



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ
ΕΡΥΘΡΟΔΙΟΛΗΣ ΣΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Της

Ευσταθίας Γεωργακοπούλου

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

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ
ΕΡΥΘΡΟΔΙΟΛΗΣ ΣΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Της

Ευσταθίας Γεωργακοπούλου

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

Επιβλέπων: Κωνσταντίνα Ρεκούμη, Λέκτορας Εφαρμογών

Καλαμάτα
Απρίλιος 2021



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

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

FACTORS AFFECTING THE CONCENTRATION OF ERYTHRODIOL IN
OLIVE OIL

Master Thesis

By

Efstathia Georgakopoulou

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

Supervisor: Konstantina Rekoumi, Lecture

Kalamata
April 2021

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «**Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο**» που παρουσιάστηκε από τον/την **Γεωργακοπούλου Ευσταθία** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “**Factors affecting the concentration of erythrodiol in olive oil**” presented by **Efstathia Georgakopoulou** and we affirm that it is accepted.

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

Κωνσταντίνα Ρεκούμη

Konstantina Rekoumi

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

Γεώργιος Ζακυνθινός

Georgios Zakynthinos

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

Ιωακείμ Σπηλιόπουλος

Ioakeim Spiliopoulos

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

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

Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή Υποψηφίου
(Surname and first name of the candidate):

Ευσταθία Γεωργακοπούλου

Efstathia Georgakopoulou

Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of Peloponnese
All rights reserved

Copyright © Ευσταθία Γεωργακοπούλου, 2021

Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

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

Αφιερώνω την διατριβή στη μνήμη του αγαπημένου μου πατέρα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια του «Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Τεχνολογία και Ποιότητα Επιτραπέζιας Ελιάς και Ελαιολάδου», του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου. Μετά το πέρας της διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την εξαιρετική επιβλέπουσα μου, Δρ. Ρεκούμη Κωνσταντίνα, η οποία με καθοδήγησε καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Ζακυνθινό Γεώργιο Καθηγητή και κ. Σπηλιόπουλο Ιωακείμ Αναπληρωτή Καθηγητή που είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές για τις γνώσεις που μας προσέφεραν.

Τέλος, θα ήθελα εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για όλη τη στήριξη, τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ABSTRACT	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	vii
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ	2
2.1 Ιστορική Αναδρομή.....	2
2.2 Η ελιά και το ελαιόλαδο σήμερα	6
2.3 Οικονομική σημασία του ελαιολάδου.....	8
2.3.1 Παραγωγή ελαιολάδου παγκοσμίως	8
2.3.2 Παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα.....	10
2.3.3 Εισαγωγές - εξαγωγές ελαιολάδου	12
2.3.4 Κατανάλωση ελαιολάδου.....	13
3 Η ΕΛΙΑ.....	15
3.1 Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς	15
3.2 Ο ελαιόκαρπος	16
4 ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ.....	19
4.1 Ποιοτικές Κατηγορίες Ελαιολάδου και κριτήρια ποιότητας	19
4.1.1 Κατηγορίες ποιότητας παρθένου ελαιόλαδου	20
4.1.2 Κατηγορίες ποιότητας πυρηνέλαιου	21
4.1.3 Κριτήρια ποιότητας ελαιολάδου	23
4.2 Χημική σύσταση του ελαιολάδου.....	24
4.2.1 Σαπωνοποιήσιμα συστατικά ελαιόλαδου	25
4.2.1.1 Λιπαρά οξέα	25
4.2.1.2 Φωσφολιπίδια (φωσφατίδια)	26
4.2.2 Ασαπωνοποιήσιμα συστατικά του ελαιόλαδου.....	26
4.2.2.1 Στερόλες.....	27
4.2.2.2 Αλκοόλες	30
4.2.2.3 Σκουαλένιο	31
4.2.2.4 Τριτερπενικά οξέα	32

4.2.2.5	<i>Χρωστικές ουσίες</i>	33
4.2.2.6	<i>Τοκοφερόλες</i>	35
4.2.2.7	<i>Βιταμίνη Ε</i>	36
4.2.2.8	<i>Κηροί</i>	36
4.3	Επεξεργασία ελαιοκάρπου και παραλαβή ελαιολάδου	37
4.3.1	Στάδια παραλαβής ελαιολάδου	37
4.3.1.1	Παραλαβή και αποθήκευση του ελαιοκάρπου	38
4.3.1.2	Τροφοδοσία-Αποφύλλωση	39
4.3.1.3	Πλύσιμο	39
4.3.1.4	Σπάσιμο-άλεση ελαιοκάρπου	39
4.3.1.5	Μάλαξη	40
4.3.1.6	Διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη	40
4.3.1.7	Τελικός διαχωρισμός- Καθαρισμός ελαιολάδου	43
4.3.2	Αποθήκευση ελαιολάδου	43
5	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΥΘΡΟΔΙΟΛΗΣ ΣΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ	44
5.1	Ερυθροδιόλη	44
5.1.1	Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο	45
6	ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	54
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ελαιόλαδο αποτελώντας ένα τρόφιμο ύψιστης διατροφικής αξίας, ξεχωρίζει από τα υπόλοιπα φυτικά έλαια λόγω των συστατικών του, συμβάλλοντας θετικά στην υγεία των ανθρώπων. Γι' αυτό το λόγο είναι γνωστό στους ανθρώπους, ειδικότερα των χωρών της Μεσογείου αποτελώντας ένα αναπόσπαστο μέρος της αγροτικής τους δραστηριότητας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η μελέτη της επίδρασης των παραγόντων που επηρεάζουν τη συγκέντρωση της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο.

Σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές αναφορές, οι συνθήκες αυξητικών επιπέδων της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο επηρεάζονται από την ποικιλία, την καλλιέργεια και την ωρίμανση της ελιάς, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες (κλίμα, περιοχή καλλιέργειας) αλλά και τους τεχνολογικούς παράγοντες κατά τη διαδικασία της ελαιοποίησης. Σημαντική σημείωση είναι ότι η ερυθροδιόλη έχει την τάση να βρίσκεται σε αυξημένα επίπεδα κατά την ελαιοποίηση του ελαιόκαρπου της Κορωνεϊκή ποικιλίας.

Τέλος, η αυξημένη (άνω των φυσιολογικών επιπέδων) ύπαρξη της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο αποτελεί δείκτη νοθείας του ελαιολάδου με πυρηνέλαιο.

Λέξεις κλειδιά: ερυθροδιόλη, ελαιόλαδο, ελιά, ελαιοποίηση, νοθεία

ABSTRACT

Olive oil, being a food of the highest nutritional value, stands out from other vegetable oils due to its ingredients, contributing positively to human health. It is known to people, especially in the Mediterranean countries, as an integral part of their agricultural activity. The aim in the present paper is to study the effect of factors that affect the concentration of erythrodiol in olive oil.

According to the literature reports, the conditions of increasing levels of erythrodiol in olive oil are influenced by the variety, cultivation and ripening of the olive, the environmental factors (climate, cultivation area) but also the technological factors during the oil extraction. An important note is that erythrodiol tends to be elevated during the oil extraction of koroneiki olive.

Finally, the increased (above normal levels) presence of erythrodiol in olive oil is an indicator of adulteration of olive oil with kernel oil.

Keywords: erythrodiol, olive oil, olive, oiling process, adulteration

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

	Σελίδα
Πίνακας 2.1: Παραγωγή παρθένου ελαιολάδου παγκοσμίως (tones) κατά το έτος 2018	8
Πίνακας 2.2: Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ελαιολάδου κατά το έτος 2018	9
Πίνακας 2.3: Παραγωγή ελαιολάδου (tons) ανά περιφέρεια κατά τα έτη 2011-2019	11
Πίνακας 5.1: Περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες στα δείγματα ελαιολάδου της ποικιλίας Chetoui	47
Πίνακας 5.2: Περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες σε διάφορα στάδια ωρίμανσης	48
Πίνακας 5.3: Η περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες σε διαφορετικές ποικιλίες ανάλογα με τα στάδια ωρίμανσης του ελαιόκαρπου	48
Πίνακας 5.4: Συγκεντρώσεις σε τριτερπενικές διαλκοόλες παραγωγής ελαιολάδου με βάση το μέγεθος και την ωριμότητα των ελαιόκαρπων	49
Πίνακας 5.5: Περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη + ουβαόλη(%) σε δυο τύπους ελαιολάδου από φυγοκεντρικό διαχωριστήρα λαδιού και νερού από ελαιόπαστες διαφορών μεθόδων έκθλιψη	50
Πίνακας 5.6: Ποσοτικά δεδομένα (mg/kg) ερυθροδιόλης σε ελαιόλαδα των ποικιλιών Arbequina και Picual σε διαφορετικά επίπεδα έκθλιψης, θερμοκρασίας μάλαξης και συνδυασμοί χρόνου κατά την εκχύλιση ελαιολάδου	51
Πίνακας 5.7: Περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες ανάλογα με την ωρίμανση και θερμοκρασία μάλαξης	53

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σελίδα

Σχήμα 2.1: Η παραγωγή παρθένου ελαιολάδου ανά ήπειρο εκφρασμένη σε ποσοστό επί τις εκατό (%) κατά το έτος 2018	8
Σχήμα 2.2: Μεταβολή του παραγόμενου ελαιολάδου στην Ελλάδα, Τυνησία, Ιταλία και Ισπανία κατά την δεκαετία 2008-2018	10
Σχήμα 2.3: Παραγωγή ελαιολάδου (tons) στην Ελλάδα κατά τα έτη 2011-2019	11
Σχήμα 2.4: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου από την Ελλάδα, κατά τα έτη 2010-2019	12
Σχήμα 2.5: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου παγκοσμίως, κατά τα έτη 2018 και 2019	12
Σχήμα 2.6: Παραγωγή και κατανάλωση ελαιολάδου παγκοσμίως κατά τα έτη 1990-2018	13
Σχήμα 2.7: Οι χώρες με την υψηλότερη κατανάλωση ελαιολάδου (Kg/κεφαλή/έτος) κατά την τριετία 2016-2018	14
Σχήμα 3.1: Σχηματική προβολή τμημάτων του καρπού της ελιάς (Martins & Kiritsakis, 2017)	17
Σχήμα 4.1: Δομή 4α - μεθυλοστερολών του ελαιολάδου: ομπτουσιφολιόλη, γραμιστερόλη, κυκλοευκαλενόλη και κιτροσταδιενόλη (Blekas et al, 2006).	30
Σχήμα 4.2: Δομή διτερπενικών αλκοολών του ελαιολάδου (φυτόλη και γερανυλογερανιόλη)(Blekas et al , 2006)	32
Σχήμα 4.3: Δομή του σκουαλένιου (Καλογερόπουλος & Χίου, 2017)	33
Σχήμα 4.4: Χημική δομή ολεανολικού και μασλινικού οξέος, ουβαόλης και ερυθροδιόλης (Sánchez-Quesada et al., 2013).	34
Σχήμα 4.5: Τοκοφερόλες (Smolarek, 2011).	37
Σχήμα 5.1: Δομή ερυθροδιόλης και ουβαόλης (Κυριτσάκης, 2007).	45

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

	Σελίδα
Εικόνα 4.1: Ένδειξη προϊόντων Α: ΠΟΠ και Β:ΠΓΕ	23
Εικόνα 4.2: Παραλαβή και αποθήκευση ελαιοκάρπου	39
Εικόνα 4.3: Συστήματα πλυσίματος ελαιοκάρπου	40
Εικόνα 4.4: Υδραυλικά πιεστήρια	42
Εικόνα 4.5: Τριφασικός διαχωριστήρας (Decanter)	43
Εικόνα 4.6: Διφασικός διαχωριστήρας (Decanter)	43
Εικόνα 5.1 Χημική ανάλυση ελαιολάδου από την ελαιοκομική περίοδο 2020-2021 ποικιλίας Κορωνέϊκη σε περιεκτικότητα ερυθροδιόλης +ουβαόλης	62

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

NaOH : Υδροξείδιο του Νατρίου

KOH: Υδροξείδιο του Καλίου

BOD: Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ελαιόλαδο αποτελεί ένα από το βασικό στοιχείο της μεσογειακής διατροφής καθώς είναι εξαιρετική πηγή λιπιδίων. Έχει αναγνωρισθεί το ελαιόλαδο ως υγιεινή τροφή με πολλαπλές χρήσεις και οφέλη για το ανθρώπινο οργανισμό. Στις μέρες μας, έχει αποδειχθεί ότι τα θρεπτικά συστατικά του εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου προάγουν την υγεία και ως εκ τούτου οδηγούν σε μια συνεχή αύξηση της κατανάλωσής του.

Πολλές φορές όμως η φύση και η τεχνολογική επεξεργασία επηρεάζει ορισμένα χημικά στοιχεία με αποτέλεσμα να εκτρέπονται από τα επιτρεπόμενα όρια του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1989/2003. Έτσι, ενώ το προϊόν από οργανοληπτική άποψη μπορεί να είναι κανονικό, από χημική άποψη μπορεί να είναι εκτός ορίων και να υποβαθμίζεται, εφόσον ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1989/2003 ορίζει ότι εάν έστω και ένα από τα συστατικά του στοιχεία είναι εκτός των καθορισμένων ορίων, υποβαθμίζεται αυτόματα στην κατώτερη κατηγορία. Τέτοιο φαινόμενο παρατηρείται τα τελευταία χρόνια σε παρθένα ελαιόλαδα ορισμένων σημείων της Πελοποννήσου και άλλων περιοχών της Ελλάδας με περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη και ουβαόλη (ουσίες που υπάρχουν φυσιολογικά σε μικρή ποσότητα στο παρθένο ελαιόλαδο αλλά σε πολλαπλάσια στο πυρηνέλαιο). Αυτό έχει ως συνέπεια να κινδυνεύουν να θεωρηθούν νοθευμένα. Το πρόβλημα είναι ότι δεν είναι γνωστό αν οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες των μαλακτήρων των ελαιοτριβείων, στην υπερβολική υγρασία του εδάφους ή στην υπερωρίμανση του καρπού.

2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

2.1 Ιστορική Αναδρομή

Ήδη από το 2000 π.Χ. οι Αιγύπτιοι ταξιδεύοντας στην Κρήτη αλλά και τη Συρία και τη Χαναάν εισάγουν ελαιόλαδο. Ο Αιγύπτιος Sinuhe, εξόριστος στην Χαναάν το 1960 π.Χ. περίπου, κάνει αναφορά σε άφθονα ελαιόδεντρα. Η ελιά ήταν και είναι ένα αναπόσπαστο μερίδιο της ζωής των κατοίκων της Μεσογείου, αλλά δεν μπορεί να προσδιοριστεί με σαφήνεια πότε ξεκίνησε η συστηματική της καλλιέργεια (Πατέρα, 2006). Ανακαλύψεις κονιαμάτων λίθων και πρεσών και γενικότερα τα αρχαιολογικά ευρήματα στη Μεσόγειο δείχνουν τον πολλαπλό ρόλο της ελιάς και του ελαιολάδου. Ειδικότερα, ανασκαφές από τα μινωικά ανάκτορα της Κρήτη αποδεικνύουν το σημαντικό ρόλο του ελαιολάδου στη περίοδο της Μινωικής περιόδου. Μεγάλοι πίθοι που χρησιμοποιούνταν για την διατήρηση του ελαιολάδου δείχνουν την τεράστια δύναμη των Μινωικών βασιλιάδων στην εξαγωγή του (ΣΕΒΙΤΕΛ, 2013).

Με βάση τις αναφορές προκύπτει ότι το πρώτο ελαιοτριβείο βρέθηκε στις Κλαζομενές της Ιωνίας (Τουρκία). Επίσης έχει αναφερθεί ότι το αρχαιότερο ελαιοτριβείο ανακαλύφθηκε από το Δέφνερ σε οροπέδιο των Μεθάνων. Με το πέρασμα των χρόνων η διαδικασία για την παραγωγή του ελαιολάδου εξελισσόταν, από τις τραχιές πέτρες, στους ληνούς και έπειτα στους ελαιόμυλους. Το ελαιόλαδο από αρχαιοτάτων χρόνων χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών του πληθυσμού. Η χρήση του ξεκινάει από την επάλειψη του σώματος και καταλήγει ως τροφή, φάρμακο ή και καλλυντικό.

Οι αρχαίοι Έλληνες με την ίδρυση των αποικιών έφεραν και στις υπόλοιπες περιοχές της δυτικής Μεσογείου την ελιά. Το εμπόριο του ελαιολάδου ήταν πρωταγωνιστής της εποχής. Αναγνωρίζοντας και οι Ρωμαίοι την αξία του, συνέτειναν στην εξάπλωση της καλλιέργειας των ελαιόδεντρων σε όλη την αυτοκρατορία. Οι Ρωμαίοι εκμεταλλεύθηκαν την καλλιέργεια της ελιάς για να επεκτείνουν την αυτοκρατορία τους. Καλλιεργούσαν την ελιά σε άλλες αρχικά χώρες, όπως στην Ισπανία και έπειτα στην ίδια την Ιταλία. Έπειτα από την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας η καλλιέργεια της ελιάς μειώθηκε. Ακόμα και στις ανατάξεις της Βυζαντινής Αυτοκρατορίας η καλλιέργειά της γινόταν σταθερά και αποτελούσε σημαντική δραστηριότητα.

Οι θρησκευτικές κοινότητες επηρέασαν το ελαιόλαδο, κατακτώντας και πάλι την παλιά του αίγλη. Η χρήση του εκτός από την διατροφή και τη μαγειρική έγινε και στο φωτισμό και την παραγωγή σαπουνιών. Με το πέρασμα των χρόνων ελαιοκαλλιέργειες υπάρχουν στη Βόρεια και τη Λατινική Αμερική. Στην Ελλάδα τα ελαιόδεντρα αποτελούν το 75% της συνολικής δενδροκομίας (Πατέρα, 2006).

Η ιστορία της ελιάς αρχίζει πριν την επινοήση της γραφής. Ο βοτανολόγος De Candolle (1880) στην μελέτη του “*Origine des plantes cultivees*”, καθώς και άλλοι ιστορικοί συγγραφείς, θεωρούν σαν πιθανό τόπο προέλευσης της ελιάς τις περιοχές της Συρίας και της Μικράς Ασίας, των οποίων οι βουνοπλαγιές είναι κατάφυτες από αγριελιές. Υπάρχουν και άλλες μαρτυρίες σύμφωνα με τις οποίες η ελιά προέρχεται από την Αφρική (Αβησσυνία - Αίγυπτος). Στην περιοχή αυτή καλλιεργήθηκε η ελιά συστηματικά από τους Σημιτικούς λαούς και διαδόθηκε στη Κύπρο και στα βόρεια παράλια της Αφρικής (Μαρόκο, Αλγερία, Τυνησία), από τους Φοίνικες που παρουσίασαν σημαντική ακμή στην Καρχηδόνα. Ο ιστορικός Θεόφραστος αναφέρει ότι η ελιά φύτρωνε στην Ελλάδα, στην Νότια Ιταλία, στη Συρία και στην Αραβία (προς την μεριά της θάλασσας), στην Αίγυπτο και αλλού (Κυριτσάκης, 2007).

Τα ελαιόδεντρα είναι αναμφίβολα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα δέντρα στον κόσμο. Έως σήμερα δεν έχει προσδιορίσει με ακρίβεια το αρχικό είδος από το οποίο προήλθε το δέντρο της ελιάς όπως είναι σήμερα γνωστό. Διάφοροι ερευνητές υποστηρίζουν ότι προέρχεται από το γένος *Oleaster* sp. που απαντάται και σήμερα σε άγρια μορφή στην Βόρεια Αφρική, στην Πορτογαλία, στην Γαλλία, στην Ιταλία και κοντά στη Μαύρη και Κασπία Θάλασσα.

Η ιστορία του ελαιολάδου ξεκινά κατά την εποχή του χαλκού (6^η χιλιετία π.Χ.), όταν οι άνθρωποι άρχισαν να κυνηγούν, να αλιεύουν και να καλλιεργούν αγροτικές εκτάσεις. Στην αρχαιότητα, κατά μήκος της ακτής της Μεσογείου, από τη Συρία έως τη Βόρεια Αφρική και από την Ελλάδα έως τη Νότια Ιταλία, υπήρχαν θαμνώδεις ελαιώνες. Οι λόφοι που κλίνουν προς τη θάλασσα ήταν καλυμμένοι με αυτά τα αειθαλή με τα ασημένια φύλλα (Caramia et al., 2012).

Ένα παρόμοιο θέαμα αντίκρισε ο Αβραάμ και ο λαός του με θαυμασμό όταν έφτασαν 2000 χρόνια π.Χ. στην ακτή της ανατολικής Μεσογείου από την αρχαία πόλη της Μεσοποταμίας Ur, ύστερα από ένα μακρύ ταξίδι στην έρημο. Στην Καναάν, οι νέοι έμαθαν σύντομα να χρησιμοποιούν τους καρπούς ελιάς για το λάδι τους. Δύο χιλιάδες χρόνια αργότερα, στην εποχή του Χριστού, οι ελαιώνες κάλυπταν τους λόφους της Παλαιστίνης. Στο Ευαγγέλιο σύμφωνα με τον Άγιο Μάρκο, καταγράφεται ότι ο Ιησούς, ερχόμενος με

τους μαθητές του από τη Γαλιλαία στην Ιερουσαλήμ, αφού είχε πάει στην Ιεριχώ και αποκατέστησε τον τυφλό, σταμάτησε κοντά στο Όρος των Ελαιών, που ήταν ένας λόφος καλυμμένος με ελιές στα περίχωρα της Ιερουσαλήμ. Στην πόλη του Δαβίδ, υπήρχε ένα άλλο μέρος που ονομάζεται Γεθσημανή, όπου μπορεί κανείς να ξεκουραστεί στη σκιά των ελαιόδεντρων ακόμα και σήμερα. Ο Ιησούς πήγε εκεί με τους μαθητές του και προσευχήθηκε πριν από τη σύλληψή του. Σήμερα, στον κήπο της Γεθσημανής, υπάρχουν ελαιόδεντρα οκτώ αιώνων, αναγεννημένα σίγουρα από βλαστούς παλαιότερων κολοβωμάτων ελιάς (Caramia et al., 2012).

Τα αποσπάσματα από τη Βίβλο και τα Ευαγγέλια είναι σίγουρα τεκμηρίωση ότι η ελιά έχει παρουσία τουλάχιστον 2 χιλιετιών στη Μέση Ανατολή. Πρέπει να αναφερθεί, ωστόσο, ότι στη Δύση, κατά μήκος της ακτής της Μεσογείου έως και 40 μίλια από τη θάλασσα, η ελιά ήταν μέρος της αυτοφυούς βλάστησης πριν από 50 εκατομμύρια χρόνια. Απολιθωμένα φύλλα ελιάς έχουν βρεθεί στην Ιταλία, γύρω από το Senigallia και το Mongardino Bolognese, καθώς και στην Τοσκάνη. Επομένως, η χώρα της ελιάς δεν είναι αυτή ή εκείνη η γη, αλλά όλα τα εδάφη που βλέπουν στη Μεσόγειο, είτε είναι πεδιάδα είτε λόφος, ακόμη και βραχώδη εδάφη Ανατολή (Caramia et al., 2012).

Κατά την αρχαιότητα, η ελιά ήταν ένα άγριο φυτό, με τα χαρακτηριστικά ενός δέντρου με μικρή αξία: έναν κορμό περιορισμένου ύψους με συμπαγές φύλλωμα, μακριά στενά ασημένια πράσινα φύλλα και μαύρο γυαλιστερό καρπό με λίγη σάρκα και πικρή γεύση. Αυτά είναι τα χαρακτηριστικά του ελαιόδεντρου της άγριας ελιάς *Olea europaea oleaster* (συν *sylvestris*). Είναι γνωστό με βεβαιότητα ότι, από πολύ νωρίς, η ελιά καλλιεργήθηκε και εκτιμήθηκε για το λάδι της στη Συρία, την Παλαιστίνη και την Κρήτη. Οι Φοίνικες, που θεωρήθηκαν οι πιο εξειδικευμένοι ναυτικοί και ικανοί έμποροι το 2000 π.Χ., εξήγαγαν ελιές από τη νότια Συρία και τον Λίβανο, τα εδάφη καταγωγής τους, στις παράκτιες χώρες της Μεσογείου και γνωστοποίησαν τις καλές ιδιότητες του «υγρού χρυσού» στους πληθυσμούς με τους οποίους είχαν εμπορική επαφή (Caramia et al, 2012).

Πιστεύεται ότι η ικανότητα καλλιέργειας της ελιάς έφτασε στη Ρώμη από τη Σικελία, μέσω της Καμπανίας. Ο Πλίνιος ο Πρεσβύτερος ισχυρίστηκε ότι η καλλιέργεια της ελιάς εισήχθη στη Ρώμη από τους Ετρούσκους, οι οποίοι συμμετείχαν στο εμπόριο με τους Φοίνικες. Πιστεύεται επίσης ότι η κουλτούρα της ελιάς ήταν από τους Έλληνες. Τον 8^ο αιώνα π.Χ., ένα κύμα ελληνικής μετανάστευσης δημιούργησε αποικίες κατά μήκος της νότιας ιταλικής ακτής του Ιονίου, η οποία ονομάστηκε Magna Grecia. Ο Πλούταρχος, στο Βίοι Παράλληλοι, καταγράφει ότι όταν ο Ιούλιος Καίσαρας επέστρεψε στη Ρώμη μετά τον

πόλεμο στην Αφρική, η επαρχία της Αφρικής συνέχισε να εφοδιάζει τη Ρώμη με ελαιόλαδο (Caramia et al., 2012).

