

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

**«ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΩΝ ΚΑΙ ΣΠΟΡΕΛΑΙΩΝ ΣΤΗ
ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΕΡΟΛΩΝ.»**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΠΙΛΙΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ-ΜΑΡΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κος ΚΟΥΤΡΟΥΜΠΗΣ ΦΩΤΙΟΣ



ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2018

[1]

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	2
Περίληψη	3
Abstract	4
Κατάλογος πινάκων και εικόνων	5
Εισαγωγή	7
Κεφάλαιο 1 ^ο : Ελαιόλαδο	8
1.1 Χημική σύσταση ελαιολάδου	8
1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου	18
1.3 Κατηγορίες ελαιολάδου	21
1.4 Κριτήρια γνησιότητας ελαιολάδου	24
1.5 Έλεγχος νοθείας ελαιολάδου	29
Κεφάλαιο 2 ^ο : Σπορέλαια (Φυτικά Έλαια)	43
2.1 Γενικά	43
2.2 Μέθοδος παραλαβής	48
2.3 Ηλιέλαιο	52
2.4 Αραβοσιτέλαιο	56
2.5 Φοινικέλαιο	57
Κεφάλαιο 3 ^ο : Σύγκριση ελαιολάδων και σπορέλαιων	60
3.1 Γενικά σημεία υπεροχής του ελαιολάδου σε σχέση με τα υπόλοιπα έλαια	60
3.2 Σύγκριση σπορέλαιων και ελαιολάδων	63
3.3 Σύγκριση ελαιολάδου και ηλιέλαιου	66
Συμπεράσματα	68
Βιβλιογραφία	71

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την παρούσα πτυχιακή εργασία, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους βοήθησαν τόσο στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής, όσο και κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλους τον καθηγητή κ. Κουτρουμπί για την βοήθεια και την επίβλεψη της πτυχιακής μου εργασίας καθώς και για την άψογη συνεργασία και καθοδήγηση του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής.

Επίσης θα ήθελα, να ευχαριστήσω, ακόμη, τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, καθώς και όλους τους διδάσκοντες του τμήματος για τις γνώσεις που μου παρείχαν σε όλη την διάρκεια της φοίτησής μου στο εκπαιδευτικό αυτό ίδρυμα.

Τέλος, επειδή με την εργασία αυτή ολοκληρώνονται και οι σπουδές μου ως προπτυχιακή φοιτήτρια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την ηθική και οικονομική βοήθεια που μου παρείχαν.

Περίληψη

Τα έλαια έχουν εντυφίσει σε πολύ μεγάλο βαθμό στην ζωή των ανθρώπων καθώς αποτελούν αναπόσπαστη πρώτη ύλη τόσο της διατροφής όσο και πολλών δραστηριοτήτων που αναπτύσσουν, ανάλογα με τη προτεινόμενη χρήση αυτών. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, πραγματοποιείται μία αναλυτική απόπειρα διερεύνησης για τις κυριότερες κατηγορίες ελαίων μέσω ποικίλων επιστημονικών άρθρων και βιβλίων, από διακεκριμένους επιστήμονες του κλάδου. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται στοιχεία τόσο για τα ελαιόλαδο όσο και για τα σπορέλαια και στη συνέχεια πραγματοποιείται σύγκριση αυτών των δύο (2) υλικών ως προς τα επιμέρους στοιχεία που τα απαρτίζουν.

Abstract

The oils have grown to a great extent in people's lives as they are an integral raw material of both nutrition and many activities they develop, depending on their intended use. In this thesis, a detailed attempt to investigate the main categories of oils through various scientific articles and books by distinguished scientists in the field is being carried out. Specifically, data are presented for both olive oil and seed oils and then a comparison of these two (2) materials is made with respect to the individual elements that make up them.

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1	12
Πίνακας 2	14
Πίνακας 3	14
Πίνακας 4	21
Πίνακας 5	24
Πίνακας 6	25
Πίνακας 7	25
Πίνακας 8	26
Πίνακας 9	26
Πίνακας 10	27
Πίνακας 11	28
Πίνακας 12	28
Πίνακας 13	29
Πίνακας 14	29
Πίνακας 15	34
Πίνακας 16	37
Εικόνα 2	39
Πίνακας 17	45
Πίνακας 18	46
Πίνακας 19	52
Πίνακας 20	53
Πίνακας 21	54
Πίνακας 22	54
Πίνακας 23	58
Πίνακας 24	59
Πίνακας 25	63

Πίνακας 26	63
Πίνακας 27	66

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1	16
Εικόνα 2	41
Εικόνα 3	42
Εικόνα 4	48

Εισαγωγή

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία διερευνάται το θέμα της σύγκρισης μεταξύ των ελαιολάδων και των σπορέλαιων όσον αναφορά την περιεκτικότητα αυτών στις στερόλες που περιέχουν, με σκοπό την διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων επί του θέματος.

Είναι γνωστό ότι τόσο τα ελαιόλαδα όσο και τα σπορέλαια, αποτελούν ουσίες με πολύπλοκες χημικές συστάσεις και διαθέτουν ποικίλες χρήσεις ακόμα και στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων με θετικές επιπτώσεις σε αυτή.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία, πραγματοποιείται μέσα από μία ενδεδειγμένη βιβλιογραφική επισκόπηση η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ενός αρκετά μεγάλο πλήθους ελληνικών αλλά και ξενόγλωσσων βιβλίων και επιστημονικών άρθρων.

Το παρόν έγγραφο επιμερίζεται σε τρία (3) κεφάλαια με σκοπό την σωστή κατανόηση του αναγνώστη. Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το ελαιόλαδο όσον αναφορά τη χημική σύσταση αυτού, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που διαθέτει, τις κατηγορίες του και τον έλεγχο νοθείας του ελαιολάδου.

Το δεύτερο κεφάλαιο, αναφέρεται στα σπορέλαια, τονίζοντας τα γενικά στοιχεία αυτών, τις μεθόδους παραλαβής τους, τις χρήσεις που διαθέτουν ενώ σε αυτό το κεφάλαιο επίσης, αναλύονται κάποιες κατηγορίες σπορέλαιων, όπως το ηλιέλαιο, το αραβοσιτέλαιο και το φοινικέλαιο.

Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται αναλυτική σύγκριση των ελαιολάδων και των σπορέλαιων για τα οποία έχουν προηγηθεί τα σημαντικά στοιχεία τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

1.1 Χημική σύσταση ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο αποτελεί λιπαρή ύλη η οποία έχει ως βασικό της στοιχείο, τα τριγλυκερίδια, τα οποία ουσιαστικά είναι οργανικές χημικές ενώσεις αποτελούμενες από τρία (3) λιπαρά οξέα σε συνδυασμό με ένα (1) μόνο μόριο γλυκερόλης (Κυριτσάκης, 2007).

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να επισημανθεί ότι στη σύσταση των τριγλυκεριδίων λαμβάνουν χώρα πενήντα (50) διαφορετικά είδη λιπαρών οξέων, συνθέτοντας με αυτόν τον τρόπο διαφορετικούς συνδυασμούς που οφείλονται στην αρχική σύνθεσή τους. Από αυτά τα πενήντα (50) είδη λιπαρών οξέων, τα 16 από αυτά χαρακτηρίζονται ως κορεσμένα διότι περιλαμβάνουν στο μόριό τους μεγάλο αριθμό υδρογόνων που έχουν την δυνατότητα να παρακρατούν άτομα υδρογόνου, ενώ τα υπόλοιπα 34 από αυτά χαρακτηρίζονται ως ακόρεστα πράγμα το οποίο οφείλεται στην έλλειψη του μορίου 2, 4 ή 6 ατόμων υδρογόνου. Από τα παραπάνω στοιχεία, καθορίζεται η μορφή των τριγλυκεριδίων που εξαρτάται από την θερμοκρασία. Η μορφή αυτών μπορεί να είναι είτε υγρή όπου σε αυτήν την περίπτωση ονομάζονται έλαια είτε στερεή όπου καλούνται ως λίπη (Belitz et al, 2006).

Εκτός των άλλων, το ελαιόλαδο περιέχει τα παρακάτω στοιχεία (Fiorini et al, 2018):

- ✓ Φαινόλες
- ✓ Στερόλες
- ✓ Λιπαρά οξέα
- ✓ Αλειφατικές αλκοόλες
- ✓ Φωσφολιπίδια
- ✓ Χρωστικές
- ✓ Ρητινοειδείς και ζελατινοειδείς ουσίες
- ✓ Τοκοφερόλες
- ✓ Πτητικές οργανικές ενώσεις

Οι ουσίες αυτές που αναφέρθηκαν και εμπεριέχονται στην σύσταση του ελαιολάδου μπορούν να διακριθούν σε δύο (2) κατηγορίες, τις σαπωνοποιήσιμες ουσίες και τις ασαπωνοποιήσιμες ουσίες ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό της σύστασης του ελαιολάδου καταλαμβάνουν σαπωνοποιήσιμες ουσίες (Leonaridis et al, 2018).

Φαινόλες

Ως φαινόλες καλούνται οι ενώσεις εκείνες οι οποίες συμπεριλαμβάνουν το λιγότερο ένα βενζολικό δακτύλιο και τουλάχιστον ένα υδροξύλιο στο βενζολικό δακτύλιό τους. Οι φαινόλες έχουν την ικανότητα να επιδράσουν τόσο στην οσμή όσο και στην σταθερότητα, ειδικά του παρθένου ελαιολάδου (Nergiz & Unal, 1991).

Οι φαινόλες μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις (3) κατηγορίες. Τις απλές φαινόλες, τις φαινολικές αλκοόλες και τα φαινολικά οξέα (Nergiz & Unal, 1991). Οι απλές φαινόλες, αποτελούν την συνηθέστερη κατηγορία αυτών. Στην καθαρή τους έκδοση, δεν διαθέτουν χρώμα και η κατάστασή τους είναι στερεή ενώ αποκτούν χρώμα μόνο στην περίπτωση που εκτεθούν σε αέρα. Επιπροσθέτως, οι φαινόλες παρουσιάζουν δύο (2) βασικές ιδιότητες, την διάλυση τους στο νερό εφόσον υφίσταται αυξητική τάση στο πλήθος των φαινολικών υδροξυλικών και τη διαλυτότητα σε οργανικούς διαλύτες (Nergiz & Unal, 1991).

Σύμφωνα με τον Κυριτσάκη (2007), η συγκέντρωση των φαινολών έρχεται σε άμεση αλληλεπίδραση με τις συνθήκες που υποβάλλονται στο ελαιουργείο και τον τύπο αυτού, την ποικιλία του καρπού, τους παράγοντες του περιβάλλοντος που επιδρούν σε αυτό, το επίπεδο ωριμότητας, την φροντίδα του καρπού σε όλη τη διάρκεια καλλιέργειας και τις επικρατούσες συνθήκες πριν την επεξεργασία.

Κατά τους Tuck & Hayball (2002), τα κύρια συστατικά των φαινολών είναι η τυροσόλη και η υδροξυτυρολόση ενώ ως πολικές ενώσεις χαρακτηρίζονται ως υδρολυτικές, λυποδιαλυτές και αντιοξειδωτικές. Εκτός από τα κύρια συστατικά των φαινολών που αναφέρθηκαν πιο πάνω, στην σύστασή τους εμπεριέχονται επίσης, ελευρωπαΐνη, φερουλικό οξύ, απιγενίνη, καφεϊκό οξύ, σιναπικό οξύ, ο- και π-κουμαρικό οξύ και γαλλικό οξύ. Τέλος, η περιεκτικότητα των φαινολών ανέρχεται σε τιμές από 50 ppm έως 200 ppm, με σπάνιες περιπτώσεις να φθάνουν έως 1000 ppm (Κυριτσάκης, 2007).

Στερόλες

Οι στερόλες αποτελούν μεγάλου μεγέθους αλκοόλες που σχεδόν πάντα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο μοριακού βάρους. Έχουν άμεση συνάφεια με την αυθεντικότητα και την ποιότητα του ελαιολάδου ενώ υπεισέρχεται στα φυσικά λιπαρά όλων των κατηγοριών (ελεύθερα και δεσμευμένα) υπό την μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα (Canabate – Diaz et al, 2007).

Οι στερόλες παρουσιάζουν συμπεριφορά διαλυτών και οι κατηγορίες τους που περιλαμβάνονται στο ελαιόλαδο είναι οι παρακάτω (Giacolone et al, 2015) :

- ✓ 4^α μεθυστρερόλες: Αυτού του είδους η στερόλη που περιλαμβάνεται στο ελαιόλαδο, είναι αποτέλεσμα το οποίο προέρχεται από την αποκέντρωση ενός κλάσματος όπου τα πλήρη συστατικά του εμφανίζονται υπό τη μορφή TLC (χρωμογραφία λεπτών στιβάδων) που παρουσιάζουν στοιχεία πολικότητας παρόμοια με αυτά των στερολών (Belitz et al, 2006).
- ✓ Κοινές στερόλες: Οι κοινές στερόλες είναι άλλο ένα κλάσμα στερολών που υπάρχει εντός του ελαιολάδου. Η β – σιτοστερόλη καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό του στερολικού κλάσματος του ελαιολάδου. Η αθροιστική περιεκτικότητα που διαθέτουν οι στερόλες εντός του ελαιολάδου είναι μεταξύ 180 – 265 mg/ 100g. Στο στάδιο της αποθήκευσης του ελαιολάδου παρατηρείται αυξητική τάση του ρυθμού οξείδωσης του ενώ ταυτόχρονα, μειώνονται τα επίπεδα της περιεκτικότητας του σε στερόλες (Κυριτσάκης, 2007).
- ✓ Τριτερπενικές διαλκοόλες: Οι βασικότερες κατηγορίες του συγκεκριμένου είδους στερολών στο ελαιόλαδο είναι η ερυθροδιόλη και η ουβαόλη. Οι απόλυτες συχνότητες αυτών κυμαίνονται από 1 έως 20 mg ανά 100g.
- ✓ 4,4 διμεθυλοστερόλες: Σύμφωνα με τους Kiosseoglou et al. (1987), οι 4,4 διμεθυλοστερόλες που περιλαμβάνονται στο ελαιόλαδο είναι η α – αμυρίνη, η β – αμυρίνη και ορισμένες επιπλέον διμεθυλοστερόλες. Η συγκέντρωσή τους μεταξύ των επιπέδων 100mg έως 150mg ανά 100g.

Λιπαρά οξέα

Σύμφωνα με τον Κυριτσάκη (2007), η χημική σύσταση του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα ποικίλλει και διαμορφώνεται σύμφωνα με την ποικιλία του ελαιοκάρπου, το βαθμό ωρίμανσης της πρώτης ύλης (ελιάς) και τις συνθήκες του εδάφους αλλά και του κλίματος που επικρατούν.

Όπως έχουμε προαναφέρει, τα λιπαρά οξέα, διαχωρίζονται σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και ακόρεστα λιπαρά οξέα. Αυτά που περιέχονται στην χημική σύσταση του ελαιολάδου, ως βασικά λιπαρά οξέα, είναι τα εξής (Κυριτσάκης, 1993):

- ✓ Παλμιτικό (C16 : 0)
- ✓ Στεατικό (C18 : 0)
- ✓ Ελαϊκό (C18 : 1)
- ✓ Λινελαϊκό (C18 : 2)
- ✓ Λινελενικό (C 18 : 3)
- ✓ Αραχιδονικό (C20 : 4)
- ✓ Παλμιτελαϊκό (C16 : 1)

Όσον αναφορά τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, αυτά που παρουσιάζουν την συχνότερη εμφάνιση είναι το ελαϊκό και το λινελαϊκό . Ενώ όσον αναφορά τα κορεσμένα λιπαρά οξέα, εμφανίζονται πιο συχνά το παλμιτικό και το στεατικό (Κυριτσάκης, 1993).

Τα τριγλυκερίδια αποτελούν περίπου το 80% του ελαιολάδου, παρουσιάζονται σε υγρή μορφή ενώ αλληλεπιδρούν με το ελαϊκό οξύ (Colakoglou, 1966). Στη χημική σύσταση του ελαιολάδου, περιέχονται σε πολύ μικρές ποσότητες και με ιδιαίτερα χαμηλό ποσοστό εμφάνισης ως δευτερεύοντα λιπαρά οξέα τα εξής (Colakoglou, 1966):

- ✓ Μυριστικό οξύ (C14 : 0)
- ✓ Αραχιδικό οξύ (C20 : 0)
- ✓ Λαουρικό οξύ (C12 : 0)

Οι περιεκτικότητες όλων των λιπαρών οξέων, που περιέχονται στη χημική σύσταση του ελαιολάδου, σύμφωνα με τον Κυριτσάκη (2007), παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΕΣ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ	
ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
Ελαιικό	56 – 83
Παλμιτικό	7,5 – 20
Λινελαϊκό	3,5 – 20
Στεατικό	0,5 – 5
Παλμιτελαϊκό	0,3 – 3,5
Λινολενικό	Έως 1,5
Μυριστικό	Έως 1,5
Αραχιδικό	≤ 0,8
Βεχανικό	≤ 0,2
Αιγνοκερικό	≤ 1
Δεκαεπτανοϊκό	≤ 0,5
Δεκαπτενειακό	≤ 0,6

Πίνακας 1: Περιεκτικότητα λιπαρών οξέων

Φωσφολιπίδια

Το παρθένο ελαιόλαδο περιέχει πολύ μικρό πλήθος φωσφολιπιδίων. Από το σύνολο αυτής της μικρής ποσότητας φωσφολιπιδίων που εμπεριέχονται εντός του ελαιολάδου, το μεγαλύτερο ποσοστό της εντοπίζεται στον πυρήνα του ελαιοκάρπου.

