



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΣΠΑΣΙΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΤΗΣ  
ΕΛΙΑΣ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Της  
Μαρίας Γαλέα

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

Καλαμάτα  
Απρίλιος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ ΚΑΙ  
ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΣΠΑΣΙΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΤΗΣ  
ΕΛΙΑΣ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Της

Μαρίας Γαλέα

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

Επιβλέπων: Δρ Ιωάννης Καπόλος, Καθηγητής

Καλαμάτα  
Απρίλιος 2021



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

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

**THE EFFECT OF THE OLIVE FRUITS CRUSHING METHODS  
ON THE PHENOLIC PROFILE OF THE OLIVE OIL**

Master Thesis

By

Maria Galea

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

Supervisor: John Kapolos, Professor

Kalamata  
April 2021

Οι υπογράφωντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία (master thesis) με τίτλο «**Η επίδραση του τρόπου σπασίματος των καρπών της ελιάς στο φαινολικό προφίλ του ελαιολάδου**» που παρουσιάστηκε από την **Μαρία Γαλέα** και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

The signatories declare that we have examined the postgraduate diploma thesis titled “**The effect of the olive fruits crushing methods on the phenolic profile of the olive oil**” presented by **Maria Galea** 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):**

Καπόλος Ιωάννης

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

Ζακυνθινός Γεώργιος

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

Σπηλιόπουλος Ιωακείμ

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):**

Μαρία Γαλέα

Πνευματική ιδιοκτησία © 2021 Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου  
Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2021 University of Peloponnese  
All rights reserved

**Copyright © Μαρία Γαλέα, 2021**

**Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.**

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

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Το πρώτο ευχαριστώ δικαιωματικά το οφείλω στον επιβλέποντα μου καθηγητή κ. Ιωάννη Καπόλο για την καθοδήγηση, τις συμβουλές και τον πολύτιμο χρόνο που μου αφιέρωσε κατά τη υλοποίηση της παρούσας μελέτης.

Ιδιαίτερες και προσωπικές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον κ. Νίκο Βαλλή, Πρόεδρο του Αγροτικού Συνεταιρισμού Ροβιών για την απλόχερη παροχή κάθε είδους βοήθειας και γνώσης σε πειραματικό και συμβουλευτικό επίπεδο.

Η ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας μου, βεβαίως, θα ήταν κυριολεκτικά αδύνατη χωρίς την έμπρακτη στήριξη του Felix Bläuel, διαχειριστή της επιχείρησης Bläuel και της οικογένειάς μου που υπερασπίστηκε σθεναρά την επιλογή μου για την απόκτηση αυτού του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών.

Τέλος, αφιερώνω αυτήν την εργασία στον κ. Νίκο Μαυροειδή, Χημικό Μηχανικό, τον μέχρι πρότινος διευθυντή Ποιοτικού Ελέγχου και Παραγωγής της επιχείρησης Bläuel, για την διαρκή επιστημονική καθοδήγηση και στήριξη, που αφειδώς μου παρείχε. Το παρόν εγχείρημα δεν θα ήταν εφικτό χωρίς την πολύπλευρη συμπαράσταση του ιδίου και της βοηθού του Ελένης Αποστολίδη.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT .....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ.....	7
1.1 Ορισμός .....	7
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	7
1.3 Ποιοτικές κατηγορίες ελαιόλαδου.....	8
1.4 Το ελαιόλαδο στην Ελλάδα.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	15
2.1 Γενικά.....	15
2.2 Παραδοσιακά συστήματα πίεσης.....	15
2.3 Φυγοκεντρικά συστήματα τριών φάσεων.....	17
2.4 Φυγοκεντρικά συστήματα δύο φάσεων.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> : ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	20
3.1 Συστατικά του ελαιόλαδου.....	20
3.2 Αντιοξειδωτικές ουσίες του ελαιόλαδου.....	20
3.2.1 Τοκοφερόλες.....	21
3.2.2 Πολυφαινόλες.....	23
3.2.3 Ελαιοκανθάλη.....	24
3.2.4 Ελαιασίνη.....	25
3.3 Ο ισχυρισμός υγείας των πολυφαινολών του ελαιόλαδου.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ.....	27
4.1 Βασικά κριτήρια ποιότητας του ελαιόλαδου.....	27
4.2 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	32
4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του ελαιόλαδου.....	36
4.4 Επίδραση του ελαιοτριβείου στην ποιότητα του ελαιόλαδου.....	37
Σκοπός της εργασίας.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ.....	40

5.1 Υλικά και όργανα.....	40
5.1.1 Δείγματα.....	40
5.1.2 Πρότυπες ενώσεις.....	40
5.1.3 Διαλύτες και χρωματογραφικά υλικά.....	40
5.1.4 Συσκευές και όργανα.....	40
5.2 Μέθοδοι.....	41
5.2.1 Προσδιορισμός του αριθμού οξύτητας.....	41
5.2.2 Προσδιορισμός των συντελεστών απόσβεσης .....	43
5.2.3 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών φαινολών με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης .....	44
5.2.4 Μέθοδος οργανοληπτικής αξιολόγησης.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	52
6.1 Πειραματικός σχεδιασμός .....	52
6.1.1 Επιλογή δειγμάτων.....	52
6.1.2 Μεθοδολογία.....	52
6.1.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων .....	52
6.2 Πειραματικό μέρος.....	53
6.2.1 Επιλογή δειγμάτων.....	53
6.2.2 Μεθοδολογία.....	54
6.2.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων .....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 <sup>ο</sup> : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	61
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	68
Πίνακας 5. Αποτελέσματα πρώτου προκαταρκτικού πειράματος.....	68



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ελαιόλαδο αποτελεί ένα τρόφιμο ύψιστης διατροφικής αξίας, ξεχωρίζοντας από τα υπόλοιπα φυτικά έλαια λόγω των συστατικών του, συμβάλλοντας θετικά στην υγεία των ανθρώπων. Το γεγονός αυτό είναι γνωστό στους ανθρώπους, και ιδιαίτερα στους κατοίκους των μεσογειακών χωρών, εδώ και χιλιάδες χρόνια, γι' αυτό και είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής τους διατροφής. Για το λόγο αυτό, πολλές έρευνες έχουν αφοσιωθεί στη μελέτη του ελαιολάδου και των ιδιοτήτων του καθώς και στον τρόπο παραγωγής του.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η μελέτη της επίδρασης του σπαστήρα σε ελιές διαφορετικής ωρίμανσης και με διαφορετικό τρόπο άλεσης στη συγκέντρωση των συνολικών φαινολικών στο παραγόμενο ελαιόλαδο, ιδιαίτερα της ελαιασίνης, υδροξυτυροσόλης και τυροσόλης. Επίσης, μελετήθηκε και το ενδεχόμενο επιρροής στα φαινολικά συστατικά, της μείωσης της ταχύτητας περιστροφής του κλασικού σφυρόμυλου ή κατά τον διαφορετικό τρόπο παραγωγής ελαιοζύμης. Τέλος, μελετήθηκε και η επίδραση που μπορεί να έχει ο διαφορετικός χρόνος μάλαξης στο παραγόμενο ελαιόλαδο.

Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται η μεταβολή της απόδοσης και των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ελαιολάδου (οξύτητα FFA%, συντελεστές απορρόφησης ελαίου K232 και K270). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν, επιβεβαίωσαν τη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του εντός των ορίων της νομοθεσίας. Επιπλέον, κατά την εξέταση των φαινολικών του συστατικών, παρατηρήθηκε πως ανάλογα με τον βαθμό ωρίμανσης των δειγμάτων καθώς και τον τρόπο άλεσης τους, υπάρχουν σημαντικές μεταβολές στον αριθμό των ολικών τους φαινολών.

Τέλος, κατά την διάρκεια των πειραμάτων, διεξήχθη οργανοληπτικός έλεγχος των παραγόμενων ελαιολάδων, όπου τα αποτελέσματα ήταν ικανοποιητικά όσον αφορά τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά.

**Λέξεις κλειδιά:** ελαιόλαδο, διαχωριστήρας, φαινολικά συστατικά, ποιοτικά χαρακτηριστικά, χρόνος μάλαξης

## ABSTRACT

Olive oil is a food of the highest nutritional value, standing out from other vegetable oils due to its ingredients, contributing positively to human health. This fact has been known to people, and especially to the inhabitants of the Mediterranean countries, for thousands of years, which is why it is an integral part of their daily diet. For this reason, many researches have been dedicated to the study of olive oil and its properties as well as to the way of its production.

The aim in the present paper, is to study the effect of the separator on olives of different ripening and different grinding methods in the concentration of total phenolics in the olive oil produced, especially oleacein, hydroxytyrosol and tyrosol. Also, the possibility of influencing its phenolic components was studied, during the reduction of the rotation speed of the classic hammer mill or in the different way of olive paste production. Finally, the effect that the different kneading time can have on the produced olive oil was studied.

More specifically, the change in the yield and quality characteristics of olive oil is examined (acidity FFA%, oil absorption coefficients K232 and K270). The results that were confirmed, confirmed the maintenance of its quality characteristics within the limits of the legislation. In addition, during the examination of its phenolic components, it was observed that depending on the degree of maturation of the samples as well as the way they are ground, there are significant changes in the number of their total phenols.

Finally, during the experiments, an organoleptic control of the produced olive oils was carried out, where the results were satisfactory in terms of their organoleptic characteristics.

**Key Words:** olive oil, separator, phenolic ingredients, quality characteristics, kneading time

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΤΟ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟ

### 1.1 Ορισμός

Ελαιόλαδο είναι το έλαιο που είτε μηχανικά είτε με άλλες φυσικές επεξεργασίες λαμβάνεται από την σύνθλιψη του καρπού της ελιάς. Οι συγκεκριμένες διαδικασίες πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένες συνθήκες με σκοπό να μην προκαλέσουν αλλοίωση του ελαίου είτε μέσω υψηλής θερμοκρασίας ή κακού χειρισμού των μηχανημάτων. Το ελαιόλαδο διαθέτει χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και σημαντική περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα (Κυριτσάκης, 2007). Κατά μέσο όρο έχει υπολογιστεί ότι στα συστατικά του συμπεριλαμβάνονται από 14% κορεσμένα λιπαρά, 11% πολυακόρεστα και 60-80% ελαϊκό οξύ. Παράλληλα περιέχει πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, βιταμίνη E, προβιταμίνη A, μεταλλικά στοιχεία και ιχνοστοιχεία. Όλα αυτά τα μικροστοιχεία διαθέτουν αντιοξειδωτικές δράσεις, τόσο για τον οργανισμό όσο και για το «σώμα» του ελαιολάδου. Τα αντιοξειδωτικά παρέχουν προστασία στον οργανισμό από βλάβες που προκύπτουν από την οξείδωση των ελευθέρων ριζών, ενώ ταυτόχρονα μετατρέπουν το ίδιο το ελαιόλαδο σε ένα ανθεκτικό προϊόν προφυλάσσοντας το από την οξείδωση.

### 1.2 Ιστορική αναδρομή

Η ελιά είναι φυτό στη λεκάνη της Μεσογείου εδώ και χιλιάδες χρόνια. Αναπτύσσεται σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών συνθηκών, αλλά η συμπεριφορά του θα αλλάξει από τόπο σε τόπο και λόγω αυτού αντιμετωπίζεται διαφορετικά σε όλες τις περιοχές. Η καλλιέργεια της ελιάς χρονολογείται πριν από 20 εκατομμύρια χρόνια. Ωστόσο, η καλλιέργειά της ξεκίνησε γύρω στον 5ο αιώνα π.Χ. Απολιθωμένα αποδεικτικά στοιχεία φύλλων ελιάς βρέθηκαν στο νησί της Σαντορίνης, που χρονολογούνται από την παλαιολιθική και νεολιθική εποχή (37.000 π.Χ.). Σπόροι γύρης εμφανίζονται γύρω στο 6000 π.Χ. στην Ήπειρο, στη Δυτική Ελλάδα, και περίπου το 3200 π.Χ. στη Θεσσαλία και στην ανατολική-κεντρική Ελλάδα, γεγονός που δείχνει την καλλιέργεια των ελαιόδεντρων σε αυτές τις περιοχές.

Η ελιά ήταν ένα σύμβολο ειρήνης, δόξας, αγνότητας, νίκης, σοφίας, και δόθηκε από τον Θεό στον λαό, όπως αναφέρεται στις παλιές και νέες διαθήκες και περιγράφεται σε μυθολογικά και ιστορικά έγγραφα. Στην Αρχαία Ελλάδα, στο τέλος κάθε Ολυμπιακού αγώνα, οι νικητές τιμήθηκαν με στεφάνι ελιάς. Σύμφωνα με τη μυθολογία, η θεά Αθηνά έδωσε την ελιά ως δώρο που ήταν χρήσιμο ως φαγητό και φάρμακο, άρωμα και

καύσιμο που οι Αθηναίοι επιλέγουν έναντι του δώρου του Ποσειδώνα που ήταν άλογο. Τότε τίμησαν την Αθηνά ονομάζοντας την πόλη τους Αθήνα. Στην Παλαιά Διαθήκη, ένα κλαδί ελιάς επέστρεψε από το λευκό περιστέρι στον Νώε στην κιβωτό ως σύμβολο για το τέλος της καταστροφής. Η ελληνική, καθώς και η ρωμαϊκή αυτοκρατορία, λόγω της παραγωγικότητας της ελιάς, ανέπτυξαν μια μεγάλη οικονομική δύναμη. Ταυτόχρονα, το ελαιόλαδο χρησιμοποιείται σε πολλά μυστήρια της Ορθόδοξης Χριστιανικής Εκκλησίας. Καταλαβαίνοντας έτσι ότι η ελιά και το ελαιόλαδο έχουν παίξει μεγάλο ρόλο στην ιστορία αλλά και στα ήθη και τα έθιμα του τόπου.

Μετά την ανακάλυψη της Βορείου Αμερικής, η ελιά μεταφέρθηκε εκεί από τους Ισπανούς εποίκους. Τα ελαιόδεντρα φυτεύτηκαν για πρώτη φορά στην Καλιφόρνια γύρω στο 1800 μ.Χ., όταν οι σπόροι ή τα μοσχεύματα μεταφέρθηκαν στο Σαν Ντιέγκο από τους Φραγκισκάνους μοναχούς. Παρά το γεγονός ότι η αμερικανική κουζίνα είναι βασισμένη στο ελαιόλαδο, η δυνατότητα εγχώριας καλλιέργειας του, εξακολουθεί να είναι ανεπαρκής. Τις δεκαετίες του 1930 και του 1940, πολλοί ελαιώνες της Καλιφόρνιας εμβολιάστηκαν για να παράγουν επιτραπέζιες ελιές, παρά ελαιόλαδο. Έτσι, σήμερα η Καλιφόρνια προμηθεύει μόνο ένα μικρό ποσοστό του ελαιολάδου που καταναλώνεται στις Ηνωμένες Πολιτείες. Η Αριζόνα είναι μια ακόμα πολιτεία με εκτάσεις φυτεμένες με ελαιόδεντρα. Στη σύγχρονη εποχή, η ελιά έχει εξαπλωθεί σε όλο τον κόσμο και έχει καλλιεργηθεί επιτυχώς σε πολλές περιοχές που προηγουμένως δεν ήταν γνωστό ότι έχουν ελιές. Οι ελιές καλλιεργούνται τώρα εμπορικά σε περίπου 30 χώρες. Ωστόσο, η λεκάνη της Μεσογείου, που ήταν το αρχαίο σπίτι της, έχει τον μεγαλύτερο αριθμό ελαιόδεντρων και εξακολουθεί να είναι η κύρια πηγή ελαιολάδου στον κόσμο.