Κατά τη μυθολογία υπήρξε αναμέτρηση του Θεού Ποσειδώνα με την Παλλάδα Αθηνά για το ποιος θα δώσει το όνομά του στην πόλη, κατά την οποία νίκησε η Αθηνά, προσφέροντας στον "κλεινόν άστυ" μία ελιά, σύμβολο ειρήνης, προόδου και δύναμης. Η πόλη έδειξε την ευγνωμοσύνη της δίδοντας το όνομα της θεάς στην πόλη. Ενδεικτικό της σημασίας της ελιάς για την Αθήνα είναι ότι οι Αθηναίοι στα νομίσματά τους απεικόνιζαν την Θεά Αθηνά με στεφάνι ελιάς στο κράνος της και έναν αμφορέα με ελαιόλαδο ή ένα κλαδί ελιάς.

Στην Ακρόπολη υπήρχε η ιερή ελιά της Αθηνάς, η πρώτη ελιά που η Θεά Αθηνά χάρισε στους Έλληνες. Στην Ακαδημία υπήρχαν οι 12 ιερές ελιές, οι «μορίαί», που πιθανόν προέρχονταν από μεταφυτεύσεις (μέρη/κομμάτια) της πρώτης ελιάς που δέσποζε στον βράχο της Ακροπόλεως και ο ιερός ελαιώνας από τον οποίο προερχόταν το ελαιόλαδο που δινόταν ως έπαθλο στους νικητές των Παναθηναίων.

Κατά την αρχαιότητα η ελιά ήταν το ιερότερο δέντρο, και μέχρι σήμερα παραμένει ένα στοιχείο που συνδέεται άμεσα με την παράδοση αλλά και την διατροφή της χώρας μας. Το κλαδί της ελιάς αποτελούσε σύμβολο ειρήνης, σοφίας και νίκης. Ιερό σύμβολο του κύκλου της ζωής, χρησιμοποιείται σε όλες τις σημαντικές στιγμές και τελετουργίες, γέννηση, βάπτισμα, γάμο και θάνατο (Γκαβίδου & Ζωγράφου, 2008).

Το ελαιόλαδο, το «χρυσό υγρό», σύμφωνα με τον Όμηρο κατά την Αρχαιότητα δεν ήταν απλά μια τροφή αλλά αποτελούσε σύμβολο υγείας, δύναμης, φάρμακο καθώς επίσης πηγή μαγείας και θαυμασμού. Συγκεκριμένα στην Αρχαία Ελλάδα οι αθλητές έτριβαν σε όλο τους το σώμα λάδι γιατί πίστευαν ότι θα τους χαρίσει δύναμη και τύχη και οι πολεμιστές μύρωναν με αυτό τα κεφάλια των ευγενών και έριχναν σταγόνες στα κόκαλα των νεκρών αγίων και μαρτύρων καθώς ήταν έμβλημα καθαγιασμού και αγνότητας.

Η ελιά και το ελαιόλαδο αποτελούσαν τα κατεξοχήν προϊόντα της Μεσσηνίας. Τα ελαιόδεντρα αποτελούν στοιχεία αναφοράς και ταυτότητας του τοπίου της Μεσσηνιακής γης, αναπόσπαστα συνδεδεμένα με την καθημερινότητα των κατοίκων της. Η ιστορία της ελαιοκαλλιέργειας στο Νομό Μεσσηνίας χάνεται στα βάθη των αιώνων. Αυτό αποδεικνύεται από τα ευρήματα των ανασκαφών και τις γραπτές μαρτυρίες που έχουν διασωθεί και μαρτυρούν ότι ο ελαιόκαρπος και το ελαιόλαδο ήταν διατροφικό στοιχείο, αποτελούσε τη βάση αρωμάτων και ήταν στοιχείο τέχνης. Στις ανασκαφές στα ανάκτορα του Νέστωρα, στην περιοχή της Χώρας, βρέθηκαν 1200 πήλινες πινακίδες με τη γραμμική

γραφή Β', οι οποίες δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για το ρόλο της ελιάς και την επίδρασή της στους κατοίκους της περιόδου του 14ου - 13ου αιώνα π.Χ.

Οι περισσότερες από αυτές αναφέρονται στο ελαιόλαδο και ανακαλύφθηκαν σε ένα χώρο μαζί με πιθάρια, κατάλληλα για την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων ελαιόλαδου. Στα αρχεία της Πύλου, υπάρχουν αναφορές σχετικά με τα είδη των αρωματικών ελαίων, τον τρόπο παρασκευής και τις συναλλαγές, με βάση αυτά τα αρωματικά έλαια. Επίσης στην Καλαμάτα βρίσκεται το μητρικό δέντρο της επιτραπέζιας ποικιλίας «Καλαμών», η οποία έχει αναγνωρισθεί ως διατηρητέο μνημείο της φύσης (ΕΑΣ Μεσσηνίας, 2003).

2.2 Η ελιά και το ελαιόλαδο σήμερα

Σήμερα συναντάμε την ελιά σε διαφορετικά υποείδη κατά βάση σε χώρες της λεκάνης της Μεσογείου δεδομένου ότι το 96% της παγκόσμιας παραγωγής προέρχεται από τις χώρες αυτές. Η *Olea europaea* έχει 46 χρωμοσώματα και είναι διπλοειδές είδος. Ωστόσο, οι καρυολογικές μελέτες είναι δύσκολες καθώς τα χρωμοσώματα είναι μικρά και παρόμοια στη μορφολογία τους. Επιπλέον, η συνύπαρξη διπλοειδών και τριπλοειδών ατόμων στον ίδιο πληθυσμό εντοπίστηκε επίσης σε έναν νότιο Αλγερινό πληθυσμό της ελιάς του Laperrine. Ο τριπλοειδής πληθυσμός αντιπροσωπεύει λιγότερο από 3% (Breviglieri & Battaglia, 2014).

Η ελιά αποτελεί σήμερα βασική δενδρώδη καλλιέργεια. Η παραγωγή ελαιολάδου είναι υψίστης σημασίας στη λεκάνη της Μεσογείου, και τα οφέλη για την υγεία που συνδέονται με τη γαστρονομική του χρήση οδήγησαν σε συστηματική καλλιέργειά του δέντρου σε περιοχές εκτός της αρχικής τους προέλευσης. Οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με ελιάς ανέρχονται περίπου στα 10,6 εκατομμύρια εκτάρια (ha), σύμφωνα με στοιχεία του 2016. Η Ισπανία διαθέτει 2,5 εκατομμύρια εκτάρια ελαιώνων και είναι ο κύριος παραγωγός ελαιολάδου σήμερα μαζί με Ιταλία και την Ελλάδα (FAOSTAT, 2016).

Η σύνθεση των ελαιώνων ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες ανάπτυξης της κάθε ποικιλίας και του περιβάλλοντος. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, το υψόμετρο και η ηλικία των δέντρων, μεταβάλουν την ποσότητα της ελευρωπαΐνης και του φαινολικού προφίλ στο ελαιόλαδο. Το ψύχος προκαλεί σοβαρή αφυδάτωση και βλάβη στη μεμβράνη των κυττάρων στα φύλλα ελιάς. Η συσσώρευση της

ελευρωπαϊκής και η αντιοξειδωτική της ικανότητα μπορεί να προστατεύσει από την οξειδωτική βλάβη που προκαλείται από το κρύο (Ortega-Garcia, 2009).

Επίσης, δεδομένου ότι έχει μελετηθεί εκτενώς η επίδραση του ελλείμματος νερού στη φαινολική σύνθεση των φύλλων ελιάς, έχει διαπιστωθεί ότι το έλλειμμα νερού προκαλεί συσσώρευση φαινολικών ενώσεων, ιδιαίτερα της ελευρωπαϊκής, υποδηλώνοντας το ρόλο τους ως αντιοξειδωτικά (Paroti & Tsimidou, 2009). Τα συνολικά φαινολικά επίπεδα στα φύλλα μειώνονται καθώς το γεωγραφικό υψόμετρο μειώνεται, ένας παράγοντας που σχετίζεται με τις αλλαγές στις κλιματολογικές συνθήκες με το γεωγραφικό υψόμετρο. Τα φύλλα από δέντρα που καλλιεργούνται σε υγρό αέρα σήμερα έχει διαπιστωθεί ότι έχουν χαμηλότερα επίπεδα φαινολικών ενώσεων. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι ένας σημαντικός βιοτικός παράγοντας που επηρεάζει το φαινολικό περιεχόμενο είναι η ηλικία των φύλλων. Η ποσότητα της ελευρωπαϊκής είναι υψηλότερη στα νεότερα φύλλα από ό, τι στα ώριμα φύλλα, γεγονός που υποδηλώνει σταδιακή αποδόμηση της ελευρωπαϊκής με την προοδευτική ηλικία των φύλλων (Bilgin & Sahin, 2013).

Οι βιομηχανίες σήμερα παράγουν μια μεγάλη ποσότητα υποπροϊόντων ως απόβλητα της επεξεργασίας της ελιάς που περιέχουν χημικές ενώσεις υψηλής προστιθέμενης αξίας. Τα κύρια υποπροϊόντα που προκύπτουν, τόσο από την καλλιέργεια της ελιάς, όσο και από τη βιομηχανία επεξεργασίας ελιάς χωρίζονται σε υποπροϊόντα λαδιού (δηλ. ακατέργαστα, εξαντλημένα «εγκυλίσματα με διαλύτη» και μερικώς αποσταγμένη πάστα, νερά βλάστησης και φύλλα που συλλέγονται στα ελαιοτριβεία), καθώς και υπολείμματα κλαδέματος και συγκομιδής (π.χ. κλαδιά ελιάς).

Συνήθως, όλοι οι τύποι των παστών ελιάς χρησιμοποιούνται στη διατροφή των ζώων. Η εξαντλημένη πάστα ελιάς έχει, επίσης, εκτεταμένη εφαρμογή ως πηγή καυσίμου. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ποσότητες φύλλων ελιάς παράγονται κάθε χρόνο (10-30 κιλά φύλλων ανά δέντρο) σε μεγάλες ποσότητες κατά την παραγωγή ελαιολάδου. Τα φύλλα ελιάς χρησιμοποιούνται κυρίως ως ζωοτροφές ή απλώς απορρίπτονται απευθείας, καίγονται ή αλέθονται και διασκορπίζονται στο χωράφι, προκαλώντας δυνητικά περιβαλλοντικές ζημίες, με αυξανόμενο κόστος για τους παραγωγούς λόγω της αφαίρεσης, αποθήκευσης και εξάλειψής τους. Τα υποπροϊόντα της ελιάς αντιπροσωπεύουν έναν σημαντικό αλλά ανεπαρκώς αξιοποιημένο πόρο και οι δυνατότητές τους δεν πρέπει να υποσκιάζονται. Η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αυτών των υποπροϊόντων κάνει την αναζήτηση νέων εφαρμογών μια καθολική απαίτηση. Επιπλέον, το περιεχόμενό τους σε ενώσεις υψηλής προστιθέμενης αξίας πρέπει να ενθαρρύνει την αξιοποίηση αυτών των βιο-ανανεώσιμων πόρων (Ghanbari et al., 2012).

2.3 Οικονομική σημασία του ελαιολάδου

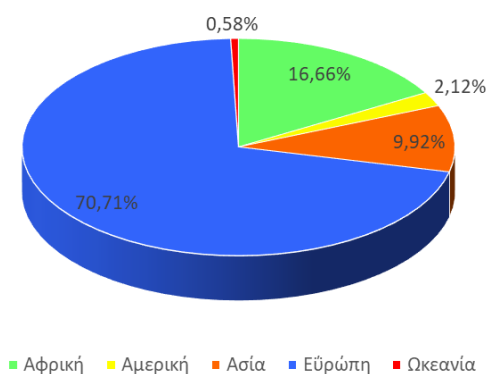
2.3.1 Παραγωγή ελαιολάδου παγκοσμίως

Η παγκόσμια παραγωγή Ελαιολάδου κατά το έτος 2018 ανέρχεται σε 3.574.336 τόνους (tones). Η παραγωγή αυτή κατανέμεται κατά 2.527.577 τόνους στην Ευρώπη, κατά 595.432 τόνους στην Αφρική, κατά 354.602 τόνους στην Ασία κατά 75.925 τόνους στην Αμερική και 20.800 τόνους στην Ωκεανία, όπως αποτυπώνεται στον πίνακα 2.1 που ακολουθεί. Η παραγωγή αυτή απεικονίζεται στην Ευρώπη κατά 70,71%, στην Αφρική κατά 16,66%, στην Ασία κατά 9,92% και περίπου σε άλλες περιοχές του πλανήτη κατά 2,5% (Σχήμα 2.1).

Πίνακας 2.1: Παραγωγή παρθένου ελαιολάδου παγκοσμίως (tones) κατά το έτος 2018.

Ήπειρος	Παραγωγή ελαιολάδου (tones)
Ευρώπη	2527577
Αφρική	595432
Ασία	354602
Αμερική	75925
Ωκεανία	20800
Σύνολο	3574336

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



Σχήμα 2.1: Η παραγωγή παρθένου ελαιολάδου ανά ήπειρο εκφρασμένη σε ποσοστό επί τις εκατό (%) κατά το έτος 2018 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

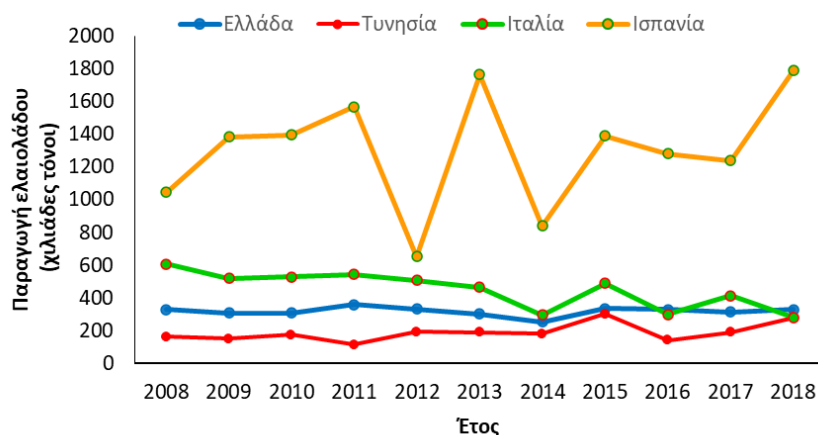
Στο πίνακα 2.2 για το έτος 2018 εμφανίζονται οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή ελαιολάδου σε παγκόσμια κατάταξη. Η μεγαλύτερη παγκόσμια παραγωγός παρθένου ελαιόλαδου με 1.790.309 εκατομμύρια τόνους είναι η Ισπανία, δεύτερη σε κατάταξη ακολουθεί η Ελλάδα που εμφανίζει σημαντικά χαμηλότερη ετήσια παραγωγή (σ.σ. 327.718 χιλιάδες τόνους). Ακολουθούν η Τυνησία, η Ιταλία και το Μαρόκο. Αξιοσημείωτο είναι ότι την προηγούμενη δεκαετία η Ιταλία αποτελούσε έναν από τους σημαντικότερους παραγωγούς ελαιόλαδου σε σχέση με την Ελλάδα όσον αφορά τις ποσότητες, τελευταίως παρατηρείται μείωση της ετήσιας παραγωγής σε ελαιόλαδο, ειδικότερα όταν αυτό αφορά σε ελαιόλαδα υψηλής ποιότητας.

Πίνακας 2.2: Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ελαιολάδου κατά το έτος 2018.

Χώρες	Παραγωγή ελαιολάδου σε τόνους (tones)
Ισπανία	1790309
Ελλάδα	327718
Τυνησία	278300
Ιταλία	277713
Μαρόκο	174400
Τουρκία	154326
Συρία	118281
Πορτογαλία	109443
Αλγερία	96632
Αίγυπτος	28800
Σύνολο	3355922

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

Παρατηρείται επίσης στο σχήμα 2.2 ότι η παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα από το 2009 έως το 2018 παραμένει σταθερή περίπου στους 300.000 τόνους. Στην Τυνησία για το ίδια χρονική περίοδο παρατηρείται σημαντική αύξηση της παραγωγής από τους 160.000 τόνους το 2009 στους 270.000 για το 2018. Σε αντίθεση η παραγωγή της Ιταλία για το 2009 έως το 2018 μειώθηκε από τους 600.000 τόνους το 2009 στους 270.000 τόνους παραγωγής ελαιολάδου. Εξάριση αποτελεί η Ισπανία με μια σταθερή ανοδική πορεία από το 2013 στον όγκο παραγωγής ελαιολάδου από 1.000.000 τόνους το 2009 σε 1.800.000 τόνους παραγωγής το 2018. Αυτό φαίνεται και στο σχήμα 2.2 για την Ελλάδα, την Ισπανία, την Τυνησία και την Ιταλία για το χρονικό διάστημα 2008-2018.



Σχήμα 2.2: Μεταβολή του παραγόμενου ελαιολάδου στην Ελλάδα, Τυνησία, Ιταλία και Ισπανία κατά την δεκαετία 2008-2018 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

2.3.2 Παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα

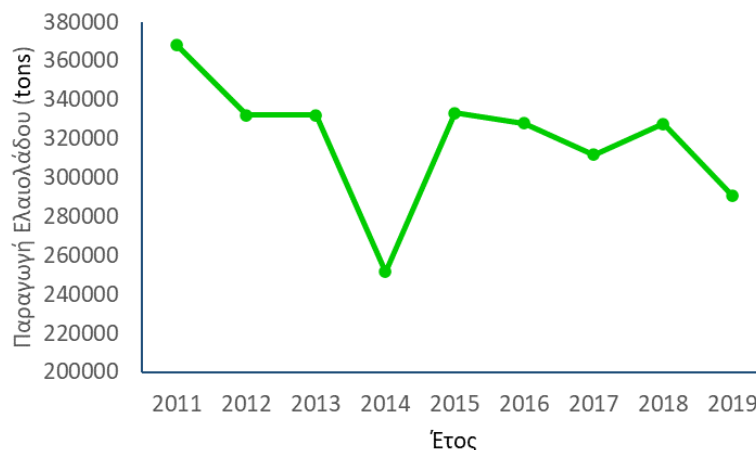
Το ελαιόλαδο αντιστοιχεί στο 9% της αξίας της αγροτικής παραγωγής στην Ελλάδα, όπως προκύπτει από τον πίνακα 2.3. Σήμερα εκτιμάται ότι από την ελαιοκομία και την ελαιοπαραγωγή έχουν εισόδημα περίπου 600.000 οικογένειες, ενώ καλλιεργούνται σε όλη την Ελλάδα περίπου δέκα εκατομμύρια στρέμματα. Η μέση ετήσια παραγωγή είναι μεταξύ 280 και 300 χιλιάδων τόνων, και το ύψος της εξαρτάται από τη χρονιά. Για παράδειγμα το 2016, παρουσιάζετε σαν χρονιά με την μειωμένη παραγωγή να μην ξεπερνά τους 220 χιλιάδες τόνους. Παράλληλα, παρατηρείται ότι η παραγωγή παρουσιάζει αυξομειώσεις κάθε χρονιά και αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η ελιά παρениαυτοφορεί, δηλαδή εμφανίζει πλήρη καρποφορία κάθε 2 χρόνια. Οι μεγαλύτερες ελαιοκομικές περιφέρειες της Ελλάδας είναι η Πελοπόννησος και η Κρήτη όπως αποτυπώνεται στο πίνακα 2.3 παρουσιάζεται η παραγωγή ελαιολάδου ανά περιφέρεια.

Πίνακας 2.3: Παραγωγή ελαιολάδου (tons) ανά περιφέρεια κατά τα έτη 2011-2019.

Περιφέρεια	Έτος Παραγωγής								
	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
	Παραγωγή ελαιολάδου (tons)								
Πελοποννήσου	91800,76	119222,00	88361,00	107293,00	96875,00	78340,00	88807,00	103471,00	102800,00
Κρήτης	72079,62	91683,73	72857,00	88095,00	91013,00	60630,00	92516,00	107987,00	144874,00
Δυτική Ελλάδα	39066,44	25686,15	70193,00	49913,00	66686,00	48731,00	31377,00	34600,00	33367,00
Στερεάς Ελλάδα	23922,87	27617,45	20190,00	15818,00	15407,00	22277,00	19954,00	23167,00	19085,00
Ιονίων Νήσων	18920,60	22112,47	20931,00	20452,00	20710,00	10429,00	11076,00	12106,00	14322,00
Βορείου Αιγαίου	11381,55	13157,71	9432,00	12736,00	10014,00	6145,00	18293,00	8499,00	13400,00
Αττικής	8005,46	1547,31	1562,00	3324,00	3480,00	2760,00	1690,00	4562,00	4429,00
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	7453,80	6749,70	6839,00	6784,00	3568,00	2657,00	6076,00	5321,00	4573,00
Κεντρικής Μακεδονίας	6850,55	8112,06	9146,00	8825,00	9156,00	8642,00	6821,00	17521,00	6187,00
Θεσσαλίας	4895,58	6831,09	3167,00	3950,00	4802,00	3880,00	8581,00	4685,00	6328,00
Νοτίου Αιγαίου	3188,46	2168,55	3385,00	3332,00	4071,00	3600,00	3281,00	4031,00	14649,00
Ηπείρου	2830,30	2830,00	5646,00	7398,00	7455,00	3264,00	2923,00	5996,00	4019,00
Δυτικής Μακεδονίας	80,42	0,00	18,00	100,00	70,00	75,00	0,00	0,00	0,00
ΣΥΝΟΛΟ	740658,13	736057,00	738000,00	770858,00	598255,00	653289,00	746833,00	834806,00	104811,00

Πηγή: <https://www.statistics.gr/el/statistics/agr>

Στο σχήμα 2.3 καταγράφεται η συνολική παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα κατά το χρονικό διάστημα 2011 έως το 2019. Παρατηρείται ότι η παραγωγή ελαιολάδου μειώθηκε το 2014 στους 250.000 τόνους ενώ το 2019, η μείωση κυμαίνεται στους 290.000 τόνους.

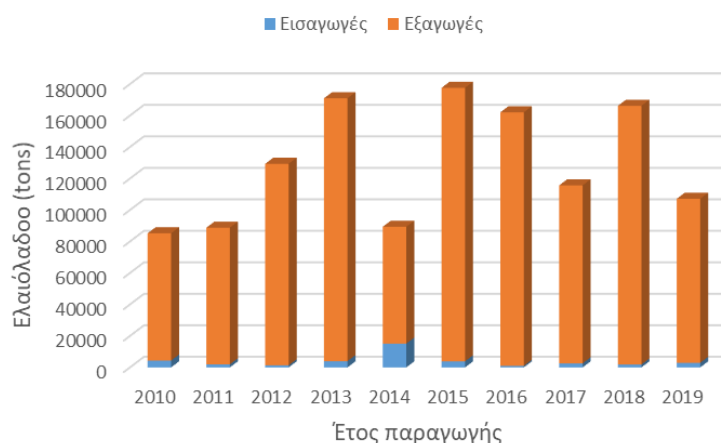


Σχήμα 2.3: Παραγωγή ελαιολάδου (tons) στην Ελλάδα κατά τα έτη 2011-2019

(<https://www.statistics.gr/el/statistics/agr>).

2.3.3 Εισαγωγές - εξαγωγές ελαιολάδου

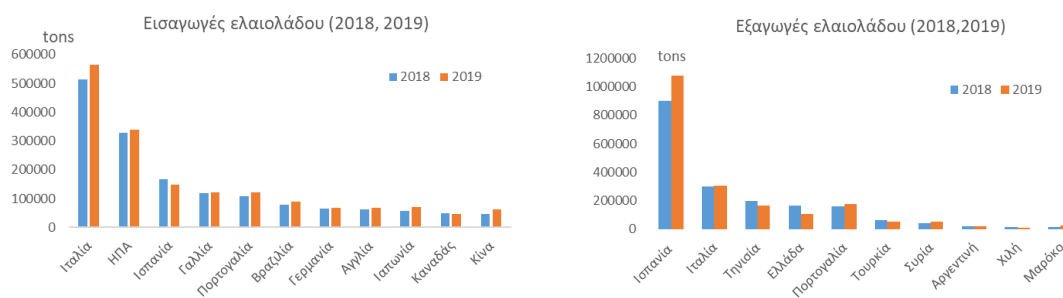
Με βάση τα δεδομένα η Ελλάδα εξήγαγε το 2015 πάνω από τη διπλάσια ποσότητα σε σχέση με το έτος 2014 καθώς και την ίδια χρονιά ταυτόχρονα παρατηρείται η διπλάσια ποσότητα εισαγωγής ελαιολάδου συγκριτικά με τα υπόλοιπα έτη.