Η συγκέντρωση, σε γενικές γραμμές, των φωσφολιπιδίων παίρνει τιμές από 35 – 40 mg / kg. Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν η κεφαλίνη και η λεκιθίνη ενώ το ελαϊκό οξύ (από την κατηγορία των λιπαρών οξέων) συνθέτουν μαζί με άλλα στοιχεία, το μόριο των φωσφολιπιδίων του ελαιολάδου (Κυριτσάκης, 1989).

Ασαπωνοποίητο κλάσμα

Μέσω του ασαπωνοποίητου κλάσματος είναι εφικτό να προσδιορισθούν οι ολικές ποσότητες των μικροσυστατικών που περιέχονται στη σύσταση του ελαιολάδου. Ως ασαπωνοποίητο κλάσμα, καλείται ο συνολικός αριθμός των προϊόντων, όπου εμπεριέχονται στην αναλυόμενη ουσία, το οποίο μετά το πέρας της σαπωνοποίησης με υδροξείδιο του καλίου και την εξαγωγή με συγκεκριμένο διαλύτη, παραμένει στην κατάσταση μη πτητικού στοιχείου, το οποίο υπόκειται σε προκαθορισμένες συνθήκες. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να τονισθεί ότι το ασαπωνοποίητο κλάσμα περιέχει στερόλες, χρωστικές, υδατάνθρακες, αλειφατικές αλκοόλες και ξένα οργανικά συστατικά (Κυριτσάκης, 1989).

Η ποσότητα αλλά και η τελική σύσταση του ασαπωνοποίητου κλάσματος διαφέρουν ανά περίπτωση και εξαρτώνται άμεσα από τον τρόπο παραλαβής του καρπού (Κυριτσάκης, 1989).

Στον παρακάτω πίνακα του Κυριτσάκη (2007), παρουσιάζεται η σύσταση του κλάσματος των ασαπωνοποίητων συστατικών τόσο του παρθένου ελαιολάδου όσο και του πυρηνελαίου.

ΤΑΞΗ ΑΣΑΠΩΝΟΠΟΙΗΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ	ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ (%)	ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟ (%)
Σκαναλένιο και άλλοι υδατάνθρακες	30 – 50	12
Στερόλες	15	25
Τριτερπενοειδείς αλκοόλες	10	12
Λιπαρές αλκοόλες	-	16
Καροτενοειδή, Τοκοφερόλες και άλλα στοιχεία	25 – 45	35

Πίνακας 2: Σύσταση κλάσματος ελαιολάδου των ασαπωνοποιητών συστατικών (Κυριτσάκης, 2007).

Επίσης, όλα τα μικροσυστατικά όπου εμπεριέχονται στο ελαιόλαδο, δεν απομονώνονται, μόνο με το ασαπωνοποίητο κλάσμα. Κάποια συστατικά όπως τα γλυκερίδια και τα φωσφατίδια, σαπωνοποιούνται (Κυριτσάκης, 1989).

Παρακάτω, σύμφωνα με τον Κυριτσάκη (2007), παρουσιάζεται η περιεκτικότητα του παρθένου και του εξευγενισμένου ελαιολάδου σε μη γλυκεριδικά συστατικά.

ΜΗ ΓΛΥΚΕΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ	ΠΑΡΘΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ (mg / kg)	ΕΞΕΥΓΕΝΙΣΜΕΝΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ (mg / kg)
Υδρογονάνθρακες	3800	390
Τοκοφερόλες	150	100
Φαινόλες	350	80
Πτητικοί εστέρες	100	30

Πτητικές καρβονυλικές ενώσεις	40	10
Αλειφατικές αλκοόλες	200	100
Τριτερπενοειδείς αλκοόλες	3500	2500
Στερόλες	500	1500

Πίνακας 3: Περιεκτικότητα παρθένου και εξευγενισμένου ελαιολάδου σε μη γλυκεριδικά συστατικά (Κυριτσάκης, 2007).

Χρωστικές

Οι χρωστικές είναι ουσίες οι οποίες εμπεριέχονται στο ελαιόλαδο, αποτελούν μέτρο ποιότητας αυτού και είναι υπεύθυνες για το ορθό χρώμα του ελαιολάδου. Οι χρωστικές ουσίες, έχουν, επίσης, άμεση σχέση με τους μηχανισμούς φωτοζήδωσης και αυτοξειδωσης. Επιπρόσθετα, οι χλωροφύλλες και τα καροτενοειδή αποτελούν σημαντικά στοιχεία των χρωστικών (Κυριτσάκης, 1989).

Οι χλωροφύλλες και οι φαιοφυτίνες είναι σημαντικές ουσίες οι οποίες ως βασική τους λειτουργία έχουν την κατασκευή σωστού χρώματος. Συγκεκριμένα, αυτό το επιτυγχάνουν οι χλωροφύλλες α και β και οι φαιοφυτίνες α και β. Η περιεκτικότητα, αυτών, στο ελαιόλαδο κυμαίνεται μεταξύ 1 – 20 ppm. Σε παρουσία εντοπίζονται τα υψηλά επίπεδα της φαιοφυτίνης α και η περιεκτικότητά της είναι μεταξύ 70-80%, των συνολικών χρωστικών ουσιών. Επίσης, έντονη διαφορά υπάρχει μεταξύ χλωροφύλλης α και χλωροφύλλης β, ως προς το αντιμεθύλιο και το αλδεϋδικό οξύ, αντίστοιχα, στο τρίτο άτομο του άνθρακα της σύστασης τους (Κυριτσάκης, 2007).

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι η διαδικασία της φυγοκέντρωσης ως μέθοδος παραγωγής λαδιού, παράγει προϊόντα, 20 – 40% πιο εμπλουτισμένα σε χλωροφύλλες, σε αντίθεση με τα προϊόντα τα οποία είναι αποτέλεσμα πίεσης (Aparicio – Ruiz & Harwood, 2000).

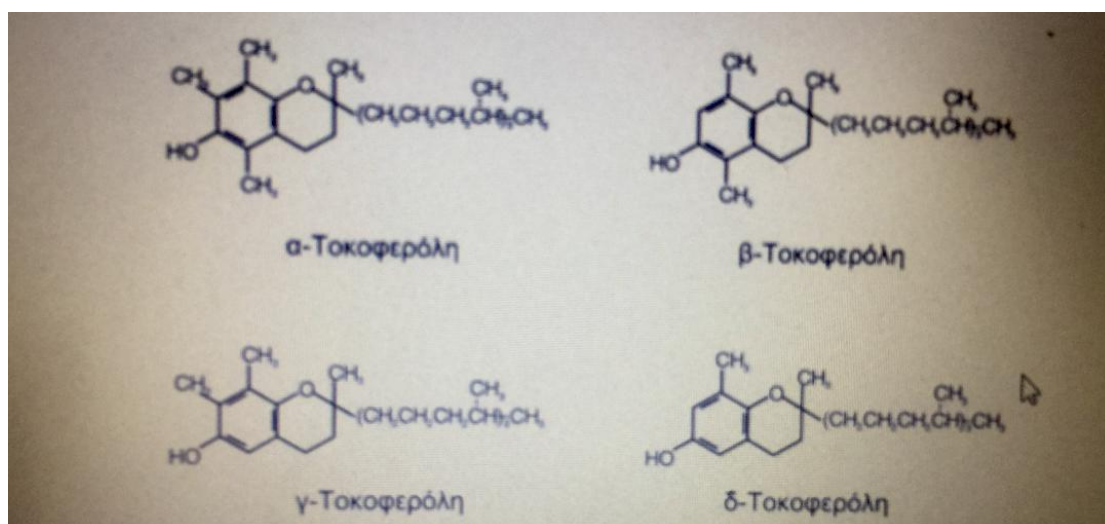
Εκτός από τις χλωροφύλλες εντός του ελαιολάδου υπάρχουν και τα καροτενοειδή. Τα βασικότερα καροτενοειδή όπου εμπεριέχονται στο ελαιόλαδο είναι το β – καροτένιο,

η λουτεΐνη, η νεοξανθίνη και η βιολαξανθίνη. Όλα τα ελαιόλαδα τα οποία αποτελούν αποτέλεσμα της διαδικασίας φυγοκέντρωσης, παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης των καροτενοειδών σε αντίθεση με τα αποτελέσματα που προέρχονται από την διαδικασία της διύλισης (Ronalli et al, 2003). Τέλος, τα ολικά καροτενοειδή λαμβάνουν τιμές μεταξύ 1 – 20 ppm ενώ το β – καροτένιο μεταξύ 0,5 – 4 ppm (Ronalli et al, 2003).

Τοκοφερόλες

Και οι τοκοφερόλες, όπως και όλα τα παραπάνω στοιχεία που αναλύθηκαν, αποτελούν πολύ σημαντικά συστατικά του ελαιολάδου. Οι τοκοφερόλες συντελούν ετεροκυκλικές ενώσεις οι οποίες διακατέχονται από αυξημένο μοριακό βάρος ενώ μαζί με έτερες ουσίες και ενώσεις, βοηθούν στη διαμόρφωση σταθερού επιπέδου του ελαιολάδου (Κυριτσάκης, 2007).

Οι κυριότερες χημικές δομές των τοκοφερολών στο ελαιόλαδο, παρουσιάζονται παρακάτω.



Εικόνα 1: Χημικές δομές τοκοφερολών στο ελαιόλαδο (Κυριτσάκης, 2007).

Από το πιο πάνω σχήμα, φαίνεται ότι οι τοκοφερόλες διακρίνονται σε α, β, γ και δ τοκοφερόλες. Η α τοκοφερόλη αποτελεί την κύρια μορφή της, με ιδιαίτερα αυξημένο επίπεδο εμφάνισης και ποσοστό 88,5 % του συνολικού πλήθους. Η περιεκτικότητα της, από την άλλη πλευρά, λαμβάνει τιμές μεταξύ 12 – 150 mg / kg. Οι τοκοφερόλες παρουσιάζουν έντονη αντιοξειδωτική δράση (Κυριτσάκης, 2007).

1.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά ελαιολάδου

Η ποιότητα του ελαιολάδου αξιολογείται βάση συγκεκριμένων χαρακτηριστικών που αυτό διαθέτει. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα ακόλουθα (Κυριτσάκης, 1993):

- ✓ Το χρώμα
- ✓ Η οξύτητα
- ✓ Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά
- ✓ Η οξείδωση

Παρακάτω ακολουθεί η ανάλυση αυτών των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιολάδου.

Χρώμα

Το χρώμα το οποίο διαθέτει το ελαιόλαδο, αποτελεί έναν από τους πιο σπουδαίους δείκτες που ορίζουν την ποιότητα αυτού ενώ είναι ικανό να επηρεάσει την ζήτηση στην αγορά του συγκεκριμένου προϊόντος ως καταναλωτικό αγαθό (Κυριτσάκης, 1993). Το χρώμα του ελαιολάδου διαφοροποιείται ανά τόπο παραγωγής και από ποικιλία σε ποικιλία (Mapelli – Brahm, 2017).

Το χρώμα το οποίο κατέχει το ελαιόλαδο στο αρχικό στάδιο της συγκομιδής του καρπού είναι πράσινο ενώ όσο περνάει ο καιρός και επέρχεται σε αυτό, το στάδιο της ωριμότητας, το χρώμα του μετατρέπεται σε κίτρινο – χρυσό, γεγονός το οποίο οφείλεται στο ποσοστό αυξημένων επιπέδων καροτινών. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να πούμε ότι το στοιχείο εκείνο το οποίο καθορίζει σε τελική φάση το χρώμα του ελαιολάδου είναι το είδος των χρωστικών ουσιών που κατέχει κατά την διαδικασία συγκομιδής του καρπού (Κυριτσάκης, 1993).

Οξύτητα

Η οξύτητα αποτελεί ακόμα ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της ποιότητας του ελαιολάδου. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό έχει τη δυναμική να καθορίσει τα επίπεδα τιμών του προϊόντος αλλά και τον βαθμό ανταγωνισμού του. Σύμφωνα με

την οξύτητά τους τα ελαιόλαδα διαχωρίζονται σε βιομηχανικά και σε φαγώσιμα. Ο παράγοντας ο οποίος είναι σε θέση να επηρεάσει τον βαθμό οξύτητας του ελαιολάδου κατά συνέπεια και την ποιότητα αυτού, είναι η αρχική ποιότητα του καρπού. Εν συνεχεία, βέβαια, κάποιες φορές έχουν παρατηρηθεί μικρές αυξητικές τάσεις, σχεδόν ανεπαίσθητες, κατά την αποθήκευση του ελαιολάδου, στην οξύτητά του, οι οποίες οφείλονται στα υδρολυτικά ένζυμα, στον βαθμό υγρασίας και το ίζημα του πάτου του δοχείου αποθήκευσης (Κυριτσάκης, 1993).

Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Με τον όρο οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, αναφερόμαστε στο άρωμα αλλά και την γεύση που διαθέτει το ελαιόλαδο. Με βάση αυτού του είδους τα χαρακτηριστικά του ελαιολάδου, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε (Κυριτσάκης, 1993):

- Φρουτώδη: Προέρχονται από ώριμο (γινωμένο) καρπό που συνεπάγει άριστη γεύση του προϊόντος.
- Αγουρέλαιο: Είναι προϊόν άγουρου καρπού και η γεύση του είναι στυφή.
- Ελαττωματικό: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται τα ελαιόλαδα που η γεύση τους διαθέτει μη υγιεινά στοιχεία, όπως είναι η μούχλα.
- Καλή γεύση: Ουσιαστικά αφορά την φυσιολογική γεύση που πρέπει να έχουν τα ορθά παραγόμενα ελαιόλαδα.
- Πικρά: Το αποτέλεσμα αυτό δημιουργείται λόγω της εισχώρησης εντός του ελαιολάδου, υψηλής ποσότητας φύλλων.

Οξείδωση

Η οξείδωση αποτελεί το τελευταίο αλλά πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του ελαιολάδου το οποίο συμβάλει στην ποιότητά του. Η οριοθέτηση του βαθμού οξείδωσης του ελαιολάδου μπορεί να προσδιορισθεί με δύο (2) βασικές μεθόδους (Αλεξάκης, 2003):

- ❖ Την μέτρηση του πλήθους των υπεροξειδίων: Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται με απώτερο σκοπό να ελεγχθεί το επίπεδο οξείδωσης του ελαιολάδου. Το όριο που έχει θεσπίσει το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδων είναι ίσο ή μικρότερο από 20.
- ❖ Την απορρόφηση στο υπεριώδες φάσμα: Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτίμησης της οξείδωσης του ελαιολάδου εφαρμόζεται στην περίπτωση ελέγχου σχετικά με την οξειδωτική αλλοίωση. Η μέτρηση αυτή, λαμβάνει χώρα σε φασματοφωτόμετρο με την συνεργασία υπεριώδους φάσματος, στα μήκη κύματος 232nm και 270nm.

1.3 Κατηγορίες ελαιολάδου

Το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (International Olive Oil Council), δημιουργήθηκε εδώ και πολλά χρόνια με σκοπό να οριοθετήσει σε σαφή πλαίσια, τα θέματα τα οποία αφορούν το συγκεκριμένο παραγόμενο προϊόν. Βάση, λοιπόν, του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (2006), οι κατηγορίες του ελαιολάδου και του πυρηνελαίου αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ	ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟ
Παρθένο ελαιόλαδο	Ακατέργαστο πυρηνέλαιο
Ραφιναρισμένο ελαιόλαδο	Ραφιναρισμένο πυρηνέλαιο
Ελαιόλαδο	Πυρηνέλαιο

Πίνακας 4: Κατηγορίες ελαιολάδων και πυρηνελαίων βάση του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολαδών.

Παρακάτω θα αναλυθούν τόσο οι κατηγορίες του ελαιολάδου όσο και του πυρηνελαίου.

Ελαιόλαδο

Ως ελαιόλαδο ορίζεται το παραγόμενο προϊόν το οποίο συντελεί το αποτέλεσμα που προέρχεται από τον ελαιόκαρπο (Αλεξιάκης, 2003). Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (2006), αυτό κατατάσσεται στις εξής κατηγορίες:

- Παρθένο ελαιόλαδο: Ως παρθένο ελαιόλαδο χαρακτηρίζεται το ελαιόλαδο εκείνο το οποίο δεν περιέχει καμία απολύτως επεξεργασία εκτός των φυσιολογικών για την παραγωγή του (πλύσιμο καρπού, φυγοκέντρηση,

φιλτράρισμα). Το παρθένο ελαιόλαδο διαχωρίζεται σε επιμέρους κατηγορίες βάση της καταλληλότητας που διαθέτει προς βρώση. Έτσι, λοιπόν, το παρθένο ελαιόλαδο το οποίο είναι κατάλληλο προς βρώση διακρίνεται σε εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, σε παρθένο ελαιόλαδο και σε κοινό παρθένο ελαιόλαδο. Το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο χαρακτηρίζεται, από ελεύθερη οξύτητα, επιπέδου περιεκτικότητας έως 0,8 gr / 100 gr. Το παρθένο ελαιόλαδο, παρουσιάζει και αυτό το χαρακτηριστικό της ελεύθερης οξύτητας ενώ η περιεκτικότητά του κυμαίνεται έως 2 gr / 100 gr ενώ στο κοινό παρθένο ελαιόλαδο η περιεκτικότητα της οξύτητάς του, λαμβάνει τιμές έως 3,3 gr / 100 gr. Από την άλλη πλευρά, το παρθένο ελαιόλαδο το οποίο, όμως, δεν είναι κατάλληλο προς βρώση, παρουσιάζει επίπεδα περιεκτικότητας σε οξύτητα τα οποία, πάντα, είναι μεγαλύτερων των 3,3 gr / 100gr (International Olive Oil Council, 2006).

