



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

**<< ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ  
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΑΛΑΞΗΣ ΣΤΗΝ  
ΕΛΑΙΟΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΖΥΜΗΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ  
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ >>**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία  
Του  
Βασιλείου Κουράνου

που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα του ΠΜΣ  
για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης  
του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Τεχνολογία και  
ποιότητα επιτραπέζιας ελιάς και ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης  
και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2021**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

**<< ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗΝ  
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΜΑΛΑΞΗΣ ΣΤΗΝ  
ΕΛΑΙΟΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΛΑΙΟΖΥΜΗΣ ΚΑΙ ΣΤΙΣ  
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΕΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ >>**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία  
Του  
Βασιλείου Κουράνου

που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα του ΠΜΣ  
για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης  
του Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο «Τεχνολογία και  
ποιότητα επιτραπέζιας ελιάς και ελαιολάδου» του Τμήματος Επιστήμης  
και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Επιβλέπων: Γεώργιος Ζακυνθινός, Καθηγητής

ΚΑΛΑΜΑΤΑ  
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2021



UNIVERSITY OF THE 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

**<< EFFECT OF THE USE OF ULTRASOUND AFTER THE  
SOFTENING PROCESS ON THE OLEIC ACIDITY OF THE  
OLIVE PASTE AND ON THE POLYPHENOL CONTENT >>**

**Master Thesis**

**by**

**Vasilios Kouranos**

submitted to the faculty of the MSc for the partial fulfilment of the obligations to obtain of the Diploma of Postgraduate Studies entitled "Technology and quality of table olives and olive oil" of the Department of Food Science and Technology of the University of Peloponnese

**Supervisor: Zakynthinos George, Professor**

**KALAMATA**

**APRIL 2021**

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (masterthesis) με τίτλο «επίδραση της χρήσης των υπερήχων κατά την διαδικασία της μάλαξης στην ελαιοπεριεκτικότητα της ελαιοζύμης και στις περιεχόμενες πολυφαινόλες» που παρουσιάστηκε από τον Βασίλειο Κουράνο και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “effect of the use of ultrasound after the softening process on the oleic acidity of the olive paste and the polyphenol content” presented by Vasilios Kouranos and we affirm that it is accepted.

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 1<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής  
(Name and Signature of 1<sup>st</sup> Commission Member):**

Ζακυνθινός Γεώργιος

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 2<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής  
(Name and Signature of 2<sup>nd</sup> Commission Member):**

Σπηλιόπουλος Ιωακείμ

**Όνοματεπώνυμο & Υπογραφή 3<sup>ου</sup> Μέλους Επιτροπής  
(Name and Signature of 3<sup>rd</sup> Commission Member):**

Καπόλος Ιωάννης

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):**

Κουράνος Βασίλης

Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου  
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of Peloponnese  
All rights reserved

**Copyright © Βασίλειος Κουράνος, 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 το συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το 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.

## *Ευχαριστίες*

Στα πλαίσια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «τεχνολογία και ποιότητα επιτραπέζιας ελιάς και ελαιολάδου» του τμήματος επιστήμης και τεχνολογίας τροφίμων του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου εκπονήθηκε η παρούσα διπλωματική εργασία, για την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέπων καθηγητή Ζακυνθινό Γεώργιο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα. Όλους τους καθηγητές του ΠΜΣ για τις γνώσεις που μας μετέφεραν. Τον κ. Πανουσόπουλο Κωνσταντίνο τόσο για την πολύτιμη και πολύωρη βοήθεια του, όσο και για τις αμέτρητες συμβουλές του. Τον κ. Σωτηρόπουλο Σταύρο για τον χρόνο και την βοήθεια του κατά την διάρκεια των μετρήσεων των φαινολών και τον κ. Κουτρουμπή Φώτιο για την βοήθεια του κατά την διάρκεια των μετρήσεων της ελαιοπεριεκτικότητας. Τους υπεύθυνους των ελαιοτριβείων αφοί Καρούμπαλη ο.ε. και αφοί Σταύρου Σκιαδά ο.ε. για την συλλογή των δειγμάτων. Τέλος, την γυναίκα μου για την στήριξη και την υπομονή που έδειξε καθ' όλη την διάρκεια του προγράμματος.

# Περιεχόμενα

Περίληψη.....	9
Abstract .....	10
Κατάλογος εικόνων .....	11
Κατάλογος πινάκων.....	12
Ευχαριστίες.....	6
Εισαγωγή .....	13
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Ο καρπός της ελιάς .....	15
1.1 Η δομή και η σύσταση του καρπού ελιάς .....	15
1.2 Η σύσταση του ελαιολάδου.....	18
1.2.1 Το σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου .....	18
1.2.2 Το ασαπωνοποίητο κλάσμα του ελαιολάδου .....	20
1.3 Τα κριτήρια ελέγχου της ποιότητας του ελαιολάδου .....	28
1.4 Σύγχρονα στατιστικά στοιχεία για την ελαιοπαραγωγή στην Ελλάδα .....	31
1.5 Βιβλιογραφία 1 <sup>ου</sup> κεφαλαίου.....	34
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Τα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκαρπού προς την παραγωγή ελαιολάδου	37
2.1 Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου .....	37
2.1.1 Το στάδιο της παραλαβής του καρπού της ελιάς .....	37
2.1.2 Το στάδιο της αποφύλλωσης των καρπών .....	38
2.1.3 Το στάδιο της άλεσης του ελαιοκαρπού .....	39
2.1.4 Το στάδιο της μάλαξης της ζύμης του καρπού ελιάς .....	40
2.1.5 Το στάδιο της αραίωσης της ελαιοζύμης .....	44
2.1.6 Το στάδιο της εξαγωγής του τελικού προϊόντος – ελαιολάδου .....	45
2.2 Οι τεχνικές εξαγωγής του τελικού προϊόντος – ελαιολάδου.....	49
2.2.1 Τα φυγοκεντρικά συστήματα δύο (2) φάσεων για την εξαγωγή του ελαιολάδου	50
2.2.2 Τα διαχρονικά συστήματα πίεσης για την εξαγωγή του ελαιολάδου.....	52

2.2.3 Τα φυγοκεντρικά συστήματα τριών (3) φάσεων για την εξαγωγή του ελαιολάδου .....	53
2.3 Βιβλιογραφία 2 <sup>ου</sup> κεφαλαίου .....	55
Συμπεράσματα .....	56
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	59
3.1 Σκοπός πειράματος.....	59
3.2 Υλικά και μέθοδοι.....	59
3.3 Συσκευές και όργανα.....	61
3.4 Αναλύσεις – Μετρήσεις.....	62
3.4.1 Ελαιοπεριεκτικότητα .....	62
3.4.2 Περιεχόμενες πολυφαινόλες .....	63
3.5 Αποτελέσματα – Συζήτηση .....	63
3.5.1 Ελαιοπεριεκτικότητα .....	64
3.5.2.Περιεχόμενες πολυφαινόλες .....	66
Βιβλιογραφία.....	69



## **Περίληψη**

Ο καρπός της ελιάς αποτελεί μία εξαιρετικά θρεπτική τροφή και συνιστά την πρώτη ύλη στην παραγωγή του ελαιολάδου. Όσον αναφορά τη συνολική παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου αποτελεί μία πολύ σημαντική και ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία η οποία πρέπει να εκτελείται από εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό και να τηρούνται με ακρίβεια όλες οι βασικές προϋποθέσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη ποιότητα του τελικού παραγόμενου προϊόντος – ελαιολάδου. Η εργασία αυτή, επιχειρεί να εξετάσει τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο το ζήτημα της επίδρασης της ελαιοπεριεκτικότητας και των πολυφαινολών κατά τη διαδικασία της μάλαξης με την επίδραση των υπερήχων.

**Λέξεις – Κλειδιά:** ο καρπός της ελιάς, παραγωγική διαδικασία ελαιολάδου, ποιότητα ελαιολάδου, στάδια παραγωγικής διαδικασίας ελαιολάδου, μάλαξη, άλεση, φυγοκεντρικά συστήματα, υπέρηχοι, απόσταξη, εκχύλιση.

## ***Abstract***

Olive fruit is an extremely nutritious food and is the raw material in the production of olive oil. As far as the overall production process of olive oil is concerned, it is a very important and very complex process which must be performed by a specialized workforce and all the basic conditions must be strictly observed in order to ensure the maximum quality of the final product - olive oil. This paper attempts to address both theoretically and practically the issue of the effect of oil content and polyphenols in the process of massage with the effect of infrared.

Keywords: olive fruit, olive oil production process, olive oil quality, stages of olive oil production process, kneading, milling, centrifugal systems, extraction, ultrasound.

## ***Κατάλογος εικόνων***

Εικόνα 1: σύσταση ελαιολάδου.....	20
Εικόνα 2: χημικές δομές τοκοφερολών στο ελαιόλαδο.....	25
Εικόνα 3: φαινόλες του ελαιολάδου.....	26
Εικόνα 4: παραγωγή ελαιολάδου σε ευρωπαϊκό επίπεδο.....	32
Εικόνα 5: η πορεία της τιμής του ελαιολάδου σε Ιταλία, Ισπανία και Ελλάδα.....	33
Εικόνα 6: εξαγωγή ελαιολάδου από διαχωριστήρα.....	46
Εικόνα 7: ντεκάντερ.....	47
Εικόνα 8: ζυγός ακριβείας.....	65
Εικόνα 9: Soxhlet.....	66
Εικόνα 10: αποστακτική.....	66
Εικόνα 11: διάγραμμα ελαιοπεριεκτικότητας.....	69
Εικόνα 12: διάγραμμα περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες.....	70
Εικόνα 13: ποσοστό αύξησης φαινολών.....	71

## ***Κατάλογος πινάκων***

Πίνακας 1: τα στοιχεία της δομής και της σύστασης του ελαολάδου.....	15
Πίνακας 2: οι περιεκτικότητες των τριών ειδών των λιπαρών οξέων τα οποία περιέχονται στη σύσταση του ελαιολάδου .....	19
Πίνακας 3: τα στοιχεία τα οποία περιέχονται στο ασωπυρωμένο κλάσμα του ελαιολάδου .....	20
Πίνακας 4: οι μεταβολές όσον αφορά τις εκτάσεις στην παραγωγή καρπών ελιάς μεταξύ των ετών 2017 και 2018.....	32
Πίνακας 5: τα φαινορικά στοιχεία σε καρπούς προχωρημένης ωρίμανσης στην ελαιοζύμη, στο ελαιολάδο από ντεκάντερ, στο ελαιολάδο από διαχωριστήρα .....	43
Πίνακας 6: τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των φυγοκεντρικών συστημάτων.....	49
Πίνακας 7: συγκεντρωτικός πίνακας δειγμάτων.....	64
Πίνακας 8: ελαιοπεριεκτικότητα ανά δείγμα.....	68
Πίνακας 9: περιεχόμενες πολυφαινόλες.....	70

## **Εισαγωγή**

Ο καρπός της ελιάς αποτελεί μία εξαιρετικά θρεπτική τροφή και συνιστά την πρώτη ύλη στην παραγωγή του ελαιολάδου (Fooks, 2002).

Η σύσταση του ελαιολάδου το οποίο ανήκει στα βασικά στοιχεία της σύστασης και της δομής του καρπού ελιάς, διαχωρίζεται σε δύο (2) επιμέρους τμήματα (Θεριός, 2007):

- ❖ Στο σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου.
- ❖ Στο ασαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου.

Όσον αναφορά τη συνολική παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου αποτελεί μία πολύ σημαντική και ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία η οποία πρέπει να εκτελείται από εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό και να τηρούνται με ακρίβεια όλες οι βασικές προϋποθέσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη ποιότητα του τελικού παραγόμενου προϊόντος – ελαιολάδου (Μπαλατσούρας, 1997).

Τα στάδια της παραγωγικής, αυτής, διαδικασία τα οποία θα αναλυθούν στην παρούσα ενότητα της διπλωματικής εργασίας, επιγραμματικά, είναι τα παρακάτω (Φρατζολάς, 2020):

- ❖ Το στάδιο της παραλαβής του καρπού της ελιάς.
- ❖ Το στάδιο της αποφύλλωσης των καρπών της ελιάς.
- ❖ Το στάδιο της άλεσης του ελαιοκαρπού.
- ❖ Το στάδιο της μάλαξης της ζύμης το οποίο προκύπτει από τον καρπό της ελιάς.
- ❖ Το στάδιο της αραίωσης της ελαιοζύμης.
- ❖ Το στάδιο της εξαγωγής του τελικού παραγόμενου προϊόντος – ελαιόλαδου.

Η παρούσα διπλωματική εργασία, επιχειρεί να διερευνήσει την επίδραση της ελαιοπεριεκτικότητας και των πολυφαινόλων κατά τη διαδικασία της μάλαξης με την επίδραση των υπερήχων, αναλύοντας τόσο το βιβλιογραφικό υπόβαθρο του θέματος μέσα από ένα μεγάλο πλήθος δευτερογενών πηγών, όσο και μέσα από την πειραματική παρατήρηση.

Για το σκοπό αυτό η εργασία διαχωρίζεται στο θεωρητικό και το πρακτικό μέρος. Όσον αναφορά το θεωρητικό σκέλος της διπλωματικής εργασίας, στο πρώτο (1<sup>ο</sup>) κεφάλαιο

αναλύεται ο καρπός της ελιάς. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η δομή και η σύσταση του ελαιοκάρπου, η σύσταση του ελαιολάδου, τα κριτήρια ποιότητας ελέγχου του ελαιολάδου και ορισμένα σύγχρονα στατιστικά στοιχεία της χώρας μας σε σχέση με την παραγωγική ικανότητα της στο προϊόν του ελαιολάδου.

Εν συνεχεία, στο δεύτερο (2<sup>ο</sup>) κεφάλαιο αναλύονται όλα τα επιμέρους στάδια της επεξεργασίας του καρπού της ελιάς προς την παραγωγική διαδικασία καθώς και όλες οι παλαιές αλλά και νέες τεχνολογίες οι οποίες συμμετέχουν στη συνολική παραγωγική διαδικασία.

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Ο καρπός της ελιάς

## 1.1 Η δομή και η σύσταση του καρπού ελιάς

Ο καρπός της ελιάς αποτελεί μία εξαιρετικά θρεπτική τροφή και συνιστά την πρώτη ύλη στην παραγωγή του ελαιολάδου (Fooks, 2002). Τα στοιχεία τα οποία περιέχονται στη δομή και τη σύσταση του ελαιοκαρπού παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1: τα στοιχεία της δομής και της σύστασης του ελαιοκάρπου

Τα στοιχεία της δομής και της σύστασης του ελαιοκαρπού	
1	Το νερό
2	Η ελευρωπαίνη
3	Οι πρωτεΐνες
4	Τα σάκχαρα
5	Το ελαιόλαδο
6	Το νάτριο
7	Το χλώριο
8	Το ασβέστιο
9	Το κάλιο
10	Το μαγνήσιο
11	Ο φώσφορος
12	Το μαγγάνιο
13	Ο ψευδάργυρος
14	Ο σίδηρος

Πηγή: Μπαλατσούρας, 1992

Στη συνέχεια του παρόντος υποκεφαλαίου θα παρουσιαστούν τα κυριότερα στοιχεία της σύστασης και της δομής του καρπού της ελιάς.

#### Το νερό

Το νερό αποτελεί το βασικότερο στοιχείο το οποίο περιέχεται εντός της σύστασης και της δομής του καρπού της ελιάς. Συγκεκριμένα αυτό, καταλαμβάνει την πρώτη θέση μεταξύ των στοιχείων με ποσοστό περίπου γύρω στο 70%. Επιπλέον, το νερό είναι το στοιχείο εκείνο το οποίο οριοθετεί σε πολύ μεγάλο βαθμό το τελικό σχήμα του καρπού της ελιάς (Fabro, 2009). Επιπροσθέτως, πρέπει να αναφερθεί ότι το ποσοστό του νερού εντός του καρπού δεν είναι πάγιο σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Δηλαδή, σε αυτό παρατηρούνται σημαντικές μεταπτώσεις ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης στο οποίο βρίσκεται. Έτσι, κατ' επέκταση του μεγαλύτερο, αυτό, ποσοστό συγκέντρωσης του νερού στον καρπό της ελιάς, παρατηρείται κατά τα τελικά στάδια ωρίμανσης της (Fooks, 2002).

Επιπλέον, άλλοι παράγοντες οι οποίοι δημιουργούν αυξομειώσεις στα επίπεδα της συγκέντρωσης του νερού είναι οι εξής (Polese, 2008):

- Οι επικρατούσες συνθήκες της γεωγραφικής περιοχής στην οποία καλλιεργείται το ελαιόδενδρο.
- Η ποικιλία η οποία έχει επιλεγεί από τον παραγωγό προς καλλιέργεια.

#### Η ελευρωπαίνη

Η ελευρωπαίνη, ανήκει στις πολυφαινόλες και παρουσιάζεται σε μεγάλα ποσοστά στα πρώιμα στάδια της καλλιέργειας του καρπού της ελιάς. Η ουσία αυτή, ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό για την πικρή επίγευση του καρπού και πολλές φορές του ελαιολάδου στην περίπτωση που η συγκομιδή της ελιάς πραγματοποιηθεί πολύ νωρίτερα από τον προκαθορισμένο χρόνο (Fooks, 2002). Επιπλέον, η ποσότητα της ελευρωπαίνης στη δομή και τη σύσταση του καρπού δεν είναι σταθερή ενώ εξαρτάται από τους ακόλουθους κύριους παράγοντες (Συλλογικό έργο, 2010):

- Στο γεωγραφικό περιβάλλον καθώς και το υπέδαφος στο οποίο καλλιεργείται το δένδρο της ελιάς.