Σχήμα 2.4: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου από την Ελλάδα, κατά τα έτη 2010-2019

(<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

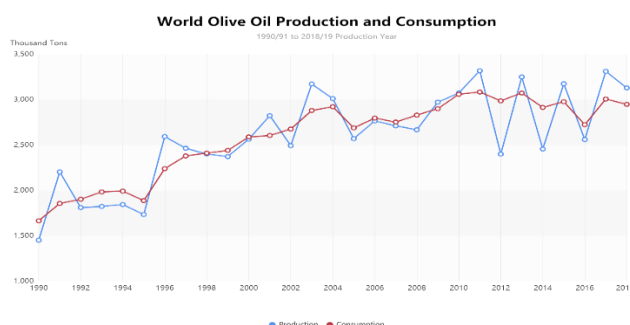
Παρατηρείται στο σχήμα 2.5, το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ύψος εξαγωγών για το έτος 2018 παρουσιάζεται στην Ισπανία να ξεπερνά τους 1.000.000 τόνους. Ακολουθεί με μεγάλη διαφορά η Ιταλία στο περίπου με 300.000 τόνους, η Τυνησία με περίπου 200.000 τόνους και η Ελλάδα με 190.000 τόνους περίπου. Αντίστοιχα, οι εισαγωγές ελαιολάδου προσεγγίζουν τους 500.000 τόνους για την Ιταλία, περίπου τους 300.000 τόνους για τις Η.Π.Α. και τις 130.000 τόνους για την Ισπανία.



Σχήμα 2.5: Εισαγωγές και εξαγωγές ελαιολάδου παγκοσμίως, κατά τα έτη 2018 και 2019 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

2.3.4 Κατανάλωση ελαιολάδου

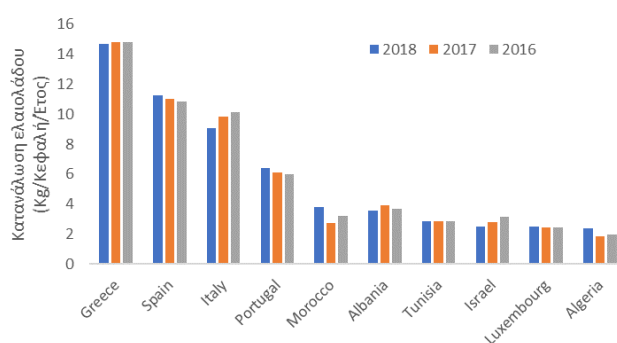
Στο σχήμα 2.6 καταγράφεται η παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση ελαιολάδου κατά τα έτη 1990 έως το 2018. Παρατηρείται ότι η παραγωγή ελαιολάδου μειώθηκε περισσότερο το 2012 στους 230.000 τόνους ενώ τα έτη 2014 έχουμε ταυτόχρονα μείωση τόσο στην παραγωγή όσο και στην κατανάλωση. Τέλος το 2016, η μείωση κυμαίνεται περίπου στους 290.000 τόνους. Όσο αφορά την κατανάλωση του ελαιόλαδου από το 1990 έως το 2018 παρουσιάζεται σταθερή άνοδος με εξαίρεση τα έτη 1995 και 2016 με την πιο αξιοσημείωτη πτώση.



Σχήμα 2.6: Παραγωγή και κατανάλωση ελαιολάδου παγκοσμίως κατά τα έτη 1990-2018 (<https://www.internationaloliveoil.org/>).

Η Ελλάδα είναι η πρώτη χώρα σε κατανάλωση ελαιολάδου κατά την τριετία 2016-2018 με σταθερή κατανάλωση ελαιολάδου. Η Ισπανία είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος καταναλωτής ελαιολάδου με σταδιακή άνοδος κατανάλωσης στο 2018 κατά 11 kg/κεφαλή/έτος. Τρίτη στη σειρά είναι η Ιταλία με σταδιακή μείωση από 2016 προς το 2018 περίπου 10 kg /κεφαλή /έτος και με τέταρτη στην κατάταξη την Πορτογαλία με 7kg /κεφαλή /έτος περίπου κατανάλωση ελαιολάδου.

Οι χώρες Μαρόκο, Τυνησία, Αλβανία, Ισραήλ, Λουξεμβούργο και Αλγερία εμφανίζουν μία σταθερή κατανάλωση ελαιολάδου μειωμένη συγκριτικά με τις υπόλοιπες χώρες, κατά έτος και κεφαλή με διακύμανση της ποσότητας 2-4 kg στην πάροδο των ετών 2016 έως 2018.



Σχήμα 2.7: Οι χώρες με την υψηλότερη κατανάλωση ελαιολάδου (Kg/κεφαλή/έτος) κατά την τριετία 2016-2018 (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>).

3 Η ΕΛΙΑ

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

3.1 Βοτανική ταξινόμηση της ελιάς

Η ελιά (*Olea europaea* L) ανήκει στην οικογένεια των Ελαιοειδών Oleaceae και απαντάται, όπως προαναφέρθηκε, σε αφθονία στην χώρα μας. Το κύριο χαρακτηριστικό του γένους *Olea* είναι η μακροζωία και η διατήρηση της παραγωγικότητας του. Ο καρπός που φέρει, ονομάζεται ομοίως ελιά και το έλαιο που προέρχεται από αυτόν είναι το γνωστό σε όλους ελαιόλαδο (Γιαννακοδήμος, 2016).

Το γένος *Olea* περιλαμβάνει αρκετά είδη και ποικιλίες. Τα δύο κυριότερα είδη που απαντώνται στην Ελλάδα είναι η ελαία η αγρία (*Olea europaea* var. *sylvestris*), κοινώς αγριελιά ή αγρελίδι και η ελαία η ευρωπαϊκή (*Olea europaea* var. *europaea*) ή κοινή, το συνηθέστερα καλλιεργούμενο είδος ανά τον κόσμο, αλλά και στη χώρα μας.

Το υποείδος *Olea europaea* var. *europaea* περιλαμβάνει το σύνολο των καλλιεργούμενων ποικιλιών ελιάς. Το υποείδος *Olea europaea* var. *sylvestris* περιλαμβάνει όλες τις αγριελιές που αυτοφύονται σε περιοχές της Μεσογείου. Το υποείδος *Olea europaea* var. *oleaster* περιλαμβάνει τα δενδρύλλια που προέρχονται από τα κουκούτσια των ήμερων ποικιλιών της ελιάς (σπορόφυτο ελιάς) και έχουν χαρακτηριστικά αγριελιάς (Κυριτσάκης, 2007).

Το δέντρο της ελιάς είναι αιθαλές, αιωνόβιο και ύψος του κυμαίνεται από 5 έως 20 μέτρα. Ο κορμός της ελιάς είναι οζώδης και καλύπτεται από τεφρόφαιο φλοιό. Τα φύλλα του είναι αντίθετα, με σχήμα λογχοειδές, όψη δερματώδη και χρώματος σκουροπράσινου στην άνω επιφάνεια και αργυρόχρου στην κάτω αντίστοιχα. Φέρει άνθη λευκωπά, πολύ μικρά σε μέγεθος και μονοπέταλα, που σχηματίζουν ταξιανθία βότρυος και εμφανίζονται προς το τέλος Μαΐου, ενώ ο καρπός ωριμάζει και συλλέγεται κατά τα τέλη του φθινοπώρου και αρχές του χειμώνα (Ποντίκης, 2000).

Με βάση τα χαρακτηριστικά των καρπών και κυρίως την περιεκτικότητα σε ελαιόλαδο και σε σάκχαρα, το μέγεθος του καρπού και τη σχέση σάρκας προς πυρήνα οι ποικιλίες της καλλιεργούμενης ελιάς μπορούν να καταταχθούν στις παρακάτω κατηγορίες:

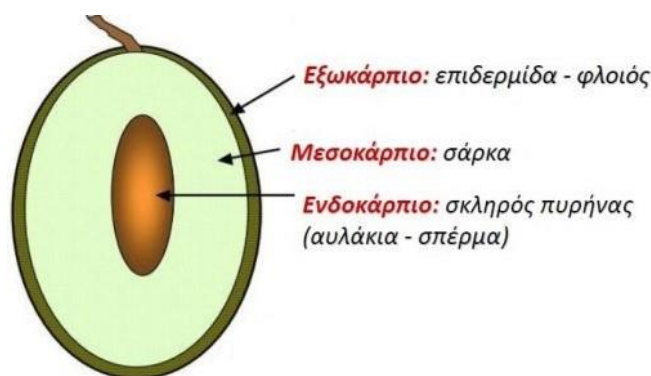
- Ελαιοποιήσιμες ποικιλίες: στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες ελιάς που ο ελαιόκαρπος χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαιολάδου π.χ. Κορωνέικη, Λαδολιά.
- Επιτραπέζιες ποικιλίες: στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες όπου ο καρπός χρησιμοποιείται για επιτραπέζια κατανάλωση π.χ. Καλαμών, Αμφίσσης.
- Ποικιλίες διπλής χρήσης: στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ποικιλίες όπου ο καρπός μεγάλου μεγέθους χρησιμοποιείται για επιτραπέζια κατανάλωση, ενώ ο καρπός μικρού μεγέθους χρησιμοποιείται για ελαιοποίηση π.χ. θρουμπολιά (Θεριός, 2007).

Οι επιτραπέζιες ποικιλίες πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά: Μεγάλο μέγεθος καρπού, μεγάλη σχέση σάρκας/πυρήνα. Όσο πιο μεγάλη είναι αυτή η σχέση τόσο πιο καλή είναι η ποικιλία, υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα για την καλή συντήρηση της ελιάς, μικρή ελαιοπεριεκτικότητα και επίσης η σάρκα πρέπει να είναι τραγανή και να αποχωρίζεται εύκολα από τον πυρήνα.

Στις ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή λαδιού θα πρέπει η ελαιοπεριεκτικότητα να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη και να έχει επιθυμητό άρωμα και γεύση.

3.2 Ο ελαιόκαρπος

Ο ελαιόκαρπος είναι δρύπη ,έχει ωοειδές σχήμα το οποίο συχνά καταλήγει σε μυτερό άκρο (Portarena et al., 2015) και αποτελείται από ένα σκληρό ενδοκάρπιο, ένα σαρκώδες μεσοκάρπιο στο οποίο βρίσκεται το επιθυμητό έλαιο με το μεγαλύτερο τεχνολογικό ενδιαφέρον που ανάλογα με την ποικιλία αποτελεί το 70-90% του βάρους του καρπού και ένα λεπτό περικάρπιο (επιδερμίδα- φλούδα). Το ενδοκάρπιο ή πυρήνας αποτελείται από ένα σκληρό ξυλώδες τμήμα με συνήθως ένα ενδοσπέρμιο (σπόρος) (Εικόνα 3.1.). Το μέγεθος του κυμαίνεται μεταξύ δύο-τριών εκατοστών, ενώ παρουσιάζει ποικιλομορφία και ως προς την αναλογία σάρκας – πυρήνα (Galanakis, 2011).



Σχήμα 3.1: Σχηματική προβολή τμημάτων του καρπού της ελιάς (Martins & Kiritsakis, 2017).

Η σάρκα της ελιάς αποτελείται από νερό, έλαιο (λάδι), σάκχαρα, πρωτεΐνες, ρητίνες, οργανικά οξέα, ταννίνες, ελευρωπαΐνη και άλλα ανόργανα συστατικά. Τα σπουδαιότερα συστατικά του ελαιόκαρπου είναι το νερό (60-75%) και τα λιπαρά (10-25%). Ωστόσο, η σύνθεση της ελιάς στα συστατικά αυτά εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποικιλία του ελαιόδεντρου, την περιοχή της καλλιέργειας, το στάδιο ανάπτυξης του καρπού και την περίοδο της συγκομιδής (Esteves, 2010).

Πιο αναλυτικά για τα κύρια συστατικά του ελαιοκάρπου μπορούν να αναφερθούν τα εξής:

Νερό: Το πιο σημαντικό συστατικό του καρπού, το οποίο αντιπροσωπεύει το 70–75% του νωπού βάρους και συσσωρεύεται κυρίως στα χυμοτόπια. Μέσα στο νερό του κυτταρικού χυμού βρίσκονται διαλυμένα τα σάκχαρα, τα οργανικά οξέα, οι ταννίνες, η ελευρωπαΐνη και άλλα συστατικά. Η ποσότητα του νερού που περιέχεται στον ελαιόκαρπο εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξής του την ποικιλία και τις συνθήκες που επικρατούν κατά την ωρίμανση

Ελαιόλαδο: Η περιεκτικότητα του λαδιού ή γενικότερα των λιπαρών ουσιών στον καρπό ανέρχεται σε ποσοστό 17-30% του βάρους του. Το λάδι είναι αδιάλυτο στο νερό, αποτελεί κύρια πηγή θερμίδων και επηρεάζει την συνεκτικότητα της σάρκας του ελαιοκάρπου. Όσο αυξάνεται η ελαιοπεριεκτικότητα τόσο ελαττώνεται η περιεκτικότητα σε νερό, ώστε το άθροισμα και των δυο να είναι σχεδόν σταθερό, αφού τα δυο αυτά συστατικά βρίσκονται σε ανταγωνισμό.

Σάκχαρα: Απλά σάκχαρα απαντώνται στον καρπό της ελιάς (γλυκόζη, φρουκτόζη, μονόζη, γαλακτόζη, σακχαρόζη). Η ποσότητα των σακχάρων του καρπού έχει ιδιαίτερη σημασία για τις βρώσιμες ποικιλίες όπου μεγάλη ποσότητα σακχάρων είναι επιθυμητή στην περίπτωση πράσινων ελιών τύπου Ισπανίας.

Πρωτεΐνες: Το ποσοστό των πρωτεϊνών στον ελαιόκαρπο είναι μικρό και ανέρχεται περίπου στο 1,5% του βάρους της ελαιομάζας, το οποίο ελαττώνεται ακόμη περισσότερο κατά την επεξεργασία του ελαιόκαρπου. Στις πρωτεΐνες του ελαιόκαρπου περιέχονται όλα σχεδόν τα αμινοξέα (αργινίνη, ασπαρμικό οξύ, γλουταμικό οξύ κ.α.) που απαντώνται στους άλλους φυτικούς ιστούς.

Οργανικά συστατικά: Τα κύρια οργανικά συστατικά που έχει ο καρπός της ελιάς είναι κυρίως οξέα όπως το ελαϊκό, το οξαλικό, το μηλονικό, το φουμαρικό, το γαλακτικό, το τρυγικό, το μηλικό και το κιτρικό οξύ. Τα οξέα του καρπού της ελιάς συμπαρασύρονται κατά την επεξεργασία του καρπού και μεταφέρονται στα απόνερα μαζί με άλλα υδατοδιαλυτά συστατικά

Ανόργανα συστατικά: Διαλυμένα στον κυτταρικό χυμό αλλά και ενωμένα με πηκτίνες και άλλα συστατικά του κυττάρου. Συμμετέχουν ως δομικά υλικά και εξασφαλίζουν την ρυθμιστική ικανότητα στο μεσοκάρπιο του ελαιόκαρπου. Στη σάρκα του καρπού της ελιάς απαντώνται ανόργανα στοιχεία όπως ο σίδηρος, το ασβέστιο, το κάλιο κ.ά. Το κάλιο βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες σε σχέση με τα άλλα ανόργανα στοιχεία.

Χρωστικές ουσίες: Αφενός λιποδιαλυτές, όπως η χλωροφύλλη α και β, τα καροτίνη και αφετέρου υδατοδιαλυτές, όπως οι ανθοκυανίνες. Ο πράσινος καρπός περιέχει χλωροφύλλες, ο φυσικά ώριμος καρπός περιέχει ανθοκυανίνες (τουλάχιστον 6) και ο μαύρος καρπός περιέχει μελανίνες οι οποίες σχηματίζονται από την οξείδωση των φαινολικών ουσιών.

Ελευρωπαΐνη: Είναι το κύριο συστατικό του καρπού στο οποίο οφείλεται η πικρή γεύση του. Απαντάται επίσης στο ελαιόλαδο, στα φύλλα της ελιάς και γενικότερα σε όλα τα μέρη του ελαιόδεντρου. Η ελευρωπαΐνη είναι μια πολυφαινόλη και ανήκει σε μια ομάδα παραγώγων της κουμαρίνης τα οποία ονομάζονται ιριδοειδή. Βρίσκεται σε σημαντικό ποσοστό στον άγουρο ελαιόκαρπο, ενώ στον ώριμο η περιεκτικότητά της είναι μικρότερη και στον υπερώριμο περιορίζεται σε χαμηλό έως μηδενικό επίπεδο. Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης του ελαιόλαδου μειώνεται η πικρή γεύση κάτι το οποίο οφείλεται στην ενζυματική υδρόλυση του πικρού συστατικού της ελευρωπαΐνης. Είναι αδιάλυτη στο ελαιόλαδο και απομακρύνεται κατά την επεξεργασία με τα φυτικά υγρά (απόνερα).

Πηκτίνες: Οι πηκτίνες, και ιδιαίτερα η πρωτοπηκτίνη, ευθύνονται για τη συνεκτικότητα της σάρκας (Κυριτσάκης, 2007).

4 ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

Ως ελαιόλαδο, σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (άρθρο 71, παράγραφος 1), χαρακτηρίζεται το έλαιο που λαμβάνεται από τους καρπούς της ελιάς με μέσα αποκλειστικά μηχανικά και μεθόδους ή επεξεργασίες που είναι φυσικές. Και όλα τα προαναφερθέντα πραγματοποιούνται αποκλειστικά σε θερμοκρασίες που δεν προκαλούν αλλοίωση του ελαίου. Το ελαιόλαδο διαθέτει χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και σημαντική περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα (Κυριτσάκης, 2007). Κατά μέσο όρο έχει υπολογιστεί ότι στα συστατικά του συμπεριλαμβάνονται από 14% κορεσμένα λιπαρά, 11% πολυακόρεστα και 60-80% ελαϊκό οξύ. Παράλληλα περιέχει πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, βιταμίνη E, προβιταμίνη A, μεταλλικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία. Όλα αυτά τα μικροστοιχεία διαθέτουν αντιοξειδωτικές δράσεις, τόσο για τον οργανισμό όσο και για το «σώμα» του ελαιολάδου. Τα αντιοξειδωτικά παρέχουν προστασία στον οργανισμό από βλάβες που προκύπτουν από την οξείδωση των ελευθέρων ριζών, ενώ ταυτόχρονα μετατρέπουν το ίδιο το ελαιόλαδο σε ένα ανθεκτικό προϊόν προφυλάσσοντας το από την οξείδωση (Γενική γραμματεία εμπορίου, 2018).

4.1 Ποιοτικές Κατηγορίες Ελαιολάδου και κριτήρια ποιότητας

Οι κατηγορίες ποιότητας που έχουν καθοριστεί για το ελαιόλαδο περιλαμβάνονται στον κανονισμό (ΕΕ) αριθ.1308/2013, της 17ης Δεκεμβρίου 2013, σύμφωνα με το άρθρο 78, με δεσμευτικό τρόπο. Το ελαιόλαδο αποτελεί τον «χυμό» του καρπού της ελιάς, η παραλαβή του οποίου πραγματοποιείται με την εφαρμογή μηχανικών και φυσικών μεθόδων που διασφαλίζουν κατάλληλες συνθήκες προκειμένου να μην προκληθούν αλλοιώσεις στην ποιότητα του. Το ελαιόλαδο που παραλαμβάνεται πληρώντας τα παραπάνω κριτήρια χαρακτηρίζεται ως παρθένο και δεν έχει υποστεί καμία άλλη επεξεργασία, πέραν της πλύσης, της μετάγγισης, της φυγοκέντρισης και της διήθησης (Jimenez - Lopez et al., 2020). Ελαιόλαδα των οποίων η παραλαβή πραγματοποιείται με τη βοήθεια διαλυτών, χημικών ή βιοχημικών δραστικών ουσιών καθώς και τα εστεροποιημένα ελαιόλαδα, δεν συμπεριλαμβάνονται στην κατηγορία των παρθένων ελαιολάδων. Εξαιρούνται επίσης μείγματα ελαιολάδου με έλαια διαφορετικού είδους, βάση του κανονισμού.(Κανονισμός ΕΕ 1308/2013, International Olive Council, 2017). Τα ελαιόλαδα που βάση αυστηρών προδιαγραφών κατηγοριοποιούνται ως παρθένα, δεν

υπόκεινται σε βιομηχανικές διεργασίες, ούτε βελτιστοποιούνται τα χαρακτηριστικά τους με χημικά μέσα, με συνέπεια να παρουσιάζουν υψηλή ποιότητα και διαθρεπτική αξία καθώς και άριστες τεχνολογικές και οργανοληπτικές ιδιότητες, παράγοντες που αντικατοπτρίζονται και στην υψηλή τιμή τους συγκριτικά με τα άλλα βρώσιμα έλαια (Beneito - Cambra et al., 2020).

Η χρήση των περιγραφών και των ορισμών του ελαιολάδου και του πυρηνελαίου που παρουσιάζονται στον κανονισμό (ΕΕ/αριθ.1308/2013 είναι υποχρεωτική όσον αφορά την εμπορία των εν λόγω προϊόντων εντός της Κοινότητας, καθώς και στο εμπόριο με τρίτες χώρες, εφόσον είναι συμβατή με διεθνείς υποχρεωτικούς κανόνες.

4.1.1 Κατηγορίες ποιότητας παρθένου ελαιόλαδου

Μόνον οι παρακάτω κατηγορίες ελαιολάδου επιτρέπεται να διακινούνται και να πωλούνται ενδοκοινοτικά σε επίπεδο λιανικού εμπορίου εφόσον περιγράφονται και ορίζονται ως εξής:

- Παρθένο ελαιόλαδο (Virgin Olive Oil- VOO)

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

- i. Εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο:(Extra Virgin Olive Oil – EVOO). Το ελαιόλαδο, του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (οξύτητα), δεν υπερβαίνει τα 0,8 g ανά 100 g (0,8%). ο αριθμός υπεροξειδίων εκφρασμένος σε mEqO₂/kg ελαίου είναι ≤ 20 , η σταθερά K232 $\leq 2,50$, σταθερά K270 $\leq 0,2$ και η σταθερά ΔΚ $\leq 0,01$, βάση των προβλεπόμενων από την Επιτροπή για την κατηγορία αυτή.
- ii. Παρθένο ελαιόλαδο: (Virgin Olive Oil – VOO). Το ελαιόλαδο η οξύτητα του οποίου δεν υπερβαίνει το 2,0%(ή 2g ανά 100g), οι σταθερές K232 και K270 είναι μικρότερες ή ίσες από 2,60 και 0,25 αντίστοιχα, ενώ όσον αφορά στο μέγιστο αριθμό υπεροξειδίων και στη μέγιστη τιμή ΔΚ θα πρέπει να πληρούνται οι προδιαγραφές του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου.

- iii. Ελαιόλαδο Λαμπάντε ή μειονεκτικό ελαιόλαδο (Lampante Olive Oil – LOO). Παρθένα ελαιόλαδα των οποίων η οξύτητα εκφρασμένη σε ελαϊκό οξύ υπερβαίνει το 2,0% και των οποίων τα άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα κριτήρια για την κατηγορία αυτή χαρακτηρίζονται ως ελαιόλαδα λαμπάντε. Πρόκειται για ελαιόλαδο χαμηλότερης ποιότητας από το παρθένο ελαιόλαδο στο οποίο παρατηρούνται σημαντικά ελαττώματα στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά (οσμή, γεύση) και τα οποία δύναται να οφείλονται σε λανθασμένη επεξεργασία των ελαιόκαρπων ή σε αλλοίωση των καρπών της ελιάς από ακραίες καιρικές συνθήκες πριν τη συγκομιδή τους. Η ποιοτική υποβάθμιση του λαμπάντε ελαιόλαδου το καθιστά ακατάλληλο προς κατανάλωση στη μορφή αυτή για αυτό και τα λαμπάντε ελαιόλαδα προορίζονται για εξευγενισμό ή άλλη βιομηχανική χρήση.
- iv. Ραφινρισμένο (εξευγενισμένο) ελαιόλαδο (Refined Olive Oil - ROO). Το ραφινρισμένο ελαιόλαδο που λαμβάνεται από τον εξευγενισμό παρθένων ελαιολάδων η οξύτητα του οποίου δεν υπερβαίνει το 0,3 % (0,3 g ανά 100g ελαιόλαδου) ενώ συγχρόνως δεν υφίστανται αλλαγές στην αρχική δομή των τριγλυκεριδίων του. Ο αριθμός υπεροξειδίων εκφρασμένος σε mEqO₂/kg ελαίου πρέπει να είναι ≤ 5 , η σταθερά K270 $\leq 1,1$, και η σταθερά ΔK $\leq 0,16$ (Jimenez-Lopez et al., 2020). Παρότι πρόκειται για ελαιόλαδο με οξύτητα μικρότερη του 0,5% η διαδικασία του εξευγενισμού έχει δυσμενείς επιπτώσεις στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά για αυτό και δεν προωθείται αυτούσιο στο καταναλωτικό κοινό αλλά χρησιμοποιείται για την δημιουργία «σύνθετων ελαιολάδων» (Kruzlikova et al., 2008).
- v. Ελαιόλαδο-αποτελούμενο από εξευγενισμένα ελαιόλαδα και παρθένα ελαιόλαδα «Σύνθετο» Ελαιόλαδο. Το σύνθετο ελαιόλαδο είναι προϊόν ανάμειξης εξευγενισμένου και εδάδιμου παρθένου ελαιόλαδου. Η οξύτητα του σύνθετου ελαιόλαδου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1,0%, ο αριθμός υπεροξειδίων εκφρασμένος σε mEqO₂/kg ελαίου πρέπει να είναι ≤ 15 , η σταθερά K270 $\leq 0,9$ και η σταθερά ΔK $\leq 0,15$.