- Ραφιναρισμένο ελαιόλαδο: Η συγκεκριμένη κατηγορία ελαιολάδου αποτελεί το προϊόν που εξάγεται από την διαδικασία ραφινάρισματος η οποία πραγματοποιείται στα παρθένα ελαιόλαδα και δεν έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την αλλαγή των επιπέδων γλυκεριδικών. Και αυτή η κατηγορία, όπως και η προηγούμενη, παρουσιάζει το χαρακτηριστικό της ελεύθερης οξύτητας ενώ τα επίπεδα περιεκτικότητας της εδώ, κυμαίνονται έως 0,3 gr / 100 gr (International Olive Oil Council, 2006).
- Ελαιόλαδο: Η κατηγορία αυτή, ουσιαστικά, είναι το αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει στην περίπτωση που αναμειχθεί το παρθένο ελαιόλαδο με το ραφιναρισμένο ελαιόλαδο. Παρουσιάζει, όπως όλες οι κατηγορίες ελαιολάδων, ελεύθερη οξύτητα και τα επίπεδα αυτής κυμαίνονται έως 1 gr / 100 gr (International Olive Oil Council, 2006).

Πυρηνέλαιο

Ως πυρηνέλαιο ορίζεται το έλαιο εκείνο το οποίο συντελεί το αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει από την πρόσμιξη πυρηνελαίων με έτερα διαλύματα άλλων κατηγοριών (Αλεξάκης, 2003). Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδων (2006), οι κατηγορίες των πυρηνελαίων είναι οι παρακάτω :

- Ακατέργαστο πυρηνέλαιο: Η συγκεκριμένη κατηγορία πυρηνελαίου αποτελεί την πρώτη ύλη σε διάφορες τεχνικές εφαρμογές και εκτός των άλλων διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο στην διαδικασία ραφινάρισματος (International Olive Oil Council, 2006).
- Ραφινάρισμένο πυρηνέλαιο: Η κατηγορία αυτή αποτελεί το προϊόν το οποίο παράγεται από το ακατέργαστο πυρηνέλαιο δια μέσου της διαδικασίας ραφινάρισματος. Διαθέτει το χαρακτηριστικό της ελεύθερης οξύτητας και τα επίπεδα περιεκτικότητας του φθάνουν έως 0,3 gr / 100 gr (International Olive Oil Council, 2006).
- Πυρηνέλαιο: Η κατηγορία αυτή είναι το μείγμα το οποίο προκύπτει μέσα από την πρόσμιξη του παρθένου ελαιολάδου με το ραφινάρισμένο πυρηνέλαιο. Η περιεκτικότητας της οξύτητάς του κυμαίνεται σε επίπεδα έως 1 gr / 100 gr (International Olive Oil Council, 2006).

1.4 Κριτήρια γνησιότητας ελαιολάδου

Τα κριτήρια γνησιότητας ελαιολάδου ουσιαστικά είναι τα κριτήρια εκείνα τα οποία παρουσιάζουν την πλήρη ταυτότητα του ελαιολάδου ως προς της γνησιότητά του και την φυσική του υπόσταση. Τα κριτήρια αυτά είναι συγκεκριμένα, τα έχει θεσπίσει το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου και λαμβάνουν μετρήσιμες οριοθετημένες τιμές.

Τα κριτήρια αυτά σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (2008) έχουν ως εξής:

ΣΥΣΤΑΣΗ TRANS ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ (%)		
	C18:1(%)	C18:3(%)
Βρώσιμα παρθένα ελαιόλαδα	≤0,05	≤0,05
Μειονεκτικά παρθένα ελαιόλαδα	≤0,10	≤0,10
Ραφιναρισμένα ελαιόλαδα	≤0,20	≤0,30
Ελαιόλαδα	≤0,20	≤0,30
Ακατέργαστα Πυρηνέλαια	≤0,20	≤0,10
Ραφιναρισμένα πυρηνέλαια	≤0,40	≤0,35
Πυρηνέλαια	≤0,40	≤0,35

Πίνακας 5: Σύσταση των Trans λιπαρών οξέων (%) (Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, 2008)

ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΜΕ ΑΕΡΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ (% m/m μεθυλεσταίρων)	
Μυριστικό οξύ	≤ 0,05
Παλμιτικό οξύ	7,5 – 20
Παλμιτελαϊκό οξύ	0,3 – 3,5
Δικαεπτανοϊκό οξύ	≤ 0,3
Στεατικό οξύ	0,5 – 5
Ελαϊκό οξύ	55 – 83
Λινελαϊκό οξύ	3,5 – 21
Λινολενικό οξύ	≤ 1
Αραχιδικό οξύ	≤ 0,6
Γαδολεϊκό οξύ	≤ 0,4
Βεχενικό οξύ	≤ 0,2 (≤ 0,3 για τα πυρηνέλαια)
Λιγνοκηρικό οξύ	≤ 0,2

Πίνακας 6: Σύσταση λιπαρών οξέων προσδιοριζόμενη με αέρια χρωματογραφία (Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, 2008)

ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΠΟΜΕΘΥΛΟΣΤΕΡΟΛΩΝ (% ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΣΤΕΡΟΛΩΝ)	
	Ελαιόλαδα & Πυρηνέλαια
Χοληστερόλη	≤ 0,5
Μπρασσικαστερόλη	≤ 0,1 (≤ 0,2 στα πυρηνέλαια)

Καμπαστερόλη	≤ 4
Στιγμαστερόλη	< της καμποστερόλης στα βρώσιμα έλαια
Δέλτα – 7 στιγμαστερόλη	≤ 5
Βήτα – σιταστερόλη + Δέλτα -5 – αβεναστερόλη + Δέλτα – 5 23 – στιγμασταδιενόλη + κλεροστερόλη + σιτοστανόλη + Δέλτα – 5 – 24 – στιγμαετασταδιενόλη	≥ 93

Πίνακας 7: Σύνθεση απομεθυλοστερολών (Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, 2008)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΟΛΙΚΩΝ ΣΤΕΡΟΛΩΝ (mg / kg)	
Παρθένα ελαιόλαδα	≥ 1000
Ραφιναρισμένα ελαιόλαδα	≥ 1000
Ελαιόλαδα	≥ 1000
Ακατέργαστα πυρηνέλαια	≥ 2500
Ραφιναρισμένα πυρηνέλαια	≥ 1800
Πυρηνέλαια	≥ 1600

Πίνακας 8: Περιεχόμενο ολικών στερολών (Κυριτσάκης, 2007)

ΣΥΝΘΕΣΗ ΕΡΥΘΡΟΔΙΟΛΗΣ ΚΑΙ ΟΥΒΑΟΛΗΣ (% ΟΛΙΚΩΝ ΣΤΕΡΟΛΩΝ)	
ΕΙΔΗ	ΠΟΣΟΣΤΑ
Μειονεκτικά παρθένα ελαιόλαδα	$\leq 4,5$
Βρώσιμα παρθένα έλαια	$\leq 4,5$

Ραφιναρισμένα ελαιόλαδα	$\leq 4,5$
Ελαιόλαδα	$\leq 4,5$
Ακατέργαστα πυρηνέλαια	$>4,5$
Ραφιναρισμένα πυρηνέλαια	$>4,5$
Πυρηνέλαια	$>4,5$

Πίνακας 9: Σύνθεση ερυθροδιόλης και ουβαόλης (Κυριτσάκης, 2007)

ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΗΡΩΝ C40 + C42 + C44 + C46 (mg / kg)	
ΕΙΔΗ	MG / KG
Μειονεκτικά παρθένα ελαιόλαδα	≤ 300
Βρώσιμα παρθένα ελαιόλαδα	≤ 250
Ραφιναρισμένα παρθένα ελαιόλαδα	≤ 350
Ελαιόλαδα	≤ 350
Ακατέργαστα πυρηνέλαια	>300
Ραφιναρισμένα πυρηνέλαια	>300
Πυρηνέλαια	>300

Πίνακας 10: Σύνθεση κήρων (Μπαλατσούρας, 1997)

ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΣΠΟΡΕΛΑΙΩΝ ΒΑΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΙΜΩΝ ΕCΝ 42 ΤΩΝ ΤΡΙΓΛΥΚΕΡΙΔΙΩΝ ΟΣΟΝ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΤΙΜΗ	
ΕΙΔΗ	ΔΙΑΦΟΡΑ
Μειονεκτικά παρθένα ελαιόλαδα	0,3
Ραφιναρισμένα ελαιόλαδα	0,3
Ελαιόλαδα	0,3
Βρώσιμα παρθένα ελαιόλαδα	0,2
Ακατέργαστα πυρηνέλαια	0,6
Ραφιναρισμένα πυρηνέλαια	0,5
Πυρηνέλαια	0,5

Πίνακας 11: Εντοπισμός σπορέλαιων βάση υφιστάμενης διαφοράς μεταξύ τιμών ΕCΝ 42 των τριγλυκεριδίων όσον αναφορά την πραγματική και την θεωρητική τιμή (Κυριτσάκης, 2007).

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΤΙΓΜΑΣΤΑΔΕΝΙΩΝ	
ΕΙΔΗ	ΣΤΙΓΜΑΣΤΑΔΕΝΙΑ (mg / kg)
Βρώσιμα παρθένα ελαιόλαδα	$\leq 0,10$
Μειονεκτικά παρθένα ελαιόλαδα	$\leq 0,10$

Πίνακας 12: Σύνθεση στιγμασταδιενίων (Μπαλατσούρας, 1997).

ΑΣΑΠΩΝΟΠΟΙΗΤΟ ΚΛΑΣΜΑ (gr / kg)	
ΕΙΔΗ	Gr / Kg
Ελαιόλαδα	$\leq 15 \text{ gr / kg}$
Πυρηνέλαια	$\leq 30 \text{ gr / kg}$

Πίνακας 13: Ασαπωνοποίητο κλάσμα (Μπαλατσούρας, 1997)

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ 2 – ΓΛΥΚΕΡΟΛΟΜΟΝΟΠΑΛΜΙΤΙΝΗΣ (2P)	
ΕΙΔΗ	ΠΟΣΟΣΤΑ
Βρώσιμα παρθένα ελαιόλαδα	$C16 : 0 \leq 14 \% \text{ και } 2P \leq 0,9 \%$
Ελαιόλαδα	$C16 : 0 > 14 \% \text{ και } 2P \leq 1 \%$
Μη βρώσιμα παρθένα ελαιόλαδα	$C16 : 0 \leq 14 \% \text{ και } 2P \leq 0,9 \%$
Ραφιναρισμένα ελαιόλαδα	$C16 : 0 > 14 \% \text{ και } 2P \leq 1,1 \%$
Πυρηνέλαια	$\leq 1,2 \%$
Ακατέργαστα πυρηνέλαια	$\leq 1,4 \%$
Ραφιναρισμένα πυρηνέλαια	$\leq 1,4 \%$

Πίνακας 14: Συγκέντρωση 2 - Γλυκερολομονοπαλμιτίνης

1.5 Έλεγχος νοθείας ελαιολάδου

Δυστυχώς, τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί το έντονο φαινόμενο της νοθείας του ελαιολάδου που αποσκοπεί στην κερδοφορία των εμπόρων και των μεσαζόντων που εμπορεύονται αυτό, εις βάρος της δημόσιας υγείας και του πληθυσμού που καταναλώνουν κατά κόρον στην καθημερινή τους ζωή, το συγκεκριμένο προϊόν (Κυριτσάκης, 2007).

Η νοθεία του ελαιολάδου, πραγματοποιείται μέσω της εισχώρησης σε αυτό, ποσοτήτων έτερων ελαίων. Σύμφωνα με τον Κυριτσάκη (2007), τα μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται για τη νοθεία είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Ορυκτέλαιο: Το είδος αυτό του ελαίου χρησιμοποιείται για νοθεία του ελαιολάδου πολύ συχνή και ιδιαίτερα επιβλαβής για την υγεία του ανθρώπου καθώς χρησιμοποιούνται λάδια αυτοκινήτου και παραφινέλαιο.
- ✓ Πυρηνέλαιο: Η νοθεία του ελαιολάδου μέσω εισχώρησης σε αυτό, μικρής ποσότητας πυρηνελαίου, απαγορεύεται ρητά στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, παρόλο που το πυρηνέλαιο μετά τη διαδικασία του ραφινάρισματος θεωρείται κατάλληλο και για φαγητό.
- ✓ Ιχθυέλαια: Τα συγκεκριμένα είδη ελαίων εμπεριέχουν σε ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά πολυακόρεστα λιπαρά οξέα όπου αποτελούνται από δύο ή και περισσότερους από αυτούς δεσμούς. Τα λιπαρά οξέα συντελούνται με το βρώμιο και όλα τα παράγωγα αυτού.
- ✓ Σπορέλαια: Σε αυτήν την περίπτωση η νοθεία πραγματοποιείται με διάφορα λάδια σπόρων βαμβακέλαιο, αραχιδέλαιο, σησαμέλαιο κ.α.
- ✓ Αναμείξεις με έλαια ξένων χωρών: Αποτελεί πολύ γνωστή μορφή νοθείας του ελαιολάδου διότι η πρόσμειξη αυτή ναι μεν θεωρείται ως μία διαδικασία νόμιμη αλλά όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες δεν αναγράφονται επαρκώς στην αντίστοιχη ετικέτα προϊόντος.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (1995), οι πιο βασικές μέθοδοι και τεχνικές για τον εντοπισμό και τον έλεγχο της νοθείας του ελαιολάδου αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω:

Δείκτης Bellier – Marcille

Ως δείκτης Bellier – Marcille καλείται ο δείκτης εκείνος ο οποίος εκφράζει την θέρμανση σε βαθμούς Κελσίου (°C) η οποία με τη σειρά της, εμφανίζεται από την αρχή στο θόλωμα. Η συγκεκριμένη θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 0,25 °C , στην περίπτωση που η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται δύο (2) φορές ενώ ο αντίστοιχος δείκτης για το εξευγενισμένο ελαιόλαδο αλλά και για το παρθένο ελαιόλαδο, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 17.

Ουσιαστικά, ο δείκτης αυτός εκφράζει την θερμοκρασία όπου πραγματοποιείται η απαρχή της καθίζησης των αλάτων των λιπαρών οξέων του ελαιολάδου και μέσω αυτού, οι ειδικοί έχουν στην κατοχή τους, το ακριβές επίπεδο των κορεσμένων λιπαρών οξέων που περιέχονται στα ελαιόλαδα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1995).

Δοκιμή ανίχνευσης τσαγιελαίου

Η συγκεκριμένη μέθοδος νοθείας είναι αρκετά γνωστή στο ευρύ γνωστικό κοινό που παρακολουθεί το θέμα αυτό. Ως βασικό της άξονα διαθέτει τον σχηματισμό βαθυκόκκινου αποτελέσματος, όταν στο αντίστοιχο διάλυμα ελαιολάδου σε χλωροφόρμιο, προστεθεί μία ποσότητα ανάμειξης οξικού ανυδρίτη και θειικού οξέος. Αποτελεί μία ορθή αλλοίωση της μεθόδου Lieberman – Burchard (Μπαλατσούρας, 1997).

Δείκτης Vizern – Gullot

Ο δείκτης Vizern – Gullot, αποτελεί ένα μέτρο μέτρησης της νοθείας των ελαίων. Κυρίως, χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των παρθένων αλλά και των εξευγενισμένων

ελαιολάδων τα οποία διαθέτουν έλαια που ο αριθμός ιωδίου τους, λαμβάνει τιμές μεταξύ 100 – 150.

Ως βασικό της άξονα, η συγκεκριμένη μέθοδος διαθέτει την αντίδραση των ημιξηραιομένων ελαίων με το βρώμιο το οποίο έχει ως αποτέλεσμα, τη δημιουργία ιζήματος στους 0 °C (Μπαλατσούρας, 1997).

Δοκιμή Carocci – Buzzì

Η μέθοδος αυτή, λαμβάνει χώρα με σκοπό τον ενδελεχή έλεγχο της νοθείας που εφαρμόζεται στο ελαιόλαδο με το πυρηνέλαιο, έχοντας ως σημείο αναφοράς, τη δημιουργία ή όχι νιφάδων στην εξεταστέα ποσότητα δείγματος. Τα εξαχθέντα αποτελέσματα, μετά το πέρας του συγκεκριμένου ελέγχου, ορίζονται ως θετικά ή αρνητικά σύμφωνα με το κατά πόσον θα δημιουργηθούν νιφάδες ή όχι. Στην περίπτωση δημιουργίας νιφάδων σημαίνει ότι εντοπίστηκε πυρηνέλαιο στο εξεταστέο δείγμα ενώ στην περίπτωση θολώματος, που σημαίνει ότι δεν δημιουργήθηκαν νιφάδες, το πυρηνέλαιο απουσιάζει από το δείγμα (Μπαλατσούρας, 1997).

Ανίχνευση σπορέλαιων με τη δοκιμή Bellier

Με τη συγκεκριμένη μέθοδο εντοπίζονται σε γενικές γραμμές όλων των ειδών τα σπορέλαια στο ελαιόλαδο. Συγκεκριμένα, το αντιδραστήριο Bellier αποτελείται από κορεσμένο διάλυμα ρεζορκίνης σε συνδυασμό με βενζένιο. Η ανατάραξη του μείγματος (αντιδραστήριο Bellier και πυκνό νιτρικό οξύ) έχει διάρκεια περίπου 15 δευτερόλεπτα. Στην περίπτωση που η ανατάραξη αυτή, πριν ή μετά το πέρας της, οδηγήσει σε ιώδες χρώμα, τότε, αυτό σημαίνει ότι εντός του ελαιολάδου υπάρχει έστω και μικρή ποσότητα σπορέλαιου. Από την άλλη πλευρά, στην περίπτωση που η εμφάνιση του συγκεκριμένου χρώματος παρουσιαστεί πολύ αργότερα, δεν συνεπάγει νοθεία του ελαιολάδου (Μπαλατσούρας, 1997).

