρικόπουλος, Ν. (1999). Φυσικοχημεία και βιοχημεία τροφίμων, Τόμος ΙΙ, Αθήνα.
- Aoki, k., Hayakawa, N., Kurihara, M., Suzuki, S. (1992) .Death rates for malignant neoplasms for selected sites by six and five-year age group in 33 countries, 1953-57 to 1983-87. Internasional Union Against Cancer. Nagoya, Japan: University of Nagoya Coop press.
- Baker, K., Matthan, N., Lichtenstein, A., Lewis, c., Torner, J., Felson, D. and Ravetti, L. (2018). Association of plasma n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids with. Evaluation of Chemical and Physical Changes in Different Commercial Oils during Heating. *Acta scientific nutritional health*, Vol.(2).
- Beauchamp, G, K., Keast, R, S., Morel, j., Pikas, j., Han, Q., Lee, C., Smith, A. and Breslin, P. (2005). Ibuprofen-like activity in extra –virgin olive oil. *Nature*.437:45.Berger. K. (2005). The use of palm oil in frying, frying oil series Malaysian palm oil promotion council.
- Berger.K., Smesny, S., Kim, S., Daney, C., Rice, S., Sarnyai, Z., Schafer, M., Berk,M., Mcgorry, P., Amminger, G. (2017). Omega-6 to omega-3 polyunsaturated fatty acid ratio and subsequent mood disorders in young people with at-risk mental states.
- Βουδούρης, Ε. 1973. Τεχνολογία Τροφίμων.
- Bulur, H., Ozdemirter, G., Toker, G.B., Osturk, M., Uysal, M. (1995). High cholesterol diet supplemented with sunflower seed oil but not olive oil stimulates lipid peroxidation in plasma, liver and aorta of rats. *J. Nut. Biochem.*, 6:547.
- Cantrill, R. (2008). Phytosterols, phytostanols and their esters..

- Chiou, M. (2004). Smoke points of Various Fats. Cooking for Engineers. <http://www.cookingforengineers.com/article/50/Smoke-Points-of-Various-Fats>.
- Christakis, G., Fordyce, M. K. and Kurtz, C. S. (1982). The biological and medical aspects of olive oil. A review paper. International Olive Oil Council. Madrid. Spain.
- Christakis, G., Servinghaus, E.L., Maldonado, Z., Kafatos, F. A and Hashim, S. (1965). A study in the metabolic epidemiology of coronary heart disease. Amer. J. Cargiol., 15:320.
- Chu, M. (2004). Smoke Points of Various Fats. Cooking for Engineers. <http://www.cookingforengineers.com/article/50/Smoke-Points-of-Various-Fats>.
- Clarke, G., Fitzgerald, P., Hennessy, A., Cassdy, E., Quigley, E., Ross, P., Stanton, C., Cryan, J., Dinan, T. (2010). Elevations in pro-inflammatory polyunsaturated fatty acid metabolites in females with irritable bowel syndrome. J. Of lipid research.. 51(5):1186-1192.
- Colquhoum, D. M., Hicks, B. J., Reed, A.W.(1996). Phenolic content of olive oil is reduced in extraction and refining. J. Clin. Nutr., 5:105-107.
- Crevel, R. W., Kerkhoff, M. A. (2000). Allergen city of refined vegetable oils. Food Chem. Toxicol., 38(4):385-393.
- Cross, M (2019). Vegetable cooking oils: the Cancer Connection.
- Demmpoulos, C., Karantonisa, H. and Antonopoulou, S. (2003). Platelet activating factor-a molecular link between atherosclerosis theories. Eur. Journal of Lipid Science and Technology, 105:649.
- Δημούλας, Κ. (1987). Τεχνολογία λιπών και ελαίων.
- Dupont, J., White, P. J., Johnstin, H. A. and Bonanome, A.(1989). Food safety and health effects of canola oil. Journal of the American Collage of Nutrition, 8(5):360-375.
- Eqbal, D., Halimah, A., Aminah, A. (2011). Vitamin E and Beta Carotene Composition in For Different Vegetable Oils. Journal of Applied Sciences 8(5):407-412.
- Esterbauer, S., Dieber-Rotheneder, M., Striegl, G. and Waeg, G. (1991). Role of vitamin Ein prevetting the oxidation of low-density lipotrotein. Am. J. Clin. Nutr., 53(sup):31-4S.
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvado, j., Covas, M., Correla, D., Aros,F., Lapetra, M., Pinto,X., Barosa, J., Sorli, J., Martinez, J., Martinez-Gonzales, M. (2013). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. 368(14):1279-90.