4.1.2 Κατηγορίες ποιότητας πυρηνέλαιου

- i. Ακατέργαστο πυρηνέλαιο (Crude Olive- Pomace Oil). Ως ακατέργαστο πυρηνέλαιο ορίζεται το έλαιο που λαμβάνεται έπειτα από την επεξεργασία των πυρήνων των

ελαιόκαρπων με διαλυτικά μέσα ή άλλες φυσικές διεργασίες, ενώ εξαιρούνται έλαια τα οποία λαμβάνονται με διεργασίες επανεστεροποίησης ή μίγματα πυρηνέλαιου ελιάς με φυτικά έλαια διαφορετικών ειδών.

- ii. Εξευγενισμένο Πυρηνέλαιο (Refined Olive-Pomace Oil). Το έλαιο που λαμβάνεται από τον εξευγενισμό του ακατέργαστου πυρηνέλαιου προκύπτει το εξευγενισμένο πυρηνέλαιο του οποίου η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, εκφραζόμενη σε ελαϊκό οξύ, δεν υπερβαίνει τα 0,3g ανά 100g και τα υπόλοιπα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι σύμφωνα με αυτά που ορίζει η κατηγορία αυτή.
- iii. Πυρηνέλαιο (Olive- Pomace Oil). Το έλαιο που λαμβάνεται από ανάμειξη εξευγενισμένου πυρηνέλαιου και παρθένων ελαιολάδων, εκτός από το ελαιόλαδο λαμπάντε, τα οποία είναι κατάλληλα προς βρώση ως έχουν. Η περιεκτικότητά του σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και η οξύτητα του εκφραζόμενα σε ελαϊκό οξύ δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 1g ανά 100g και το 1%, αντίστοιχα (Κανονισμός ΕΕ 1308/2013, International Olive Council, European Commission).

Εκτός των παραπάνω κατηγοριών στην αγορά διατίθενται:

- Αγουρέλαιο

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

- Ελαιόλαδο βιολογικής καλλιέργειας

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

4.1.3 Κριτήρια ποιότητας ελαιολάδου

Τα κριτήρια για την αξιολόγηση της ποιότητας του ελαιολάδου είναι:

- Η οξύτητα,
- η οξείδωση,
- το χρώμα και
- τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά (άρωμα, γεύση).

Καθένα από τα παραπάνω ποιοτικά κριτήρια αξιολογεί κάτι το διαφορετικό (π.χ. υδρόλυση, οξείδωση, κλπ), για αυτό το λόγο πρέπει όλα να λαμβάνονται υπόψη για τη σωστή αξιολόγηση του ελαιολάδου. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά εξαρτώνται τόσο από τη σύσταση του ελαιολάδου όταν αυτό βρίσκεται ακόμα στον ελαιόκαρπο, καθώς και από τις διάφορες αλλοιώσεις τις οποίες υφίσταται στα στάδια που μεσολαβούν από τον σχηματισμό του στον καρπό έως την κατανάλωση (Κυριτσάκης, 2007).

Οξύτητα. Η οξύτητα αποτελεί το βασικότερο κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης του ελαιολάδου. Με βάση την οξύτητα, το ελαιόλαδο διακρίνεται σε φαγώσιμο ή βιομηχανικό. Η οξύτητα του ελαιολάδου εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την ποιοτική κατάσταση του ελαιοκάρπου από τον οποίο προέρχεται και μεταβάλλεται πολύ λίγο μετά την παραλαβή του από αυτόν. Μικρή αύξηση της οξύτητας του ελαιολάδου μπορεί να συμβεί και κατά την επεξεργασία και αποθήκευσή του η οποία οφείλεται κυρίως στην παρουσία υδρολυτικών ενζύμων και υγρασίας στο ίζημα (μούργα), που συγκεντρώνεται στον πυθμένα των δοχείων αποθήκευσης και διατήρησης (Κυριτσάκης, 2007).

Οξείδωση. Η οξείδωση αποτελεί κριτήριο ελέγχου της ποιοτικής κατάστασης του ελαιολάδου και γενικότερα των λιπαρών υλών. Ο προσδιορισμός της γίνεται κυρίως με τον υπολογισμό των υπεροξειδίων, τη μέτρηση της απορρόφησης στο υπεριώδες φάσμα και με ορισμένες άλλες τεχνικές.

Ο προσδιορισμός του αριθμού των υπεροξειδίων, αποτελεί βασικό κριτήριο ελέγχου του βαθμού οξείδωσης του ελαιολάδου.

Ο προσδιορισμός της απορρόφησης του ελαιολάδου στο υπεριώδες φάσμα χρησιμοποιείται κατά κανόνα, για τον έλεγχο της ποιοτικής του κατάστασης και ειδικότερα για τον προσδιορισμό του βαθμού της οξειδωτικής του αλλοίωσης. Η μέτρηση γίνεται σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους φάσματος, σε διαφορετικά μήκη κύματος 232 nm και 270 nm. Ο προσδιορισμός των σταθερών K232 και K270 μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον

έλεγχου της νοθείας του ελαιολάδου με ραφινάρισμένο ελαιόλαδο ή σπορέλαια, τα οποία υποβάλλονται υποχρεωτικά στη διεργασία του ραφινάρισματος (Κυριτσάκης, 2007).

Χρώμα. Το χρώμα του ελαιολάδου αποτελεί χαρακτηριστικό δείκτη ποιότητας. Αποτελεί επίσης βασικό παράγοντα οργανοληπτικής εξέτασης. Συνήθως διαφέρει από ελαιόλαδο σε ελαιόλαδο και αρκετές φορές επηρεάζει τις τελικές επιλογές του καταναλωτικού κοινού. Το είδος των χρωστικών ουσιών, οι οποίες επικρατούν στον ελαιόκαρπο κατά το στάδιο της συγκομιδής, καθορίζει βασικά το χρώμα του ελαιολάδου, το οποίο παραλαμβάνεται. Το χρώμα του ελαιολάδου είναι πράσινο στην αρχή της περιόδου συγκομιδής, όταν ο ελαιόκαρπος είναι ακόμη άγουρος και επικρατούν οι χλωροφύλλες. Με την πάροδο του χρόνου κατά την ωρίμανση του ελαιοκάρπου, το ελαιόλαδο παίρνει ένα κίτρινο προς χρυσαφί χρώμα επειδή υπάρχουν περισσότερες καροτίνες. Όταν ο ελαιόκαρπος είναι υπερώριμος δίνει ελαιόλαδο με έντονα φαιό χρώμα (Κυριτσάκης, 2007).

Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ο οργανοληπτικός έλεγχος των χαρακτηριστικών (άρωμα και γεύση) του ελαιολάδου αποτελεί το βασικότερο κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης. Η οργανοληπτική αξιολόγηση γίνεται από εξειδικευμένα άτομα, και σε κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους.

Με κριτήριο τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, οι Frezotti & Manni (1956) διαφοροποίησαν τα ελαιόλαδα στα εξής κατηγορίες:

- Αγουρέλαια: Προέρχονται από άγουρο ελαιόκαρπο και έχουν χαρακτηριστική πικρή γεύση.
- Πικρά ελαιόλαδα: Παραλαμβάνονται από ελαιόκαρπο, ο οποίος περιέχει μεγάλες ποσότητες φύλλων.
- Φρουτώδη: Έχουν τη γεύση φρέσκου καλής ποιότητας και φυσιολογικά ώριμου ελαιοκάρπου.
- Ελαιόλαδα με καλή γεύση: Όλα τα ελαιόλαδα με την χαρακτηριστική διακριτική γεύση, χωρίς την παρουσία δυσάρεστων οσμών.
- Ελαττωματικά: Ελαιόλαδα τα οποία παρουσιάζουν γεύση και οσμή μούχλας, χωματίλας, ταγκάδας, κλπ.

4.2 Χημική σύσταση του ελαιολάδου

Τα συστατικά του ελαιολάδου, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα σαπωνοποιήσιμα, τα οποία και αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του ελαιολάδου, 98-

99.5%, στα οποία ανήκουν τα τριγλυκερίδια, τα λιπαρά οξέα κ.ά., και στα ασαπωνοποίητα, τα οποία περιλαμβάνουν τους υδρογονάνθρακες, τις στερόλες, τις αλειφατικές αλκοόλες, τις τοκοφερόλες, τα τριτερπενικά οξέα και χρωστικές ουσίες (Boskou, 2006, Quiles, Ramirez -Tortosa & Carmen, 2006). Η σύσταση των λαδιών σε λιπαρά οξέα, μπορεί να διαφέρει από δείγμα σε δείγμα. Επομένως η σύστασή του κάθε δείγματος ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα εξαρτάται από το κλίμα, την ποικιλία και το στάδιο ωρίμανσης του καρπού. Τα ελαιόλαδα που παράγονται σε διαφορετικές χώρες ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες, σε αυτά με χαμηλή σύσταση λινολεϊκών και παλμιτικών οξέων και υψηλή σύσταση ελαϊκού οξέος και σε αυτά που χαρακτηρίζονται από υψηλό ποσοστό λινολεϊκών και παλμιτικών οξέων και χαμηλό ποσοστό ελαϊκού οξέος. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα ελαιόλαδα που παράγονται στην Ισπανία, στην Ιταλία και στην Ελλάδα, ενώ στη δεύτερη κατηγορία τα ελαιόλαδα από την Τυνησία. (Tsimidou et al., 2003).

4.2.1 Σαπωνοποιήσιμα συστατικά ελαιόλαδου

Σαπωνοποιήσιμα είναι τα λιπίδια που όταν κατεργαστούν με NaOH ή KOH δίνουν αλκοόλες και υδατοδιαλυτά άλατα των λιπαρών οξέων (άλατα = σάπωνες).

4.2.1.1 Λιπαρά οξέα

Το ελαιόλαδο λόγω των συστατικών του θεωρείται μία από τις σπουδαιότερες πηγές λιπαρών οξέων. Στο ελαιόλαδο συναντώνται ακόρεστα και κορεσμένα λιπαρά οξέα, με την μεγαλύτερη ποσοστιαία συγκέντρωση εμφανίζουν τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (72-77% του συνόλου των λιπιδίων με σπουδαιότερο εκπρόσωπο το ελαϊκό οξύ (C18:1) (Beltran et al., 2004). Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα που αποτελούν περίπου το 14% των λιπιδίων του ελαιόλαδου εκπροσωπούνται κυρίως από το παλμιτικό (C16:0) και το στεατικό (C18:0) οξύ. Στο ελαιόλαδο απαντώνται επίσης σε ποσοστό > 0,1% τα κορεσμένα λιπαρά οξέα μυριστικό (C14:0), λαουρικό (C12:0) και αραχιδικό (C20:0). Η περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα είναι μικρότερη συγκριτικά με άλλα φυτικά έλαια, με το λινελαϊκό οξύ (C18:2) να συνιστά το σπουδαιότερο παράδειγμα. Επίσης στο ελαιόλαδο απαντώνται σε μικρές αλλά σημαντικές ποσότητες τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα λινολενικό (C18:3) και αραχιδονικό (C20:4) καθώς και το μονοακόρεστο παλμιτελαϊκό (C16:1) (Cirilli et al., 2016).

Η χημική σύσταση του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα ποικίλλει και διαμορφώνεται σύμφωνα με την ποικιλία του ελαιοκάρπου, το βαθμό ωρίμανσης της ελιάς και τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν (Κυριτσάκης, 2007).

Τα τριγλυκερίδια αποτελούν περίπου το 80% του ελαιολάδου, παρουσιάζονται σε υγρή μορφή ενώ αλληλεπιδρούν με το ελαϊκό οξύ. Στη χημική σύσταση του ελαιολάδου, περιέχονται σε πολύ μικρές ποσότητες (ίχνη) και με ιδιαίτερα χαμηλό ποσοστό εμφάνισης ως δευτερεύοντα λιπαρά οξέα (Κυριτσάκης, 2007).

Με βάση την σύσταση του ελαιολάδου σε λιπαρά οξέα διακρίνονται δυο τύποι ελαιολάδων. Ο ένας τύπος χαρακτηρίζεται με ελαιόλαδα με χαμηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό και παλμιτικό οξύ και υψηλή σε ελαϊκό οξύ (όπως Ελληνικά, Ισπανικά και Ιταλικά ελαιόλαδα), ενώ ο άλλος τύπος από υψηλή περιεκτικότητα σε λινελαϊκό και παλμιτικό οξύ και ελαϊκό οξύ κάτω από τα καθορισμένα όρια (Κυριτσάκης, 2007).

4.2.1.2 Φωσφολιπίδια (φωσφατίδια)

Στα ελαιόλαδα έχει εξακριβωθεί η παρουσία φωσφατιδυλοχολίνης, φωσφατιδικού οξέος, φωσφατιδυλοαιθανολαμίνης, φωσφατιδυλοϊνσιτόλης, φωσφατιδυλοσερίνης και γλυκεροφωσφολιπιδίων. Υψηλές συγκεντρώσεις φωσφολιπιδίων παρατηρούνται στα αφιλτράριστα έλαια. Η παρουσία αυτών των λιπιδίων μπορεί να είναι σημαντική. Επειδή έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες: μπορούν να δράσουν συνεργαστικά, συμβάλλοντας στην αναγέννηση αντιοξειδωτικών όπως η α - τοκοφερόλη ή οι πολικές φαινόλες, ενώ μπορούν να σχηματίσουν σταθερά σύμπλοκα με προοξειδωτικά μέταλλα και να τα «αδρανοποιήσουν». Ωστόσο σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει αφρισμό ή δημιουργία σκούρας χρώσης κατά τη διάρκεια του τηγανίσματος. Η πιθανή συμβολή των φωσφολιπιδίων στην οξειδωτική σταθερότητα του ελαιολάδου δεν έχει μελετηθεί (Καλογερόπουλος & Χίου, 2017).

4.2.2 Ασαπωνοποίηση συστατικά του ελαιόλαδου

Η σύσταση και η ποσότητα του ασαπωνοποιήτου κλάσματος του ελαιόλαδου καθορίζεται σε σημαντικό βαθμό από τη μέθοδο με την οποία πραγματοποιείται η ελαιοποίηση των ελαιοκάρπων. Οι κυριότερες ενώσεις που συνθέτουν το ασαπωνοποίητο κλάσμα του ελαιόλαδου είναι οι υδρογονάνθρακες (και ειδικότερα το σκουαλένιο), οι στερόλες, οι τριτερπενοειδείς αλκοόλες, οι ανώτερες αλειφατικές αλκοόλες (λιπαρές αλκοόλες) καθώς και καρροτενοειδή, τοκοφερόλες κ.α. Κάποιες από αυτές τις ενώσεις όπως

οι στερόλες και τα τριτερπενοειδή αλκοολών χρησιμοποιούνται για την εξακρίβωση της αυθεντικότητας του ελαιόλαδου (Fedeli, 1993).

4.2.2.1 Στερόλες

Οι στερόλες είναι σημαντικά λιπίδια τα οποία σχετίζονται με την ποιότητα του ελαιόλαδου και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της γνησιότητάς του. Οι δύο παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητά τους στο ελαιόλαδο είναι η καλλιεργούμενη ποικιλία και ο βαθμός ωριμότητας των καρπών της ελιάς. Η περιεκτικότητα του παρθένου ελαιόλαδου σε συνολικές στερόλες είναι ανάμεσα στα 1000 (κατώτατο όριο από την επιτροπή της Ε.Ε) και 2000 mg/kg ελαιόλαδου.

Στο ελαιόλαδο ανιχνεύονται τέσσερες κατηγορίες στερολών: i) κοινές στερόλες (4α-δεσμεθυλοστερόλες), ii) 4α-μεθυλοστερόλες, iii) τριτερπενικές αλκοόλες (4,4-διμεθυλοστερόλες) και iv) τριτερπενικές διαλκοόλες (Blekas et al., 2006).

i) Κοινές στερόλες (4α-δεσμεθυλοστερόλες)

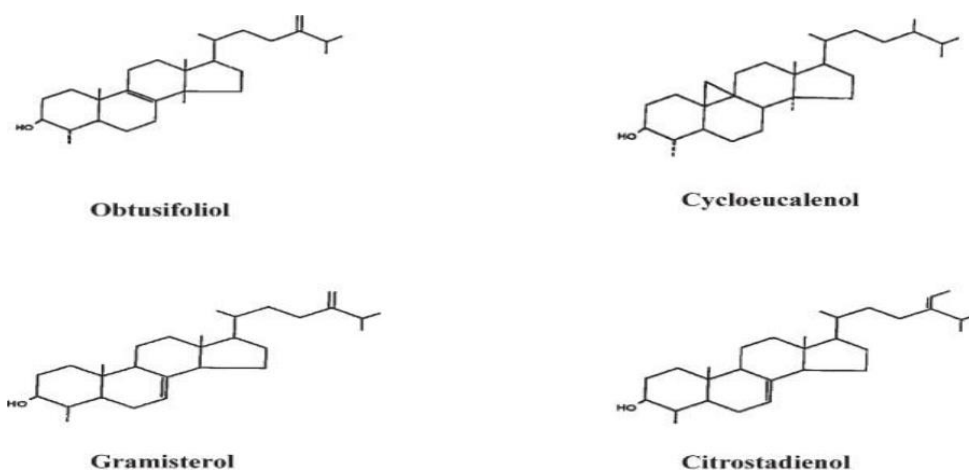
Συναντώνται κυρίως σε ελεύθερη και εστεροποιημένη μορφή και δευτερευόντως ως γλυκοζίτες και λιποπρωτεΐνες. Τα κύρια μέλη αυτής της τάξης στερολών είναι οι β-σιτοστερόλη, Δ5-αβεναστερόλη και καμπεστερόλη. Σε μικρότερες ποσότητες, ή σε ίχνη, αναφέρονται η στιγμαστερόλη, η χοληστερόλη, η βρασικαστερόλη, η κληροστερόλη, η εργοστερόλη, η σιτοστανόλη, η καμπεστανόλη και άλλες. Η συνολική περιεκτικότητα στερολών των παρθένων ελαιολάδων κυμαίνεται μεταξύ 1000 mg/kg που είναι το κατώτατο όριο το οποίο καθορίζεται από την Επιτροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης (κανονισμός 61/2011) και 2000 mg/kg. Τα εξευγενισμένα ελαιόλαδα περιέχουν χαμηλότερα επίπεδα στερολών, επειδή η διαδικασία εξευγενισμού προκαλεί απώλειες που μπορεί να φθάσουν το 25%. ενώ η συνολική περιεκτικότητα των πυρηνελαίων σε στερόλες είναι έως και τριπλάσια αυτής των παρθένων ελαιολάδων. Μεταξύ των στερολών του ελαιόλαδου, η β-σιτοστερόλη αποτελεί το 75-90% του κλάσματος των στερολών, η Δ5-αβεναστερόλη κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 5% και 20%, αν και έχουν αναφερθεί τιμές μέχρι 36% σε Ελληνικά παρθένα ελαιόλαδα, ενώ η καμπεστερόλη και η στιγμαστερόλη αποτελούν το 4% και το 2% του κλάσματος των στερολών, αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες στερόλες απαντώνται σε μικρότερες ποσότητες. Σε όλες τις περιπτώσεις, το ποσοστό της καμπεστερόλης είναι υψηλότερο από αυτό της στιγμαστερόλης. Οι συγκεντρώσεις Δ5-αβεναστερόλης, Δ7-αβεναστερόλης, Δ7-στιγμαστερόλης, στιγμαστερόλης και κληροστερόλης επιτρέπουν τη διάκριση μεταξύ των παρθένων ελαιολάδων, των εξευγενισμένων ελαιολάδων και των πυρηνελαίων (Blekas et al., 2006, Boskou, 2006).

Ένα ποσοστό 10 έως 40% των ολικών στερολών βρίσκεται υπό μορφή εστέρων. Έχει διαπιστωθεί ότι διαφέρει η σύσταση των δύο κλασμάτων στερολών, ελεύθερων και εστεροποιημένων. Η Δ5-αβεναστερόλη, στιγμαστερόλη και βρασικαστερόλη υπάρχουν σε μεγαλύτερες ποσότητες στην ελεύθερη παρά στην εστεροποιημένη μορφή, ενώ το αντίθετο ισχύει για τις Δ7-στερόλες, όπως η σιτοστερόλη. Έχει επίσης αναφερθεί ότι τα ακατέργαστα και εξευγενισμένα ελαιόλαδα και τα πυρηνέλαια περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις εστέρων σιτοστερόλης από τα εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα. Επομένως το ποσοστό της ελεύθερης β-σιτοστερόλης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βασική παράμετρος για την αξιολόγηση της ποιότητας και της γνησιότητας ενός παρθένου ελαιολάδου (Blekas et al., 2006, Boskou, 2006).

Στην περίπτωση των πυρηνελαίων οι απώλειες κατά τον εξευγενισμό είναι πιο έντονες στο κλάσμα των ελεύθερων στερολών. Συνεπώς τόσο η σύσταση των στερολών όσο και η συνολική περιεκτικότητά τους επηρεάζονται από την ποικιλία της ελιάς, το έτος συγκομιδής, τον βαθμό ωρίμανσης των καρπών, τον χρόνο αποθήκευσης των καρπών πριν την ελαιοποίηση, την επεξεργασία, και από γεωγραφικούς παράγοντες. Η αποθήκευση των ελαιοκάρπων προκαλεί σημαντικές αλλαγές στα επίπεδα μεμονωμένων στερολών. Οι τρόποι συγκομιδής επηρεάζουν επίσης τα επίπεδα επιμέρους στερολών, για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι τα επίπεδα στιγμαστερόλης αυξάνονται όταν οι ελιές παραμείνουν στο έδαφος πριν την ελαιοποίηση. Η διαδικασία του εξευγενισμού επίσης επηρεάζει, μεταβάλλοντας κυρίως τη σύνθεση του κλάσματος των ελευθέρων στερολών (Blekas et al., 2006, Boskou, 2006).

ii) 4α-μεθυλοστερόλες

Το ελαιόλαδο περιέχει μικρές ποσότητες 4-μονομεθυλοστερολών, αποτελούν ενδιάμεσα στη βιοσύνθεση στερολών και υπάρχουν σε ελεύθερες και εστεροποιημένες μορφές. Οι κυριότερες 4α-μεθυλοστερόλες είναι η ομπτουσιφολιόλη, η γραμιστερόλη, η κυκλοευκαλενόλη και η κιτροσταδιενόλη (Σχήμα 4.1), ενώ η αέριο χρωματογραφία έχει δείξει ότι το κλάσμα αυτών των στερολών είναι αρκετά περίπλοκο και περιλαμβάνει ένα σημαντικό αριθμό δευτερευόντων συστατικών πολλά από τα οποία δεν έχουν ταυτοποιηθεί. Τα επίπεδα των συνολικών 4α-μεθυλοστερολών είναι χαμηλότερα από αυτά των κοινών στερολών και των τριτερπενικών αλκοολών και κυμαίνονται μεταξύ 50 και 360 mg/kg, ενώ οι συγκεντρώσεις τους είναι υψηλότερες στα πυρηνέλαια.



Σχήμα 4.1: Δομή 4α -μεθυλοστερολών του ελαιολάδου: ομπτουσιφολιόλη, γραμιστερόλη, κυκλοευκαλενόλη και κιτροσταδιενόλη (Blekas et al., 2006).

iii) Τριτερπενικές αλκοόλες (4-4-διμεθυλοστερόλες)

Τα κύρια συστατικά του κλάσματος των 4,4-διμεθυλοστερολών του ελαιολάδου είναι η β-αμυρίνη, η βουτυροσπερμόλη, η κυκλοαρτενόλη και η 2,4-μεθυλενοκυκλοαρτανόλη, ενώ έχουν ανιχνευθεί και άλλες 10 τριτερπενικές αλκοόλες σε μικρότερες ποσότητες ή σε ίχνη. Οι τριτερπενικές αλκοόλες υπάρχουν σε ελεύθερη και σε εστεροποιημένη μορφή. Έχουν παρατηρηθεί σημαντικές διαφορές στην κατανομή των ολικών και εστεροποιημένων τριτερπενικών αλκοολών σε παρθένα ελαιόλαδα, κυρίως της 2,4-μεθυλενοκυκλοαρτανόλης, της βουτυροσπερμόλης και της κυκλοαρτενόλης. Διαφορές έχουν καταγραφεί και μεταξύ των παρθένων ελαιολάδων και των πυρηγελαίων.