- Στο στάδιο ωρίμασης στο οποίο βρίσκεται ο καρπός της ελιάς μία δεδομένη χρονική στιγμή.
- Στις επικρατούσες συνθήκες αποθήκευσης και φύλαξης της ελιάς μετά το πέρας της συγκομιδής της.
- Στον χρονικό ορίζοντα της διατήρησής της πριν από την έναρξη της διαδικασίας της ελαιοποίησης.
- Στην ίδια της ποικιλία ελιάς την οποία έχει επιλέξει ο εκάστοτε καλλιεργητής.
- Στις μεθόδους καλλιέργειας και φροντίδας τις οποίες χρησιμοποιεί ο παραγωγός.

#### Οι πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες, επίσης, συνιστούν ένα από τα βασικά στοιχεία της δομής και της σύστασης του καρπού της ελιάς. Αυτές καταλαμβάνουν συνήθως το 1,5 έως και 3% της συνολικής σύστασης (Fabro, 2009). Επίσης, η μεγαλύτερη συγκέντρωση των πρωτεϊνών, παρατηρείται στον κεντρικό πυρήνα του καρπού, ενώ μικρότερες ποσότητες υπάρχουν διάσπαρτες στο εσωτερικό του. Επιπλέον, οι πρωτεΐνες στο εσωτερικό τους τμήμα περιέχουν τα ακόλουθα κύρια αμινοξέα (Συλλογικό έργο, 2010):

- Ασπαρτικό οξύ.
- Αργινίνη.
- Το γλουταμικό οξύ.

#### Τα σάκχαρα

Στη δομή και τη σύσταση του καρπού της ελιάς, περιλαμβάνονται τέσσερα (4) κύρια σάκχαρα τα οποία είναι τα ακόλουθα (Μπαλατσούρας, 1992):

- Η μανόζη.
- Η γλυκόζη.
- Η σακχαρόζη.
- Η γαλακτόζη.

Βέβαια σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι όλα τα προαναφερθέντα σάκχαρα δεν υπάρχουν στο εσωτερικό του καρπού της ελιάς με τις ίδιες ποσότητες, ούτε φυσικά και με την ίδια σταθερότητα εμφάνισης (Fooks, 2002 ; Μπαλατσούρας, 1992).

Η παρουσία των σακχάρων εντός της δομής και της σύστασης του καρπού, πολλές φορές, θεωρείται ως εξαιρετικά επωφελής για την παραγωγή ελιών διότι έχουν την τάση να αναπτύσσουν γαλακτικό οξύ, ουσία η οποία είναι απαραίτητη στην καλλιέργεια ορισμένων ποικιλιών προς βρώση (Fabro, 2009).

### Το ελαιόλαδο

Το ελαιόλαδο περιέχεται εντός της βασικής δομής και σύστασης του καρπού της ελιάς σε μεγάλες ποσότητες οι οποίες εξαρτώνται από το στάδιο ωρίμανσης και όχι μόνο, του καρπού. Επιπλέον, η περιεκτικότητα αυτού, ανάλογα την περίπτωση και την ποικιλία, κυμαίνεται από 18 έως και 35% (Συλλογικό Έργο, 2010).

## **1.2 Η σύσταση του ελαιολάδου**

Η σύσταση του ελαιολάδου το οποίο ανήκει στα βασικά στοιχεία της σύστασης και της δομής του καρπού ελιάς, διαχωρίζεται σε δύο (2) επιμέρους τμήματα (Θεριός, 2007):

- ❖ Στο σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου.
- ❖ Στο ασαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου.

Στη συνέχεια αυτού του κεφαλαίου, τα δύο (2) αυτά είδη κλασμάτων του ελαιολάδου θα παρουσιαστούν αναλυτικά.

### **1.2.1 Το σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου**

Το σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου αποτελεί ίσως το μεγαλύτερο τμήμα της σύστασης αυτού καθώς καταλαμβάνει εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό του 98,5% (Fooks, 2002). Αυτό, ουσιαστικά, συνίσταται από λιπαρά οξέα τα οποία ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες (Πήλιου, 2007):

- Τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.

- Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα.
- Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

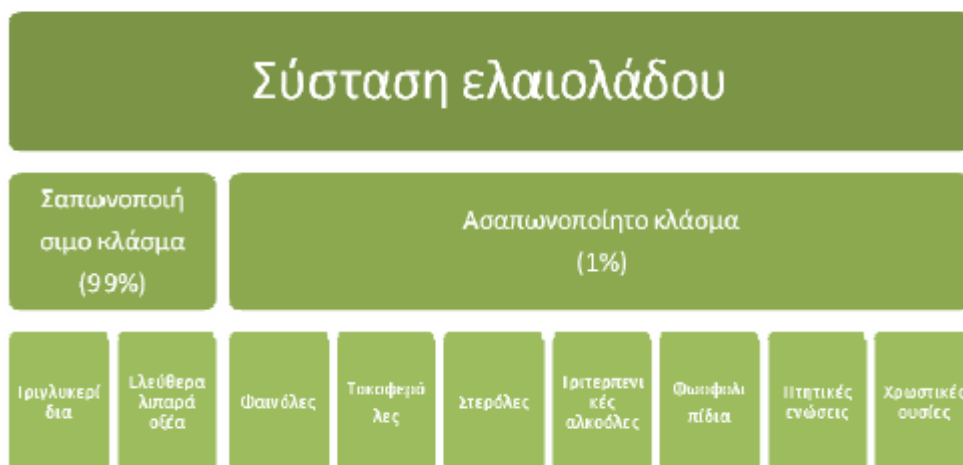
Παρακάτω ακολουθεί ο αντίστοιχος πίνακας των ειδών των λιπαρών οξέων τα οποία περιέχονται στη σύσταση του ελαιολάδου με βάση τις αντίστοιχες περιεκτικότητές τους σε ποσοστά.

<b>Οι περιεκτικότητες των ειδών λιπαρών οξέων τα οποία περιέχονται στη σύσταση του ελαιολάδου</b>		
<b>A/A</b>	<b>Είδος λιπαρών οξέων</b>	<b>Περιεκτικότητα στο ελαιόλαδο (%)</b>
1	Κορεσμένα λιπαρά οξέα	7 %
2	Μονο - ακόρεστα λιπαρά οξέα	77 %
3	Πολύ – ακόρεστα λιπαρά οξέα	9 %

Πίνακας 2: Οι περιεκτικότητες των τριών (3) ειδών των λιπαρών οξέων τα οποία περιέχονται στη σύσταση του ελαιολάδου (Συλλογικό Έργο, 2010).

Από τον παραπάνω πίνακα, κατανοούμε ότι το είδος λιπαρών οξέων το οποίο επικρατεί στο σαπωνοποιήσιμο κλάσμα του ελαιολάδου είναι τα κορεσμένα λιπαρά οξέα με ποσοστό 77% (Συλλογικό Έργο, 2010).

Η σύσταση του ελαιολάδου απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 1:Σύσταση ελαιολάδου

### 1.2.2 Το ασαπwnοποιήτο κλάσμα του ελαιολάδου

Το ασαπwnοποιήτο κλάσμα του ελαιολάδου τα στοιχεία του οποίου θα παρουσιαστούν αναλυτικά πιο κάτω περιλαμβάνει τα στοιχεία τα οποία αναφέρονται επιγραμματικά στον ακόλουθο πίνακα (Κοστριβά, 2007).

Τα στοιχεία τα οποία περιέχονται στο ασαπwnοποιήτο κλάσμα	
A/A	Στοιχεία
1	Οι στερόλες
2	Τα αρωματικά στοιχεία
3	Οι υδρογονάνθρακες
4	Τα φωσφολίπη
5	Η ελευρωπαίνη
6	Οι τοκοφερόλες

7	Οι φαινόλες
8	Οι καρτονοειδής χρωστικές ουσίες
9	Οι τριτερπενικές αλκοόλες
10	Οι χρωστικές ουσίες

Πίνακας 3: Τα στοιχεία τα οποία περιέχονται στο ασαπωνοποιητό κλάσμα του ελαιολάδου (Κοστριβά, 2007).

### 1.2.2.1 Οι στερόλες

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

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

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

- ✓ 4,4 διμεθυλοστερόλες: Σύμφωνα με τους Kiosseoglou et al. (1987), οι 4,4 διμεθυλοστερόλες που περιλαμβάνονται στο ελαιόλαδο είναι η α – αμυρίνη, η β – αμυρίνη και ορισμένες επιπλέον διμεθυλοστερόλες. Η συγκέντρωσή τους μεταξύ των επιπέδων 100mg έως 150mg ανά 100g.

### **1.2.2.2 Τα αρωματικά στοιχεία**

Είναι γνωστό σε όλο το ευρύ κοινό ότι το ελαιόλαδο διαθέτει έντονο άρωμα. Για αυτό το χαρακτηριστικό είναι υπεύθυνα τα αρωματικά στοιχεία τα οποία διαθέτει στη σύσταση του ασαπωνοποιήτου κλάσματος του (Ueda et al., 2006).

Πιο αναλυτικά, σύμφωνα με τους Morello et al. (2005), έχουν εντοπισθεί έως και σήμερα περισσότερα από σαράντα (40) στοιχεία στα οποία αποδίδεται το χαρακτηριστικό άρωμα του ελαιολάδου και του καρπού της ελιάς. Αυτές οι ενώσεις είναι των παρακάτω κατηγοριών (Ramirez – Tortosa et al., 2006):

- ❖ Οι τριτερπινικές ενώσεις.
- ❖ Οι κορεσμένες αλδεύδες οι οποίες διαθέτουν στη βασική δομή τους από επτά (7) έως και πολλές φορές δώδεκα (12) άτομα άνθρακα.
- ❖ Οι μονοακόρεστες αλδεύδες.

Τέλος, υπάρχουν δύο (2) εξαιρετικά αποδοτικές τεχνικές με τη συμβολή των οποίων έχουν τη δυνατότητα οι ειδικοί επιστήμονες να εντοπίσουν τα επίπεδα των αρωματικών στοιχείων εντός του ελαιολάδου. Οι τεχνικές αυτές είναι οι ακόλουθες (Ramirez – Tortosa et al., 2006):

- Η φασματοφωτομέτρηση της μάζας.
- Η αέρια και υγρή φασματογραφία.

### **1.2.2.3 Οι υδρογονάνθρακες**

Στην κύρια σύσταση του ελαιολάδου εντοπίζονται υδρογονάνθρακες δύο (2) κατηγοριών οι οποίοι σύμφωνα με έρευνες συνιστούν το αποτέλεσμα των λιπαρών οξέων. Οι κατηγορίες, αυτές, των υδρογονανθράκων είναι οι εξής (Κυριτσάκης, 2007):

- Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες.

- Οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες.

Σύμφωνα με έρευνες, φαίνεται ότι ο τριτερπινικός υδρογονάνθρακας περιέχεται στη σύσταση του ελαιολάδου σε πολύ μεγάλο ποσοστό. Συγκεκριμένα, η περιεκτικότητά αυτού, έχει τη δυνατότητα να φθάσει σε ορισμένες περιπτώσεις και το ποσοστό του 40% (Vichis et al., 2006).

Επιπλέον, σύμφωνα με έρευνα την οποία πραγματοποίησαν οι Korvinjak et al. (2005), εντοπίστηκε στη σύσταση της κατηγορίας έξτρα παρθένου ελαιολάδου, το σκουρένιο. Η αναλογία αυτού, τοποθετείται μεταξύ των τιμών των 400 έως 450 mg / 100gr ελαιολάδου.

Εκτός των άλλων στην βασική σύσταση του ελαιολάδου, εντοπίστηκαν και οι ακόλουθοι υδρογονάνθρακες (Κυριτσάκης, 2007):

- ✓ Η προβιταμίνη Α.
- ✓ Οι διάφοροι αρωματικής φύσεως υδρογονάνθρακες όπου σε αυξημένο ποσοστό βρέθηκε η παρουσία του ναφθολινίου.
- ✓ Οι παραφίνες με σύσταση σε άνθρακα η οποία κυμαίνεται από 11 έως και 30 άτομα.
- ✓ Το Β καροτένιο.
- ✓ Οι πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες και συγκεκριμένα το χρυσένιο, το βενζαθρακένιο, το πυρένιο και το φθορουανθένιο.
- ✓ Οι υδρογονάνθρακες οι οποίοι παρουσιάζουν διακλαδισμένη αλυσίδα.

#### **1.2.2.4 Τα φωσφολίπη**

Το παρθένο ελαιόλαδο περιέχει πολύ μικρό πλήθος φωσφολιπιδίων. Από το σύνολο αυτής της μικρής ποσότητας φωσφολιπιδίων που εμπεριέχονται εντός του ελαιολάδου, το μεγαλύτερο ποσοστό της εντοπίζεται στον πυρήνα του ελαιοκάρπου. Η συγκέντρωση, σε γενικές γραμμές, των φωσφολιπιδίων παίρνει τιμές από 35 – 40 mg / kg. Μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης παρουσιάζουν η κεφαλίνη και η λεκιθίνη ενώ το ελαϊκό οξύ ( από την κατηγορία των λιπαρών οξέων ) συνθέτουν μαζί με άλλα στοιχεία, το μόριο των φωσφολιπιδίων του ελαιολάδου (Κυριτσάκης, 1989).

### **1.2.2.5 Η ελευρωπαϊνή**

Η ελευρωπαϊνή, ανήκει στις πολυφαινόλες και παρουσιάζεται σε μεγάλα ποσοστά στα πρώιμα στάδια της καλλιέργειας του καρπού της ελιάς. Η ουσία αυτή, ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό για την πικρή επίγευση του καρπού και πολλές φορές του ελαιολάδου στην περίπτωση που η συγκομιδή της ελιάς πραγματοποιηθεί πολύ νωρίτερα από τον προκαθορισμένο χρόνο (Συλλογικό Έργο, 2010). Επιπλέον, η ποσότητα της ελευρωπαϊνης στη δομή και τη σύσταση του καρπού δεν είναι σταθερή ενώ εξαρτάται από τους ακόλουθους κύριους παράγοντες (Ramirez – Tortosa et al., 2006):

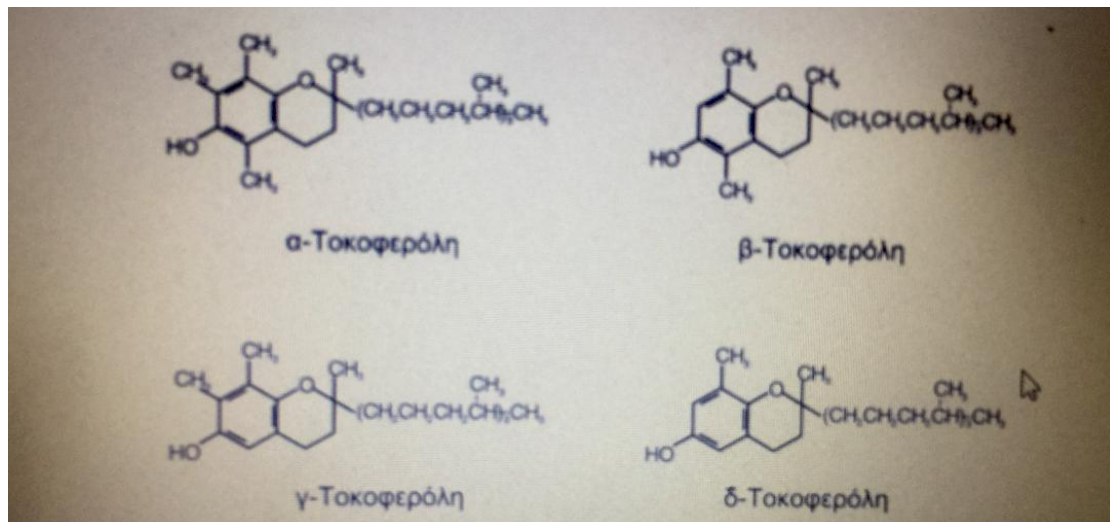
- Στο γεωγραφικό περιβάλλον καθώς και το υπέδαφος στο οποίο καλλιεργείται το δένδρο της ελιάς.
- Στο στάδιο ωρίμασης στο οποίο βρίσκεται ο καρπός της ελιάς μία δεδομένη χρονική στιγμή.
- Στις επικρατούσες συνθήκες αποθήκευσης και φύλαξης της ελιάς μετά το πέρας της συγκομιδής της.
- Στον χρονικό ορίζοντα της διατήρησής της πριν από την έναρξη της διαδικασίας της ελαιοποίησης.
- Στην ίδια της ποικιλία ελιάς την οποία έχει επιλέξει ο εκάστοτε καλλιεργητής.
- Στις μεθόδους καλλιέργειας και φροντίδας τις οποίες χρησιμοποιεί ο παραγωγός.

### **1.2.2.6 Οι τοκοφερόλες**

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

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





Εικόνα 2: Χημικές δομές τοκοφερολών στο ελαιόλαδο (Κυριτσάκης, 2007).