### 1.3 Ποιοτικές κατηγορίες ελαιόλαδου

Το ελαιόλαδο μπορεί να χωριστεί στα ακόλουθα επίπεδα ποιότητας:

Βαθμός/εμπορική επωνυμία

Με την ονομασία "έξτρα παρθένο". Οι κατηγορίες ποιότητας που έχουν καθοριστεί από τον νομοθέτη για το ελαιόλαδο περιλαμβάνονται στον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 1308/2013, της 17ης Δεκεμβρίου 2013, σύμφωνα με το άρθρο 78, με δεσμευτικό τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι ως «παρθένα ελαιόλαδα» νοούνται τα έλαια που έχουν ληφθεί από τον καρπό της ελιάς και αποκλειστικά με μηχανικές ή άλλες φυσικές διεργασίες, υπό συνθήκες που δεν οδηγούν σε αλλοίωση του ελαιολάδου. Οι ελιές δεν

λαμβάνουν άλλη επεξεργασία εκτός από το πλύσιμο, το σπάσιμο, τη φυγοκέντρωση και το φιλτράρισμα. Σε αυτό δεν περιλαμβάνονται έλαια που έχουν ληφθεί με διαλύτες, χημικά ή βιοχημικά βοηθήματα ή με διεργασίες επανεστεροποίησης, καθώς και οποιαδήποτε ανάμιξη με έλαια άλλης προέλευσης. Αυτό είναι το ελαιόλαδο υψηλότερης ποιότητας με μέγιστη περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα 0,8 g ανά 100 g. Υπάρχουν επίσης άλλες χημικές και αναλυτικές οριακές τιμές, καθώς και ειδικές απαιτήσεις για τις οργανοληπτικές ιδιότητες.

Από αυτή την άποψη, ο όρος «έξτρα παρθένο» σημαίνει ότι είναι φυσικό, υψηλής ποιότητας ελαιόλαδο. Τόσο οι οργανοληπτικές ιδιότητες όσο και οι χημικές παράμετροι του ελαιολάδου δεν πρέπει να παρουσιάζουν ελαττώματα. Εάν λείπει το "extra", το λάδι δεν είναι άψογο, αλλά έχει ελαττώματα ποιότητας και γεύσης.

#### Παρθένο ελαιόλαδο (παρθένο)

Αυτό αναφέρεται σε ένα ελαιόλαδο με περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα που δεν υπερβαίνει τα 2 g ανά 100 g. Επιπλέον, ισχύουν και άλλες χημικές-αναλυτικές οριακές τιμές καθώς και απαιτήσεις για τις οργανοληπτικές ιδιότητες. Η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι υψηλότερη εδώ από ό, τι στα «έξτρα παρθένα» έλαια και οι οργανοληπτικές ανεπάρκειες είναι ανεκτές εντός ορισμένων ορίων

#### Λαμπάντε λάδι

Πρόκειται για παρθένο ελαιόλαδο με περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα άνω των 2 g ανά 100 g. Η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι σημαντικά υψηλότερη εδώ από ό, τι με στα φυσικά έλαια. Επιπλέον, υπάρχουν σαφείς οργανοληπτικές ανεπάρκειες και οι τιμές των χημικών αναλύσεων υπερβαίνουν τις οριακές τιμές. Επομένως, το λάδι δεν είναι πλέον κατάλληλο για κατανάλωση από τον άνθρωπο και ως εκ τούτου πρέπει να υποστεί διεργασίες βελτίωσης. Το αποτέλεσμα είναι ένα λάδι που ως πλήρως εξευγενισμένο προϊόν δεν έχει πλέον την τυπική γεύση του ελαιολάδου.

## Εξευγενισμένο ελαιόλαδο

Αυτό είναι ένα λάδι που λαμβάνεται με εξευγενισμό ελαιολάδων με μέγιστη περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα 0,3 g ανά 100 g. Η διύλιση, η χρήση λεύκανσης και η αποσμητική ουσία οδηγεί σε ένα σχετικά άοσμο και άγευστο λάδι, το οποίο κατά κανόνα δεν έχει πλέον οργανοληπτικά ελαττώματα και περιέχει πολύ λιγότερα από τα σημαντικά συστατικά του ελαιολάδου (όπως πολυφαινόλες ή φυσικά αντιοξειδωτικά όπως βιταμίνη E ή τοκοφερόλες).

Ελαιόλαδο – αποτελούμενο από εξευγενισμένο ελαιόλαδο και παρθένο ελαιόλαδο:

Λάδι με τη δήλωση "ελαιόλαδο" χωρίς την προσθήκη "έξτρα παρθένο". Είναι ένα μείγμα εξευγενισμένου ελαιολάδου με μεταβλητή αναλογία "έξτρα παρθένο" ελαιόλαδο. Η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 g ανά 100 g. Η αναλογία ανάμιξης δεν καθορίζεται έτσι ώστε η αναλογία εξευγενισμένου να μπορεί να είναι έως 99%. Όσο υψηλότερη είναι η αναλογία του παρθένου ελαιολάδου, τόσο πιο έντονη είναι και η γεύση του ελαιολάδου. Ωστόσο, για καθαρά οικονομικούς λόγους, συνήθως η αναλογία του ελαιολάδου διαμορφώνεται ως εξής: 85% εξευγενισμένο ελαιόλαδο και 15% παρθένο ελαιόλαδο.

Το ελαιόλαδο είναι ένα λειτουργικό τρόφιμο που αυξάνει τη φήμη και την τιμή του. Δεν είναι ένα προϊόν, αλλά υπάρχουν διαφορετικές κατηγορίες ποιότητας που καθαρίζουν και την τιμή του. Επομένως, οι κίνδυνοι νοθείας είναι πολύ υψηλοί και πολύ συνηθισμένοι. Το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (IOC), το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και η Επιτροπή Codex Alimentarius έχουν καθιερώσει παγκόσμια εμπορικά πρότυπα και τυποποιημένες μεθόδους για τον έλεγχο ταυτότητας και τον εντοπισμό της νοθείας για την προστασία της αγοράς, του καταναλωτή και την καθιέρωση δίκαιου εμπορίου.

Τα πιο κοινά ποιοτικά κριτήρια για την αξιολόγηση του ελαιολάδου είναι η οξύτητα, η τιμή των υπεροξειδίων, η απορρόφηση στο υπεριώδες, η περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Το ελαιόλαδο πρέπει να πληροί αρκετές επίσημες απαιτήσεις και να είναι σε συγκεκριμένα όρια για να χαρακτηριστεί ως Έξτρα Παρθένο Ελαιόλαδο (EVOO) ή Παρθένο Ελαιόλαδο (VOO). Επιπλέον με βάση τις παραπάνω παραμέτρους γίνεται και η κατηγοριοποίηση του ελαιολάδου.

Μετρώντας την οξύτητα του ελαιολάδου, μετριέται ο βαθμός διάσπασης των τριακυλογλυκερολών που προκαλείται από μια χημική αντίδραση που ονομάζεται υδρόλυση ή λιπόλυση μέσω της οποίας σχηματίζονται ελεύθερα λιπαρά οξέα. Είναι ένας δείκτης οξείδωσης. (Y. H. Hui, Muhammad Akhtar Siddiq, 2018) (EUROPEAN COMMISSION, 2011) (Vekiari, Papadopoulou and Kiritsakis, 2008) ('mythology-101-greatest-gift @ www.oliveoilsource.com', no date).

Ο αριθμός υπεροξειδίων (PV) υποδεικνύει το επίπεδο οξείδωσης στο ελαιόλαδο και εκφράζεται σε meq ενεργού οξυγόνου ανά χιλιόγραμμο. Από την τιμή αυτή προκύπτουν συμπεράσματα σχετικά με την οξύτητα του ελαιολάδου και τη διατήρησή του. Σύμφωνα με το πρότυπο Codex Alimentarius και το πρότυπο IOC, το PV του έξτρα παρθένου ελαιολάδου πρέπει να είναι χαμηλότερο από 20 meq ενεργού οξυγόνου / kg ελαιολάδου. Ωστόσο, τα λάδια που έχουν PV μεγαλύτερο από 10 meq / kg θεωρούνται λιγότερο σταθερά και έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής (Kondratowicz-pietruszka, 2007) (International Olive Oil Council, 2015).

Η ποιότητα του ελαιολάδου μπορεί επίσης να εκτιμηθεί μετρώντας τις τιμές απορρόφησης μεταξύ 200 και 300 nm. Η απορρόφηση κάθε μήκους κύματος καθορίζεται σύμφωνα με την επιλεγμένη μέθοδο / μήκος κύματος και βασίζεται στην παρουσία συζευγμένων συστημάτων διενίου και τριενίου, τα οποία προκύπτουν από οξείδωση. Η χαμηλή απορρόφηση μπορεί να συσχετιστεί με ένα εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο υψηλής ποιότητας (Regulation, 1991) (EUROPEAN COMMISSION, 2011).

Τα απαιτούμενα ποιοτικά κριτήρια για την ταξινόμηση των ελαιολάδων όσον αφορά τις τιμές οξύτητας, υπεροξειδίου και K φαίνονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά ποιότητας ελαιολάδου σε κατηγορίες  
(EUROPEAN COMMISSION, 2011)

Κατηγορία	Οξύτητα (%)	Αριθμός Υπεροξειδίων (mEq O <sub>2</sub> /kg)	UV Απορρόφηση (K <sub>232</sub> )	UV Απορρόφηση (K <sub>270</sub> )
Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο	≤0,8	≤20	≤2,50	≤0,22
Παρθένο ελαιόλαδο	≤2,0	≤20	≤2,60	≤0,25
Λαμπάντε παρθένο ελαιόλαδο	>2,0	-	-	-
Εξευγενισμένο παρθένο ελαιόλαδο	≤0,3	≤5	-	≤1,10
Ελαιόλαδο αποτελούμενο από εξευγενισμένα και παρθένα ελαιόλαδα	≤1,0	≤1,5	-	≤0,90
Ακατέργαστο πυρηνέλαιο	-	-	-	-
Εξευγενισμένο πυρηνέλαιο	-	≤0,3	-	≤2,00
Πυρηνέλαιο	-	≤1,0	-	≤1,70

#### 1.4 Το ελαιόλαδο στην Ελλάδα

Σήμερα η παραγωγή ελαιολάδου στην Ελλάδα βασίζεται σε αγρότες διάσπαρτους σε όλη τη χώρα. Οι εκτεταμένες ακτές των 15.021 χλμ ευνοούν την καλλιέργεια της ελιάς. Λόγω της αυξανόμενης δημοτικότητας των ελαίων ΠΟΠ (Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης), υπάρχουν τώρα 17 τέτοιες περιοχές στην Ελλάδα. Κάθε μια παράγει ελαιόλαδο με ξεχωριστά χαρακτηριστικά.

Οι ορεινές περιοχές της Πελοποννήσου είναι από τις πιο γνωστές για το ελαιόλαδο τους. Πάνω από το όρος Ταΰγετος, η περιοχή της Λακωνίας με την πρωτεύουσα της Σπάρτης προσφέρει 3 διακριτικούς τύπους ελαιολάδων ΠΟΠ. Εδώ η ποικιλία της Κορωνέικης αναμιγνύεται με την Αθηνοελιά δίνοντας ελαφρύτερο λάδι με πιο αισθητή τη γεύση εσπεριδοειδών και καρυδιών. Η περιοχή Λυγουριού και Κρανιδίου στην ανατολική Πελοπόννησο παράγει γλυκύτερα λάδια λόγω της κυρίαρχης παρουσίας της ποικιλίας Μανάκι.



Το ΠΟΠ - Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης - είναι ένας ορισμός της ΕΕ που υποδεικνύει ότι τα προϊόντα ΠΟΠ προέρχονται από μια ορισμένη περιοχή, η οποία θα πρέπει να «διακρίνεται» και στη γεύση του προϊόντος. Πρέπει να παράγονται, να υποβάλλονται σε επεξεργασία και να προετοιμάζονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή χρησιμοποιώντας παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής. Αυτό τους δίνει μια μοναδική ποιότητα και ειδικά χαρακτηριστικά, που συνδέονται με το κλίμα, τη φύση του εδάφους και την τοπική τεχνογνωσία. Οι ορεινές περιοχές της Πελοποννήσου είναι από τις πιο γνωστές για το ελαιόλαδο τους. Η ΠΟΠ περιοχή της Καλαμάτας στα δυτικά παράγει εξαιρετικό λάδι από την Κορωνέικη ελιά αλλά όχι από την ελιά Καλαμών, η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως επιτραπέζια ελιά. Η κοιλάδα σε σχήμα χωνιού που απλώνεται μέχρι την ακτή, φιλοξενεί τεράστιους ελαιώνες που παράγουν ένα ισχυρό ελαιόλαδο με φρουτώδες, ήπιο και ισορροπημένο άρωμα.

Η Κρήτη είναι το πιο σημαντικό νησί για το ελαιόλαδο. Η έκταση του νησιού, οδήγησε φυσικά στην άμεση εγγραφή 9 περιοχών ΠΟΠ για το νησί της Κρήτης. Πάλι κυριαρχεί η ποικιλία της κορωνέικης, αλλά υπάρχουν μερικές τοπικές ποικιλίες, όπως τσουνάτη, η θρουμπολιά και η χονδρολιά, που αντιπροσωπεύουν την ξεχωριστή γεύση κάθε μεμονωμένης περιοχής.

Η ελληνική παραγωγή ελαιολάδου υπερβαίνει τους 300.000 τόνους ετησίως. Η Ελλάδα, αν και αρκετά μικρή, κατέχει την 3η θέση μεταξύ των χωρών που παράγουν ελαιόλαδο. Το 70% του συνόλου της παραγωγής είναι Εξαιρετικά Παρθένο Ελαιόλαδο. Η κατά κεφαλή κατανάλωση από την άλλη πλευρά είναι επίσης η υψηλότερη στον κόσμο - σχεδόν 16 κιλά ετησίως. Ακόμα, απομένουν αρκετά για να εξαχθεί πάνω από το 1/3 της ετήσιας παραγωγής (135.000 τόνοι). Στην πραγματικότητα, η Ελλάδα είναι ο μεγαλύτερος εξαγωγέας στον κόσμο Παρθένου Ελαιολάδου.