Οι συγκεντρώσεις των ολικών τριτερπενικών αλκοολών κυμαίνονται μεταξύ 350 και 1500 mg/kg. Η σύσταση του κλάσματος των τριτερπενικών αλκοολών και η συνολική συγκέντρωσή τους επηρεάζονται από την ποικιλία, το έτος συγκομιδής και την επεξεργασία. Κατά τον εξευγενισμό, λαμβάνουν χώρα σημαντικές δομικές τροποποιήσεις στο εν λόγω κλάσμα που οδηγούν στον σχηματισμό νέων παραγώγων της 2,4-μεθυλενοκυκλοαρτανόλης. Συνολικά, ο εξευγενισμός προκαλεί σημαντική μείωση των ελεύθερων τριτερπενικών αλκοολών και περιορισμένη μείωση των εστεροποιημένων μορφών τους

iv) Τριτερπενικές διαλκοόλες

Η ερυθροδιόλη (5α-ολεαν-12-εν-3β, 28-διόλη) και η ουβαόλη (Δ12-ουρσεν-3β, 28-διόλη) είναι οι κύριες τριτερπενικές διαλκοόλες που ανιχνεύονται στο ελαιόλαδο. Τα πεντακυκλικά τριτερπένια είναι γνωστό ότι έχουν αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές

ιδιότητες, επειδή εμποδίζουν την υπεροξειδωση των λιπιδίων και καταστέλλουν την παραγωγή ανιόντων υπεροξειδίου.

Η περιεκτικότητά τους στα ελαιόλαδα επηρεάζεται κυρίως από την ποικιλία και από τεχνολογικούς χειρισμούς. Η ερυθροδιόλη βρίσκεται τόσο ελεύθερη όσο και εστεροποιημένη. Οι συνήθεις συγκεντρώσεις της ολικής ερυθροδιόλης στα παρθένα ελαιόλαδα κυμαίνονται από 19 έως 69 mg/kg, άνω αυτές της ελεύθερης ερυθροδιόλης είναι συνήθως χαμηλότερες των 50 mg/kg. Τα πυρηνέλαια περιέχουν πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις ερυθροδιόλης σε σύγκριση με τα παρθένα ελαιόλαδα. Το άθροισμα των επιπέδων ερυθροδιόλης και ουβαόλης συνήθως δίνεται ως ποσοστό του κλάσματος των στερολών, επειδή οι τριτερπενικές διαλκοόλες προσδιορίζονται μαζί με τις 4α-δεσμεθυλοστερόλες. Το επίπεδο αυτό δεν πρέπει να υπερβαίνει το όριο που έχει καθοριστεί από τον Κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κανονισμός 1989/2003), χρησιμοποιείται ως δείκτης ανίχνευσης νοθείας για τη διάκριση του ελαιολάδου από τα πυρηνέλαια. Η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη και ουβαόλη είναι υψηλότερη στα πυρηνέλαια λόγω της χημικής εκχύλισης με διαλύτη. Η υψηλή περιεκτικότητα σε αυτές τις δύο ενώσεις είναι ενδεικτική της νοθείας με τη χρήση πυρηνελαιίου ή ελαίων από διαφορετικά είδη (Allouche et al., 2010).

Στην Ε.Ε. καθώς και σε άλλες χώρες παραγωγής ελαιολάδου, το περιεχόμενο στερολών, τριτερπενικών διαλκοολών και FA σε διαφορετικές κατηγορίες ελαιολάδου περιορίζεται από εμπορικά πρότυπα και κανονισμούς προκειμένου να αποφευχθεί η νοθεία του παρθένου ελαιολάδου. Οι απόλυτες ποσότητες ερυθροδιόλης και ουβαόλης κυμαίνονται από 1-20mg/100kg (Martins & Kiritsakis, 2017).

4.2.2.2 Αλκοόλες

Οι αλκοόλες στο ελαιόλαδο βρίσκονται σε ελεύθερη και σε εστεροποιημένη μορφή. Οι πιο σημαντικές είναι οι αλειφατικές (λιπαρές) και οι διαλκοόλες αλκοόλες. Οι αλκανόλες και αλκενόλες με λιγότερα από δέκα άτομα άνθρακα στο μόριο τους και ορισμένες αρωματικές αλκοόλες (βενζυλική αλκοόλη και 2 -φαινυλαιθανόλη) είναι συστατικά του πτητικού κλάσματος του ελαιολάδου (Blekas et al, 2006).

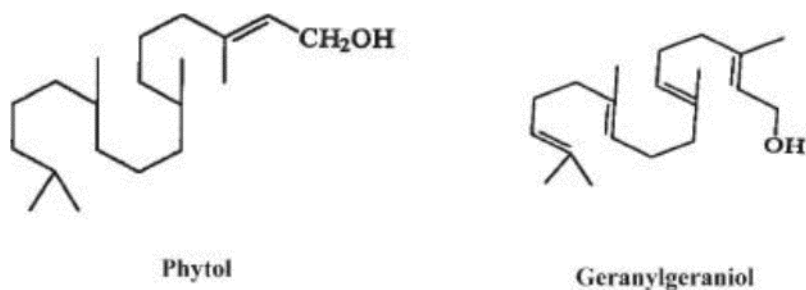
i) Αλειφατικές αλκοόλες

Πρόκειται για κορεσμένες αλκοόλες με περισσότερα από 16 άτομα άνθρακα, που υπάρχουν σε ελεύθερη και σε εστεροποιημένη μορφή. Οι λιπαρές αλκοόλες του ελαιολάδου έχουν άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα, ενώ αυτές με περιττό αριθμό ανθράκων βρίσκονται σε ίχνη. Οι κυριότερες λιπαρές αλκοόλες του ελαιολάδου είναι οι

εικοσιδουανόλη, εικοσιτετρανόλη, εικοσιεξανόλη και εικοσιοκτανόλη. Η ποσότητά τους στα παρθένα ελαιόλαδα δεν ξεπερνά τα 250 mg/kg, με την εικοσιτετρανόλη και εικοσιεξανόλη να βρίσκονται σε μεγαλύτερη αφθονία. Η περιεκτικότητα σε λιπαρές αλκοόλες επηρεάζεται από την ποικιλία, το έτος καλλιέργειας, τη κλίμακα ωρίμανσης των καρπών και την επεξεργασία ((Blekas et al., 2006).

ii) Διτερπενικές αλκοόλες

Οι διτερπενικές αλκοόλες φυτόλη και γερανυλογερανιόλη (Εικόνα 4.2) είναι δύο άκυκλα διτερπενοειδή του ελαιολάδου σε ελεύθερη και εστεροποιημένη μορφή. Η φυτόλη, η οποία πιθανώς προέρχεται από τη χλωροφύλλη, βρίσκεται σε μονοποικιλιακά παρθένα ελαιόλαδα σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 25 έως 595 mg/kg, ενώ η γερανυλογερανιόλη σε συγκεντρώσεις, συνήθως χαμηλότερες των 50 mg/kg. Τα επίπεδά της χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αυτά επιλεγμένων αλειφατικών και τριτερπενικών αλκοολών για τον υπολογισμό του λεγόμενου αλκοολικού δείκτη, που αποτελεί χρήσιμη παράμετρο για την ανίχνευση της παρουσίας πυρηνελαίων σε παρθένο ελαιόλαδο. Οι κύριοι εστέρες των διτερπενικών αλκοολών που ανιχνεύονται στο κλάσμα κηρών του εξαιρετικού παρθένου ελαιολάδου είναι κυρίως εστέρες της φυτόλης με ελαϊκό, εικοσανοϊκό, εικοσιδουανοϊκό και εικοσιτετρανοϊκό οξύ (Blekas et al., 2006).



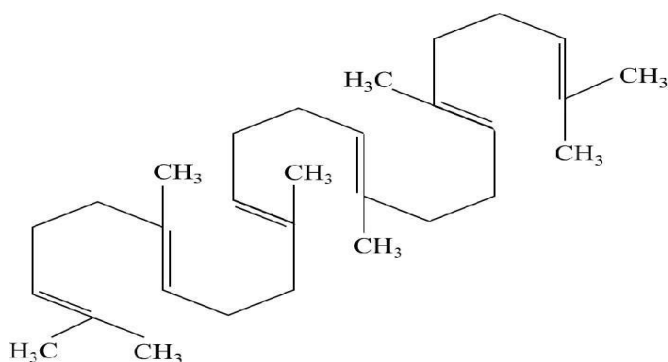
Σχήμα 4.2: Δομή διτερπενικών αλκοολών του ελαιολάδου (φυτόλη και γερανυλογερανιόλη) (Blekas et al , 2006).

4.2.2.3 Σκουαλένιο

Το σκουαλένιο (2,6,10,15,19,23-εξαμεθυλο-2,6,10,14,18,22-εικοσιτετραεξαένιο) είναι ένας ακόρεστος υδρογονάνθρακας που υπάρχει σε ανθρώπινα, ζωικά, φυτικά και μικροβιακά κύτταρα και είναι πρόδρομη ένωση στη βιοσύνθεση των στερολών και άλλων βιοδραστικών τερπενοειδών. Είναι το κυριότερο συστατικό του μη σαπωνοποιήσιμου κλάσματος του ελαιολάδου και αποτελεί το 90% και περισσότερο του κλάσματος των υδρογονανθράκων του. Οι συγκεντρώσεις κυμαίνονται από 200 έως 7.500 mg/Kg ελαίου,

ενώ έχουν αναφερθεί και υψηλότερες τιμές, έως 12.000 mg/kg. Η περιεκτικότητα του ελαιολάδου σε σκουαλένιο, εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς και την τεχνολογία ελαιοποίησης, ενώ μειώνεται κατά τη διαδικασία του εξευγενισμού (Boskou, 2006, Lombardo et al., 2018).

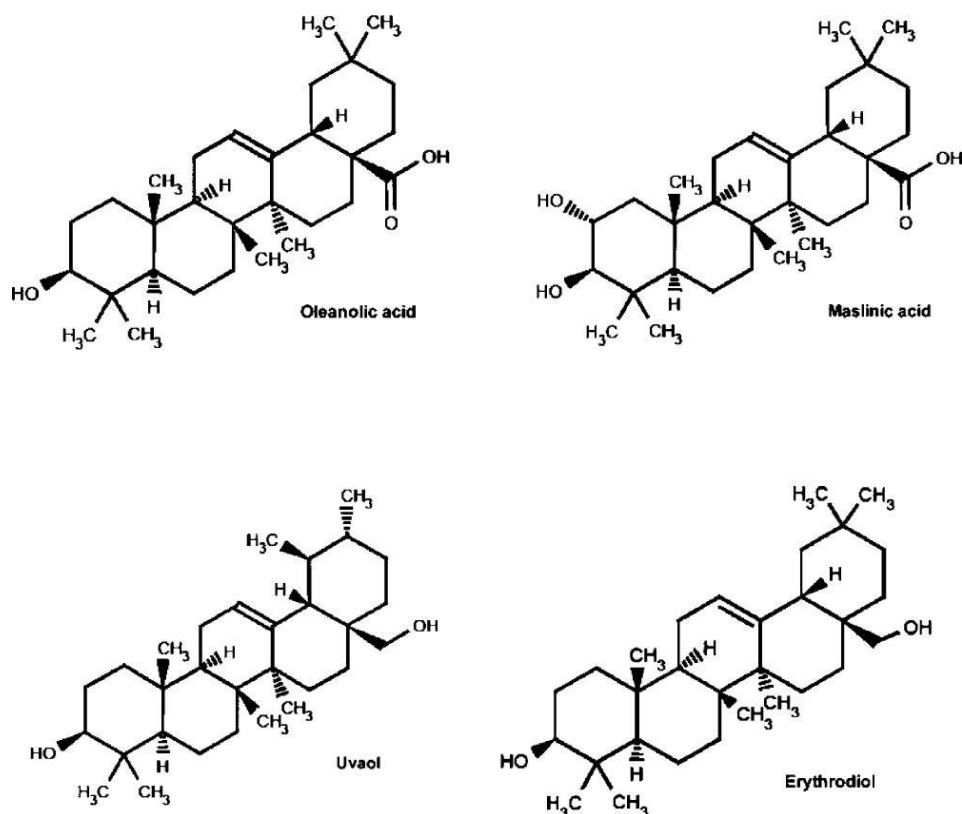
Η παρουσία του σκουαλενίου στο ελαιολάδο, σε συνδυασμό με το μονοακόρεστο χαρακτήρα των λιπαρών οξέων του και τα φυσικά αντιοξειδωτικά του, θεωρείται ως υπεύθυνη για τις ευεργετικές ιδιότητες του ελαιολάδου για την υγεία και την προστατευτική του δράση έναντι ορισμένων μορφών καρκίνου (Boskou, 2006, Lombardo et al., 2018).



Σχήμα 4.3: Δομή του σκουαλενίου (Καλογερόπουλος & Χίου, 2017).

4.2.2.4 Τριτερπενικά οξέα

Τα υδροξυπεντακυκλικά τριτερπενικά οξέα είναι σημαντικά βιολογικά ενεργά συστατικά του ελαιοκάρπου. Τα κύρια τριτερπενικά οξέα του παρθένου ελαιολάδου είναι το ολεανολικό οξύ (3β-υδροξυολεαν-1 2-εν-28-ικό οξύ), το μασλινικό οξύ (2α, 3β-δihydroξυολεαν-12-εν-28-ικό οξύ) και σε μικρότερες ποσότητες το ουρσολικό οξύ (3β-υδροξυουρσ-12-εν-28-ικό οξύ). Το βετουλινικό οξύ (3β-υδροξυλουπ-20-(29)-εν-28-ικό οξύ) έχει αναγνωριστεί στον φλοιό ελιών της ιταλικής ποικιλίας Coratina. Στα εξαιρετικά παρθένα ελαιολάδα η ποσότητα σε τριτερπενικά οξέα από διάφορες ποικιλίες ελιάς είναι μεταξύ 40-185 mg/kg. Στα παρθένα ελαιολάδα με οξύτητα άνω του 1% οι ποσότητες σε τριτερπενικά οξέα είναι υψηλότερες του 300 mg/kg και στα εκχυλισμένα ελαιολάδα πάνω από 2.400 mg/kg (Boskou, 2006).



Σχήμα 4.4: Χημική δομή ολεανολικού και μασλινικού οξέος, ουβαόλης και ερυθροδιόλης (Sánchez-Quesada et al., 2013).

Τα τριτερπένια συγκεντρώνονται κυρίως στον φλοιό των καρπών, οι συγκεντρώσεις στα ελαιόλαδα είναι αρκετές φορές χαμηλότερες από ότι στα πυρηνέλαια. Σε μια συγκριτική μελέτη σε ελαιόλαδα από ιταλικές, μαροκινές, ισπανικές και τυνησιακές ποικιλίες, η συνολική περιεκτικότητα τριτερπενικών οξέων κυμάνθηκε μεταξύ 38 και 145 mg/kg στα εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα, 312 και 583 mg/kg στα παρθένα ελαιόλαδα, 2.385 και 10.088 mg/kg στα ακατέργαστα πυρηνέλαια. Δεν έχουν βρεθεί εστεροποιημένα παράγωγα των τριτερπενικών οξέων. Κύριος λόγος που επηρεάζει τις συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων θεωρείται η οξύτητα του ελαιολάδου, ενώ η ποικιλία της ελιάς, ο βαθμός ωρίμανσης και η τεχνολογία ελαιοποίησης έχουν μικρότερη επίδραση. Κατά τη διάρκεια του χημικού εξευγενισμού καταστρέφονται τα τριτερπενικά οξέα, ενώ κατά το φυσικό εξευγενισμό προκαλεί μειώσεις κατά 50-80% (Boskou, 2015).

4.2.2.5 Χρωστικές ουσίες

Λόγω της παρουσίας των χλωροφυλλών και καροτενοειδών το χρώμα του ελαιολάδου αποτελείται από πράσινες και κίτρινες αποχρώσεις. Αποτελεί κύριο παράγοντα

μιας οργανοληπτικής εξέτασης στο ποιοτικό χαρακτηριστικό του ελαιολάδου. Το χρώμα εξαρτάται από τις χρωστικές που περιέχονται στο έλαιο και για το ελαιόλαδο είναι πράσινο στην αρχή της περιόδου συγκομιδής, όταν ο ελαιόκαρπος είναι ακόμη άγουρος και επικρατούν οι χλωροφύλλες. Κατά την ωρίμανση του ελαιοκάρπου, το ελαιόλαδο παίρνει ένα κίτρινο προς χρυσαφί χρώμα επειδή υπάρχουν περισσότερες καροτίνες. Τελικά πλέον υπερώριμος ελαιόκαρπος δίνει ελαιόλαδο με έντονα φαιό χρώμα (Μαυρίδης, 2009).

Η σύνθεση των χρωστικών στο ελαιόλαδο επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ποικιλία ελιάς, ο βαθμός ωρίμανσης ή οι συνθήκες ανάπτυξης, όπως η άρδευση, καθώς και οι ειδικές συνθήκες που χρησιμοποιούνται σε κάθε διαδικασία εξαγωγής λαδιού. Το βασικό στάδιο για τις χρωστικές της διαδικασίας εξαγωγής ελαιολάδου είναι η μάλαξη της ελαιοπάστας όπου οι χρωστικές μεταφέρονται από τον αλεσμένο φυτικό ιστό στο ελαιόλαδο. Για την απόκτηση ελαιολάδου, οι ώριμοι καρποί (μωβ – μαύρο χρώμα) χρησιμοποιούνται λόγω της υψηλότερης περιεκτικότητάς τους σε λιπαρά. Οι χλωροφυλλικές και καροτενοειδείς ενώσεις είναι οι μόνες χρωστικές που μεταφέρονται από τις θυλακοειδείς μεμβράνες στη φάση ελαίου λόγω της λιπόφιλης φύσης τους και είναι υπεύθυνες για το χαρακτηριστικό κιτρινωπό-πράσινο χρώμα του ελαιολάδου ή χρωστικής του ελαιοκάρπου, τους χημικούς ή ενζυματικούς τους (Gandul- Rojas et al., 2016).

Το χρώμα λοιπόν του παρθένου ελαιολάδου είναι αποτέλεσμα των πράσινων και κίτρινων αποχρώσεων, που οφείλονται στην παρουσία χλωροφυλλών και καροτενοειδών. Επηρεάζεται από την ποικιλία της ελιάς, τον βαθμό ωρίμανσης, τη γεωγραφική ζώνη, το σύστημα παραλαβής και τις συνθήκες αποθήκευσης. Μπορεί, λοιπόν, να θεωρηθεί ως δείκτης ποιότητας, αν και δεν υπάρχει τυποποιημένη μέθοδος για τη μέτρησή του. Οι χλωροφύλλες συναντώνται κυρίως ως φαιοφυτίνες, με τη φαιοφυτίνη-α να κυριαρχεί. Η παρουσία της φαιοφυτίνης σχετίζεται με τις συνθήκες επεξεργασίας κατά την ελαιοποίηση (άλεση, θέρμανση της ελαιοπάστας), τη διάρκεια της αποθήκευσης, τις τυχόν ενζυμικές δράσεις αποθήκευσης προκαλούν περαιτέρω μεταβολές στο περιεχόμενο φαιοφυτίνης-α. Έχει αναφερθεί η παρουσία προϊόντων αποικοδόμησης της φαιοφυτίνης, όπως επιμερή, πυρομορφές και αλλομερή. Η χλωροφύλλη-α μπορεί να βρεθεί μόνο σε έλαια που έχουν παραχθεί πρόσφατα. Τα κύρια καροτενοειδή του ελαιολάδου είναι η λουτεΐνη και το β-καροτένιο. Η παρουσία τους στο ελαιόλαδο είναι στενά συνδεδεμένη με αυτή των χλωροφυλλών και επηρεάζεται από τους ίδιους παράγοντες. Η αναλογία μεταξύ των δύο κύριων καροτενοειδών φαίνεται να εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς. Στο κλάσμα των καροτενοειδών μπορεί επίσης να υπάρχουν και αρκετές ξανθοφύλλες (βιλαξανθίνη, νεοξανθίνη, λουτεξανθίνη, ανθεραξανθίνη, μετατοξανθίνη και β-κρυπτοξανθίνη). Η

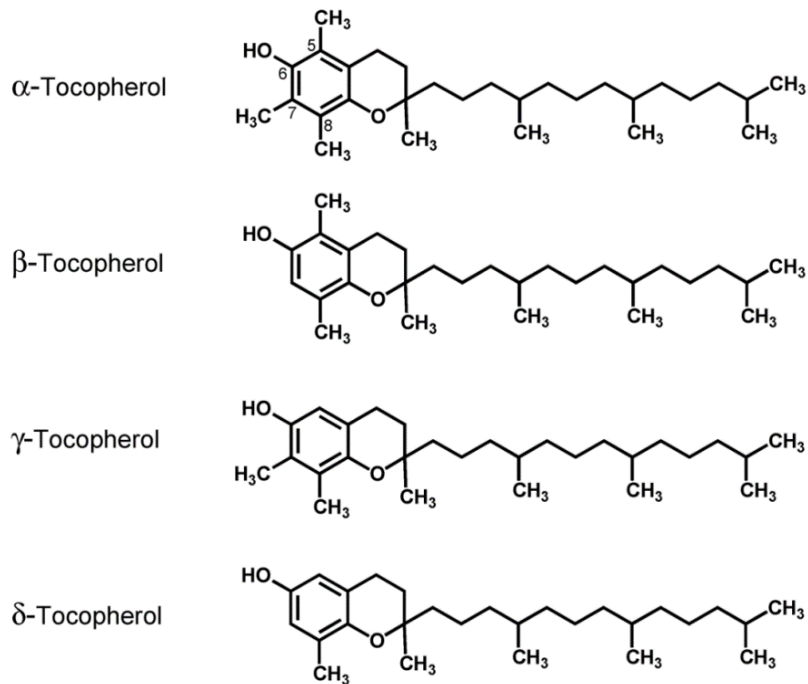
συνολική περιεκτικότητα σε καροτενοειδή κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 2 και 20 mg/kg (Gandul-Rojas et al., 2016).

4.2.2.6 Τοκοφερόλες

Οι τοκοφερόλες είναι ετεροκυκλικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους. Οι διάφορες ομόλογες τοκοφερόλες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό των μεθυλικών ομάδων που έχουν στο μόριο τους ή την θέση που βρίσκονται οι ομάδες αυτές.

Από τις επί μέρους ομόλογες τοκοφερόλες οι οποίες έχουν βρεθεί στο ελαιόλαδο η α- τοκοφερόλη αποτελεί την κύρια και καλύπτει το 88,5% του συνόλου. Η β- μαζί με την γ- αποτελούν το 9,9% και η δ- το 1,6% του συνόλου των τοκοφερολών (Κυριτσάκης, 2007).

Το παρθένο ελαιόλαδο χαρακτηρίζεται από τη σχεδόν αποκλειστική παρουσία α-τοκοφερόλης (90-95% του συνόλου των τοκοφερολών) ευρισκόμενη υπό την ελεύθερη μορφή της. Τα επίπεδα α- τοκοφερόλης του ελαιολάδου φαίνεται να παρουσιάζουν ευρεία διακύμανση. Με βάση δεδομένα από ιταλικά και ισπανικά ελαιόλαδα, το εύρος είναι 55-320 mg/kg . Συγκριτικά, τα ελληνικά έλαια φαίνεται να διαθέτουν υψηλότερο περιεχόμενο α-τοκοφερόλης με τιμές έως 370 mg/kg. Οι συγκεντρώσεις των λοιπών ομολόγων είναι αρκετά χαμηλές, με τιμές της τάξεως των 10-20 mg/kg. Η περιεκτικότητα του παρθένου ελαιολάδου σε α- τοκοφερόλη εξαρτάται από τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες, καθώς και από αγρονομικούς και τεχνολογικούς παράγοντες. Υπό συνθήκες, οι γενετικοί παράγοντες μπορεί να καταστούν σημαντικοί και φαίνεται να καθίστανται καθοριστικοί στην περίπτωση της γ- τοκοφερόλης. Τα επίπεδα α- τοκοφερόλης πιθανώς συσχετίζονται θετικά με τα υψηλά επίπεδα χλωροφυλλών και τη συνεπακόλουθη απαίτηση απενεργοποίησης δραστικών μορφών οξυγόνου. Η συγκέντρωση των τοκοφερολών φαίνεται να μειώνεται κατά την ωρίμανση του ελαιοκάρπου. Γενικά τα εξευγενισμένα ελαιόλαδα αναμένεται να έχουν χαμηλότερα επίπεδα τοκοφερολών συγκριτικά με τα παρθένα ελαιόλαδα, αν και έχουν αναφερθεί φαινόμενα αναγέννησης της α- τοκοφερόλης κατά τον εξευγενισμό (Catala, 2012).



Σχήμα 4.5: Τοκοφερόλες (Smolarek, 2011).

4.2.2.7 Βιταμίνη E

Οι ενώσεις που εντάσσονται υπό τον όρο βιταμίνη E φέρουν χρωματικό δακτύλιο και περιλαμβάνουν 4 τοκοφερόλες (α -, β -, γ -, δ -) και 4 τοκοτριενόλες (α -, β -, γ -, δ -). Σαν λιπόφιλα συστατικά, συναντώνται σε λιπαρά τρόφιμα, λίπη και έλαια.

Με βάση την ισχύουσα νομοθεσία το ελαιόλαδο θεωρείται ως καλή πηγή βιταμίνης E. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ευρεία διακύμανση τιμών που έχει καταγραφεί, καθιστά μείζονος σημασίας τη διενέργεια αναλύσεων για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας του ελαιολάδου σε βιταμίνη E, καθώς και την εξασφάλιση κατάλληλων συνθηκών αποθήκευσης. Μια από τις βασικές ιδιότητες της βιταμίνης E είναι η εκδήλωση αντιοξειδωτικής δράσης. Η δράση αυτή φαίνεται να συνεισφέρει -αν και σε μικρότερο ποσοστό έναντι των πολικών φαινολών- και στην οξειδωτική σταθερότητα του ελαιολάδου (Catala, 2012).

