



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων

Διπλωματική Εργασία:

**Οι περιεχόμενες πολυφαινόλες στο ελαιόλαδο και
οι ευεργετικές δράσεις τους στην ανθρώπινη υγεία**

Προπτυχιακός Φοιτητής:

Ντζιαδήμας Βασίλειος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ζακυνθινός Γεώργιος

Καλαμάτα, 2013



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων

Διπλωματική Εργασία:

**Οι περιεχόμενες πολυφαινόλες στο ελαιόλαδο και
οι ευεργετικές δράσεις τους στην ανθρώπινη υγεία**

Προπτυχιακός Φοιτητής:

Ντζιαδήμας Βασίλειος

Επιβλέπων Καθηγητής:

Ζακυνθινός Γεώργιος

Καλαμάτα, 2013

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα μελέτη αναφέρεται στις (πολύ)φαινόλες του ελαιολάδου, των αντιοξειδωτικών εκείνων δηλαδή, που προστατεύουν το ελαιόλαδο στις υψηλές θερμοκρασίες και παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις ευεργετικές ιδιότητες του στην υγεία. Κύριος στόχος μας ήταν η αναλυτική αναφορά και μελέτη των πολυφαινολών, διακρίνοντας τις κύριες τάξεις των πολυφαινολικών ενώσεων, αλλά και τονίζοντας τις μεθόδους και τις τεχνικές με τις οποίες προσδιορίζονται οι πολυφαινόλες, ενώ ακολούθως, και για το υπόλοιπο της μελέτης μας, προχωρήσαμε σε διεξοδική και ενδελεχή μελέτη, ανάλυση και εξέταση των λειτουργικών ιδιοτήτων τους στην ανθρώπινη υγεία, με σκοπό την εξαγωγή έγκυρων και σαφών συμπερασμάτων.

Η μελέτη ξεκινά με μια εισαγωγή για το ελαιόλαδο, παρουσιάζοντας τις κατηγορίες, τα χαρακτηριστικά και τη χημική σύσταση αυτού, διακρίνοντας τα σε σαποωνοποιήσιμα και ασαποωνοποιήτα συστατικά. Στη συνέχεια, γίνεται εκτενής αναφορά και παρουσίαση όλων των κατηγοριών των πολυφαινολών που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία, ενώ μελετάται και ο τρόπος με τον οποίο αυτές ανευρίσκονται μέσα από τη φύση. Ακολούθως, πραγματοποιείται μια εξαντλητική παρουσίαση των μεθόδων και τεχνικών με τις οποίες προσδιορίζονται οι πολυφαινόλες, όπως η HPLC, TLC, CGC-MS κλπ. Τέλος, αναλύονται οι ευεργετικές συνέπειες των πολυφαινολών του ελαιολάδου στην ανθρώπινη υγεία, με συμβολή για παράδειγμα στην προστασία από τον καρκίνο, τη νόσο Alzheimer, τη λευχαιμία, το σακχαρώδη διαβήτη κα.

Από τα συμπεράσματα της μελέτης μας γίνεται φανερός ο σημαντικός ρόλος και οι ευεργετικές δράσεις των πολυφαινολών στην ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα, μερικά από τα συμπεράσματα αυτά έδειξαν ότι οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης, μειώνουν τις πιθανότητες σχηματισμού αθηρωματικής πλάκας, καθώς και την πιθανότητα θρόμβωσης στα αγγεία, ωφελώντας γενικότερα το καρδιαγγειακό σύστημα. Ακόμη, μειώνουν τον κίνδυνο καρδιαγγειακών ασθενειών, τον κίνδυνο εμφάνισης του πρώτου εμφράγματος του μυοκαρδίου, ενώ μειώνουν σημαντικά και την αρτηριακή πίεση του αίματος. Επίσης, συμβάλλουν στη θεραπεία και στην προστασία της στεφανιαίας νόσου, επηρεάζουν θετικά το μεταβολισμό του σώματος, μειώνουν την πιθανότητα ανάπτυξης της αρτηριοσκλήρυνσης, ενώ προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από τους

κινδύνους για ίνωση και κίρρωση ήπατος. Επιπλέον, προστατεύουν τα λιπίδια και το DNA, ενώ προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από πολυάριθμα είδη καρκίνων, όπως τον καρκίνο του μαστού, του παχέος εντέρου και της ανώτερης αναπνευστικής οδού. Ακολούθως, βοηθούν στο μεταβολικό σύνδρομο, στην πρόληψη και τον έλεγχο της νόσου του Alzheimer και του σακχαρώδους διαβήτη, ενώ εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό των ανθρωπίνων κυττάρων προμυελοκυτταρικής λευχαιμίας (HL60). Τέλος, μειώνουν τα επίπεδα σακχάρου και χοληστερόλης στο αίμα, έχουν σημαντική αντιμικροβιακή και αντιβακτηριακή δράση, καθώς και αντιαλλεργικές ιδιότητες, ενώ έχουν σημαντική αγγειοδιασταλτική δράση διαμέσου της παραγωγής ενδοκυτταρικού NO.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 7 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ | 10 |
| 2.1 Περί Ελαιολάδου | 10 |
| 2.2 Κατηγορίες Ελαιολάδου..... | 10 |
| 2.3 Χαρακτηριστικά Ελαιολάδου..... | 13 |
| 2.4 Χημική Σύσταση Ελαιολάδου | 13 |
| 2.4.1 Γενικά | 13 |
| 2.4.2 Σαπωνοποιήσιμα Συστατικά..... | 14 |
| 2.4.3 Ασαπωνοποιήτα Συστατικά | 15 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ | 21 |
| 3.1 Γενικές Κατηγορίες | 21 |
| 3.1.1 Απλές Φαινόλες & Φλαβονοειδή | 22 |
| 3.1.2 Ταννίνες | 25 |
| 3.2 Ανεύρεση στη Φύση | 26 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ | 28 |
| 4.1 Η Μέθοδος HPLC..... | 28 |
| 4.2 Η Μέθοδος TLC | 29 |
| 4.3 Η Μέθοδος CGC-MS | 29 |
| 4.4 Η Μέθοδος Folin-Ciocalteu | 30 |
| 4.5 Η Μέθοδος DPPH..... | 30 |
| 4.6 Η Μέθοδος του Δείκτη Υπερμαγγανικού Καλίου (KMnO ₄)..... | 31 |
| 4.7 Η Μέθοδος FRAP | 31 |
| 4.8 Η Μέθοδος ORAC | 32 |
| 4.9 Η Μέθοδος της Χημειοφωταυγείας | 32 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ | 33 |
| 5.1 Αντιοξειδωτική Δράση..... | 33 |
| 5.2 Μείωση Κινδύνου Καρδιαγγειακών Παθήσεων..... | 34 |
| 5.3 Μείωση Κινδύνου Ηπατικής Νόσου | 35 |
| 5.4 Μείωση Οξειδωτικό Στρες & Προστασία του DNA | 35 |
| 5.5 Προστασία από τον Καρκίνο | 36 |
| 5.6 Μεταβολικό Σύνδρομο | 37 |
| 5.7 Προστασία από Νόσο Alzheimer | 37 |
| 5.8 Προστασία από Λευχαιμία & Σακχαρώδη Διαβήτη..... | 37 |
| 5.9 Λοιπές Ωφέλειες των Πολυφαινολών..... | 37 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΕΠΙΛΟΓΟΣ | 39 |
| Α. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ | 41 |
| Β. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ | 47 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ | 49 |
| 1. ΤΜΗΜΑ Ι | 51 |
| 2. ΤΜΗΜΑ ΙΙ | 54 |
| 3. ΤΜΗΜΑ ΙΙΙ | 56 |
| 4. ΤΜΗΜΑ ΙV | 56 |

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής υλοποιήθηκε με την υποστήριξη ενός αριθμού ανθρώπων στους οποίους θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου. Πρώτα από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ζακυνθινό Γεώργιο που παρόλο το βεβαρυμμένο πρόγραμμα του ,δέχτηκε να αναλάβει την επίβλεψη της πτυχιακής μου εργασίας και με τη συνεχή καθοδήγηση, την άριστη υποστήριξη, τις ουσιώδεις συμβουλές, καθώς και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου παρείχε σε όλο αυτό το διάστημα κατάφερα να την ολοκληρώσω.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου και την αρραβωνιαστικιά μου για την αμέριστη βοήθεια και υπομονή που έχουν επιδείξει και για την στήριξη τους σε κάθε μου επιλογή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ελαιία ή ελιά είναι αειθαλές καρποφόρο δέντρο, προερχόμενη από το είδος *Olea Europea L.* Έχουν παρατηρηθεί είκοσι περίπου είδη σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές από τα οποία το μόνο που δίνει φαγώσιμους καρπούς είναι το είδος της ευρωπαϊκής ελιάς, που αυτοφύεται στη λεκάνη της Μεσογείου¹. Το γένος *Olea* ανήκει στην οικογένεια των Ελαιϊδών-Oleaceae (Σφακιωτάκης, 1996). Στην ίδια περιοχή, καλλιεργείται με επιτυχία από τα πανάρχαια χρόνια, γεγονός που οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στα άφθονα περγαμνηνοειδή, δερματώδη φύλλα της, με μικρό αναλογικά αριθμό στοματιών, βυθισμένων στο μεσόφυλλο (Μπαλατσούρας, 1986)².

Η καλλιέργεια της ελιάς, χάνεται ανά τους αιώνες και συμπίπτει με την επέκταση των πολιτισμών της Μεσογείου. Σύμφωνα με τον De Candolle (1883), ο πιθανότερος τόπος προελεύσεως της ελιάς είναι η Συρία και η Μικρά Ασία, όπου και καλλιεργήθηκε πριν έξι περίπου χιλιετίες. Οι Loukas & Krimbas (1983) θεωρούν ως περιοχή προέλευσης της ελιάς την Κάτω Αίγυπτο, τη Ναμίμπια ή την Αιθιοπία, ενώ σύμφωνα με άλλους συγγραφείς, τόπος προελεύσεως της ελιάς είναι η Αφρική (Ποντίκης, 2000), όπου καλλιεργήθηκε συστηματικά από τους σημιτικούς λαούς και από εκεί διαδόθηκε στην Κύπρο και στα βόρεια παράλια της Αφρικής (Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία) από τους Τυριανούς Φοίνικες. Ο Verdu (1989) συμφωνεί με την παραπάνω άποψη, τονίζοντας ότι το δέντρο της ελιάς διαδόθηκε από τους Φοίνικες στην Κύπρο, στην Κρήτη, στα νησιά του Αιγαίου, στην Ελλάδα και στη Νότια Ιταλία και από εκεί διέδωσαν οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι το ελαιόδεντρο στην Ευρώπη, διαμέσου των κατακτήσεων.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με ευρήματα ανασκαφών σε Μυκήνες, Κνωσό και Φαιστό, η ελιά καλλιεργούταν από τα πολύ παλιά χρόνια. Στα χρόνια της Μινωικής και Μυκηναϊκής εποχής, η ελιά και το ελαιόλαδο διαδραμάτισαν σπουδαίο ρόλο στην οικονομία των λαών αυτών με σκοπό την αποταμίευση πλούτου (Θεριός, 2005;

¹ Ο καρπός του ελαιόδεντρου είναι δρύπη και χρησιμοποιείται, είτε για επιτραπέζια κατανάλωση, είτε για διαχώριση του ελαιολάδου με διάφορες τεχνικές.

² Με μια τέτοια δομή φύλλων, η διαπνοή περιορίζεται στο ελάχιστο και έτσι το ελαιόδεντρο καρποφορεί στη γύρω από τη Μεσόγειο ξηροθερμική περιοχή. Το κλίμα στις περισσότερες ελαιοπαραγωγικές χώρες είναι ημιορεινό, είναι δηλαδή το κλίμα της Σαχάρας τροποποιημένο από τον τεράστιο θαλάσσιο όγκο της Μεσογείου (Zohary & Hopf, 1994).

Σαρπάκη & Χατζηδημητρίου, 2006). Οι Simari & Martinenghi (1950) μάλιστα, αναφέρουν ότι η καλλιέργεια της ελιάς και το ελαιόλαδο είναι καταχωρημένα στην Ιλιάδα και στην Οδύσσεια του Ομήρου (900 π. Χ). Γενικά, στην Αρχαία Ελλάδα, οι Έλληνες φαίνεται να αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ελιά και στην καλλιέργειά της. Για εκείνους, πέρα από τη διατροφή, η ελιά αποτελούσε σύμβολο ειρήνης, σοφίας και νίκης³, συνδεόταν με τη θρησκεία τους⁴, ενώ τέλος χρησιμοποιούνταν στη διακόσμηση αγγείων, τοίχων, χρυσών κομψοτεχνημάτων και άλλων ειδών.

Στις μέρες μας πλέον, η ελιά διαδίδεται έξω από τη Μεσόγειο, ενώ πλέον καλλιεργείται σε πολύ απομακρυσμένα, από το φυσικό χώρο προέλευση της μέρη, όπως στη Νότια Αφρική, Αυστραλία, Ιαπωνία και Κίνα (Μπαλατσούρας, 1999). Το ελαιόλαδο πλέον, αποτελεί σημαντικό κομμάτι στη διατροφή των Μεσογειακών λαών (Ferro-Luzzi & Sette, 1989), και για το λόγο αυτό η κατανάλωση του αυξάνεται ραγδαία στις υπόλοιπες χώρες όπως στις ΗΠΑ, Καναδά, Ιαπωνία και Αυστραλία (Boskou, 1996). Σύμφωνα με τη FAOSTAT (Food and Agriculture Organization - 2007) Χαρακτηριστικό είναι άλλωστε το γεγονός ότι η παγκόσμια παραγωγή ελαιολάδου αγγίζει πλέον τους 2,8 εκατομμύρια τόνους ετησίως, με την Ελλάδα να έρχεται 3^η παγκοσμίως (331.310 τόνους), πίσω από την Ιταλία και την Ισπανία (Iconomou, et. al., 2010).

Η γνώση για την αξία του ελαιόλαδου όλο και επεκτείνεται και όλο και περισσότερες (ιατρικές) έρευνες παγκόσμια αποδεικνύουν ότι το ελαιόλαδο υπερέχει των υπόλοιπων ελαίων, καταδεικνύοντας συνάμα τις λειτουργικές του, προστατευτικές για τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, ιδιότητες. Είναι πλέον πλήρως εξακριβωμένο ότι το ελαιόλαδο ενισχύει την καλή υγεία στον άνθρωπο, ενώ μπορεί να λειτουργήσει και «θεραπευτικά» σε κάποιες χρόνιες ασθένειες που τον προσβάλλουν. Η παρούσα διπλωματική θα επικεντρώσει το ενδιαφέρον της αποκλειστικά τις (πολύ)φαινόλες του ελαιολάδου, σε αυτά τα αντιοξειδωτικά δηλαδή, που προστατεύουν το ελαιόλαδο στις υψηλές θερμοκρασίες και παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις ευεργετικές ιδιότητες του ελαιολάδου στην υγεία. *Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αναλυτική αναφορά των πολυφαινολών, παρουσιάζοντας εις βάθος στοιχεία για τις λειτουργικές ιδιότητες τους στην ανθρώπινη υγεία.*

³ Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνταν στεφάνι αγριελιάς (κότινος) ως έπαθλο στους νικητές των Ολυμπιακών αγώνων.

⁴ Σύμφωνα με το μύθο, η θεά Αθηνά προσέφερε στους πολίτες των Αθηνών την ελιά ως πηγή πλούτου.

Η παρούσα πτυχιακή θα ξεκινήσει στο δεύτερο κεφάλαιο με μια εισαγωγή για το ελαιόλαδο, παρουσιάζοντας τις κατηγορίες, τα χαρακτηριστικά και τη χημική σύσταση αυτού, διακρίνοντας τα σε σαπωνοποιήσιμα και ασαπωνοποιήτα συστατικά. Ακολούθως, και στο επόμενο κεφάλαιο, θα παρουσιαστούν αναλυτικά όλες οι κατηγορίες των πολυφαινολών, καθώς και θα μελετηθεί παράλληλα και ο τρόπος με τον οποίο αυτές ανευρίσκονται μέσα από τη φύση. Στο αμέσως επόμενο κεφάλαιο, θα πραγματοποιηθεί μια εξαντλητική παρουσίαση των μεθόδων και τεχνικών με τις οποίες προσδιορίζονται οι πολυφαινόλες, όπως η HPLC, TLC, CGC-MS κλπ. Το πέμπτο κεφάλαιο που είναι και το πιο σημαντικό της παρούσας πτυχιακής, θα παρουσιαστούν οι ευεργετικές συνέπειες των πολυφαινολών του ελαιολάδου στην ανθρώπινη υγεία, με συμβολή για παράδειγμα στην προστασία από τον καρκίνο, τη νόσο Alzheimer, τη λευχαιμία, το σακχαρώδη διαβήτη κα. Η διπλωματική θα ολοκληρωθεί με τα συμπεράσματα της όλης μελέτης, που θα παρουσιαστούν στο έκτο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

2.1 Περί Ελαιολάδου

Το ελαιόλαδο είναι το έλαιο της ελιάς, δηλαδή του καρπού της ελιάς της Ευρωπαϊκής *Olea Europaea* (Ανδρικόπουλος, 1999)⁵. Είναι μια από τις πρώτες λιπαρές ουσίες που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος σε καθαρή μορφή για τη διατροφή του. Ουσιαστικά ήταν η λιπαρή ουσία που έθρεψε τους λαούς γύρω από την Μεσόγειο από τα βάθη των αιώνων μέχρι σήμερα, χωρίς να δημιουργήσει σε αυτούς ιδιαίτερα προβλήματα από πλευράς υγείας και ορθολογικής διατροφής. Αντίθετα, ήταν ένα από τα στοιχεία εκείνα που εξασφάλισαν στους μεσογειακούς λαούς μακροζωία, απaráμιλλη δραστηριότητα και συνεχή πρόοδο (Μπαλατσούρας, 1997). Το ελαιόλαδο είναι το λάδι που προέρχεται από τις ελιές αποκλειστικά με μηχανικά ή φυσικά μέσα σε θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή που μπορεί να προκαλέσει αλλοιώσεις.

Σύμφωνα με τους Τζουβάρα & Καραγιάννη (1991), οι περιγραφές και η ονομασία του ελαιολάδου, αποτελούν ουσιαστικό στοιχείο του καθεστώτος της αγοράς, θέτοντας πρότυπα ποιότητας και παρέχοντας στους καταναλωτές επαρκή πληροφόρηση για το προϊόν. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι στο Παράρτημα XVI του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1234/2007⁶, προβλέπονται η περιγραφή και η ονομασία των ελαιολάδων που διατίθενται στο εμπόριο στο εσωτερικό κάθε κράτους μέλους, καθώς και οι ενδοκοινοτικές συναλλαγές και οι συναλλαγές με τρίτες χώρες. Η χρήση μάλιστα των περιγραφών αυτών είναι απολύτως υποχρεωτική.