Όλοι όσοι ασχολούνται με την παραγωγή και εμπορία ελαιολάδου γνωρίζουν την ανώτερη ποιότητα και τις εξαιρετικές οργανοληπτικές ιδιότητες του ελληνικού ελαιολάδου, το οποίο εξάγεται χύμα, σε φιάλες και σε δοχεία. Έτσι, ένας τακτικός καταναλωτής ελαιολάδου έχει δοκιμάσει το ελληνικό ελαιόλαδο τουλάχιστον μία φορά. Το ελληνικό ελαιόλαδο εξάγεται κυρίως στην ΕΕ και ανέρχεται στο 90% των συνολικών εξαγωγών ελαιολάδου (80% χύμα συν 10% ελληνικό εμπορικό σήμα). Υπάρχει όμως άνοδος και σε άλλες χώρες, όπως ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Ιαπωνία και οι ΗΠΑ. Η παρουσία του ελληνικού εμπορικού σήματος ελαιολάδου στη διεθνή

αγορά ήταν εδώ και πολλά χρόνια μικρή. Δεν ήταν εύκολο για τον μέσο καταναλωτή να φτάσει οικονομικά στο ελληνικό ελαιόλαδο. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, υπήρξε μια σταθερή αλλαγή καθώς οι ελληνικές εξαγωγές έχουν αυξηθεί σημαντικά. Αυτή η αύξηση σε κάποιο βαθμό αντικατοπτρίζει την ανοδική τάση της συνολικής κατανάλωσης ελαιολάδου λόγω της στροφής προς την υγιεινή διατροφή και τον επακόλουθο πολλαπλασιασμό της μεσογειακής κουζίνας. Και καθώς ο διεθνής καταναλωτής μαθαίνει να αναγνωρίζει την αξία του ελαιολάδου, θα γνωρίσει αυτό που ήδη γνωρίζουν οι ειδικοί: τις ασύγκριτες αρετές και την προσωπικότητα του ελληνικού ελαιολάδου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

### 2.1 Γενικά

Το ελαιόλαδο υπάρχει με τη μορφή μικρών σταγόνων στο μεσοκάρπιο της ελιάς. Είναι επίσης διασκορπισμένο σε μικρότερο βαθμό στο κολλοειδές σύστημα του κυτταροπλάσματος του κυττάρου. Για να απελευθερωθεί το μεγαλύτερο μέρος του ελαίου που υπάρχει στην ελιά κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί νερό σε διάφορα στάδια. Το νερό χρησιμοποιείται στο πλύσιμο, την ανάμιξη και την αραιώση της πάστας και στον τελικό διαχωρισμό του ελαιολάδου. Το νερό που χρησιμοποιείται σε αυτά τα στάδια αντιστοιχεί σε 10%, 40% και 20% του αρχικού βάρους της ελιάς, αντίστοιχα. Τα βασικά στάδια επεξεργασίας που απαιτούνται περιλαμβάνουν την αφαίρεση και το πλύσιμο των φύλλων, τη σύνθλιψη, την ανάμιξη, το διαχωρισμό του ελαιολάδου και τη φυγοκέντρωση του ελαίου. Υπάρχουν τρία διαφορετικά συστήματα, ανάλογα με τη μέθοδο εξαγωγής: (α) πίεση, (β) φυγοκέντρωση και (γ) διαδικασία επιλεκτικής διήθησης.

Στο πέρασμα των αιώνων δεν υπήρξαν ουσιαστικές αλλαγές στη διαδικασία παραγωγής του ελαιολάδου, η οποία πραγματοποιείται μέσα από τρία στάδια:

1. Τη σύνθλιψη του καρπού για την παραγωγή του ελαιοπολτού
2. Την πίεση του ελαιοπολτού για την εξαγωγή του ελαιόλαδου
3. Το διαχωρισμό του ελαιολάδου από το νερό και τα στερεά κατάλοιπα.

### 2.2. Παραδοσιακά συστήματα πίεσης

Η ελαιοζύμη, αμέσως μόλις αποκτήσει τις επιθυμητές φυσικές και φυσικοχημικές ιδιότητες, υποβάλλεται χωρίς χρονοτριβή σε πίεση. Οποιαδήποτε καθυστέρηση υποβαθμίζει την ποιότητα του ελαιολάδου, λόγω εκθέσεως της μάζας στον ατμοσφαιρικό αέρα και της έντονης ενζυμικής δράσης, που έχουν ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η οξύτητα και ο αριθμός υπεροξειδίου.

Γι' αυτό το λόγο λοιπόν, η ελαιοζύμη απλώνεται σε ειδικά ελαιόπανα (ελαιοσπυρίδες), τα οποία στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο και αυτή η στήλη συγκροτεί το λεγόμενο στάμα. Το τελευταίο εισάγεται στον ελεύθερο χώρο του υδραυλικού πιεστηρίου, όπου και πιέζεται, με πίεση 300-500kg/cm<sup>2</sup>, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των ελιών (π.χ. ωριμότητα ή είδος του καρπού). Με την πίεση διαχωρίζεται από την ελαιοζύμη, με τη διαδικασία της απλής αποστράγγισης, ελαιούχος μούστος, που συντίθεται από ελαιόλαδο και φυτικά υγρά (λιοζούμια - ΥΑΕ).

Η εξάντληση σε μούστο του στάματος δεν είναι ποτέ πλήρης, καθότι υπό οποιεσδήποτε συνθήκες επεξεργασίας, εναπομένουν στην ελαιοπάστα (ελαιοπυρήνη) σημαντικά ποσοστά ελαιολάδου και φυτικών υγρών. Το λάδι της ελαιοπυρήνης κατά το μεγαλύτερο μέρος του, θα αποχωρισθεί κατά την επακολουθούσα εκχύλιση της πυρήνας με οργανικούς διαλύτες, σε πυρηνελαιουργεία. Εκεί, η ελαιοπυρήνη ξηραίνεται σε περιστροφικούς ξηραντήρες, με τη χρήση ζεστού αέρα 60°C, και στη συνέχεια εκχυλίζεται. Από τη διαδικασία αυτή παραλαμβάνεται πυρηνέλαιο και εξαντλημένη ελαιοπυρήνα, που χρησιμοποιείται κυρίως ως στερεό καύσιμο, ικανό να παράγει 3.500kcal ανά κιλό (Vlyssides et al, 2004). Μετά την πίεση ο σωρός διαλύεται, η πάστα ελιάς αφαιρείται και τα πανιά ξαναφορτώνονται με το επόμενο φορτίο. Στον όγκο του ελαιούχου μούστου το λάδι συμμετέχει κατά 30% και τα φυτικά υγρά, στα οποία συμπεριλαμβάνεται και το νερό διαβροχής του στάματος, κατά το υπόλοιπο 70%. Επίσης υπάρχουν και τα συμπαρασυρόμενα στερεά συστατικά (τεμαχίδια σάρκας, φλοιού, θρύμματα πυρηνόξυλου κ.τ.λ.), που το βάρος τους υπολογίζεται σε ποσοστό 0,5-1% επί του συνολικού βάρους της υγρής φάσης. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτά καθιζάνει προς τον πυθμένα των δεξαμενών διαχωρισμού ή απομακρύνεται με το πέρασμα του ελαιούχου μούστου διαμέσου κόσκινων, πριν από τη φυγοκέντρωση.

Ο διαχωρισμός του ελαιολάδου από τα φυτικά υγρά βασίζεται στη διαφορά ειδικού βάρους μεταξύ ελαιολάδου και φυτικών υγρών και στη μη ανάμειξη των δύο, αφού τα φυτικά υγρά είναι ουσία πολική και το λάδι μη πολική. Οι μέθοδοι διαχωρισμού του ελαιολάδου από τον ελαιούχο μούστο είναι:

- Της κατακαθίσης (ηρεμίσσεως) του μούστου μέσα στη συστοιχία δεξαμενών (πηγαδάκια): ο διαχωρισμός με τη μέθοδο αυτή προϋποθέτει αποθήκευση του μούστου για αρκετό χρόνο μέσα σε συστοιχίες από δεξαμενές (πηγαδάκια), προκειμένου να δοθεί ευκαιρία στα σταγονίδια ελαιολάδου να συσσωρευτούν στην επιφάνεια και να σχηματίσουν το επιπολάζον στρώμα. Η παρατεταμένη όμως επαφή ελαιολάδου και φυτικών υγρών ζημιώνει αναμφίβολα τις καλές οργανοληπτικές ιδιότητες του πρώτου και το προδιαθέτει στο τάγγισμα και την αλλοίωση. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι και ο μεγάλος χώρος που καταλαμβάνουν τα πηγαδάκια και η δυσκολία στον καθαρισμό τους.

- Της φυγοκέντρωσης σε φυγοκεντρικό διαχωριστήρα: με τη μέθοδο αυτή συντομεύεται ο διαχωρισμός του ελαιολάδου, αφού αυξάνεται στο πολλαπλάσιο η δύναμη του διαχωρισμού. Την ώρα όμως της φυγοκέντρωσης ενσωματώνεται αέρας στη μάζα του ελαιολάδου, με αποτέλεσμα να βγαίνει αυτό θολό, ενώ ο αέρας αυτός προδιαθέτει το ελαιόλαδο στο τάγγισμα και στις αλλοιώσεις οξειδωτικής μορφής. Ο διαχωρισμός είναι ταχύς και ο φυγοκεντρικός διαχωριστήρας καταλαμβάνει ελάχιστο χώρο. Επιπλέον, ο καθαρισμός του, τόσο στο τέλος της εργασίας όσο και ενδιάμεσα, είναι εύκολος και αποτελεσματικός. Ωστόσο, επειδή και οι δύο μέθοδοι έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα του ελαιολάδου συνήθως εφαρμόζεται ο συνδυασμός της καθίζησης και της φυγοκέντρωσης.

Η διαδικασία πίεσης δεν απαιτεί προσθήκη επιπλέον νερού στην ελαιοζύμη. Ωστόσο, εάν οι ελιές είναι δύσκολες στην επεξεργασία και η ελαιούχος φάση δεν ξεχωρίζει εύκολα από τις άλλες φάσεις, ή όταν ώριμες ελιές εισάγονται σε αυτό το σύστημα, μπορεί να απαιτείται προσθήκη μικρών ποσοτήτων νερού (3-5 l/100kg ελιών) κατά την άλεση, τη μάλαξη και το πλύσιμο του πύργου μετά την σύνθλιψη. Η συνεχής φυγοκέντρωση περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα: σπάσιμο ελιών, ανάμιξη της ελαιοζύμης και φυγοκέντρωση με ή χωρίς προσθήκη νερού σύμφωνα με το μοντέλο των «τριών φάσεων» ή των «δύο φάσεων» αντίστοιχα.

### 2.3 Φυγοκεντρικά συστήματα τριών φάσεων

Αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του '70, με σκοπό τη μείωση του εργατικού κόστους και την αύξηση της δυναμικότητας και της παραγωγής. Ενώ οι κλασσικές μέθοδοι επεξεργάζονται περίπου 8-10 τόνους/μέρα, η φυγοκέντρωση τριών φάσεων επεξεργάζεται 30-32 τόνους/μέρα, χρησιμοποιώντας ποσοστό μόνο του εργατικού δυναμικού που απαιτείται στις κλασσικές μεθόδους.

Η ελαιοζύμη, που προκύπτει μετά την άλεση και τη μάλαξη, αναμιγνύεται με ζεστό νερό, πριν την εισαγωγή της στο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα (Ντεκάντερ). Η αναλογία νερού ελαιοζύμης δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από τη σύσταση της ελαιοζύμης μετά τη μάλαξη. Κατά το εγχειρίδιο του Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (IOOC 1990), η ποσότητα του νερού που ενσωματώνεται μετά τη μάλαξη είναι 60-70 λίτρα, αλλά και μέχρι 100-110 λίτρα ανά 100 κιλά ελαιοζύμης και σε θερμοκρασία 20-25°C. Στη συνέχεια, η ελαιοζύμη εισάγεται σε οριζόντιο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα

(Ντεκάντερ) του οποίου η δυναμικότητα κυμαίνεται από 500- 600 κιλά την ώρα και φθάνει τους 3 με 4 τόνους, ανάλογα με το μοντέλο. Η ελαιοζύμη λοιπόν με την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης διαχωρίζεται σε τρεις φάσεις: ελαιόλαδο, φυτικά υγρά (ΥΑΕ) και ελαιοπυρήνη (πυρήνες και υπολείμματα πούλπας).

Αν αξιολογήσουμε συγκριτικά τα δύο ελαιουργικά συγκροτήματα, με τον φυγοκεντρικό διαχωριστήρα και με το παραδοσιακό υδραυλικό πιεστήριο, διαπιστώνουμε και στις δύο περιπτώσεις εξάντληση της ελαιοζύμης μέχρι ποσοστού περίπου 88% του περιεχόμενου σε αυτή ελαιολάδου. Η ελαιοπυρήνη όμως που διαχωρίζεται στο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα περιέχει 45-50% υγρασία, ενώ εκείνη του υδραυλικού πιεστηρίου μόνο 25%. Έτσι, η ελαιοπυρήνη του φυγοκεντρικού διαχωριστήρα είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί, επειδή αλλοιώνεται εύκολα και κοστίζει πολύ η μεταφορά της στα πυρηνελαιουργεία, για την περαιτέρω εκχύλισή της και εξαγωγή του εναπομείναντος ελαίου.

#### 2.4 Φυγοκεντρικά συστήματα δύο φάσεων

Η αποτυχία να αναπτυχθεί μια κατάλληλη τεχνολογία επεξεργασίας των αποβλήτων έδωσε την ευκαιρία στους κατασκευαστές να αναπτύξουν τη διαδικασία των δύο φάσεων, που δεν χρησιμοποιεί νερό στη διαδικασία, και παράγει ελαιόλαδο και μία πολύ υγρή ελαιόπαστα/ελαιοπυρήνη, που είναι πρακτικά εμποτισμένη με όλα τα φυτικά υγρά που περιείχε ο ελαιόκαρπος την ώρα της άλεσης, και αποτελεί και τα στερεά απόβλητα αυτής της διαδικασίας. Αυτή η τεχνολογία θεωρήθηκε εφεύρεση επαναστατική και το φυγοκεντρικό μηχάνημα των δύο φάσεων ονομάστηκε οικολογικό, γιατί η ελαιοποίηση θα γινόταν χωρίς αραίωση της ελαιοζύμης με χλιαρό νερό, οπότε δεν θα υπήρχαν φυτικά υγρά και η ρύπανση του περιβάλλοντος θα ήταν μηδαμινή.

Το σύστημα των δύο φάσεων που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του ελαιολάδου, αρχικά σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από τη Westfalia Separator A.G. (EP557758, 1993). Σε αυτή τη διαδικασία, ο πλυμένος ελαιόκαρπος τροφοδοτείται στο μύλο και από εκεί στον αναμίκτη, όπου η ελαιοζύμη ομογενοποιείται. Όταν χρησιμοποιούνται φρέσκιες ελιές, η πάστα παράγεται χωρίς την προσθήκη νερού, ενώ όταν χρησιμοποιούνται στεγνές ελιές, μια μικρή ποσότητα νερού προστίθεται ανάλογα με την κατάσταση των ελιών. Η ομογενοποιημένη πάστα κλασματοποιείται σε έναν φυγοκεντρική δύο φάσεων, σε λάδι και σε μείγμα στερεών/ υγρών (ελαιοπυρήνη).

Στην προκειμένη περίπτωση η ελαιοπυρήνη είναι πιο δύσκολη στο χειρισμό (εξαιτίας της μεγαλύτερης υγρασίας) και η εξαγωγή του εναπομείναντος ελαίου για την παραγωγή του πυρηνελαίου, είναι λιγότερο επικερδής (εξαιτίας του μικρότερου περιεχομένου σε λάδι), σε σύγκριση με την ελαιοπυρήνη που προκύπτει από τα προηγούμενα συστήματα. Το λάδι διοχετεύεται με την προσθήκη μικρής ποσότητας νερού, σε φυγοκεντρική δίσκων όπου αποκτούνται καθαρό λάδι και νερό ξεχωριστά. Το νερό είναι σχετικά καθαρό και μπορεί να αναμιχθεί με το κυκλοφορούν νερό που χρησιμοποιείται για το πλύσιμο των ελιών. Επίσης στερεά αποβάλλονται από το φυγοκεντρική δίσκων σε περιοδικά διαστήματα.