4.2.2.8 Κηροί

Οι κηροί είναι εστέρες λιπαρών οξέων με αλκοόλες μεγάλου μοριακού βάρους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κριτήριο για τη διαφοροποίηση των διαφόρων τύπων ελαιολάδου. Οι κύριοι κηροί που ανιχνεύονται στο ελαιόλαδο είναι εστέρες του ελαϊκού ή του παλμιτικού οξέος με 36, 38, 40, 42, 44 και 46 άτομα άνθρακα. Οι συγκεντρώσεις των κηρών στα παρθένα ελαιόλαδα είναι χαμηλότερες από 150 mg/kg, ενώ τα ακατέργαστα και

τα εξευγενισμένα πυρηνέλαια έχουν περιεκτικότητες μεγαλύτερες των 200 mg/kg. Η διαφορά αυτή χρησιμοποιείται επισήμως για τη διάκριση μεταξύ ελαιολάδων και πυρηνελαιίων. Η περιεκτικότητα και η σύσταση των κηρών επηρεάζονται από την ποικιλία της ελιάς, το έτος συγκομιδής και τις διάφορες επεξεργασίες. Η προσθήκη εξευγενισμένου πυρηνέλαιου στο παρθένο ελαιολάδο αυξάνει την περιεκτικότητα σε κεριά και η αύξηση του κεριού είναι ανάλογη του ποσοστού του εξευγενισμένου πυρηνέλαιου (Giuffrè, 2018, Καλογερόπουλος & Χίου, 2017, Blekas et al., 2006).

4.3 Επεξεργασία ελαιοκάρπου και παραλαβή ελαιολάδου

Η συγκομιδή του ελαιοκάρπου πρέπει να γίνεται ,στην σωστή στιγμή και με το σωστό τρόπο. Συγκεκριμένα στο άριστο στάδιο ωρίμανσης το οποίο συνδέεται με την καλύτερη ποιότητα του ελαιολάδου και τη μεγαλύτερη ελαιοπεριεκτικότητα. Η πολύ πρόωμη συγκομιδή έχει σαν αποτέλεσμα λίγη ποσότητα και όχι τόσο καλή ποιότητα ελαιολάδου όπως και η καθυστέρηση της συγκομιδής παραλαβή υποβαθμισμένης ποιότητας ελαιολάδου. Η σταθερότητα του παρθένου ελαιολάδου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η ποικιλία και ο βαθμός ωρίμανσης του καρπού (Gutiérrez et al., 1999).

Μετά τη συγκομιδή, θα πρέπει να γίνεται απομάκρυνση των ξένων υλών (π.χ. φύλλα, κλαδιά κ.λπ.), τοποθέτηση του καρπού σε πλαστικά τελάρα με οπές για αερισμό και άμεση μεταφορά στα ελαιοτριβεία. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο καρπός από τη στιγμή που θα συγκομιστεί από το δέντρο μέχρι τη στιγμή της επεξεργασίας είναι ζωντανός και εξακολουθεί να αναπνέει εκλύοντας σημαντικά ποσά θερμότητας που ανεβάζουν τη θερμοκρασία του, διευκολύνοντας την αλλοίωση από μικροοργανισμούς. Για τον σκοπό αυτόν, θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί το χρονικό διάστημα μεταξύ συγκομιδής και επεξεργασίας του καρπού.

4.3.1 Στάδια παραλαβής ελαιολάδου

Οποιαδήποτε και αν είναι η μέθοδος παραλαβής του ελαιολάδου από τον ελαιοκάρπο τα βασικά στάδια, δηλαδή το σπάσιμο του ελαιοκάρπου και η μάλαξη της ελαιοπάστας είναι σχεδόν τα ίδια. Τα άλλα στάδια, διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο του ελαιοτριβείου. Το μεγαλύτερο μέρος του ελαιολάδου βρίσκεται σε μορφή μικρών

σταγονιδίων στον ελαιόκαρπο. Σε μικρότερο βαθμό συναντάται το ελαιόλαδο στα κολλοειδή συστήματα του κυτοπλάσματος των κυττάρων και σε ακόμη μικρότερο βαθμό στο επικάρτιο και το ενδοσπέρμιο (Κυριτσάκης, 2007).

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

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

4.3.1.1 Παραλαβή και αποθήκευση του ελαιοκάρπου

Μετά τη συγκομιδή ο ελαιόκαρπος τοποθετείται απευθείας σε σάκους ή σε πλαστικά τελάρα(κλούβες) με οπές αερισμού για να μεταφερθεί στο ελαιοτριβείο για επεξεργασία. Η αποθήκευση του ελαιοκάρπου γίνεται σε χώρο όπου εξασφαλίζονται χαμηλές θερμοκρασίες αφού είναι γνωστός ο ρόλος της χαμηλής θερμοκρασίας στην προστασία της ποιότητας του ελαιοκάρπου. Για την διασφάλιση της ποιότητας του ελαιόλαδου είναι ο περιορισμός, στο ελάχιστο δυνατό, του χρόνου που μεσολαβεί από την ελαιοσυλλογή μέχρι την επεξεργασία του ελαιοκάρπου (Κυριτσάκης, 2007).



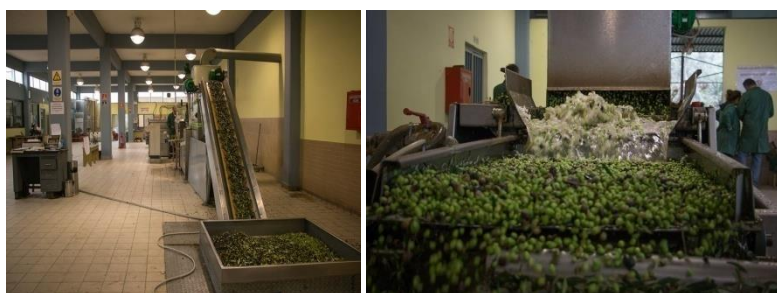
Εικόνα 4.2: Παραλαβή και αποθήκευση ελαιοκάρπου.

4.3.1.2 Τροφοδοσία-Αποφύλλωση

Ο ελαιόκαρπος ζυγίζεται και ρίχνεται στην χοάνη υποδοχής όπου με τη βοήθεια μεταφορικής ταινίας (αναβατόριο) προωθείται στο αποφυλλωτήριο. Εκεί διοχετεύεται αέρας όπου απομακρύνονται τα φύλλα και άλλα ξένα υλικά. τα όποια αν αλεστούν μαζί με τον ελαιόκαρπο σε μεγάλη αναλογία προσδίδουν ελαιόλαδο με πικρή γεύση, μεγάλη ποσότητα χλωροφύλλης και μειωμένη αντοχή του ελαιολάδου στην οξείδωση. Είναι επιθυμητή η παρουσία φύλλων σε ποσοστό περίπου 2% μαζί με τον ελαιόκαρπο στην άλεση διότι μπορεί να αυξήσει την αντοχή του ελαιολάδου στην οξείδωση κατά την αποθήκευση του και στην εμπλουτισμό του ελαιολάδου σε φαινόλες οι οποίες δρουν ως αντιοξειδωτικά (Κυριτσάκης 2007).

4.3.1.3 Πλύσιμο

Ακολουθεί πλύσιμο για την απομάκρυνση ξένων υλών (σκόνη, χώμα, κ.λπ.) και τυχόν υπολειμμάτων από ψεκασμούς φυτοπροστασίας. Το νερό μπορεί να ανακυκλωθεί μετά από κατακρήμνιση ή διήθηση των στερεών συστατικών του. Απαιτούνται περίπου 100-120 L νερού για την πλύση 1000 kg ελαιοκάρπου. Η συχνή αλλαγή του νερού είναι επιβεβλημένη. Μετά το πλύσιμο ακολουθεί η έκθλιψη του ελαιόκαρπου σε ελαιόμυλο ή σπαστήρα.



Εικόνα 4.3: Συστήματα πλυσίματος ελαιοκάρπου.

4.3.1.4 Σπάσιμο-άλεση ελαιόκαρπου

Μετά από το πλύσιμο του ελαιοκάρπου μεταφέρεται με την βοήθεια του κοχλία στο σπαστήρα για έκθλιψη. Κατά την έκθλιψη του ελαιοκάρπου γίνεται σύνθλιψη των μεμβρανών των κυττάρων και απελευθερώνονται σταγονίδια ελαιολάδου. Η έκθλιψη παίζει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου γιατί τόσο η μέθοδος όσο και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται έχουν άμεσο αντίκτυπο στις επόμενες φάσεις

παραγωγής ελαιολάδου (μάλαξη, διαχωρισμός κλπ) και κυρίως στην απόδοση και την ποιότητα του ελαιολάδου. (Barranco et al., 2004).

Οι ελιές μετατρέπονται σε ένα πολτό, την ελαιόπαστα, η οποία περιέχει τα θρύμματα από τον πυρήνα, τη σάρκα του καρπού και τα φυτικά υγρά.

4.3.1.5 Μάλαξη

Η μάλαξη της ελαιόπαστας, η όποια προκύπτει μετά την έκθλιψη, είναι το πιο σημαντικό στάδιο επεξεργασίας παραλαβής ελαιολάδου. Η ελαιόπαστα περιέχει ελαιώδη χυμό που προέρχεται από τη συνένωση των μικρών σταγονιδίων ελαιολάδου, κομματάκια από το ξυλώδες ενδοκάρπιο (πυρήνα), φυτικά υγρά και άλλα συστατικά όπως υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, ιχνοστοιχεία κλπ. Επίσης περιέχονται μικρές φυσαλίδες αέρα που προέρχονται από την ατμόσφαιρα ή τον καρπό. Ο μαλακτήρας κατά την διάρκεια της μάλαξης θα πρέπει να είναι κλειστός για να αποφεύγεται η απώλεια σε αρωματικά συστατικά και την οξειδωτική τάγγιση. Είναι πιθανό, μικρή ποσότητα αέρα να εγκλωβιστεί και να προκαλέσει οξείδωση (τάγγιση) ελαιολάδου κατά το χρόνο αποθήκευσης. Αναμιγνύεται στο μαλακτήρα μετά την προσθήκη ζεστού νερού. Η μάλαξη αποτελεί βασικό στάδιο της επεξεργασίας και συντελεί στην συνένωση των μικρών ελαιοσταγονιδίων με μεγαλύτερες σταγόνες λαδιού. Με αυτόν τον τρόπο βοηθά στο να ομογενοποιηθεί καλύτερα η ελαιόπαστα και να μπορέσει το ελαιόλαδο να διαχωριστεί από τα άλλα φυτικά υγρά. Η μάλαξη γίνεται σε ειδικούς μαλακτήρες.

4.3.1.6 Διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη

Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από την ελαιοζύμη (από τη στερεή και την υγρή φάση) γίνεται με πίεση, φυγοκέντρηση ή εκλεκτική διήθηση (συνάφεια).

i) Παραδοσιακή μέθοδος πίεσης

Η παλιότερη μέθοδος εξαγωγής ελαιολάδου είναι της πίεσης. Στα υδραυλικά πιεστήρια, που είναι γνωστά και σαν κλασικά και χρησιμοποιούνται στα κλασικού τύπου ελαιοτριβεία, με την μέθοδο της πίεσης διαχωρίζεται η ρευστή φάση, λάδι και απόνερα, ενώ μένει ο ελαιοπυρήνας στα διαφράγματα. Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει την άσκηση πίεσης σε συστοιχία φίλτρων (stacked filtermats), το καθένα καλυμμένο με περίπου 1,25 cm ελαιόπαστας, που εναλλάσσονται με μεταλλικούς δίσκους (Vossen, 2007). Η μέθοδος της πίεσης συνδέεται με ελαιόλαδα υψηλής ποιότητας λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας που χρησιμοποιείται κατά την διάρκεια της. Όμως, η μέθοδος αυτή είναι πιο ακριβή επειδή απαιτεί περισσότερη εργασία και ο κύκλος της εργασίας είναι ασυνεχής. Επιπλέον, τα

φίλτρα μπορεί εύκολα να μολυνθούν, εισάγοντας ελαττώματα ζύμωσης και οξείδωσης μέσα στο λάδι. Κατά συνέπεια, η χρήση των παραδοσιακών πιεστηρίων είναι απαρχαιωμένη (Λοϊζίδης, 2009, Vossen, 2007).



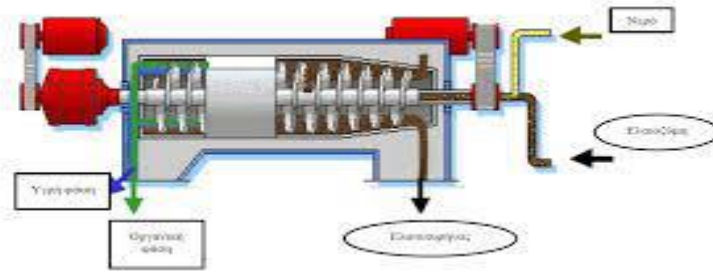
Εικόνα 4.4: Υδραυλικά πιεστήρια.

ii) Φυγοκέντρηση

Η φυγοκέντρηση είναι μια νέα μέθοδος διαχωρισμού του ελαιόλαδου από την ελαιόπαστα. Η λειτουργία των ελαιοτριβείων φυγοκεντρικού τύπου βασίζεται στη διαφορά του ειδικού βάρους των συστατικών της ελαιόπαστας (ελαιόλαδο – νερό – ελαιοπυρήνας). Κατά το πέρασμα της ελαιόπαστας από το φυγοκεντρητή οριζόντιας ή κάθετης διάταξης (decanter), τα συστατικά αυτά διαχωρίζονται μεταξύ τους και τελικά παραλαμβάνεται το καθένα χωριστά. Η λειτουργία του βασίζεται στη φυσική ιδιότητα του ειδικού βάρους των υλικών.

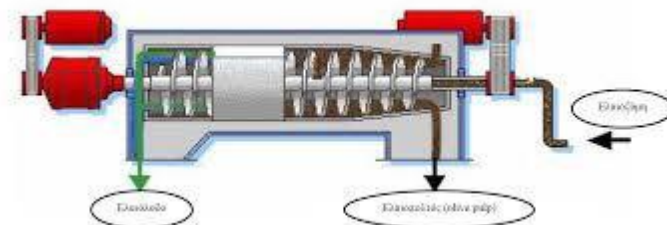
Το φυγοκεντρικό σύστημα είναι τριφασικό ή διφασικό. Η πλειονότητα των ελαιοτριβείων είναι φυγοκεντρικά τριών φάσεων. Τα ελαιοτριβεία 2 φάσεων δεν έχουν διαδοθεί πολύ στην χώρα μας κυρίως λόγω του ημιστερεών αποβλήτων που παράγουν, τα οποία δεν είναι επεξεργάσιμα στα πυρηνελαιοτριβεία.

A. Η φυγοκέντρηση τριών φάσεων είναι μια συνεχής διαδικασία (continuous process). Η ελαιόπαστα περνάει από ένα τριφασικό φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (decanter) όπου νερό προστίθεται για να αραιωθεί η ελαιόπαστα στα δοχεία φυγοκέντρησης. Η χρήση του νερού όμως μειώνει την περιεκτικότητα του ελαιόλαδου σε αντιοξειδωτικά και πολυφαινόλες και αφαιρεί από την γεύση του. Η θερμοκρασία του προστιθέμενου νερού κυμαίνεται από 20-25°C ώστε να είναι καλύτερη συμπεριφορά του ελαιόλαδου αλλά όχι υψηλότερη για να αποφεύγεται τυχόν υποβάθμιση της ποιότητάς του.



Εικόνα 4.5: Τριφασικός διαχωριστήρας (Decanter).

Β. Η φυγοκέντρωση δύο φάσεων είναι μεταγενέστερη παραλλαγή της μεθόδου τριών φάσεων. Αναπτύχθηκε λόγω της ανάγκης οικολογικότερης μεθόδου παραγωγής ελαιόλαδου με στόχο τη μείωση παραγωγής αποβλήτων στην παράγωγη ελαιόλαδου. Χρησιμοποιεί και αυτή μεγάλους οριζόντιους φυγόκεντρους διαχωριστήρες, αλλά διαχωρίζει το ελαιόλαδο από τα στερεά, που περιέχουν και τα φυτικά υγρά μαζί. (ελαιόλαδο και ελαιοπυρήνα). Θεωρητικά δεν προστίθεται νερό ή προστίθεται λίγο και έτσι το παραγόμενο ελαιόλαδο έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, έχει πιο φρουτώδη γεύση, υψηλότερη πικρότητα και οξύτητα και μικρότερη γλυκύτητα. Έτσι, η μέθοδος αυτή δεν παράγει σχεδόν καθόλου υγρά απόβλητα συγκριτικά με την μέθοδο τριών φάσεων και όσα παράγονται έχουν πολύ μικρότερο BOD, αλλά το στερεό υπόλειμμα έχει υψηλά ποσοστά υγρασίας και είναι δύσκολη η επεξεργασία του.



Εικόνα 4.6: Διφασικός διαχωριστήρας (Decanter)

iii) Εκλεκτική διήθηση-συνάφεια (SINOLEA)

Αρχές της δεκαετίας του 1970, η ελαιουργική βιομηχανία RAPANELLI, παρουσίασε ένα καινούργιου τύπου ελαιοτριβείο με το όνομα SINOLEA. Το σύστημα αυτό αποτελείται από 6.000 περίπου μεταλλικά ελάσματα από ειδικό μέταλλο. Τα ελάσματα αυτά στηρίζονται πάνω σε μια βάση, η οποία κινείται αργά και τα οδηγεί να εισχωρήσουν μέσα στην ελαιοζύμη. Με την απόσυρση τους από την ελαιοζύμη παρασύρουν χιλιάδες μικρά ελαιοσταγονίδια, έτσι με τον τρόπο αυτό λαμβάνεται το μεγαλύτερο μέρος του ελαιόλαδου το οποίο και οδηγείται αμέσως στο διαχωριστήρα.

Κατά την μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται φυγοκεντρικό σύστημα που λειτουργεί με συνεχή διαδικασία. Το ελαιόλαδο που λαμβάνεται από τα ελαιοτριβεία τύπου SINOLEA είναι καλύτερης ποιότητας αφού το λάδι εξάγεται χωρίς την προσθήκη ζεστού νερού, με αποτέλεσμα να διατηρεί όλα τα αρωματικά χαρακτηριστικά του. Αυτή η μέθοδος μπορεί να εξάγει περίπου το 50% του ελαίου και, η υπόλοιπη ζύμη της ελιάς, μπορεί να υποβληθεί σε μια δεύτερη διαδικασία εκχύλισης, αλλά το λάδι που παραλαμβάνεται θεωρείται κατώτερης ποιότητας σε σχέση με την πρώτη παραλαβή από την αποστράγγιση. Το ελαιόλαδο που παραλαμβάνεται με την μέθοδο της Σινολέα δεν απαιτεί άλλο στάδιο επεξεργασίας.

4.3.1.7 Τελικός διαχωρισμός- Καθαρισμός ελαιολάδου

Τα στερεά σωματίδια (τεμαχίδια σάρκας, φλοιού, θρύμματα πυρηνόξυλου, κλπ) που βρίσκονται διαλυμένα στην υγρή φάση απομακρύνονται με τη χρήση παλινδρομικά κινούμενων κοσκίνων (κόσκινα απολάσπωσης). Σημειώνεται ότι το βάρος των στερεών σωματιδίων υπολογίζεται σε ποσοστό 0,5-1% επί του συνολικού βάρους της υγρής φάσης. Ο τελικός διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά γίνεται με τη χρήση φυγοκεντρικών ελαιοδιαχωριστήρων. Οι ελαιοδιαχωριστήρες θα πρέπει να λειτουργούν με ακριβή ρύθμιση των διαφραγμάτων με ελάχιστη ποσότητα νερού μέχρι τους 28°C για να μην καταστρέφονται τα χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Οι παράγοντες που επηρεάζουν είναι το ειδικό βάρος, σχήμα και διαστάσεις σταγονιδίων, το ιξώδες και η θερμοκρασία.

4.3.2 Αποθήκευση ελαιολάδου

Η αποθήκευση του ελαιολάδου γίνεται σε δεξαμενές από ανοξείδωτο χάλυβα, κυλινδρικές, μεγάλου ύψους και μικρού πλάτους, με κατάλληλα διαμορφωμένο πυθμένα για την απομάκρυνση της μούργας. Οι δεξαμενές αποθήκευσης πρέπει να είναι στεγασμένες σε χώρους όπου η θερμοκρασία διατηρείται στους 10 – 15°C. Στον κενό χώρο που δημιουργείται στις δεξαμενές κατά το γέμισμα ή άδειασμα τους, πρέπει να διοχετεύεται με ειδικές συσκευές άζωτο, ώστε να αποφεύγεται η επαφή του ελαιολάδου με το οξυγόνο και η πρόκληση οξειδωτικών αλλοιώσεων.

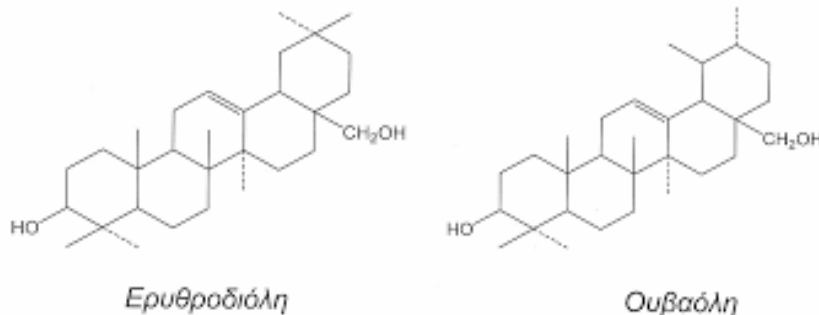
5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΥΘΡΟΔΙΟΛΗΣ ΣΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

5.1 Ερυθροδιόλη

Η ερυθροδιόλη(18β-olean-12ene-3β,28)είναι μια πεντακυκλική τριτερπενική ένωση που κατατάσσεται στην ομάδα των τριτερπενικών διαλκοολών. Η ερυθροδιόλη βρίσκεται στην επιδερμίδα των καρπών της ελιάς(αρχικά είχε απομονωθεί στα άνθη της ελιάς και λαμβάνεται από το παραγόμενο ελαιόλαδο από την έκθλιψη του ελαιόκαρπου (kotakis,1967, Fedeli &Martini,1973).

Η ερυθροδιόλη απαντάται μαζί με την μια τριτερπενική αλκοόλη την ουβαόλη όπου το άθροισμα και των δυο αυτών τριτερπενικών ενώσεων δεν πρέπει να περνάει το ανώτερο όριο των 4,5%. Τριτερπενικές διαλκοόλες απαντώνται ουσιαστικά ως ελεύθερες ή μονο- και διεστέρες του λιπαρών οξέων, όπου ο προσδιορισμός αυτών μπορεί να είναι χρήσιμος για καλύτερη αναγνώριση διαφορετικών ειδών ελαιολάδου (Mariani et al., 1999).

Η ερυθροδιόλη μαζί με την ουβαόλη χαρακτηρίζουν το ελαιόλαδο αφού το προφίλ στερολών διαφέρει από τη μια ποικιλία στην άλλη (Sanchez-Casas et al., 2004, Reina et al., 1997). Μερικές συγκεντρώσεις σε στερόλες ξεπερνούν τις μέγιστες τιμές της νομοθεσίας. Τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως αγρονομικούς, γεωγραφικούς (υψόμετρο και γεωγραφικό μήκος) περίοδος συγκομιδής (ποικιλία και ωρίμανση) τεχνολογικούς (διατήρηση του καρπού, συστήματα εξαγωγής) και επεξεργασίας (εξευγενισμού, εξαγωγή διαλυτών) (Sanchez-Casas et al., 2004).



Σχήμα 5.1: Δομή ερυθροδιόλης και ουβαόλης (Κυριτσάκης, 2007).

Συναντάται σε μεγάλες ποσότητες στο πυρηνέλαιο από ότι στο παρθένο ελαιόλαδο και αποτελεί δείκτη για ανίχνευση νοθείας του ελαιολάδου με το πυρηνέλαιο.

Πολλές φορές όμως οι εδαφοκλιματολογικές συνθήκες και η τεχνολογική επεξεργασία των ελαιόκαρπων μας επιφυλάσσει εκπλήξεις με συνέπεια ορισμένα χημικά συστατικά του ελαιολάδου να εκτρέπονται από τα επιτρεπόμενα όρια του κανονισμού. Συνεπώς ενώ το ελαιόλαδο από οργανοληπτική άποψη μπορεί να είναι κανονικό, από χημική άποψη μπορεί να είναι εκτός ορίων και να υποβαθμίζεται, διότι ο κανονισμός ορίζει ότι εάν έστω και ένα από τα συστατικά του στοιχεία είναι εκτός των καθορισμένων ορίων, υποβαθμίζεται αυτόματα στην κατώτερη κατηγορία. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται τα τελευταία χρόνια σε παρθένα ελαιόλαδα ορισμένων σημείων της Πελοποννήσου και άλλων περιοχών της Ελλάδας με περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη και ουβαόλη (ουσίες που υπάρχουν φυσιολογικά σε μικρή ποσότητα στο παρθένο ελαιόλαδο αλλά σε πολλαπλάσια στο πυρηνέλαιο). Αυτό έχει ως συνέπεια να κινδυνεύουν να θεωρηθούν νοθευμένα. Το πρόβλημα είναι ότι δεν γνωρίζουμε αν οφείλεται ,στην ποικιλία της ελιάς ,στις υψηλές θερμοκρασίες των μαλακτήρων των ελαιοτριβείων ή στην υπερωρίμανση του καρπού.