2.2 Κατηγορίες Ελαιολάδου

Έτσι λοιπόν, οι κατηγορίες ποιότητας ελαιολάδου που ισχύουν σήμερα στην Ελλάδα και επιτρέπεται να διακινούνται και να πωλούνται ενδοκοινοτικά σε επίπεδο λιανικού εμπορίου, καθώς και στις τρίτες χώρες, έχουν καθοριστεί από το Διεθνές

⁵ Το ελαιόδεντρο *Olea Europaea*, παράγει τον ελαιόκαρπο, ο οποίος μπορεί να καταναλωθεί ολόκληρος σαν ώριμος μαύρος καρπός ή σαν άγουρος πράσινος καρπός (Waterman & Lockwood, 2007).

⁶ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 1234/2007 ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 22^{ης} Οκτωβρίου 2007, για τη θέσπιση κοινής οργάνωσης των γεωργικών αγορών και ειδικών διατάξεων για ορισμένα γεωργικά προϊόντα («Ενιαίος κανονισμός ΚΟΑ»).

Συμβούλιο Ελαιολάδου. Τα κυριότερα ποιοτικά κριτήρια είναι η οξύτητα⁷, ο βαθμός οξειδωσης⁸ και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (οσμή, γεύση, χρώμα). Σύμφωνα με τα παραπάνω, αλλά και τον Αλεξάκη (1998), το ελαιόλαδο χωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Παρθένα Ελαιόλαδα: Έλαια λαμβανόμενα 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. Τα παρθένα ελαιόλαδα κατατάσσονται αποκλειστικά και περιγράφονται ακολούθως: α) σε *εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο*⁹, που έχει παραχθεί μόνο με φυσικές και μηχανικές διαδικασίες και του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 0,8gr ανά 100gr, β) σε *παρθένο ελαιόλαδο*¹⁰, που έχει παραχθεί με φυσικές και μηχανικές διαδικασίες και του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 2gr ανά 100gr, γ) σε *ελαιόλαδο λαμπάντε*, του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, υπερβαίνει τα 2gr ανά 100gr.

Εξευγενισμένο Ελαιόλαδο: Ελαιόλαδο λαμβανόμενο από τον εξευγενισμό παρθένων ελαιολάδων, του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 0,3gr ανά 100gr.

⁷ Η οξύτητα καθορίζει την ποιοτική κατάταξη, τη διαβάθμιση, αλλά και τον καθορισμό της τιμής του ελαιολάδου. Η οξύτητα που δίνεται εκφράζεται συνήθως επί τοις εκατό (%). Όσο πιο υψηλό είναι το ποσοστό, τόσο πιο πολλά είναι τα ελεύθερα λιπαρά οξέα. Ο βαθμός ανάπτυξης αυτής της οξύτητας οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως το κλίμα, η σύσταση του εδάφους, έντομα όπως ο δάκος ή μύκητες, όπως το γλοιοσπόριο, καθώς και το μέσο που χρησιμοποιείται στη συγκομιδή του ελαιοκάρπου όπως π.χ. ραβδισμός και χτένισμα (Αλεξάκης, 1998).

⁸ Η λεγόμενη και «τάγγιση» του ελαιολάδου, αποτελεί την σοβαρότατη αλλοίωση που συνδέεται κυρίως με τις ακατάλληλες συνθήκες στις οποίες εκτίθεται το λάδι, μετά την εξαγωγή του από το ελαιοτριβείο (ακατάλληλα δοχεία αποθήκευσης, έκθεση στον ήλιο κ.λπ.). Αν η αλλοίωση είναι πολύ σοβαρή, το ελαιόλαδο αυτό μπορεί να αποβεί επιβλαβές για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο προσδιορισμός της οξειδωσης γίνεται με εργαστηριακές μετρήσεις και κυρίως με τη μέτρηση του αριθμού των υπεροξειδίων.

⁹ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 865/04 - Υποχρεωτική ένδειξη στις συσκευασίες πώλησης των ελαίων: «Ελαιόλαδο ανωτέρας κατηγορίας. Παράγεται απευθείας από ελιές και μόνο με μηχανικές μεθόδους».

¹⁰ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 865/04 - Υποχρεωτική ένδειξη στις συσκευασίες πώλησης των ελαίων: «Ελαιόλαδο που παράγεται απευθείας από ελιές και μόνο με μηχανικές μεθόδους».

Ελαιόλαδο Αποτελούμενο από Εξευγενισμένα Ελαιόλαδα & Παρθένα Ελαιόλαδα¹¹:

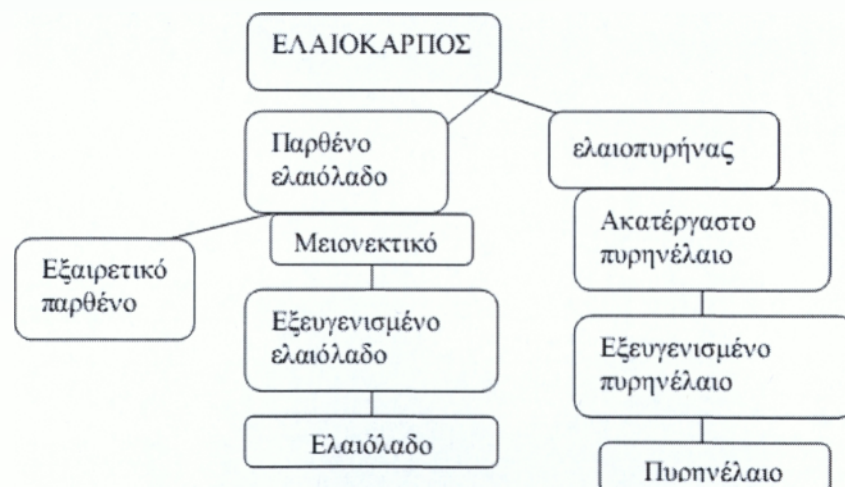
Έλαιο που λαμβάνεται από ανάμειξη εξευγενισμένου ελαιολάδου και παρθένων ελαιολάδων, εκτός από το ελαιόλαδο λαμπάντε, του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει το 1gr ανά 100gr.

Ακατέργαστο Πυρηνέλαιο: Έλαιο που λαμβάνεται από τους πυρήνες της ελιάς κατόπιν επεξεργασίας με διαλύτες ή με φυσικά μέσα ή έλαιο που αντιστοιχεί, με εξαίρεση ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, σε ελαιόλαδο λαμπάντε. Εξαιρούνται τα έλαια που λαμβάνονται με διεργασίες επανεστεροποίησης και πρόσμειξης με έλαια άλλης φύσης.

Εξευγενισμένο Πυρηνέλαιο: Έλαιο που λαμβάνεται από τον εξευγενισμό του ακατέργαστου πυρηνελαίου, του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 0,3gr ανά 100gr.

Πυρηνέλαιο¹²: Έλαιο που λαμβάνεται από ανάμειξη εξευγενισμένου πυρηνελαίου και παρθένων ελαιολάδων, εκτός από το ελαιόλαδο λαμπάντε, του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει το 1gr ανά 100gr (ΚΕΠ.ΚΑ, 2010).

Σχηματικά, οι κατηγορίες ποιότητας αναπαρίστανται ως ακολούθως:



Εικόνα 1: Κατηγορίες ποιότητας ελαιολάδου και πυρηνελαίου (Λυδάκης, 2006)

¹¹ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 865/04 - Υποχρεωτική ένδειξη στις συσκευασίες πώλησης των ελαίων: «Έλαιο που περιέχει αποκλειστικά ελαιόλαδα που έχουν υποστεί επεξεργασία εξευγενισμού και έλαια που έχουν παραχθεί απευθείας από ελιές».

¹² ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 865/04- Υποχρεωτική ένδειξη στις συσκευασίες πώλησης των ελαίων: «Έλαιο που περιέχει αποκλειστικά έλαια που προέρχονται από επεξεργασία του προϊόντος που ελήφθη μετά την εξαγωγή του ελαιολάδου και έλαια που ελήφθησαν απευθείας από τις ελιές» ή «Έλαιο που περιέχει αποκλειστικά έλαια που προέρχονται από επεξεργασία πυρήνων ελιάς και ελαίων που παράγονται απευθείας από ελιές».

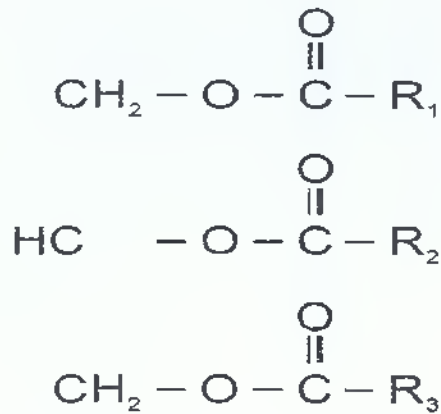
2.3 Χαρακτηριστικά Ελαιολάδου

Για να καταστεί δυνατός ο διαχωρισμός μεταξύ των διαφόρων τύπων ελαίου, έχουν καθοριστεί τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά κάθε ελαίου, καθώς και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των παρθένων ελαίων, κατά τρόπο που να διασφαλίζεται η γνησιότητα και η ποιότητα των εν λόγω προϊόντων, με την επιφύλαξη των υπολοίπων διατάξεων, οι οποίες αφορούν αυτό το θέμα. Στο Παράρτημα I του Κανονισμού (ΕΟΚ) 2568/91, παρατίθενται οι τιμές των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών όλων των κατηγοριών ελαιολάδου και πυρηνελαίου, καθώς και οι τιμές των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των παρθένων ελαίων (Παράρτημα, Τμήμα I & II).

2.4 Χημική Σύσταση Ελαιολάδου

2.4.1 Γενικά

Το ελαιόλαδο, όπως και κάθε λιπαρή ύλη, είναι κυρίως ένα μίγμα τριγλυκεριδίων. Τα τριγλυκερίδια ονομάζονται και ουδέτερα λίπη. Είναι οργανικές χημικές ενώσεις, των οποίων το μόριό τους αποτελείται από ένα μόριο γλυκερόλης, ενωμένο με τρία μόρια ανώτερων λιπαρών οξέων. Από αυτήν ακριβώς τη σύνθεση λαμβάνουν και το χαρακτηριστικό τους όνομα τριγλυκερίδια (Bezejianos & Tzia, 2003). Στη σύνθεση των διαφόρων τριγλυκεριδίων χρησιμοποιούνται περίπου 50 διαφορετικά λιπαρά οξέα. Επειδή στο κάθε μόριο τριγλυκεριδίου είναι δυνατό να περιέχονται τρία μόρια του ίδιου λιπαρού οξέος, είτε και δύο ή τρία μόρια διαφορετικών λιπαρών οξέων, οι δυνατοί συνδυασμοί είναι πάρα πολλοί, και συνεπώς και τα είδη των τριγλυκεριδίων είναι πάρα πολλά. Από τα περίπου 50 λιπαρά οξέα που συμμετέχουν στη δομή των τριγλυκεριδίων, τα 16 είναι κορεσμένα, δηλαδή περιέχουν στο μόριό τους όλα τα άτομα του υδρογόνου που είναι δυνατό να κρατάνε, ενώ τα υπόλοιπα χαρακτηρίζονται ως ακόρεστα γιατί από το μόριό τους ελλείπουν 2, 4, ή 6 άτομα υδρογόνου. Από την αναλογία των κορεσμένων και των ακόρεστων λιπαρών οξέων στο μόριο του τριγλυκεριδίου, καθορίζεται, κατά γενικό κανόνα, και η θερμοκρασία κατά την οποία η κατάστασή του μεταβάλλεται από στερεά σε υγρή. Έτσι, τα διάφορα τριγλυκερίδια μπορεί να είναι στερεά στη συνήθη θερμοκρασία δωματίου, δηλαδή είναι λίπη, είτε να είναι υγρά, και αποκαλούνται έλαια.



Εικόνα 2: Δομή τριγλυκεριδίου (Κυριτσάκης, 2007)

Σύμφωνα με πολλούς συγγραφείς (Fedeli, 1977; Kiritsakis & Dugan, 1985; Kiritsakis, 1998), το ελαιόλαδο, εκτός από τα τριγλυκερίδια, περιέχει μικρές ποσότητες και από άλλα συστατικά που προέρχονται από τον ελαιόκαρπο ή σχηματίζονται κατά την παραλαβή του. Τέτοια είναι τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, τα φωσφολιπίδια, οι στερόλες, οι αλειφατικές αλκοόλες, οι χρωστικές, οι πτητικές οργανικές ενώσεις, διάφορες ρητινοειδείς και ζελατινοειδείς ουσίες, οι τοκοφερόλες και βέβαια οι φαινόλες. Οι τελευταίες (γενικότερα οι πολυφαινόλες) άλλωστε αποτελούν και το κύριο κομμάτι της παρούσας διπλωματικής, γεγονός που θα μας κάνει να ασχοληθούμε εκτενώς σε επόμενα κεφάλαια.

2.4.2 Σαπωνοποιήσιμα Συστατικά

Τα συστατικά του ελαιολάδου διακρίνονται σε σαπωνοποιήσιμα και ασαπωνοποιήτα. Το 98,0-99,5% περίπου των συστατικών είναι σαπωνοποιήσιμα και το υπόλοιπο ασαπωνοποιήτα. Από τα κυριότερα σαπωνοποιήσιμα συστατικά είναι:

Λιπαρά Οξέα: Σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές (Christakis, et. al, 1980; Frezzoti & Manni, 1956), η σύνθεση του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα κυμαίνεται και εξαρτάται από: α) την ποικιλία της ελιάς, β) τις εδαφικές και κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και γ) το βαθμό ωριμότητας του καρπού. Σύμφωνα με τον Μπαλατσούρα (1997), το μεγαλύτερο ποσοστό των λιπαρών οξέων του ελαιολάδου συνίσταται από ακόρεστα οξέα¹³, ενώ το υπόλοιπο από κορεσμένα¹⁴. Η επιτροπή Codex Alimentarius

¹³ Μεταξύ αυτών σε μεγαλύτερη αναλογία περιέχεται το μονοακόρεστο ελαιικό - C18:1 (56-84% επί του συνόλου των λιπαρών οξέων και εστεροποιημένο κατά κύριο λόγο στο 2-OH της γλυκερίνης), το λινελαϊκό - C18:2 (3-21%), ενώ άλλα όπως το λινολενικό - C18:3, το αραχιδονικό - C20:4 και το παλμιτελαϊκό - C16:1, συναντώνται αλλά σε μικρότερες ποσότητες.

¹⁴ Από τα κορεσμένα οξέα σε μεγαλύτερο ποσοστό συναντάται το παλμιτικό - C16:0 (7-20%) και το στεατικό - C18:0 (1-4%) (Κυριτσάκης, 1998).

(1970), καθιέρωσε για τα λίπη και τα έλαια τα ακόλουθα όρια (ελάχιστα και μέγιστα) για τα βασικά λιπαρά οξέα του ελαιολάδου: ελαϊκό 56-83%, παλμιτικό 7-20% και λινελαϊκό 3-20%. Τα συνήθη όρια μέσα στα οποία κυμαίνεται η περιεκτικότητα του ελαιολάδου στα διάφορα λιπαρά οξέα, δίνονται ενδεικτικά στον αντίστοιχο πίνακα του Παραρτήματος (Τμήμα III).

Μονογλυκερίδια: 0,1-0,2% (Μπαλατσούρας, 1999)

Διγλυκερίδια: 2-3% (Bezerianos & Tzia, 2003)

Τριγλυκερίδια: Μεταξύ τριών υδροξυλίων της γλυκερίνης, έχουν την ακόλουθη κατανομή λυπαρών οξέων: α) OOO = 41% (O = ελαϊκό οξύ), β) POO = 21% (P = παλμιτικό οξύ), γ) OLO = 8% (L = λινελαϊκό οξύ), δ) OLL = 7%, ε) PLO = 7%, στ) SOO = 4% (S = στεατικό οξύ) και ζ) POP = 3% (Bezerianos & Tzia, 2003).

2.4.3 Ασαπωνοποίητα Συστατικά¹⁵

Η ποσότητα και η σύσταση του κλάσματος των ασαπωνοποίητων συστατικών του ελαιολάδου εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τον τρόπο με τον οποίο έχει γίνει η παραλαβή του. Ελαιολάδο το οποίο παραλαμβάνεται με την εφαρμογή της υδραυλικής πίεσης, έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ασαπωνοποίητα συστατικά, σε σύγκριση με ελαιολάδο το οποίο παραλαμβάνεται με εκχύλιση (Fedeli, 1997). Το ασαπωνοποίητο κλάσμα είναι ένα καθιερωμένο ποιοτικό κριτήριο και χρησιμοποιείται συχνά γιατί δίνει το συνολικό ποσό των πιο σημαντικών μη γλυκεριδικών συστατικών. Από τα κυριότερα ασαπωνοποίητα συστατικά είναι:

Υδρογονάνθρακες: Στο ασαπωνοποίητο μέρος του ελαιολάδου, βρέθηκαν υδρογονάνθρακες όπως το ναφθαλίνιο και τα παράγωγα του (150-800mg/100gr), κορεσμένοι ευθύγραμμοι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες (11-30 άτομα άνθρακα), διακλαδισμένοι, καθώς και ο τριτερπενικός υδρογονάνθρακας σκουαλένιο¹⁶ (125-800mg/100gr) τριάντα ατόμων άνθρακα, που αποτελεί πρόδρομη ένωση της βιοσύνθεσης των στερολών. Οι Ciusa & Morgante (1974) προσδιόρισαν 14 πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (200-700 mg/kg ελαιολάδου) τους

¹⁵ Ασαπωνοποίητο κλάσμα είναι «το σύνολο των προϊόντων που υπάρχουν στην ουσία που αναλύεται, το οποίο μετά την σαπωνοποίηση με υδροξείδιο του καλίου και την εξαγωγή με συγκεκριμένο διαλύτη, παραμένει μη πτητικό κάτω από τις καθορισμένες συνθήκες του πειράματος» (Κυριτσάκης, 2007).

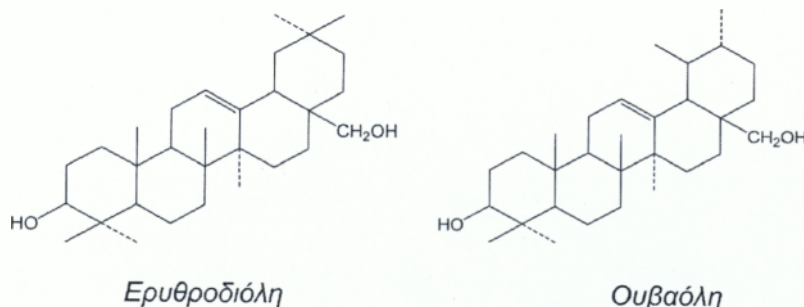
¹⁶ Το σκουαλένιο είναι χαρακτηριστικό του ελαιολάδου και ο ποσοτικός προσδιορισμός του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό νοθείας από άλλα βρώσιμα έλαια.