Αυτό το σύστημα μειώνει τις απαιτήσεις σε νερό, αλλά δημιουργεί ένα νέο υλικό, το οποίο είναι φορέας όλου του ρυπαντικού φορτίου της ελαιοζύμης και που απαιτεί νέες γνώσεις για το πώς πρέπει να γίνει η διαχείρισή του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

### 3.1 Συστατικά του ελαιόλαδου

Συνολικά, το ελαιόλαδο μπορεί να χωριστεί από την άποψη της χημικής σύνθεσης σε κύρια και δευτερεύοντα συστατικά. Τα κύρια συστατικά, που περιλαμβάνουν γλυκερόλες, αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 98% του συνολικού βάρους του ελαιόλαδου. Συστατικά, τα οποία υπάρχουν σε πολύ χαμηλές ποσότητες (περίπου 2% του βάρους του ελαιόλαδου), περιλαμβάνουν περισσότερες από 230 χημικές ενώσεις όπως αλειφατικές και τριτερπενικές αλκοόλες, στερόλες, υδρογονάνθρακες, πτητικές ενώσεις και αντιοξειδωτικά (καροτενοειδή και φαινολικές ενώσεις) (Servili et al., 2004). Μικροσκοπικά κομμάτια ελιάς μπορούν επίσης να βρεθούν στο λάδι. Τα δευτερεύοντα συστατικά υπάρχουν σχεδόν αποκλειστικά στο παρθένο ελαιόλαδο, καθώς οι διαδικασίες (κυρίως διύλιση), που σχετίζονται με την παραγωγή άλλων ελαίων, τα αφαιρούν. Αν και συνήθως όταν αναφέρουμε δευτερεύοντα συστατικά, είναι φυσιολογικό να αναφέρονται σε δευτερεύοντα συστατικά από το παρθένο ελαιόλαδο, θα αναφερόμαστε σε δευτερεύοντα συστατικά του ελαιόλαδου, καθώς ορισμένα είδη από αυτό το κλάσμα μπορεί να υπάρχουν σε τύπους ελαιόλαδου εκτός από το παρθένο ελαιόλαδο.

Η σύνθεση του ελαιόλαδου είναι κυρίως τριακυλογλυκερόλες (~ 99%) και δευτερευόντως ελεύθερα λιπαρά οξέα, μονο- και διακυλογλυκερόλες, και μια σειρά λιπιδίων όπως υδρογονάνθρακες, στερόλες, αλειφατικές αλκοόλες, τοκοφερόλες καθώς και χρωστικές. Υπάρχει επίσης πληθώρα φαινολικών και πτητικών ενώσεων. Μερικές από αυτές τις ενώσεις συμβάλλουν στον μοναδικό χαρακτήρα του ελαιόλαδου. Τα λιπαρά οξέα που υπάρχουν στο ελαιόλαδο είναι παλμιτικό (C16: 0), παλμιτολεϊκό (C16: 1), στεατικό (C18: 0), ελαϊκό (C18: 1), λινελαϊκό (C18: 2) και λινολενικό (C18: 3).

### 3.2 Αντιοξειδωτικές ουσίες του ελαιόλαδου

Λόγω του λιπαρού οξέος, της βιταμίνης και της πολυφαινόλης, το ελαιόλαδο θεωρείται βασικό συστατικό των ασφαλών ιδιοτήτων της μεσογειακής διατροφής. Τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, και ειδικότερα το ελαϊκό οξύ, είναι υπεύθυνα για τα οφέλη που προκύπτουν από την κατανάλωση ελαιόλαδου. Τα αναγνωρισμένα πλεονεκτήματα θεωρούνται επίσης ότι οφείλονται σε ένα μείγμα πολλών φυτοχημικών. Στο ελαιόλαδο με βιολογικές δραστηριότητες, υπάρχουν πάνω από 200 δευτερεύοντα συστατικά. Οι



τοκοφερόλες, η β-καροτίνη, η λουτεΐνη, το σκουαλένιο και οι λιπόφιλες και υδρόφιλες φαινόλες είναι τα πιο άφθονα αντιοξειδωτικά στο ελαιόλαδο. Τα φαινολικά οξέα και παράγωγά τους (βανιλικό οξύ, γαλλικό οξύ), σεκοϊριδοειδή (oleuropein, oleocanthal), φαινολικές αλκοόλες (τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη), λιγνάνες (pinosinol) και φλαβόνες (luteolinol) είναι φαινολικές ενώσεις του ελαιολάδου.

Τα αντιοξειδωτικά, αντιφλεγμονώδη, αντιμικροβιακά, αντιαρθρικά, αντι-αθηρογόνα, αντι-θρομβωτικά, αντι-μεταλλαξιογόνα και υπογλυκαιμικά είναι αποτελέσματα των πολυφαινολών ελαιολάδου. Οι φαινολικές ενώσεις (υδροξυτυροσόλη, τυροσόλη, ελαιοευρωπαϊνή και ελαιοκανθάλη) που είναι κυρίως υπεύθυνες για την αντιοξειδωτική δράση, την ασφάλεια της οξείδωσης των λιπιδίων στο αίμα, την αντιφλεγμονώδη δράση, την αντικαρκινογόνο ικανότητα, την αντοχή στο οξειδωτικό στρες και άλλες ευεργετικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η πλούσια διατροφή σε ελαιόλαδο προστατεύει την ανθρώπινη υγεία από καρδιαγγειακές διαταραχές (καρδιομεταβολικοί δείκτες όπως η αρτηριακή πίεση, η γλυκαιμία και η δυσλιπιδαιμία, ειδικά μειώνοντας τη χοληστερόλη LDL και την οξείδωση της LDL), διαβήτη τύπου 2, παχυσαρκία, καρκίνο, φλεγμονή και οξειδωτικό στρες.

### 3.2.1 Τοκοφερόλες

Η βιταμίνη E είναι το κοινό όνομα για μια ομάδα φυτικών λιπιδίων που περιλαμβάνουν τέσσερις τοκοφερόλες (άλφα, βήτα, γάμμα και δέλτα) και τέσσερις τοκοτριενόλες (άλφα, βήτα-, γάμμα- και δέλτα-). Οι βιολογικές τους δραστηριότητες, ποικίλουν ανάλογα με τις διαφορετικές πηγές της βιταμίνης E. Η α-τοκοφερόλη είναι η πιο διαδεδομένη πηγή βιταμίνης E που υπάρχει στο ανθρώπινο αίμα και στους ιστούς, με τις τοκοφερόλες και τις τοκοτριενόλες να έχουν την υψηλότερη βιολογική δραστηριότητα. Οι τοκοφερόλες μπορούν να δράσουν ως αντιοξειδωτικά μέσω δύο μηχανισμών (Kamal-Eldin, Appelquist, 1996). Ο πρώτος είναι ένας μηχανισμός δότη ηλεκτρονίων που χωρίζει την αλυσίδα μέσω της οποίας το άτομο φαινολικού υδρογόνου παρέχεται στις ρίζες λιπιδίων από την τοκοφερόλη. Ο δεύτερος είναι ένας μηχανισμός απελευθέρωσης αλυσίδας που απαιτεί γρήγορη σάρωση ή απόσβεση οξυγόνου και αποτρέπει την οξείδωση που προκαλείται από απλώς διεγερμένο οξυγόνο. Διατίθεται εκτενής βιβλιογραφία σχετικά με τη λειτουργία και τη δραστηριότητα της α-τοκοφερόλης *in vivo* σε σχέση με χρόνιες φλεγμονώδεις καταστάσεις, καρδιαγγειακές παθήσεις, καρκίνο και άλλες ασθένειες και γήρανση των κυττάρων. Σύμφωνα με μελέτες, διευρύνεται ο βαθμός και η σημασία των

τοκοφερόλων στο ελαιόλαδο (Mroskou, 2008). Από τις οκτώ αναγνωρισμένες Ε-βιταμίνες (τέσσερις τοκοφερόλες, τέσσερις τοκοτριενόλες), το 90% της συνολικής περιεκτικότητας σε τοκοφερόλη αντιπροσωπεύεται από το ομόλογο άλφα ελεύθερης μορφής. Οι υπόλοιπες β-τοκοφερόλη, γ-τοκοφερόλη και δ-τοκοφερόλη (επίπεδα 10-20 mg/kg ελαίου) αποτελούν το υπόλοιπο ποσό. Έχουν εντοπιστεί μεγάλες διαφορές για την α-τοκοφερόλη στα ελαιόλαδα Ιταλίας, Ισπανίας και Ελλάδας. Οι τυπικές τιμές κυμαίνονται μεταξύ 100-250 mg/kg ελαιολάδου. Η μεταβλητότητα της περιεκτικότητας σε τοκοφερόλη στα ιταλικά παρθένα ελαιόλαδα έχει διερευνηθεί και διαπιστώθηκε ότι η α-τοκοφερόλη κυμαίνεται από 36-314 mg/kg ελαίου, ενώ οι τιμές της β-τοκοφερόλης και της γ-τοκοφερόλης κυμαίνονταν μεταξύ 1-17 και 0,5-22 mg / kg, αντίστοιχα.

Ενώ οι τοκοφερόλες συνήθως μειώνονται κατά την ωρίμανση της ελιάς, τα επίπεδα των γ-τοκοφερόλων αυξάνονται. Οι διαφορές στο ποσοστό ωρίμανσης μεταξύ των καλλιεργητικών ετών δείχνουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε τοκοφερόλες, ανάλογα τις βροχοπτώσεις ανά έτος (Beltran et al., 2005). Το επίπεδο των τοκοφερόλων επηρεάζεται επίσης από τη γονιμότητα (Fernande-Escobar et al., 2006). Σε έκθεση, αναφέρθηκαν τα επίπεδα περιεκτικότητας σε α-τοκοφερόλη σε 120 δείγματα παρθένου ελαιολάδου που πωλήθηκαν σε δοχεία 16 λίτρων σε όλη την Ελλάδα (Grigoriadou et al., 2005). Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι η μείωση της χωρητικότητας συσκευασίας σε συσκευασία 5 λίτρων και η βελτίωση του χειρισμού και της αποθήκευσης θα βοηθήσει στην αύξηση των επιπέδων α-τοκοφερόλης και πολυφαινόλης, βελτιώνοντας έτσι τη θρεπτική περιεκτικότητα των ελαίων που τελικά εισέρχονται στο τραπέζι. Με διάφορους τρόπους, η α-τοκοφερόλη λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό και η παρουσία της σχετίζεται με τη συνοχή του ελαιολάδου (Tsimidou, 2006). Η αντιοξειδωτική του δράση εξαρτάται από τη συγκέντρωσή της σε σχέση με τις πολικές φαινόλες (Mateos et al, 200N, Blekas et al, 1995). Τα παράγωγα υδροξυτυροσόλης χάνονται όταν θερμαίνεται το ελαιόλαδο, αλλά η α-τοκοφερόλη και η τυροσόλη είναι πιο σταθερά και καταστρέφονται πλήρως όταν η συσσώρευση υδροϋπεροξειδίου είναι υψηλή. (Nissiotis and Tasioula-Margari, 2002: Morelo et al, 2004). Οι πολυφαινόλες δρουν ως σταθεροποιητές της α-τοκοφερόλης κατά τη θέρμανση του ελαιολάδου (Pellegrini et al. 2001, Valavanidis et al. 2004).

Οι τοκοφερόλες σε έλαια προσδιορίζονται κανονικά μετά από σαπωνοποίηση με HPLC ή RP-HPLC. Η ταυτοποίηση και ο ποσοτικός προσδιορισμός πραγματοποιούνται με ανιχνευτή φθορισμού ή υπεριώδους.

### 3.2.2 Πολυφαινόλες

Όπως υποδηλώνει το όνομα, πολλές φαινολικές ομάδες στη δομή, οι πολυφαινόλες είναι φυσικές, συνθετικές ή ημισυνθετικές οργανικές ενώσεις. Αυτό συνεπάγεται ότι οι πολυφαινόλες συνήθως περιέχουν έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους με συνδεδεμένες ομάδες υδροξυλίου. Υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός στοιχείων, τα οποία αποδεικνύουν ότι οι φυσικές φυτικές πολυφαινόλες έχουν ευεργετική δράση στο ανθρώπινο σώμα (Bravo L., 1998). Ενώσεις διαφορετικών χημικών δομών είναι φυσικές βιοδραστικές πολυφαινόλες. Στο φυτικό βασίλειο, οι πολυφαινόλες είναι αναμφισβήτητα η μεγαλύτερη κατηγορία χημικών ουσιών. Είναι γνωστές πάνω από 8000 διαφορετικές πολυφαινολικές δομές, συμπεριλαμβανομένων αρκετών εκατοντάδων απομονωμένων από βρώσιμα φυτά (Pandey KB, Rizvi SI, 2009). Φρούτα, ξηροί καρποί και σπόροι, ρίζες, φλοιός, φύλλα διαφόρων φυτών, μπαχαρικά, προϊόντα ολικής αλέσεως καθώς και τσάι, καφές και κόκκινο κρασί είναι από τις κυριότερες πηγές προέλευσής τους. Ένα ευρύ φάσμα βιολογικών δραστηριοτήτων χαρακτηρίζει αυτές τις ουσίες. Για δεκαετίες, η ευεργετική επίδραση των λαχανικών, των φρούτων και των βοτάνων στην ανθρώπινη υγεία ήταν γνωστή. Υπάρχουν αρκετές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες σε ορισμένες βιταμίνες και πολυφαινόλες που τις καθιστούν φυσικούς και αποτελεσματικούς αντικαρκινικούς παράγοντες που βρίσκονται σε μια ισορροπημένη διατροφή. Οι πολυφαινόλες, σε αντίθεση με τις βιταμίνες και τα μέταλλα, δεν είναι απαραίτητα στοιχεία του πρωτογενούς μεταβολισμού των φυτών. Αντ' αυτού, οι φυσικές πολυφαινολικές ενώσεις είναι προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών (Cicerale S, Lucas L, Keast R, 2010).

Διεξάγεται έρευνα για να αποδειχθεί η ικανότητά τους να ρυθμίζουν το ανθρώπινο ανοσοποιητικό σύστημα επηρεάζοντας τον πολλαπλασιασμό και τη δραστηριότητα των λευκών αιμοσφαιρίων, καθώς και την παραγωγή κυτοκινών ή άλλων ανοσολογικών αμυντικών παραγόντων. Η ημερήσια κατανάλωση πολυφαινολών κυμαίνεται από 0,1 έως 1,0 g την ημέρα, με φρούτα και λαχανικά καθώς και βότανα, μπαχαρικά, καρυκεύματα, καφέ, τσάι ή κρασί να αποτελούν τις κύριες πηγές πρόσληψης. Όσον αφορά τις καθιερωμένες ευεργετικές επιπτώσεις τους στην

ανθρώπινη υγεία και το μεταβολισμό, καθώς και τη δημοτικότητα του ελαιολάδου σε πολλές διαφορετικές δίαιτες, οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου είναι ιδιαίτερα σημαντικές στη μεσογειακή διατροφή.

Οι φαινολικές ενώσεις εμφανίζονται με τη μορφή: αλκοόλων και φαινολικών οξέων, παραγώγων ελαιοροπίνης, λιγνάνης και φλαβονοειδών. Η περιεκτικότητα των πολυφαινολών στο ελαιόλαδο κυμαίνεται από 50 έως 1000 mg / kg. Στην πραγματικότητα, εξαρτάται από τις συνθήκες καλλιέργειας, την ωριμότητα των ελιών, καθώς και από την τεχνολογία της διαδικασίας εξαγωγής και αποθήκευσης ή συσκευασίας. Περίπου 2-3% των φαινολικών ουσιών με τη μορφή γλυκοζιτών και εστέρων βρίσκονται στη σάρκα των υγιών ελιών. Περίπου 500 mg / L πολυφαινολών υπάρχουν στο παρθένο ελαιόλαδο. Η ποσότητα και η συνοχή των πολυφαινολών στο ελαιόλαδο συνδέεται στενά με τη διαδικασία άλεσης / σπασίματος και περαιτέρω επεξεργασίας. Τα παρθένα ελαιόλαδα έχουν επομένως σημαντικά υψηλότερα επίπεδα πολυφαινολών από τα επεξεργασμένα / ραφινάρισμα ελαιόλαδα. Τα γλυκίδια (π.χ. ελαιοροπίνη), οι αλκοόλες και οι φαινόλες (τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη), ακόμη και τα φλαβονοειδή είναι κυρίως φαινολικές ενώσεις στο ελαιόλαδο. Οι φαινολικές ενώσεις ευθύνονται κυρίως για τη χαρακτηριστική γευστική ιδιότητα του παρθένου ελαιολάδου, δηλαδή την πικρή γεύση. Μερικά μικροσυστατικά του ελαιολάδου είναι υδατοδιαλυτά, επομένως η περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις που βρίσκονται στο ελαιόλαδο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μέθοδο εκχύλισης.