Προσδιορισμός αλειφατικών αλκοολών

Σε γενικές γραμμές, στα ελαιόλαδα παρουσιάζονται πολύ μικρές ποσότητες αλειφατικών αλκοολών από ότι τα πυρηνέλαια. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε, μέσω της μεθόδου αεριοχρωματογραφίας στο κλάσμα των αλειφατικών αλκοολών, του ελαιολάδου και αντίστοιχα του πυρηνελαίου, εξακριβώθηκε ότι η ύπαρξη κορεσμένων αλκοολών με γραμμική αλυσίδα. (Μπαλατσούρας, 1997).

Αντίδραση πολυβρωμιδίων

Με αυτού του είδους την αντίδραση εντοπίζεται στο ελαιόλαδο, η παρουσία ή μη, λιπαρών υλών οι οποίες συντελούνται και από λιπαρά οξέα με περισσότερους από δύο, μη συζυγείς διπλούς δεσμούς. Η παρούσα τεχνική έχει ως βάση της, τη δημιουργία ιζήματος, η οποία οφείλεται στη συγκράτηση βρωμίου στους διπλούς δεσμούς των οξέων που περιέχει. Το ίζημα αποτελείται από πολυβρωμιομένα παράγωγα τα οποία παρουσιάζονται σε αδιάλυτη μορφή και συγκεκριμένα σε διαιθυλαιθέρα (Μπαλατσούρας, 1997).

Προσδιορισμός στερολών

Στα έλαια, όπως έχει αναφερθεί ξανά στην παρούσα πτυχιακή εργασία, υπάρχουν οι εξής στερόλες ως κύρια συχνότητας: η β – σιτοστερόλη, η εργοστερόλη, η στιγμαστερόλη και η καμπεστερόλη. Κατά κύριο λόγο, τα παρθένα ελαιόλαδα παρουσιάζουν συχνή εμφάνιση της β-σιτοστερόλης. Τα επίπεδα της στερόλης αυτής που εμφανίζονται στα εξευγενισμένα ελαιόλαδα είναι ιδιαίτερα χαμηλού επιπέδου, πράγμα το οποίο οφείλεται στον εξευγενισμό και κυρίως στα στάδια της εξουδετέρωσης και του αποχρωματισμού όπου εκεί καταστρέφεται μεγάλο μέρος των στερολών, ενώ στο στάδιο της απόσμησης ένα άλλο μέρος συναποστάζει με τα δύσοσμα πτητικά συστατικά. Για αυτό το λόγο σημαντικός είναι ο προσδιορισμός των στερολών. Για τον ακριβή προσδιορισμό των στερολών, το κλάσμα των ασαπωνοποίητων συστατικών του ελαιολάδου αρχικά ξεκινά μέσω της αλουμίνιας για

την απομάκρυνση των ελεύθερων λιπαρών οξέων. Εν συνέχεια, απομακρύνεται το κλάσμα των στερολών με ταυτόχρονο διαχωρισμό αυτού επάνω σε πλάκες TLC επιστρωμένες με Silica Gel G. Και επιπλέον οι στερόλες αυτές μετατρέπονται σε τριμεθυλοσιλυλαιθερικά παράγωγα (TMS) τα οποία διαχωρίζονται αεριοχρωματογραφικά (Μπαλατσούρας, 1997).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται όλες οι τιμές περιεκτικότητας και τα είδη των στερολών, που έχουν εντοπισθεί στο ελαιόλαδο.

ΤΥΠΟΙ ΣΤΕΡΟΛΩΝ	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%)
Χοληστερόλη	$\leq 0,5$
Βρασσικαστερόλη	$\leq 0,1$
Καμποστερόλη	≤ 4
Στιγμαστερόλη	\leq Καμπαστερόλης εδάδιμου ελαιολάδου
Δ^7 - Στιγμαστερόλη	$\leq 0,5$
β -Σιτοστερόλη + $\Delta 5$ -Αβεναστερόλη + $\Delta 5,23$ -Στιγμασταδιενόλη + Χοληστερόλη + Σιτοστανόλη + $\Delta 5,24$ - Στιγμασταδιενόλη	≥ 93

Πίνακας 15: Τύποι στερολών και οι τιμές περιεκτικότητάς τους (Κυριτσάκης, 2007)

Προσδιορισμός κηρών

Σημαντικό χαρακτηριστικό του παρθένου ελαιόλαδου είναι η έλλειψη κηρών με 40 έως 46 άτομα άνθρακα. Οι κηροί εντοπίζονται σε πολύ μεγάλες ποσότητες στο εξευγενισμένο ελαιόλαδο και στο πυρηνέλαιο. Ο προσδιορισμός των κηρών παρέχει τη δυνατότητα επιπλέον διαφοροποίησης του πυρηνελαίου από το παρθένο ελαιόλαδο.

Ο ακριβής προσδιορισμός των επιπέδων των κηρών όπως και των ολικών αλειφατικών αλκοολών παρέχει τη δυνατότητα ισχυρής ανίχνευσης της νοθείας του ελαιόλαδου με πυρηνέλαιο (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1991). Σύμφωνα με αυτή, ο εντοπισμός των κηρών είναι πιο σημαντική μέθοδο σε αντιδιαστολή με τον προσδιορισμό των αλειφατικών αλκοολών για τον έλεγχο της νοθείας του παρθένου ελαιόλαδου (Κυριτσάκης, 2007).

Προσδιορισμός σκουαλενίου

Η νοθεία του ελαιόλαδου, δυστυχώς έχει ως άμεση συνέπεια τη μείωση των επιπέδων περιεκτικότητας αυτού σε σκουαλένιο. Στο εξευγενισμένο ελαιόλαδο παρουσιάζονται εκτός των άλλων και ισομερή στοιχεία του σκουαλενίου. Η ύπαρξη αυτών, προσδίδει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν ως βασικό κριτήριο για την προσθήκη εξευγενισμένου ελαιόλαδου σε παρθένο ελαιόλαδο.

Οι Grab et al., (1992), προσδιόρισαν τα προϊόντα που δημιουργούνται εξαιτίας της απόσπασης που αναπτύσσεται μεταξύ νερού και μορίου των στερολών και τα προϊόντα ισομερίωσης του σκουαλενίου, ως τεχνική για τον εντοπισμό νοθείας του παρθένου με το εξευγενισμένο ελαιόλαδο (Κυριτσάκης, 2007). Αυτά τα συστατικά απομακρύνονται με την πραγματοποίηση υγροχρωματογραφικής μεθόδου και εν συνεχεία πραγματοποιείται αεριοχρωματογραφική ανάλυση του υπάρχοντος κλάσματος όπου παραλαμβάνεται με χρήση τριχοειδούς στήλης που φέρει μέσης πολικότητας στατική φάση (Μπαλατσούρας, 1997).

Προσδιορισμός των κορεσμένων λιπαρών οξέων στη 2^η θέση του μορίου των τριγλυκεριδίων

Η τεχνική του προσδιορισμού των κορεσμένων λιπαρών οξέων στη 2^η θέση του μορίου των τριγλυκεριδίων, για πρώτη φορά παρουσιάστηκε το 1984 από το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου και το 1991 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ως μία καινοτόμα μέθοδος η οποία έχει τη δυνατότητα να ελέγχει τη γνησιότητα και τις ρίζες μόνο του παρθένου ελαιολάδου.

Τα βασικά κορεσμένα λιπαρά τα οποία παρουσιάζονται τόσο στο ελαιόλαδο όσο και στο πυρηνέλαιο είναι το παλμιτικό οξύ και το στεατικό οξύ. Το στεατικό οξύ βρίσκεται μόνο στην 2^η θέση του μορίου των τριγλυκεριδίων του πυρηνελαίου με τιμές περιεκτικότητας 0,2 έως 0,3 %. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονισθεί ότι τόσα στα κορεσμένα λιπαρά οξέα όσο και στα οξέα που παρουσιάζουν πλήθος ανθράκων πάνω από 20, δεν συμπεριλαμβάνονται πολύ τακτικά στην 2^η θέση του μορίου των τριγλυκεριδίων (Μπαλατσούρας, 1997).

Προσδιορισμός ερυθροδιόλης

Σύμφωνα με διατάξεις του Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (1995), ο λόγος του αθροίσματος της ερυθροδιόλης και της ουβαόλης, προς στον αντίστοιχο λόγο των στερολών, πρέπει να είναι το 100 φορές μεγαλύτερο, σε κάθε επιμέρους κατηγορία του ελαιολάδου και ταυτόχρονα δεν πρέπει να ξεπερνά τον αριθμό 4,5, όπως φαίνεται ξεκάθαρα στον παρακάτω πίνακα. Σε γενικές γραμμές, οι μέθοδοι οι οποίες προσδιορίζουν με ακρίβεια την ερυθροδιόλη και τις αλειφατικές αλκοόλες που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση πυρηνελαίου στο ελαιόλαδο παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα χωρίς όμως να έχει βρεθεί κάποια μέθοδος εξάλειψης αυτών (Κυριτσάκης, 2007).

Είδη	Ερυθροδιόλη + Ουβαόλη / Σύνολο Στερολών * 100
Λαμπάντε ελαιόλαδο	≤ 4,5
Παρθένο ελαιόλαδο	≤ 4,5
Εξευγενισμένο ελαιόλαδο	≤ 4,5
Ελαιόλαδο	≤ 4,5
Πυρηνέλαιο	≤ 4,5

Πίνακας 16: Αναλογία (%) της ερυθροδιόλης και της ουβαόλης στο σύνολο των στερολών στις κατηγορίες ελαιολάδου και πυρηνελαιίου

Αλογωμένοι διαλύτες

Ως αλογωνωμένοι διαλύτες ονομάζονται τα εξής στοιχεία: ο τετραχλωράνθρακας, το χλωροφόρμιο, το τετραχλωροαιθυλένιο και άλλα στοιχεία με παρόμοια χαρακτηριστικά και συμπεριφορά. Η μέγιστη τιμή αυτών, φθάνει σε 0,1 mg/kg για κάθε έναν από αυτούς τους διαλύτες. Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να τονισθεί ότι το γενικό σύνολο των αλογονόμενων διαλυτών απαραίτητα πρέπει να μην ξεπερνάει την τιμή 0,2 mg/kg (Μπαλατσούρας, 1997).

Προσδιορισμός στιγμασταδιενίων

Τα στιγμασταδιένια αποτελούν στεροειδή υδατάνθρακες. Ο ακριβής προσδιορισμός τους, εφαρμόζεται με σκοπό την ανίχνευση του ποσοστού των ραφιναρισμένων φυτικών ελαίων σε εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο μιας και τα ραφιναρισμένα ελαιόλαδα περιλαμβάνουν στιγμασταδιένια σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα ενώ τα εξαιρετικά παρθένα σε πολύ μικρό αριθμό (Κυριτσάκης, 2007).

Ανάλυση των μεθυστερολών των λιπαρών οξέων με σκοπό της εξακρίβωση της γνησιότητας του ελαιολάδου

Η παρούσα μέθοδος έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση τη μετατροπή των λιπαρών οξέων που περιέχει στους μεθυλεστέρες του και είναι πτητικοί (δηλαδή, περιέχουν μεγάλο αριθμό λιπαρών οξέων και έχουν ως σημείο ζέσεως αριθμό μεγαλύτερο των 400 βαθμών Κελσίου αλλά στις περισσότερες των περιπτώσεων αποσυντίθενται σε μικρότερες θερμοκρασίες). Επίσης, τα τριγλυκερίδια από την φύση τους έχουν ως σημείο ζέσεως υψηλό αριθμό και μάλιστα πολλά από αυτά διασπώνται σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες. Από την άλλη πλευρά, οι μεθυλεστέρες διαθέτουν πολύ χαμηλά σημεία ζέσεως με αποτέλεσμα να εξαερώνονται χωρίς να έχουν την ικανότητα να διασπώνται ταυτόχρονα (Μπαλατσούρας, 1997).

Η μέθοδος της αεριοχρωματογραφικής ανάλυσης των μεθυλεστερών στα λιπαρά οξέα έχει εφαρμοστεί πολλές φορές κατά τη διάρκεια των προηγούμενων ετών με σκοπό την ανίχνευση και τον εντοπισμό σπορέλαιων εντός του ελαιολάδο. Η ανίχνευση, βέβαια, του πυρηνελαίου εντός του ελαιολάδου αποτελεί μία δύσκολη διαδικασία πράγμα το οποίο οφείλεται κυρίως στη σύσταση και την πολυπλοκότητα των ελαίων. Η αιτία που το ελαιολάδο και το πυρηνέλαιο παρουσιάζουν παρόμοια σύσταση όσον αναφορά τα λιπαρά οξέα οφείλεται στο γεγονός ότι η πρώτη ύλη από την οποία συστήνονται είναι κοινή, διότι, κατά την επεξεργασία του ελαιοκάρπου στο ελαιουργείο, η διαδικασία της άλεσης και της μάλαξης έχουν ως αποτέλεσμα την πλήρη ομογενοποίηση της σάρκας και του πυρήνα της ελιάς. Έτσι, το έλαιο που απομένει, στο κέντρο του ελαιοπυρήνα και παραλαμβάνεται στη συνέχεια με εκχύλιση, έχει, περίπου την ίδια σύσταση σε λιπαρά οξέα με το ελαιολάδο (Κυριτσάκης, 2007).

Προσδιορισμός trans – ακόρεστων ή των trans –ισομερών των ακόρεστων λιπαρών οξέων για την εξακρίβωση της γνησιότητας του ελαιολάδου

Τα trans - ακόρεστα λιπαρά οξέα δεν περιέχονται σε καμία απολύτως ποσότητα εντός του παρθένου ελαιολάδου. Αυτά, περιέχονται στο εξευγενισμένο ελαιόλαδο καθώς εκεί δημιουργούνται, κυρίως, στο στάδιο της απόσμησης, στην περίπτωση που αυτή πραγματοποιείται σε ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες (Κυριτσάκης, 2007).

Γενικά, υπάρχουν ποικίλες τεχνικές οι οποίες έχουν την ιδιότητα να προσδιορίζουν τα trans ακόρεστων λιπαρών οξέων στο ελαιόλαδο και τα υπόλοιπα έλαια. Οι σημαντικότερες από αυτές τις μεθόδους - τεχνικές είναι η φασματομετρία υπερύθρου (IR), η αεριοχρωματογραφία (GC) και η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) (Μπαλατσούρας, 1997).

Στον παρακάτω πίνακα, διαπιστώνονται τα υψηλότερα όρια τα οποία επιτρέπονται τα trans ακόρεστων λιπαρών οξέων στις κατηγορίες του ελαιολάδου (Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου, 1997).

Έλαιο	Trans – ακόρεστα λιπαρά οξέα (%)	
	C18:1	C18:2 + C18:3
Παρθένο ελαιόλαδο	<0,05	< 0,05
Λαμπάντε ελαιόλαδο	≤ 0,10	≤ 0,10
Εξευγενισμένο ελαιόλαδο	≤ 0,20	≤ 0,30
Ελαιόλαδο	≤ 0,20	≤ 0,30
Ακατέργαστο πυρηγέλαιο	≤ 0,20	≤ 0,10

Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο	≤ 0,40	≤ 0,35
Πυρηνέλαιο	≤ 0,40	≤ 0,35

Πίνακας 17: Ανώτατα όρια περιεκτικότητας (%) των λιπαρών οξέων των διαφόρων κατηγοριών ελαιολάδου και πυρηνελαίου σε trans – ακόρεστα λιπαρά οξέα.

Ανάλυση τριγλυκεριδίων

Η ανάλυση των τριγλυκεριδίων παρέχει πολύ σημαντικές πληροφορίες τόσο για τον βαθμό γνησιότητας του ελαιολάδου όσο και για τον τόπο προέλευσης αυτού (Boskou, 2006).