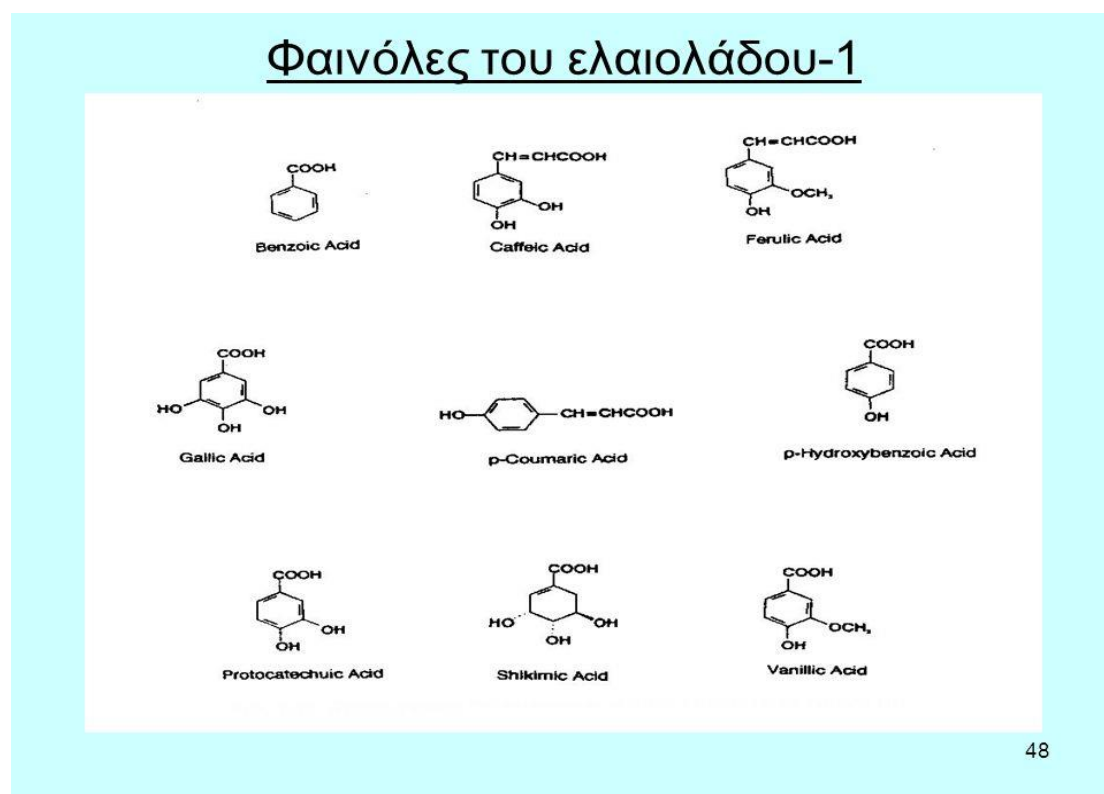
Από το πιο πάνω σχήμα, φαίνεται ότι οι τοκοφερόλες διακρίνονται σε  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  και  $\delta$  τοκοφερόλες. Η  $\alpha$  τοκοφερόλη αποτελεί την κύρια μορφή της, με ιδιαίτερα αυξημένο επίπεδο εμφάνισης και ποσοστό 88,5 % του συνολικού πλήθους. Η περιεκτικότητά της, από την άλλη πλευρά,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

### 1.2.2.7 Οι φαινόλες

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

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

υδροξυλικών και τη διαλυτότητα σε οργανικούς διαλύτες (Nergiz & Unal, 1991).



Εικόνα 2 : φαινόλες του ελαιολάδου

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

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

### **1.2.2.8 Οι καροτονοειδής χρωστικές ουσίες**

Ένα ακόμη βασικό στοιχείο της σύστασης του ελαιολάδου είναι και οι καροτονοειδής χρωστικές. Αυτές, σε γενικές γραμμές, περιέχονται σε μεγάλες σχετικά ποσότητες στη σύσταση του ελαιολάδου. Επιπλέον, αυτές είναι υπεύθυνες για το χρώμα του λαδιού κατά ένα μεγάλο μέρος (Κυριτσάκης, 2007).

Οι καροτονοειδή χρωστικές οι οποίες περιέχονται στην κύρια σύσταση του ελαιολάδου, έχουν τη δυνατότητα να διαχωριστούν σε δύο (2) επιμέρους κατηγορίες (Κυριτσάκης, 2007):

- Τις πολικές καροτονοειδή χρωστικές.
- Τις μη πολικές καροτονοειδή χρωστικές.

Πιο αναλυτικά τα είδη των καροτονοειδών χρωστικών τα οποία έχουν εντοπισθεί στη σύσταση του ελαιολάδου είναι τα παρακάτω (Χατζηευστρατίου, 2017):

- ✓ Το καροτένιο Α.
- ✓ Το καροτένιο Β.
- ✓ Το καροτένιο Γ.
- ✓ Η λουτεΐνη η οποία αποτελεί και την ισχυρότερη σε ποσότητα καροτονοειδή χρωστική.
- ✓ Η νεοξανθίνη.
- ✓ Η ξανθοφύλλη.
- ✓ Η βιολαξανθίνη.

### **1.2.2.9 Οι τριτερπενικές αλκοόλες**

Οι τριτερπενικές αλκοόλες ανήκουν στις ενώσεις οι οποίες εμπεριέχονται στο τμήμα του ασαπυνοποίητου κλάσματος του ελαιολάδου. Συγκεκριμένα, στη σύσταση και τη δομή του έχουν εντοπισθεί οι παρακάτω ουσίες που ανήκουν στην εν λόγω κατηγορία (Ramirez – Tortosa et al., 2006):

- Η ουβαόλη.
- Η ερυθροδιόλη.

### **1.2.2.10 Οι χρωστικές ουσίες**

Οι χρωστικές ουσίες αποτελούν ένα ακόμα στοιχείο το οποίο περιέχεται στη σύσταση του ασαπνωποποίητου κλάσματος του ελαιολάδου. Ωστόσο, η κυριότερη χρωστική ουσία η οποία εντοπίζεται είναι η χλωροφύλλη και μάλιστα σε δύο μορφές της που η συνολική τους περιεκτικότητα στο συνολικό κλάσμα κυμαίνεται από ένα (1) έως και δέκα (10) ppm. Επιπλέον, η χλωροφύλλη είναι η ουσία η οποία ευθύνεται για το βαθύ πράσινο χρώμα του ελαιολάδου ενώ ταυτόχρονα αποτελεί πολύ βλαπτικό στοιχείο οξύδωσης στην περίπτωση που έρθει σε έντονη επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα με αποτέλεσμα να βλάπτει την ποιότητα του ελαιολάδου (Ramirez – Tortosa et al., 2006).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το στοιχείο της χλωροφύλλης, εντοπίζεται εντός του ελαιολάδου σε δύο (2) βασικούς τύπους (Ramirez – Tortosa et al., 2006):

- ❖ Στη χλωροφύλλη a.
- ❖ Στη χλωροφύλλη τύπου b.

Η διαφορά μεταξύ των δύο (2) αυτών τύπων χλωροφύλλης έγκυται στο γεγονός ότι η χλωροφύλλη b απαρτίζεται από μία αλδευδική ομάδα αντί για το μεθύλιο το οποίο κατέχει η χλωροφύλλη τύπου a (Ramirez – Tortosa et al., 2006 ; Morello et al., 2005).

## **1.3 Τα κριτήρια ελέγχου της ποιότητας του ελαιολάδου**

Η ποιότητα του ελαιολάδου αποτελεί πρωταρχικό μέλημα από την πρώτη κιόλας στιγμή της έναρξης της καλλιέργειας του καρπού της ελιάς έως και το τελευταίο στάδιο της ελαιοπαραγωγικής διαδικασίας (Dekhili & Hauteville, 2009).

Ός προς το στοιχείο της ποιότητας του ελαιολάδου, λοιπόν, έχουν αναπτυχθεί ορισμένα πολύ βασικά κριτήρια προς τη διασφάλισή της. Αυτά είναι τα εξής (Servili et al., 2006):

- Η οξείδωση.

- Το χρώμα.
- Η οξύτητα.
- Τα οργανοληπτικά στοιχεία.

Στη συνέχεια τα παραπάνω κριτήρια αναλύονται εκτενώς.

### Η οξείδωση

Η οξείδωση αποτελεί το σημαντικότερο κίνδυνο του ελαιολάδου λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης την οποία διαθέτει σε λιπαρά οξέα. Η οξείδωση επέρχεται όταν τα λιπαρά οξέα της σύστασης του ελαιολάδου έρθουν σε άμεση επαφή με το οξυγόνο και με αυτόν τον τρόπο καταστρέφεται η συνολική ποιότητά του (Gionacchino et al., 2002).

Το ελαιόλαδο στο οποίο έχει επέλθει οξείδωση είναι πολύ δυσάρεστο ως προς τη γεύση αλλά και την οσμή του για αυτόν ακριβώς το λόγο θα πρέπει να προστατεύεται επαρκώς (Boskou et al., 2006).

Τα τρία (3) στάδια της οξείδωσης του ελαιολάδου είναι τα παρακάτω (Φρατζόλας, 2020):

- ❖ Η εισαγωγή: Αποτελεί το πρώτο βήμα για την οξείδωση του ελαιολάδου. Στο συγκεκριμένο χρονικό σημείο εισχωρεί εντός του ελαιολάδου μία μικρή αρχική ποσότητα οξυγόνου με αποτέλεσμα να μειώνεται ο ποιοτικός δείκτης αυτού. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του σταδίου αυτού είναι η μικρή αλλοίωση στη γεύση του ελαιολάδου. Όσον αφορά το χρονικό ορίζοντα του σταδίου της εισαγωγής, συνήθως, είναι μικρό αλλά ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία της καλλιεργούμενης ελιάς αλλά και της γεωγραφικής τοποθεσίας της καλλιέργειας.
- ❖ Η διάδοση: Το δεύτερο στάδιο της διάδοσης της οξείδωσης χαρακτηρίζεται από αυξημένο ρυθμό μετάδοσης του προβλήματος. Το προϊόν αποκτά μία εντελώς δυσάρεστη οσμή και γεύση και το πρόβλημα διογκώνεται.
- ❖ Ο τερματισμός της οξείδωσης: Αποτελεί το τελικό στάδιο της οξείδωσης όπου το τελικό προϊόν έχει καταστραφεί πλήρως.

### Το χρώμα

Ακόμα ένα κριτήριο ποιότητας του ελαιολάδου είναι το χρώμα. Ο εν λόγω παράγοντας εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από τα παρακάτω στοιχεία (Guzman et al., 2015):

- Το χρονικό σημείο κατά το οποίο πραγματοποιήθηκε το στάδιο της συγκομιδής των καρπών της ελιάς.
- Τη γεωγραφική τοποθεσία στην οποία καλλιεργήθηκε ο καρπός ελιάς.
- Την επιλεχθείσα προς καλλιέργεια ποικιλία του καρπού της ελιάς.
- Τις μεθόδους επεξεργασίας και ελαιοποίησης του καρπού της ελιάς.

Τέλος, όπως έχει ξανά αναφερθεί στο παρόν έγγραφο της παρούσας διπλωματικής εργασίας η ουσία η οποία είναι υπεύθυνη για το χρώμα της ελιάς είναι η χλωροφύλλη.

### Η οξύτητα

Η οξύτητα και το ελαιόλαδο είναι δύο όροι στενά συνυφασμένοι καθώς το χαρακτηριστικό της οξύτητας προσδιορίζει την ποιότητα του ελαιολάδου και την κατηγορία στην οποία εντάσσεται αυτό. Πιο αναλυτικά, με γνώμονα την οξύτητα το ελαιόλαδο, διακρίνεται σε δύο (2) κατηγορίες (Μπαλατσούρας, 1997):

- Το βιομηχανικό ελαιόλαδο.
- Το φαγώσιμο ελαιόλαδο.

Επίσης, σημαντικό στοιχείο το οποίο έχει την δυνατότητα να επηρεάσει μετέπειτα τις τιμές οξύτητας του ελαιολάδου είναι η ποιότητα του ελαιοκαρπού από τον οποίο παράγεται. Η ποιότητα αυτού του αρχικού καρπού, μπορεί να επιφέρει μία σταθερή τιμή στην οξύτητα του ελαιολάδου η οποία, όμως, μετέπειτα υπάρχει περίπτωση και να αυξηθεί λόγω διαφόρων παραμέτρων όπως είναι η αποθήκευση, οι συνθήκες περιβάλλοντος κ.α (Μπαλατσούρας, 1997 ; Κυριτσάκης, 1992).

### Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Ως οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου ορίζονται τα στοιχεία εκείνα τα οποία είναι υπεύθυνα, τόσο για την γεύση, όσο και για τα αρωματικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται στο ελαιόλαδο (Caronio et al., 2001).

Σύμφωνα με τον Κυριτσάκη (1993), το ελαιόλαδο με κριτήριο τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τα οποία διαθέτει, έχει την δυνατότητα να τμηματοποιηθεί στις παρακάτω βασικές ομάδες:

- Το πικρό ελαιόλαδο: Οφείλει το όνομά του στην χαρακτηριστική πικρή γεύση την οποία βγάζει κατά την κατανάλωσή του. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην παρουσία μεγάλης ποσότητας φύλλων εντός του ελαιολάδου.
- Το αγουρέλαιο: Η συγκεκριμένη κατηγορία διαθέτει το χαρακτηριστικό της στυφής γεύσης, πράγμα το οποίο δικαιολογείται απόλυτα, εξαιτίας της επεξεργασίας του άγουρου, ακόμα, καρπού της ελιάς από το οποίο παράγεται.
- Το φρουτώδη ελαιόλαδο: Αυτό το είδος του ελαιολάδου παρέχει σε όποιον το γευτεί μία εξαιρετικά καλή και μεστή γεύση διότι παράγεται από καρπό ελιάς ο οποίος έχει φθάσει στο κατάλληλο σημείο της ωρίμανσής του προς κατανάλωση.
- Το ελαιόλαδο καλής γεύσης: Αποτελεί την μέση γεύση του ελαιολάδου η οποία χαρακτηρίζεται ως καλή και κατάλληλη προς κατανάλωση.
- Το ελαττωματικό ελαιόλαδο: Το είδος του συγκεκριμένου ελαιολάδου θεωρείται ως ακατάλληλο και είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία.

#### ***1.4 Σύγχρονα στατιστικά στοιχεία για την ελαιοπαραγωγή στην Ελλάδα***

Η χώρα μας από τα αρχαία κίολας χρόνια, διαθέτει υψηλό βαθμό ενασχόλησης με τον κλάδο του πρωτογενούς τομέα και συγκεκριμένα της παραγωγής καρπών ελιάς πράγμα το οποίο οφείλεται εκτός των άλλων και στα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της ελληνικής γης.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική υπηρεσία (2016), το 72,1% των καλλιεργήσιμων εκτάσεων στη χώρα μας απαρτίζονται από ελαιόδενδρα. Ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών εντοπίζεται σε περιοχές όπως η Πελοπόννησος και η Κρήτη.

Ωστόσο για τα έτη 2017 – 2018, παρατηρήθηκε πτωτική πορεία στη συνολική παραγωγή των καρπών ελιάς της χώρας μας, της τάξεως του 2,6% (ΕΛΣΤΑΤ, 2020).

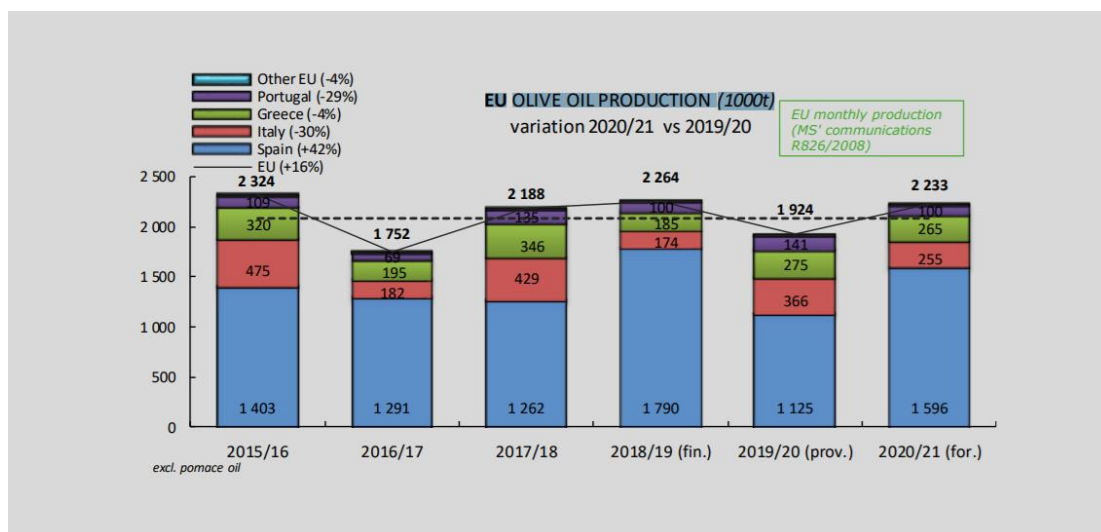
Επιπλέον, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η μεταβολή μεταξύ των ετών 2017 και 2018 στην παραγωγική διαδικασία της ελιάς στην Ελλάδα.

Οι μεταβολές όσον αναφορά τις εκτάσεις στην παραγωγή καρπών ελιάς μεταξύ των ετών 2017 και 2018		
2017	2018	Μεταβολή (%) 2017 – 2018
7.926	7.921	- 0,1

Πίνακας 4: Οι μεταβολές όσον αναφορά τις εκτάσεις στην παραγωγή καρπών ελιάς μεταξύ των ετών 2017 και 2018 (ΕΛΣΤΑΤ, 2020).

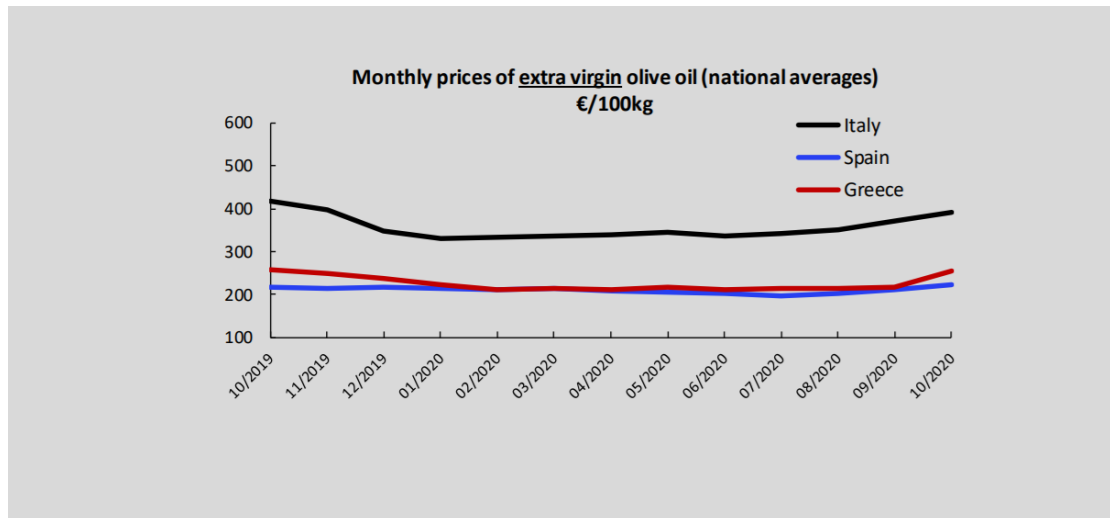
Όσον αναφορά, την θέση της χώρας μας στην παραγωγή ελαιολάδου σε ευρωπαϊκό επίπεδο αυτή καταλαμβάνει την τρίτη (3<sup>η</sup>) θέση και ως προς την συνολική παραγωγή αλλά και ως προς την τιμή του αντίστοιχου προϊόντος στην αγορά.