οποίους απομόνωσαν από πράσινες και ώριμες ελιές¹⁷. Σύμφωνα με τους ερευνητές αυτούς, η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες, είναι μεγαλύτερη στις άγουρες και χαμηλότερη στις ώριμες ελιές. Μεγαλύτερο ποσοστό συναντάται στο φλοιό και λιγότερο στη σάρκα.

Καροτενοειδή: Στο ελαιόλαδο συναντώνται διάφορα καροτενοειδή στα οποία αποδίδεται η κίτρινη απόχρωση του. Η λουτεΐνη (C₄₀H₅₆O₂) που ανήκει στις ξανθοφύλλες αποτελεί το κυριότερο καροτενοειδές. Άλλα σημαντικά καροτενοειδή είναι τα καροτένια (α-, β- και γ- καροτένιο), που είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες. Το επικρατέστερο από αυτά είναι το β-καροτένιο που αποτελεί το 85% του συνόλου των καροτένιων και ακολουθεί το α-καροτένιο (15%) (Αλυγιζάκης, 1982).

Χρωστικές Ουσίες: Στο ελαιόλαδο συναντώνται και διάφορες χρωστικές ουσίες η κυριότερη των οποίων είναι η χλωροφύλλη. Η ουσία αυτή δίνει το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα στο ελαιόλαδο αλλά αποτελεί και την κύρια αιτία της οξειδωτικής αλλοίωσης, αν αυτό έλθει σε επαφή με το φως (Kiritsakis & Dugan, 1985). Η χλωροφύλλη υπάρχει στη μορφή της α και της β χλωροφύλλης. Η α μορφή είναι κυανοπράσινη, ενώ η β κιτρινοπράσινη. Με την πρόοδο της ωρίμανσης του ελαιοκάρπου καθώς και με το χρόνο αποθήκευσης του ελαιολάδου μειώνεται η περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε χλωροφύλλες (Interesse, et. al, 1971).

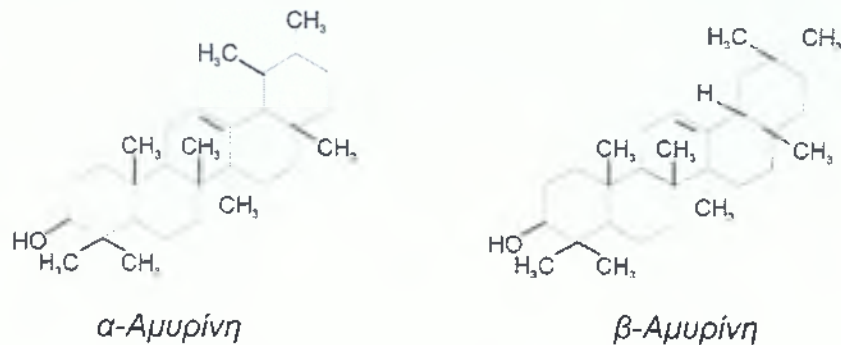
Αλκοόλες: Στο ελαιόλαδο βρέθηκαν επίσης και αλκοόλες (20-35%). Αυτές διακρίνονται σε α) *τριτερπενικές διαλκοόλες*, με κυριότερες την ερυθροδιόλη και την ουβαόλη, απόλυτες ποσότητες των οποίων κυμαίνονται από 120mg/100gr στο ελαιόλαδο και ως και 280mg/100gr στο πυρηνέλαιο¹⁸,



¹⁷ Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι περιβαλλοντικός ρύπος υψηλής τοξικότητας, και οι πιθανές αιτίες παρουσίας στα ελαιόλαδα είναι η χρήση βενζινοκίνητων, μερικές φορές μάλιστα και δίχρονων ραβδιστικών μηχανημάτων που παράγουν μεγάλη ποσότητα καυσαερίων στον αγρό και η παρουσία αυτοκινήτων στο χώρο ελαιοποίησης ορισμένων ελαιοτριβίων.

¹⁸ Η σχετική τους περιεκτικότητα στο ολικό κλάσμα όπως καθορίζεται από την αέρια υγρή χρωματογραφία χρησιμοποιείται ως μια αξιόπιστη ένδειξη για τον διαχωρισμό του ελαιολάδου από το πυρηνέλαιο.

β) *τριτερπενικές αλκοόλες*, με βασικότερες την α- και την β- αμυρίνη και ορισμένες άλλες τριτερπενικές αλκοόλες, η συγκέντρωση των οποίων κυμαίνεται από 100 έως 150mg/100gr ελαιολάδου,



καθώς και γ) *αλειφατικές αλκοόλες*, με 1% επί του συνόλου και 10-20 mg/100gr ελαιολάδου (Μπαλατσούρας, 1999).

Μη γλυκεριδικόι εστέρες λιπαρών οξέων: Εστέρες η-αλειφατικών αλκοολών (C 27, C32), στερολών (β-σιτοστερόλη, καμπεστερόλη, στιγμαστερόλη, κτλ) και τριτερπενικών αλκοολών έχουν προσδιοριστεί στο μη γλυκεριδικό κλάσμα του ελαιόλαδου (Fedeli, 1977). Ο Colakoglou (1966) προσδιόρισε τις τριτερπενικές αλκοόλες κυκλοαρτενόλη και βαμυρίνη, σε δείγματα ελαιόλαδου. Οι μη γλυκεριδικόι εστέρες του ελαιόλαδου περιέχουν σχεδόν τα ίδια λιπαρά οξέα, τα οποία συναντώνται και στο γλυκεριδικό τμήμα.

Βιταμίνες¹⁹: Η βιταμίνη Ε συναντάται στο ελαιόλαδο, όπως και σε όλες σχεδόν τις φυσικές λιπαρές ύλες. Στο ελαιόλαδο συναντάται επίσης και η προβιταμίνη Α (β-καροτένιο) (Κυριτσάκης, 2007).

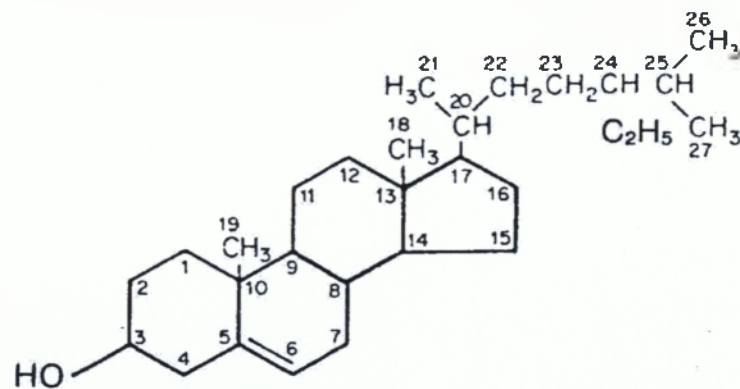
Άλλα Συστατικά: Συνένζυμο Q ή Ουμπικικόνη σε ποσοστό 0-40 mg/kg λαδιού

Μέταλλα: Σίδηρος 5mg/kg ελαιόλαδου, Χαλκός 0,4mg/kg, Μόλυβδος 0,1mg/kg και Αρσενικόν 0,1mg/kg ελαιόλαδου.

Στερόλες (Συνολικές): Ανάλυση του κλάσματος των στερολών με αέρια-υγραχρωματογραφία, χρησιμοποιώντας πολικό και μη πολικό διαλύτη, έδειξε ότι η σύνθεση του στερολικού κλάσματος του ελαιόλαδου, πέρα από τα κύρια συστατικά (σιτοστερόλη, στιγμαστερόλη και Δ5-ανεμαστερόλη) περιέχει και ίχνη χοληστερόλης,

¹⁹ Οι βιταμίνες είναι τάξη οργανικών χημικών ενώσεων, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κανονική αύξηση και διατήρηση ενός ζωντανού οργανισμού, ο οποίος δεν είναι σε θέση να συνθέσει μόνος του. Η ανεπαρκής παρουσία των βιταμινών στον οργανισμό προκαλεί ορισμένες ασθένειες, που είναι γνωστές ως αβιταμινώσεις.

Δ7-ανεμαστερόλης και διάφορων άγνωστων συστατικών. Σύμφωνα με τους Boskou & Morton (1975), το Ελληνικό ελαιόλαδο περιέχει ίχνη χοληστερόλης, 2,0% καμπεστερόλη, 0,5% σιγμαστερόλη, 89,5% β-σιτοστερόλη και 8% ανεμαστερόλη. Η συνολική περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε στερόλες, κυμαίνεται από 180-265mg/100gr. Κατά το χρόνο αποθήκευσης του ελαιολάδου και με την αύξηση της οξείδωσης παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας, σε στερόλες. Ο προσδιορισμός του στερολικού κλάσματος μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο της νοθείας του ελαιολάδου με άλλα φυτικά λάδια (Itoh, et. al, 1981). Οι επικρατέστερες στερόλες, για το σύνολο σχεδόν των γνωστών φυτικών λαδιών, είναι η καμπεστερόλη, η σιγμαστερόλη και η β-σιτοστερόλη.



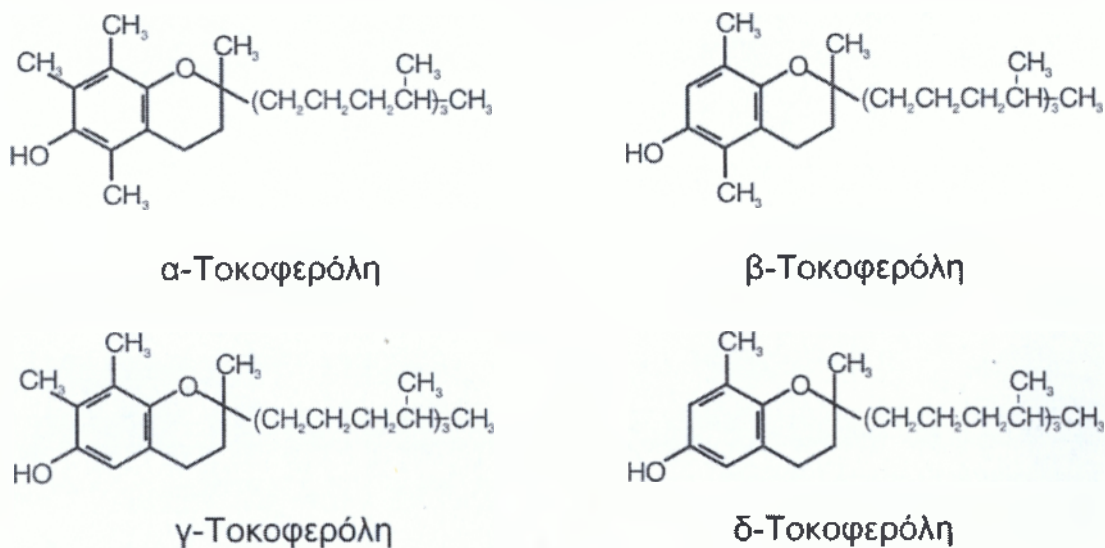
Εικόνα 3: Τύποι των στερόλων και της μπρασικαστερόλης

Φωσφορολιπίδια: Το ελαιόλαδο περιέχει μικρή ποσότητα φωσφολιπιδίων που κυμαίνεται από 40-135mg/kg του ελαιολάδου. Η μεγαλύτερη ποσότητα των φωσφολιπιδίων προέρχεται από τον πυρήνα του ελαιοκάρπου. Τα φωσφολιποειδή που συναντώνται συνήθως στο ελαιόλαδο είναι η λεκιθίνη και η κεφαλίνη.

Αρωματικά Συστατικά: Οι Fedeli & Jacini (1970) έχουν εντοπίσει 40 περίπου συστατικά στα οποία αποδίδεται το χαρακτηριστικό άρωμα του καρπού της ελιάς (Παράρτημα, Τμήμα IV). Σε αυτά περιλαμβάνονται μια σειρά από κορεσμένες αλδεύδες που έχουν επτά μέχρι δώδεκα άτομα άνθρακα, από μονο-ακόρεστες αλδεύδες ως και τερπενοειδείς ενώσεις²⁰. Ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα φαινολικά συστατικά του ελαιολάδου όταν βρίσκονται πάνω από κάποια συγκέντρωση, επηρεάζουν αρνητικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου.

²⁰ Η μεγαλύτερη συγκέντρωση αρωματικών συστατικών του ελαιολάδου παρατηρείται κατά την περίοδο που ο ελαιοκάρπος έχει αρχίσει να αλλάζει χρώμα από πράσινο-κίτρινο σε μελανοϊώδες. Στη συνέχεια παρατηρείται μείωση αυτών των συστατικών η οποία εντείνεται κατά την περίοδο της αποθήκευσης του ελαιοκάρπου, εξαιτίας ενζυματικών δράσεων. Κατά το χρόνο όμως αυτό παρατηρείται και αύξηση σε ορισμένα συστατικά όπως είναι οι αλκοόλες και οι υδρογονάνθρακες.

Τοκοφερόλες: Οι τοκοφερόλες είναι σημαντικά συστατικά του ελαιολάδου, αποτελώντας το 2-3% επί του συνόλου των ασαπωνοποιητών συστατικών αυτού. Πρόκειται για ετεροκυκλικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους, ενώ συνεισφέρουν στη σταθερότητα του ελαιολάδου και έχουν επίσης πλεονεκτικό βιολογικό ρόλο. Τα διαιτητικά πλεονεκτήματα του ελαιολάδου πηγάζουν μερικώς από την σύνθεση των λιπαρών οξέων του και μερικώς από την παρουσία φυσικών αντιοξειδωτικών. Από τις επί μέρους ομόλογες τοκοφερόλες οι οποίες έχουν βρεθεί στο ελαιόλαδο η α-τοκοφερόλη αποτελεί την κύρια και καλύπτει 88,5% του συνόλου. Η β- μαζί με την γ- αποτελούν το 9,9% και η δ- το 1,6% του συνόλου των τοκοφερολών (Fedeli, 1997). Η συνολική συγκέντρωση των τοκοφερολών στο ελαιόλαδο ποικίλει.



Εικόνα 4: Χημικές δομές των τοκοφερολών που υπάρχουν στο ελαιόλαδο (Κυριτσάκης, 2007)

Επίσης, όλες οι τοκοφερόλες αποτελούν φυσικά αντιοξειδωτικά των ελαίων καθώς παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση, η οποία αυξάνεται από την α- προς τη δ- (Bezerianos & Tzia, 2003). Η σταθερότητα μάλιστα του ελαιολάδου στην οξείδωση οφείλεται και στην παρουσία των τοκοφερολών οι οποίες οξειδώνονται εύκολα. Εκτός από αντιοξειδωτική δράση, οι τοκοφερόλες παρουσιάζουν και βιταμινική δράση η οποία αυξάνεται αντίθετα με την αντιοξειδωτική τους ικανότητα, δηλαδή από τη δ- προς την α-. Οι Andrikopoulos, et. al (1989), προσδιόρισε τις τοκοφερόλες α- και γ- σε ελαιόλαδα διαφορετικών κατηγοριών και σε πυρηνέλαια και βρήκαν σημαντική διαφοροποίηση στην περιεκτικότητα μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών. Οι Hernandez & Boatella (1987), διαπίστωσαν ότι κατά τον εξευγενισμό του ελαιολάδου παρατηρούνται απώλειες ως και 50% στα επίπεδα της α- τοκοφερόλης (Κυριτσάκης, 2007). Να σημειωθεί ότι η περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε

τοκοφερόλες εξαρτάται πάρα πολύ από την ποικιλία. Τέλος, και σύμφωνα με τους Fedeli & Cortesi (1993), η συγκέντρωση σε τοκοφερόλες είναι υψηλότερη αν οι ελιές συλλεχθούν κατά την πρώτη περίοδο της συγκομιδής, ενώ προς το τέλος της περιόδου συγκομιδής οι τοκοφερόλες είναι σημαντικά μειωμένες.

Πολυφαινόλες: Τέλος, και όσον αφορά τις πολυφαινόλες, αυτές αποτελούν το 18-37% επί του συνόλου των ασαπωνοποιήτων συστατικών και 20-500mg/kg ελαιολάδου εκφρασμένες σε καφεϊκό οξύ. Δε θα προχωρήσουμε σε περισσότερες λεπτομέρειες, μιας και οι πολυφαινόλες αποτελούν το κύριο μέρος της ανάλυσης της παρούσας πτυχιακής και θα γίνει εκτενής ανάλυση σε επόμενο κεφάλαιο.

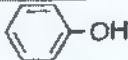

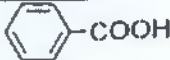
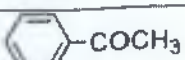
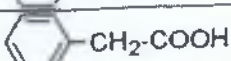
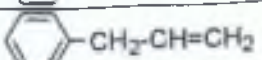
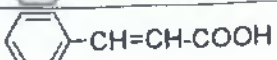
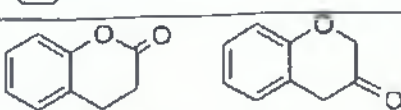
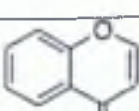
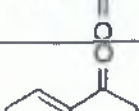
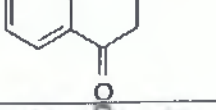
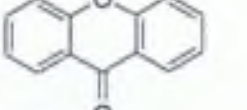
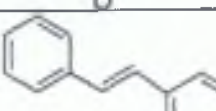
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

3.1 Γενικές Κατηγορίες

Οι πολυφαινόλες (φαινολικές ενώσεις, PP) είναι μια μεγάλη κατηγορία ενώσεων του φυτικού βασιλείου με ένα ή περισσότερα υδροξύλια συνδεδεμένα απ' ευθείας σε έναν ή περισσότερους αρωματικούς ή και ετεροκυκλικούς δακτύλιους. Αποτελούν προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών, ενώ ήδη έχουν ταυτοποιηθεί περισσότερες από 8000 φαινολικές δομές (Harborne, 1993). Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει επικρατήσει με τον όρο «πολυφαινόλες» να νοείται *«μια μεγάλη ομάδα ενώσεων με ένα ή περισσότερα υδροξύλια απ' ευθείας συνδεδεμένα σε έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτύλιους»* (Harborne, 1989). Στην περίπτωση του παρθένου ελαιολάδου, οι πολυφαινόλες αναφέρονται κυρίως σε προϊόντα υδρόλυσης ελαιοροπαίνης και λιγκστροσίδης, άγλυκων και σχετικών ενώσεων (Carrasco-Rancorbo, et. al, 2005). Με πιο απλά λόγια, οι πολυφαινόλες είναι εκείνα τα αντιοξειδωτικά, που μαζί με τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, προστατεύουν το ελαιόλαδο στις υψηλές θερμοκρασίες και παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις ευεργετικές ιδιότητες του ελαιολάδου στην υγεία (θα αναφερθούμε αναλυτικά στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής).