- Franceschi, S., Favero, A., Decarli, A., Negri, E., La Vecchia, C. and Ferraroni, M. (1996). Intake of macronutrients and risk of breast cancer. *Lancet*, 347:1351.
- Ελληνική Διαβητολογική Εταιρεία (2013). Οδηγός διατροφής για την ρύθμιση του διαβήτη.
- Fritsche, K. (2014). Linoleic Acid, Vegetable Oils and Inflammation. *Journal of the Missouri State Medical Association*. 111(1):41-43.
- Fernantes, G. (1994). Dietary lipids and risk of autoimmune disease. *Clin immunol immunopathol*. 72(2):193-197.
- Gelhaus, S., Baffi, C., Holquin, F. (2014). Fatty acids, inflammation and asthma. *J. Allergy Clin Immunol*, 133(5):1255-1264.
- German, J. B., Lokesh, B and Kinsella, J. E. (1988). The effect of dietary fish oils on eicosanoid biosynthesis in peritoneal macrophages is influenced by both dietary-6 polyunsaturated fats and total dietary fat. *Prostaglandins Leucotrienes and Essential Fatty Acids* 34:37.
- Gertz C. (2000). Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102:566–72.
- Goburdhum D., Laulloo S. B. J. and Musruck R. (2001). Evaluation of soybean quality during conventional frying by FTIR and some chemical indexes. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 52: 31-42.
- Gunstone, F. (2011). *Vegetable oils in Food Technology: Composition, properties and uses*. Second Edition.
- Gunstone, F., Harwood, j. and Padley, F. (1994). *The lipid handbook*. 2nd edition, Chapman and Hall.
- Ηλιόπουλος, Γ.(1987). *Χημεία Τροφίμων*.
- Harman, D. (1980). Free radical theory of aging effect of dietary fat on lipid composition and function of the brain. *Proceedings of the third international Congress on the biological value of olive oil*. Έκδοση I.Y.E. Χανιά- Κρήτη,8-12 Σεπτεμβρίου.
- Itoh, T., Yoshita, K., Yatsu, T., Tamura, T. and Matsumoto, T. (1981). Triterpene alcohols and sterols of Spanish olive oil. *J. Am. Oil Chem.Soc.*, 58:545.
- Kalogeropoulos, N. and Andrikopoulos, N. (2004). Squalene in Oils and Fats From Domestic and Commercial Frying's of Potatoes. *J. Food Sci. Nutr.*, 55(2):125-9.
- Keys, A., Menoti, A., Karvonen, J. M., Aravanis, C., Slackbum, H., Buzina, R., Djordjevic, B.S., Dontas, A., Fidanza, F., Keys, H. M., Kromhout, D., Nedeljkovic,