Στα διαγράμματα τα οποία ακολουθούν παρουσιάζεται τόσο η πτωτική πορεία της τιμής του ελληνικού ελαιολάδου, όσο και η πτωτική τιμή της παραγωγής του ελαιολάδου στη χώρα μας.



Εικόνα 4: Παραγωγή ελαιολάδου σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Ευρωπαϊκή επιτροπή, 2020).





Εικόνα 5: Η πορεία της τιμή του ελαιολάδου σε Ιταλία, Ισπανία και Ελλάδα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2020).

## 1.5 Βιβλιογραφία 1<sup>ου</sup> κεφαλαίου

Κατζηευστρατίου Ευαγγελία (2017)., *Το ελαιόλαδο: Εγκυκλοπαίδεια ελαιοκομίας*., Εκδόσεις: Άξιον Εκδοτική.

Κυριτσάκης Κ. Απόστολος (2007)., *Ελαιόλαδο: Συμβατικό και Βιολογικό*., 4<sup>η</sup> έκδοση., Θεσσαλονίκη.

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

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

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

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

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

Vichis S., Guadayol J. M., Couxach J., Lopez – Mamames L., Buxaderou S. (2006)., *Monoterpene and sesquiterpene hydrocarbons of virgin olive oil by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography/mass spectrometry*., Journal of Chromatography.

Koprivnjak O., Moret S., Populin T., Logazio C., Conte L. S. (2005)., *Variety differentiation of virgin olive oil based on n-alkane profile*., Food Chemistry., pp. 603 – 608.

Caponio F., Gomes Tommaso., Pasqualone Antonella (2001)., *Phenolic compounds in virgin olive oils: influence of the degree of olive ripeness on organoleptic characteristics and shelf – life*., European Food Research and Technology., pp. 329 – 333.

ΕΛΣΤΑΤ (2016)., *Παραγωγή ελαιολάδου*., Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/>

ΕΛΣΤΑΤ (2020)., *Καλλιέργειες πρωτογενούς τομέα*., Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/el/statistics/agr>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020)., *Ελαιόλαδο: Η κατάσταση της αγοράς*., Διαθέσιμο στο: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/olive-oil\\_el#marketsituation](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/olive-oil_el#marketsituation)

Φρατζόλας Β. (2020)., *Σύγχρονες τεχνικές ελαιοκομίας και παραγωγής ποιοτικού ελαιολάδου.*, Εκδόσεις: Βασίλη Φρατζόλα.

Boskou D., Blekas G., Tsimidou M. (2006)., *Olive oil composition.*, Olive Oil.

Servili M., Motedoro G. (2002)., *Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality.*, European Journal of Lipid Science and Technology.

Guzman E., Baeten V., Juan A., Jose G. M. (2015)., *Evaluation of the overall quality of olive oil using fluorescence spectroscopy.*, Food Chemistry., Vol. (173)., pp. 927 – 934.

Κοστρίβα Α. (2007)., *Μελέτη της αποδόμησης υγρών αποβλήτων ελαιουργείων με την χρήση αυτοχθόνων μυκήτων εδάφους.*, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στην περιβαλλοντική πολιτική και διαχείριση.

Giovacchino L., Sestili S., Di Vincenzo D. (2002)., *Influence of olive processing on virgin olive oil quality.*, European Journal of Lipid Science and Technology.

Dekhili S., Hauteville F. (2009)., *Effect of the region of origin on the perceived quality of olive oil: An experimental approach using a control group.*, Food Quality and Preference., Vol. (20)., pp. 525 – 532.

Fooks R. (2002)., *Το βιβλίο της ελιάς.*, Εκδόσεις: Ψύχαλος.

Μπαλατσούρος Γ. (1992)., *Η ελιά καλλιεργείται με σύγχρονες μεθόδους: Κλάδεμα, λίπανση, ακαλλιεργισία.*, Εκδόσεις: Πελεκάνος.

Συλλογικό Έργο (2010)., *Βιολογική Καλλιέργεια Ελιάς.*, Εκδόσεις: Σταμούλη.

Polese J. M. (2008)., *Η καλλιέργεια των ελαιόδενδρων.*, Εκδόσεις: Δασδέκης.

Fabro D. A. (2009)., *Η ελιά.*, Εκδόσεις: Ψύχαλος.

Θεριός Ι. (2007)., *Η ελαιοκομία.*, Εκδόσεις: Έμβρυο.

Πήλιου Μ. (2007)., *Το ελαιόλαδο.*, Μια εκπαιδευτική προσέγγιση.

Ramirez – Tortosa M. C., Granados S., Quiles J. L. (2006)., *Chemical composition, types and characteristics of olive oil.*, Publisher: CABI.

Uceda M., Jiménez A., Beltrán G. (2006)., *Olive oil extraction and quality.*, Trends in olive production., Vol. (4)., pp. 189 – 197.

# **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Τα στάδια επεξεργασίας του ελαιοκαρπού προς την παραγωγή ελαιολάδου**

## **2.1 Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου**

Η συνολική παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου αποτελεί μία πολύ σημαντική και ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία η οποία πρέπει να εκτελείται από εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό και να τηρούνται με ακρίβεια όλες οι βασικές προϋποθέσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη ποιότητα του τελικού παραγόμενου προϊόντος – ελαιολάδου (Μπαλατσούρας, 1997).

Τα στάδια της παραγωγικής, αυτής, διαδικασίας τα οποία θα αναλυθούν στην παρούσα ενότητα της διπλωματικής εργασίας, επιγραμματικά, είναι τα παρακάτω (Φρατζολάς, 2020):

- ❖ Το στάδιο της παραλαβής του καρπού της ελιάς.
- ❖ Το στάδιο της αποφύλλωσης των καρπών της ελιάς.
- ❖ Το στάδιο της άλεσης του ελαιοκαρπού.
- ❖ Το στάδιο της μάλαξης της ζύμης το οποίο προκύπτει από τον καρπό της ελιάς.
- ❖ Το στάδιο της αραιώσης της ελαιοζύμης.
- ❖ Το στάδιο της εξαγωγής του τελικού παραγόμενου προϊόντος – ελαιόλαδου.

### **2.1.1 Το στάδιο της παραλαβής του καρπού της ελιάς**

Όπως έχει ξανά αναφερθεί στο παρόν έγγραφο αυτής της διπλωματικής εργασίας, η παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου αποτελεί μία εξαιρετικά πολύπλοκη διεργασία η οποία λαμβάνει χώρα μέσα από ένα σύνολο υπό – σταδίων τα οποία πρέπει να ακολουθούνται από τον παραγωγό, δίνοντας μεγάλη βαρύτητα στις λεπτομέρειες (Fooks, 2002 ; Fabro, 2009).

Έτσι, η πρώτη φάση της εκκίνησης της παραγωγική, αυτής, διαδικασίας είναι η συγκομιδή των ελαιοκαρπών από το χωράφι. Το στάδιο αυτό, χαρακτηρίζεται από πολύμηνη εργασία η οποία οριοθετείται σε ετήσια βάση από τον Νοέμβριο έως και πολλές φορές τα τέλη του Φεβρουαρίου. Επίσης, κατά τη χρονική αυτή περίοδο, οι υπεύθυνοι για την συγκομιδή των καρπών της ελιάς εργάζονται καθημερινά, ραβδίζοντας τα αντίστοιχα δένδρα έτσι ώστε ο καρπός τους να πέσει στη βάση των δένδρων στην οποία έχουν τοποθετηθεί, με προσοχή, τα πανιά πάνω στα οποία θα τοποθετηθούν οι ελιές (Μπαλατσούρας, 1999).

Κατόπιν της διαδικασίας ραβδίσματος, οι ελιές που έχουν συλλεχθεί, επανατοποθετούνται σε ειδικά υφασμάτινα σακιά τα οποία καλούνται ως φάρδοι και στη συνέχεια οδηγούνται προς το αντίστοιχο ελαιοτριβείο εντός του οποίου θα λάβει χώρα η παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου. Επιπλέον, σε αυτό το σημείο κρίνεται σημαντικό να αναφερθεί ότι η μεταφορά των φάρδων προς το ελαιοτριβείο αποτελεί μία διαδικασία πολύ σημαντική διότι θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε ο καρπός της ελιάς να μην αλλοιωθεί (Μπαλατσούρας, 1999).

Κατά την άφιξη των καρπών της ελιάς στο ελαιοτριβείο, τα σακιά τοποθετούνται σε ειδικούς χώρους αποθήκευσης έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ποιότητά τους ως πρώτη ύλη (Μπαλατσούρας, 1997).

Τέλος, η εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου, πραγματοποιείται κατά τη χρονική φάση όπου οι καρποί της ελιάς τοποθετούνται στη λεγόμενη χοάνη έτσι ώστε να ξεκινήσει η αποφύλλωση των καρπών η οποία θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα του δεύτερου σταδίου (Μπαλατσούρας, 1997).

### **2.1.2 Το στάδιο της αποφύλλωσης των καρπών**

Το δεύτερο (2<sup>ο</sup>) στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου είναι η αποφύλλωση των καρπών της ελιάς. Πιο συγκεκριμένα, κατά το στάδιο αυτό πραγματοποιείται ο διαχωρισμός της ελιάς από τα φύλλα που έχουν αναπτυχθεί στη φάση της καλλιέργειάς της. Η διαδικασία αυτή, λαμβάνει χώρα, στη σημερινή σύγχρονη εποχή, με τη βοήθεια αυτοματοποιημένων συστημάτων αποφυλλωτηρίου (Στραφιώτης, 2007).

Τα ακριβή βήματα της διαδικασίας η οποία πραγματοποιείται εντός των αυτοματοποιημένων συστημάτων αποφυλλωτηρίου είναι τα εξής που ακολουθούν (Φρατζολάς, 2020):

- ❖ Οι καρποί της ελιάς προς επεξεργασία, τοποθετούνται σε μία ειδικής μορφής σκαφίδα η οποία με τη σειρά της εκτελεί παλινδρομικές κινήσεις. Η παλινδρομική ροή των κινήσεων της σκαφίδας, θεωρείται ως μείζον σημασίας διότι μέσω αυτών και των αντίστοιχων ταλαντώσεων, απομακρύνονται σε πολύ σύντομο χρόνο τα περιττά φύλλα από τον καρπό της ελιάς ο οποίος στη συνέχεια θα παράξει την ελαιοζύμη. Επιπλέον, κύριος σκοπός του συγκεκριμένου σταδίου είναι η πλήρης και ποιοτική απομόνωση μόνο του χρηστικού καρπού έτσι ώστε να διαφυλαχθεί στο μέγιστο βαθμό η ποιότητα του τελικού παραγόμενου ελαιολάδου.

Τέλος, μετά το πέρας της διαδικασίας αποφύλλωσης ακολουθεί το ενδεδειγμένο πλύσιμο με καθαρό φρέσκο νερό των απομονωμένων, πλέον, ελαιοκαρπών. Πιο αναλυτικά, οι καρποί της ελιάς τοποθετούνται σε μία μεγάλη λεκάνη στην οποία διοχετεύεται φρέσκο καθαρό νερό με έντονη πίεση έτσι οι ελαιοκαρποί διαχωρίζονται από τα διάφορα υπολείμματα του εδάφους. Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τους Rodrigues et al. (2015), η κατάλληλη ποσότητα καθαρού νερού η οποία είναι απαραίτητη να διοχετευτεί σε αυτήν την φάση προς τη σωστή εκτέλεση του σταδίου είναι εκατόν δέκα (110) έως εκατόν είκοσι (120) λίτρα ανά κιλό καρπών ελιάς.

### **2.1.3 Το στάδιο της άλεσης του ελαιοκαρπού**

Το τρίτο (3<sup>ο</sup>) στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου είναι η άλεση των καρπών της ελιάς. Για την υλοποίηση του συγκεκριμένου σταδίου οι «καθαροί» πλέον καρποί, τοποθετούνται στο χώρο του θρυπτηρίου το οποίο αποτελείται από τον σπαστήρα εντός του οποίου λαμβάνει χώρα η δημιουργία της ελαιοζύμης η οποία προκύπτει από την διάλυση του καρπού. Σε αυτό το σημείο, είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι η ελαιοζύμη περιέχει τόσο τα υγρά στοιχεία του ελαιοκαρπού, όσο και τα στερεά υπολείμματα τα οποία προκύπτουν από το σπάσιμο αυτού (Πάντζιος, 2008). Κατά τους Aparicio & Harwood (2013), η ελαιοζύμη θεωρείται ως η πολτοποιημένη πρώτη ύλη για την παραγωγή του ελαιολάδου.

Επιπλέον, τα κυριότερα μηχανικά συστήματα τα οποία είναι υπεύθυνα για την υλοποίηση του σταδίου της άλεσης του καρπού της ελιάς είναι τα εξής (Αλεξιάκης, 2003):

- ❖ Οι σπαστηρομαλακτήρες.
- ❖ Οι μυλόλιθοι.

- ❖ Τα μηχανήματα εκσαρκωσης.
- ❖ Οι σφυρόμυλοι κυλινδροσπαστήρες.

Σύμφωνα με τους Latfion et al. (2012), το απόσταγμα του λαδιού το οποίο περιέχει ο αντίστοιχος καρπός, είναι τοποθετημένο στο τμήμα των ελαιοφόρων κυττάρων της ελιάς σε υπερβολικά μικρές ποσότητες εντός των χυμοτόπιων και φυσικά του κυτοπλάσματος. Κατ' επέκταση, το λάδι μέσω της διαδικασίας της άλεσης, αποδεσμεύεται από τον κεντρικό καρπό.

Έτσι, κατά τον Φρατζολά (2020), για να εξασφαλισθεί η αποδέσμευση του λαδιού το οποίο περιέχεται εντός του ελαιοκαρπού στο μέγιστο δυνατό βαθμό, θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- ❖ Να λαμβάνει χώρα το σπάσιμο όλων των ελαιούχων κυττάρων του καρπού της ελιάς.
- ❖ Να επιδιώκεται το ενδεδειγμένο σπάσιμο των λιποπρωτεϊνικών μεμβρανών οι οποίες περιέχονται εντός του καρπού της ελιάς.
- ❖ Να διασφαλίζεται η αποφυγή των γαλακτοποιητικών παραγόντων.

Τέλος, προς τη βέλτιστη κατανόηση του θέματος είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι ως γαλακτοποιητικοί παράγοντες του καρπού της ελιάς ενεργούν τα εξής στοιχεία (Rodrigues et al., 2015):

- Οι λιποπρωτεΐνες.
- Τα γλυκολιπίδια.
- Τα φωσφορολιπίδια.

#### **2.1.4 Το στάδιο της μάλαξης της ζύμης του καρπού ελιάς**

Το τέταρτο (4<sup>ο</sup>) στάδιο και ίσως το σημαντικότερο όλων, της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου είναι η μάλαξη της ζύμης του καρπού της ελιάς. Το εν λόγω στάδιο πραγματοποιείται με τη συμβολή του μαλακτήρα ο οποίος επιτυγχάνει την ομογενοποίηση της ελαιοζύμης η οποία έχει προκύψει από το προηγούμενο στάδιο της άλεσης του ελαιοκαρπού (Φρατζολάς, 2020).



Ο μαλακτήρας συνιστά ένα θάλαμο ο οποίος διαθέτει ισχυρά εσωτερικά και εξωτερικά τοιχώματα (συνήθως διπλά) που σχηματίζουν ημικυκλικό σχήμα. Επίσης, εντός των τοιχωμάτων του κυλά υψηλής θερμοκρασίας καθαρό νερό το οποίο συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στη διατήρηση της απαιτούμενης θερμοκρασίας που έχει ανάγκη το τέταρτο, αυτό, στάδιο (Αλεξάκης, 2003).

Όσον αναφορά το εσωτερικό τμήμα του μαλακτήρα, αυτό περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό αναδευτήρων οι οποίοι με τη σειρά τους, ανακατεύουν διαρκώς την παραγόμενη ελαιοζύμη (Μπαλατσούρας, 1999). Η ανάδευση του γίνεται με πτερούγια και η ταχύτητάς τους είναι 18-20 στροφές ανά λεπτό.

Επιπροσθέτως, ο χωροταξικός σχεδιασμός του μαλακτήρα μπορεί να λάβει δύο (2) μορφές (Φρατζολάς, 2020):

- ❖ Ο οριζόντιος μαλακτήρα.
- ❖ Ο κάθετος μαλακτήρας.

Επιπλέον, τα τρία (3) πολύ βασικά στοιχεία τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το στάδιο της μάλαξης της ζύμης του καρπού της ελιάς είναι τα ακόλουθα (Φρατζολάς, 2020):

- ❖ Η αποκτηθείσα – απαιτούμενη διαδικασία του σταδίου της μάλαξης: Αποτελεί πολύ σημαντικό στοιχεία της εν λόγω διεργασίας. Συγκεκριμένα, η απαιτούμενη διαδικασία αυτής θα πρέπει να είναι μεταξύ τριάντα (30) έως το πολύ τριανταπέντε (35) βαθμούς Κελσίου.
- ❖ Η χρονική διάρκεια του σταδίου της μάλαξης: Αυτή θα πρέπει να είναι επαρκής αλλά όχι πολύ χρονοβόρα (20-30 λεπτά).
- ❖ Ο βαθμός της επαφής της ελαιοζύμης με τον εξωτερικό ατμοσφαιρικό αέρα: Κατά το στάδιο της μάλαξης του ελαιοκαρπού θα πρέπει η ελαιοζύμη να μην έρχεται σε καμία απολύτως επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα διότι υπονομεύεται η συνολική ποιότητα του τελικού παραγόμενου ελαιολάδου μέσω της μείωσης των πολύ σημαντικών οργανοληπτικών συστατικών αυτού.