Η δομή των πολυφαινολών μπορεί να είναι απλή (όπως τα φαινολικά οξέα) ως και εξαιρετικά πολύπλοκη και πολυμερή (όπως οι ταννίνες). Στη φύση συχνά απαντώνται συζευγμένες μέσω των υδροξυλίων τους με υδατάνθρακες. Το υδατανθρακικό τμήμα μπορεί να είναι είτε μονοσακχαρίτης, είτε δισακχαρίτης ή ακόμη κι ολιγοσακχαρίτης. Το πιο κοινό σάκχαρο που απαντάται είναι η γλυκόζη και άλλα σάκχαρα είναι η γαλακτόζη, η ραμνόζη, τα γλυκουρονικά, τα γαλακτουρονικά οξέα, η ξυλόζη, η αραβινόζη κ.α.

Οι πολυφαινόλες διακρίνονται τουλάχιστον σε 15 κατηγορίες (Harborne, 1989) ανάλογα με τη βασική χημική δομή τους. Από τις σημαντικότερες κατηγορίες είναι αυτή των φλαβονοειδών, η οποία διακρίνεται περαιτέρω σε 13 υποκατηγορίες διαθέτοντας επί συνόλου περισσότερα από 5000 μέλη. Στον ακόλουθο πίνακα παρατίθενται οι κυριότερες τάξεις πολυφαινολικών ενώσεων.

| | | |
|--|---|---|
| Απλές φαινόλες |  | Τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη |
| Βενζοκινόνες |  | |
| Φαινολικά οξέα |  | Γαλλικό, συριγγικό, βανιλλικό (αλδεϋδες) |
| Ακετοφαινόλες |  | Λιγότερο συχνά στα φυτά |
| Φαινυλοξικά οξέα |  | |
| Φαινυλοπροπανοειδή |  | |
| (Υδροξυ)κινναμωμικά οξέα |  | Φερουλικό, καφεϊκό, σιναπικό, κουμαρικό |
| Κουμαρίνες, Ισοκουμαρίνες |  | Συνήθως ως γλυκοζίτες |
| Χρωμόνες |  | |
| Ναφθοκινόνες |  | |
| Ξανθόνες |  | |
| Στιλβένια |  | |
| Ανθρακινόνες |  | Εμοδίνη κλπ |
| Φλαβονοειδή | Βλέπε Πίνακα 2. | |
| Λιγνάνες, νεολιγνάνες, λιγνίνες | | |

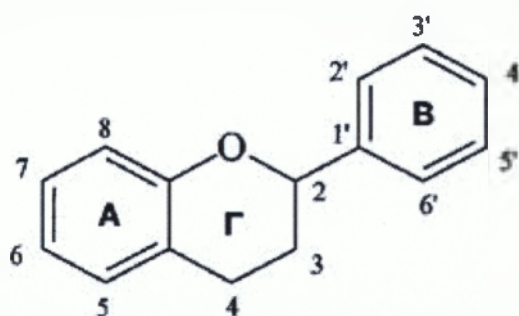
Εικόνα 5: Κύριες τάξεις πολυφαινολικών ενώσεων (κατάταξη βάσει Harbone, 1989)

3.1.1 Απλές Φαινόλες & Φλαβονοειδή

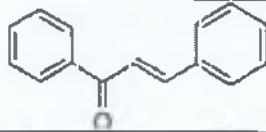
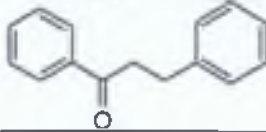
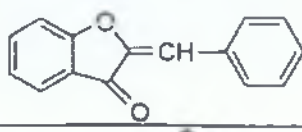
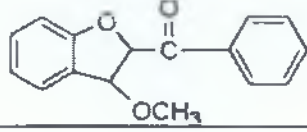
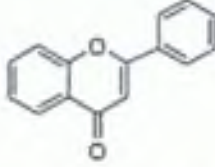
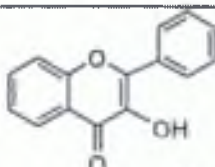
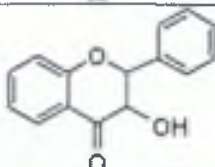
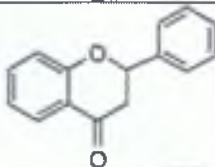
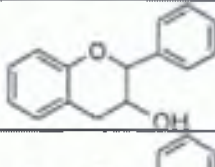
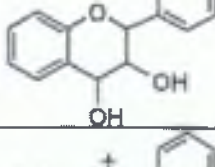
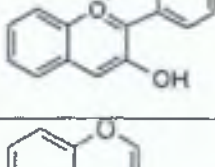
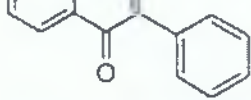
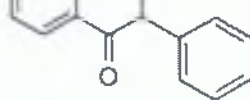
Οι απλές φαινόλες όπως η φαινόλη, η θυμόλη, η κρεσόλη, η ορκινόλη, η ρεζορκινόλη, η υδροκινόνη και διάφορα παράγωγα όπως η αρμπουτίνη και η σισαμόλη, είναι ευρέως διαδεδομένες στη φύση. Φαινολικά παράγωγα όπως τα

υδροξυβενζοϊκά ή φαινολικά οξέα (βανιλλικό, γαλλικό) και οι αλδεΐδες, όπως η βανιλίνη, απαντούν σε ανώτερα φυτά και φτέρες. Ανευρίσκονται στη φύση ελεύθερες ή και με τη μορφή μεθυλο- και αιθυλο- εστέρων και γλυκοζιτών (Harborne, 1989). Τα φαινυλοπροπανοειδή και τα υδροξυκιναμμικά οξέα είναι ενώσεις μικρού μοριακού βάρους, με σπουδαιότερους εκπροσώπους το π-κουμαρικό, το καφεϊκό και το σιναπικό, καθώς και τα παράγωγά τους. Οι ναφθοκινόνες αποτελούνται από 10 άτομα άνθρακα, οι ξανθόνες αποτελούνται από 13 άτομα άνθρακα, ενώ τα σπιλβένια από 14 άτομα άνθρακα. Οι κιναμμικές αλκοόλες, όπως η σιναπική αλκοόλη, αποτελούν το κύριο συστατικό των λιγνινών ενώ οι χρωμόνες είναι λιγότερο γνωστές από τις κουμαρίνες, οι οποίες βρίσκονται υπο τη μορφή γλυκοζιτών (π.χ. σκοπολετίνη).

Τα флаβονοειδή αποτελούν τη μεγαλύτερη τάξη των φαινολικών ενώσεων (Manach, et. al., 2004). Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση και περιλαμβάνουν χαλκόνες, διϋδροχαλκόνες, χρυσόνες, флаβόνες, флаβονόλες, διϋδροφлаβονόλες, флаβανόνες, флаβανόλες, флаβανοδιόλες, ανθοκυανιδίνες, ισοφлаβονοειδή, διφлаβονοειδή και προανθοκυανιδίνες ή συμπυκνωμένες ταννίνες, που διαφέρουν κυρίως στον ετεροκυκλικό C-δακτύλιο (Heim, et. al., 2002).. Η γενική δομή των флаβονοειδών φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα, ενώ ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει την κατάταξη τους βάσει Harborne (1993).



Εικόνα 6: Βασική δομή και σύστημα αρίθμησης των флаβονοειδών (Παπαγεωργίου, 2005)

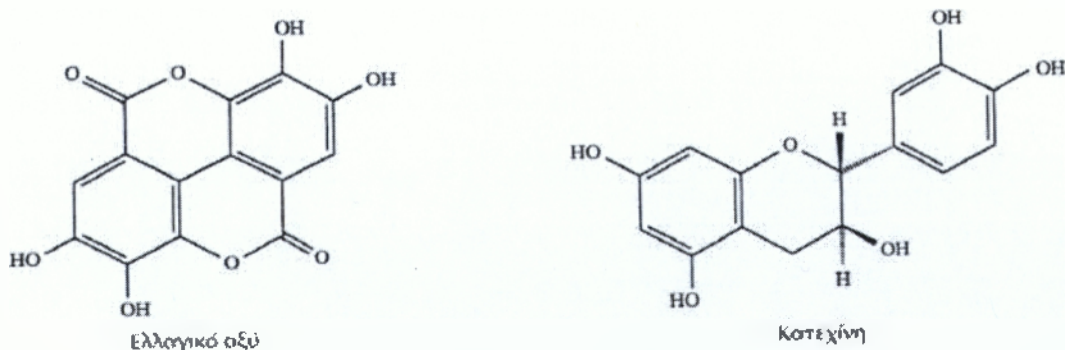
| | | |
|--|--|---|
| Χαλκόνες |  | |
| Διϋδροχαλκόνες |  | |
| Χρυσόνες |   | |
| Φλαβόνες |  | Απιγενίνη, λουτεολίνη, διοσμιτίνη Ο-γλυκοζίτες και C- γλυκοζίτες |
| Φλαβονόλες |  | Κερκετίνη, μυρισετίνη. Συνήθως ως Ο-γλυκοζίτες |
| Διϋδροφλαβονόλες |  | |
| Φλαβανόνες |  | Ναριγγενίνη, εσπεριδίνη |
| Φλαβανόλες |  | |
| Φλαβανοδιόλες |  | |
| Ανθοκυανιδίνες |  | Σημαντικά υδατοδιαλυτά πιγμένα λουλουδιών πελαργονιδίνη, δελφινιδίνη κλπ |
| Ισοφλαβονοειδή |   | γενιστεΐνη κλπ |
| Διφλαβονοειδή, Προανθοκυανιδίνες ή συμπυκνωμένες ταννίνες | | |

Εικόνα 7: Κατάταξη φλαβονοειδών τροφίμων (κατάταξη βάσει Harbrone, 1993)

Τα φλαβονοειδή έχουν σχετικά μικρά μοριακά βάρη και είναι γενικά ευδιάλυτα, ανάλογα με την πολικότητα και τη χημική τους δομή (βαθμός υδροξυλίωσης, γλυκοζυλίωσης, ακυλίωσης, κλπ.). Οι διαφορές μεταξύ των επιμέρους τάξεων συνίστανται στο δακτύλιο πυρόνης (παρουσία ή απουσία διπλού δεσμού ή 3υδροξυ ή 2-οξο ομάδων) και στον αριθμό των υδροξυλίων στους δακτύλιους Α και Β (Vinson, 1998). Μεταξύ αυτών η φλαβόνη λουτεολίνη και η φλαβονόλη κερκετίνη, είναι οι πιο κοινές ενώσεις, οι οποίες ανευρίσκονται σε πληθώρα φυτών. Οι φλαβονόλες συναντώνται ως Ο-γλυκοζίτες και C-γλυκοζίτες (Hermann, 1988).

3.1.2 Ταννίνες

Οι ταννίνες είναι στυπτικές, πικρές φυτικές πολυφαινόλες που δεσμεύουν και διαλύουν πρωτεΐνες. Δύο κύριες κατηγορίες που σχετίζονται με την διατροφή είναι οι υδρολύσιμες ταννίνες (γαλλικοί εστέρες της γλυκόζης του ταννικού οξέος που βρίσκονται στα φύλλα και στον φλοιό πολλών φυτικών ειδών) και οι συμπυκνωμένες ταννίνες (Porter, 1989). Αρχικά, οι υδρολύσιμες ταννίνες με την επίδραση οξέων ή ενζύμων διασπώνται σε απλούστερα μόρια, όπως οι γαλλοταννίνες (γαλλικό οξύ και σάκχαρο) και οι ελλαγιταννίνες (σάκχαρο, γαλλικό και ελλαγικό οξύ). Έπειτα, οι συμπυκνωμένες ταννίνες, με την επίδραση οξέων ή ενζύμων οδηγούν σε αδιάλυτα σύμπλοκα προϊόντα, ενώ δεν περιέχουν και σάκχαρα (ταννίνες κατεχίνης, προανθοκυανιδίνες). Γενικά, προκύπτουν από πολυμερισμό μίας φλαβαν-3-όλης με ένα μόριο φλαβαν-3,4-διόλης ή λευκοανθοκυανιδίνης. Η οξειδωτική συμπύκνωση πραγματοποιείται μεταξύ του άνθρακα C₄ του ετεροκυκλικού δακτυλίου και των ανθράκων C₆ ή C₈ των γειτονικών μονάδων (Porter, 1989).



Εικόνα 8: Παραδείγματα υδρολύσιμων και συμπυκνωμένων ταννινών

3.2 Ανεύρεση στη Φύση

Οι πολυφαινόλες είναι ευρέως διαδεδομένες στα εδώδιμα φυτά (λαχανικά, δημητριακά, όσπρια, φρούτα, ξηρούς καρπούς, κλπ.) και ποτά (κρασί, μπύρα, τσάι, κακάο, κλπ.). Βέβαια, διαφορές στη συγκέντρωση πολυφαινολών υπάρχουν ακόμη και μεταξύ καλλιεργειών του ίδιου είδους, καθώς η παρουσία των πολυφαινολών στα φυτά επηρεάζεται πολύ από παράγοντες όπως οι γενετικοί, η βλάστηση, ο βαθμός ωρίμανσης, η ποικιλία, η επεξεργασία και η αποθήκευση (Herzmann, 1988; Porter, 1989; Mazza, 1995).

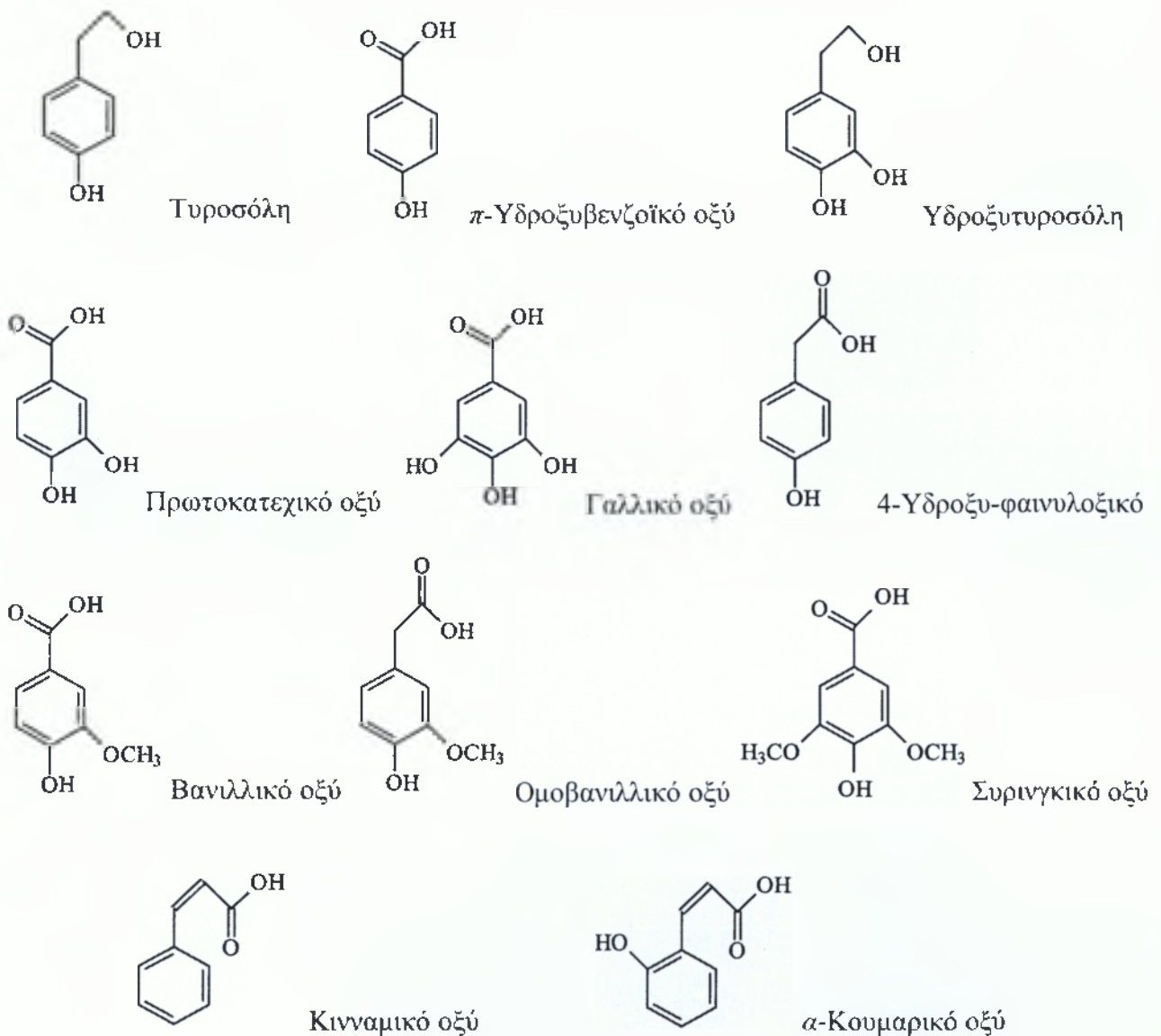
Η περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες των φυτικών τροφίμων μπορεί να κυμαίνεται σε αρκετά ευρύ όρια. Στα όσπρια και τα δημητριακά, οι κυριότερες πολυφαινόλες είναι φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, και ταννίνες, με την περιεκτικότητα συνήθως να είναι λιγότερη από το 1% της ξηρής ύλης. Σε ότι αφορά στα όσπρια, την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες έχουν οι σκούρες ποικιλίες, όπως τα κόκκινα και τα μαύρα φασόλια. Οι ισοφλαβόνες όπως η γενιστεΐνη, ανευρίσκονται στα περισσότερα όσπρια, ενώ τα λαχανικά περιέχουν κυρίως φλαβονοειδείς γλυκοζίτες. Επιπλέον, φρούτα όπως τα μήλα και τα εσπεριδοειδή είναι πλούσια σε φαινολικά οξέα και φλαβονοειδή, ενώ οι φλαβανόνες είναι άφθονες σε εσπεριδοειδή (εσπεριδίνη) και δαμάσκηνα. Η κύρια φαινολική ένωση στα φρούτα είναι η φλαβονόλη και οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις συναντώνται στο φλοιό (Kühnau, 1976).