Η σύσταση που περιέχει το ελαιόλαδο σε τριγλυκερίδια, είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο με τον οποίο διοχετεύεται και βοηθά σε μεγάλο βαθμό στον αποσαφηνισμό της ποικιλίας και στην ανίχνευση της νοθείας του. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα τριγλυκερίδια ομαδοποιούνται με βάση τον ισοδύναμο αριθμό ατόμων άνθρακα που συμβολίζεται με το ακρωνύμιο ECN, και υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση (Boskou, 2006):

$$ECN = CN - 2n$$

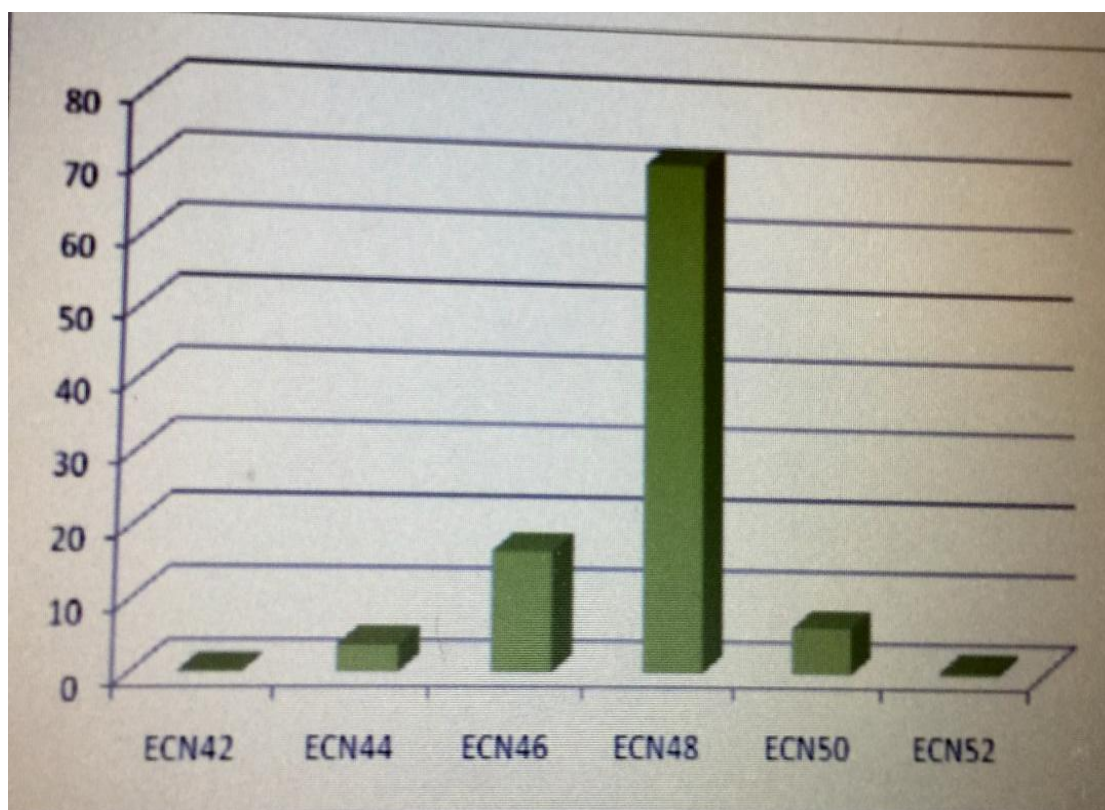
Όπου σε αυτή τη σχέση:

CN = ο αριθμός των ατόμων άνθρακα των τριών λιπαρών οξέων που απαντούν στο μόριο του τριγλυκεριδίου

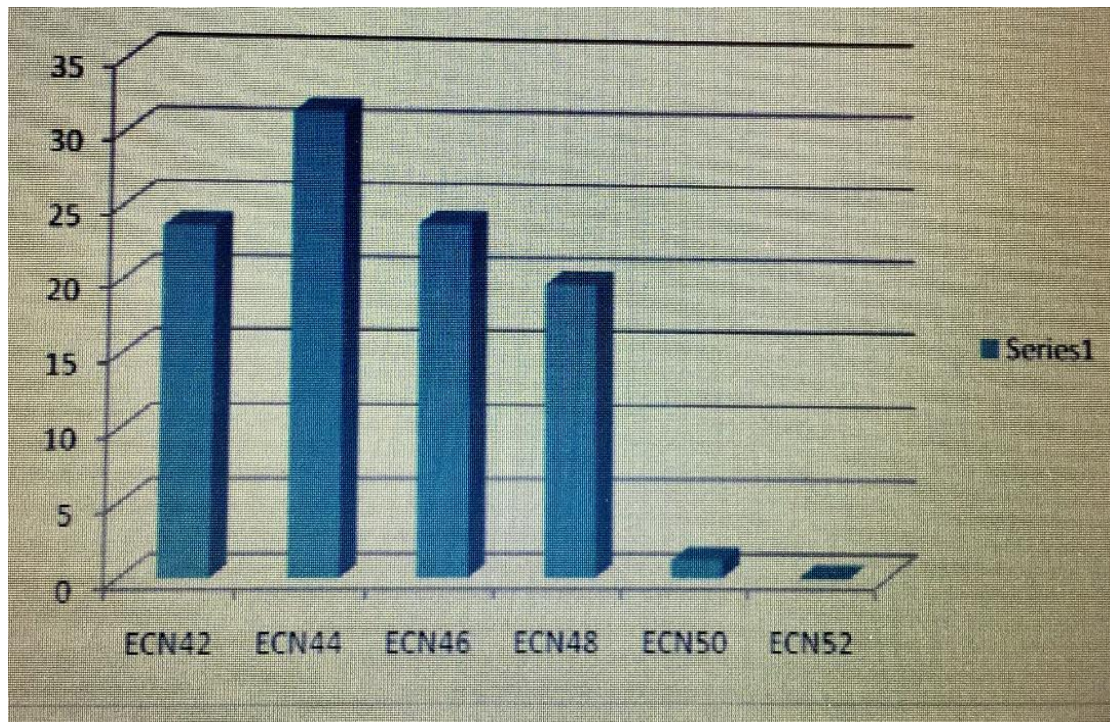
n = ο αριθμός των διπλών δεσμών στο μόριο του τριγλυκεριδίου. Ο ισοδύναμος αριθμός ατόμων άνθρακα (ECN) για την τριλινελαΐνη είναι: 42 δηλαδή (18 x 3 - 2 x 6 = 42) (Boskou, 2006).

Το ελαιόλαδο περιλαμβάνει τριγλυκερίδια τα οποία διαθέτουν, μεγάλο ποσοστό σε ECN 44, 46, 48 και 50 αντίστοιχα. Τα τριγλυκερίδια με ECN 40 απέχουν όλος διόλου από το ελαιόλαδο, ενώ συναντώνται σε πολύ μικρά ποσοστά τριγλυκερίδια με ECN

42 και 52 αντίστοιχα. Από την άλλη πλευρά, τα πιο γνωστά σπορέλαια τα οποία είναι πλούσια σε λινελαϊκό οξύ όπως το αραβοσιτέλαιο, το ηλιέλαιο και το σογιέλαιο περιλαμβάνουν ιδιαίτερα μεγάλο ποσοστό τριγλυκεριδίων με ECN 42 (Boskou, 2006). Στις εικόνες που ακολουθούν διαφαίνεται η εκατοστιαία σύσταση των τριγλυκεριδίων παρθένου ελαιολάδου σε ECN 42, 44, 46, 48, 50 και 52 και η σύσταση των τριγλυκεριδίων νοθευμένου ελαιολάδου με αντίστοιχους ECN (Κυριτσάκης, 2007).



Εικόνα 2: Σύσταση (%) τριγλυκεριδίων του παρθένου ελαιολάδου σε διάφορα ECN (Κυριτσάκης, 2007)



Εικόνα 3: Σύσταση (%) τριγλυκεριδίων νοθευμένου ελαιολάδου σε διάφορα ECN (Κυριτσάκης, 2007)

Για τον προσδιορισμό και τον εντοπισμό, της σύστασης των ελαίων όσον αναφορά τα τριγλυκερίδια εκτελούνται ποικίλες μέθοδοι. Ο αεριοχρωματογραφικός διαχωρισμός που υφίστανται τα τριγλυκερίδια, σε τριχοειδείς στήλες, πραγματοποιείται σε ιδιαίτερα αυξημένες θερμοκρασίες και έχει εφαρμοστεί κατά κόρον, εξαιτίας της ταχύτητας και της αποτελεσματικότητας της (Κυριτσάκης, 2007). Με την πάροδο των χρόνων και με την εξέλιξη της τεχνολογίας, εφαρμόστηκε η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης HPLC όπως επίσης και η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης αντίστροφης φάσης RP-HPLC, με την οποία γίνεται πράξη η νοθεία αλλά και ο εντοπισμός σπορέλαιων που υπεισέρχεται στην διαδικασία αυτή (Μπαλατσούρας, 1997).

Σύμφωνα με το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (1997), απαραίτητη θεωρείται η διαδικασία υπολογισμού της μεγαλύτερης δυνατής μεταξύ της πραγματικής και της θεωρητική περιεκτικότητα σε τριγλυκερίδια με ECN 42 για τον εντοπισμό της ύπαρξης σπορέλαιων εντός του ελαιολάδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΣΠΟΡΕΛΑΙΑ (ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ)

2.1 Γενικά

Τα σπορέλαια ή αλλιώς φυτικά έλαια, αποτελούν μία πολύ μεγάλη και ευρέως γνωστή κατηγορία ελαίων. Ως σπορέλαια, καλούνται τα έλαια εκείνα τα οποία αποτελούν το αποτέλεσμα των διαδικασιών εκχύλισης ή και έκθλιψης των καρπών του ελαίου και των σπερμάτων που προέρχονται από ποικίλα φυτά και εν συνεχεία προωθούνται στην αγορά για κατανάλωση ύστερα από κατάλληλες επεξεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτά (Ανδρικόπουλος, 2015).

Απαραίτητη προϋπόθεση έτσι ώστε τα σπορέλαια να διοχετευτούν στην αγορά, είναι η αναγραφή πάνω στο προϊόν ως ετικέτα, της προέλευσης του και επιπλέον, του εξευγενισμού, δηλαδή της διαδικασίας επεξεργασίας που έχει υποστεί το συγκεκριμένο προϊόν (Ανδρικόπουλος, 2015).

Σύμφωνα με το (ΦΕΚ, 1997), τα σπορέλαια τα οποία χαρακτηρίζονται ως εδώσιμα, δηλαδή, τα έλαια τα οποία διατίθενται στο εμπόριο και είναι κατάλληλα για τροφή, είναι τα παρακάτω:

- ✓ Βαμβακέλαιο: καλείται το έλαιο το οποίο παραλαμβάνεται κατά 15 - 20%, με τη μέθοδο της πίεσης εν θερμό στους 105 βαθμούς Κελσίου, από τα σπέρματα ποικίλων τύπων βαμβακέας, *Cossyrium Sp*.
- ✓ Σογιέλαιο: ονομάζεται το έλαιο που παραλαμβάνεται κατά 17-18%, με την τεχνική της έκθλιψης ή της εκχύλιση από τα σπέρματα της σόγιας, *Soya Hysp*. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι οι πλακούντες της έκθλιψης στη σύστασή τους περιέχουν 40% πρωτεΐνες και επιπλέον 40% σάκχαρα και εν συνεχεία, ως άλευρο προωθούνται στην αγορά με σκοπό την κατανάλωσή τους.
- ✓ Ηλιέλαιο: καλείται το έλαιο το οποίο φθάνει στο στάδιο του τελικού προϊόντος κατά 30-40%, με την βοήθεια της τεχνικής ψυχρής πίεσης, από τα σπέρματα του ηλιάνθου, *Helianthum annum*.
- ✓ Αραβοσιτέλαιο: ονομάζεται το έλαιο που παραλαμβάνεται κατά 40-50%, με τη μέθοδο της πίεσης ή και της εκχύλιση, από τα φυτά του αραβόσιτου, του

είδους της *Zea mais*. Παρόμοια έλαια παραλαμβάνονται επιπλέον, και από τα φυτά έτερων δημητριακών.

- ✓ Καπνέλαιο: καλείται το έλαιο εκείνο το οποίο αποτελεί το αποτέλεσμα των σπερμάτων της νικοτινιακής (ή αλλιώς καπνόδενδρου), του είδους *Nicotiana tabacum*.
- ✓ Σησαμέλαιο: καλείται το έλαιο αυτό το οποίο παραλαμβάνεται κατά 47-56%, μέσω της ψυχρής αλλά και θερμής πίεσης από τους καρπούς των έτερων ποικιλιών του σησάμου, *Sesamum orientale*. Το συγκεκριμένο σπορέλαιο, χρησιμοποιείται για την δημιουργία ταχίνης και χαλβά.
- ✓ Λινέλαιο: καλείται το έλαιο που προέρχεται κατά 30 - 40%, με ψυχρή και θερμή πίεση, από τα σπέρματα του λινού, *Linum usitatissimum*.
- ✓ Μηκονέλαιο: ονομάζεται το έλαιο εκείνο το οποίο προέρχεται κατά 50-60%, με την τεχνική της ψυχρής αλλά και θερμής πίεσης ή και εκχύλιση από τα σπέρματα της μήκωνος, *Papaver somniferum*.
- ✓ Αραχιδέλαιο: καλείται το έλαιο (φυστικέλαιο) όπου παραλαμβάνεται κατά 37-40%, με την τεχνική της διπλής πίεσης αλλά και της εκχύλισης των πλακούντων από τα σπέρματα της αραχίδας (τα αράπικα φυστίκια), *Arachis hypogea*.
- ✓ Σταφυλέλαιο: Καλείται το έλαιο το οποίο παραλαμβάνεται μέσω των σπερμάτων των σταφυλιών (*vitis vinifera*).
- ✓ Έλαιο μπαμπασού: Ονομάζεται το έλαιο εκείνο το οποίο προέρχεται από τον πυρήνα του καρπού πολλών ποικιλιών της φοινικιάς *Attalea funifera*.
- ✓ Φοινικέλαιο: καλείται το έλαιο το οποίο παραλαμβάνεται από τον μεσοκαρπό της ελαιοφοινικιάς και αποτελείται από το κόκκινο και το αποχρωματισμένο φοινικέλαιο.
- ✓ Κοκόλιπος: αποτελεί την λιπαρή ουσία η οποία εξάγεται από την καρύδα.
- ✓ Κραμβέλαιο χαμηλού ερουκικού οξέος: καλείται το έλαιο το οποίο προέρχεται από τα ελαιούχα σπέρματα χαμηλών επιπέδων περιεκτικότητας όσον αναφορά το ερουκικό οξύ των ποικιλιών *Brassica napus L* και *Brassica Compestris L*.
- ✓ Φοινικοπυρηνέλαιο: είναι το έλαιο το οποίο προέρχεται από τον πυρήνα του καρπού της ελαιοφοινικιάς.

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο (2) συνοπτικοί πίνακες οι οποίοι περιλαμβάνουν αναλυτικά στοιχεία των σπορέλαιων.

	Βαμβακέ -λαιο	Αραβοσιτέλαι ο	Σογιέλαι ο	Σησαμέλαιο	Ηλιέλαι ο	Αραχιδέλ αιο	Στα φυλ έλαι ο
Δείκτης διαθλασης 40 ^{οc}	1,458 - 1,466	1,465-1,468	1,466- 1,470	1,465-1,469	1,467- 1,469	1,460- 1,465	1,473- 1,477
Αριθμός Ιωδίου	99 – 119	103-128	120-143	104-120	110-143	80-106	130- 138
Αριθμός Σαπωνοπ οίησης (mg KO/g ελαίου)	189 – 198	187-195	189-195	187-195	188-194	187-196	188- 194
Ασαπωνο ποίησητα (μέγιστο g/kg ελαίου)	15	28	15	20	15	10	20
Αντίδρασ η Halplen	Θετική	-	-	-	-	-	-
Αντίδρασ η vilavecchi s τροποποιη μένη	-	-	-	Θετική	-	-	-
Αντίδρασ η Bandoïn	-	-	-	Θετική	-	-	-

Αρ.αρισμ.	-	-	-	-	-	-	-
Ερουκικό οξύ (% λιπαρών οξέων)	-	-	-	-	-	-	-
Βρασικαστερόλη (% επί των στερολών)	-	-	-	-	-	-	-
Ερυθροδιόλη (% επί των στερολών)	-	-	-	-	-	-	Ελαχιστο 2
Αριθμός Reichert	-	-	-	-	-	-	-
Αριθμός Polenske	-	-	-	-	-	-	-

Πίνακας 18 : Αναλυτικά στοιχεία σπορέλαιων (ΦΕΚ, 1997).

	Κραμβέλαιο χαμηλού ερουκικού οξέος	Καρθαμέλαιο	Κοκόλιπος	Φοινικέλαιο	Φοινικοπυρρέλαιο	Έλαιο Μπαμπασού
Δείκτης διαθλασης	1,465-1,467	1,467-1,470	1,448-1,450	1,449-1,455	1,448-1,452	1,448-1,451

Αριθμός ιδίου	110-126	135-150	6-11	50-55	14,5-19,6	10-18
Αρ. σαπωνοποίησ ης (mg ΚΟΗ/g ελαίου)	182-193	186-198	248-265	190-209	230-254	245-256
Ασαπωνοποί ητα (g/kg ελαίου)	20	15	15	12	10	12
Αντίδραση Halphen	-	-	-	-	-	-
Αντίδραση Villaveccha τροποποιημέ νη	-	-	-	-	-	-
Αντίδραση Bandoin	-	-	-	-	-	-
Αρ. crismer	67-70	-	-	-	-	-
Ερουκικό οξύ (% λιπαρών οξέων)	Μέγιστο 5	-	-	-	-	-
Βρασικαστερ όλη (% επί των στερολών)	Ελάχιστο 5	-	-	-	-	-
Ερυθροδιόλη (% επί των στερολών)	-	-	-	-	-	-
Αρ. Reichert	-	-	6-8,5	-	4-7	4,5-6,5
Αρ. Polenske	-	-	13-18	-	8-12	8-10

Πίνακας 19: Αναλυτικά στοιχεία σπορέλαιων (ΦΕΚ, 1997)

2.2 Μέθοδος παραλαβής

Η παραλαβή των σπορέλαιων λαμβάνει χώρα σε ειδικά επεξεργαστήρια / μονάδες, γνωστά και ως σπορελαιουργεία μέσω της μεθόδου εκχύλισης των σπόρων και καρπών, ανάλογα με την περίπτωση. (Ανδρικόπουλος, 2015).

Σύμφωνα με τον Ανδρικόπουλο (2015), τα στάδια από τα οποία διέρχεται το σπορέλαιο έτσι ώστε να υλοποιηθεί η τελική παραλαβή του έχουν ως εξής:

- ❖ Η χαμηλού επιπέδου πίεση ή ελαφρά άλεση που πραγματοποιείται ανά περίπτωση ή/και
- ❖ Η εκχύλιση μέσω οργανικού διαλύτη.
- ❖ Η παραλαβή αλλά και η αποθήκευση των ακατέργαστων σπορέλαιων.
- ❖ Η παραλαβή και η αποθήκευση των υπολειμμάτων που εμφανίζονται από την διαδικασία της εκχύλισης, όπως είναι οι απειαιωμένοι σπόροι και άλλα παρόμοια στοιχεία.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα διάγραμμα παραλαβής των σπορέλαιων από καρπούς και σπόρους.



Εικόνα 4 : Διάγραμμα παραλαβής σπορέλαιων από καρπούς και σπόρους (Ανδρικόπουλος, 2015).