Τέλος, σύμφωνα με τους Aparicio & Harwood (2013), το στάδιο της μάλαξης της ελαιοζύμης των καρπών της ελιάς, θεωρείται ως το σημαντικότερο όλων διότι:

- ✓ Κατά το εν λόγω στάδιο πραγματοποιείται ο ουσιαστικός διαχωρισμός σημαντικής ποσότητας λαδιού μέσω της αποστάλαξης.
- ✓ Ανακόπτονται – διαλύονται στο μέγιστο βαθμό οι διάφοροι ιστοί στο εσωτερικό του καρπού της ελιάς.
- ✓ Πραγματοποιείται η ενοποίηση των διάφορων σταγόνων ελιάς οι οποίες εντοπίζονται σε διασκορπισμένα σημεία εντός του εσωτερικού του καρπού.
- ✓ Διαχωρίζονται όλα τα επιμέρους κολλώδης μορφής συστήματα.

#### **2.1.4.1 Οι συνέπειες ως προς τη σύσταση των πολυφαινολών με τη χρήση των υπερήχων στο μαλακτήρα**

Είναι γνωστό ότι οι φαινόλες αποτελούν στοιχεία τα οποία θεωρούνται ως ευμετάβλητα και πολύ σημαντικά για την ποιοτική παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου. Έτσι, πρωταρχικό μέλημα της συνολικής παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου, θα πρέπει να είναι η διατήρηση αυτών, όσον αναφορά την ποσότητα και το είδος τους έτσι ώστε να επιτευχθεί σε μελλοντικό χρόνο, η βέλτιστη ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος (Πάντζιος, 2008).

Τα στοιχεία τα οποία είναι σε θέση να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό τα επίπεδα των φαινολών εντός της σύστασης του ελαιολάδου είναι τα ακόλουθα (Φρατζόλας, 2020):

- ❖ Το είδος των φυγοκεντρικών συστημάτων τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη συνολική παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου.
- ❖ Οι επικρατούσες συνθήκες σε κάθε στάδιο της συνολικής παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου.

Σε γενικές γραμμές, στις περισσότερες των περιπτώσεων, οι βιοφαινόλες παρουσιάζουν μία υδρόφιλη συμπεριφορά πράγμα το οποίο οδηγεί στη διαπίστωση ότι σε τελικό στάδιο διοχετεύονται μικρές ποσοτήτων από των πολτοποιημένη ελαιοζύμη στο τελικό προϊόν (ελαιόλαδο) ενώ ο μεγαλύτερος όγκος τους απομονώνεται μέσα από τα διάφορα λύματα τα οποία προκύπτουν από την διεργασία (Φρατζόλας, 2020).

Επιπλέον, είναι γνωστό ότι κατά το στάδιο τόσο της μάλαξης της ελαιοζύμης, όσο και στο στάδιο της άλεσης των ελαιοκαρπών, λαμβάνουν χώρα πολλές και εξαιρετικά ισχυρές ενζυμικές αντιδράσεις, πράγμα το οποίο μετασχηματίζει τη βασική σύσταση των φαινολών

με αποτέλεσμα αυτές να παραμένουν, σε άλλη μορφή εντός του ελαιολάδου (Φρατζόλας, 2020).

Έτσι, θα πρέπει, απαραίτητα στα στάδια αυτά, να πληρούνται με εξαιρετική ακρίβεια οι απαιτηθείσες συνθήκες για να μην παρατηρείται μείωση των αντίστοιχων φαινολών που θα προκαλέσει υποβάθμιση της ποιότητας του ελαιολάδου (Φρατζόλας, 2020).

Παρακάτω παρατίθενται ένας πίνακας με τις τιμές των φαινολικών στοιχείων ανάλογα με την επεξεργασία της ελαιοποίησης.

<b>Τα φαινολικά στοιχεία σε καρπούς προχωρημένης ωρίμανσης στην ελαιοζύμη ελαιολάδου από ντεκάντερ, ελαιόλαδο από διαχωριστήρα</b>				
	<b>Καρποί (mg / kg)</b>	<b>Ελαιοζύμη (mg / kg)</b>	<b>Ελαιόλαδο ντεκάντερ (mg / kg)</b>	<b>Ελαιόλαδο διαχωριστήρα (mg / kg)</b>
Υδροξυσορόλη	124,3	1366,4	5,8	2,4
Τυροσόλη	147,3	457,2	5,3	5
Ολεασίνη	1361,3	2000,6	266,6	94,7
Ολεοκανθάλη	96,4	127,1	44,2	22,2
Ελευρωπαίνη	96,4	13,5	0	0
Λιγεστροσίδης	66,8	9,7	0	0
MMAE	1599,7	616,7	110,6	66,3
MMAΓ	483,3	159,3	79,3	48,5
Μασλινικό οξύ	1252,9	3123,2	29,5	20,9

Πίνακας 5: Τα φαινολικά στοιχεία σε καρπούς προχωρημένης ωρίμανσης στην ελαιοζύμη ελαιολάδου από ντεκάντερ ελαιόλαδο από διαχωριστήρα ( Φρατζόλας, 2020).

Ως υπέρηχος ορίζεται κάθε ήχος που η συχνότητα του είναι μεγαλύτερη από αυτήν που αντιλαμβάνεται το αυτί (δηλαδή πάνω από 16 kHz). Σύμφωνα με τους Mason & Cordenans υπάρχουν τρεις διαφορετικοί υπέρηχοι:

- Διαγνωστικοί υπέρηχοι 2-10 MHz
- Χαμηλής συχνότητας 20-100 kHz
- Μέσης συχνότητας ή υπέρηχοι χημικών φαινομένων 300-1000 kHz

Σύμφωνα με τον Φρατζόλα (2020), η χρήση των υπέρηχων στο στάδιο της μάλαξης της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου και όχι μόνο, αποτελεί μία νέα και ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία η οποία ναι μεν ακόμα βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο αλλά μπορεί να επιφέρει σημαντικά οφέλη, τόσο στη διατήρηση των φαινολών, όσο και στην ελαιοπεριεκτικότητα διότι επιδρά με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μειώνει το χρονικό ορίζοντα της διαδικασίας μάλαξης και έτσι να διασφαλίζεται η μελλοντική ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου.

Μελετήθηκε επίσης από τους Almeida et al οι επιπτώσεις της ποιότητας της εξαγωγής ελαιολάδου με την χρήση υπερήχων κατά την μάλαξη. Η χρήση υπερήχων δεν επηρέασε την οξύτητα του ελαίου ή τον αριθμό των υπεροξειδίων αυτού, ενώ παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στις φαινόλες και στις πτητικές ενώσεις.

### **2.1.5 Το στάδιο της αραίωσης της ελαιοζύμης**

Το πέμπτο (5<sup>ο</sup>) στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου είναι η αραίωση της ελαιοζύμης η οποία έχει παραχθεί και επεξεργαστεί κατάλληλα στα προηγούμενα στάδια που αναφέρθηκαν (Fooks, 2008).

Η αραίωση της ελαιοζύμης των καρπών της ελιάς πρέπει να υφίστανται αμέσως πίεση. Επίσης, σημαντικό στοιχείο πριν την υλοποίηση της απαιτούμενης πίεσης στην ελαιοζύμη είναι ο μετασχηματισμός της σε στάμα (Μπαλατσούρος, 1999). Σύμφωνα με τον Φρατζόλα (2020), για τον μετασχηματισμό της ελαιοζύμης σε στάμα, είναι απαραίτητη η συμμετοχή των ακόλουθων στοιχείων στην αντίστοιχη διεργασία:

- Το ελαιόπανο.

- Το καρτσάκι.
- Ο δοσομετρητής.
- Οι διάφοροι μεταλλικοί δίσκοι.

Στη διαδικασία μετασχηματισμού της ελαιοζύμης σε στάμα, κομβικής σημασίας θεωρείται η χρήση των μεταλλικών δίσκων για τρεις (3) κύριους λόγους (Latfion et al., 2012):

- ❖ Έχουν την ικανότητα να ενισχύουν σε μεγάλο βαθμό την ίση διοχέτευση της πίεσης σε όλη την ποσότητα του επεξεργασμένου στάματος.
- ❖ Έχουν τη δυνατότητα να επιτυγχάνουν σημαντικές μειωτικές τάσεις στο βαθμό ελαστικότητας του στάματος.
- ❖ Με τη συμβολή τους δεν καταστρέφονται τα εργαλεία των ελαιοσπυρίδων.

Σε αυτό το σημείο της παρούσας ενότητας προς τη βέλτιστη κατανόηση του ζητήματος, κρίνεται ως σημαντικό να αναφερθεί ότι το στάμα απαρτίζεται από τα παρακάτω στοιχεία (Στραφιώτης, 2007):

- Μία βάση η οποία έχει τη δυνατότητα να μετακινείται.
- Τα ελαιόπανα στην επιφάνεια των οποίων εναποθέτεται η ελαιομάζα προς επεξεργασία.
- Ο δοσομετρητής.

### **2.1.6 Το στάδιο της εξαγωγής του τελικού προϊόντος – ελαιολάδου**

Το έκτο (6<sup>ο</sup>) στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου είναι η εξαγωγή του τελικού προϊόντος. Ουσιαστικά, στο εν λόγω στάδιο πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του καθαρού ελαιολάδου από τα υπόλοιπα στοιχεία που περιέχει κατά τη χρονική περίοδο της συνολικής του επεξεργασίας (Μπαλατσούρας, 1999 ; Μπαλατσούρας, 1997).

Οι δύο (2) πιο δημοφιλείς και συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές για το διαχωρισμό του λαδιού είναι οι εξής που ακολουθούν (Φρατζολάς, 2020):

- ❖ Η μέθοδος του κατακαθίσματος η οποία υλοποιείται εντός μίας συστοιχίας επιμέρους δεξαμενών.

- ❖ Η μέθοδος της φυγοκεντρικής με ανάλογο τύπου διαχωριστήρες.



Εικόνα 6: εξαγωγή ελαιολάδου από διαχωριστήρα

Οι σημαντικότερες μεταβλητές οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να επηρεάζουν καταλυτικά τη διεργασία του διαχωρισμού του λαδιού από τα έτερα φυτικά συστατικά με τη μέθοδο του κατακαθίσματος είναι οι εξής (Αλεξάκης, 2003):

- Ο παράγοντας της θερμοκρασίας: Τα επίπεδα της θερμοκρασίας με τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι απαραίτητο να κινούνται μεταξύ 16 έως και 20 βαθμών κελσίου.
- Η χρονική διάρκεια: Η μικρή χρονική διάρκεια της επεξεργασίας έχει τη δυνατότητα να ενισχύει την τελική ποιότητα του παραχθέντος προϊόντος.

Το στάδιο της πίεσης στην παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου μπορεί να εκτελεσθεί με δύο (2) βασικούς τρόπους – είδη μηχανημάτων (Αλεξάκης, 2003):

- Τα υδραυλικά πιεστήρια.
- Τα συστήματα φυγοκεντρικού τύπου γνωστά και ως Decanter.

Στη συνέχεια ακολουθεί μία σύντομη ανάλυση των παραπάνω αναφερθέντων συστημάτων πίεσης.

#### Τα υδραυλικά πιεστήρια

Τα υδραυλικά πιεστήρια κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνταν στην παραγωγή ελαιολάδου πριν από είκοσι (20) χρόνια, παρόλα αυτά ακόμα και στη σημερινή εποχή αρκετά ελαιοτριβεία συνεχίζουν τη χρήση τους (Αλεξάκης, 2003).

Αυτού του είδους τα πιεστήρια απαρτίζονται από τα ακόλουθα πολύ βασικά στοιχεία – υπό εργαλεία (Αλεξάκης, 2003):

- ❖ Τη λεκάνη.
- ❖ Το έμβολο.
- ❖ Τη σταθερή βάση του πιεστηρίου.
- ❖ Το καρτσάκι ή αλλιώς την κινούμενη βάση του στάματος.
- ❖ Το επιστύλιο.
- ❖ Το κυλινδρικό τμήμα της αντλίας.
- ❖ Τον κεντρικό σωλήνα ο οποίος έχει την ικανότητα να ενώνει στους επιμέρους κυλίνδρους του συστήματος.
- ❖ Οι επιμέρους στύλοι.

#### Τα συστήματα φυγοκεντρικού τύπου γνωστά και ως Decanter

Τα συστήματα φυγοκεντρικού τύπου γνωστά και ως Decanter χρησιμοποιούνται στις μέρες μας από τα περισσότερα σύγχρονα ελαιοτριβεία.



Εικόνα 7: ντεκάντερ

Αυτού του είδους τα συστήματα απαρτίζονται από τα ακόλουθα τμήματα (Αλεξάκης, 2003):

- ❖ Το οριζόντιας διάταξης τύμπανο.
- ❖ Τον κεντρικό οριζόντιο άξονα.
- ❖ Τον εξωθητικό κοχλία ο οποίος κινείται αργά εκτελώντας περιστροφικές κινήσεις στον ίδιο προσανατολισμό με το τμήμα του τυμπάνου επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την διαρκή μετακίνηση της στερεής μάζας η οποία επεξεργάζεται.

Επιπλέον, απαραίτητο βήμα για την σωστή εκτέλεση της παραπάνω διαδικασία με τη χρήση Decanter, είναι η προηγούμενη αραίωση της ελαιομάζας με υψηλής θερμοκρασίας νερό και κατόπιν, στην ελαιομάζα επιφέρονται ισχυρές φυγοκεντρικού τύπου δυνάμεις. Ύστερα από την επεξεργασία αυτής, τα τελικά προϊόντα σε αυτήν την φάση εξάγονται από διαφορετικά μέρη ανάλογα με τον αν είναι στέρεα ή υγρά (Αλεξιάκης, 2003).

Κατά τον Φρατζολά (2020), υπάρχουν στο εμπόριο δύο (2) τύπου φυγοκεντρικών συστημάτων τα οποία είναι τα εξής:

- ❖ Τα φυγοκεντρικά συστήματα δύο φάσεων: Αυτού του τύπου τα φυγοκεντρικά συστήματα ύστερα από την επεξεργασία της ελαιομάζας διαχωρίζουν αυτή σε δύο (2) υποτμήματα.
- ❖ Τα φυγοκεντρικά συστήματα τριών φάσεων: Αυτού του τύπου τα φυγοκεντρικά συστήματα ύστερα από την επεξεργασία της ελαιομάζας διαχωρίζουν αυτή σε τρία (3) υποτμήματα.

Τέλος, πολλοί επιστήμονες του κλάδου έχουν ασχοληθεί επι σειρά ετών με τα πλεονεκτήματα καθώς και τα μειονεκτήματα τα οποία παρέχουν τα φυγοκεντρικά συστήματα στη διαδικασία παραγωγής ελαιολάδου. Τα κυριότερα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα αυτών, παρουσιάζονται στον πίνακα ο οποίος ακολουθεί (Φρατζολάς, 2020):



<b>Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των φυγόκεντρων συστημάτων</b>	
<b>Πλεονεκτήματα</b>	<b>Μειονεκτήματα</b>
Μικρή χωροταξική διάταξη	Η υψηλή κατανάλωση του καθαρού νερού
Μηχανοποιημένη διαδικασία η οποία μειώνει το μεταβλητό κόστος	Αυξάνει το κόστος εκπαίδευσης του προσωπικού
Η κατάργηση της χρήση των ελαιοπυρήνων	Η υψηλή κατανάλωση ενέργειας
Η αυτοματοποιημένη διαδικασία	Η δαπάνη απόκτησης του κεντρικού μηχανήματος είναι υψηλή
Η καθαριότητα	Η δημιουργία υψηλών ποσοστών υγρασίας στον ελαιοπυρήνα η οποία κυμαίνεται από 47 έως και 50%.
Η βέλτιστη ποιότητα του παραγόμενου τελικού προϊόντος	

Πίνακας 6: Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των φυγόκεντρικών συστημάτων (Φρατζολάς, 2020).

## **2.2 Οι τεχνικές εξαγωγής του τελικού προϊόντος – ελαιολάδου**

Η συνολική παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου αποσκοπεί σε τελικό στάδιο στην βέλτιστη και ποιοτικότερη παραγωγή αυτού. Στην παρούσα ενότητα της διπλωματικής εργασίας, θα αναλυθούν εκτενώς, οι τεχνικές εξαγωγής αυτού.

Συνοπτικά, οι τρεις (3) τεχνικές εξαγωγής του τελικού προϊόντος – ελαιολάδου είναι οι ακόλουθες (Μπαλατσούρας, 1999):

- ❖ Τα φυγόκεντρικά συστήματα δύο φάσεων.
- ❖ Τα διαχρονικά συστήματα της πίεσης.
- ❖ Τα φυγόκεντρικά συστήματα τριών φάσεων.

Όλες οι παραπάνω τεχνικές χρησιμοποιούνται ακόμα στα ελαιοτριβεία και διαθέτουν τόσο σημαντικά θετικά στοιχεία, όσο και αρνητικά.

### **2.2.1 Τα φυγοκεντρικά συστήματα δύο (2) φάσεων για την εξαγωγή του ελαιολάδου**

Τα φυγοκεντρικά συστήματα δύο (2) φάσεων για την εξαγωγή του ελαιολάδου αποτελούν μία σύγχρονη και ταχέως αναπτυσσόμενη μέθοδο σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτά συνιστούν, σύγχρονα συστήματα, χαρακτηριζόμενα από πολλούς επιστήμονες του κλάδου ως «οικολογικού τύπου» (Φρατζολάς, 2020).