5.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο

Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη στο ελαιόλαδο. Μεταξύ αυτών των παραγόντων είναι οι εδαφοκλιματολογικοί, ο κύκλος ωρίμανσης του καρπού και η φύση της ποικιλίας (Gutierrez et al., 1999, Hajana et al., 1998. Koutsaftakis et al., 2000), οι διαδικασίες εξαγωγής ελαιολάδου και συνθήκες αποθήκευσης (Gracia, 2001, Gutierrez et al., 2000, Koutsaftakis et al., 1999, Maatta et al., 1999, Pasqualone & Catalano, 2000, Piironen, et al., 2000). Έχουν επίσης μελετηθεί οι επιπτώσεις των αγρονομικών και κλιματικών συνθηκών (El Antari et al., 2000, Stefanoudaki et al., 2001).

Ο Temime et al. (2008) μελέτησαν την επίδραση της ποικιλίας ελαιοκάρπου Chetoui σε δυο έτη συγκομιδής (2003-2004 και 2004-2005) σε 10 διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές της βόρειας Τυνησίας με διαφορετικές εδαφοκλιματολογικές συνθήκες. Σύμφωνα με τους συγγραφείς η περιεκτικότητα στην ερυθροδιόλη στην περιοχή της Amdoun ήταν υψηλότερη ενώ στην περιοχή της Elles ήταν χαμηλότερη. Επομένως προκύπτει το συμπέρασμα η γεωγραφική περιοχή όπου καλλιεργείται το ελαιόδεντρο έχει

επίδραση στην ποικιλία της ελιάς με σημαντική επιρροή στο επίπεδο των τριτερπενικών διαλκοολών. (Πίνακας 5.1). Αυτά τα ευρήματα συμφωνούν και με τα αποτελέσματα των Ouni et al. (2011) καθώς και των Sanchez-Cano et al. (2004) στη μελέτη τους για τα Ισπανικά ελαιόλαδα.

Πίνακας 5.1:Περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες στα δείγματα ελαιολάδου της ποικιλίας Chetoui

Περιοχή καλλιέργειας	Ερυθροδιόλη (%)	Ουβαόλη (%)	Ερυθροδιόλη+ Ουβαόλη(%)
Amdoun	2,41 ± 0,04	0,79 ± 0,00	3,20±0,04
Testour	1,92 ± 0,01	0,63 ± 0,00	2,55±0,00
Bou Arada	1,65 ± 0,09	0,38 ± 0,02	2,04±0,07
Lakhouet	2,36 ± 0,00	0,53 ± 0,00	2,89±0,00
Gaafour	1,73 ± 0,00	0,63 ± 0,00	2,36±0,00
Chuigui	1,44 ± 0,12	0,63 ± 0,03	2,07±0,09
Slouguia	1,45 ± 0,03	0,43 ± 0,00	1,88±0,04
Elles	0,85 ± 0,02	0,37 ± 0,00	1,23±0,01
Sers	1,59 ± 0,03	0,43 ± 0,09	2,02±0,14
Borj El Amri	1,53 ± 0,07	0,43 ± 0,08	1,96±0,15

Πηγή: Temime et al. (2008)

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Fuentes de Mendoza et al. (2013) και είχε ως σκοπό να εξετάσει την επίδραση της ωρίμανσης του ελαιόκαρπου στη χημική σύνθεση παρθένων ελαιολάδων ανάλογα με την ωρίμανση στις ισπανικές ποικιλίες Morisca και Carrasquera, αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη μειώνεται με την ωρίμανση των ελαιόκαρπων.

Πίνακας 5.2: Περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες σε διάφορα στάδια ωρίμανσης

Στάδιο ωρίμανσης	Erythrodol (%)	Uvaol (%)	Erythrodol +Uvaol (%)
Πράσινο	3,25	0,41	3,65
Κηλίδες	3,11	0,37	3,48
Ωριμος	2,88	0,39	3,27

Πηγή: Fuentes de Mendoza et al (2013)

Το άθροισμα της ερυθροδιόλης + ουβαόλης (Πίνακας 5.2) μειώνεται καθώς αυξάνεται ο δείκτης ωριμότητας των ελαιόκαρπων. Επίσης είναι προφανές εάν κάθε διαλκοόλη εξετάζεται ανεξάρτητα. Επομένως μόνο τα ελαιόλαδα που παράγονται από

ελαιόκαρπους σε ένα στάδιο ωρίμανσης (άγουρο, ώριμο, υπερώριμο) μπορούν να διακριθούν σημαντικά, λόγω της περιεκτικότητας σε ερυθροδιόλη.

Στην ελαιοκομική περίοδο 2020-2021 στο Αγροτικό Ελαιουργικό Συνεταιρισμό Καλαμάτας πραγματοποιήθηκε έκθλιψη άγουρου (πράσινου) ελαιόκαρπου ποικιλίας Κορωνέϊκη στα τέλη του Οκτωβρίου. Τηρήθηκαν όλοι οι παράμετροι (αποθήκευση του ελαιοκάρπου σε διάτρητα τελάρα και έκθλιψη μέσα σε 24 ώρες). Στην χημική ανάλυση του παραχθέντος ελαιολάδου η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη ήταν στα ανωτέρα όρια.

Οι ερευνητές Boukroune et al. (2017) εξέτασαν την επίδραση της ποικιλίας του ελαιόκαρπου στη χημική σύνθεση παρθένων ελαιολάδων ανάλογα με την ωρίμανση στις Αλγερινές ποικιλίες Chemlal, Aghenfas, Buichret και Mekki, κατά το έτος συγκομιδής 2013-2014. Σύμφωνα με τους συγγραφείς η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη μειώνεται με την ωρίμανση των ελαιοκαρπών. Αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης των τριτερπενικών διαλκοόλων (ερυθροδιόλη και ουβαόλη) των διαφορετικών ελαιολάδων δείγματα δίνονται στον Πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3: Η περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες σε διαφορετικές ποικιλίες ανάλογα με τα στάδια ωρίμανσης του ελαιόκαρπου

Ποικιλία	Χρονική Περίοδος – Στάδιο Ωρίμανσης							
	End Sep	Mid-Oct	End Oct	Mid Nov	End Nov	Mid-Dec	End Dec	Mid-Jan
Chemal	31,0±2,6	20,7±1,2	21,0±2,3	19,8±1,2	18,2±2,0	20,7±1,7	18,8±0,9	18,4±1,1
Aghenfas	57,9±1,1	53,6±3,2	52,2±4,2	31,9±2,5	34,4±1,5	29,4±2,5	30,1±1,4	18,3±0,7
Buichret	29,1±1,8	30,9±1,9	33,2±2,3	32,2±1,7	38,5±2,6	31,1±1,4	24,7±2,1	22,1±1,2
Mekki	32,3±2,52	32,7±1,5	45,9±3,4	42,7±2,5	41,5±2,5	37,9±1,9	33,8±1,8	23,0±2,8

Πηγή: Boukroune et al. (2017)

Όλες οι τιμές ήταν σύμφωνες με το όριο που καθορίστηκε από την Κανονισμός του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου για «βρώσιμα παρθένα ελαιόλαδο», το οποίο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 4,5% των συνολικών στερολών (IOC, 2016). Παρατηρήθηκε μια σημαντική διαφορά μεταξύ των μελετηθέντων ποικιλιών που συμφωνεί αρκετά με τα ευρήματα άλλων μελετών (Manai Djebali et al., 2012, Sánchez-Casas et al., 2004). Η ποικιλία Aghenfas παρουσίασε το υψηλότερα επίπεδα που μπορούν να φτάσουν τα 58 mg/kg ειδικά σε πρώιμο στάδιο ωριμότητας, ενώ τα χαμηλότερα επίπεδα παρατηρήθηκαν σε ποικιλία Chemlal, οι άλλες δύο ποικιλίες, δηλαδή Buichret και Mekki παρουσίασαν παρόμοια επίπεδα στα περισσότερα στάδια ωριμότητας. Όσον αφορά τα επίπεδα

ερυθροδιόλης και ουβαόλης κατά τη διάρκεια ωρίμανσης, παρατήρησαν πτωτική τάση με την αύξηση του βαθμού ωριμότητας. Επομένως προκύπτει το συμπέρασμα ότι το στάδιο της ωριμότητας έχει σημαντική επιρροή στο επίπεδο των τριτερπενικών διαλκοολών. Αυτά τα ευρήματα συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Yorulmaz et al. (2013) και διαφωνούν με τα αποτελέσματα που βρέθηκαν από τους Sánchez-Casas et al. (2004) στη μελέτη τους για τα Ισπανικά ελαιόλαδα.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω οι Koutsaftakis et al. (1999) που πραγματοποίησαν έρευνα στην Κορωνέϊκη ποικιλία σε τρία στάδια ωριμότητας του καρπού (άγουρο, ώριμο, υπερώριμο) για δυο συνεχόμενα έτη συγκομιδής (1995-1996 και 1996-1997) διαπίστωσαν ότι η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη είναι αυξημένη στον υπερώριμο καρπό. Σε αυτό ίσως οφείλεται ότι η Κορωνέϊκη ποικιλία έχει τάση σε υψηλά όρια της ερυθροδιόλης.

Μια πολύ λεπτομερή μελέτη πραγματοποιήθηκε από τους Guillaume et al. (2012) στα ελαιόλαδα από τις τρεις διαφορετικές ποικιλίες (Frantoio, Barnea και Picual) στην Αυστραλία. Διαπιστώθηκε ότι και ερυθροδιόλη και ουβαόλη επηρεάζονται σημαντικά από το μέγεθος και το βαθμό ωρίμανσης των ελαιόκαρπων.

Πίνακας 5.4: Συγκεντρώσεις σε τριτερπενικές διαλκοόλες παραγωγής ελαιολάδου με βάση το μέγεθος και την ωριμότητα των ελαιόκαρπων

Χρόνος συγκομιδής	Erythrodiol + uvaol (%)
Early harvest	1,16
Medium harvest	1,02
Delayed harvest	0,92
Μέγεθος καρπού	
Small size	1,19
Medium size	1,12
Large size	0,89

Πηγή: Guillaume et al. (2012)

Παρόμοια με τις άλλες παραμέτρους επεξεργασίας που αξιολογήθηκαν, η καθυστέρηση μεταξύ της συγκομιδής και της επεξεργασίας ελαιολάδου επηρέασε σημαντικά το ποσοστό της ερυθροδιόλης και ουβαόλης. Τα επίπεδα της ερυθροδιόλης και ουβαόλης αυξήθηκαν με το πέρασμα των ωρών και ημερών.

Σύμφωνα με τους Serena Maria Prezioso et al. (2010), για τον έλεγχο της επίδρασης της μεθόδου έκθλιψης στον ελαιόκαρπο πραγματοποιήθηκαν πειραματικές δοκιμές χρησιμοποιώντας δύο παρτίδες ελιάς, την πρώτη που αποτελείται από ένα μείγμα

των ποικιλιών Ogliarola di Bitonto (30%) και Leccino (70%) και η δεύτερη από μείγμα Peranzana (80%) και Leccino (20%), σε ελαιοτριβείο τριών φάσεων. Η εξαγωγή του ελαιόλαδου γίνεται με φυγόκεντρο που παράγει δύο ροές ελαιολάδου: πρώτη και έλαια δεύτερης εξαγωγής (ανάκτησης).

Προκειμένου να επαληθευτεί η επίδραση της μεθόδου έκθλιψης στη ποιότητα του ελαιολάδου, οι τεχνολογικές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν ως εξής:

- (i) έκθλιψη ελαιοκάρπου από τον μεταλλικό θραυστήρα σε κινητά μαχαίρια και επακόλουθη έκθλιψη της ληφθείσας ελαιόπαστας από ένα πέτρινο μύλο από γρανίτη για 20 λεπτά, μάλαξη της ελαιόπαστας για 45 λεπτά στους 27°C,
- (ii) έκθλιψη ελαιοκάρπου από τον μεταλλικό θραυστήρα σε κινητά μαχαίρια και μάλαξη της ελαιόπαστας για 60 λεπτά στο 27°C;
- (iii) έκθλιψη ελαιοκάρπου από το μύλο με πέτρα γρανίτη για 30 λεπτά, μάλαξη της ελαιόπαστας για 40 λεπτά στους 27°C.

Ο χρόνος μάλαξης για την πρώτη και την τρίτη έκθλιψη είναι 40-45 λεπτά αντί για 60 λεπτά λόγω έκθλιψης με τις μυλόπετρες η ελαιόπαστα έχει αργή κίνηση.

Πίνακας 5.5: Περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη + ουβαόλη(%) σε δυο τύπους ελαιολάδου από φυγοκεντρικό διαχωριστήρα λαδιού και νερού από ελαιόπαστες διαφορετών μεθόδων έκθλιψη

Crusher+stone	2,2±0,1	2,7±0,2	1,6±0,1	-
Crusher	1,6±0,1	2,5±0,3	2,1±0,1	3,6±0,2
Stone mill	1,7±0,3	2,8±0,2	2,3±0,2	3,9±0,2
Ποικιλίες	Ogliarola di Bitonto Leccino	Ogliarola di Bitonto Leccino	Peranzana Leccino	Peranzana Leccino

Πηγή: Serena Maria Preziusi et al. (2010)

Τα αποτελέσματα της μελέτης των Allouche et al. (2010) φαίνονται στο Πίνακα 5.6 στον οποίο συνοψίζονται δεδομένα (mg/kg) της ερυθροδιόλης σε ελαιόλαδα των ποικιλιών Arbequina και Picual για διαφορετικά επίπεδα έκθλιψης, θερμοκρασίας μάλαξης και συνδυασμοί χρόνου κατά την εκχύλιση ελαιολάδου.

Οι ελαιοκάρποι εκθλίπτονται σε σφυρόμυλο με ταχύτητα 3850 rpm, χρησιμοποιώντας κόσκινα σε διαμέτρους 4, 5 και 6 mm και η μάλαξη της ελαιόπαστας σε θερμοκρασίες 20 και 30°C, με χρόνο μάλαξης 20 και 40 λεπτά.

Όπως φαίνεται, για τα ελαιόλαδα ποικιλίας Arbequina, προέκυψε ένα λεπτότερο επίπεδο έκθλιψης υψηλότερης περιεκτικότητας σε ερυθροδιόλη. Η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη αυξήθηκε μόνο για το μεγαλύτερο χρόνο μάλαξης. Για τα ελαιόλαδα ποικιλίας Picual, υψηλότερες συγκεντρώσεις ερυθροδιόλης ελήφθησαν σε μεγαλύτερο χρόνο μάλαξης της ελαιόπαστας.

Πίνακας 5.6: Ποσοτικά δεδομένα (mg/kg) ερυθροδιόλης σε ελαιόλαδα των ποικιλιών Arbequina και Picual σε διαφορετικά επίπεδα έκθλιψης, θερμοκρασίας μάλαξης και συνδυασμοί χρόνου κατά την εκχύλιση ελαιολάδου.

Processing conditions	Arbequina	Picual
4mm/20°C/20min	24,31 ± 0,26	17,09±2,07
5mm/20°C/20min	13,39±1,11	13,66±0,59±
6mm/20°C/20min	16,46±1,24	12,40±0,99
4mm/20°C/40min	27,43±0,80	16,47±2,08
5mm/20°C/40min	17,00±1,54	13,81±0,42
6mm/20°C/40min	19,13±0,80	17,68±2,37
4mm/30°C/20min	24,26±1,70	18,00±1,86
5mm/30°C/20min	15,64±0,24	17,64±1,16
6mm/30°C/20min	15,98±0,46	16,47±0,86
4mm/30°C/40min	25,49±2,20	17,86±0,59
5mm/30°C/40min	21,66±3,57	15,55±1,17
6mm/30°C/40min	20,39±1,42	15,85±3,38

Πηγή: Allouche et al. (2010)

Η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη στα ελαιόλαδα της ποικιλίας Arbequina (Πίνακας 5.6) έχει υψηλότερες τιμές όταν οι ελαιόκαρποι εκθλίπτονται με το μικρότερο κόσκινο (διάμετρος 4 mm). Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των άλλων διαμέτρων κόσκινου (5 και 6 mm). Αντιθέτως, για τα ελαιόλαδα της ποικιλίας Picual δεν επηρεάστηκε σε σημαντικό βαθμό. Τα αποτελέσματά είναι παρόμοια με μια προηγούμενη εργασία (Cert et al., 1999) σχετικά με περιορισμένη επίδραση της διαμέτρου του κόσκινου στις τριτερπενικές ενώσεις. Συγκρίνοντας τη διάμετρο κόσκινου 5 και 6 mm, αυτοί οι συγγραφείς δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές για τις τριτερπενικές διαλκοόλες σε ελαιόλαδα που λαμβάνονται από την ποικιλία Picual. Στην παρούσα εργασία, δοκιμάστηκε η μικρότερη διάμετρος μεγέθους κόσκινου και βρέθηκαν σημαντικές διαφορές. Οι τριτερπενικές ενώσεις βρίσκεται κυρίως στο εξωκάρπιο του καρπού της ελιάς (Bianchi et al, 1992, Frega & Lercker, 1986). Επομένως, μια λεπτότερη έκθλιψη θα βοηθούσε στην

επίτευξη πιο ολοκληρωμένου σπασίματος του φλοιού της ελιάς, αυξάνοντάς την συγκέντρωση στο ελαιόλαδο.

Προηγούμενες έρευνες έχουν αναφέρει ότι μόνο σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 50–60°C, ουσίες όπως οι τριτερπενικές διαλκοόλες μπορούν να γίνουν πιο διαλυτές στην ελαιώδη φάση και αυξάνουν τη συγκέντρωσή τους στο παρθένο ελαιόλαδο.

Επίσης τα αποτελέσματα της μελέτης των Polari et al. (2018) σε βιομηχανική κλίμακα έδειξαν ότι σε σφυρόμυλους με κόσκινα διαμετρών 5 mm και 7 mm, με ταχύτητες 2400 και 3600 rpm και με χρόνους μάλαξης 30 και 75 min αυξήθηκαν τα επίπεδα της ερυθροδιόλης σημαντικά όταν χρησιμοποιήθηκαν μεγαλύτεροι χρόνοι μάλαξης ελαιόπαστας.

Οι Reboredo et al. (2014) μελέτησαν την επίδραση των συνθηκών μάλαξης στις βασικές ποιοτικές παραμέτρους, των εξαιρετικά παρθένων ελαιολάδων προερχόμενων από τις ποικιλίες Morisca και Manzanilla de Sevilla που καλλιεργούνται σε μια αναδεδυμένη περιοχή ελαιοκαλλιέργειας στη βορειοδυτική Ισπανία σε βιομηχανικό επίπεδο. Για το σκοπό αυτό, δοκιμάστηκαν δύο θερμοκρασίες (20 και 30°C) και δύο χρόνοι μάλαξης (30 και 90 min).

Λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση του χρόνου στα δυο είδη ελαιολάδου που μελετήθηκαν, παρατηρήθηκε ότι το άθροισμα ερυθροδιόλης και ουβαόλης, εκφρασμένο ως άθροισμα του ποσοστού των συνολικών στερολών, δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στη συνολική σύνθεση ερυθροδιόλη + ουβαόλη. Παρ' όλα αυτά, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει μια τάση, αξιολογώντας την επίδραση της θερμοκρασίας μάλαξης στο ελαιόλαδο Morisca, υψηλότερη περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες όταν η ελαιόπαστα υπέστη μάλαξη στην υψηλότερη θερμοκρασία (30 έναντι 20°C). Σύμφωνα με τους Allouche et al. (2010), η άνοδος αυτή θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες μειώνουν το ιξώδες του λαδιού, συνεπώς η εκχύλιση αυτών των ενώσεων από την ελαιόπαστα ευνοείται.

Στην ερευνητική εργασία οι Guillaume et al. (2012) μελέτησαν τρεις ποικιλίες ελιών (Frantoio, Barnea και Picual), το στάδιο ωρίμανσης (άγουρο, ώριμο, υπερώριμο), με χρόνου μάλαξης σε 15, 30 και 60 min και θερμοκρασίες μάλαξης 15, 25, 35°C. Ο χρόνος μάλαξης στο στάδιο της προετοιμασίας της πάστας είναι πολύ σημαντική παράμετρος ορθής πρακτικής παραγωγής. Όπως και υποδεικνύεται, η ερυθροδιόλη και η ουβαόλη επηρεάστηκαν από το χρόνο της μάλαξης. Ομοίως με τον χρόνο μάλαξης, η θερμοκρασία επεξεργασίας είναι μια άλλη σημαντική παράμετρος κατά τη διαδικασία παραγωγής

ελαιολάδου. Αντίστοιχα, ερυθροδιόλη και ουβαόλη επηρεάστηκαν σημαντικά από τη θερμοκρασία μάλαξης σύμφωνα και με τη μελέτη των Koutsaftakis et al. (1999).

Οι Koutsaftakis et al. (1999) πραγματοποίησαν έρευνα στην ποικιλία Κορωνέικη σε τρία στάδια ωριμότητας του καρπού (άγουρο, ώριμο, υπερώριμο) για δυο συνεχόμενα έτη συγκομιδής (1995-1996 και 1996-1997) σε θερμοκρασίες μάλαξης 30 και 45°C. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι η επίδραση του συστήματος εκχύλισης στο κλασσικό και τριφασικό είναι στα ίδια επίπεδα εκτός από των δυο φάσεων όπου είναι αυξημένη η ερυθροδιόλη (Πίνακας 5.7).

Πίνακας 5.7: Περιεκτικότητα σε τριτερπενικές διαλκοόλες ανάλογα με την ωρίμανση και θερμοκρασία μάλαξης

	November	December	January	30°C	45°C
Erythrodiol	1,4	1,2	1,7	1,5	1,4
Uvaol	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0

Πηγή: Koutsaftakis et al. (1999)

Οι Stefanoudaki et al. (2000) πραγματοποίησαν έρευνα σε τρεις ευρωπαϊκές ποικιλίες την Coratina (Pescara, Ιταλία), Picual (Sevilla, Ισπανία) και την Κορωνέικη (Χανιά, Ελλάδα) στο ίδιο στάδιο ωριμότητας του ελαιόκαρπου για δυο συνεχόμενα έτη (1995-1996 και 1996-1997). Η έκθλιψη του ελαιόκαρπου έγινε την ίδια μέρα με σφυρόμυλο και κόσκινο με 5mm. Η μάλαξη της ελαιόπαστας έγινε για 20 min στους 30°C. Κατά τη σύγκριση των ελαιολάδων από τις τρεις ποικιλίες με τον δείκτη γνησιότητας της ερυθροδιόλης και της ουβαόλης, διαπίστωσαν ότι τα επίπεδα των τριτερπενικών διαλκοολών ήταν όλα κάτω από το ανώτερο νόμιμο όριο 4,5% που καθορίστηκε για το EVOO (ΕΕ, 1991). Παρατήρησαν επίσης ότι το ποσοστό των τριτερπενικών διαλκοολών στην Κορωνέικη ποικιλία ήταν πολύ αυξημένο σε σχέση με τις άλλες δυο ποικιλίες,

Οι Skiada et al. (2019) σε έρευνα που πραγματοποίησαν στα μεσσηνιακά ελαιόλαδα για το ελαιόλαδο ΠΟΠ Καλαμάτα έξτρα παρθένο με 71 δείγματα από διάφορα σημεία του νομού Μεσσηνίας με ελαιόκαρπο της ποικιλίας Κορωνέικη για ένα έτος συγκομιδής (2014-2015). Η επεξεργασία των ώριμων καρπών γινόταν την ίδια μέρα σε διάφορα ελαιοτριβεία των δυο και τριών φάσεων με θερμοκρασία μάλαξης 27-28°C για 30 λεπτά. Κατά τη σύγκριση των ελαιολάδων όλων των δειγμάτων με τον δείκτη γνησιότητας της ερυθροδιόλης και της ουβαόλης, διαπίστωσαν ότι τα επίπεδα των τριτερπενικών διαλκοολών ήταν όλα κάτω από το ανώτερο νόμιμο όριο 4,5% που καθορίστηκε για το

EVOO (EE, 1991). Το ποσοστό της ολικής ερυθροδιόλης ήταν στο 2,85%. Ωστόσο υπήρχαν σε μικρό ποσοστό τη τάξεως του 8,06% των δειγμάτων που ξεπέρασαν το όριο των 4,5%. Προκύπτει το συμπέρασμα πως η Κορωνέϊκη ποικιλία δείχνει μια τάση σε υψηλή περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη.