### 3.2.3 Ελαιοκανθάλη

Η ελαιοκανθάλη είναι το μόριο με τις περισσότερες μελέτες για τη βιολογική συμπεριφορά μεταξύ των τεσσάρων πιο άφθονων φαινολικών ενώσεων του ελαιολάδου και πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί από ερευνητές. Η δράση ως νευροπροστατευτικός παράγοντας είναι ένας από τους πιο σημαντικούς ρόλους της ελαιοκανθάλης στον άνθρωπο. Ως εκ τούτου, η ελαιοκανθάλη χρησιμοποιήθηκε σε δοκιμές νόσου του Αλτσχάιμερ (Paranikolaou, Melliou and Magiatis, 2019). Η ελαιοκανθάλη είναι ένας εστέρας της τυροσόλης. Στις αρχές της δεκαετίας του 90', η ελαιοκανθάλη, τεκμηριώθηκε για πρώτη φορά στη βιβλιογραφία ως φαινολική ένωση που βρέθηκε στο Έξτρα Παρθένο Ελαιόλαδο (EVOO). Η ένωση, γνωστή τότε ως decarboxymethyl ligstroside aglycone, προτάθηκε μια δεκαετία αργότερα να είναι η μόνη φαινολική ένωση υπεύθυνη για τη διακριτή δυσφορία και το πικάντικο που προκαλείται στο λαιμό από ορισμένα έξτρα παρθένα ελαιόλαδα (Parkinson, L and

Keast,R 2014). Ένα βασικό χαρακτηριστικό της ποιότητας ελαιόλαδου είναι το πικάντικο και ο ερεθισμός. Αυτά τα χαρακτηριστικά αναγνωρίζονται ως η θετική ενίσχυση της ποιότητας παρθένου ελαιόλαδου από εκείνους που καταναλώνουν συχνά το λάδι, όπως οι μεσογειακοί πληθυσμοί. Έχει αναφερθεί διακύμανση στη συγκέντρωση της ελαιοκανθάλης που περιέχεται στο παρθένο ελαιόλαδο. Μια πρόσφατη μελέτη αναφέρει ότι η συγκέντρωση της ελαιοκανθάλης που περιέχεται στο παρθένο ελαιόλαδο κυμαίνεται από 284 έως 711 mg / kg σε μια ποικιλία ελληνικών ελαίων (Parkinson,L and Keast,R 2014).

#### 3.2.4 Ελαιασίνη

Η ελαιασίνη είναι μια πολυφαινόλη, που υπάρχει στο EVOO σε διαφορετικές ποσότητες. Μελέτες σχετικά με τη βιολογική δραστηριότητα της ελαιασίνης, έχουν αποκαλύψει πολλαπλές ευεργετικές ιδιότητες στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως αντιμικροβιακές, αντιπολλαπλασιαστικές και αντιφλεγμονώδεις δραστηριότητες. Ευθύνεται όπως και η ελαιοκαθάλη για το κάψιμο στο λαιμό και την πικάντική γεύση του ελαιολάδου (Lozano-Castellón *et al.*, 2020) (Papanikolaou, Melliou and Magiatis, 2019).

#### 3.3 Ο ισχυρισμός υγείας των πολυφαινολών του ελαιόλαδου

Τα φυτικά τρόφιμα μπορούν να παρέχουν πολλά βασικά θρεπτικά συστατικά στον άνθρωπο, συμμετέχοντας με πολλούς τρόπους σε μια υγιή κατάσταση του ανθρώπινου σώματος. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες είναι ενώσεις που συντίθενται σε φυτά, με κρίσιμους ρόλους, όπως η προσαρμογή των φυτών στο περιβάλλον τους. Αυτά τα φυτοχημικά είναι πολύ απαραίτητα για την ανθρώπινη διατροφή, αλλά, επίσης, παρουσιάζουν σημαντικές βιολογικές δράσεις που οδηγούν στη χρήση των φυτοχημικών ως πιθανά φαρμακευτικά προϊόντα. Τα φυτοχημικά έχουν ορισμένα σοβαρά πλεονεκτήματα όπως η προσβασιμότητα, η ιδιαιτερότητα της απόκρισης και η χαμηλή τοξικότητά τους. Από την άλλη πλευρά, τα αρνητικά αυτών των ενώσεων είναι η χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα και ο γρήγορος μεταβολισμός στον άνθρωπο.

Τις τελευταίες δεκαετίες, πολλές φαρμακευτικές μελέτες έχουν εφαρμοστεί σε δευτερογενείς μεταβολίτες, καθοδηγώντας τις βιομηχανίες στο σχεδιασμό νέων φαρμάκων. Πολλές μελέτες που περιλαμβάνουν ενώσεις φυσικών πηγών έχουν δείξει ότι οι δευτερογενείς μεταβολίτες έχουν πολλές δράσεις στο ανθρώπινο σώμα, όπως κατά του όγκου, αντιβακτηριακά και αντιφλεγμονώδη. Μια σωστή διατροφή, όπως η

Μεσογειακή, περιλαμβάνει την κατανάλωση τροφής που τροφοδοτεί το ανθρώπινο σώμα με πολλά ευεργετικά θρεπτικά συστατικά, με αποτέλεσμα την προστασία και βελτίωση της υγείας (Papanikolaou, Melliou and Magiatis, 2019) (Lozano-Castellón et al., 2020).

Οι ισχυρισμοί υγείας που διατυπώνονται σε σχέση με προϊόντα διατροφής απαιτούν έγκριση σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΚ 1924/2006 προτού χρησιμοποιηθούν στην επισήμανση και την εμπορία αυτών των προϊόντων στην ΕΕ. Στο πλαίσιο αυτής της διαδικασίας έγκρισης, το πάνελ για τα διαιτητικά προϊόντα, τη διατροφή και τις αλλεργίες (NDA) της EFSA είναι υπεύθυνο για την επαλήθευση της επιστημονικής τεκμηρίωσης των ισχυρισμών υγείας.

Το ελαιόλαδο είναι γνωστό για την υψηλή περιεκτικότητα πολυφαινόλων, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε ισχυρισμό υγείας σύμφωνα με ότι επιτάσσει ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός (ΕΕ) 432/2012 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου συμβάλλουν στην προστασία των λιπιδίων του αίματος από το οξειδωτικό στρες. Η αξίωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για ελαιόλαδο, που περιέχει τουλάχιστον 5 mg υδροξυτυροσόλης και τα παράγωγά του (π.χ. σύμπλεγμα ελαιοροπίνης και τυροσόλη) ανά 20 g ελαιολάδου. Προκειμένου να ανταπεξέλθει στον ισχυρισμό, πρέπει να δοθούν στον καταναλωτή πληροφορίες ότι το ευεργετικό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με ημερήσια πρόσληψη 20 g ελαιολάδου (EFSA regulation - Health claim for olive oil polyphenols, no date).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

### 4.1 Βασικά κριτήρια ποιότητας του ελαιόλαδου

Οι παραγωγοί ελαιολάδου πρέπει να επαληθεύουν την ποιότητα των προϊόντων τους με χημικές και οργανοληπτικές δοκιμές. Αυτές οι δοκιμές διασφαλίζουν ότι το προϊόν ελαιολάδου πληροί τις προδιαγραφές του πελάτη καθώς και τα πρότυπα ποιότητας που καθορίζονται από το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιολάδου (IOC).

Το ελαιόλαδο είναι ένα μοναδικό προϊόν. Η κατανόηση του χημικού προφίλ του ελαιολάδου είναι σημαντική για την κατανόηση των αισθητηριακών χαρακτηριστικών και το αντίστροφο. Το ποιοτικό προφίλ των ποικιλιών μπορεί να είναι πολύτιμο όταν εξετάζεται, η επιρροή της διαχείρισης των καλλιεργειών στην ποιότητα του ελαιολάδου. Είναι επίσης δυνατό να εξετάζονται ελαιόλαδα διαφόρων ποικιλιών, που παράγονται σε διαφορετικά περιβάλλοντα, όπου μπορεί να υπάρχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ των ελαιώνων. Εκτός από τις δοκιμές για την ποιότητα του ελαιολάδου, υπάρχει μια σειρά από άλλες δοκιμές που έχουν σχεδιαστεί για να διασφαλίσουν ότι το ελαιόλαδο είναι αυθεντικό. Αυτό γίνεται για να διασφαλιστεί ότι το λάδι δεν έχει νοθευτεί με σπορέλαια ή εξευγενισμένο ελαιόλαδο. Οι δοκιμές μπορούν επίσης να δείξουν εάν το ελαιόλαδο έχει υποστεί επεξεργασία με άλλα μέσα εκτός από τη μηχανική εκχύλιση.

Εκτός από αυτές τις βασικές δοκιμές υπάρχουν πολλές άλλες κατηγορίες με τις οποίες το ελαιόλαδο πρέπει να πληροί τις προδιαγραφές και τα όρια που ορίζει η νομοθεσία. Οι δοκιμές αυτές περιλαμβάνουν ανίχνευση στερολών, στιγμασταδιένιο, κηρών, προσδιορισμός ισοδύναμου αριθμού άνθρακα (ECN), προσδιορισμός λιπαρών οξέων, ανίχνευση τριακυλογλυκερόλης. Αυτή η δεύτερη ομάδα δοκιμών χρησιμοποιείται μόνο για να διαπιστωθεί εάν το λάδι έχει νοθευτεί.

Υπάρχουν πολλές δοκιμές, που πραγματοποιούν διάφορα εργαστήρια, στο ελαιόλαδο για να προσδιοριστεί η ποιότητα, η διάρκεια ζωής και τα συνολικά χαρακτηριστικά του ελαιολάδου. Επίσης, δοκιμές γίνονται για ανίχνευση πιθανής νοθείας στο ελαιόλαδο. Αυτές οι δοκιμές είναι συχνά χρονοβόρες και δαπανηρές, αλλά είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί ότι η ποιότητα του ελαιολάδου και η σωστή τυποποίηση του. Θα ήταν άσκοπο, ωστόσο, για τους καλλιεργητές να κάνουν τέτοιες δοκιμές στο δικό τους ελαιόλαδο όταν γνωρίζουν ότι δεν έχει νοθευτεί.

Η ποσότητα του παραγόμενου ελαιολάδου είναι χαρακτηριστική της ποικιλίας και του περιβάλλοντος στο οποίο καλλιεργείται η ελιά. Είναι επομένως λογικό το γεγονός ότι ένας καλλιεργητής θα ήθελε να μάθει ποια δέντρα θα ήταν πιο παραγωγικά. Μπορούν να γίνουν τρεις τύποι δοκιμών:

- Η εκχύλιση με διαλύτη, όπου αφαιρούνται όλα τα ίχνη ελαίου από το υλικό της ελιάς. Το εκχυλισμένο ελαιόλαδο δεν πληροί τις απαιτήσεις του έξτρα παρθένου, αλλά είναι ο μόνος τρόπος προσδιορισμού της ολικής ποσότητας ελαίου στις ελιές. Η μέθοδος δίνει ένα αποτέλεσμα υψηλότερο από αυτό που θα περίμενε κανείς από ένα ελαιοτριβείο, αλλά παρέχει μία ακριβής σύγκριση μεταξύ των ελαιόδεντρων.
- Η μέθοδος ψυχρής έκθλιψης εξάγει λιγότερο λάδι. Είναι δύσκολο να συγκρίνουμε την παραγωγή ελαιόλαδου από δύο διαφορετικά δέντρα. Επιπλέον, η δοκιμή ψυχρού τύπου ποικίλλει ελαφρώς κάθε φορά. Ωστόσο, δίνει μια καλύτερη ένδειξη από την εκχύλιση με διαλύτη για το ελαιόλαδο που μπορεί να εξαχθεί από ελαιοτριβείο. Επιπλέον, το εκχυλισμένο λάδι είναι έξτρα παρθένο έλαιο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επόμενες δοκιμές.

#### Περιεκτικότητα σε υγρασία

Η υγρασία των ελιών αλλάζει δραματικά από μέρα σε μέρα. Εάν η περιεκτικότητα σε υγρασία στην ελιά είναι υψηλή, οι καρποί θα είναι βαριοί και η συγκέντρωση ελαιολάδου θα μικραίνει λόγω αραίωσης. Μπορεί επίσης να υπάρχει απώλεια γεύσης και μειωμένα επίπεδα αντιοξειδωτικών συμπεριλαμβανομένων των πολυφαινολών. Αν και το ελαιόλαδο εσωτερικά δεν αλλάζει, το ποσοστό ελαίου θα ποικίλλει από μέρα σε μέρα με βάση την περιεκτικότητα σε υγρασία. Είναι επομένως σημαντικό να ελέγχουμε την περιεκτικότητα σε υγρασία των ελιών ταυτόχρονα με τη δοκιμή της περιεκτικότητας σε λάδι έτσι ώστε τα δείγματα να μπορούν να συγκριθούν με ακρίβεια μεταξύ τους και με την πάροδο του χρόνου.

Η περιεκτικότητα σε υγρασία των ελιών είναι συχνά 55% ή υψηλότερη κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των καρπών, αλλά στη συνέχεια μειώνεται στο 50% ή λιγότερο με την έναρξη της ωρίμανσης. Αυτό διαφέρει μεταξύ ποικιλιών και εποχιακών συνθηκών



και ορισμένες ποικιλίες δεν ακολουθούν αυτήν την τάση. Παρακολουθώντας τα επίπεδα υγρασίας από την αρχή της περιόδου ωρίμανσης, οι καλλιεργητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν την περιεκτικότητα σε υγρασία για να δείξουν τον βέλτιστο χρόνο συγκομιδής και να καθορίσουν εάν ευνοεί την ποιοτική εξαγωγή και τον αποδοτικό διαχωρισμό.

#### Ελεύθερα λιπαρά οξέα (FFA)

Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι η απλούστερη δοκιμή και ένδειξη καλής διαδικασίας συγκομιδής και χειρισμών. Τα FFA είναι λιπαρά οξέα που έχουν αποσπαστεί από μόρια ελαίου ή τριακυλογλυκερόλες. Η παρουσία τους δείχνει ότι η αποδόμηση έχει συμβεί στο λάδι λόγω κακού χειρισμού κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα μπορούν να επηρεάσουν την οργανοληπτική αξία του ελαίου. Επιπλέον, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι υδατοδιαλυτά και ενδέχεται να χαθούν κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας. Κάθε παρτίδα ελαιολάδου πρέπει να ελέγχεται για ελεύθερα λιπαρά οξέα. Το πρότυπο IOC για ελεύθερα λιπαρά οξέα σε έξτρα παρθένο ελαιόλαδο προβλέπει τιμή μέχρι 0,8%.