Τα φυγοκεντρικά συστήματα δύο (2) φάσεων, ουσιαστικά, απαλείφουν το στάδιο της αραίωσης της ελαιοζύμης η οποία λαμβάνει χώρα με τη διοχέτευση μεγάλων ποσοτήτων νερού υψηλής θερμοκρασιακής κατάστασης. Πιο αναλυτικά, μέσω των συγκεκριμένων συστημάτων, η ελαιοζύμη τμηματοποιείται στα δυο (2) ακόλουθα μέρη τα οποία εξάγονται από διαφορετική οδό (Φρατζολάς, 2020):

- Στο ελαιόλαδο.
- Στον ελαιοπυρήνα ο οποίος στο εσωτερικό του περιλαμβάνει και τα τυχόν απόνερα που προκύπτουν από την συνολική διαδικασία του διαχωρισμού.

Αυτού του είδους η τεχνική της εξαγωγής του ελαιολάδου, όπως άλλωστε και όλες οι υπόλοιπες μέθοδοι, περικλείει τόσο θετικά στοιχεία (πλεονεκτήματα), όσο και αρνητικά (μειονεκτήματα). Αυτά είναι τα εξής (Φρατζολάς, 2020):

#### Τα μειονεκτήματα της μεθόδου

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου των φυγοκεντρικών συστημάτων δύο (2) φάσεων είναι τα παρακάτω (Φρατζολάς, 2020):

- Το προϊόν της πολτοποιημένης ελαιοζύμης (ελαιόπαστα) το οποίο δημιουργείται είναι απαραίτητο να υποβληθεί σε νέα επεξεργασία, πράγμα το οποίο μεγιστοποιεί το μεταβλητό κόστος για την συνολική παραγωγική διαδικασία.
- Η συγκεκριμένη μέθοδο διαχωρισμού του ελαιολάδου αναπτύσει το λεγόμενο ραφινάρισμα.

- Τα λύματα τα οποία δημιουργούν με τη μορφή απόνερων από τη συνολική διαδικασία, κατέχουν πολύ υψηλά ποσοστά υγρασίας τα οποία κυμαίνονται από 55 έως και πολλές φορές 71%.
- Τα απόβλητα τα οποία προκύπτουν από την παραπάνω διεργασία θεωρούνται ως μη εύκολα διαχειρίσιμα καθώς χαρακτηρίζονται ως ευμετάβλητα και ασταθή.
- Τα απόβλητα τα οποία προκύπτουν από την διεργασία των συστημάτων δύο (2) φάσεων συνοδεύονται από ξηρή δομή, μέγιστο δείκτη COD και μεγάλο βαθμό θολότητας.

#### Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου

Από την άλλη πλευρά, τα πλεονεκτήματα της μεθόδου των φυγοκεντρικών συστημάτων δύο (2) φάσεων είναι τα εξής (Φρατζολάς, 2020):

- Το παραγόμενο τελικό προϊόν του ελαιολάδου από αυτού του είδους τα συστήματα, έχει διαπιστωθεί μέσα από μετρήσεις ότι διαθέτει τον υψηλότερο δείκτη ποιότητας.
- Το ελαιολάδο το οποίο προκύπτει διαθέτει ισχυρή ποσότητα (πάνω από το μέσο όρο των άλλων μεθόδων) σε οργανοληπτικά στοιχεία και σταθερότητα.
- Με αυτού του είδους τα συστήματα εξοικονομούνται μεγάλες ποσότητες καθαρού νερού αφού απαλείφεται το στάδιο της αραίωσης της ελαιοζύμης.
- Με αυτού του είδους τα συστήματα εξοικονομούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας οι οποίες απαιτούνται στην λειτουργία των υπόλοιπων συστημάτων.
- Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας στο σύνολό του, κινείται σε χαμηλότερα επίπεδα.
- Η χρήση του είναι απλή και δεν απαιτείται ειδικός εξοπλισμός.
- Με τη χρήση των φυγόκεντρων συστημάτων δύο (2) φάσεων, αποφεύγεται η χρήση επιπρόσθετου φυγοκεντριτή διότι τα αναπτυσσόμενα φυτικά υγρά ανακυκλώνονται αυτοματοποιημένα.

## 2.2.2 Τα διαχρονικά συστήματα πίεσης για την εξαγωγή του ελαιολάδου

Τα διαχρονικά συστήματα πίεσης για την εξαγωγή του ελαιολάδου αποτελούν την πρώτη μέθοδο η οποία σταδιακά στην πάροδο του χρόνου εξελίχθηκε και φυσικά, χρησιμοποιείται ακόμα από ορισμένα ελαιοτριβεία (Μπαλατσούρας, 1999).

Με την εν λόγω μέθοδο από την ελαιοζύμη δημιουργούνται τρία (3) στοιχεία (Μπαλατσούρας, 1999):

- ❖ Το ελαιόλαδο.
- ❖ Τα στερεής μορφής απόβλητα της ελαιοζύμης.
- ❖ Τα υγρής μορφής απόβλητα της ελαιοζύμης.

Επίσης, στα συστήματα πίεσης η κυριότερη δύναμη η οποία ασκείται στην ελαιοζύμη είναι η υδραυλική πίεση η οποία με την πάροδο της χρονικής διάρκειας της διαδικασίας ξεκινά με την τιμή των  $300 \text{ kg / cm}^2$  και σε τελικό στάδιο φθάνει έως και την τιμή των  $500 \text{ kg / cm}^2$ . Βέβαια, σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι το ύψος της υδραυλικής πίεσης το οποίο θα ασκηθεί σε τελικό στάδιο στην ελαιοζύμη για την εξαγωγή του ελαιολάδου εξαρτάται από ορισμένους κύριους παράγοντες που είναι οι εξής (Μπαλατσούρας, 1999):

- Το είδος του πρωτογενούς καρπού της ελιάς.
- Το στάδιο ωρίμανσης του καρπού ελιάς κατά το οποίο πραγματοποιήθηκε η συγκομιδή.

Όσον αναφορά τις διεργασίες σε αυτού του τύπου τα συστήματα, αρχικά διαχωρίζονται τα στέρεης μορφής απόβλητα από το υπόλοιπο τμήμα της ελαιομάζας. Και κατόπιν, πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα υγρής μορφής απόβλητα της διαδικασίας (Μπαλατσούρας, 1999).

Επιπροσθέτως, μία ακόμα τεχνική η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον στα διαχρονικά συστήματα πίεσης είναι η εφαρμογή πολλών και μη διακοπτόμενων πιεστηρίων. Κατά τον Φρατζολά (2020) αναφέρεται ότι όσο περισσότερα σε αριθμό πιεστήρια συμβάλλουν σε αυτό το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου, τόσο αποδοτικότερη θα είναι η συνολική παραγωγή αυτού καθώς και φυσικά, η ποιότητά του.

Τέλος, ως μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα της εν λόγω μεθόδου έχουν αναφερθεί τα ακόλουθα:

#### Τα μειονεκτήματα της χρήσης των διαχρονικών συστημάτων πίεσης

Τα μειονεκτήματα τα οποία προκύπτουν από τη χρήση των διαχρονικών συστημάτων της πίεσης για την παραγωγή του ελαιολάδου είναι τα εξής (Μπαλατσούρας, 1997):

- Η χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου θέτει ως βασική προϋπόθεση την αυστηρή καθαριότητα του χώρου επεξεργασίας.

#### Τα πλεονεκτήματα της χρήση των διαχρονικών συστημάτων πίεσης

Από την άλλη πλευρά, τα πλεονεκτήματα τα οποία προκύπτουν μέσα από τη χρήση των διαχρονικών συστημάτων πίεσης για την παραγωγή του ελαιολάδου είναι τα ακόλουθα (Μπαλατσούρας, 1997):

- Η χαμηλότερη κατανάλωση καθαρού νερού την οποία προϋποθέτει η συγκεκριμένη τεχνική.
- Η βέλτιστη ποιότητα του παραγόμενου τελική προϊόντος – ελαιολάδου.
- Τα χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων στα υγρές μορφές απόβλητα της συνολικής διαδικασίας τα οποία κυμαίνονται γύρω στο 10 g COD / l – 200 g COD / l.
- Η μικρή απαιτηθείς θερμοκρασιακή κατάσταση της διαδικασίας η οποία οδηγεί σε αυξητική τάση της συνολικής ποιότητας του ελαιολάδου το οποίο εξάγεται.

### **2.2.3 Τα φυγοκεντρικά συστήματα τριών (3) φάσεων για την εξαγωγή του ελαιολάδου**

Τα φυγοκεντρικά συστήματα τριών (3) φάσεων για την εξαγωγή του ελαιολάδου παρουσίασαν τη μέγιστη ακμή της χρήσης του περίπου στη δεκαετία του 1960, βέβαια χρησιμοποιούνται από πολλά ελαιοτριβεία (συνήθως μικρά και παραδοσιακά) ακόμα και στις μέρες μας (Μπαλατσούρας, 1997).

Αυτού του είδους η τεχνική, εφαρμόζεται βασισμένη στην διαφορά ειδικού βάρους η οποία αναπτύσσεται μεταξύ του λαδιού και του νερού, όπως είναι φυσικό. Πιο αναλυτικά, η ελαιοζύμη εναποθέτεται σε ένα ελαιουργικό σύστημα τριών (3) φάσεων το οποίο

απαρτίζεται από μεγάλο αριθμό φυγοκεντρικών διαχωριστών οριζόντιου τύπου, βάση των οποίων λαμβάνει χώρα η τμηματοποίηση των εκάστοτε κλασμάτων (Μπαλατσούρας, 1999).

Προς τη βέλτιστη κατανόηση του ζητήματα, σε αυτό το σημείο, κρίνεται σημαντικό να αναφερθεί ότι για να εκτελεσθεί ορθά η συγκεκριμένη διαδικασία θα πρέπει οι φυγοκεντρικού τύπου διαχωριστές της ελαιοζύμης να διαθέτουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Μπαλατσούρας, 1997):

- Έναν κοχλία ο οποίος θα κινείται με περιστροφικές κινήσεις χαμηλής ταχύτητας έτσι ώστε να μετακινεί διαρκώς την ελαιοζύμη προς την επεξεργασία της. Επίσης, ο κοχλίας αυτός θα πρέπει να διαθέτει την ίδια ακριβώς φορά με το τύμπανο το οποίο συμμετέχει στη διεργασία.
- Έναν οριζόντιο κεντρικό άξονα.
- Ένα οριζόντιο κεντρικό τύμπανο.

Στη συνέχεια, ο εν λόγω «διαχωριστής» τμηματοποιεί την υπό επεξεργασία ελαιοζύμη σε τρία (3) τμήματα (Μπαλατσούρας, 1997):

- Στο ελαιόλαδο.
- Στον ελαιοπυρήνα.
- Στα νερά και τα φυτικά υγρά της ελαιοζύμης.

Επιπλέον, ένα ακόμα στοιχείο το οποίο πρέπει να αναφερθεί σε σχέση με την εφαρμογή της τεχνικής των φυγόκεντρων συστημάτων τριών (3) φάσεων είναι η αυτοματοποιημένη λειτουργία τους η οποία διαθέτει τη μορφή συνεχής και αδιάκοπης παραγωγικής δομής (Μπαλατσούρας, 1997).

Τέλος, όσον αφορά τα μειονεκτήματα καθώς και τα μειονεκτήματα της εν λόγω τεχνικής δεν έχουν αναφερθεί πολλά στοιχεία. Ως βασικό της πλεονέκτημα θεωρείται η μείωση του λειτουργικού μεταβλητού κόστους για τον παραγωγό ενώ δεν έχουν διαπιστωθεί αλλοιώσεις στην ποιότητα του τελικού παραγόμενου προϊόντος. Από την άλλη πλευρά, ως μειονέκτημα της διαδικασίας, έχει αναφερθεί η κατανάλωση υψηλών ποσοτήτων καθαρού νερού προς την ορθή χρήση του μηχανικού συστήματος (Μπαλατσούρας, 1997).

## **2.3 Βιβλιογραφία 2<sup>ου</sup> κεφαλαίου**

Latifian M., Liu J., Mattiasson B. (2012)., *Struvite-based fertilizer and its physical and chemical properties.*, Environmental technology., Vol. (33)., pp. 2691 – 2697.

Rodrigues F., Pimentel B., Oliveira B. (2015)., *Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry.*, Industrial Crops and Products., Vol. (70)., pp. 116 – 124.

Στραφιώτης Σ. (2009)., *Διερεύνηση της Σύστασης του Πτητικού Κλάσματος της Βρώσιμης Ελιάς Καλαμών μετά από Δειγματοληψία.*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης., Σχολή Θετικών Επιστημών Τμήμα Χημείας (2009).

Aparicio P., Harwood J. (2013)., *Handbook of olive oil.*, Handbook of Olive Oil.

Πάντζιαρος Α. (2008)., *Επεξεργασία αποβλήτου ελαιτριβείου με τη χρήση ηλεκτρολυτών και πολυηλεκτρολυτών με τη μέθοδο κροκίδωσης / καθίζησης.*

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

Μπαλατσούρος Γ. (1999)., *Σύγχρονη Ελαιοκομία: Η ελαιουργία.*, Εκδόσεις: Ιδιωτική Έκδοση.

Μπαλατσούρος Γ. (1997)., *Σύγχρονη ελαιοκομία: Ελαιόλαδο.*, Εκδόσεις: Ιδιωτική Έκδοση.

Φρατζόλας Β. (2020)., *Σύγχρονες τεχνικές ελαιοκομίας και παραγωγής ποιοτικού ελαιολάδου.*, Εκδόσεις: Βασίλη Φρατζόλα.

## Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα συγκεντρώθηκαν μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι τα ακόλουθα:

- ❖ Η δομή και η σύσταση του καρπού της ελιάς περιλαμβάνουν πολλά στοιχεία και μεταβλητές τα οποία το καθιστούν περίπλοκο.
- ❖ Η ελευρωπαίνη, ανήκει στις πολυφαινόλες και παρουσιάζεται σε μεγάλα ποσοστά στα πρώιμα στάδια της καλλιέργειας του καρπού της ελιάς. Η ουσία αυτή, ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό για την πικρή επίγευση του καρπού και πολλές φορές του ελαιολάδου στην περίπτωση που η συγκομιδή της ελιάς πραγματοποιηθεί πολύ νωρίτερα από τον προκαθορισμένο χρόνο.
- ❖ Οι στερόλες αποτελούν μεγάλου μεγέθους αλκοόλες που σχεδόν πάντα παρουσιάζουν υψηλό επίπεδο μοριακού βάρους. Έχουν άμεση συνάφεια με την αυθεντικότητα και την ποιότητα του ελαιολάδου ενώ επισέρχεται στα φυσικά λιπαρά όλων των κατηγοριών (ελεύθερα και δεσμευμένα) υπό την μορφή εστέρων με λιπαρά οξέα.
- ❖ Οι στερόλες παρουσιάζουν συμπεριφορά διαλυτών.
- ❖ Οι τοκοφερόλες συντελούν ετεροκυκλικές ενώσεις οι οποίες διακατέχονται από αυξημένο μοριακό βάρος ενώ μαζί με έτερες ουσίες και ενώσεις, βοηθούν στη διαμόρφωση σταθερού επιπέδου του ελαιολάδου.
- ❖ Οι φαινόλες μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις (3) κατηγορίες, τις απλές φαινόλες, τις φαινολικές αλκοόλες και τα φαινολικά οξέα.
- ❖ Οι απλές φαινόλες, αποτελούν την συνηθέστερη κατηγορία αυτών. Στην καθαρή τους έκδοση, δεν διαθέτουν χρώμα και η κατάστασή τους είναι στερεή ενώ αποκτούν χρώμα μόνο στην περίπτωση που εκτεθούν σε αέρα. Επιπροσθέτως, οι φαινόλες παρουσιάζουν δύο (2) βασικές ιδιότητες, την διάλυση τους στο νερό εφόσον υφίσταται αυξητική τάση στο πλήθος των φαινολικών υδροξυλικών και τη διαλυτότητα σε οργανικούς διαλύτες.



- ❖ Οι καρροτονοειδή χρωστικές οι οποίες περιέχονται στην κύρια σύσταση του ελαιολάδου, έχουν τη δυνατότητα να διαχωριστούν σε δύο (2) επιμέρους κατηγορίες, τις πολικές καρροτονοειδή χρωστικές και τις μη πολικές καρροτονοειδή χρωστικές.
- ❖ Οι χρωστικές ουσίες αποτελούν ένα ακόμα στοιχείο το οποίο περιέχεται στη σύσταση του ασαπνωποίητου κλάσματος του ελαιολάδου. Ωστόσο, η κυριότερη χρωστική ουσία η οποία εντοπίζεται είναι η χλωροφύλλη και μάλιστα σε δύο μορφές της που η συνολική τους περιεκτικότητα στο συνολικό κλάσμα κυμαίνεται από ένα (1) έως και δέκα (10) ppm.
- ❖ Η ποιότητα του ελαιολάδου αποτελεί πρωταρχικό μέλημα από την πρώτη κιάλας στιγμή της έναρξης της καλλιέργειας του καρπού της ελιάς έως και το τελευταίο στάδιο της ελαιοπαραγωγικής διαδικασίας.
- ❖ Ως προς το στοιχείο της ποιότητας του ελαιολάδου, έχουν αναπτυχθεί ορισμένα πολύ βασικά κριτήρια προς τη διασφάλισή της. Αυτά είναι η οξείδωση, το χρώμα, η οξύτητα και τα οργανοληπτικά στοιχεία.
- ❖ Η συνολική παραγωγική διαδικασία του ελαιολάδου αποτελεί μία πολύ σημαντική και ιδιαίτερα πολύπλοκη διαδικασία η οποία πρέπει να εκτελείται από εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό και να τηρούνται με ακρίβεια όλες οι βασικές προϋποθέσεις έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη ποιότητα του τελικού παραγόμενου προϊόντος – ελαιολάδου.
- ❖ Η πρώτη φάση της εκκίνησης της παραγωγική, αυτής, διαδικασίας είναι η συγκομιδή των ελαιοκαρπών από το χωράφι. Το στάδιο αυτό, χαρακτηρίζεται από πολύμηνη εργασία η οποία οριοθετείται σε ετήσια βάση από τον Νοέμβριο έως και πολλές φορές τα τέλη του Φεβρουαρίου. Επίσης, κατά τη χρονική αυτή περίοδο, οι υπεύθυνοι για την συγκομιδή των καρπών της ελιάς εργάζονται καθημερινά, ραβδίζοντας τα αντίστοιχα δένδρα έτσι ώστε ο καρπός τους να πέσει στη βάση των δένδρων στην οποία έχουν τοποθετηθεί, με προσοχή, τα πανιά πάνω στα οποία θα τοποθετηθούν οι ελιές.
- ❖ Τα κυριότερα μηχανικά συστήματα τα οποία είναι υπεύθυνα για την υλοποίηση του σταδίου της άλεσης του καρπού της ελιάς είναι οι σπαστηρομαλακτήρες, οι μυλόλιθοι, τα μηχανήματα εκσαρκωσης και οι σφυρόμυλοι κυλινδροσπαστήρες.