Εκχύλιση σπορέλαιων

Ο μεγαλύτερος αριθμός σπορέλαιων εξάγεται μέσω της μεθόδου της εκχύλισης με διαλύτη ή με συνδυασμό εμβάπτισης εκχύλισης στα συστήματα συνεχούς ή όχι λειτουργίας. Πριν την έναρξη της εκχύλισης, οι σπόροι αποξηραίνονται, αλέθονται και εν συνεχεία μορφοποιούνται σε ειδικές ποσότητες με υψηλό πορώδες (φολίδες) έτσι ώστε να διευκολυνθεί η εκχύλιση. Η εκχύλιση, αυτή, εκτελείται, σε σύντομο χρονικό διάστημα, στους αλεσμένους σπόρους αλλά και στα στερεά υπολείμματα που αποτελούν συνέπεια της μηχανικής συμπίεσης των σπόρων. Η διαδικασία αυτή, εκτελείται σε δύο (2) φάσεις: συμπίεση και εκχύλιση (Ανδρικόπουλος, 1999).

Σύμφωνα με τον Ανδρικόπουλο (1999), η εκχύλιση που πραγματοποιείται με τη βοήθεια διαλύτη, επηρεάζεται σε άμεση σχέση από τους παρακάτω παράγοντες:

- ❖ Το είδος του διαλύτη
- ❖ Το μέγεθος του αλεσμένου σπόρου
- ❖ Την υγρασία που διαθέτει αυτός ο σπόρος
- ❖ Το λόγο στερεού/διαλύτη (w/v)
- ❖ Το χρόνο που εκτελείται η διεργασία.

Από την διαδικασία αυτή, σαν αποτέλεσμα παράγεται το ελαιοδιάλυμα ενώ με απόσταξη αυτού του ελαιοδιαλύματος, δημιουργείται το ακατέργαστο έλαιο και το υπόλειμμα του έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή προϊόντων πρωτεΐνης. Η εκχύλιση παρέχει υψηλά επίπεδα αποδόσεων – στο μεγαλύτερο μέρος του ελαίου στον σπόρο (Ανδρικόπουλος, 1999).

Απαραίτητη διαδικασία, μετά το τέλος της παραλαβής των ελαίων αλλά και των λιπών αυτών, αποτελεί η διαδικασία του εξευγενισμού με σκοπό αυτά να περάσουν σε εδώδιμα στάδια, δηλαδή, να μπορούν να καταναλωθούν. Ο εξευγενισμός απαρτίζεται από τα εξής στάδια: της αποκομμίωσης, της εξουδετέρωσης, του αποχρωματισμού, της απόσμησης, της απομαργαρίωσης και της υδρογόνωσης (Ανδρικόπουλος, 1999). Παρακάτω αναλύονται αυτά τα στάδια του εξευγενισμού.

Η αποκομμίωση των ελαίων πραγματοποιείται είτε με τη βοήθεια χρήσης οξέος, στις περισσότερες των περιπτώσεων με H_3PO_4 ή $C_6H_8O_7$, είτε με τη βοήθεια νερού (υγρή ή ξηρή αποκομμίωση). Τα φωσφατίδια στη διαδικασία αυτή, ενεργοποιούνται με το οξύ και εν συνεχεία ενυδατώνονται. Η απλή ενυδάτωση ως αποτέλεσμα αφήνει

ελεύθερα, αναλλοίωτα τα φωσφατίδια, κατά συνέπεια, εκτελείται σε έλαια που συμπεριλαμβάνουν πολλά φωσφατίδια (σογιέλαιο) και τα οποία χρησιμοποιούνται για χρήσεις σε διάφορα είδη τροφής. Η αποκομμίωση λαμβάνει χώρα σε θερμοκρασίες μεταξύ 45-95 βαθμών Κελσίου, περιέχοντας 2-10% νερό κατά περίπτωση σύμφωνα με το είδος των φωσφατιδίων. Τα ενυδατωμένα, αυτά, φωσφατίδια μεγαλώνουν σε όγκο και στη συνέχεια καταβυθίζονται ή διαχωρίζονται με τη μέθοδο της φυγοκέντρωσης (Ανδρικόπουλος, 1999).

Η αλκαλική εξουδετέρωση αποτελεί μία πολύ συχνή μέθοδο που στόχο έχει εξουδετέρωση των ελαίων ενώ ταυτόχρονα ως βασικό της άξονα έχει τη σαπωνοποίηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων με NaOH. Η αντίδραση, αυτή, ενδείκνυται σε θερμοκρασίες μεταξύ 65 – 75 βαθμών Κελσίου, με τη χρήση καυστικού διαλύματος 5 - 25oBe σε περίσσεια 10-40%. Ο σχηματιζόμενος σάπωνας, που δημιουργείται, διαχωρίζεται στη συνέχεια με φυγοκέντρωση. Η αλκαλική εξουδετέρωση λειτουργεί σε ασυνεχή ή συνεχή διαδικασία και η συνεχής συνήθως σε συνδυασμό με την αποκομμίωση, οπότε διαχωρίζονται οι σάπωνες μαζί με τα φωσφατίδια (Ανδρικόπουλος, 1999).

Ο φυσικός εξευγενισμός εκτελείται σε εναλλακτικές περιπτώσεις, της αλκαλικής εξουδετέρωσης και πραγματοποιείται μέσω της απόσταξης των ελεύθερων λιπαρών οξέων με τη βοήθεια των υδρατμών. Συνδυάζεται, πάντα, με το στάδιο της απόσμησης όπου σε αυτό το στάδιο εφαρμόζεται ίδιας φύσης διεργασία (Ανδρικόπουλος, 1999).

Η διαδικασία του αποχρωματισμού των ελαίων πραγματοποιείται με τη βοήθεια χρήσης αποχρωστικών γαιών και ως κέντρο της διαθέτει την προσρόφηση των χρωστικών ουσιών σε αυτές. Ο αποχρωματισμός εκτελείται, πάντα, σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες μεταξύ 90 – 120 βαθμών Κελσίου υπό κενό. Οι αποχρωστικές γαίες που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο αυτή, είναι φυσικές ή κάποιες φορές ενεργοποιημένες γαίες τύπου SiO₂-Al₂O₃. Οι χρωστικές ουσίες που απορροφώνται είναι οι χλωροφύλλες, οι ξανθοφύλλες και τα καροτενοειδή. Εκτός από τις χρωστικές αυτές, ουσίες, ορισμένες γαίες έχουν την δυνατότητα να απορροφούν και τα υπολείμματα φωσφατιδίων, σαπώνων, ιχνοστοιχείων μετάλλων αλλά και των δευτερογενών προϊόντων οξείδωσης των ελαίων. Απαραίτητα, πριν ξεκινήσει η διαδικασία του αποχρωματισμού, πρέπει το έλαιο να ξηρανθεί, ενώ μετά το πέρας της

διαδικασίας του αποχρωματισμού, εκτελείται η ψύξη του ελαίου, παρουσία αζώτου για διατήρηση της ποιότητας (Ανδρικόπουλος, 1999).

Η απόσμηση εκτελείται με σκοπό την απομάκρυνση των συστατικών τα οποία μυρίζουν και υπαισέρχονται εντός των ελαίων. Η διαδικασία αυτή εκτελείται με τη μέθοδο της απόσταξης (Ανδρικόπουλος, 1999).

Ορισμένα έλαια ύστερα από την διαδικασία του εξευγενισμού τους, χρειάζονται την λεγόμενη απομαργαρίωση με σκοπό την απομάκρυνση των στερεών τριγλυκεριδίων τα οποία δημιουργούν διάφορα θολώματα σε ψυχρό περιβάλλον αποθήκευσης. Η διαδικασία της απομαργαρίωσης, περιέχει την κρυστάλλωση του λιπαρού με ψύξη και την απομάκρυνση των κρυστάλλων με διήθηση (Ανδρικόπουλος, 1999).

Τέλος, έτερες μέθοδοι οι οποίες εκτελούνται στα έλαια είναι η υδρογόνωση με σκοπό την μικρή παραγωγή ακόρεστων λιπαρών για την παραγωγή φυτικών λιπών από έλαια η οποία εκτελείται καταλυτικά με τη βοήθεια αντίδρασης της προσθήκης υδρογόνου στα ακόρεστα λιπαρά οξέα του ελαίου. Στην περίπτωση αυτή όμως, υπάρχει ιδιαίτερα μεγάλος κίνδυνος να δημιουργηθούν trans λιπαρά οξέα και η αντικατάστασή της από ενδοεστεροποίηση ή μετεστεροποίηση των λιπαρών όπου πραγματοποιείται η αλλαγή της θέσης των λιπαρών οξέων. (Ανδρικόπουλος, 1999).

2.3 Ηλιέλαιο

Το ηλιέλαιο είναι ένα από τα πιο γνωστά σπορέλαια που κυκλοφορούν σε μεγάλες ποσότητες στην αγορά και συνεπάγονται υψηλά ποσοστά χρήσης από το καταναλωτικό κοινό. Όπως έχει ξανά αναφερθεί στην παρούσα πτυχιακή εργασία, ως σπορέλαια θεωρούνται τα έλαια εκείνα τα οποία παραλαμβάνονται μέσω της μεθόδου έκλειψης και της τεχνικής εκχύλισης των καρπών των ελαίων αλλά και των σπερμάτων ποικίλων φυτών και τα οποία τοποθετούνται στην αγορά μετά το στάδιο του εξευγενισμού (Ανδρικόπουλος, 1999).

Το ηλιέλαιο, λοιπόν, πρέπει να σημειωθεί ότι είναι το τέταρτο (4^ο) σε σειρά εδώσιμο έλαιο ως προς την κατανάλωση που πραγματοποιεί το καταναλωτικό κοινό. Παραλαμβάνεται από τον ηλιανθό *Helianthus Annus* μέσω της τεχνικής της ψυχρής πίεσης στα σπέρματα αυτού (Ανδρικόπουλος, 1999). Στη σύστασή του, διαθέτει υψηλά επίπεδα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (κατά συνέπεια και στερολών) ενώ επικρατεί το λινελαϊκό οξύ. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Rossel et al. (1983), στη σύστασή του ηλιέλαιου εμπεριέχονται μονοακόρεστα, κορεσμένα λιπαρά οξέα και βιταμίνες E. Επιπλέον, εκτός από τα ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα λινελαϊκού οξέως περιέχει σε μικρότερες, ομολογουμένως, ποσότητες και ελαϊκό οξύ (Rossel et al., 1983).

Στους παρακάτω δύο (1) πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζεται η σύστασή του ηλιέλαιου σε λιπαρά οξέα και τα είδη ηλιέλαιου σύμφωνα με την σύστασή τους.

ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ	ΒΑΡΟΣ (%)
Κορεσμένα	
Παλμιτικό	5,7 – 6,9
Στεατικό	3 – 6,3
Αραχιδικό	0,2 – 0,3

Βεχενικό	0,6 – 0,9
Λιγνοκηρικό	0,2 – 0,3
Ακόρεστα	
Ελαϊκό	14 – 34,4
Λινελαϊκό	55,5 – 73,2
Λινολενικό	< 0,1
Γαδελαιϊκό	0,1 – 0,2
Εκτελαϊκό	0,0 – 0,15

Πίνακας 20: Σύσταση ηλιελαίου σε λιπαρά οξέα (Rossel et al., 1983)

ΤΥΠΟΙ	Oleic / Monounsaturated	Linoleic Acid / Polynsaturated	Saturated
Linoleic	20%	69%	11%
High Oleic	82%	9%	9%
NuSun	65%	26%	9%

Πίνακας 21 : Τύποι ηλιελαίου και σύσταση λιπαρών οξέων (National Sunflower Association)

Υπάρχει η δυνατότητα οξειδωτικής σταθερότητα του επιπέδου του ελαίου η οποία μπορεί να παρουσιάσει αυξητικά επίπεδα διαμέσου της μείωσης του εσωτερικού περιεχομένου του σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, όπως χάριν λόγου πραγματοποιείται, στην περίπτωση του αυξημένου επιπέδου σε περιεχόμενο ελαϊκού ηλιέλαιου ή αλλιώς γνωστό και ως High oleic acid Sunflower Oil-HOSO. Το επεξεργασμένο ηλιέλαιο που περιέχει υψηλή τιμή περιεκτικότητας ελαϊκού οξέος

διαπιστώθηκε ότι είναι σε θέση να προάγει τη διατροφική αξία και τη θερμική σταθερότητα του ελαίου (Guinda et al., 2003).

Λίγα χρόνια πριν, δημιουργήθηκε και προωθήθηκε ένα νέο επεξεργασμένο ηλιέλαιο, το οποίο εμπεριέχει στη σύστασή του, υψηλά ποσοστά ελαϊκού και παλμιτικού οξέος ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει χαμηλές τιμές συγκέντρωσης του λινελαϊκού οξέος στους λιπαρούς σπόρους του. Η σύσταση που διαθέτει το HOHPSO, τόσο σε λιπαρά οξέα όσο και σε τριακυλογλυκερόλες, η θερμό-οξειδωτική σταθερότητα που παρουσιάζει και οι φυσικές ιδιότητές που κατέχει και έχουν προκαθοριστεί και μετρηθεί, με αυτές των τυπικών και υψηλών σε ελαϊκό οξύ ηλιέλαιων όπως επίσης και αυτών που περιέχουν ένα υγρό κλάσμα φοινικέλαιου (ελαΐνης). Τα κύρια λιπαρά οξέα που περιέχονται στο HOHPSO είναι μονοακόρεστα (ελαϊκό οξύ, παλμιτελαϊκό οξύ και παλμιτικό οξύ) , ενώ το περιεχόμενο σε λινελαϊκό οξύ είναι αρκετά χαμηλό. Συμπερασματικά, το HOHPSO, διαφαίνεται ότι είναι λιγότερο δεκτικό στην οξείδωση ως χαρακτηριστικό του, από το αντίστοιχο φοινικέλαιο ιδίως λόγω της χαμηλής του σύστασης σε λινελαϊκό οξύ (Guinda et al., 2003).

ΣΥΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ (mol - %)										
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0
SO	-	6,4	-	5	29,3	58,3	-	0,3	-	0,7
HOSO	-	4,7	-	3,8	80,2	9,5	0,3	0,4	-	1,1
HOHPSO	-	27,8	7,3	1,8	57,7	2,3	0,1	0,3	-	1,4

Palm	1,2	38,7	0,2	4,5	42,1	12,3	0,3	0,5	0,2	-
Olein										

Πίνακας 22 : Σύσταση λιπαρών οξέων (Guinda et al., 2003)

ΠΟΛΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ (w - %)				
	ΗΟΗPSO		Φοινικέλαιο	
	Αρχικά	180^{οc}, 10h	Αρχικά	180^{οc}, 10h
Ολικές πολικές ενώσεις	2,8	7,6	8,4	18,8
Οξειδωμένες τριακυλογλυκερόλες	0,3	2,6	1	5,6
Πολυμερή τριακυλογλυκερολών	0,1	2,4	0,6	6,5
Διακυλογλυκερόλες	1,8	1,9	6,4	6,4
Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα	0,6	0,7	0,3	0,3

Πίνακας 23: Πολικές ενώσεις (Guinda et al., 1983)

Όσον αναφορά τις χρήσεις του ηλιέλαιου, στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κατά κόρον, κυρίως στην παρασκευή, εκτός των άλλων διάφορων επικαλύψεων όπως μαγιονέζας και κέτσαπ αλλά και για τηγάνισμα.

2.4 Αραβοσιτέλαιο

Άλλη κατηγορία σπορέλαιων αρκετά γνωστή στο ευρύ κοινό είναι το αραβοσιτέλαιο. Αυτό, λοιπόν, το σπορέλαιο, είναι αποτέλεσμα το οποίο παράγεται από του υγρό ή το ξηρό, άλεσμα του καλαμποκιού και ειδικότερα του είδους, *Zea mays*. Η σύσταση αυτού σε λιπαρά οξέα λαμβάνει τιμές, μεγαλύτερες από 1,5%, ποσοστό το οποίο είναι ξεκάθαρα υψηλότερο από έτερα πιο ευρείας χρήσης, φυτικά σπορέλαια. Επίσης, οι τοκοφερόλες αντιπροσωπεύουν το ποσοστό του 0,1% του ασαπωνοποίητου κλάσματος, επομένως, αυτές, λαμβάνουν την ευθύνη για τον μεγάλο βαθμό σταθερότητας. (Sonntag, 1979). Το συγκεκριμένο έλαιο, όσον αναφορά τις χρήσεις του, παρουσιάζει υψηλή συχνότητα χρήσης στο τηγάνισμα, στις σαλάτες και στην παρασκευή μαργαρίνης (Yanishlieva & Marinova., 2001).

Σύμφωνα με τους Gertz et al. (2000), σε έρευνα που πραγματοποίησαν, διαπιστώθηκε ότι το αραβοσιτέλαιο αποτελεί πιο σταθερό έλαιο από ότι το σογιέλαιο. Η συγκεκριμένη έρευνα, αρχικά εξέτασε το χαρακτηριστικό της σταθερής οξειδωσης σε ποικίλα φυτικά έλαια σε θερμοκρασία τηγανίσματος και εν συνεχεία σύγκρινε τα αποτελέσματα αυτά με σκοπό να εξάγει ένα συμπέρασμα.

Το συμπέρασμα αυτό, οδηγεί στην ενίσχυση της άποψης που έχουν ορισμένοι επιστήμονες για το γεγονός ότι η σταθερότητα των φυτικών ελαίων στη θερμοκρασία τηγανίσματος (τις περισσότερες φορές) είναι μια λειτουργία ανεξάρτητη η οποία δεν εξαρτάται μόνο από την περιεκτικότητά τους σε ακόρεστα λιπαρά οξέα (Gertz et al., 2000).

2.6 Φοινικέλαιο

Το φοινικέλαιο αποτελεί το δεύτερο (2ο) σε κατανάλωση προϊόν ελαίου σε παγκόσμια κλίμακα. Ο τρόπος πρόσληψης του είναι η τεχνική της έκθλιψης του παχέος βαθυπορτοκαλοκόκκινου χρώματος του μεσσαιοκαρπού που διαθέτει η ποικιλία *Elaeis Guineensis* του δένδρου φοινικελαιίου (Edem, 2002).