Εάν τα FFA είναι υψηλά, π.χ. πάνω από 0,8%, είναι ένδειξη ότι υπήρξε ζημιά στους καρπούς (παγετός, μώλωπες), καθυστερήσεις μεταξύ της συγκομιδής και της επεξεργασίας ή συγκομιδή των πολύ ώριμων καρπών. Τα έλαια με υψηλή περιεκτικότητα σε FFA μπορούν να αναμειχθούν με έλαια χαμηλής περιεκτικότητας σε FFA για να φέρουν τα FFA σε ένα επιθυμητό επίπεδο. Αυτό μπορεί να συμβαίνει εάν ο καρπός έχει υποστεί ζημιά από τον παγετό, καθώς το ελαιόλαδο θα έχει χαρακτηριστική γεύση καθώς και υψηλή περιεκτικότητα σε FFA. Ο καθορισμός επιπέδων FFA χαμηλότερων από 0,8% μπορεί να προσφέρει ένα χρήσιμο εργαλείο για να διασφαλιστεί ότι οι καλλιεργητές παρέχουν υψηλής ποιότητας άθικτους καρπούς που δεν συγκομίζονται αργά (ο καρπός αργής συγκομιδής τείνει να έχει υψηλότερα FFA).

Η τιμή των υπεροξειδίων (PV) είναι ένας σημαντικός έλεγχος που πρέπει επίσης να πραγματοποιείται σε κάθε παρτίδα ελαιολάδου. Αυτός ο έλεγχος σχετίζεται με την αποθήκευση του ελαιολάδου και μετρά τα χημικά προϊόντα που παράγονται μέσω αντίδρασης με οξυγόνο και τα οποία προκαλούν τελικά τάγγιση. Μόλις ξεκινήσει η διαδικασία οξείδωσης που οδηγεί σε τάγγιση, η διαδικασία συνεχίζεται πολύ γρήγορα. Υπάρχει μια επίδραση όπου η οξείδωση λαμβάνει χώρα και το λάδι στη συνέχεια έχει

την αίσθηση του «τραγανού». Το πρότυπο IOC είναι <20 mEq O<sub>2</sub> / kg λάδι. Γενικά, επίπεδα υπεροξειδίων υψηλότερα από 10 μπορεί να σημαίνουν ελαιόλαδο με μικρότερη διάρκεια ζωής. Τα υψηλά επίπεδα στο στάδιο εμφιάλωσης δεν είναι μια καλή αρχή για μεγάλη διάρκεια ζωής. Παράγοντες που αυξάνουν την τιμή των υπεροξειδίων περιλαμβάνουν υψηλή θερμοκρασία, ορατό φως και οξυγόνο. Η επαφή με μεταλλικές επιφάνειες, όπως ο χαλκός, μπορεί επίσης να καταλύσει την οξείδωση του ελαιολάδου.

### Προφίλ λιπαρού οξέος

Το προφίλ λιπαρών οξέων (FAP) είναι ένα μέτρο των αναλογιών των μεμονωμένων λιπαρών οξέων στο λάδι και επομένως αποτελεί σημαντικό μέρος της ποιότητας του ελαιολάδου. Οι αναλογίες των διαφόρων λιπαρών οξέων μπορούν να επηρεάσουν τη σταθερότητα του ελαίου καθώς και τον καθορισμό της θρεπτικής του αξίας. Ορισμένα λιπαρά οξέα θεωρούνται καλύτερα από άλλα. Για παράδειγμα, το ελαϊκό οξύ - το οποίο απέκτησε το όνομά του από το ελαιόλαδο - είναι το πιο επιθυμητό θρεπτικά. Το λινολενικό οξύ, με τρεις διπλούς δεσμούς, είναι το πιο χημικά ασταθές και επομένως ανεπιθύμητο. Το παλμιτικό οξύ είναι ένα κορεσμένο λιπαρό οξύ και είναι επίσης ανεπιθύμητο. Το πρότυπο IOC για λιπαρά οξέα φαίνεται στον Πίνακα 2. Το προφίλ των λιπαρών οξέων επηρεάζεται από την ποικιλία και το περιβάλλον.

Η σταθερότητα επηρεάζεται από τον βαθμό κορεσμού, με τα πολυακόρεστα λιπαρά όπως το λινολεϊκό και το λινολενικό οξύ να είναι πολύ πιο επιρρεπή στην οξείδωση από το μονοακόρεστο λίπος, ελαϊκό οξύ. Υπάρχει μια αντίστροφη αναλογική σχέση μεταξύ ελαϊκού οξέος και λινελαϊκού οξέος. Το λάδι με υψηλό ελαϊκό οξύ 80%, θα έχει χαμηλό λινελαϊκό οξύ (4-8%) ενώ εάν το ελαϊκό οξύ είναι χαμηλό, ας πούμε 65% τότε το λινελαϊκό θα είναι υψηλό (10-18%). Το ελαιόλαδο με υψηλό ελαϊκό οξύ είναι θρεπτικά προτιμητέο και δυναμικά πιο σταθερό από το ελαιόλαδο χαμηλού ελαίου. Το πρότυπο IOC για το ελαϊκό είναι 55-83%, αλλά ο καθορισμός ενός προτύπου στην περιοχή σας που προωθεί ή επιβραβεύει το υψηλό ελαϊκό οξύ δεν είναι τόσο απλό. Ο λόγος για αυτό είναι ότι το κλίμα, η εποχή και η ποικιλία επηρεάζουν το προφίλ των λιπαρών οξέων. Σε γενικές γραμμές, ψυχρότερα περιβάλλοντα μεγάλου υψομέτρου θα παράγουν υψηλότερα επίπεδα ελαϊκού οξέος από τα περιβάλλοντα με ζεστό και χαμηλό υψόμετρο. Αξίζει να παρατηρηθεί το εύρος του ελαϊκού οξέος σε μια συγκεκριμένη περιοχή προτού οριστούν πρότυπα για το FAP. Αξίζει επίσης να γίνει η

δοκιμή FAP για την ανίχνευση περιπτώσεων όπου το λινολενικό οξύ μπορεί να υπερβαίνει το όριο 1,0% για το EVOO.

#### Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες (PP) είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά και είναι σημαντικές για τη σταθερότητα καθώς και για τα χαρακτηριστικά γεύσης (πικρό και πικάντικο) στο ελαιόλαδο. Η ποσότητα PP στο ελαιόλαδο μπορεί να κυμαίνεται από 0 έως 1000 ppm ή περισσότερο. Συνήθως το εύρος είναι από 60-400ppm. Τα ελαιόλαδα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε «Χαμηλής Περιεκτικότητας PP», περίπου 50–200ppm. «Ήπια Περιεκτικότητας PP», 200–400ppm; και «Υψηλής Περιεκτικότητας PP», >400 ppm. Δεν υπάρχουν διεθνή πρότυπα για τις PP και θα πρέπει τα αποτελέσματα των δοκιμών να ερμηνευτούν σύμφωνα με τα κριτήρια του κάθε εργαστηρίου / εργοστασίου. Απαιτείται επίσης προσοχή καθώς τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν μεταξύ των εργαστηρίων. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές φαινόλες στο ελαιόλαδο και οι υψηλές PP σε ένα δείγμα ελαιολάδου μπορεί να οδηγήσουν σε υπερβολικά πικρό προϊόν, αλλά ένα παρόμοιο επίπεδο σε ένα άλλο μπορεί να δώσει ισορροπημένο λάδι. Σε γενικές γραμμές, μέτρια επίπεδα PP (200-400 ppm) μπορεί να είναι ευκολότερα στη διαχείριση και εμπορία. Οι πολυφαινόλες δεν είναι απαραίτητες για ένα ελαιόλαδο υψηλής ποιότητας. Η ποικιλία Leccino έχει συχνά πολύ χαμηλά επίπεδα PP αλλά υψηλά επίπεδα τοκοφερόλων που είναι επίσης αντιοξειδωτικά. Η πρώιμη συγκομιδή αυτής της ποικιλίας μπορεί να εξασφαλίσει ένα λογικό επίπεδο φρουτώδους, πικρού και πικάντικου. Η καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να οδηγήσει σε ήπια, επίπεδα ελαιόλαδα με κακή σταθερότητα.

Θα ήταν χρήσιμο να παρακολουθούνται τα επίπεδα πολυφαινολών ως οδηγός για την ένταση της γεύσης, ιδιαίτερα στην αρχή της συγκομιδής για να υπάρχει η βεβαιότητα ότι τα επίπεδα δεν είναι πολύ υψηλά. Τα επίπεδα PP μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό μιας περιόδου συγκομιδής όταν οι PP βρίσκονται εντός ενός απαιτούμενου εύρους. Το κόστος των αναλύσεων είναι σχετικά υψηλό και δεν είναι απαραίτητο για τα πρότυπα της IOC.

#### Απορρόφηση UV

Η δοκιμή απορρόφησης UV χρησιμοποιείται από τη βιομηχανία για τον εντοπισμό ελαιολάδων που είναι παλαιά ή που έχουν ραφινάριστεί. Η δοκιμή μετρά τις αλλαγές

στη δομή των λιπαρών οξέων, κάτι που συμβαίνει κατά τη γήρανση ή τη θέρμανση του ελαιολάδου. Το τεστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί από άτομα που αγοράζουν το λάδι για να διασφαλίσουν ότι είναι φρέσκο και δεν νοθεύεται με εξευγενισμένο ελαιόλαδο.

Άλλες δοκιμές για ποιοτικά χαρακτηριστικά

Εκτός από τις αναλύσεις που περιγράφονται παραπάνω, υπάρχουν και άλλες που μπορεί να απαιτούνται προκειμένου π.χ. για να διαπιστωθεί τυχόν νοθεία του προϊόντος. Ο έλεγχος γνησιότητας μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους εξής τρόπους: ανάπτυξη προφίλ λιπαρού οξέος, προσδιορισμός στερολών, προσδιορισμός trans λιπαρών οξέων, για εξευγενισμένο έλαιο προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε κήρους, προσδιορισμός πυρηνικού οξέος για ανίχνευση πυρηνέλαιου, ανίχνευση τριακυλογλυκερόλης για έλεγχο πιθανής νοθείας.

Εάν το ελαιόλαδο εξάγεται, ενδέχεται να υπάρχει απαίτηση για οποιονδήποτε ή όλους τους ακόλουθους πρόσθετους προσδιορισμούς χαρακτηριστικών ή συστατικών του ελαιολάδου, όπως καθορίζονται από τις αρμόδιες τελωνειακές υπηρεσίες, όπως υγρασία, πτητικά, μη σαπωνοποιήσιμη ύλη, αδιάλυτες ακαθαρσίες, σημείο ανάφλεξης, ίχνη μετάλλων (σίδηρος (Fe), χαλκός (Cu), μόλυβδος (Pb), αρσενικό (As)), φυτοφάρμακα, πλαστικοποιητές, ορυκτέλαια, αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες.

#### 4.2 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Η οργανοληπτική ποιότητα είναι η πιο σημαντική δοκιμή για να διασφαλιστεί ότι το ελαιόλαδο είναι αποδεκτό για κατανάλωση.

Σύμφωνα με τα πρότυπα του IOC, το εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο, για παράδειγμα, δεν θα πρέπει να έχει οργανοληπτικά ελαττώματα και θα πρέπει, σύμφωνα με τον κανονισμό 2568/91, να έχει τιμές φρουτώδους πάνω από το μηδέν. Η περιγραφόμενη μέθοδος ισχύει μόνο για τα παρθένα ελαιόλαδα και για την ταξινόμηση και επισήμανσή τους με βάση την ένταση των αντιληπτών ελαττωμάτων και του φρουτώδους, που προσδιορίζονται από ομάδα δοκιμαστών οι οποίοι επιλέγονται, εκπαιδεύονται και ελέγχονται ως ομάδα.

Η οργανοληπτική αξιολόγηση βασίζεται στις θετικές και αρνητικές ιδιότητες των αισθητηριακών συστατικών του ελαιολάδου. Οι αρνητικές ιδιότητες είναι οι εξής:

- Ατροχάδο/Μούργα: Χαρακτηριστική οσμή-γεύση ελαιολάδου που προέρχεται από ελιές στοιβαγμένες σε σωρούς ή αποθηκευμένες υπό συνθήκες τέτοιες

ώστε να βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο αναερόβιας ζύμωσης, ή ελαιολάδου που έχει παραμείνει σε επαφή με το ίζημα το οποίο καθιζάνει σε δεξαμενές και βαρέλια σε υπόγειες αποθήκες και έχει επίσης υποστεί αναερόβια ζύμωση.

- Μουχλιασμένο-νοτισμένο-χωματίλα: Χαρακτηριστική οσμή-γεύση ελαιολάδου που προέρχεται από καρπούς προσβεβλημένους σε μεγάλη έκταση από μύκητες και ζυμομύκητες, λόγω της αποθήκευσής τους επί πολλές ημέρες σε υγρό περιβάλλον, ή ελαιολάδου που προέρχεται από ελιές οι οποίες συλλέχθηκαν μαζί με χώμα ή λάσπη και δεν πλύθηκαν.
- Κρασώδες-ξυδάτο-ξινό-ξινισμένο: Χαρακτηριστική οσμή-γεύση ορισμένων ελαιολάδων που θυμίζει κρασί ή ξύδι. Οφείλεται κυρίως σε διεργασία αερόβιας ζύμωσης των ελιών ή υπολειμμάτων ελαιοζύμης σε σάκους (τάπητες) ελαιοπιεστηρίου που δεν καθαρίστηκαν σωστά, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό οξικού οξέος, οξικού αιθυλεστέρα και αιθανόλης.
- Ταγγό: Οσμή-γεύση των ελαιολάδων που έχουν υποστεί έντονη οξειδωση.
- Παγωμένης ελιάς (υγρό ξύλο): Χαρακτηριστική οσμή-γεύση ελαιολάδων που έχουν παραχθεί από ελιές οι οποίες επλήγησαν από παγετό πάνω στο δένδρο.

Άλλες αρνητικές ιδιότητες που εμπεριέχονται στην αρνητική αξιολόγηση του ελαιόλαδου είναι:

- Ψημένο ή καμένο: Χαρακτηριστική οσμή-γεύση ελαιολάδων προερχόμενη από υπερβολική και/ή παρατεταμένη θέρμανση κατά την επεξεργασία και, ιδιαίτερα, κατά τη θερμομάλαξη της ελαιοζύμης, όταν αυτή πραγματοποιείται σε ακατάλληλες θερμικές συνθήκες.
- Άχυρο-ξύλο: Χαρακτηριστική οσμή-γεύση ορισμένων ελαιολάδων που προέρχονται από ελιές οι οποίες έχουν αφυδατωθεί.
- Τραχύ: Πηχτή και ζυμώδης αίσθηση που παράγεται στο στόμα από ορισμένα παλαιά έλαια.
- Γράσο: Οσμή-γεύση ελαιολάδου που θυμίζει πετρέλαιο, λιπαντικά ή ορυκτέλαια.

- Φυτικά υγρά: Οσμή-γεύση που αποκτάται από το ελαιόλαδο ύστερα από παρατεταμένη επαφή του με φυτικά υγρά του ελαιοτριβείου τα οποία έχουν υποστεί ζύμωση.
- Άλμη: Οσμή-γεύση ελαιολάδου που προέρχεται από ελιές διατηρημένες σε άλμη.
- Μεταλλικό: Οσμή-γεύση που θυμίζει μέταλλο. Είναι χαρακτηριστική ιδιότητα ελαιολάδου που έχει παραμείνει επί μακρόν σε επαφή με μεταλλικές επιφάνειες, κατά τη θραύση του ελαιοκαρπου, τη μάλαξη, την έκθλιψη ή την αποθήκευση.
- Σπάρτο: Χαρακτηριστική οσμή-γεύση ελαιολάδου που προέρχεται από ελιές οι οποίες έχουν υποστεί έκθλιψη σε καινούριους σάκους ελαιοπιεστηρίου από σπάρτο. Μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το αν πρόκειται για σάκους κατασκευασμένους από χλωρό ή από αποξηραμένο σπάρτο.
- Σκουληκιασμένο: Οσμή-γεύση ελαιολάδου που προέρχεται από ελιές οι οποίες έχουν προσβληθεί σοβαρά από νύμφες δάκου (*Bactrocera oleae*).
- Αγγουρώδες: Οσμή-γεύση ελαιολάδου η οποία οφείλεται σε υπερβολικά μακρόχρονη ερμητική συσκευασία, και ειδικότερα σε λευκοσιδηρά δοχεία, και αποδίδεται στον σχηματισμό 2,6-εννεαδιενάλης.