- S., Punsar, S., Seccareccia, F. and Toshima, H. (1986). The diet and 15-year death rate in the seven countries study. *Am. J. Epidem.*, 124:903
- Kiritsakis A., Aspris P. and Marakakis P. (1989). Tran's isomerization of certain vegetable oils during frying. In: *Flavors and off-flavors. Flavour chemistry of fats and oils.* (Eds. Charalampous G., Min P.B. and Smouse T.H.). The 6th International Flavor Conference Rethymnon, Crete, Greece p. 893-896.
- Kiritsakis, A. K. (1998). *Olive Oil-Second edition, Augmented and Revised.* Food and Nutrition Press, Inc. Trumbull Connecticut 06611, USA.
- Κυριτσάκης, Α. (2007). *Ελαιόλαδο: Συμβατικό και βιολογικό. Τέταρτη έκδοση.*, Θεσσαλονίκη.
- Κυριτσάκης, Α. (1993). *Το ελαιόλαδο. Εκδόσεις : Αγροτική Συνεταιριστική.* Θεσσαλονίκη.
- Kostik, V., Memeti, S., Bauer, B. (2015). Fatty acid composition of edible oils and fats. *Journal of Hygienic Engineering and Design.*
- Kresser, C. (2019). *How Industrial Seed Oils Are Making Us Sick.*
- Lants, W.E.M. (1986). *Fish and Human Health.* Academic Press Inc.
- Lawson, H. (1994). *Deep fat frying. Food oils and Fats.* International Thomson Publishing Inc. USA.
- Lawton, C .L, Delargry, H. J., Brockman, J., Simith, C. and Blundell, J.E. (2000). The degree of saturation of fatty acids influences in post injective satiety. *British Journal of Nutrition*, 83(5):473-482.
- Lenart, B. E., Willet, W. C. and Kiritsakis, A. K. (1998). Nutritional and health aspects of olive oil. In *Olive oil second edition*, Food and Nutrition Press, inc. Trumbull Connecticut 06611 USA.
- Leonardis, A., Macciola, V. and Rocco, A. (2003). Oxidative stabilization of cold-pressed sunflower oil using phenolic compounds of the same seeds. *J. Sci. Food Agric.* 83,523-528.
- .Lieberman, P. (2020). Cross-reactivity of allergenic seeds. *American Academy of Allergy asthma and Immunology.*
- Matthus, S. B. (2002). Antioxidant activity of extracts isolated from residues of oilseeds, such as rapeseed or sunflower. *Agro. Food Ind, Hi-Tech.*, 13: 22-25.
- Medina, E., Castro, A., Romero, C. and Breves, M. (2006). Composition of the Concentrations of Phenolic Compounds in Olive Oils and Other Plant oils: Correlation with Antimicrobial Activity. *J. Agric. Food Chem.*, 54(14):4954-4961.

- Mehtiv, A. and Misharin, A. (2008). Biological activity of phytosterols and their derivatives. 2: 11-17).
- Mensink R. P. and Katan M. B. (1990). Effect of dietary Trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol level in health subjects. *New Eng. J. Med.* 323(7): 439-445.
- More, D. (2020). You Should Know About Cooking Oils If You Have a Food Allergy.
- Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E., and Barufet, M. A. (1999). Importance of frying. Deep fat frying fundamentals and application. Aspen Publication, USA.
- Moreno, M. C., Brown, C. A. and Bouchona, P. (2010). Effect of food surface roughness on oil uptake by deep-fat fried products. *Journal of Food Engineering*, 101(2): 179–186.
- Μπαλατσούρας, Γ. (1997). Σύγχρονη Ελαιοκομία : Ελαιόλαδο. Ιδιωτική Έκδοση. Αθήνα.
- Nergiz, C. and Celikkate, D. (2010). The effect of consecutive steps of refining on squalene content of vegetable oils. *J. Food Sci. Technol.*, 48(3):382-385.
- Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J., Vicha, R. and Mcek, J. (2015). Fatty acids Composition of Vegetable Oils and its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty acids. *Int. J. Mol. Sci.* 16 :12871-12890.
- Ortega-Garcia, J., Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Dennis-Quinonez, Q., Garcia-Gallindo, H. S., Angulo-Gueemero, J. O., Medina-Juarez, L. A. (2006). Refining of high oleic safflower oil: Effect on the sterols and tocopherols content. *Eur. Food Res. Technol.* 223:775-779.
- Owen, R.V., Mier, W., Giacosa, A., Hull, E.W., Spiegelhalter, B., Bartsch, H. (2000). Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem Toxicol.* 38:647-659.
- Paganuzzi, V. (1982). Influence of origin and conservation state on the triterpene dialcohols relative content of untreated olive oils. *Fette Seifen Anstrich.* 84:115.
- Πατέρα, Ε. (2006). Η διατροφή στους αρχαίους ρωμαϊκούς χρόνους. Εκδόσεις Προπομπός.
- Phillips, K., Ruggio, D., Swank, M. and Simpkins, A. (2000). Free and esterified sterol composition of edible oils and fats. *J. Food. Com. and Anal.* 15 (2):123-142.