Ακολούθως, το τσάι περιέχει κυρίως κατεχίνες οι κυριότερες από τις οποίες είναι: ο γαλλικός εστέρας επιγαλλοκατεχίνης (EGCG), η επιγαλλοκατεχίνη (EGC), ο γαλλικός εστέρας επικατεχίνης (ECG) και η επικατεχίνη (EC), ενώ οι κύριες φλαβονόλες είναι η κερκετίνη, η καιμπερόλη και η μυρισετίνη κι ανευρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες από τις κατεχίνες. Η EGCG είναι η πιο άφθονη κατεχίνη στο τσάι (50-60% του συνόλου των κατεχινών) και θεωρείται το δραστικό συστατικό του²¹. Αναλυτικότερα, το πράσινο τσάι είναι πολύ πλούσιο σε φλαβανόλες, ενώ το μαύρο περιέχει μεγάλες ποσότητες οξειδωμένων πολυφαινολών όπως οι θεαφλαβίνες και οι θεαρουμπιγίνες (Shao, et. al., 1995). Στο κακάο τώρα, η κυριότερη πολυφαινόλη στους σπόρους, είναι η φλαβανόλη επικατεχίνη, ενώ παρουσιάζεται

²¹ Η σειρά αντιοξειδωτικής δραστηριότητας των τεσσάρων κύριων παραγώγων κατεχίνης έχει βρεθεί να είναι: EGCG>EGC=ECG>EC (Hu & Kitts, 2001).

υψηλή περιεκτικότητα σε ανθοκυανίνες και ταννίνες. Τέλος στο κρασί, οι πολυφαινόλες περιλαμβάνουν φαινολικά οξέα, ανθοκυανίνες, ταννίνες και άλλα.

Στο ελαιόλαδο τώρα, περιέχονται φαινολικά οξέα και υδρολυόμενες ταννίνες (Visioli & Galli, 1998). Το ελαιόλαδο είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες, οι οποίες αποτελούν το «πολικό κλάσμα» του και εμποδίζουν την αυτοοξειδωσή του, αποδίδοντας κατ' αυτόν τον τρόπο την εξαιρετική θερμική σταθερότητά του και συνεισφέροντας στο χαρακτηριστικό του άρωμα και γεύση (Tsimidou, et. al., 1992). Αναλυτικότερα, στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται οι κυριότερες από αυτές:



Εικόνα 9: Οι κυριότερες πολυφαινόλες του ελαιολάδου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

4.1 Η Μέθοδος HPLC

Από τις πλέον χρησιμοποιούμενες τεχνικές διαχωρισμού, ταυτοποίησης και ποσοτικού προσδιορισμού των φαινολικών ουσιών των τροφίμων είναι η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (High Performance Liquid Chromatography - HPLC). Ως HPLC, ονομάζεται η μέθοδος χρωματογραφίας στήλης, η οποία εκτελείται με τη βοήθεια ενός συγκροτήματος οργάνων (συσκευή υγρού χρωματογράφου). Ως κινητή φάση χρησιμοποιούνται αδρανείς διαλύτες (οργανικοί, νερό, ρυθμιστικά διαλύματα και άλλα), υπό ελεγχόμενη πίεση, ενώ η στατική φάση αποτελείται από πυριτική πηκτή ή από πολυμερείς ενώσεις (Ανδρικόπουλος, 1999).

Ανάλογα με το είδος της στατικής φάσης, η μέθοδος HPLC αποδίδει χρωματογραφικούς διαχωρισμούς σύμφωνα με τις αρχές προσρόφησης ή της κατανομής ή συνδυασμού αυτών, ή της ιοντοανταλλαγής ή τέλος της μοριακής διήθησης. Τα συστατικά διαχωρίζονται καθώς διέρχονται από τη στατική φάση της στήλης, με τη βοήθεια της κινητής φάσης που αποτελείται από διαλύτες κατάλληλης πολικότητας για τον διαχωρισμό. Από τη σύγκριση του χρόνου έκλουσης με αυτούς προτύπων ουσιών σε όμοιες χρωματογραφικές συνθήκες γίνεται προσδιορισμός του κάθε συστατικού.

Τα τελευταία χρόνια, η υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης-ανάστροφης φάσης (Reversed-Phase High Pressure Liquid Chromatography, RP-HPLC) σε συνδυασμό με ανιχνευτή υπεριώδους-ορατού (Ultraviolet-Visible, UV-Vis), αποτελεί την πρώτιστη μέθοδο ανάλυσης, για δεδομένες αναλύσεις (Romani, et. al., 1999). Με RP-HPLC, συνδυασμένη με ηλεκτροχημικό ανιχνευτή και κινητή φάση ακετονιτρίλιο-οξικό οξύ, έχειδειχθεί ότι μπορούν ταυτόχρονα να διαχωριστούν και ποσοτικοποιηθούν οι κύριες φαινολικές ενώσεις, όπως αυτές που παραλαμβάνονται από εκχύλιση του ελαιολάδου (Akasbi, et. al., 1993). Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από τη RP-HPLC/UV-Vis, έχουν εφαρμοστεί συστήματα όπως υγρή χρωματογραφία με ανιχνευτή υπέρυθρου (Infrared Liquid Chromatography, IR-LC) (Visser, et. al., 1997) και υγρή χρωματογραφία με ανιχνευτή κυκλικού διχρωϊσμού (Circular Dichroism Liquid Chromatography, CD-LC) (Bringmann et al., 1999).

4.2 Η Μέθοδος TLC

Άλλη μία από τις πλέον χρησιμοποιούμενες τεχνικές διαχωρισμού, ταυτοποίησης και ποσοτικού προσδιορισμού των φαινολικών ουσιών των τροφίμων είναι η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (Thin Layer Chromatography - TLC). Στην TLC, ο διαχωρισμός γίνεται σε πλάκες με στατική φάση κυτταρίνη, πολυαμίδιο και συνηθέστερα silica gel, ενώ ως σύστημα ανάπτυξης μίγματα διαφόρων διαλυτών. Για την επιλογή των καταλληλότερων από τα παραπάνω, λαμβάνεται υπόψη η πολικότητα των συστατικών των οποίων επιδιώκεται ο διαχωρισμός. Επειδή ελάχιστες φαινολικές ενώσεις είναι έγχρωμες και επομένως απευθείας ανιχνεύσιμες πάνω στην πλάκα, συνήθως η τελευταία παρατηρείται στο υπεριώδες φως και ψεκάζεται με διάφορα αντιδραστήρια. Η εμφάνιση φθορισμού και χαρακτηριστικών χρώσεων αποτελεί ένδειξη παρουσίας φαινολικών ενώσεων με ιδιαίτερα δομικά χαρακτηριστικά ή και αντιοξειδωτική δράση (Harborne, 1997).

4.3 Η Μέθοδος CGC-MS

Αντίστοιχα με την υγρή χρωματογραφία, υπάρχει και η αέρια χρωματογραφία, (Gas Chromatography - CGC) όπου ονομάζεται η μέθοδος χρωματογραφίας στήλης, η οποία εκτελείται με τη βοήθεια ενός συγκροτήματος οργάνων (συσκευή αέριου χρωματογράφου). Ως κινητή φάση χρησιμοποιούνται αδρανή αέρια (άζωτο ή ήλιο), υπό ελεγχόμενη θερμοκρασία, ενώ η στατική φάση αποτελείται από πυριτική πηκτή ή στερεό προσροφητικό μέσο που συνιστά τη στερεή ή φέρουσα φάση με μόνιμη επικάλυψη υγρής φάσης (Ανδρικόπουλος, 1999). Με τρόπο ανάλογο της υγρής χρωματογραφίας, τα συστατικά μεταβαίνουν από τον εισαγωγέα στη στήλη και διαχωρίζονται με τη βοήθεια του φέροντος αερίου και της θερμοκρασίας του φούρνου. Επιπρόσθετα, για την αύξηση της πτητικότητας και σταθερότητας ορισμένων συστατικών συχνά απαιτείται παραγωγοποίηση αυτών.

Τα τελευταία χρόνια, ο συνδυασμός αέριας χρωματογραφίας- φασματομετρίας μάζας (Gas Chromatography-Mass Spectrometry, GC-MS), θεωρείται βασικό εργαλείο για την ανάλυση του φαινολικού περιεχομένου φυσικών προϊόντων, καθώς είναι μια εξαιρετικά ευαίσθητη μέθοδος, κατάλληλη για τον προσδιορισμό πτητικών ενώσεων, από τη CGC. Στην περίπτωση των πολικών φαινολών εφαρμόζονται μέθοδοι παραγωγοποίησης για την αύξηση της πολικότητας και σταθερότητας των

ενώσεων. Παράλληλα, σε ότι αφορά την εξέλιξη της φασματομετρίας μάζας (mass spectrometry, MS) επιτρέπεται πλέον η ταυτοποίηση πολικών μορίων όπως οι πολυφαινόλες. Οι Miketova, et. al. (1998) απέδειξαν ότι ο ποσοτικός προσδιορισμός πολυφαινολών μπορεί να είναι πολύ ακριβής με υγρή χρωματογραφίαφασματομετρία μάζας ιοντισμού με ηλεκτροψεκασμό (Liquid Chromatographyelectrospray Ionization Mass Spectrometry, LC-ESIMS).

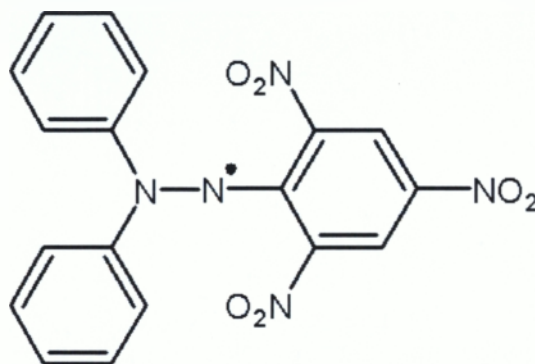
4.4 Η Μέθοδος Folin-Ciocalteu

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu (FC) είναι μια φωτομετρική τεχνική βασισμένη στην «αναγωγική δράση» παρουσία πολυφαινολικών ομάδων, που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ολικού πολυφαινολικού περιεχομένου σε φυσικά προϊόντα (Balentine, et. al., 1997). Η μέθοδος βασίζεται σε χρωματομετρική οξειδοαναγωγική αντίδραση με την οποία προσδιορίζεται το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο του δείγματος, χωρίς διαχωρισμό μεταξύ μονομερών, διμερών και μεγαλύτερων φαινολικών συστατικών. Το αντιδραστήριο FC είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφο-μολυβδαινικά και φωσφο-βολφραμικά ετεροπολυμερή οξέα. Το προϊόν είναι σύμπλεγμα μολυβδαινίου-βολφραμίου (Mo-W), χαρακτηριστικής μπλε χρώσης, που απορροφά στο ορατό (725nm). Γενικά, οι φαινόλες που καθορίζονται από τον δείκτη FC εκφράζονται πολύ συχνά σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος.

4.5 Η Μέθοδος DPPH

Η μέθοδος DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) είναι μια μέθοδος εκτίμησης του πολυφαινολικού περιεχομένου που βασίζεται στη μέτρηση της ικανότητας δέσμευσης ελευθέρων ριζών. Στην ικανότητα αυτή των πολυφαινολών, αποδίδεται η αντιοξειδωτική τους δράση, με αποτέλεσμα η μέθοδος αυτή να δίνει μετρήσεις της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας των πολυφαινολών του εκχυλίσματος αυτού. Αποτελεί *in vitro* τεχνική και πλεονεκτεί ως προς το ότι η δέσμευση των ελευθέρων ριζών του DPPH από τις πολυφαινόλες του δείγματος και η φασματοφωτομέτρηση του συνολικού διαλύματος αντίδρασης (π.χ. εκχύλισμα DPPH) δεν είναι χρονοβόρες διαδικασίες. Οι φωτομετρήσεις πραγματοποιούνται περίπου μια ώρα μετά την παρασκευή του διαλύματος στα 520-700 nm. Μεγαλύτερη

αντιοξειδωτική ικανότητα συνεπάγεται αυξημένη δέσμευση των ελευθέρων (κατά τα άλλα σταθερών) ριζών του DPPH, και κατά επέκταση μειωμένη τιμή απορρόφησης. Η ικανότητα αυτή του δεσμευτικού παράγοντα στηρίζεται στην προσφορά ενός ατόμου υδρογόνου κάθε φορά, γεγονός που οδηγεί σε αύξηση του βαθμού δέσμευσης ελευθέρων ριζών (Roginsky & Lissi, 2004).



Εικόνα 10: Η ελεύθερη ρίζα DPPH (Molyneux, 2004)

4.6 Η Μέθοδος του Δείκτη Υπερμαγγανικού Καλίου (KMnO₄)

Όπως η μέθοδος Follin-Ciocalteu, έτσι και αυτή προσδιορίζει τις ολικές φαινολικές ουσίες σε ένα δείγμα. Η μέθοδος αυτή στηρίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ουσιών από το υπερμαγγανικό κάλιο, στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Το τέλος της αντίδρασης σημειώνεται με την αλλαγή του χρώματος του δείκτη carmin-indigo, από το κυανό στο κίτρινο. Ο δείκτης αυτός οξειδώνεται πριν από ορισμένα συστατικά του δείγματος, αλλά μετά από τις φαινολικές ουσίες. Η αλλαγή του χρώματός του συμπίπτει με το τέλος της οξείδωσης των φαινολικών ουσιών, έτσι ώστε να αποφεύγεται παραπέρα κατανάλωση για οξείδωση άλλων διαφόρων συστατικών του δείγματος (Σουφλερός, 1997).

4.7 Η Μέθοδος FRAP

Η φασματοφωτομετρική μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) είναι αρκετή γρήγορη και άμεση, υπολογίζει τη συνολική αντιοξειδωτική δύναμη (αναγωγικής ικανότητας) ενός φυτικού εκχυλίσματος (Soobrattee, et. al., 2005) και στηρίζεται στην αναγωγή, κάτω από όξινες συνθήκες, του συμπλόκου Fe⁺³-TPTZ σε δισθενή μορφή, που αποκτά έντονο μπλε χρώμα και απορροφά στα 593nm. Οι συνθήκες της δοκιμής ευνοούν την αναγωγή του τρισθενούς συμπλόκου από το

σύνολο των αντιοξειδωτικών ουσιών που βρίσκονται στο διάλυμα δοκιμής (Benzie & Strain, 1996). Η μέθοδος αυτή θεωρείται μια οικονομική και αξιόπιστη μέθοδος αλλά έχει το μειονέκτημα ότι δεν προσδιορίζει τις θειολικές ομάδες σαν αντιοξειδωτικά.

4.8 Η Μέθοδος ORAC

Η Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC), είναι μία μέθοδος προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Χρησιμοποιεί μία «γεννήτρια» ελευθέρων ριζών, μέσω θερμικής αποσύνθεσης μίας αζωτοένωσης, ώστε να δώσει μία σταθερή ροή υπεροξυλο-ριζών σε ένα κορεσμένο διάλυμα αέρα. Τα αντιοξειδωτικά συναγωνίζονται με το υπόστρωμα για τις ρίζες και εμποδίζουν ή επιβραδύνουν την οξείδωση του υποστρώματος. Σύμφωνα με την πρότυπη μορφή αυτής της μεθόδου, ο ρυθμός της υπεροξειδωσης ρυθμίζεται μέσω της απώλειας του φθορισμού της β-PE είναι μία ένδειξη φθοράς από την αντίδρασή της με την υπεροξυλο-ρίζα. Η ένταση του φθορισμού (485-525nm) μετρείται για 35min σε pH=7,4 και στους 37°C (Huang, et. al., 2005).

4.9 Η Μέθοδος της Χημειοφωταυγείας

Ολοκληρώνοντας, η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ικανότητα της λουμινόλης και συγγενών ενώσεων να εκπέμπουν φως υπό την ροή ελευθέρων ριζών. Η ένταση του παραγόμενου φωτός κατά την διάρκεια των αντιδράσεων της χημειοφωταυγείας είναι συνάρτηση της συγκέντρωσης υπεροξειδίου. Η παρουσία των αντιοξειδωτικών προκαλεί μία πτώση της έντασης (Huang, et. al., 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Το ελαιόλαδο, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, είναι ένα σημαντικό κομμάτι της διατροφής των Μεσογειακών λαών, αναγνωρισμένο σαν μια πολύτιμη πηγή φυσικών φαινολικών αντιοξειδωτικών (Briante, Febbraio & Nucci, 2003). Πολυάριθμες έρευνες καταδεικνύουν ότι το ελαιόλαδο παίζει κύριο ρόλο στην προστασία του ανθρώπινου οργανισμού από καρδιοπάθειες (Stark & Madar, 2002), νοητικές δυσλειτουργίες, όπως το Alzheimer (Scarmeas, et. al., 2006), καρκίνο του παχέος εντέρου, του μαστού και των ωοθηκών (Braga, et. al., 1998), σακχαρώδη διαβήτη, που συνοδεύεται από υπερτριγλυκεριδαιμία και αυτοάνοσες ασθένειες, όπως η ρευματοειδής αρθρίτιδα (Alarcon de la Lastra, et. al., 2001). Οι ευεργετικές αυτές επιδράσεις του ελαιολάδου στην ανθρώπινη υγεία, αποδίδονται τόσο σε μονοακόρεστα και ακόρεστα λιπαρά οξέα, όσο και σε μια σειρά φαινολικών ενώσεων, τις αποκαλούμενες πολυφαινόλες (Cioffi, et. al., 2009).

Οι πολυφαινόλες λοιπόν, είναι ως ένα βαθμό υπεύθυνες για τις οργανοληπτικές και διατροφικές ιδιότητες των φυτικών τροφίμων. Για παράδειγμα η στυφή και πικρή γεύση των τροφίμων και των ποτών εξαρτώνται από την περιεκτικότητά τους σε πολυφαινολικές ενώσεις. Εκτός από τις ιδιότητες που προσδίδουν στα τρόφιμα, οι πολυφαινόλες προστατεύουν το ελαιόλαδο στις υψηλές θερμοκρασίες και παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανθρώπινη υγεία. Είναι ιδιαίτερα ωφέλιμες για τον ανθρώπινο οργανισμό, αφού παρέχουν προστασία έναντι των καρδιοπαθειών και ορισμένων μορφών καρκίνου (Hertog, et. al., 1995), ενώ επιπλέον, παρουσιάζουν κι άλλες δράσεις, πολλές από τις οποίες είναι ευεργετικές για την υγεία. Οι κυριότερες δράσεις τους περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

5.1 Αντιοξειδωτική Δράση

Οι πολυφαινόλες που έχουν ορθο-διφαινολική, κατεχολική δομή στο μόριο τους εμφανίζουν προστατευτική δράση που οφείλεται στην αντιοξειδωτική δράση τους ως εκκαθαριστές ελευθέρων ριζών ή ως αποδομητές αλυσιδωτών οξειδωτικών αντιδράσεων. Η δράση τους αυτή εκδηλώνεται με την προστασία της LDL από την οξείδωση που συνεπάγεται με τη μείωση της αποτιθέμενης χοληστερόλης στους ιστούς, αλλά και με τη δράση της έναντι των οξειδωτικών παραγόντων του

επιθηλιακού ιστού, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι πιθανότητες σχηματισμού αθηρωματικής πλάκας και έτσι να μειώνεται ο κίνδυνος για καρδιαγγειακά νοσήματα (μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιοπαθειών).