Το συγκεκριμένο δένδρο του φοινικελαιίου έχει ιδιαίτερη σημασία τόσο για την κοινωνία όσο και για τον πολιτισμό των περιοχών στις οποίες παράγεται. Όλα τα επιμέρους μέρη που απαρτίζουν το σύνολο του δένδρου, χρησιμοποιούνται σε κάποια δραστηριότητα (Edem, 2002).

Μέσω του καρπού του, διοχετεύει στην αγορά δύο (2) ανεξάρτητους τύπους ελαίων, το φοινικέλαιο και το φοινικοπυρηνέλαιο (Edem, 2002).

Το φοινικοπυρηνέλαιο, είναι το έλαιο το οποίο αποτελεί προϊόν, δευτερεύουσας κατηγορίας το οποίο παράγεται από τον επιμέρους σπόρο του δένδρου του. Αυτό έχει σκληρή υφή και κίτρινο χρώμα. Επιπλέον, στη σύστασή του, περιέχει υψηλά επίπεδα κορεσμένων λιπαρών οξέων και συγκεκριμένα λαυρικού και μυριστικού οξέος. Χρησιμοποιείται, κατά κύριο λόγο, σε παρασκευές γλυκών, παγωτών και σαπωνοειδών προϊόντων όπως και στην βιομηχανία (Edem, 2002).

Από την άλλη πλευρά, το φοινικέλαιο ή αλλιώς με αγγλόφωνους όρους *red palm oil*, αποτελεί το έλαιο εκείνο το οποίο παραλαμβάνεται από το μεσαιοκαρπό, πριν καν εκτελεστεί η διαδικασία του ραφινάρισματος. Επιπλέον, ως ένα από τα κύρια συστατικά του είναι το ελαϊκό και το λινελαϊκό οξύ (Edem, 2002).

Στην περίπτωση πιο ευρύτατων κλιμάτων, το φοινικέλαιο αποτελεί ένα λίπος ημιστερεάς μορφής με ταυτόχρονη συνύπαρξη βουτύρου αλλά αυτό κλασματοποιείται με σκοπό να επιφέρει ως αποτέλεσμα περίπου 75% τριελαΐνη και 25% τριστεαΐνη. Σε συνηθισμένες θερμοκρασίες συνθηκών, οι οποίες κυμαίνονται από 21^{οc} έως 27^{οc}, είναι ημιστερεό και η τήξη του εκτελείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 25 – 50^{οc}. Πρέπει να σημειωθεί, επίσης, ότι παρουσιάζει υψηλά επίπεδα σημείων καπνού περίπου στους 220 βαθμούς Κελσίου και αντίστοιχα ανάφλεξης στους 320 βαθμούς Κελσίου περίπου. (Pantazis, 1999).

Επιπρόσθετα, η παλμιτική στεατίνη, είναι ένα κλάσμα υγρής μορφής, το οποίο δημιουργείται από την διαδικασία της κλασματοποίησης του φοινικέλαιου. Σε γενικές γραμμές, το φοινικέλαιο, χρησιμοποιείται κατά κόρον, σε προτηγανισμένες παρασκευές και σε κατεψυγμένα προϊόντα τροφής. Τις τελευταίες δεκαετίες, η εφαρμογή και οι διάφορες χρήσεις του, παρουσιάζουν αυξητικές τάσεις, στον κλάδο των μικρογευμάτων, πράγμα το οποίο οφείλεται στο χαρακτηριστικό που διαθέτει όσον αναφορά το σταθερό επίπεδο οξείδωσής του (Kochhar, 2000).

Τέλος, η ελαΐνη φοινικέλαιου είναι ένα στοιχείο υγρής μορφής, όπου παράγεται με τη μέθοδο της απόσταξης σε συνδυασμό με επίπεδα χαμηλής πίεσης, από το έλαιο που προέρχεται από το φοίνικα. Το φοινικέλαιο και η ελαΐνη φοινικέλαιου, διατελούν όμοιες αποδόσεις ειδικά στην διαδικασία τηγανίσματος και ως επί το πλείστον, διαθέτουν πανομοιότυπη σύσταση και μόνο μία ουσιαστική διαφορά εντοπίζεται μεταξύ αυτών των δύο (2) η οποία είναι ο βαθμός ρευστότητας που παρουσιάζουν. Το σημείο τήξης του φοινικέλαιου ορίζεται περίπου στους 36 βαθμούς Κελσίου και η ελαΐνη του φοινικέλαιου στους περίπου 22 βαθμούς Κελσίου (Pantazis, 1999).

Παρακάτω παρουσιάζονται σε ένα συγκεντρωτικό πίνακα, τα χαρακτηριστικά του φοινικέλαιου και της ελαΐνης του φοινικέλαιου.

ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ	ΣΥΜΒΟΛΑ	ΦΟΙΝΙΚΕΛΑΙΟ	ΕΛΑΙΝΗ ΦΟΙΝΙΚΕΛΑΙΟΥ
Μυριστικό οξύ	C14:0	1,1	1,1
Παλμιτικό οξύ	C16:0	44	39,8
Στεατικό οξύ	C18:0	4,5	4,4
Ελαϊκό οξύ	C18:1	39,2	42,5
Λινελαϊκό οξύ	C18:2	10,1	11,2
Α – λινολενικό οξύ	C18:3	0,4	0,6

Άλλα		0,7	0,4
	IP (Ωρες στους 120 ^{οc})	15 – 16	12 – 14

Πίνακας 24 : Χαρακτηριστικά του φοινικέλαιου και της ελαΐνης του φοινικέλαιου (Rossel et al., 1983)

ΛΙΠΑΡΟ ΟΞΥ	Red Palm	Palm Kerne l	Coconu t	Soybe an	Groun d nut	Catto n Seed	Cor n	Sunfl ower
Καπροϊκό	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-
Καπρυλικό	-	3,3	8	-	-	-	-	-
Καπρικό	-	3,5	6,4	-	-	-	-	-
Λαυρικό	0,2	47,8	48,5	-	-	Ίχνη	-	-
Μυριστικό	1,1	16,3	17,6	0,1	0,1	0,8	-	-
Παλμιτικό	44	8,5	8,4	11	11,6	23,7	12,2	6,5
Στεατικό	4,5	2,4	2,5	4	3,1	2,6	2,2	4,5
Ελαϊκό	39,2	15,4	6,5	23,4	48,5	18,4	27,5	21,1
Λινελαϊκό	10,1	2,4	1,5	53,2	31,4	53	57	66,2
Λινολενικό	0,4	-	-	7,8	-	0,1	0,9	-
Αραχιδικό	0,1	0,1	-	-	1,5	0,3	0,11	0,3
Κορεσμένα	49,9	82,1	91,9	15,1	16,3	27,4	14,5	11,3
Μονοακόρε στα	39,2	15,4	6,5	23,4	48,5	18,4	27,5	21,1
Πολυακόρε στα	10,5	2,4	1,5	61	31,4	53,1	57,9	66,2

Πίνακας 25: Λιπαρά οξέα φοινικέλαιου και άλλων φυτικών ελαίων (Edem, 2002)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΩΝ ΚΑΙ ΣΠΟΡΕΛΑΙΩΝ

Στο παρόν κεφάλαιο, εξετάζεται το ζήτημα της σύγκρισης του ελαιολάδου σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα σπορέλαια όσον αφορά όλα τα επιμέρους στοιχεία τους, μέσω υπαρχόντων βιβλίων αλλά και επίσημων επιστημονικών άρθρων από εγκεκριμένους επιστήμονες του κλάδου.

3.1 Γενικά σημεία υπεροχής τους ελαιολάδου σε σχέση με τα υπόλοιπα έλαια

Σύμφωνα με τον Μπαλατσούρα (1997), το ελαιόλαδο, σε σχέση πάντα, με τα έτερα έλαια τα οποία κυκλοφορούν και κατακλύζουν την αγορά, υπερέχει, αυτών στα παρακάτω αναφερόμενα σημεία:

- ✓ Αποτελεί παραγόμενο αποτέλεσμα προερχόμενο από το μεσοκάρπιο και όχι από ελαιούχους σπόρους όπως συμβαίνει στην κατηγορία των σπορέλαιων. Συγκεκριμένα, το ελαιόλαδο λειτουργεί ως απολικός διαλύτης και ταυτόχρονα προσδίδει, από το μεσοκάρπιο του, αρωματικές και γευστικές ουσίες που το κατακλύζουν. Ο μεγαλύτερος αριθμός αυτών των ουσιών, ορίζονται ως απολικές ή σε πολύ μικρό βαθμό πολικές και μερικές εξ' αυτών, παρουσιάζουν το χαρακτηριστικό της αντιοξειδωτικής ενεργότητας.
- ✓ Το ελαιόλαδο παρουσιάζει διαφορετική θέση σε σχέση με τα υπόλοιπα έλαια, ως προς το διαχωρισμό του από την ελαιοζύμη του μόνο με τη βοήθεια των φυσικών μεθόδων, αυτές οι φυσικές μέθοδοι είναι η πίεση, η αποστάλαξη και η φυγοκέντρωση ενώ ταυτόχρονα δεν λαμβάνει χώρα σε αυτό η διαδικασία ή οι διαδικασίες του εξευγενισμού όπως λόγω χάρη ο αποχρωματισμός ή και η απόσμιση. Οι διαδικασίες εξευγενισμού χρησιμοποιούνται, απαραίτητα, σε όλα τα είδη σπορέλαιων.
- ✓ Όσον αφορά το παρθένο ελαιόλαδο δεν αποτελεί καθαρή λιπαρή ουσία, σε αντίθεση με όλες τις έτερες ποικιλίες, αλλά είναι ελαιούχος μούστος ο οποίος στη σύστασή του περιλαμβάνει γύρω στα 300 συστατικά. Αυτά τα συστατικά

που περιέχει είναι οι αλκοόλες, οι εστέρες, οι αιθέρες, οι βιταμίνες αλλά και οι στερόλες. Συμπερασματικά, το άρωμα αλλά και η γεύση του όσον αναφορά τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, είναι αποτέλεσμα των συστατικών του αυτών.

- ✓ Το παρθένο ελαιόλαδο αποτελεί τη μοναδική λιπαρή ουσία η οποία μπορεί να καταναλωθεί ως τροφή, χωρίς καμία επεξεργασία.
- ✓ Στο ελαιόλαδο έχει εντοπισθεί ομαλή χημική σύσταση. Συγκεκριμένα, παρουσιάζει μέσο επίπεδο ακόρεστων με πλήθος ιωδίου που κυμαίνεται μεταξύ 80-81, σε αντίθεση με τα σπορέλαια που λαμβάνει τιμές μεταξύ 130-200. Επίσης, το ελαιόλαδο, εμπεριέχει σε πολύ υψηλό ποσοστό το μονοακόρεστο ελαϊκό οξύ (63-83%), ενώ ταυτόχρονα είναι επαρκώς εφοδιασμένο για τον ανθρώπινο οργανισμό με ουσιώδη λιπαρά οξέα. Τέλος, είναι ιδιαίτερα αυξημένος ο αριθμός των ασαπωνοποιήτων συστατικών του, όπως οι τοκοφερόλες, οι φαινόλες αλλά και οι στερόλες.
- ✓ Παρουσιάζει πολύ υψηλά επίπεδα αντοχής αλλά και ανοχής στη διαδικασία ταγγίσματος, η οποία αποτελεί ισχυρής μορφής αλλοίωση για όλο το πλήθος των λιπαρών ουσιών. Μέσω της διαδικασίας αυτής, αποκοδομείται το ολικό μόριο των λιπαρών οξέων προς τα ανάλογα παράγωγά του, και εν συνεχεία βγαίνουν στην επιφάνεια στοιχεία άσχημης οσμής και κακής γεύσης, τα οποία θεωρούνται επιβλαβή και ιδιαίτερα επικίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό που θα τα καταναλώσει. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να τονισθεί ότι το υψηλό επίπεδο αντοχής του ελαιολάδου στην διαδικασία ταγγίσματος οφείλεται στους παρακάτω βασικούς λόγους:
 - Στα μέσα επίπεδα ακόρεστων τριγλυκεριδίων που εμπεριέχονται σε αυτό.
 - Στα υψηλά επίπεδα περιεκτικότητάς του σε τοκοφερόλες τα οποία εμπεριέχουν πολλά είδη βιταμινών ιδιαίτερης αξίας αλλά και το χαρακτηριστικό της αντιοξειδωτικής ενεργότητας το οποία και παρουσιάζει.
 - Στα ιδιαίτερα μεγάλα επίπεδα περιεκτικότητας των φαινολικών ουσιών οι οποίες είναι άμεση υπεύθυνες για την ορθή γεύση και οσμή.
 - Στα πολύ υψηλά επίπεδα όσον αναφορά την περιεκτικότητά του σε ελαϊκό οξύ, η οποία είναι μονοακόρεστο οξύ χωρίς την ύπαρξη μεθυλενική ομάδα ανάμεσα των δύο διπλών δεσμών. Πρέπει να

σημειωθεί ότι η μοριακή διάταξη πενταδενίου, στην οποία εκλείπει το στοιχείο του ελαϊκού οξέος, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη σταθερότητα του σε σχέση με την διαδικασία ταγγίσματος (- C = CH - CH₂ - CH = CH -).

3.2 Σύγκριση σπορέλαιων και ελαιολάδου

Σε γενικές γραμμές μεταξύ ελαιολάδου και σπορέλαιων υπάρχουν πολλές και σημαντικές διαφορές όσον αναφορά τα σημαντικά στοιχεία αυτών. Οι διαφορές αυτές συνοψίζονται παρακάτω:

1. Το ελαιόλαδο περιλαμβάνει στη σύστασή του υψηλό επίπεδο μονοακόρεστων προς πολυακόρεστων λιπαρών ουσιών και ταυτόχρονα εμπεριέχει μεγάλο και ποικίλο αριθμό αντιοξειδωτικών ουσιών, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει σταθερότητα, πράγμα το οποίο δεν υφίσταται στα σπορέλαια διότι περιέχουν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία δεν προβάλλουν αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά και επομένως δεν χαρακτηρίζονται ως σταθερά (Ανδρικόπουλος, 1999).
2. Γνωρίζουμε ότι όλες οι λιπαρές ουσίες, σε όποια κατηγορία και αν ανήκουν αυτές, χαρακτηρίζονται σε μεγάλο βαθμό από την θερμοκρασία αλλοίωσής τους αλλά και το σημείο καπνού τους. Έτσι, το ελαιόλαδο παρουσιάζει σημείο καπνού χαμηλότερου επιπέδου από την θερμοκρασία στην οποία επέρχεται η αλλοίωση ενώ αντίθετα τα σπορέλαια λειτουργούν ως προς αυτό το στοιχείο με συμπεριφορά όλος διόλου αντίθετη, πράγμα το οποίο διαφαίνεται και στον παρακάτω ενδεικτικό πίνακα (Κυριτσάκης, 2007).

Λιπαρές ουσίες	Σημείο Καπνού (°C)	Θερμοκρασία αλλοίωσης (°C)
Αραβοσιτέλαιο	227 °C	160 ° C
Σογιέλαιο	256°C	170° C
Παρθένο Ελαιόλαδο	200°C	230° C

Πίνακας 26: Σημεία καπνού και θερμοκρασία αλλοίωσης (Κυριτσάκης, 2007)

3. Το ελαιόλαδο παρουσιάζει μικρότερο βαθμό οξείδωσης σε σχέση πάντα, με τα σπορέλαια. Δηλαδή, απελευθερώνει πολύ μικρότερο πλήθος υπεροξειδίων και ελεύθερων ριζών (Μπαλατσούρας, 1997).
4. Στο ελαιόλαδο υπάρχει η δυνατότητα το χρησιμοποιηθέν υλικό να επαναχρησιμοποιηθεί για περισσότερες από μία (1) χρήσεις εφόσον βέβαια τηρούνται κάποιες συγκεκριμένες προδιαγραφές, αυτό από την άλλη πλευρά δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί με την χρήση των σπορέλαιων. Δηλαδή, τα σπορέλαια σε κάθε περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιούνται για μία μόνο χρήση (Ανδρικόπουλος, 1999). Οι προδιαγραφές επαναχρησιμοποίησης του ελαιολάδου αναφέρονται παρακάτω (Μπαλατσούρας, 1997):
 - Τα επίπεδα της θερμοκρασίας του να μην υπερβαίνουν τους 180 βαθμούς Κελσίου.
 - Να αποθηκεύεται σε κατάλληλο χώρο, πιο συγκεκριμένα ο χώρος αυτός να μην διαπερνάτε από φως ηλίου και η θερμοκρασία του να μην είναι υψηλή.
 - Να πραγματοποιείται η διαδικασία του φιλτραρίσματος μετά το πέρας της κάθε χρήσης του.
5. Με τη μέθοδο τηγανίσματος ρηχών διαστάσεων και φυσικά υπό προϋποθέσεις συγκεκριμένων συνθηκών θερμοκρασίας (≤ 180 βαθμών Κελσίου) και μειωμένης χρονικής διάρκειας τηγανίσματος, οι τροφές που τηγανίζονται παρουσία ελαιολάδου, αποκτούν θετικά αποτελέσματα τα οποία οφείλονται στην ύπαρξή του. Συγκεκριμένα, εντοπίστηκαν σε αυτές τις τροφές, τερπενικά οξέα, α – τοκοφερόλες και πολυφαινόλες. Το ίδιο δεν συμβαίνει και με τα σπορέλαια (Ανδρικόπουλος, 1999).
6. Η τροφή η οποία τηγανίζεται με την βοήθεια ελαιολάδου, αυξάνει σε μικρότερο βαθμό τα τριγλυκερίδια τα οποία εμπεριέχονται στο ανθρώπινο αίμα, σε σύγκριση με τις τροφές που τηγανίζονται με τη βοήθεια σπορέλαιων (Κυριτσάκης, 2007).