- Psomiadou, E., Tsimidou, M. (1999). On the role of squalene in olive oil stability. *J. Food Chem*, 47:4025-4032.
- Ρέππας, Κ. (2012). Επιχειρηματικό σχέδιο για την δημιουργία τυποποιητικής εξαγωγικής μονάδας ελαιολάδου. Αθήνα. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Διαθέσιμο από <http://dspace.aua.gr/xmlui/handle/10329/5760>.
- Servili, M., Sordini, B., Esposto, S., Urbani, S., Veneziani, G., Maio, I., Selvaggini, R. and Taticchi, A. (2014). Biological activities of phenolic compounds of extra virgin olive oil. *3(1):1-23*.
- ΣΕΒΙΤΕΛ. (2013). Το ελληνικό ελαιόλαδο με ορίζοντα το 2020. Διαθέσιμο από <http://www.oliveoil.gr/>.
- Shahidi, f., Wanasundars, U. N. (1999). Effect of processing and squalene on composition and oxidative stability of seal blubber oil. *J. Food Lipids*. 6:159-172.
- Shahidi, f., Camargo, A. (2016,). Tocopherols and Tocotrienols in Common and Emerging Dietary Sources: Occurrence, Applications and Health Benefits. *Int. J. Mol. Sd*. 17(10):1745.
- Shapino, H. (2003). Could n-3 polyunsaturated fatty acids reduce pathological pain direct actions on the nervous system? Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids. 68(3):311-316.
- Simopoulos, A. (2016). An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty acid Ratio Increases the Risk for Obesity. Retrieved from: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.
- Smith, D., Espino-Montoro, A., Perez- Jimenez, F., Petro- Botet, J., Ordovas, J. M. (2000). Effect of a high saturated fat and cholesterol diet supplemented with squalene or b-sitosterol on lipoprotein in fib hamsters. *Nutr. Res.*, 20:1309-1318.
- Stanton, Bb. (2020). Is Vegetable Oil Bad For You? Vegetable Oils to Avoid.
- Τσάκνης, Ι. (2018). Τεχνολογία: Ποιότητα λιπών και ελαίων. Εκδόσεις. Αρμός.
- Tsimidou, M., Papadopoulos, G., and Boskou, D. (1992). Phenolic compounds and stability of virgin olive oil. *Food Chemistry* 45:141.
- Usuki, T., Suzuki, T., Endo, Y., and Kaneda, T. (1984). Residual amounts of chlorophylls and pheophytins in refined edible oils. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007.BF02672136>.
- Varella, G. (1980). Nutritional aspects of olive oil in the frying process. Proceedings of the third International Congress on the biological value of olive oil. Έκδοση Ι.Υ.Ε. Χανίων σε συνεργασία με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου. Χανιά-Κρήτη, 8-12 Σεπτεμβρίου.

- Vazquez, L., Torres, C.F., Fornari, T., Senorans, F.G., Reglero, G. (2007). Recovery of squalene from vegetable oil sources using countercurrent supercritical carbon dioxide extraction. *J Superscript Fluids*, 40:59-66.
- Visioli, F., Bellomo, G., Montedoro, G. and Galli, C. (1995). Low density lipoprotein oxidation is inhibited in vitro by olive oil constituents. *Atherosclerosis*.117:25.
- Vuorela, S., Meyer, S. and Heinonen, M. (2004). Impact of isolation method on the antioxidant activity of rapeseed meal phenolics. *J. Agric. Food Chem.* 52: 8202-8207.
- Wathes, C., Cheng, Z., Marei, W., and Foutadi-Nashta, A. (2013). Polyunsaturated fatty acids and fertility in female mammals. Retrieved from: doi: 10.1079/PAVSNR20138041
- Yang, R., Xue, L., Zhang, L., Wang, X., Oi, X., Jiang, J., Yu, I., Wang, X., Zhang, W., Zhang, Q., and Li, P. (2019). Phytosterol Contents of Edible Oils and Their Contributions to Estimated Phytosterol Intake in the Chinese Diet. *Foods*. 8(8):334.
- Zambiasi, R., Przybylski, M.W., and Mendonca, C.B. (2007). Fatty acid composition of vegetable and fats. *B. CEPPA, Curitiba* 25(1):111-120.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/Q>

<https://docplayer.net/17931161-Fats-and-oils-choose-sensibly.html>

<https://www.alamy.com>

http://195.134.76.37/chemicals/chem_tocopherol.htm

<https://www.researchgate.net/profile/Agnese-Taticchi>

<https://docplayer.net/17931161-Fats-and-oils-choose-sensibly.html>

<https://sites.google.com/site/lifewavechrisalissaou/martyries/iatrika-arthra/eleutheres-rizes>

<https://sites.google.com/site/lifewavechrisalissaou/martyries/iatrika-arthra/eleutheres-rizes>

<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/deep-fat-frying>