5.2 Μείωση Κινδύνου Καρδιαγγειακών Παθήσεων

Όπως αναφέρθηκε, το ελαιόλαδο είναι βασικό συστατικό της μεσογειακής διατροφής, η οποία έχει αναγνωριστεί ως μια συνιστώμενη διαίτα για τη μείωση του κινδύνου των καρδιαγγειακών παθήσεων. Αρκετές μελέτες μάλιστα, έχουν δείξει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της Μεσογειακής διατροφής και του καρδιαγγειακού κινδύνου. Οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, ωφελούν το καρδιαγγειακό σύστημα, λόγω της ιδιότητας που έχουν να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες και με αυτό τον τρόπο να το «καθαρίζουν» από αυτές, αλλά και επιπλέον να μειώνουν την οξείδωση της LDL αλλά και τη συσσώρευση των αιμοπεταλίων και με αυτό τον τρόπο μειώνουν την πιθανότητα θρόμβωσης στα αγγεία. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζουν αρχικά ενεργητικά αποτελέσματα για την μακρά - διάρκεια επίδρασης στη λειτουργία του ενδοθηλίου σε ασθενείς, προκαλώντας σημαντική βελτίωση της ενδοθηλιακής λειτουργίας μεταγενετικά σε υγιή άτομα (Karatzí, et. al., 2008). Επίσης, πολυάριθμες ερευνητικές αι επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, λόγω των αντιοξειδωτικών τους δράσεων, μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (CHD) και τον κίνδυνο εμφάνισης του πρώτου εμφράγματος του μυοκαρδίου (Hertog, et. al., 1995). Χαρακτηριστικό είναι δε το γεγονός ότι οι περισσότερες χώρες της Μεσογείου, τα επίπεδα θνησιμότητας, καθώς και η εμφάνιση ποσοστών για στεφανιαία νόσο είναι τα χαμηλότερα στην Ευρώπη (Fernández-Jarne, et. al., 2002). Επιπλέον, οι ταννίνες αυξάνουν τα επίπεδα της HDL και μειώνουν τα επίπεδα της LDL. Η μείωση της LDL χοληστερόλης και των απολιποπρωτεϊνών (apo - apoAII) της, συμβάλλουν στη θεραπεία και στην προστασία της στεφανιαίας νόσου, αλλά και τον κίνδυνο καρδιαγγειακών ασθενειών (Ródenas, et. al., 2005). Εν συνεχεία, οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, επηρεάζουν σημαντικά την αρτηριακή πίεση του αίματος (μειώνουν τα υψηλά επίπεδα της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης)²², καθώς και αποδεικτικά στοιχεία δείχνουν ότι μειώνουν την καρδιαγγειακή θνησιμότητα (Psaltopoulou, et. al., 2005). Τέλος, αρκετές

²² Η υπέρταση μπορεί να οδηγήσει σε εγκεφαλικό επεισόδιο, έμφραγμα του μυοκαρδίου, συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια, αιφνίδιο καρδιακό θάνατο, περιφερική αγγειακή νόσο και νεφρική ανεπάρκεια.

μελέτες έχουν δείξει ότι οι πολυφαινόλες επηρεάζουν θετικά το μεταβολισμό του σώματος και μειώνουν την πιθανότητα ανάπτυξης της αρτηριοσκλήρυνσης (αθηροσκλήρωσης, αθηροθρόμβωσης) και των καρδιαγγειακών ασθενειών (Togna, et. al., 2003), ενώ με την αντιοξειδωτική τους δράση συμβάλλουν στην πρόληψη των αγγειακών παθήσεων (Martins, et. al., 2007)

5.3 Μείωση Κινδύνου Ηπατικής Νόσου

Πολυάριθμες μελέτες έχουν αποδείξει ότι μια διατροφή πλούσια σε ελαιόλαδο, και κατ' επέκταση πλούσια σε πολυφαινόλες, μειώνει τη συσσώρευση των τριγλυκεριδίων στο ήπαρ, βελτιώνει την μεταγευματική τριγλυκεριδαίμια, τη γλυκόζη και τη γλυκαγόνη, την ινσουλινοανθεκτικότητα και την έκκριση του μεταφορέα-2 γλυκόζης (GLUT2) που εκφράζεται στο ήπαρ. Με πιο απλά λόγια, οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου προστατεύουν τον οργανισμό από τους κινδύνους που έχουν οι ασθενείς να προχωρήσουν σε ίνωση και σε κίρρωση ήπατος (Assy, et. al., 2009).

5.4 Μείωση Οξειδωτικό Στρες & Προστασία του DNA

Οι φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου έχει αποδειχθεί ότι μπορούν να προστατεύουν τα λιπίδια και το DNA, κυρίως από ενδοκυτταρικές προσβολές, αποτρέποντας την οξείδωση, καθώς ενεργούν ως «χηλικοί» παράγοντες. Επίσης, οι ενώσεις αυτές του ελαιόλαδου, αυξάνουν τα επίπεδα της βιταμίνης E, αλλά και έχουν ευεργετικά αποτελέσματα όσον αφορά τις 8-oxo-DG συγκεντρώσεις στα λευκά αιμοσφαίρια στο DNA. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια, με δείγμα ατόμων υγιών ανδρών, βρέθηκε ότι οι φαινόλες του ελαιόλαδου παρουσίασαν προστατευτική δράση *in vivo* κατά της οξειδωμένης LDL και της οξείδωσης του DNA, μη επηρεάζοντας όμως τις isoprostanes F2 στο πλάσμα. Ομοιογενή ήταν τα αποτελέσματα στο σύνολό, όταν η αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών ουσιών του ελαιόλαδου δοκιμάστηκε σε ασθενείς οι οποίοι παρουσίαζαν μια ενισχυμένη οξειδωτική κατάσταση στρες. Επιπλέον, μελέτες που έγιναν σε ασθενείς με ήπια υπερλιπιδαιμία, υποστηρίζουν ότι οι πολυφαινόλες του ελαιόλαδου αυξάνουν την συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, χωρίς να επηρεάζουν στο πλάσμα F2-isoprostanes. Τέλος, σε άλλες έρευνες διαπιστώθηκε ότι το φαινολικό περιεχόμενο

του ελαιολάδου παρουσιάζει προστατευτικές ιδιότητες στην οξειδωμένη LDL και στα υπεροξειδία λιπιδίων σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο, καθώς προστατεύει και την οξειδωση του DNA σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες (Visioli & Galli, 1998).

5.5 Προστασία από τον Καρκίνο

Επιδημιολογικά στοιχεία και πολυάριθμες μελέτες σε ζώα δείχνουν ότι οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου μπορούν να έχουν αντικαρκινικές ιδιότητες. Οι μελέτες περίπτωσης ελέγχου έχουν δείξει την αντίστροφη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ελαιολάδου και του καρκίνου σε διάφορες τοποθεσίες και μελέτες σε ζώα κατέδειξαν προστατευτική δράση απέναντι στην καρκινογένεση που προκαλείται από χημικά προϊόντα, όπως διμεθυλοβενζενο-ανθρακένιο που προκαλεί όγκους στους μαστούς και αζιξυμεθάνιο που προκαλεί καρκίνωμα του παχέος εντέρου. Επιπλέον, το ελαιόλαδο μπορεί να προστατεύσει την εμφάνιση καρκίνου του δέρματος που προκαλείται από την υπεριώδη ακτινοβολία και σύμφωνα με μελέτες μειώνει τη συχνότητα εμφάνισης όγκων του ήπατος στα ποντίκια.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν δείξει ότι οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από πολυάριθμα είδη καρκίνων. Αρχικά, αναστέλλουν την υπερέκφραση / Her-2neu, η οποία, με τη σειρά της, αλληλεπιδρά συνεργατικά με αντι-Her-2 /neu ανοσοθεραπεία με την προώθηση της απόπτωσης των κυττάρων του καρκίνου του μαστού ε / Her-2neu και την ενίσχυση ογκογονιδίου. Δηλαδή, οι πολυφαινόλες μπορούν να ρυθμίζουν την κακοήγη συμπεριφορά των καρκινικών κυττάρων του μαστού και επομένως, θα ήταν χρήσιμο για το σχεδιασμό των μελλοντικών επιδημιολογικών μελετών και τελικά στη διάδοση διατροφικών συμβουλών. Ακολούθως, πολυάριθμες μελέτες δείχνουν ότι οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, και ειδικότερα αυτές του έξτρα παρθένου ελαιολάδου, *συνδέονται άμεσα με τη μικρότερη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου* (Fini, et. al., 2008). Τέλος, παρόμοιες μελέτες έχουν δείξει τον ευεργετικό ρόλο των πολυφαινολών σχετικά με τον κίνδυνο του καρκίνου της ανώτερης αναπνευστικής οδού.

5.6 Μεταβολικό Σύνδρομο

Μελέτες έχουν δείξει ότι η οξεία κατανάλωση υψηλής φαινόλης παρθένου ελαιόλαδου προκαλεί μείωση των προ-φλεγμονωδών, προ-οξειδωτικών και υπέρθρομβωτικές δεικτών σε σύγκριση με χαμηλής περιεκτικότητας σε φαινόλες παρθένου ελαιόλαδου, αλλά παραμένει ασαφές εάν τα βιολογικά αποτελέσματα του κλάσματος της φαινόλης είναι αυτά που επιδρούν στο μεταγραφικό επίπεδο *in vivo* (Camargo, et. al., 2010).

5.7 Προστασία από Νόσο Alzheimer

Το ελαιόλαδο, και κατ' επέκταση και οι πολυφαινόλες που περιλαμβάνονται σε αυτό, αποδεικνύεται από μελέτες ότι μπορεί να αποβεί ιδιαίτερα ωφέλιμο στην αντιμετώπιση της νόσου του Alzheimer. Δεδομένου ότι η νόσος του Alzheimer, δεν επιδέχεται καμίας θεραπείας ή πρόληψης, υπάρχει επείγουσα ανάγκη να βρεθεί ένα μέσο για την πρόληψη, καθυστερώντας την έναρξη ή την αντιστροφή πορεία της νόσου. Κλινικές και επιδημιολογικές ενδείξεις δείχνουν ότι παράγοντες του τρόπου ζωής, ιδιαίτερα της διατροφής, μπορεί να είναι ζωτικής σημασίας για τον έλεγχο του Alzheimer (Pasinetti & Eberstein, 2008).

5.8 Προστασία από Λευχαιμία & Σακχαρώδη Διαβήτη

Πολυάριθμες μελέτες αποδεικνύουν ότι οι πολυφαινόλες του παρθένου ελαιόλαδου εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό των ανθρωπίνων κυττάρων προμυελοκυτταρικής λευχαιμίας (HL60) επάγοντας απόπτωση και διαφοροποίηση (Fabiani, et. al., 2006). Επίσης, προκαλούν χαμηλές συγκεντρώσεις τριγλυκερίδιων και υψηλές συγκεντρώσεις χοληστερόλης HDL και GLP-1, γεγονός που δείχνει ότι βοηθούν στην πρόληψη του σακχαρώδους διαβήτη (Thomsen, et. al., 2003).

5.9 Λοιπές Ωφέλειες των Πολυφαινολών

Αρχικά, οι εκτενώς πολυμερισμένες ταννίνες συνδέονται και καταβυθίζουν πρωτεΐνες (μεταξύ αυτών πρωτεΐνες και ένζυμα της πέψης λιπών και υδατανθράκων), με αποτέλεσμα να καθυστερεί η απορρόφηση. Επίσης, επιδρούν σημαντικά στην απορρόφηση μεταλλικών κατιόντων, παρεμποδίζοντας τα ιόντα που συμβάλλουν στη

δημιουργία ελευθέρων ριζών, κυρίως από φλαβονοειδή που προκαλούν μείωση της απορρόφησης Fe, Cu, Zn, Na, Al υπό τη δημιουργία συμπλόκων. Επιπλέον, οι ταννίνες και οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, μειώνουν τα επίπεδα σακχάρου και χοληστερόλης στο αίμα, ενώ παράλληλα προστατεύουν τα επιθηλιακά κύτταρα του αναπνευστικού συστήματος. Ακόμη, οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου έχουν σημαντική αντιμικροβιακή και αντιβακτηριακή δράση, καθώς και αντιαλλεργικές ιδιότητες, όπως την παρεμπόδιση συσσώρευσης αιμοπεταλίων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι πολυφαινόλες έχουν σημαντική αγγειοδιασταλτική δράση διαμέσου της παραγωγής ενδοκυτταρικού NO.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Καθώς λοιπόν ολοκληρώνεται η παρούσα μελέτη, κατέστη σαφές ο πολύ σημαντικός ρόλος που παίζει το ελαιόλαδο στην υγεία του ανθρώπου. Όπως διαφάνηκε σε όλη τη διάρκεια αυτής, το ελαιόλαδο αποτελεί μια σπουδαία λιπαρή ύλη στη διατροφή του ανθρώπου με αναμφισβήτητα εξαιρετική βιολογική και θρεπτική αξία και για το λόγο αυτό θα πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο των διατροφικών συνηθειών του ανθρώπου.

Όσον αφορά την παρούσα διπλωματική, αυτή είχε σαν στόχο τη διεξοδική και ενδελεχή μελέτη, ανάλυση και εξέταση αποκλειστικά των (πολύ)φαινολών του ελαιολάδου, των αντιοξειδωτικών εκείνων δηλαδή, που προστατεύουν το ελαιόλαδο στις υψηλές θερμοκρασίες και παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στις ευεργετικές ιδιότητες του στην υγεία. Βασικός όμως, στόχος της ανάλυσης αυτής ήταν η αναλυτική αναφορά και μελέτη των πολυφαινολών, παρουσιάζοντας εις βάθος στοιχεία για τις λειτουργικές ιδιότητες τους στην ανθρώπινη υγεία, με απώτερο σκοπό την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων.

Από την ανάλυση λοιπόν αυτή, προέκυψε ένα πλήθος συμπερασμάτων που καταδείκνυε τις ευεργετικές δράσεις των πολυφαινολών στην ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα, μερικά από τα συμπεράσματα αυτά έδειξαν ότι οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου:

- ✓ Λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης (μειώνουν την οξείδωση της LDL), εμφανίζουν έντονη προστατευτική δράση, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι πιθανότητες σχηματισμού αθηρωματικής πλάκας και έτσι να μειώνεται ο κίνδυνος για καρδιαγγειακά νοσήματα (μείωση κινδύνου εμφάνισης καρδιοπαθειών).
- ✓ Μειώνουν την πιθανότητα θρόμβωσης στα αγγεία και ωφελούν γενικότερα το καρδιαγγειακό σύστημα.
- ✓ Παρουσιάζουν ευεργετικά αποτελέσματα στη λειτουργία του ενδοθηλίου σε ασθενείς, μειώνουν τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (CHD), καθώς και τον κίνδυνο εμφάνισης του πρώτου εμφράγματος του μυοκαρδίου.

- ✓ Συμβάλλουν στη θεραπεία και στην προστασία της στεφανιαίας νόσου, αλλά και τον κίνδυνο καρδιαγγειακών ασθενειών, ενώ επηρεάζουν σημαντικά και την αρτηριακή πίεση του αίματος (μειώνουν τα υψηλά επίπεδα της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης).
- ✓ Επηρεάζουν θετικά το μεταβολισμό του σώματος και μειώνουν την πιθανότητα ανάπτυξης της αρτηριοσκλήρυνσης.
- ✓ Προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από τους κινδύνους που έχουν οι ασθενείς να προχωρήσουν σε ίνωση και σε κίρρωση ήπατος.
- ✓ Προστατεύουν τα λιπίδια και το DNA, κυρίως από ενδοκυτταρικές προσβολές, αποτρέποντας την οξείδωση, ενώ παράλληλα αυξάνουν τα επίπεδα της βιταμίνης E, αλλά και έχουν ευεργετικά αποτελέσματα όσον αφορά τις 8-οξο-DG συγκεντρώσεις στα λευκά αιμοσφαίρια στο DNA.
- ✓ Προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό από πολυάριθμα είδη καρκίνων, όπως τον καρκίνο του μαστού, τον καρκίνο του παχέος εντέρου, καθώς και τον καρκίνο της ανώτερης αναπνευστικής οδού.
- ✓ Βοηθούν το μεταβολικό σύνδρομο, μειώνοντας τους προ-φλεγμονώδεις, τους προ-οξειδωτικούς και τους υπερθερμοβωτικούς δείκτες.
- ✓ Βοηθούν στην πρόληψη και τον έλεγχο της νόσου του Alzheimer, καθυστερώντας την έναρξη ή την αντιστροφή πορεία της νόσου.
- ✓ Εμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό των ανθρωπίνων κυττάρων προμυελοκυτταρικής λευχαιμίας (HL60), ενώ βοηθούν και στην πρόληψη του σακχαρώδους διαβήτη.
- ✓ Μειώνουν τα επίπεδα σακχάρου και χοληστερόλης στο αίμα, ενώ παράλληλα προστατεύουν τα επιθηλιακά κύτταρα του αναπνευστικού συστήματος.
- ✓ Έχουν σημαντική αντιμικροβιακή και αντιβακτηριακή δράση, καθώς και αντιαλλεργικές ιδιότητες, όπως την παρεμπόδιση συσσώρευσης αιμοπεταλίων.
- ✓ Τέλος, έχουν σημαντική αγγειοδιασταλτική δράση διαμέσου της παραγωγής ενδοκυτταρικού NO.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

Akasbi, M., Shoeman, D. W. and Saari-Csallany, A. (1993), "High-Performance Liquid Chromatography of Selected Phenolic: Compounds in Olive Oils", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 70, No. 4, pp. 367-370.

Alarcon de la Lastra, C., Barranco, M. D., Motilva, V., Herrerias, J. M. (2001), "Mediterranean Diet and Health: Biological Importance of Olive Oil", *Current Pharmaceutical Design*, Vol. 7, No. 10, pp. 933-950.

Andrikopoulos, N. K., Hassapidou, M. N. and Manoukas, A. G. (1989), "The Tocopherol Content of Greek Olive Oils", *Journal of Science and Food Agricultural*, Vol. 46, pp. 503-509.

Assy, N., Nassar, F., Nasser, G. and Grosovski, M. (2009), "Olive Oil Consumption and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease", *World Journal of Gastroenterology*, Vol. 15, No. 15, pp. 1809-15.