7. Η επίδραση η οποία παρέχει το ελαιόλαδο στην πηκτικότητα του αίματος του ανθρώπινου οργανισμού, είναι σίγουρα σε χαμηλότερο βαθμό βλαπτική από ότι η επίδραση που δημιουργείται από τα σπορέλαια (Κυριτσάκης, 2007).
8. Οι τροφές οι οποίες μαγειρεύονται – τηγανίζονται με την παρουσία του ελαιολάδου, έχουν ως συνέπεια την δημιουργία κρούστας στην επιφάνεια των τροφών αυτών, με αποτέλεσμα να καταναλώνεται σε τελικό στάδιο, μικρότερη ποσότητα λαδιού σε σχέση με τα διάφορα είδη σπορέλαιων (Μπαλατσούρας, 1997).
9. Οι τροφές οι οποίες χρησιμοποιούν ως έλαιο παρασκευής τους το ελαιόλαδο, παρουσιάζουν ισχυρότερη θρεπτική διατροφική αξία από ότι τα σπορέλαια για τους παρακάτω βασικούς λόγους (Ανδρικόπουλος, 1999):
 - Δημιουργεί ευνοϊκό κλίμα όσον αναφορά τα γαστρικά υγρά, το πεπτικό σύστημα αλλά και την απορρόφηση του οργανισμού όσον αναφορά τα κατάλληλα συστατικά που πρέπει να αφομοιώσει.
 - Το ελαιόλαδο έχει την ικανότητα να αφομοιώνεται πολύ πιο εύκολα από τον ανθρώπινο οργανισμό σε σύγκριση με όλα τα υπόλοιπα έλαια.
10. Το ελαιόλαδο μετά από δύο (2) συνεχόμενες χρήσεις του, παρουσιάζει μεταβολές όσον αναφορά τις χρωστικές ουσίες του (το χρώμα του σκουραίνει) σε αντίθεση με τα σπορέλαια όπου το χρώμα τους παραμένει αναλλοίωτο μετά την πρώτη (1η) χρήση του (Κυριτσάκης, 2007).
11. Οι τροφές οι οποίες παρασκευάζονται με τη συμβολή ελαιολάδου παρέχουν ιδιαίτερα καλή γεύση και οσμή σε σύγκριση με τα σπορέλαια (Ανδρικόπουλος, 1999).
12. Η ομοιότητα μεταξύ σπορέλαιων και ελαιολάδου αφορά την θερμιδική τους αξία. Συγκεκριμένα, τόσο το ελαιόλαδο όσο και όλα τα σπορέλαια, προσδίδουν στον άνθρωπο 9kcal / gr (Μπαλατσούρας, 1997).

3.4 Σύγκριση ελαιολάδου με το ηλιέλαιο

Οι ειδικές διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ ελαιολάδου και σπορέλαιο έχουν ως εξής:

1. Το ελαιόλαδο παραλαμβάνεται από το μεσοκάρπιο του ελαιόδενδρου (Μπαλατσούρας, 1997) ενώ το ηλιέλαιο μέσω της διαδικασίας της ψυχρής μεθόδου πίεσης που λαμβάνει χώρα στους σπόρους αυτού (Ανδικόπουλος, 1999).
2. Το ελαιόλαδο ως προς την χημική σύστασή του περιέχει φαινόλες, στερόλες, λιπαρά οξέα, αλειφατικές αλκοόλες, φωσφολιπίδια, χρωστικές, ρητινοειδή και ζελατινοειδή ουσίες, τοκοφερόλες και πτητικές οργανικές ενώσεις (Fiorini et al., 2018) ενώ το ηλιέλαιο περιλαμβάνει υψηλά επίπεδα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και επικρατεί το λινελαϊκό οξύ. Συγκεκριμένα, περιέχει μονοακόρεστα, κορεσμένα λιπαρά οξέα και βιταμίνες E (Rossel et al., 1983).
3. Ως προς τη σύσταση των λιπαρών οξέων του ελαιολάδου και του ηλιέλαιου διακρίνονται σημαντικές διαφορές ως προς τα λιπαρά οξέα αλλά και τις τιμές που καταλαμβάνουν αυτά. Παρακάτω ακολουθεί ο αντίστοιχος πίνακας.

Ηλιέλαιο	Ελαιόλαδο
<u>Λιπαρά οξέα – Περιεκτικότητα (%)</u>	<u>Λιπαρά οξέα – Περιεκτικότητα (%)</u>
Ελαϊκό (14 – 34,4)	Ελαϊκό (56 – 83)
Παλμιτικό (5,7 – 6,9)	Παλμιτικό (7,5 – 20)
Στεατικό (3 – 6,3)	Στεατικό (0,5 – 5)
Αραχιδικό (0,2 – 0,3)	Αραχιδικό (≤ 0,8)
Λινελαϊκό (55,5 – 73,2)	Λινελαϊκό (55,5 – 73,2)
Λινολαϊκό (<0,1)	Λινολαϊκό (έως 1,5)

Βεχενικό (0,6 – 0,9)	Βεχενικό (≤ 0,2)
Λιγνοκηρικό (0,2 – 0,3)	-
Γαδελαιϊκό (0,1 – 0,2)	-
Εκτελαϊκό (0,0 – 0,15)	-
-	Παλμιτελαϊκό (0,3 – 3,5)
-	Μυριστικό (έως 1,5)
-	Αιγνοκερικό (≤ 1)
-	Δεκαεπτανοϊκό (≤ 0,5)
-	Δεκαπτεναϊκό (≤ 0,6)

Πίνακας 27: Σύσταση λιπαρών οξέων ελαιολάδου και ηλιέλαιου

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν από την παρούσα πτυχιακή εργασία μέσω της βιβλιογραφικής επισκόπησης που πραγματοποιήθηκε τόσο σε βιβλία όσο και σε επιστημονικά άρθρα, παρουσιάζονται, αναλυτικά, παρακάτω:

- ✓ Το ελαιόλαδο, ουσιαστικά είναι μία λιπαρή ύλη που ως βασικό της στοιχείο έχει τα τριγλυκερίδια.
- ✓ Στη σύσταση των τριγλυκεριδίων υπάρχουν πενήντα (50) διαφορετικά είδη λιπαρών οξέων που σχηματίζουν κάθε φορά διαφορετικούς συνδυασμούς.
- ✓ Στη χημική σύσταση του ελαιολάδου περιέχονται φαινόλες, στερόλες, λιπαρά οξέα, αλειφατικές αλκοόλες, φωσφολιπίδια, χρωστικές, τοκοφερόλες, πτητικές οργανικές ενώσεις και ρητηνοειδή και ζελατινοειδή ουσίες.
- ✓ Ως φαινόλες καλούνται οι ενώσεις οι οποίες συμπεριλαμβάνουν το λιγότερο ένα βενζολικό δακτύλιο και τουλάχιστον ένα υδροξύλιο στο βενζολικό δακτύλιό τους.
- ✓ Υπάρχουν τρεις (3) κατηγορίες φαινολών. Οι απλές φαινόλες, οι φαινολικές αλκοόλες και τα φαινολικά οξέα.
- ✓ Τα κύρια συστατικά των φαινολών είναι η τυροσόλη και η υδροξυτυρολύση.
- ✓ Οι στερόλες αποτελούν μεγάλου μεγέθους αλκοόλες που σχεδόν πάντα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο μοριακού βάρους. Έχουν άμεση συνάφεια με την αυθεντικότητα και την ποιότητα του ελαιολάδου ενώ υπεισέρχεται στα φυσικά λιπαρά όλων των κατηγοριών (ελεύθερα και δεσμευμένα) υπό την μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα.
- ✓ Οι κατηγορίες στερολών που περιλαμβάνονται στο ελαιόλαδο είναι οι 4^α μεθυστερόλες, οι κοινές στερόλες, οι τριτεροενικές διαλκοόλες και οι 4,4 διμεθυμοστερόλες.
- ✓ Τα λιπαρά οξέα διαχωρίζονται σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και ακόρεστα. Τα λιπαρά οξέα τα οποία εμπεριέχονται στην σύσταση του ελαιολάδου είναι το παλμιτικό, το στεατικό, το ελαϊκό, το λινελαϊκό, το λινελενικό, το αραχιδονικό και το παλμιτελαϊκό.
- ✓ Τα τριγλυκερίδια αποτελούν το 80% του ελαιολάδου.
- ✓ Το παρθένο ελαιόλαδο παρουσιάζει μειωμένο αριθμό φωσφολιπιδίων.

- ✓ Οι χρωστικές ουσίες αποτελούν μέτρο ποιότητας του ελαιολάδου και ρυθμίζουν το χρώμα του.
- ✓ Οι τοκοφερόλες είναι ετεροκυκλικές ενώσεις οι οποίες διακατέχονται από μεγάλο μοριακό βάρος.
- ✓ Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου είναι το χρώμα, η οξύτητα, η οξείδωση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.
- ✓ Οι κύριες κατηγορίες του ελαιολάδου είναι το παρθένο ελαιόλαδο, το ραφιναρισμένο ελαιόλαδο και το ελαιόλαδο ενώ οι κύριες κατηγορίες του πυρηνελαίου είναι το ακατέργαστο πυρηνέλαιο, το ραφιναρισμένο πυρηνέλαιο και το πυρηνέλαιο.
- ✓ Τα κριτήρια γνησιότητας του ελαιολάδου είναι η σύσταση trans λιπαρών οξέων, η σύσταση λιπαρών οξέων προσδιορισμένη με αέρια χρωματογραφία, η σύνθεση των απομεθυλοστερολών, το περιεχόμενο των ολικών στερολών, η σύνθεση ερυθροδιόλης και ουβαόλης, η σύνθεση κήρων, η σύνθεση των στιγμασταδενίων, το ασαπωνοποίητο κλάσμα και η συγκέντρωση 2 – γλυκερολομονοπαλμιτικής.
- ✓ Η νοθεία του ελαιολάδου μπορεί να πραγματοποιηθεί με ορυκτέλαιο, πυρηνέλαιο, ιχθυέλαιο, σπορέλαιο και η ανάμειξη με έλαια ξένων χωρών.
- ✓ Ο εντοπισμός της νοθείας του ελαιολάδου πραγματοποιείται με το δείκτη Bellier – Maralle, με τη δοκιμή ανίχνευσης τσαγιελαίου, με το δείκτη Vizern – Gullot, με τη δοκιμή Carocci – Buzzzi, με την ανίχνευση σπορέλαιων, με τη βοήθεια της δοκιμής Bellier, με τον προσδιορισμό αλειφατικών αλκοολών, με την αντίδραση πολυβρωμιδίων, με τον προσδιορισμό στερολών, με τον προσδιορισμό κήρων, με τον προσδιορισμό σκουαλενίου και με τον προσδιορισμό των κορεσμένων λιπαρών οξέων στη θέση 2 του μορίου των τριγλυκεριδίων.
- ✓ Τα πιο γνωστά εδώδιμα σπορέλαια είναι το βαμβακέλαιο, το σογιέλαιο, το ηλιέλαιο, το αραβοσιτέλαιο, το καπνέλαιο, το σησαμέλαιο, το λινέλαιο, το μηκωνέλαιο, το αραχιδέλαιο, το σταφυλέλαιο, το έλαιο μπαμπασού και το φοινικοπυρηνέλαιο.
- ✓ Τα στάδια τα οποία πραγματοποιούν έτσι ώστε να εξαχθεί το σπορέλαιο είναι η χαμηλού επιπέδου πίεση, η εκχύλιση μέσω οργανικού διαλύτη, η παραλαβή και η αποθήκευση.

- ✓ Η εκχύλιση επηρεάζεται από το είδος του διαλύτη, το μέγεθος του αλεσμένου σπόρου, την υγρασία του σπόρου, το λόγο στερεού / διαλύτη και το χρόνο που εκτελείται η διεργασία.

Βιβλιογραφία

Κυριτσάκης Κ. Απόστολος (2007)., *Ελαιόλαδο: Συμβατικό και Βιολογικό*, 4^η έκδοση., Θεσσαλονίκη.

Fiorini Dennis., Boarelli Maria Chiara., Conti Paolo., Alfei Barbara., Caprioli Giovanni., Ricciutelli Massimo., Sagratini Gianni., Fedeli Donatella., Gabbianelli Rosita., Pacetti Deborah (2018)., *Chemical and sensory differences between high price and low price extra virgin olive oils*., Food Research International., Vol (105)., pp. 65-75.

Belitz D., Grosch W., Schieberle P. (2006)., *Χημεία Τροφίμων*., Εκδόσεις: Οίκος Τζιόλα.

Leonaridis De Antonella., Macciola Vincenzo., Lorizzo Massimo., Lombardi Jane Silvia., Lopez Francesco., Marconi Emanuele. (2018)., *Effective assay for olive vinegar production from olive oil mill wastewaters*., Food Chemistry., Vol (240)., pp. 437-440.

Nergiz Cevdet., Unal Kemal (1991)., *Determination of phenolic acids in virgin olive oil*., Food Chemistry., Vol (39)., pp. 237-240.

Tuck L. Kellie., Hayball J. Peter (2002)., *Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects*., The Journal of Nutritional Biochemistry., Vol (13)., pp. 636-644.

Canabate – Diaz B., Carretero Segura A., Guitierrez – Fernandez A., Veg Belmonte A., Frenich Garrido A., Vidal Martinez J.L., Martos Duran J. (2007)., *Separation and determination of sterols in olive oil by HPLC – MS*., Food Chemistry., Vol (102)., pp. 593-598.

Giacalone Rosa., Giuliano Salvatore., Gulotta Eleonora., Monfreda Maria., Presti Giovanni (2015)., *Origin assessment of EV olive oils by esterified sterols analysis*., Food Chemistry., Vol (188)., pp. 279-285.

Kiosseoglou., Vlachopoulou I., Boskou D. (1987)., *Esterified 4- monomethyl – and 4,4 – dimethyl – sterols in some vegetable oils*., Laboratory of Organic Chemical Technology and Food Chemistry Faculty of Chemistry., University of Thessaloniki., Vol (38)., pp. 102-103.

Κυριτσάκης Απόστολος (1993)., *Το ελαιόλαδο*., Εκδόσεις: Αγροτική Συνεταιριστική.

Mapelli – Brahm P., Heredia F., Hernanz – Vila D., Stinco M.C., Melendez – Martinez A. (2017)., *Isoprenoids composition and color to differentiate virgin olive oils from a specific mill*., LWT., Vol (89)., pp. 18-23.

Αλεξιάκης Σ. Αλέξανδρος (2003)., Το ελαιόλαδο και η παραγωγή του., Εκδόσεις: Σιδέρη Μιχάλη.

International Olive Oil Council (2006)., *Trade standards applying to olive oil and olive pomace oil.*, no: 3.

International Olive Oil Council (2008)., *Data Sheets.*, διαθέσιμο στο: <http://www.internationaloliveoil.org> ., (πρόσβαση 28/02/2018).

Κυριτσάκης Απόστολος (1989)., *Το ελαιόλαδο: Χημική σύνθεση, Τεχνολογία, Ποιοτικός Έλεγχος, Βιολογική αξία.*

Aparicio – Ruiz Ramon., Harwood John (2000)., *Handbook of Olive Oil: Analysis and properties.*, Publisher: Springer.

Ronalli Alfonso., Pollastri Luciano., Contento Stefania., Lannucci Emilia., Lucera Lucia (2003)., *Effect of olive paste kneading process time on the overall quality of virgin olive oil.*, European Journal of Lipid Science and Technology.

Commission of the European Communities (1995)., *Regulation 656/95.*, Official Journal of European Communities., No L 69/1.

Μπαλατσούρας Γεώργιος (1997)., *Σύγχρονη Ελαιοκομία : Ελαιόλαδο.*, Ιδιωτική Έκδοση., Αθήνα.

Ανδρικόπουλος Ν.Κ (1999)., *Φυσιοχημεία και βιοχημεία τροφίμων.*, Τόμος II., Αθήνα., σελ. 33-47.

Rossel J.B., King B., Downes M.J (1983)., *Detection of Adulteration.*, Journal of American oil Chemists' Society., 65 (2).

National Sunflowers Association., διαθέσιμο στο : <http://www.sunflowernsa.com/oil/> (πρόσβαση: 01/03/2018).

Guinda A., Dobarganes M.O., Ruiz – Mendez M.V., Mancha M. (2003)., *Chemical and physical properties of a sunflower oil with high levels of oleic and palmitic acids.*, European Journal of Lipid Science and Technology.

Eden P.O (2002)., *Palm Oil: Biochemical Physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects: A review.*, Plant Foods Human Nutr., pp. 319 – 341.

Kochhar S.P (2000)., *Stabilization of frying oils with natural ant oxidative components.*, European Journal of Lipid Science and Technology.

Pantazis T.P (1999)., *Palm oil in : Frying of food.*, CRC Press.

Yanishlieva N.V., Marinova E.M. (2001)., *Stabilization of edible oils with natural antioxidants.*, European Journal Lipid Science Technology.

Sanntag N. O. V (1979)., *Composition and characteristics of individual fats and oils in: Bailey's industrial oil and fat products.*, volume 1., 4th edition., New York.

Gertz C., Klostermann S., Kochhar S. P (2000)., *Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature.*, European Journal of Lipid Science Technology.

Ανδρικόπουλος Ν. Κ (2015)., *Τροφογνωσία: Περιγραφική Χημεία και Τεχνολογία Τροφίμων.*, Εκδόσεις: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα., Αθήνα.

Απόφαση ΑΧΣ., ΦΕΚ 54/Β/31.1.97 (1997)., *Τροποποίηση διατάξεων του Κώδικα Τροφίμων: Φυτικά έλαια (σπορέλαια) και λίπη.*

Boskou Dimitrios (2006)., *Olive oil: chemistry and technology.*, Publisher: AOCS., 2nd edition.