- ❖ Ο μαλακτήρας συνιστά ένα θάλαμο ο οποίος διαθέτει ισχυρά εσωτερικά και εξωτερικά τοιχώματα (συνήθως διπλά) που σχηματίζουν ημικυκλικό σχήμα. Επίσης, εντός των τοιχωμάτων του κυλά υψηλής θερμοκρασίας καθαρό νερό το οποίο συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στη διατήρηση της απαιτούμενης θερμοκρασίας που έχει ανάγκη το τέταρτο, αυτό, στάδιο. Όσον αναφορά το εσωτερικό τμήμα του μαλακτήρα, αυτό περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό αναδευτήρων οι οποίοι με τη σειρά τους, ανακατεύουν διαρκώς την παραγόμενη ελαιοζύμη.
- ❖ Η χρήση των υπέρηχων στο στάδιο της μάλαξης της παραγωγικής διαδικασίας του ελαιολάδου και όχι μόνο, αποτελεί μία νέα και ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία η οποία ναι μεν ακόμα βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο αλλά μπορεί να επιφέρει σημαντικά οφέλη, τόσο στη διατήρηση των φαινολών, όσο και στην ελαιοπεριεκτικότητα διότι επιδρά με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μειώνει το χρονικό ορίζοντα της διαδικασίας μάλαξης και έτσι να διασφαλίζεται η μελλοντική ποιότητα του παραγόμενου ελαιολάδου.
- ❖ Η αραίωση της ελαιοζύμης των καρπών της ελιάς πρέπει να υφίστανται αμέσως πίεση.
- ❖ Οι δύο (2) πιο δημοφιλής και συχνά χρησιμοποιούμενες τεχνικές για το διαχωρισμό του λαδιού είναι η μέθοδος του κατακαθίσματος η οποία υλοποιείται εντός μίας συστοιχίας επιμέρους δεξαμενών και η μέθοδος της φυγοκεντρικής με ανάλογου τύπου διαχωριστήρες.
- ❖ Υπάρχουν στο εμπόριο δύο (2) τύπου φυγοκεντρικών συστημάτων τα οποία είναι τα φυγοκεντρικά συστήματα δύο φάσεων και τα φυγοκεντρικά συστήματα τριών φάσεων.

# Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## **3.1 Σκοπός πειράματος**

Μια από τις νέες τεχνικές εξαγωγής του ελαιολάδου θεωρείται και η χρήση υπερήχων. Αναφέρεται σε πολλές μελέτες η μείωση του χρόνου επεξεργασίας και η βελτίωση της αποτελεσματικότητας. Σκοπός του πειράματος είναι η απόδειξη της μεγαλύτερης και ποιοτικότερης απόδοσης του ελαιολάδου με βάση αυτή την τεχνολογία. Χρησιμοποιώντας τους υπερήχους ως μέσο, προσπαθούμε να αποδείξουμε την μεγαλύτερη συγκέντρωση πολυφαινολών και ελαιοπεριεκτικότητας στο ελαιόλαδο.

## **3.2 Υλικά και μέθοδοι**

Για τις ανάγκες των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε ελαιοζύμη (10 διαφορετικά δείγματα) από την ευρύτερη περιοχή του Δήμου Μεσσήνης κατά την ελαιοκομική περίοδο 2019-2020. Όλα τα δείγματα συλλέχθηκαν στο τέλος της διαδικασίας της μάλαξης - από το 25<sup>ο</sup> έως το 30<sup>ο</sup> λεπτό. Αμέσως, μετά το κάθε δείγμα χωρίστηκε σε τέσσερα μέρη – με την ονομασία Α Β Γ Δ αντίστοιχα- τα οποία ζυγίστηκαν και κωδικοποιήθηκαν, όπως φαίνεται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα. Με τη σειρά του, το κάθε ένα τοποθετήθηκε σε πλαστικό μπουκάλι χωρητικότητας 200 ml. Η διατήρησή τους έγινε σε κατάψυξη στους -78 ° C, διαδικασία σημαντική για την επεξεργασία στη συσκευή λυοφιλίωσης.

Στην συνέχεια, δυο από τα τέσσερα μέρη κάθε δείγματος τοποθετήθηκε σε συσκευή υπερήχων 2510 BRANSON (ultrasonic cleaner). Όλα τα Α και Β μέρη για κάθε ένα από τα δείγματα, έχουν τοποθετηθεί στην συσκευή των υπερήχων και παριστάνονται στον πίνακα με κόκκινο χρώμα. Όταν ένα υγρό εκτίθεται σε ένα ακουστικό πεδίο, τα κύματα πίεσης των ακουστικών δονήσεων δημιουργούν ακουστική πίεση που εξαρτάται από την συχνότητα. Η πίεση εκδηλώνεται με εναλλαγή κύκλων συμπίεσης και εκτόνωσης (Mason, 1990)

### ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

A/A	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΑΛΑΞΗ (min)	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΛΑΙΩΝΑ (m)	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΛΑΙΟΖΥΜΗΣ ΠΡΟ ΨΥΞΗΣ (gr)	ΚΑΘΑΡΟ ΒΑΡΟΣ ΕΛΑΙΟΖΥΜΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΛΥΟΦΙΛΙΩΣΗ (gr)
1	22/12/2019	≈ 25-30 min	ΣΤΡΕΦΙ	225 m	A 125	59,40
					B 145	66,70
					Γ 137	60,20
					Δ 126	47,50
2	27/12/2019	≈ 25-30 min	ΝΕΟΧΩΡΙΟ	123 m	A 168	81,65
					B 195	85,23
					Γ 157	75,12
					Δ 156	70,08
3	26/12/2019	≈ 25-30 min	ΑΒΡΑΜΙΟΥ	70 m	A 219	102,05
					B 144	64,32
					Γ 171	81,49
					Δ 159	70,70
4	5/1/2020	≈ 25-30 min	ΚΑΛΟΓΕΡΟΡΑΧΗ	197 m	A 129	76,31
					B 180	105,43
					Γ 71	38,85
					Δ 81	41,52
5	3/1/2020	≈ 25-30 min	ΔΑΡΑΣ	257 m	A 121	66,43
					B 130	70,90
					Γ 122	64,90
					Δ 110	58,20
6	10/1/2020	≈ 25-30 min	ΧΡΑΝΟΙ	30 m	A 109	51,83
					B 127	61,27
					Γ 106	48,05
					Δ 105	47,80
7	13/1/2020	≈ 25-30 min	ΝΕΡΟΜΥΛΟΣ	187 m	A 122	65,90
					B 126	66,08
					Γ 119	66,05
					Δ 130	57,26
8	13/1/2020	≈ 25-30 min	ΑΒΡΑΜΙΟΥ	70 m	A 122	59,09
					B 108	51,28
					Γ 120	67,44
					Δ 139	57,26
9	29/12/2019	≈ 25-30 min	ΠΙΛΑΛΙΣΤΡΑ	102 m	A 125	74,06
					B 109	61,39
					Γ 113	59,03
					Δ 110	57,72
10	11/1/2020	≈ 25-30 min	ΛΥΚΟΤΡΑΦΟ	73 m	A 130	70,33
					B 127	71,00
					Γ 133	68,79
					Δ 136	72,55

Πίνακας 7: Συγκεντρωτικός πίνακας δειγμάτων

Αργότερα, όλα τα δείγματα ζυγίζονται κατεψυγμένα, αφού πρώτα αφαιρέθηκε το πλαστικό μπουκάλι, κωδικοποιούνται σύμφωνα με τον υπεύθυνο του εργαστηρίου και τοποθετούνται σε συσκευή λυοφιλίωσης πάνω σε μεταλλικούς δίσκους. Για να αφαιρεθεί η υγρασία σχεδόν στο 100% χρειάστηκαν περίπου τρεις μέρες για κάθε δέκα μέρη. Όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα, η υγρασία που αφαιρέθηκε από τα δείγματα μας είναι περίπου, κατά μέσο όρο στο 47,50%.

Αμέσως μετά, όλα τα Α και Γ, όπως φαίνονται στον πιο πάνω πίνακα, μέρη από δείγματα - αφού ζυγίστηκαν- χρησιμοποιήθηκαν για ελαιοπεριεκτικότητα και όλα τα Β και Δ για περιεχόμενες πολυφαινόλες.

### 3.3 Συσκευές και όργανα

Κατά την διάρκεια των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι συσκευές και τα όργανα που αναφέρονται παρακάτω:

- ✓ Συσκευή παραγωγής υπερκάθαρου νερού



Εικόνα 8: ζυγός ακριβείας

- ✓ Αναλυτικός ζυγός
- ✓ Λουτρό υπερήχων 2510 BRANSON (ultrasonic cleaner) USA
- ✓ Φασματοφωτόμετρο UV-Vis
- ✓ Συσκευή λυοφιλίωσης
- ✓ Soxhlet
- ✓ Αποστακτική με θερμαντική συσκευή

### 3.4 Αναλύσεις - Μετρήσεις

Οι χημικές αναλύσεις αφορούν την απόδοση του εξαγόμενου ελαιολάδου και των περιεχομένων πολυφαινολών.

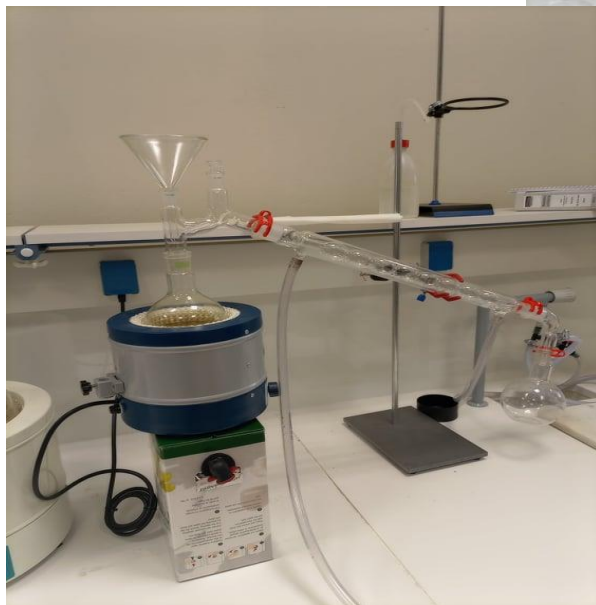
#### 3.4.1 Ελαιοπεριεκτικότητα

Τα υποδείγματα Α και Γ χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της ελαιοπεριεκτικότητας. Κάθε μέρος Α από τα δέκα δείγματα έχει περάσει από την συσκευή των υπερήχων ενώ κάθε Γ δεν έχει. Για περισσότερη ακρίβεια ελαιοπεριεκτικότητας στην αυτόματη



Εικόνα 9: Soxhlet

Soxhlet χρησιμοποιήθηκε το ίδιο δείγμα σε όλες τις διαθέσιμες δακτυλήθρες της για κάθε διαδικασία εκχύλισης. Έτσι χρησιμοποιώντας τρεις δακτυλήθρες, τοποθετήθηκαν δέκα γραμμάρια δείγματος σε καθεμία από αυτές, οπότε εκχυλίστηκαν συνολικά τριάντα γραμμάρια δείγματος. Το ξηραμένο δείγμα, αφού ομογενοποιήθηκε,



εικόνα 10: αποστακτική

τοποθετήθηκε στις πορώδεις δακτυλήθρες. Η δακτυλήθρα τοποθετείται στο θάλαμο εκχυλίσεως ανάμεσα σε μια φιάλη- που βάλαμε τον διαλύτη- και σε ένα συμπυκνωτή. Η φιάλη θερμαίνεται ηλεκτρικά από εστίες που βρίσκονται στο κάτω μέρος και έτσι ο διαλύτης εξατμίζεται. Οι ατμοί υγροποιούνται, διέρχονται μέσω του θαλάμου εκχυλίσεως με το δείγμα και επιστρέφουν στην φιάλη ζέσεως. Όταν ο διαλύτης, ο οποίος περιβάλλει το δείγμα, υπερβαίνει ένα ορισμένο επίπεδο υπερχειλίζει και ρέει μέσα στην φιάλη ζέσεως με



το διαλυμένο λίπος. Όσες περισσότερες φορές εκχυλιστεί το δείγμα, τόσο μεγαλύτερη η ανάκτηση το ελαιόλαδου. Εμπειρικά διαπιστώθηκε ότι στις δυο ώρες ξεπεράστηκε το 95%. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, το κάθε δείγμα συλλέγεται και μεταφέρεται σε ποτήρι ζέσεως προς απόσταξη με σκοπό τον διαχωρισμό του πετρελαιϊκού αιθέρα από το ελαιόλαδο. Κατόπιν, το ελαιόλαδο ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας και επαναλήφθηκε η ζύγιση μετά από μια μέρα, καθώς διαπιστώθηκε μικρή διαφορά με την εξάτμιση του αιθέρα ο οποίος μπορεί να είχε παραμείνει στο ποτήρι.

### **3.4.2 Περιεχόμενες πολυφαινόλες**

Ο προσδιορισμός των φαινολικών συστατικών γίνεται με την μέθοδο Folin και ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία. Ζυγίστηκε 0,5 gr φυτικού ιστού το οποίο τοποθετήθηκε σε δοκιμαστικό σωλήνα μαζί με 10 ml αιθανόλη 60%. Έγινε επώαση στο υδατόλουτρο για 30 λεπτά με την θερμοκρασία να φτάνει έως τους 100 °C. Στην συνέχεια, έγινε φυγοκέντριση για 5 λεπτά. Προστέθηκαν 0,5 ml υπερκείμενο αιώρημα, 0,5 ml F, 1ml Na<sub>2</sub>CO και 10ml νερό. Ακολούθησε ομογενοποίηση του μείγματος και παρέμεινε σε σκοτάδι για 90 λεπτά. Οι μετρήσεις έγιναν σε φασματοφωτόμετρο στα 675 nm. Η φασματοσκοπία είναι μια τεχνική ανάλυσης που δίνει πληροφορίες για τις χημικές ενώσεις μέσω της αλληλεπίδρασης τους με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Καθώς δεν υπάρχει επανάληψη των μετρήσεων σε καμία διαδικασία του πειράματος δεν χρησιμοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Χρήζει, όμως, περαιτέρω στατιστικής ανάλυσης καθώς τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν πως ίσως θα μπορούσε μια τέτοια μέθοδος να χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικό επίπεδο στο μέλλον.

### **3.5 Αποτελέσματα - Συζήτηση**

Η βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας του ελαιόλαδου και η μείωση της διάρκειας της διαδικασίας είναι αυτά που ωθούν την τεχνολογία προς τέτοιου είδους τεχνικές.

### 3.5.1 Ελαιοπεριεκτικότητα

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΔΕΙΓΜΑ	ΕΛΑΙΟΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ/30gr
ΣΤΡΕΦΙ	225	Γ	12,11
		A	11,99
ΝΕΟΧΩΡΙΟ	123	Γ	11,99
		A	12,23
ΑΒΡΑΜΙΟΥ	70	Γ	11,75
		A	11,81
ΚΑΛΟΓΕΡΟΡΑΧΗ	197	Γ	11,69
		A	11,75
ΔΑΡΑΣ	257	Γ	12,05
		A	12,07
ΧΡΑΝΟΙ	30	Γ	11,81
		A	11,93
ΝΕΡΟΜΥΛΟΣ	187	Γ	12,05
		A	11,93
ΑΒΡΑΜΙΟΥ	70	Γ	11,78
		A	11,63
ΠΙΛΑΛΙΣΤΡΑ	102	Γ	11,83
		A	11,92
ΛΥΚΟΤΡΑΦΟ	73	Γ	12,11
		A	12,2

Πίνακας 8: ελαιοπεριεκτικότητα ανά δείγμα



Μετά την απόσταξη του πετρελαϊκού αιθέρα παρατηρούμε στον παρακάτω πίνακα την μεταβολή της ελαιοπεριεκτικότητας στα δέκα δείγματα. Στα περισσότερα από τα δείγματα μας η χρήση υπερήχων έχει θετικές αλλά μικρές διαφορές.