Balentine, D. A., Wiseman, S. A. and Bouwens, L. C. M. (1997), "The Chemistry of Tea Flavonoids", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 37, pp. 693-704.

Benzie, I. F. F. and Strain, J. J. (1996), "The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of Antioxidant Power: The FRAP Assay", *Analytical Biochemistry*, Vol. 239, pp. 70-76.

Bezerianos, P. and Tzia, C. (2003), "Olive Quality Characteristics and Affecting Factors in its Production Chain a Chemometric Study", International Symposium "The Olive Tree and the Environment", MAICH-Chania, Crete, Greece.

Boskou, D. (1996), "Olive Oil Chemistry and Technology", *American Oil Chemists' Society Press*, Champaign, IL.

Boskou D. and Morton, I. (1975), "Changes in the Sterol Composition of Olive Oil on Heating", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 26, No. 8, pp. 1149-1153.

Braga, C., La Vecchia, C., Franceschi, S., Negri, E., Parpinel, M., Decarli, A., Giacosa, A. and Trichopoulos, D. (1998), "Olive Oil, Other Seasoning Fats and the Risk of Colorectal Carcinoma", *Cancer*, Vol. 82, No. 3, pp. 448-53.

- Briante, R., Febbraio, F. and Nucci, R. (2003), "Antioxidant Properties of Low Molecular Weight Phenols Present in the Mediterranean Diet, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 51, No. 24, pp. 6975-81.
- Bringmann, G., Messer, K., Wohlarth, M., Kraus, J., Dumbuya, K. and Rückert, M. (1999), "HPLC-CD On-line Coupling in Combination with HPLC-NMR and HPLC-MSMS for the Determination of the Full Absolute Stereostructure of New Metabolites in Plant Extracts", *Analytical Chemistry*, Vol. 71, pp. 2678-2686.
- Camargo, A., Ruano, J., Fernandez, J. M., Parnel, L. D., Jimenez, A., Santos-Gonzalez, et. al. (2010), "Gene Expression Changes in Mononuclear Cells in Patients with Metabolic Syndrome after Acute Intake of Phenol-Rich Virgin Olive Oil", *BMC Genomics*, Vol. 11, p. 253.
- Carrasco-Pancorbo, A., Cerretani, L., Bendini, A., Segura-Carretero, A., Gallina-Toschi, T. and Fernandez-Gutiérrez, A. (2005), "Analytical Determination of Polyphenols in Olive Oils, *Journal of Separation Science*, Vol. 28, No. 9-10, pp. 837-58.
- Christakis, G., Forduce, M. K. and Kurtz, C. S. (1980), "The Biological Aspects of Olive Oil", *Proceedings of the 3rd International Congress on the Biological Value of Olive Oil*, Chania, Greece.
- Cioffi, G., Pesca, M. S., De Caprariis, P., Braca, A., Severino, L. and De Tommasi, N. (2009), "Phenolic Compounds in Olive Oil and Olive Pomace from Cilento (Campania, Italy) and their Antioxidant Activity", *Food Chemistry*, Vol. 113, No. 4, pp. 1202-1205.
- Ciusa, W. and Morgante, A. (1974), "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Olives", *Quad. Merced.*, Vol. 13, pp. 21-29.
- Colakoglu, M. (1966), "Olive Oil", *Revue Francaise des Corps Gras*, Vol. 4, pp. 261.
- de Candolle, A. (1883), "*Origine des Plantes Cultivées*", Librairie Germer Baillière et Cie, Paris.
- Fabiani, R., De Bartolomeo, A., Rosignoli, P., Servili, M., Selvaggini, R., Montedoro, G. F., Di Saverio, C. and Morozzi, G. (2006), "Nutrition and Disease Virgin Olive Oil Phenols Inhibit Proliferation of Human Promyelocytic Leukemia Cells (HL60) by Inducing Apoptosis and Differentiation", *Journal of Nutrition*, Vol. 136, pp. 614-619.
- Fedeli, E. (1997), "Lipids of Olives", in R. T. Hilman (Ed.), "*Progress in the*

Chemistry of Fats and Others Lipids”, Academic Press, Oxford, pp. 55-74.

Fedeli, E. and Jacini, G. (1970), “Sui Componenti Odorosi dell’olio di Oliva”, *Journal Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, Nota III, Vol. 50, pp. 38-44.

Fedeli, E. and Cortesi, N. (1993), “Quality, Origin and Technology of Virgin Olive Oils”, *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, Vol. 70, pp. 419-426.

Fernández-Jarne, E., Martínez-Losa, E. Prado-Santamaría, M., Brugarolas-Brufau, C., Serrano-Martínez, M. and Martínez-González, M. A. (2002), “Risk of First Non-fatal Myocardial Infarction Negatively Associated with Olive Oil Consumption: A Case-Control Study in Spain”, *International Journal of Epidemiology*, Vol. 31, No. 2, pp. 474-480.

Ferro-Luzzi, A. and Sette, S. (1989), “The Mediterranean Diet: An Attempt to Define its Present and Past Composition”, *European Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 43, pp. 13-29.

Fini, L., Hotchkiss, E., Fogliano, V., Graziani, G., Romano, M., De Vol, E. B., Qin, H., Selgrad, M., Boland, C. R. and Ricciardiello, L. (2008), “Chemopreventive Properties of Pinoselinol-Rich Olive Oil Involve a Selective Activation of the ATM-p53 Cascade in Colon Cancer Cell Lines”, *Carcinogenesis*, Vol. 29, No. 1, pp. 139-46.

Frezzoti, G. and Manni, M. (1956), “Olive-Oil Processing in Rural Mills”, *Agricultural Development Paper No. 58*, FAO, Rome.

Harborne, J. B. (1989), “Methods in Plant Biochemistry I: Plant Phenolics”, *Academic Press*, London.

Harborne, J. B. (1993), “The Flavonoids: Advances in Research since 1986”, *Chapman and Hall*, London.

Harborne, J. B. (1997), “Plant Phenolics in Methods in Plant Biochemistry”, *Academy Press*, pp. 197-199, London.

Heim, K. E., Tagliaferro, A. R. and Bobilya, D. J. (2002), “Flavonoid Antioxidants: Chemistry Metabolism and Structure-activity Relationships”, *Journal of Nutritional Biochemistry*, Vol. 13, pp. 572-584.

Hertog, M. G. L., Kromhout, D., Aravanis, C., Blackburn, H., Buzina, R., Fidanza, F., Giampaoli, S., Jansen, A., Menotti, A., Nedelkovic, S., Pekkarinen, M., Simic, B. S.,

- Toshima, H., Feskens, E. J. M., Hollman, P. C. H. and Katan, M. B. (1995), "Flavonoid Intake and Long-term Risk of Coronary Heart Disease and Cancer in the Seven Countries Study", *Archives of Internal Medicine*, Vol. 155, pp. 381-386.
- Hermann, H. (1988), "On the Occurrence of Flavonol and Flavonone Glycosides in Vegetables", *European Food Research and Technology*, Vol. 186, pp. 1-5.
- Hernandez, N. R. and Boatella, J. R. (1987), "Changes in Tocopherol and Tocotrienol Content during the Extraction, Refining and Hydrogenation of Edible Oils", *Grasas Aceites*, Vol. 38, pp. 145-148.
- Hu, C. and Kitts, D. D. (2001), "Evaluation of Antioxidant Activity of Epigallocatechin Gallate in Biphasic Model Systems in Vitro", *Molecular and Cellular Biochemistry*, Vol. 218, pp. 147-155.
- Huang, D., Ou, B. and Prior R. L. (2005), "The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 53, pp. 1841-56.
- Iconomou, D., Arapoglou, D. and Israilides, C. (2010), "Improvement of Phenolic Antioxidants and Quality Characteristics of Virgin Olive Oil with the Addition of Enzymes and Nitrogen during Olive Paste Processing", *Grasas y Aceites*, Vol. 61, No. 3, pp. 303-311.
- Interesse, F. S., Ruggier, P. and Vitagliano, M. (1971), "Autoxidation of Olive Oil: Influence of Chlorophyll Pigment", *Industria Agraria*, Vol. 9, pp. 318-324.
- Itoh, T., Yoshida, K. and Yatsu, T. (1981), "Triterpene Alcohols and Sterols of Spanish Olive Oil", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 58, pp. 545-550.
- Karatzi, K., Papamichael, C., Karatzis, E., Papaioannou, G. T., Voidonikola, Th. P., Vamvakou, D. G., Lekakis, J. and Zampelas, A. (2008), "Postprandial Improvement of Endothelial Function by Red Wine and Olive Oil Antioxidants: A Synergistic Effect of Components of the Mediterranean Diet", *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 27, No. 4, pp. 448-453.
- Kiritsakis, A. K. (1998), "Flavour Components of Olive Oil: A Review", *Journal of American Oil Chemist's Society*, Vol. 75, pp. 673-681.
- Kiritsakis, A. K. and Dugan, L. R. (1985), "Studies in Photooxidation of Olive Oil", *Journal of the American Oil Chemists Society*, Vol. 62, pp. 892-896.

- Kühnau, J. (1976), "The Flavonoids: A Class of Semi-essential Food Components: Their Role in Human Nutrition", *World Review of Nutrition and Dietetics*, Vol. 24, pp. 117-191.
- Loukas, M. and Krimbas, C. B. (1983), "History of Olive Cultivars Based on their Genetic Distances", *Journal of Horticultural Science*, Vol. 58, pp. 121-127.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C. and Jimenez, L. (2004), "Polyphenols: Food Sources and Bioavailability", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 79, No. 5, pp. 727-747.
- Martins, J., Silva, E. and Carlota Saldanha, E. (2007), "Diet, Atherosclerosis and Atherothrombotic Events", *Journal of Cardiology*, Vol. 26, pp. 277-294.
- Mazza, G. (1995), "Anthocyanins in Grapes and Grape Products", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 35, pp. 341-371.
- Miketova, P., Schram, K. H., Whitney, J. L., Kerns, E. H., Valcic, S., Timmermann, B. N. and Volk, K. J. (1998), "Mass Spectrometry of Selected Components of Biological Interest in Green Tea Extracts", *Journal of Natural Products*, Vol. 61, pp. 461-467.
- Molyneux, P. (2004), "The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity", *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, Vol. 26, No. 2, p. 212.
- Pasinetti, G. M. and Eberstein, J. A. (2008), "Metabolic Syndrome and the Role of Dietary Lifestyles in Alzheimer's Disease", *Journal of Neurochemistry*, Vol. 106, No. 4, pp. 1503-14.
- Psaltopoulou T, Naska A, Orfanos P, Trichopoulos D, Mountokalakis T, Trichopoulou A. (2005), "Olive Oil, the Mediterranean Diet, and Arterial Blood Pressure: The Greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Study", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 80, No. 4, pp. 1012-18.
- Porter, L. W. (1989), "Tannins", in *Methods in Plant Biochemistry I: Plant Phenolics*, Academic Press, pp. 389-419, London.
- Ródenas, S., Rodríguez-Gil, S., Cruz Merinero, M. and Sánchez-Muniz, J. F. (2005), "Dietary Exchange of an Olive Oil and Sunflower Oil Blend for Extra Virgin Olive Oil Decreases the Estimate Cardiovascular Risk and LDL and Apolipoprotein AII Concentrations in Postmenopausal Women", *Journal of the American College of*

Nutrition, Vol. 24, No. 5, pp. 361-369

Roginsky, V. and Lissi, E. A. (2004), "Review of Methods to Determine Chain-Breaking Antioxidant Activity in Food", *Food Chemistry*, Vol. 92, pp. 235-254.

Romani, A., Mulinacci, N., Pinelli, P., Vincieri, F. F. and Cimato, A. (1999), "Polyphenolic Content in Five Tuscany Cultivars of *Olea Europaea* L", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 47, pp. 964-967.

Scarmeas, N., Stern, Y., Tang, M. X., Mayeux, R. and Luchsinger, J. A. (2006), "Mediterranean Diet and Risk for Alzheimer's Diseases", *Annals of Neurology*, Vol. 59, No. 6, pp. 912-21.

Shao, W., Powell, C. and Clifford, M. N. (1995), "The Analysis by HPLC of Green, Black and Puer Teas Produced in Yunnan", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 57, pp. 417-426.

Simari, R. F. and Martinenghi, G. B. (1950), "*Olivicoltura e Oleificio*". Editore Ulrico Hoepli, Milano.

Soobratee, M., Neergheen, V., Luximon-Ramma, A., Auroma, O. and Bahorum, T. (2005), "Phenolics as Potential Antioxidant Therapeutic Agents: Mechanism and Actions", *Mutation Research*, Vol. 579, pp. 200-213.

Stark, A. H. and Madar, Z. (2002), "Olive Oil as a Functional Food: Epidemiology and Nutritional Approaches", *Nutrition Reviews*, Vol. 60, No. 6, 170-176.

Thomsen, C., Storm, H., Holst, J. J. and Hermansen, K. (2003), "Differential Effects of Saturated and Monounsaturated Fats on Postprandial Lipemia and Glucagon-like Peptide 1 Responses in Patients with Type 2 Diabetes", *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 77, No. 3, pp. 605-611.

Togna, I. G., Togna, A. R., Franconi, M., Marra, C. and Guiso, M. (2003), "Olive Oil Isochromans Inhibit Human Platelet Reactivity, Biochemical and Molecular Actions of Nutrients", *The Journal of Nutrition - The American Society for Nutritional Sciences*, Vol. 133, pp. 2532-36.

Tsimidou, M., Papadopoulos, G. and Boskou, D. (1992), "Determination of Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil by RP-HPLC by Emphasis on UV Detection", *Food Chemistry*, Vol. 44, pp. 53-60.

Varzakas, T.H., Zakynthinos, G. and Arapoglou, D. 2010. Quality Evaluation of

Greek Extra Virgin olive oil obtained from olives (*Olea Europaea Cv. Koroneiki*) from the Southern region of Messinia. *Italian Journal of Food Science* No. 4, Vol. 22, 401-407.

Vinson, A. J. (1998), "Flavonoids in Foods as in Vitro and in Vivo Antioxidants", in: *"Flavonoids in the Living System"*, Plenum Press, pp. 151-164, New York.

Visioli, F. and Galli, C. (1998), "The Effect of Minor Constituents of Olive Oil on Cardiovascular Disease: New Findings", *Nutrition Reviews*, Vol. 56, pp. 142-147.

Visioli, F. and Galli, C. (1998), "Olive Oil Phenols and their Potential Effects on Human Health", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 46, pp. 4292-96.

Visser, T., Vredenbergregt, M. J., Ten Hove, G. J., De Jong, A. P. J. M. and Somsen, G. W. (1997), "Gradient Elution Liquid Chromatography-Infrared Spectrometry at μg^{-1} Level Using Capillary Column Switching and Addition of a Make-up Liquid: A Preliminary Study", *Journal of Analytica Chimica Acta*, Vol. 342, pp. 151-158.

Waterman, E. and Lockwood, B. (2007), "Active Components and Clinical Applications of Olive Oil", *Alternative Medicine Review*, Vol. 12, No. 4, pp. 331-342.

Zohary, D. and Hopf, M. (1994), *"Domestication of Plants in the Old World"*, Oxford Science Publications, Second Edition, Oxford.

B. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ & ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

Αλεξιάκης, Σ. Α. (1998), *«Το Ελαιόλαδο και η Παραγωγή του»*, Εκδόσεις Σιδέρης, Αθήνα.

Αλυγιζάκης, Ε. (1982), *«Επεξεργασία και Κονσερβοποίηση της Επιτραπέζιας Ελιάς»*, Εκδόσεις Ν. Μαυρομάτης, Αθήνα.

Ανδρικόπουλος, Ν. Κ. (1999), *«Σημειώσεις Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων – Τόμος Ι»*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, σελ. 161-191, Αθήνα.

Θεριός, Ι. Ν. (2005), *«Ελαιοκομία»*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, σελ. 13-14 και 156-171, Θεσσαλονίκη.

Ζακυνθινός, Γ. (2010), «Σημειώσεις Επεξεργασίας Ελαιοκάρπου», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων.

ΚΕΠ.ΚΑ. (2010), «Ελαιόλαδο», *Κέντρο Προστασίας Καταναλωτών*. Διαθέσιμο στο http://kepka.org/index.php?option=com_content&task=view&id.

Κυριτσάκης, Α. (2007), «Ελαιόλαδο», Ιδιωτική Έκδοση, Θεσσαλονίκη.

Λυδάκης, Δ. (2006), «Σημειώσεις Μετασυλλεκτικής Φυσιολογίας και Τεχνολογίας Οπωροκηπευτικών - Κεφάλαιο Τυποποίηση του Ελαιολάδου», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Κρήτη.

Μπαλατσούρας, Δ. Γ. (1986), «Σύγχρονη Ελαιουργία: Το Ελαιόδεντρο», Ιδιωτική Έκδοση, Τόμος Ι, σελ. 52-68.

Μπαλατσούρας, Δ. Γ. (1997), «Σύγχρονη Ελαιοκομία: Ελαιόλαδο», Ιδιωτική Έκδοση, 1^η Έκδοση, Αθήνα.

Μπαλατσούρας, Δ. Γ. (1999), «Σύγχρονη Ελαιοκομία: Η Ελαιουργία», Ιδιωτική Έκδοση, Αθήνα.

Παπαγεωργίου, Γ. Ε. (2005), «Βιοχημεία Ελευθέρων Ριζών, Αντιοξειδωτικά και Λιπδική Υπεροξειδάση», *University Studio Press*, σελ. 114-126, Θεσσαλονίκη.

Ποντίκης, Κ. (2000), «Ειδική Δενδροκομία, Τόμος Γ': Ελαιοκομία», Εκδόσεις Σταμούλης, σελ. 39-126, Πειραιάς.

Σαρπάκη, Α. και Χατζηδημητρίου, Μ. (2006), «Η Εμφάνιση της Ελιάς στον Ελλαδικό Χώρο», Ελαιοπαραγωγή, σελ 18, Αθήνα.

Σουφλερός, Ε. (1997), «Οινολογία Επιστήμη και Τεχνογνωσία», Τυπογραφία Παπαγεωργίου, Τόμος Ι, σελ 7, Θεσσαλονίκη.