Θετικές ιδιότητες της οργανοληπτικής αξιολόγησης του ελαιόλαδου:

- Φρουτώδες: Σύνολο οσφραντικών αισθήσεων χαρακτηριστικών των ελαιολάδων, το οποίο εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς και προέρχεται από υγιείς και φρέσκες ελιές, ώριμες ή άγουρες. Γίνεται αντιληπτό απευθείας με την όσφρηση και/ή από την οπισθορινική οδό.
- Πικρό: Χαρακτηριστική πρωταρχική γεύση ελαιολάδου που έχει ληφθεί από πράσινες ελιές ή από ελιές των οποίων το χρώμα αρχίζει να αλλάζει. Γίνεται αντιληπτή μέσω των περιχαρακωμένων γευστικών θηλών που σχηματίζουν το γευστικό λάμδα της γλώσσας.
- Πικάντικο: Καυστική απτική αίσθηση, χαρακτηριστική των ελαιολάδων που παράγονται στην αρχή της ελαιοκομικής περιόδου, κυρίως από ελιές που είναι

ακόμη άγουρες. Μπορεί να γίνει αντιληπτή σε όλη τη στοματική κοιλότητα, ιδίως στον φάρυγγα.

Όπως ορίζει η νομοθεσία 2568/91, κατόπιν αιτήματος, ο επικεφαλής της ομάδας των δοκιμαστών είναι ικανός, να πιστοποιήσει ότι τα αξιολογηθέντα ελαιόλαδα ανταποκρίνονται στους ορισμούς, και είναι εντός των πεδίων τιμών που αντιστοιχούν στις ακόλουθες ιδιότητες. Οι ιδιότητες αυτές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την ένταση και της αντίληψης.

Θετικές ιδιότητες (φρουτώδες, πικρό και πικάντικο). Ανάλογα με την ένταση της αντίληψης:

- έντονο, όταν η διάμεση τιμή της ιδιότητας υπερβαίνει το 6,0·
  - μεσαίο, όταν η διάμεση τιμή της ιδιότητας είναι άνω του 3,0 και μικρότερη ή ίση του 6,0·
  - απαλό, όταν η διάμεση τιμή της ιδιότητας είναι μικρότερη ή ίση του 3,0.
- Φρουτώδες: Σύνολο οσφραντικών αισθήσεων χαρακτηριστικών των ελαιολάδων, το οποίο εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς και προέρχεται από υγιείς και φρέσκες ελιές, όπου δεν κυριαρχεί ούτε το άγουρο ούτε το ώριμο φρουτώδες. Γίνεται αντιληπτό απευθείας με την όσφρηση και/ή από την οπισθορινική οδό.
  - Άγουρο φρουτώδες: Σύνολο οσφραντικών αισθήσεων, χαρακτηριστικών των ελαιολάδων, που θυμίζουν άγουρο καρπό, εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς και προέρχεται από πράσινες, υγιείς και φρέσκες ελιές. Γίνεται αντιληπτό απευθείας με την όσφρηση και/ή από την οπισθορινική οδό.
  - Ωριμο φρουτώδες: Σύνολο οσφραντικών αισθήσεων χαρακτηριστικών των ελαιολάδων, το οποίο θυμίζει ώριμο καρπό, εξαρτάται από την ποικιλία της ελιάς και προέρχεται από υγιείς και φρέσκες ελιές. Γίνεται αντιληπτό απευθείας με την όσφρηση και/ή από την οπισθορινική οδό.
  - Ισορροπημένο: Έλαιο που δεν παρουσιάζει έλλειψη ισορροπίας. Ως έλλειψη ισορροπίας νοείται η αίσθηση όσφρησης, γεύσης και αφής όπου η διάμεση τιμή της ιδιότητας του πικρού και η διάμεση τιμή της ιδιότητας του πικάντικου δεν

υπερβαίνει περισσότερο από 2,0 μονάδες τη διάμεση τιμή της ιδιότητας του φρουτώδους.

- Ήπιο ελαιόλαδο: Ελαιόλαδο στο οποίο η διάμεση τιμή της ιδιότητας του πικρού και η διάμεση τιμή της ιδιότητας του πικάντικου είναι μικρότερες ή ίσες με 2,0.

Ο επικεφαλής της ομάδας δοκιμαστών πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο πρόσωπο με άρτια γνώση των ειδών ελαιολάδου που πρόκειται να εξετάσει στο πλαίσιο της εργασίας του. Αποτελεί το βασικό πρόσωπο της ομάδας και είναι υπεύθυνος για την οργάνωση και τη λειτουργία της.

Η εργασία του επικεφαλής της ομάδας απαιτεί βασική κατάρτιση στα εργαλεία οργανοληπτικής ανάλυσης, οξύτητα των αισθήσεων, σχολαστική προετοιμασία, οργάνωση και διεξαγωγή των δοκιμασιών, καθώς και δεξιότητες και υπομονή για τον σχεδιασμό και την εκτέλεση των δοκιμασιών με επιστημονικό τρόπο.

Είναι ο μόνος υπεύθυνος για την επιλογή, την κατάρτιση και την παρακολούθηση των δοκιμαστών προκειμένου να διαπιστώνει το επίπεδο των δεξιοτήτων τους. Ως εκ τούτου, είναι υπεύθυνος για τις εκτιμήσεις των δοκιμαστών, που πρέπει να είναι πάντα αντικειμενικές. Για τον σκοπό αυτό, πρέπει να εκπονεί ειδικές διαδικασίες βασιζόμενες σε δοκιμασίες και σαφή κριτήρια αποδοχής και απόρριψης. Βλ. πρότυπο IOC/T.20/Doc. No 14 «Guide for the selection, training and monitoring of skilled virgin olive oil tasters» (Οδηγός για την επιλογή, την κατάρτιση και την παρακολούθηση ειδικευμένων δοκιμαστών ελαιολάδου).

#### 4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του ελαιόλαδου

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την τελική ποιότητα του ελαιολάδου και πρέπει να ληφθούν υπόψη. Παραδείγματος χάριν, οι πρακτικές πριν και μετά τη συγκομιδή του καρπού είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των επιθυμητών ιδιοτήτων του παραγόμενου ελαιολάδου, όπως χαμηλή οξύτητα, αμελητέα οξείδωση και καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Με την πάροδο του χρόνου, οι καταναλωτές γίνονται όλο και πιο απαιτητικοί, επομένως οι παραγωγοί και οι πωλητές προσέχουν και φροντίζουν περισσότερο για την ποιότητα του ελαιολάδου. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα έλαια έχουν περισσότερες δυνατότητες, όπως υψηλά επίπεδα φαινολικών ενώσεων.



Προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη ποιότητα, οι παραγωγοί πρέπει να λάβουν υπόψη τους διάφορους παράγοντες πριν αλλά και μετά τη συγκομιδή.

Οι παράγοντες προ-συγκομιδής που επηρεάζουν την ποιότητα του ελαιολάδου είναι η ποικιλία, η περιοχή, οι περιβαλλοντικές συνθήκες, το έδαφος, η ηλικία των δέντρων, η άρδευση και οι καλλιεργητικές φροντίδες. Επιπλέον ο τρόπος συγκομιδής του καρπού (φυσική πτώση, χρήση χειροκίνητων και μηχανικών χτενών, δονητικά μηχανήματα) παίζει σπουδαίο ρόλο στην τελική ποιότητα του ελαιόλαδου (Rallo et al., 2018).

Παράγοντες μετά τη συγκομιδή που επηρεάζουν την ποιότητα του ελαιολάδου είναι η αποθήκευση των καρπών, η απομάκρυνση των φύλλων, το πλύσιμο των καρπών, η σύνθλιψη καρπών, η μη επαρκής ποσότητα πάστας ελιάς, η μέθοδος εξαγωγής ελαιολάδου, η κατάσταση και η μέθοδος αποθήκευσης και μεταφοράς (Mele et al., 2018) (Vekiari, Papadopoulou and Kiritsakis, 2008).

Μερικοί γενικοί κανόνες είναι: η προστασία του καρπού της ελιάς από τυχόν ζημιές και μολύνσεις ενώ βρίσκεται ακόμα στο δέντρο, η συλλογή του καρπού στο καλύτερο στάδιο ωριμότητας για να αποφευχθεί η παράλληλη συλλογή κατεστραμμένων καρπών, η αποθήκευση των καρπών για τον ελάχιστο δυνατό χρόνο και κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μέχρι τη σύνθλιψη, η χρήση καλύτερων μεθόδων επεξεργασίας προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η οξείδωση (όπως για παράδειγμα η χρήση εξοπλισμού από ανοξείδωτο χάλυβα) και η αποφυγή υψηλής θερμοκρασίας και έκθεσης στον αέρα. Τέλος, για την αποθήκευση και τη συσκευασία του ελαιολάδου στα πιο κατάλληλα δοχεία (υπό κενό ή αδρανές αέριο), σε χαμηλές και σταθερές θερμοκρασίες, χωρίς επαφή με αέρα και φως (Y. H. Hui, Muhammad Akhtar Siddiq, 2018).

#### 4.4 Επίδραση του ελαιοτριβείου στην ποιότητα του ελαιόλαδου

Η ποιότητα του παρθένου ελαιολάδου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η ελιά, η καλλιέργεια της ελιάς και οι εργασίες συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας ελιάς. Διεξήχθησαν πολλές έρευνες σχετικά με αυτούς τους παράγοντες και, ειδικότερα, εξετάστηκε η επίδραση των τεχνολογικών λειτουργιών της επεξεργασίας ελιάς στις αποδόσεις και την ποιότητα του ελαιολάδου. Η αφαίρεση φύλλων και το πλύσιμο της ελιάς είναι σημαντικές λειτουργίες για τη μηχανική ασφάλεια του εξοπλισμού εκχύλισης ελιάς που λειτουργεί με υψηλή ταχύτητα και για

την οργανοληπτική ποιότητα του ελαιολάδου. Τα φύλλα που αναμιγνύονται με ελιές μπορεί να αυξήσουν, στην πραγματικότητα, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του «φρέσκου» κομμένου χόρτου ή του «πράσινου», ειδικά εάν χρησιμοποιούνται μεταλλικοί θραυστήρες για την παρασκευή πάστας ελιάς. Η σύνθλιψη της ελιάς επηρεάζει σημαντικά τις οργανοληπτικές και θρεπτικές ιδιότητες του παρθένου ελαιολάδου. Όταν χρησιμοποιούνται μύλοι, τα ληφθέντα έλαια έχουν χαμηλότερη ένταση πικρού και πικάντικου διότι αυτή η μέθοδος σύνθλιψης βοηθά στην παραγωγή ελαιολάδου με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε φαιολικές ουσίες. Όταν χρησιμοποιούνται μεταλλικοί θραυστήρες, τα έλαια έχουν, λόγω της βίαιης δράσης, υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαιολικές ενώσεις και είναι πιο πικρά και έντονα. Η ελάττωση της πάστας ελιάς επηρεάζει τις αποδόσεις του ελαιολάδου και επίσης την αντιοξειδωτική περιεκτικότητά του. Όλα τα συστήματα ενδέχεται να παρέχουν ελαιόλαδο καλής ποιότητας εάν οι καρποί της ελιάς είναι υγιείς και με τη σωστή ωρίμανση, αλλά το σύστημα φυγοκέντρησης βοηθά στην αποφυγή ή τη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης οργανοληπτικού ελαττώματος. Οι νέοι φυγοκεντρικοί διαχωριστήρες, που λειτουργούν χωρίς προσθήκη νερού (ή μόνο ελάχιστης ποσότητας νερού) στην πάστα ελιάς, εξοικονομούν θερμική ενέργεια και τα ληφθέντα ελαιόλαδα είναι πιο φρουτώδη και έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε φυσικά φαιολικά αντιοξειδωτικά.

## Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συγκέντρωσης των συνολικών φαινολικών, ιδιαίτερα της ελαιασίνης, υδροξυτυροσόλης και τυροσόλης καθώς και η επίδραση του διαχωριστήρα σε καρπούς διαφορετικής ωρίμανσης και με διαφορετικό τρόπο άλεσης. Πιο συγκεκριμένα, οι καρποί συλλέχθηκαν σε διαφορετικές ημερομηνίες, έτσι ώστε να μελετηθούν ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης τους, από διαφορετικά ελαιοτριβεία του νομού Μεσσηνίας και η άλεση τους πραγματοποιήθηκε στη μια περίπτωση στο εργαστήριο και στην άλλη περίπτωση σε ελαιοτριβείο. Επίσης, πραγματοποιήθηκε δοκιμή για την επίδραση που θα μπορούσε να έχει, στα φαινολικά συστατικά του παραγόμενου ελαιόλαδου, η μείωση της ταχύτητας περιστροφής του κλασικού σφυρόμυλου ή ο διαφορετικός τρόπος παραγωγής ελαιοζύμης. Τέλος, μελετήθηκε και η επίδραση που μπορεί να έχει ο διαφορετικός χρόνος μάλαξης στο παραγόμενο ελαιόλαδο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

### 5.1 Υλικά και όργανα

#### 5.1.1 Δείγματα

Τα δείγματα ελιών, που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή των πειραμάτων, συλλέχθηκαν από 6 διαφορετικά ελαιοτριβεία της Μεσσηνίας και επεξεργάστηκαν με 3 διαφορετικούς τρόπους άλεσης. Επίσης ο βαθμός ωρίμανσης των καρπών ήταν διαφορετικός ανάλογα με την ημερομηνία που συλλέχθηκαν τα δείγματα.

#### 5.1.2 Πρότυπες ενώσεις

Οι πρότυπες ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή των πειραμάτων ήταν οι παρακάτω: υδροξείδιο του νατρίου 0,1M, ισοοκτάνιο, συριγγικό οξύ (4-υδροξυ-3,5-διμεθοξυβενζοϊκό οξύ) από Sigma-Aldrich (Darmstadt, Germany).

#### 5.1.3 Διαλύτες και χρωματογραφικά υλικά

Οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: διαιθυλαιθέρας, μεθανόλη, ακετονυτρίλιο, φωσφορικό οξύ από Sigma-Aldrich (Darmstadt, Germany), νερό υψηλής καθαρότητας, ήλιο υψηλής καθαρότητας. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης: φαινολοφθαλεΐνη και ακετόνη.

#### 5.1.4 Συσκευές και όργανα

Χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο ορατού-υπεριώδους (UV-1700, ShimadzuCo., Kyoto, Japan), φυγόκεντρος (OrtoAlresa, Madrid, Spain), ζυγός ακριβείας 5 δεκαδικών ψηφίων (AUW220D, ShimadzuCo., Kyoto, Japan), λουτρό υπερήχων (S100 HEImasonic, Elma, Singen, Germany), μαγνητικός αναδευτήρας, αυτόματες πιπέτες 1-5ml, 2-20μl, 20-200μl και 100-1000μl(6600 SERIES, Nahita, I.C.T., Barcelona, Spain).