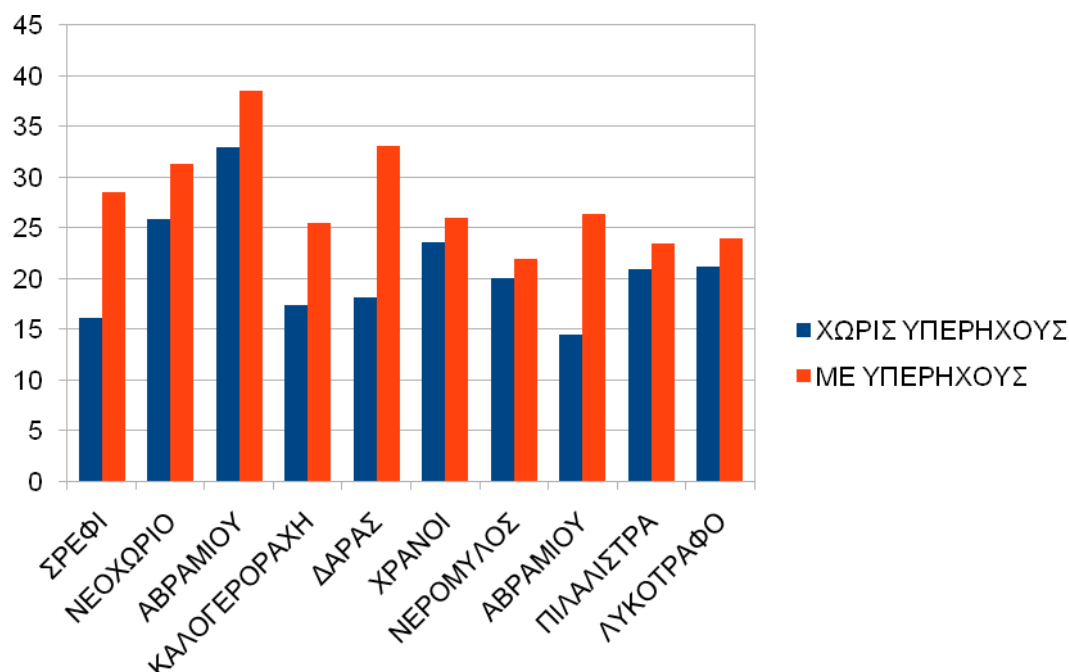


Εικόνα 11: Διάγραμμα ελαιοπεριεκτικότητας

Αξιοσημείωτο από την έρευνα μας είναι το γεγονός ότι, στις τοποθεσίες με μεγάλο υψόμετρο η ελαιοπερικτικότητα είναι σταθερή ή και μειώνεται ελάχιστα. Φυσικά χρειάζεται περαιτέρω μελέτη καθώς στην έρευνα μας δεν υπήρχε επανάληψη. Υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον, καθώς στις ίδιες τοποθεσίες η συγκέντρωση πολυφαινολών είχαν την μεγαλύτερη ποσοστιαία αύξηση με την χρήση υπερήχων. Ίσως και με την χρήση υπερκρίσιμου υγρού, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, οι πολυφαινόλες να είχαν ακόμα μεγαλύτερη συγκέντρωση αλλά σίγουρα πιο φιλικά προς το περιβάλλον αποτελέσματα.

### 3.5.2.Περιεχόμενες

#### πολυφαινόλες



Εικόνα 12: Διάγραμμα περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες

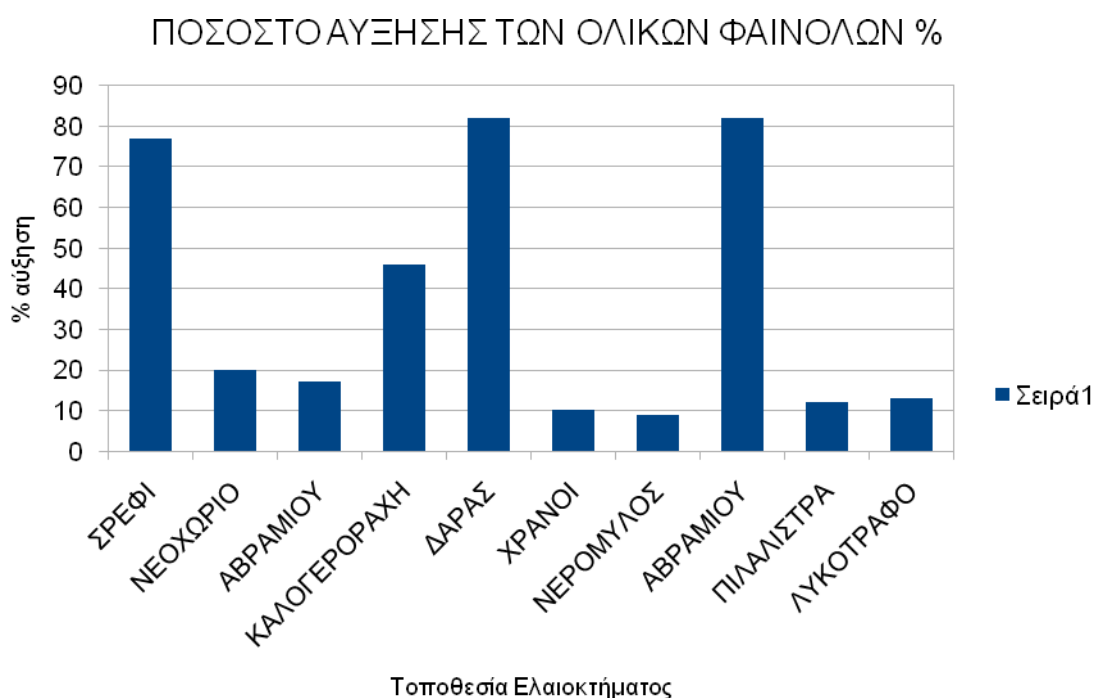
Σε αντίθεση με την ελαιοπεριεκτικότητα, οι περιεχόμενες πολυφαινόλες παρουσιάζουν σημαντικότερη αύξηση με την χρήση υπερήχων. Όπως ανέφερε και οι Pérez-Correa (2017) για τις πράσινες μεθόδους εκχύλισης χρησιμοποιώντας ελάχιστα ή καθόλου οργανικούς διαλύτες, που σημαίνει φιλική προς το περιβάλλον, μπορεί να μεγιστοποιηθεί η απόδοση των επιθυμητών πολυφαινολών. Μέθοδοι άλλοτε υποβοηθούμενη από μικροκύματα, υποβοηθούμενη από υπερηχογράφημα, υποβοηθούμενη από ηλεκτρικό

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΧΩΡΙΣ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ	ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΥΞΗΣΗΣ%
ΣΤΡΕΦΙ	16,1	28,5	77
ΝΕΟΧΩΡΙΟ	25,9	31,3	20
ΑΒΡΑΜΙΟΥ	32,9	38,5	17
ΚΑΛΟΓΕΡΟΡΑΧΗ	17,4	25,5	46
ΔΑΡΑΣ	18,1	33,1	82
ΧΡΑΝΟΙ	23,6	26	10
ΝΕΡΟΜΥΛΟΣ	20	21,9	9
ΑΒΡΑΜΙΟΥ	14,5	26,4	82
ΠΙΛΑΛΙΣΤΡΑ	20,9	23,5	12
ΛΥΚΟΤΡΑΦΟ	21,2	24	13

πεδίο και υποβοηθούμενη από ένζυμα, καθώς και εκχυλίσεις υγρών υπό πίεση και υπερκρίσιμων υγρών, μπορούν να αντικαταστήσουν προηγούμενες μεθόδους εξαγωγής πολυφαινολών. Πράσινες μεθόδους, φιλικές προς το περιβάλλον. Τα κύματα υπερήχων υψηλής συχνότητας λειτουργούν ως έμβολο στο μέσο. Κατά τη διαδικασία,

Πίνακας 9:: περιεχόμενες πολυφαινόλες

δημιουργούνται φυσαλίδες σπηλαίωσης μέσα στο μέσο. Κατά την κατάρρευση, εκατομμύρια από αυτές τις μικροσκοπικές φυσαλίδες απελευθερώνουν ενέργεια, δημιουργώντας τοπικές ζώνες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Ο μηχανισμός είναι γνωστός ως φαινόμενο σπηλαίωσης. Με την σπηλαίωση ουσιαστικά, διαλυτές ενώσεις απελευθερώνονται από τον ιστό των καρπού της ελιάς και η μαζική μεταφορά βελτιώνεται. Ο ρυθμός εξαγωγής βελτιώνεται σημαντικά (Perez – Correa, 2017).



**Εικόνα 13: Ποσοστό αύξησης φαινολών**

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η ποσοστιαία αύξηση των πολυφαινολών στις τοποθεσίες με μεγαλύτερο υψόμετρο είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτά σε μικρότερο. Υποθέτουμε πως και η σύσταση του χώματος θα έχει μεγάλη επιρροή στη συγκέντρωση πολυφαινολών.

Το Ινστιτούτο Έρευνας Κατάρτισης Γεωργίας και Αλιείας της Ανδαλουσίας εργάζεται πάνω στην εφαρμογή των υπερήχων με εφαρμογή σε ελαιοτριβείο. Σε μελέτη που έχουν παρουσιάσει με καταχωρημένο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, φαίνονται τα οφέλη από την χρήση υπερήχων στην εξαγωγή έξτρα παρθένου ελαιολάδου. Αναφέρεται 10,1% αύξηση των φαινολών και 22,7% αύξηση της απόδοσης του ελαιολάδου. Χαρακτηριστικά τονίστηκε η υψηλότερη απόδοση, η πιο αρωματική γεύση και το πιο έντονο άρωμα, μειώθηκε η πικρία,

η υψηλότερη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και το έντονο πράσινο χρώμα του ελαιολάδου.

Με την ευκαιρία που μας δόθηκε για την μελέτη του ελαιολάδου με την χρήση υπερήχων, δισπιστώσαμε πως είναι ένα ζήτημα που χρήζει αναλυτικότερης έρευνας καθώς τα αποτελέσματα μας είναι θετικά, όπως και σε όλες τις μελέτες που έχουν αναφερθεί για τους υπερήχους που μελετήσαμε. Το μερίδιο της οικονομίας που καταλαμβάνει το ελαιόλαδο είναι πολύ μεγάλο και γι' αυτό χρειάζεται να του δοθεί η ανάλογη σημασία. Η χώρα μας μπορεί να βρίσκεται στην τρίτη (3<sup>η</sup>) θέση ως προς την ποσότητα παραγωγής ελαιολάδου αλλά βρίσκεται σίγουρα αρκετά πιο πίσω ως προς την έρευνα που αντιστοιχεί στο ελληνικό ελαιόλαδο.

# Βιβλιογραφία

Χατζηευστρατίου Ευαγγελία (2017)., *Το ελαιόλαδο: Εγκυκλοπαίδεια ελαιοκομίας*., Εκδόσεις: Άξιον Εκδοτική.

Κυριτσάκης Κ. Απόστολος (2007)., *Ελαιόλαδο: Συμβατικό και Βιολογικό*., 4<sup>η</sup> έκδοση., Θεσσαλονίκη.

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

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

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

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

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

Vichis S., Guadayol J. M., Couxach J., Lopez – Mamames L., Buxaderou S. (2006)., *Monoterpene and sesquiterpene hydrocarbons of virgin olive oil by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography/mass spectrometry.*, Journal of Chromatography.

Koprivnjak O., Moret S., Populin T., Logazio C., Conte L. S. (2005)., *Variety differentiation of virgin olive oil based on n-alkane profile.*, Food Chemistry., pp. 603 – 608.

Χατζηευστρατίου Ευαγγελία (2017)., *Το ελαιόλαδο: Εγκυκλοπαίδεια ελαιοκομίας*., Εκδόσεις: Άξιον Εκδοτική.

Κυριτσάκης Κ. Απόστολος (2007)., *Ελαιόλαδο: Συμβατικό και Βιολογικό*., 4<sup>η</sup> έκδοση., Θεσσαλονίκη.

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

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

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

- Belitz D., Grosch W., Schieberle P. (2006)., *Χημεία Τροφίμων.*, Εκδόσεις: Οίκος Τζιόλα.
- Giacalone Rosa., Giuliano Salvatore., Gulotta Eleonora., Monfreda Maria., Presti Giovanni (2015)., *Origin assessment of EV olive oils by esterified sterols analysis.*, Food Chemistry., Vol (188)., pp. 279-285.
- Vichis S., Guadayol J. M., Couxach J., Lopez – Mamames L., Buxaderou S. (2006)., *Monoterpene and sesquiterpene hydrocarbons of virgin olive oil by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography/mass spectrometry.*, Journal of Chromatography.
- Koprivnjak O., Moret S., Populin T., Logazio C., Conte L. S. (2005)., *Variety differentiation of virgin olive oil based on n-alkane profile.*, Food Chemistry., pp. 603 – 608.
- Caponio F., Gomes Tommaso., Pasqualone Antonella (2001)., *Phenolic compounds in virgin olive oils: influence of the degree of olive ripeness on organoleptic characteristics and shelf – life.*, European Food Research and Technology., pp. 329 – 333.
- ΕΛΣΤΑΤ (2016)., *Παραγωγή ελαιολάδου.*, Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SPG06/>
- ΕΛΣΤΑΤ (2020)., *Καλλιέργειες πρωτογενούς τομέα.*, Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/el/statistics/agr>
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020)., *Ελαιόλαδο: Η κατάσταση της αγοράς.*, Διαθέσιμο στο: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/olive-oil\\_el#marketsituation](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/olive-oil_el#marketsituation)
- Φρατζόλας Β. (2020)., *Σύγχρονες τεχνικές ελαιοκομίας και παραγωγής ποιοτικού ελαιολάδου.*, Εκδόσεις: Βασίλη Φρατζόλα.
- Boskou D., Blekas G., Tsimidou M. (2006)., *Olive oil composition.*, Olive Oil.
- Servili M., Motedoro G. (2002)., *Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality.*, European Journal of Lipid Science and Technology.
- Guzman E., Baeten V., Juan A., Jose G. M. (2015)., *Evaluation of the overall quality of olive oil using fluorescence spectroscopy.*, Food Chemistry., Vol. (173)., pp. 927 – 934.
- Κοστρίβα Α. (2007)., *Μελέτη της αποδόμησης υγρών αποβλήτων ελαιουργείων με την χρήση αυτοχθόνων μυκήτων εδάφους.*, Μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στην περιβαλλοντική πολιτική και διαχείριση.

Giovacchino L., Sestili S., Di Vincenzo D. (2002)., *Influence of olive processing on virgin olive oil quality.*, European Journal of Lipid Science and Technology.

Dekhili S., Hauteville F. (2009)., *Effect of the region of origin on the perceived quality of olive oil: An experimental approach using a control group.*, Food Quality and Preference., Vol. (20)., pp. 525 – 532.

Fooks R. (2002)., *Το βιβλίο της ελιάς.*, Εκδόσεις: Ψύχαλος.

Μπαλατσούρας Γ. (1992)., *Η ελιά καλλιεργείται με σύγχρονες μεθόδους: Κλάδεμα, λίπανση, ακαλλιεργισία.*, Εκδόσεις: Πελεκάνος.

Συλλογικό Έργο (2010)., *Βιολογική Καλλιέργεια Ελιάς.*, Εκδόσεις: Σταμούλη.

Polese J. M. (2008)., *Η καλλιέργεια των ελαιόδενδρων.*, Εκδόσεις: Δασδέκης.

Fabro D. A. (2009)., *Η ελιά.*, Εκδόσεις: Ψύχαλος.

Θεριός Ι. (2007)., *Η ελαιοκομία.*, Εκδόσεις: Έμβρυο.

Πήλιου Μ. (2007)., *Το ελαιόλαδο.*, Μια εκπαιδευτική προσέγγιση.

Ramirez – Tortosa M. C., Granados S., Quiles J. L. (2006)., *Chemical composition, types and characteristics of olive oil.*, Publisher: CABI.

Uceda M., Jiménez A., Beltrán G. (2006)., *Olive oil extraction and quality.*, Trends in olive production., Vol. (4)., pp. 189 – 197.

Latifian M., Liu J., Mattiasson B. (2012)., *Struvite-based fertilizer and its physical and chemical properties.*, Environmental technology., Vol. (33)., pp. 2691 – 2697.

Rodrigues F., Pimentel B., Oliveira B. (2015)., *Olive by-products: Challenge application in cosmetic industry.*, Industrial Crops and Products., Vol. (70)., pp. 116 – 124.

Almeida B., Valli E., Bendini A., Gallina Toschi T., *Semi-industrial ultrasound- assisted virgin olive oil extraction: impact on quality*, Eur. J. Lipid Sci. Technol., vol. 119, 2016

Στραφιώτης Σ. (2009)., *Διερεύνηση της Σύστασης του Πτητικού Κλάσματος της Βρώσιμης Ελιάς Καλαμών μετά από Δειγματοληψία.*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης., Σχολή Θετικών Επιστημών Τμήμα Χημείας (2009).

- Aparicio P., Harwood J. (2013)., *Handbook of olive oil.*, Handbook of Olive Oil.
- Πάντζιαρος Α. (2008)., *Επεξεργασία αποβλήτου ελαιτριβείου με τη χρήση ηλεκτρολυτών και πολυηλεκτρολυτών με τη μέθοδο κροκίδωσης / καθίζησης.*
- Αλεξάκης Α. (2003)., *Το ελαιόλαδο και η παραγωγή του.*, Εκδόσεις: Σιδέρη Μιχάλη.
- Μπαλατσούρας Γ. (1999)., *Σύγχρονη Ελαιοκομία: Η ελαιουργία.*, Εκδόσεις: Ιδιωτική Έκδοση.
- Μπαλατσούρας Γ. (1997)., *Σύγχρονη ελαιοκομία: Ελαιόλαδο.*, Εκδόσεις: Ιδιωτική Έκδοση.
- Φρατζόλας Β. (2020)., *Σύγχρονες τεχνικές ελαιοκομίας και παραγωγής ποιοτικού ελαιολάδου.*, Εκδόσεις: Βασίλη Φρατζόλα.
- Mason T.J., *Chemistry with ultrasonic critical report on applied chemistry 28*, Society for Chemical Industry, Elsevier, London, 1990.
- Mason T.J., E.M. Cordenans, *Synthetic organic sonochemistry*, 1998, p. 301.
- Perez – Correa J.R. (2017)., Green extraction methods of food polyphenols from vegetable materials., Science Direct., [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).