Σφακιωτάκης, Ε. (1993), «Μαθήματα Ελαιοκομίας», Εκδόσεις Τυρο ΜΑΝ, σελ. 29-33 και 77-78, Θεσσαλονίκη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ι. ΤΜΗΜΑ Ι

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ - ΚΑΝ (ΕΟΚ) 2568/91

| Κατηγορία | Οξύτητα (%) (*) | Αριθμός υπεροξειδίων mEq O ₂ /kg (*) | Κηροί mg/kg (**) | 2-μονοπαλμιτίνη (%) | K ₂₃₂ (*) | K ₂₇₀ (*) | Delta-K (*) |
|---|-----------------|---|----------------------|--|----------------------|----------------------|-------------|
| 1. Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο | ≤ 0,8 | ≤ 20 | ≤ 250 | ≤ 0,9 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ ≤ 14% ≤ 1,0 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ > 14% | ≤ 2,50 | ≤ 0,22 | ≤ 0,01 |
| 2. Παρθένο ελαιόλαδο | ≤ 2,0 | ≤ 20 | ≤ 250 | ≤ 0,9 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ ≤ 14% ≤ 1,0 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ > 14% | ≤ 2,60 | ≤ 0,25 | ≤ 0,01 |
| 3. Ελαιόλαδο λαμπάντε | >2,0 | - | ≤ 300 ⁽¹⁾ | ≤ 0,9 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ ≤ 14% ≤ 1,1 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ > 14% | - | - | - |
| 4. Εξευγενισμένο ελαιόλαδο | ≤ 0,3 | ≤ 5 | ≤ 350 | ≤ 0,9 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ ≤ 14% ≤ 1,1 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ > 14% | - | ≤ 1,10 | ≤ 0,16 |
| 5. Σύνθετο ελαιόλαδο αποτελούμενο από εξευγενισμένα και παρθένα ελαιόλαδα | ≤ 1,0 | ≤ 15 | ≤ 350 | ≤ 0,9 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ ≤ 14% ≤ 1,0 εάν % ολικό παλμιτικό οξύ > 14% | - | ≤ 0,9 | ≤ 0,15 |
| 6. Ακατέργαστο πυρηνέλαιο | - | - | >350 ⁽²⁾ | ≤ 1,4 | - | - | - |
| 7. Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο | ≤ 0,3 | ≤ 5 | >350 | ≤ 1,4 | - | ≤ 2,00 | ≤ 0,20 |
| 8. Πυρηνέλαιο | ≤ 1,0 | ≤ 15 | > 350 | ≤ 1,2 | - | ≤ 1,70 | ≤ 0,18 |

⁽¹⁾ Τα έλαια με περιεκτικότητα σε κηρούς μεταξύ 300 και 350 mg/kg θεωρούνται ελαιόλαδα λαμπάντε, εάν οι ολικές αλειφατικές αλκοόλες είναι χαμηλότερες ή ίσες με 350 mg/kg ή εάν η εκατοστιαία αναλογία ερυθροδιόλης και ουβαόλης είναι μικρότερη ή ίση με 3,5.

⁽²⁾ Τα έλαια με περιεκτικότητα σε κηρούς μεταξύ 300 και 350 mg/kg θεωρούνται ακατέργαστα πυρηνέλαια, εάν οι ολικές αλειφατικές αλκοόλες υπερβαίνουν τα 350 mg/kg και εάν η εκατοστιαία αναλογία ερυθροδιόλης και ουβαόλης υπερβαίνει τα 3,5.

Α.Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

| Κατηγορία | Περιεκτικότητα σε οξέα ⁽¹⁾ | | | | | | Άθροισμα των ισομερών του trans-ελαϊκού οξέως (%) | Άθροισμα των ισομερών του trans-λινελαϊκού και trans-λινολενικού οξέως (%) | Σύνθεση των στερολών | | | | | | Ολικές στερόλες (mg/kg) | Ερυθροδιόλη και ουβαόλη (%) (**) |
|---|---------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------|------------------|---|--|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | Μυριστικό (%) | Λινολ-ενικό (%) | Αραχι-δικό (%) | Εικοσε-νικό (%) | Βεγενικό (%) | Λιγνο-κηρικό (%) | | | Χοληστερόλη (%) | Βρασικασ-τερόλη (%) | Καμπ-εστερόλη (%) | Στιγμασ-τερόλη (%) | β-Σιτοστε-ρόλη (%) ⁽²⁾ | Δ-7-Στιγματεν-όλη (%) | | |
| 1. Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,2 | ≤0,2 | ≤0,05 | ≤0,05 | ≤0,5 | ≤0,1 | ≤4,0 | <Καμπ. | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥1000 | ≤4,5 |
| 2. Παρθένο ελαιόλαδο | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,2 | ≤0,2 | ≤0,05 | ≤0,05 | ≤0,5 | ≤0,1 | ≤4,0 | <Καμπ. | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥1000 | ≤4,5 |
| 3. Ελαιόλαδο λαμπάντε | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,2 | ≤0,2 | ≤0,10 | ≤0,10 | ≤0,5 | ≤0,1 | ≤4,0 | - | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥1000 | ≤4,5 ⁽³⁾ |
| 4. Εξευγενισμέ-νο ελαιόλαδο | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,2 | ≤0,2 | ≤0,20 | ≤0,30 | ≤0,5 | ≤0,1 | ≤4,0 | <Καμπ. | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥1000 | ≤4,5 |
| 5. Σύνθετο ελαιόλαδο αποτελούμε-νο από εξευγενισμέ-να και παρθένα ελαιόλαδα | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,2 | ≤0,2 | ≤0,20 | ≤0,30 | ≤0,5 | ≤0,1 | ≤4,0 | <Καμπ. | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥1000 | ≤4,5 |
| 6. Ακατέργαστο πυρηνέλαιο | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,3 | ≤0,2 | ≤0,20 | ≤0,10 | ≤0,5 | ≤0,2 | ≤4,0 | - | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥2500 | >4,5 ⁽⁴⁾ |
| 7. Εξευγενισμέ-νο πυρηνέλαιο | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,3 | ≤0,2 | ≤0,40 | ≤0,35 | ≤0,5 | ≤0,2 | ≤4,0 | <Καμπ. | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥1800 | >4,5 |
| 8. Πυρηνέλαιο | ≤0,05 | ≤1,0 | ≤0,6 | ≤0,4 | ≤0,3 | ≤0,2 | ≤0,40 | ≤0,35 | ≤0,5 | ≤0,2 | ≤4,0 | <Καμπ. | ≥93,0 | ≤0,5 | ≥1600 | >4,5 |

⁽¹⁾ Περιεκτικότητα σε άλλα λιπαρά οξέα (%): παλμιτικό: 7,5-20,0' παλμιτελαϊκό: 0,3-3,5' δεκαεπτανικό: ≤0,3' δεκαεπτενικό ≤0,3' στεατικό: 0,5-5,0' ελαϊκό: 55,0-83,0' λινελαϊκό: 3,5-21,0.

⁽²⁾ Άθροισμα των: δ-5,23-στιγμασταδιενόλη + κλεροστερόλη + β-σιτοστερόλη + σιτοστανόλη + δ-5-αβεναστερόλη + δ-5,24-στιγμασταδιενόλη

⁽³⁾ Τα έλαια με περιεκτικότητα σε κήρους μεταξύ 300 και 350 mg/kg θεωρούνται ελαιόλαδα λαμπάντε, εάν οι ολικές αλειφατικές αλκοόλες είναι χαμηλότερες ή ίσες με 350 mg/kg ή εάν η εκατοστιαία αναλογία ερυθροδιόλης και ουβαόλης είναι μικρότερη ή ίση με 3,5.

⁽⁴⁾ Τα έλαια με περιεκτικότητα σε κήρους μεταξύ 300 και 350 mg/kg θεωρούνται ακατέργαστα πυρηνέλαια, εάν οι ολικές αλειφατικές αλκοόλες υπερβαίνουν τα 350 mg/kg και εάν η εκατοστιαία αναλογία ερυθροδιόλης και ουβαόλης υπερβαίνει το 3,5.

Σημειώσεις:

α) Τα αποτελέσματα των αναλύσεων πρέπει να εκφράζονται με τον αριθμό δεκαδικών ψηφίων που προβλέπεται για κάθε χαρακτηριστικό. Το τελευταίο αριθμητικό ψηφίο πρέπει να αυξάνεται κατά μία μονάδα, εάν το επόμενο ψηφίο είναι μεγαλύτερο από 4.

β) Αρκεί και ένα μόνο χαρακτηριστικό να μην ανταποκρίνεται στις αναγραφόμενες τιμές για να αλλάξει το ελαιόλαδο κατηγορία ή να δηλωθεί ότι δεν είναι σύμφωνο όσον αφορά τη γνησιότητα.

γ) Τα χαρακτηριστικά που σημειώνονται με (*), αναφερόμενα στην ποιότητα του ελαιολάδου, υποδηλώνουν ότι: i) προκειμένου για ελαιόλαδο λαμπάντε, τα σχετικά όρια μπορούν να μην τηρούνται συγχρόνως και ii) προκειμένου για παρθένα ελαιόλαδα, η μη τήρηση τουλάχιστον ενός από τα όρια αυτά συνεπάγεται αλλαγή κατηγορίας, το ελαιόλαδο όμως εξακολουθεί να κατατάσσεται σε μία από τις κατηγορίες παρθένου ελαιολάδου.

δ) Τα χαρακτηριστικά που σημειώνονται με δύο (**), αναφερόμενα στην ποιότητα του ελαιολάδου, υποδηλώνουν ότι, για όλα τα πυρηνέλαια, τα σχετικά όρια μπορούν να μην τηρούνται συγχρόνως.

2. ΤΜΗΜΑ ΙΙ

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΤΕΡΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΕΛΑΙΟΛΑΔΩΝ - ΚΑΝ (ΕΟΚ) 2568/91

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ | ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΚΑΘΕ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΥ | ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΔΙΝΕΙ ΤΟ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ | ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ |
|---|---|---|--|
| 1. ΟΞΥΤΗΤΑ | Λιπαρά οξέα που βρίσκονται σε ελεύθερη κατάσταση κυρίως λόγω υδρόλυσης. | Υψηλή οξύτητα συνήθως σημαίνει ότι το ελαιόλαδο προέρχεται από ταλαιπωρημένο ελαιόκαρπο ή ακατάλληλες συνθήκες ελαιοποίησης | Η οξύτητα υποδηλώνει υδρόλυση, οξείδωση ή ενζυματική δράση που υπέστη το ελαιόλαδο |
| 2. ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΑ | Χημικές ενώσεις που δημιουργούνται από δράση του οξυγόνου στο ελαιόλαδο | Τα υψηλά υπεροξειδία υποδηλώνουν ότι το ελαιόλαδο έχει υποστεί οξειδωτικές ή άλλες αλλοιώσεις | Τα υψηλά υπεροξειδία συνδέονται με μείωση τη διάρκειας ζωής του ελαιολάδου |
| 3. ΚΗΡΟΙ | Χημικές ενώσεις (εστέρες λιπαρών οξέων) | Ένδειξη παρουσίας πυρηνελαίου | Με την πάροδο του χρόνου αυξάνει η αρχική περιεκτικότητά τους στα υψηλής οξύτητας μειονεκτικά παρθένα ελαιόλαδα |
| 4. ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ ΣΤΗ ΘΕΣΗ 2 | Χημικές ενώσεις (λιπαρά οξέα τριγλυκεριδίων) | Παρουσία εστεροποιημένων «συνθετικών» ελαίων | Ανιχνεύεται με μέθοδο που βασίζεται σε ενζυματική δράση |
| 5. ΣΤΙΓΜΑΣΤΑΔΙΕΝΙΑ | Χημικές ενώσεις (στυρένια) | Ένδειξη παρουσίας ραφινελαίων σε παρθένα ελαιόλαδα | Εντοπίζεται με ευαίσθητη μέθοδο ανίχνευσης εξευγενισμένων ελαίων σε παρθένο ελαιόλαδο |
| 6. ΔΕCΝ 42 | Διαφορά θεωρητικής και πειραματικής περιεκτικότητας τριγλυκεριδίων, με ισοδύναμο αριθμό ατόμων άνθρακα 42 | Ένδειξη παρουσίας σπορελαίων | |
| 7. Κ 232 | Συντελεστές απορρόφησης υπεριώδους σε μήκος κύματος 232nm | Δείκτης αρχικών σταδίων οξείδωσης | Ανιχνεύεται με φασματομετρική μέθοδο ελέγχου |
| 8. Κ270 | Συντελεστής απορρόφησης υπεριώδους σε μήκος κύματος 270nm | Δείκτης προχωρημένου σταδίου οξείδωσης | Δεδομένου ότι ορισμένα ραφινέ σπορέλαια παρουσιάζουν υψηλές τιμές Κ270, η παράμετρος αυτή είναι δυνατόν να πληροφορεί και για πιθανή νοθεία με σπορέλαια ή και εξευγενισμένα ελαιόλαδα |
| 9. ΔΚ | Μαθηματική σχέση υπολογισμού συντελεστών απορρόφησης υπεριώδους ακτινοβολίας | | Δεδομένου ότι τα ραφινέ σπορέλαια έχουν υψηλές τιμές ΔΚ, η παράμετρος αυτή δίνει επιπλέον πληροφορίες για τυχόν νοθεία με σπορέλαια |
| 10. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ (PANEL TEST) | Στατιστική μέθοδος προσδιορισμού οργανοληπτικών χαρακτηριστικών | | |
| 11. ΜΥΡΙΣΤΙΚΟ, ΛΙΝΟΛΕΝΙΚΟ, ΑΡΑΧΙΔΙΚΟ, ΕΙΚΟΣΕΝΙΚΟ, ΒΕΧΕΝΙΚΟ, ΛΙΓΝΟΚΗΡΙΚΟ ΟΞΥ | Χημικές ενώσεις (λιπαρά οξέα) | Περιεκτικότητες μεγαλύτερες των ποσοστών των επιτρεπτών ορίων, υποδηλώνουν αντίστοιχα την παρουσία κάποιου σπορελαίου. | |

| | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|
| 12. Trans ΙΣΟΜΕΡΗ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ | Χημικές ενώσεις (λιπαρά οξέα) | Ένδειξη παρουσίας ραφινέ ελαίων σε παρθένα ελαιόλαδα | Επίσης ένδειξη δραστηκών συνθηκών επεξεργασίας |
| 13. ΧΟΛΗΣΤΕΡΟΛΗ | Χημικές ενώσεις (στερόλη) | Πιθανή ένδειξη παρουσίας ζωικού λίπους | |
| 14. ΒΡΑΣΙΚΑΣΤΕΡΟΛΗ | Χημικές ενώσεις (στερόλη) | Πιθανή ένδειξη παρουσίας σπορελαίου | Συνήθως κραμβελαίου |
| 15. ΚΑΜΠΕΣΤΕΡΟΛΗ | Χημικές ενώσεις (στερόλη) | Πιθανή ένδειξη παρουσίας σπορελαίων | |
| 16. ΣΤΙΓΜΑΣΤΕΡΟΛΗ | Χημικές ενώσεις (στερόλη) | Πιθανή ένδειξη παρουσίας σπορελαίων | |
| 17. ΣΥΝΟΛΙΚΗ β-ΣΙΤΟΣΤΕΡΟΛΗ | Χημικές ενώσεις (στερόλη) | Πιθανή ένδειξη παρουσίας σπορελαίων | Ορισμένα ελαιόλαδα και πυρηνέλαια παρουσιάζουν από την φύση τους αποκλίσεις από τα όρια του κανονισμού |
| 18. δ7- ΣΤΙΓΜΑΣΤΕΝΟΛΗ | Χημικές ενώσεις (στερόλη) | Πιθανή ένδειξη παρουσίας σπορελαίων | Ορισμένα ελαιόλαδα και πυρηνέλαια παρουσιάζουν από την φύση τους μικρές αποκλίσεις από τα όρια του κανονισμού |
| 19. ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΣΤΕΡΟΛΕΣ | Ποσότητα (mg) στερολών σε 1 κιλό ελαίου | Πιθανή ένδειξη παρουσίας σπορελαίων ή και πυρηνελαίων | |
| 20. ΕΡΥΘΡΟΔΙΟΛΗ ΚΑΙ ΟΥΒΑΟΛΗ | Χημικές ενώσεις (τριτερπενικές διακοόλες) | Πιθανή ένδειξη παρουσίας πυρηνελαίου | Ορισμένα ελαιόλαδα παρουσιάζουν αποκλίσεις από τα όρια του κανονισμού |
| 21. ΑΛΟΓΟΝΩΜΕΝΟΙ ΔΙΑΛΥΤΕΣ | Χημικές ενώσεις (φρέον, τριχλωροαιθάνιο, τριχλωροαιθυλένιο, τετραχλωροαιθυλένιο...) | Επιμόλυνση του ελαιολάδου με διάφορες τοξικές ουσίες | Η μόλυνση μπορεί να οφείλεται στο υπερχλωριωμένο νερό, στο δοχεία από τοξικές ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν για αποθήκευση ελαιολάδων, ή χρήση ακατάλληλων χημικών κατά τον καθορισμό ελαιουργικών μηχανημάτων κ.λ.π. |

3. ΤΜΗΜΑ ΙΙΙ

| ΕΚΑΤΟΣΤΙΑΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ ΣΕ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ²³ | |
|--|---------------------------|
| ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ | ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (%) |
| <i>Ελαϊκό</i> | 56-83 |
| <i>Παλμιτικό</i> | 7,5-20 |
| <i>Λινελαϊκό</i> | 3,5-20 |
| <i>Στεατικό</i> | 0,5-5,0 |
| <i>Παλμιτελαϊκό</i> | 0,3-3,5 |
| <i>Λινολενικό</i> | 0,0-1,5 |
| <i>Μυριστικό</i> | 0,0-0,05 |
| <i>Αραχιδικό</i> | ≤0,8 |
| <i>Βεχενικό</i> | ≤0,2 |

4. ΤΜΗΜΑ ΙV

| ΑΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ | |
|--------------------------------------|--|
| ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ | ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ |
| <i>Υδρογονάνθρακες</i> | Ισοπεντάνιο, 2-μεθυλ-Πεντάνιο Εξάνιο, Οκτάνιο, Εννεάνιο, Ναφθαλίνιο Εξανάλη, Επτανάλη, Πεντανάλη, trans-2- Εξενάλη, cis-3-Εξενάλη, Οκτανάλη, (E,E)- 2,4-Δεκαδιενάλη, cis-2-Εννεενάλη Μεθανόλη, Αιθανόλη, Ισοπροπανόλη, Πεντανόλη 1, 3-μεθυλο-Βουταν-1-όλη, 1- Πεντεν-3-όλη, 2-μεθυλο-Βουτανόλη, cis-3- Εξεν-1-όλη, trans-2-Εξεν-1-όλη, 1-Εξανόλη, 1-Επτανόλη, 1-Οκτανόλη 1-Εννεανόλη, 2-Φαινυλαιθανόλη |

²³ Τα όρια των βασικών παραγόντων σύνθεσης και ποιότητας των παρθένων ελαιολάδων δείχνουν μεγάλο εύρος ανάμεσα στις ελάχιστες και μέγιστες τιμές, δεδομένου ότι λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά του ελαιολάδου από όλες τις χώρες παραγωγής (CODEX COMMITTEE ON FATS AND OILS - Madrid 17-20 November 1969)