Σε ερευνητική μελέτη των Pehlivan & Yilmaz (2010) οι οποίοι πήραν οκτώ διαφορετικά δείγματα ελαιολάδου με τους ορισμούς του από την τοπική ποικιλία Ayvalik κατά το έτος συγκομιδής 2007–2008. Το εξευγενισμένο ελαιόλαδο και το πυρηνέλαιο παράχθηκαν επίσης από τους πόρους της περιοχής. Η μελέτη αυτή έδειξε ότι υπάρχουν διακυμάνσεις σε περιεκτικότητα ερυθροδιόλης.

Οι Allouche et al. (2007) μελέτησαν την επίδραση των χρόνων παραμονής σε υψηλή θερμοκρασία των εξαιρετικά παρθένων ελαιολάδων στους δείκτες ποιότητας και την χημική σύσταση από τις ισπανικές ποικιλίες Arbequina και Picual. Για το σκοπό αυτό δοκιμάστηκαν σε θερμοκρασία (180°C) σε 10 χρόνους θέρμανσης (2, 4, 6, 8, 12, 16, 18, 20 και 36 ώρες) Αναφέρεται ότι οι τριτερπενικές διαλκοόλες (ερυθροδιόλη και ουβαόλη) παρουσιάσουν αρκετή σταθερότητα έναντι της οξειδωσης του ελαιόλαδου.

Πίνακας 5.8: Αλλαγές στην περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη (mg/kg) σε VOO κατά την θέρμανση στους 180°C.

Χρόνος θέρμανσης (h)	Arbequina	Picual
2	12,33±0,62	7,69±0,11
4	12,33±0,33	7,79±0,66
6	12,33±1,20	8,59±0,54
8	14,95±3,16	9,95±2,01
12	12,87±1,88	7,88±0,18
14	11,28±0,009	7,62±1,22
16	12,62±1,72	9,35±0,71
18	11,76±0,35	8,43±0,84
20	12,00±0,39	9,29±1,17
36	13,69±0,83	10,14±0,52

Πηγή: Allouche et al. (2007)

6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αυτή η εργασία αποσκοπεί πως οι εδαφοκλιματολογικές συνθήκες σε συνάρτηση με την ποικιλία, την ωρίμανση του ελαιόκαρπου, τη συγκομιδή, τον τρόποι εξαγωγής ελαιολάδου και αποθήκευσης επηρεάζουν τα επίπεδα της ερυθροδιόλης στο ελαιολάδο.

Η εξακρίβωση της ποιότητας του ελαιόλαδου είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς το ελαιόλαδο παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη Μεσογειακή διατροφή. Οι καταναλωτές, ενημερώνονται όλο και περισσότερο σχετικά με τα πολλαπλά οφέλη της κατανάλωσης του παρθένου ελαιόλαδου με αποτέλεσμα, η κατανάλωσή του να αυξάνεται σταθερά. Ωστόσο, η σταθερή αύξηση της ζήτησής του και το υψηλό κόστος παραγωγής του, το καθιστά πιο ακριβό από τα υπόλοιπα έλαια. Για το λόγο αυτό, πολλοί έμποροι νοθεύουν το παρθένο ελαιόλαδο με πιο φθηνά φυτικά έλαια, όπως το πυρηνέλαιο.

Η ερυθροδιόλη είναι από τα κύρια συστατικά των τριτερπενικών διαλκοολών που υπάρχουν στον ελαιόκαρπο, τα φύλλα του ελαιόδεντρου και στο ελαιόλαδο. Η συγκέντρωσή της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο εξαρτάται από τη γεωγραφική τους προέλευση, την ποικιλία, τους τεχνολογικούς παράγοντες και παρουσιάζει ιδιότητες, όπως αντικαρκινική, καρδιοπροστατευτική, αντιφλεγμονώδη δράση και αντιοξειδωτική προστασία.

Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για τη διερεύνηση αυτής της κρίσιμης φάσης και της επιρροής της στην ποιότητα του ελαιολάδου. Παρακάτω αναφέρονται τα εξαγόμενα συμπεράσματα:

1. Η γεωγραφική περιοχή όπου καλλιεργείται το ελαιόδεντρο έχει επίδραση στην ποικιλία της ελιάς με σημαντική επιρροή στο επίπεδο της ερυθροδιόλης.
2. Φαίνεται ότι κάποιες ποικιλίες έχουν τάση αυξημένων επιπέδων ερυθροδιόλης όπως πχ η Κορωνέικη όπου σε συνδυασμό με το βαθμό ωριμότητας του ελαιόκαρπου (άγουρο-ώριμο-υπερώριμο) επηρεάζουν τα επίπεδα της ερυθροδιόλης. Όσον αφορά τα επίπεδα ερυθροδιόλης και ουβαόλης κατά τη διάρκεια διαδικασία ωρίμανσης, παρατηρήθηκε πτωτική τάση στην αύξηση του βαθμού ωριμότητας. Επομένως προκύπτει το συμπέρασμα ότι η διαδικασία της ωριμότητας έχει σημαντική επιρροή στο επίπεδο των τριτερπενικών διαλκοολών.
3. Συγκεντρώσεις σε ερυθροδιόλη επηρεάζονται και από το μέγεθος και την ωρίμανση του ελαιόκαρπου. Προκύπτει ότι στο μικρό μέγεθος και άγουρο ελαιόκαρπο είναι μεγαλύτερη η περιεκτικότητα του σε ερυθροδιόλη.

4. Η καθυστέρηση μεταξύ συγκομιδής και διαδικασίας επεξεργασίας ελαιολάδου επηρεάζει σημαντικά το ποσοστό της ερυθροδιόλης. Τα επίπεδα της ερυθροδιόλης αυξάνονται με το πέρασμα των ωρών και ημερών.
5. Η έκθλιψη του ελαιοκάρπου σε διαφορετικούς τύπους σπαστήρα, διάμετρο του κόσκινου καθώς σε διάφορους χρόνους και θερμοκρασίες μάλαξης της ελαιόπαστας επηρεάζουν το επίπεδο της ερυθροδιόλης στο ελαιόλαδο. Έχει υψηλότερες τιμές όταν οι ελαιόκαρποι εκθλίπτονται με το μικρότερο κόσκινο διάμετρος. Αύξηση του χρόνου μάλαξης οδηγεί σε γενικές γραμμές σε αύξηση των επιπέδων της ερυθροδιόλης σε ανεξάρτητα από το μέγεθος των κόσκινων.
6. Η επίδραση των χρόνων παραμονής σε υψηλή θερμοκρασία των εξαιρετικά παρθένων ελαιολάδων στους δείκτες ποιότητας και την χημική σύσταση έδειξε ότι η παραμονή του ελαιολάδου σε υψηλές θερμοκρασίες δεν επηρεάζει τα επίπεδα της ερυθροδιόλης και οι τριτερπενικές διαλκοόλες παρουσιάσουν σχετικά σταθερότητα έναντι της οξείδωσης του ελαιόλαδου.
7. Η περιεκτικότητα σε ερυθροδιόλη χρησιμεύεται ως κριτήριο γνησιότητας ελαιολάδου και υπολογίζεται μαζί με την ουβαόλη ως δείκτης νοθείας.

θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι τα επίπεδα της ερυθροδιόλης στο παρθένο ελαιόλαδο είναι στο επιθυμητό επίπεδο με την συλλογή στο άριστο στάδιο ωρίμανσης του ελαιόκαρπου, με τη ρύθμιση των παραμέτρων έκθλιψης, μάλαξης και εξαγωγής ελαιολάδου με πιο μεγάλη ακρίβεια. Ωστόσο κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω έρευνα και μελέτη των διαφορετικών συστημάτων επεξεργασίας σε σχέση με την ποικιλία του ελαιόκαρπου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Ajana, H., El Antari, A., & Hafid, A. (1998). Fatty acids and sterols evolution during the ripening of olives from the Moroccan Picholine cultivar. In Fatty acids and sterols evolution during the ripening of olives from the Moroccan Picholine cultivar. *Grasas y Aceites* 49 (5-6), p. 405-410.
- Allouche, Y., Jiménez, A., Gaforio, J. J., Uceda, M., & Beltrán, G. (2007). How heating affects extra virgin olive oil quality indexes and chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, p. 96-54.
- Allouche, Y., Jiménez, A., Uceda, M., Paz Aguilera, M., & Gaforio, J. J. (2010). Influence of olive paste preparation conditions on virgin olive oil triterpenic. *Food Chemistry*, 119, p. 765–769.
- Baccouri, B., Manai, H., Casas, J., & Osorio, E. (2018). Tunisian wild olive (*Olea europaea* L. subsp. *oleaster*) oils: Sterolic and triterpenic dialcohol compounds. *Industrial Crops and Products*, 120, p. 11-15.
- Barranco, A., Alonso-Salces, R. M., Crespo, I., Berrueta, L. A., Gallo, B., Vicente, F. & Sarobe, M. (2004). Polycyclic aromatic hydrocarbon content in commercial Spanish fatty foods. *J. Food Prot.*, 67(12), p. 2786–2791.
- Beltran, G., Del Rio, C, Sanchez, S., & Martinez, L. (2004). Influence of harvest date and crop yield on the fatty acid composition of virgin olive oils from cv. Picual. *J. Agric. Food Chem.*, 52, p. 3434–3440.
- Beneito-Cambra, M., Moreno-González, D., García-Reyes, J. F., Bouza, M., Bienvenida-Gilbert-López, B. & Molina-Díaz, A. (2020). Direct analysis of olive oil and other vegetable oils by mass spectrometry: a review. *Trends in Analytical Chemistry*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.116046>
- Besnard, G., Rubio de Casas, R., Christin, P.-A., & Vargas, P. (2009). Phylogenetics of *Olea* (Oleaceae) based on plastid and nuclear ribosomal DNA sequences: Tertiary climatic shifts and lineage differentiation times. *Annals of Botany*, 104(1), p. 143–160.
- Bianchi, G., Murelli, C. & Vlahov, G. (1992). Surface waxes from olive fruits. *Phytochemistry*, 31(10), p. 3503-3506.

- Bilgin, M., Sahin, S. (2013). Effects of geographical origin and extraction methods on total phenolic yield of olive tree (*Olea europaea*) leaves. *Journal of the Taiwan Institute of the Chemical Engineers*, 44: (1), p. 8-12.
- Blekas, G., Boskou, D., & Tsimidou, M. (2006). Olive Oil Composition. In *Olive Oil: Chemistry and Technology*, Boskou, D., Ed. AOCS Press: Champaign, IL, USA, p. 41–72.
- Boskou, D. (2006). *Olive Oil: Chemistry and Technology*. USA: 2nd ed.; AOCS Press: Champaign, IL, p. 41–93.
- Boskou, D. (2015). Olive fruit, table olives, and olive oil bioactive Constituents. In: Boskou D (ed) “Olive and Olive Oil Bioactive Constituents”. AOCS Press, Urbana, Illinois, p. 1-31.
- Boulkroune, H., Lazzez, A., Guissous, M., Bellik, Y., Smaoui, S. & Grati Kamoun, N. (2017). Characterization of sterolic and alcoholic fractions of some Algerian olive oils according to the variety and ripening stage. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids* 24(5), A502. doi:[10.1051/ocl/2017026](https://doi.org/10.1051/ocl/2017026).
- Breviglieri, N., Battaglia, E. (2014). Ricerche Cariologiche in *Olea Europaea* L. *Caryologia*, 6: (2-3), p. 271-283.
- Cano, M. M., Gordillo, C., de Mendoza, M. F., Vertedor, D. M., & Casas, J. (2015). The sterol and erythrodiol + uvaol content of virgin olive oils produced in five olive growing zones of Extremadura (Spain). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93, p. 227–235.
- Caramia, G., Gori, A., Valli, E., & Cerretani, L. (2012). Virgin olive oil in preventive medicine: from legend to epigenetics. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 114, p. 193-205.
- Catala, A. (2012). *Tocopherol: Sources, Uses and Health Benefits*. Nova Science Publishers, Incorporated.
- Cert, A., Alba, J., Pérez-Camino, M. C., Ruiz-Gómez, A., Hidalgo, F. & Moreda, W. (1999). Influencia de los sistemas de extracción sobre las características y los componentes menores del aceite de oliva virgen extra. *Olivae*, 79, p. 41–50.
- Cirilli, M., Bellincontro, A., Urbani, S., Servili, M., Esposto, S. & Mencarelli, F. (2016). On-field monitoring of fruit ripening evolution and quality parameters in olive mutants using a portable NIR-AOTF device. *Food Chemistry*, 199, p. 96-104.
- El Antari, A., Hilal, A., Boulouha, B., & El Moudni, A. (2000). Estudio de la influencia de la variedad, los factores ambientales y la técnicas decultivo en las características

- de los frutos y la composición química del aceite de oliva virgen extra de Marruecos. *Olivae*, 80, p. 29–36.
- Esteves da Silva, J. (2010). Chemometric classification of cultivars of olives: perspectives on Portuguese olives - olives and olive oil in health and disease prevention. *Olives Olive Oil Health Dis Prev.*, p. 33–42.
- EUROPEAN COMMISSION. (2011). COMMISSION REGULATION (EU) No 61/2011 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. *Official Journal of the European Union*, 2, p. 1–14.
- FAOSTAT. (2016). Global olive oil production. UN, Brussels.
- Fedeli, E. (1993). Olive Oil Technology. *Olivae*, 45, p. 20–23.
- Frega, N., Lercker, G. (1986). Lipid minor components of the olive drupe in different steps of ripening. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 63, p. 393–398.
- Fuentes de Mendoza, M., de Miguel Godillo, C., Marín Expósito, J., Sánchez Casas, J., Martínez Cano, M., Martín Vertedor, D. & Franco Baltasar, M.N. (2013). Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening in olives. *Food Chem.* 141(3), p. 2575–2581.
- Galanakis, C. (2011). Olive fruit dietary fiber: components, recovery and applications. *Trends in Food Science & Technology* 22 (4), p.175-184.
- Gandul-Rojas, B., Roca, M., & Gallardo-Guerrero, L. (2016). Chlorophylls and carotenoids in food products from olive tree. In Boskou, D., Clodoveo, M. L. (Eds.) *Products from Olive Tree*, (ISBN 978-953-51-4806-7) In Tech Publisher, Rijeka, Croatia, chapter 5, p. 67. doi: 10.5772/64688.
- Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K., Gilani, A., & Saari, N. (2012). Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.), A Review. *Int. J. Mol. Sci.*, 13(3), p. 3291-3340.
- Giuffrè M. A. (2018). The evolution of free acidity and oxidation related parameters in olive oil during olive ripening from cultivars grown in the region of Calabria, South Italy. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(7), p. 539-548.
- Gracia, M. (2001). Composición química de distintas calidades de aceites de oliva virgen de la variedad “Empeltre” en el bajo Aragón. *Grasas y Aceites* 52(1), p. 52–58.
- Grigg, D. (2001). Olive oil, the Mediterranean and the world. *GeoJournal*, 53, p. 163–172.

- Guillaume, C., Ravetti, L., Lala Ray, D., & Johnson, J. (2012). Technological factors affecting sterols in Australian olive oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89, p. 29-39.
- Gutierrez, F., Jiménez, B., Ruíz, A., & Albi, M. (1999). Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. *J. Agric. Food Chem.*, 47(1), p. 121–127.
- Gutiérrez, F., Varona, I., & Albi, M. (2000). Relation of acidity and sensory quality with sterol content of olive oil from stored fruit. *J. Agric. Food Chem.*, 48(4), p. 1106–1110.
- Hajana, H.A., El Antari, A. & Hafifi, A. (1998): Fatty acids, sterol evolution during the ripening of olives from the Moroccan Picholine cultivar. *Grasas y aceite* 49, p. 405-410.
- International Olive Oil Council. (2015). Trade Standard Applying to Olive Oil and Olive-Pomace Oil. 3, pp. 1–17.
- Jimenez-Lopez, C., Carpena, M., Lourenço-Lopes, C., Gallardo-Gomez, M., Lorenzo, J. M. & Barba, F. J. (2020). Bioactive compounds and quality of extra virgin olive oil. *Foods*, 9(8), p. 1014. <https://doi.org/10.3390/foods9081014>.
- Koutsaftakis, A., Kotsifaki, F., & Stefanoudaki, E. (1999). Effect of extraction system, stage of ripeness and kneading temperature on the sterol composition of virgin olive oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76(12), p. 1477-1481
- Koutsaftakis, A., Kotsifaki, F., Stefanoudaki, E. & Cert, A. (2000). A three-year study on the variations of several chemical characteristics and other minor components of virgin olive oils extracted from olives harvested at different ripening stages. *Olivae*, 80, p. 22-27.
- Kruzlikova, D., Mocak, J., Katsoyannos, E., & Lankmayr, E. (2008). Classification and characterization of olive oils by UV-Vis absorption spectrometry and sensorial analysis. *Journal of Food and Nutrition Research*, 47(4), p. 181-188.
- Lombardo, L., Grasso, F., Lanciano, F., Loria, S., & Monetti, E. (2018). Broad-spectrum health protection of extra virgin olive oil compounds. *Natural Products Chemistry*, p. 41–77. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64057-4.00002-8>.
- Lukic, M., Lukic, I., Krapac, M., Sladonja, B., & Pilizota, V. (2012). Sterols and triterpene diols in olive oil as indicators of variety and degree of ripening. *Food Chem.*, 136, p. 251–258.

- Maatta, K., Lampi, A. M., Petterson, J., Fogelfors, B. M., Pironen, V., & Kamal-Eldin, A. (1999). Phytosterol content in seven oat cultivars grown at three locations in Sweden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, p. 1021–1027.
- Mailer, R. J., Ayton, J., & Graham, K. (2010). The influence of growing region, cultivar and Harvest Timing. *J Am Oil Chem Soc* 87:877–884.
- Manai-Djebali, H., Krichéne, D., Ouni, Y., Gallardo, L., Sánchez, J., & Osorio, E. (2012). chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia. *J. Food Compos Anal.*, 27, p. 109–119.
- Mariani, C., Bellan, G., Morchio, G., & Pellegrino, A. (1999). Free and esterified minor components of olive and hazelnut oils: Their potential utilisation in checkingoil blend. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 76, p. 297–305.
- Martins, F. P., Kiritsakis, A. (2017). Olives and olive oil as functional foods: Bioactivity. *Chemistry and Processing*. Wiley, p. 81–105.
- Mendoza, M. F., Gordillo, C. D., Expósito, J. M., Casas, J. S., Cano, M. M. & Vertedor, D. M. (2013). Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening. *Food Chemistry*, 141, p. 2575–2581.
- Ortega-Garrcia, F., Perago'n, J. (2009). Polyphenol oxidase and oleuropein in olives and their changes during olive ripening. *Sci. Food Agric.*, 89, p. 1565-1573.
- Ouni, Y., Flamini, G., Youssef, N. B., Guerfel, M., & Zarrouk, M. (2011). Sterolic composition and triacylglycerols of Oueslati virgin olive oil: comparison among different geographic areas. *Institute of Food Science & Technology*, 46, p. 1747-1754.
- Papoti, V., Tsimidou, M. (2009). Looking through the qualities of a fluorimetric assay for the total phenol content estimation in virgin olive oil, olive fruit or leaf polar extract. *Food Chemistry*, 112: (1), p. 246-252.
- Pasqualone, A., Catalano, M. (2000). Free and total sterols in olive oils. Effects of neutralization. *Grasas y Aceites*, 80, p. 939–966.
- Pehlivan, B., Yılmaz, E. (2010). Comparison of oils originating from olive fruit by different production systems. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 87, p. 865–875. doi:[10.1007/s11746-010-1569-y](https://doi.org/10.1007/s11746-010-1569-y).
- Piironen, V., Lindsay, D., Miettinen, T., Toivo, J., & Lampi, A. M. (2000). Plant sterols: Biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, p. 1021–1027.

- Polari, J. J., Garc-Aguirre, D., Olmo-García, L., Carrasco-Pancorbo, A., & Wang, S. C. (2018). Interactions between hammer mill crushing variables and malaxation time during continuous. *European Journal of Lipid Science and Technology*. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800097>.
- Portarena, S., Farinelli, D., Lauteri, M., Famiani, F., Esti, M., & Brugnoli, E. (2015). Stable isotope and fatty acid compositions of monovarietal olive oils: implications of ripening stage and climate effects as determinants in traceability studies. *Food Control*, 57, p. 129–135.
- Preziuso, S. M., Di Serio, M. G., Biasone, A., & Vito, R. (2010). Influence of olive crushing methods on the yields and oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 112, p. 345 - 1355.
- Quiles, J.L, Ramirez-Tortosa, M.C & Yaqoob P. (2006). Olive Oil and Health. Oxford, 10, CABI Publishing, p. 2002.
- Reboredo-Rodríguez, P., González-Barreiro, C., Cancho-Grande, B., & Simal-Gndara, J. (2004). Improvements in the malaxation process to enhance the aroma quality of extra virgin olive oils. *Food Chem.*, 158, p.534-45.
- Reina, R., White, K., & Jahngen, E. (1997). Validated method for quantitation and identification of 4,4-desmethylsterols and triterpene diols in plant oils by thin-layer chromatography-high resolution gas chromatography-mass spectrometry. *J. AOAC Int.*, 80(6), p. 1272-1280.
- Sánchez Casas, J., Osorio Bueno, E., Montano García, A.M. & Martinez Cano, M.. (2004). Sterol and erythrodiol + uvaol content of virgin olive oi from cultivars of Extremadura (Spain). *Food Chem*, 87, p. 225–230.
- Sánchez-Quesada, I.C., López-Biedma, A., Warleta, F., Campos, M., Beltrán, G. & J Gaforio, J.J. (2013). Bioactive properties of the main triterpenes found in olives, virgin olive oil, and leaves of *Olea europaea*. *J. Agric. Food Chem.*, 61(50), p. 12173-82. doi:[10.1021/jf403154e](https://doi.org/10.1021/jf403154e)
- Skiada, V., Tsarouhas, P., & Varzakas, T. (2019). Preliminary Study and Observation of “Kalamata PDO” Extra Virgin Olive Oil, in the Messinia Region, Southwest of Peloponnese (Greece). *Foods*, 8(12), 610. <https://doi.org/10.3390/foods8120610>.
- Smolarek, A. K., Nanjoo, S. (2011). Chemopreventive activity of Vitamin E in Breast Cancer: A Focus on γ - and δ -tocopherol. *Nutrients*, 3(11), p. 962-986.
- Stefanoudaki, E., Chartzoulakis, K., Koutsaftakis, A. & Kotsifaki, F. (2001). Effect of drought on qualitative characteristics of olive oil of cv Koroneiki. *Grasas y Aceites*, 52(3-4), p. 202–206.

- Stefanouadaki, E., Kotsifaki, F., & Koutsaftakis, A. (2000). Sensory and chemical profiles of three European olive varieties (*Olea europea* L); an approach for the characterisation and authentication of the extracted oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, p. 381 - 389.
- Temime, S. B., Manai, H., Methenni, K., Baccouri, B., Abaza, L. & Daoud, D. (2008). Sterolic composition of Che' toui virgin olive oil. *Food Chemistry*, 110, p. 368–374.
- Tsimidou, M., Blekas, G., & Boskou, D. (2003a). Olive oil. Elsevier Science Ltd p.4252-4260.
- Vossen, P. (2007). "Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils". *HortScience*, 42(5), p. 1093-1100.
- Yorulmaz, A., Erinc, H., & Tekin, A. (2013). Changes in olive and olive oil characteristics during maturation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 90, p. 647–658.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Γενική γραμματεία εμπορίου «Εθνική και Κοινοτική Νομοθεσία για το Ελαιόλαδο». (22/10/2018).
- Γιαννακοδήμος, Δ., Καϊτσας Σ. (2016). Η συμπεριφορά των καταναλωτών ως προς την αγορά του βιολογικού ελαιολάδου κατά την περίοδο της οικονομικής κρίσης. Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Γκαβιδου, Ν., Ζωγράφου, Ε. (2008). Ελαιόλαδο: Χημική σύνθεση και ιδιότητες. Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Αισθητικής και Κοσμετολογίας, Σχολή Επαγγελματιών Υγείας και Πρόνοιας, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης.
- Θεριός, Ι. (2007). Ελαιοκομία. Εκδόσεις EMBRYO, Αθήνα, σελ. 528.
- Καλογερόπουλος, Ν., & Χίου, Α. (2017). Χημική σύσταση και ιδιότητες των ελαιολάδων. Εγκυκλοπαίδεια Ελαιοκομίας "Το Ελαιόλαδο", σ.457-468.
- Κυριτσάκης, Α. Κ. (2007). Ελαιόλαδο. Θεσσαλονίκη: CCITY PUBLISH. Σελ. 671.
- Λοϊζίδης, Μ. (2009). Επεξεργασία υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείων με τη μέθοδο της συγχουμοποίησής τους με πυρηνόξυλο. Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μαυρίδης, Α. (2009.). Προσδιορισμός Νοθείας σε Ελληνικά Εξαιρετικά Παρθένα Ελαιόλαδα με τη μέθοδο των 3,5-Στιγμασταδιε-νίων. Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων.

- Πατέρα, Ε. (2006). Η διατροφή στους αρχαίους ρωμαϊκούς χρόνους. Εκδόσεις Προπομπός.
- Ποντίκης, Κ. (2000). Ειδική Δενδροκομία τόμος Γ' (Ελαιοκομία). Αθήνα, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, σελ. 268.
- ΣΕΒΙΤΕΛ. (2013). Το ελληνικό ελαιόλαδο με ορίζοντα το 2020.