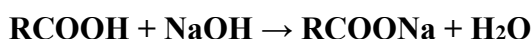
Επίσης, για τις ανάγκες της πειραματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα σκεύη: Προχοΐδα 25ml, κωνικές φιάλες των 100ml και των 250ml, ποτήρια ζέσεως των 250ml και των 50ml, μεταλλική λεπτή σπάτουλα, ογκομετρικές φιάλες των 10ml, 25ml, 50ml, ογκομετρικοί κύλινδροι των 10ml και των 25ml, δοκιμαστικοί σωλήνες Eppendorf 1ml, δοκιμαστικοί σωλήνες φυγοκέντρου Falcon 50ml, στατώ, τυποποιημένα ποτήρια, ύαλοι ωρολογίου, πτυελοδοχεία, σύριγγα εμβολιασμού.

## 5.2 Μέθοδοι

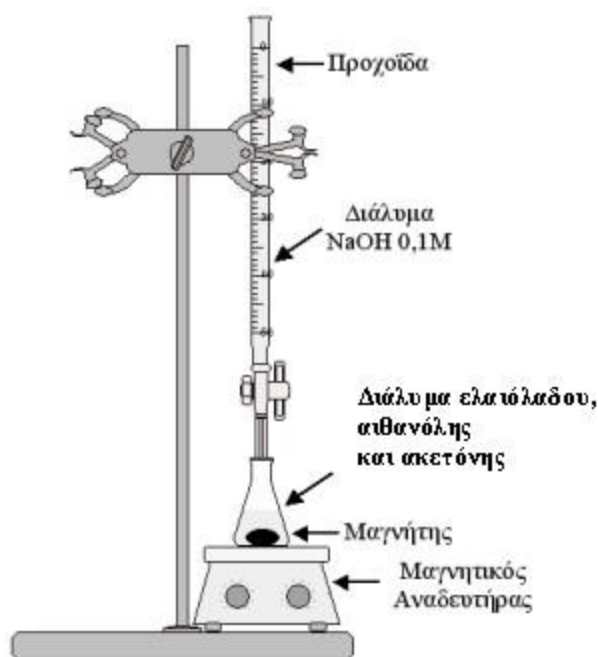
### 5.2.1 Προσδιορισμός του αριθμού οξύτητας

Η παρούσα μέθοδος περιγράφει τον προσδιορισμό των ελευθέρων λιπαρών οξέων του ελαιόλαδου και των πυρηνέλαιων. Η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα εκφράζεται ως οξύτητα και υπολογίζεται ως το ποσοστό σε g ελαϊκού οξέος ανά 100g ελαιόλαδου και/ή πυρηνελαίου.

Η περιεκτικότητα ελαιόλαδου σε λιπαρά οξέα μπορεί να οριστεί ποσοτικά με την εξουδετέρωση μιας γνωστής και μετρούμενης ποσότητας ελαιόλαδου από ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου ή καλίου (NaOH ή KOH) 0,1 N σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



Το τέλος της εξουδετέρωσης το προσδιορίζουμε με την επιλογή ενός κατάλληλου δείκτη ο οποίος θα αλλάζει χρώμα. Στην δικιά μας πειραματική πορεία, επιλέξαμε την φαινολοφθαλεΐνη η οποία αλλάζει χρώμα (από άχρωμη γίνεται κόκκινη) για  $\text{pH} > 8,3$ .



Εικόνα 1. Παράδειγμα προσδιορισμού αριθμού οξύτητας ελαιόλαδου

### Πειραματική διαδικασία

Από το δείγμα του ελαιόλαδου παίρνουμε 10 mL με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου των 10 mL και τα μεταφέρουμε σε κωνική φιάλη των 250 mL. Προσθέτουμε στον ίδιο κύλινδρο που περιείχε το ελαιόλαδο 22 ml μείγματος αιθανόλης με φαινολοφθαλεΐνη, για να ξεπλυθεί σωστά ο κύλινδρος, με αποτέλεσμα τη σωστή μεταφορά στην κωνική φιάλη όλης της ποσότητας του ελαιόλαδου. Προσθέτουμε επίσης στον ίδιο κύλινδρο ύστερα από την προσθήκη της αιθανόλης, 11 ml ισοοκτανίου. Η τελική αναλογία των διαλυτών θα είναι 2:1 (Αιθανόλη: Ισοοκτάνιο). Ανακατεύουμε καλά την φιάλη για να ομογενοποιηθεί το μίγμα μας. Γεμίζουμε τη προχοΐδα με 25 mL του πρότυπου διαλύματος NaOH 0,1 M. Πραγματοποιούμε τιτλοδότηση του ελαιόλαδου, προσθέτοντας σταγόνα – σταγόνα το πρότυπο διάλυμα NaOH έως ότου να εμφανιστεί το χαρακτηριστικό ανοικτό κόκκινο χρώμα της φαινολοφθαλεΐνης και να αλλάξει το χρώμα του ελαιόλαδου και να γίνει ένα έντονο καφέ χρώμα ( το χρώμα είναι ανάλογο πάντα με το αρχικό χρώμα του ελαιόλαδου) . Το τέλος της αντίδρασης διαπιστώνεται από την αλλαγή χρώματος του διαλύματος. Καταγράφουμε τον όγκο του διαλύματος NaOH που χρειάστηκε για την πλήρη εξουδετέρωση των ελεύθερων λιπαρών οξέων.

### Έκφραση αποτελεσμάτων

Η οξύτητα, εκφρασμένη σε κατά βάρος εκατοστιαία αναλογία του ελαϊκού οξέος, ισούται με:

$$C \% w/w = (V \text{ NaOH} * M) / m \text{ ελαιόλαδου ελαϊκού οξέος}$$

Όπου:

V= είναι ο όγκος σε χιλιοστόλιτρα, του διαλύματος του υδροξειδίου του νατρίου που έχει χρησιμοποιηθεί,

M= 282 g/mol, είναι η γραμμομοριακή μάζα, σε γραμμάρια ανά mole, του ελαϊκού οξέος:

m = είναι η μάζα του δείγματος δοκιμής, σε γραμμάρια.

Η ελαϊκή οξύτητα καταχωρίζεται ως εξής:

- με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων για τις τιμές από 0 έως και 1,

- με ακρίβεια ενός δεκαδικού ψηφίου για τις τιμές από 1 έως και 100.

### 5.2.2 Προσδιορισμός των συντελεστών απόσβεσης

Ο προσδιορισμός των ειδικών συντελεστών απορρόφησης ( $K_{232}$ ,  $K_{270}$  και της σχέσης ΔΚ) γίνεται για τον έλεγχο και τον ποιοτική αναγνώριση ενός ελαιολάδου. Το Διεθνές Συμβούλιο Ελαιόλαδου και η Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν καθιερώσει μέγιστες τιμές για κάθε κατηγορία ελαιόλαδου.

Η μέθοδος στηρίζεται στην αρχή ότι τα προϊόντα της οξείδωσης των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εμφανίζουν μέγιστο απορρόφησης σε μήκος κύματος 232 nm, αντίθετα απορροφούν ορισμένα προϊόντα σε μήκος κύματος 268nm. Μεγάλες τιμές σε μήκος κύματος 268nm μπορεί να προέρχονται από τη χημική επεξεργασία του ελαιόλαδου. Μικρές τιμές στους συντελεστές  $K_{232}$ ,  $K_{270}$  και της σχέσης ΔΚ παρουσιάζονται σε ελαιόλαδα καλής ποιότητας.

#### Πειραματική διαδικασία

Ενεργοποιούμε αρχικά το φασματοφωτόμετρο και το αφήνουμε να ζεσταθούν οι λάμπες του. Κάνουμε βαθμονόμηση του φασματοφωτομέτρου με τυφλό δείγμα. Πραγματοποιούμε διήθηση του δείγματος του ελαιόλαδου με χάρτινο ηθμό. Χρειάζεται μια καθαρή ογκομετρική φιάλη των 25mL. Στο ζυγό ακριβείας τοποθετούμε την ογκομετρική φιάλη και καταγράφουμε το βάρος της. Στη συνέχεια ζυγίζουμε 5 σταγόνες περίπου από το διηθημένο δείγμα στην ογκομετρική φιάλη των 25 ml. Συμπληρώνουμε τον όγκο μέχρι τη χαραγή με ισοοκτάνιο και ομογενοποιούμε το μείγμα. Το διάλυμα που προκύπτει πρέπει να είναι τελείως διαυγές. Εάν παρατηρηθεί γαλακτώδης ιριδισμός ή θολερότητα, το διάλυμα διηθείται γρήγορα με χάρτινο ηθμό. Χρησιμοποιούμε κυψελίδες πάχους 1cm κατάλληλες για το φασματοφωτόμετρο οι οποίες είναι απολύτως καθαρές (καθαρισμός με ακετόνη). Ξεπλένουμε τις κυψελίδες με το δείγμα 2-3 φορές και στο τέλος γεμίζουμε με το δείγμα μέχρι λίγο πιο κάτω από το την κορυφή της κυψελίδας. Αφού καθαρίσουμε σωστά τις πλευρές που θα γίνει η απορρόφηση στο UV με απορροφητικό χαρτί εμβαπτισμένο με ακετόνη, τοποθετούμε τις κυψελίδες στην ανάλογη θέση στο μηχάνημα. Ως μάρτυρας χρησιμοποιείται καθαρός διαλύτης. Μετράμε την απορρόφηση στα 232nm και 268nm έναντι του διαλύτη που χρησιμοποιήθηκε.

Τα αποτελέσματα των απορροφήσεων παίρνονται αυτόματα μέσω προγράμματος στο φασματοφωτόμετρο και εξάγονται οι τελικές τιμές.

### 5.2.3 Μέθοδος προσδιορισμού ολικών φαινολών με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης

Ο σκοπός της μεθόδου είναι να προσδιοριστούν τα φαινολικά συστατικά, όπως τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη, ελαιασίνη κ.α., του ελαιολάδου με τη μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας. Πολλές έρευνες σχετικά με την αξιολόγηση των φαινολικών ουσιών με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) έχουν δημοσιευτεί. Οι διαφορές μεταξύ των αναπτυγμένων μεθόδων μπορούν να συνοψιστούν στη διαδικασία διαχωρισμού των φαινολών από την ελαιώδη μήτρα και την επιλογή ανιχνευτή για την αξιολόγηση HPLC. Όσον αφορά τη διαδικασία εξαγωγής, δύο βασικές τεχνικές χρησιμοποιούνται: εκχύλιση υγρού-υγρού και εκχύλιση στερεάς φάσης.

Έχουν περιγράψει αρκετές μέθοδοι για ανάλυση της ελαιοκανθάλης και της ελαιασίνης σε ελαιόλαδο, βασισμένες κυρίως σε διαχωρισμό υγρής χρωματογραφίας (LC) ακολουθούμενη από UV-Vis ή φασματομετρία μάζας (MS) [Beauchamp et al, (2005): Bendini et al, (2007): Kanakis et al, (2013)] και με ποσοτικό NMR [Karkoula et al, (2012)]. Τα μείγματα μεθανόλης-νερού χρησιμοποιούνται συνήθως για την εξαγωγή φαινολών από το ελαιόλαδο λόγω του μεσαίου πολικού χαρακτήρα τους. Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές έχουν προτείνει τη χρήση ακετονιτριλίου (ACN) δεδομένου ότι παρέχει καλύτερη αποτελεσματικότητα εκχύλισης από τη μεθανόλη (MeOH) για απομόνωση σεκοϊριδοειδών και παραγώγων όπως η ελαιοκανθάλη και η ελαιασίνη (Impellizzeri et al., 2006).

#### Οργανολογία HPLC

Η συσκευή υγρής χρωματογραφίας αποτελείται από 5 βασικά μέρη: τη στήλη, το σύστημα εισαγωγής δείγματος, το σύστημα παροχής της κινητής φάσης, τον ανιχνευτή και τον καταγραφέα.

1. Στήλη: η στήλη αποτελεί το πιο σημαντικό τμήμα του συστήματος αφού ο διαχωρισμός του δείγματος και των συστατικών του γίνεται εκεί. Οι στήλες κατασκευάζονται από διάφορα υλικά με πιο συχνή αναφορά στον ανοξειδωτο χάλυβα και ποικίλουν σε μέγεθος. Εσωτερικά είναι πληρωμένες με σωματίδια



ή τριχοειδής ίνες, με διάμετρο της τάξης των 3-10  $\mu\text{m}$ . Η πορώδης ουσία χρησιμοποιείται ως μία στερεή ακίνητη φάση.

2. Σύστημα παροχής της κινητής φάσης: αποτελείται από μια αντλία υψηλής πίεσης που διευκολύνει την κίνηση των διαλυτών της υγρής φάση διαμέσου της στήλης. Επίσης, υπάρχει ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει τη βαθμιαία αλλαγή της σύστασης της κινητής φάσης. Υπάρχουν δύο είδη αντλιών α) σταθερής ροής και β) σταθερής πίεσης. Είναι σημαντικό να υπάρχει ένα σύστημα απαέρωσης των διαλυτών υπό κενό.
3. Σύστημα εισαγωγής δείγματος: είναι μια περιστρεφόμενη βαλβίδα υψηλής πίεσης με βρόχο δείγματος, η οποία αποτελείται από ένα χαλύβδινο κύλινδρο με 6 διαχωριστές-διαύλους. Τα δείγματα στην υγρή χρωματογραφία πρέπει να βρίσκονται πάντα σε υγρή μορφή για να εισαχθούν στη στήλη. Επίσης, πρέπει να απομακρύνονται τυχόν σωματίδια και αέρας από την ένεση που θα γίνει στο σύστημα.
4. Ανιχνευτής: ο ανιχνευτής είναι σημαντικό και κρίσιμο στοιχείο στην χρωματογραφία, διότι στη συγκεκριμένη διαδικασία ο ανιχνευτής κάνει ορατό το διαχωρισμό των ουσιών που εξετάζονται και μπορούν στην συνέχεια να μελετηθούν. Σημαντικά χαρακτηριστικά ενός ανιχνευτή είναι να ανταποκρίνεται σωστά και ορθά στο εξεταζόμενο δείγμα, να επιτρέπει χαμηλά όρια ανίχνευσης, της τάξεως των ng- $\mu\text{g}$ , να μην αποκρίνεται στην κινητή φάση ανιχνεύοντας έτσι λανθασμένες τιμές, να μην επηρεάζεται από φυσικές συνθήκες όπως θερμοκρασία, ταχύτητα και πίεση και τέλος να παρέχει γραμμική απόκριση στην περιοχή των συγκεντρώσεων των υπό εξέταση ουσιών ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση.

Υπάρχουν δύο είδη ανιχνευτών στην HPLC:

- Η μία κατηγορία είναι εκείνοι που ανταποκρίνονται στις φυσικές και χημικές ιδιότητες και είναι οι ανιχνευτές υπεριώδους-ορατού, ανιχνευτές φθορισμού κ.α.
- Η άλλη κατηγορία είναι ο διαφορικός ανιχνευτής δείκτη διάθλασης, ο οποίος ανταποκρίνεται σε αλλαγές των ιδιοτήτων της κινητής φάσης.

Σήμερα στις περισσότερες μελέτες επικρατεί η χρήση ανιχνευτών υπεριώδους-ορατού σε συνδυασμό με σύστημα συστοιχίας διοδίων (DAD) για την ανίχνευση φαινολικών.

5. Καταγραφέας: ο καταγραφέας βρίσκεται στο τελικό σημείο της HPLC και μετατρέπει όλα τα σήματα και δεδομένα του ανιχνευτή σε δεδομένα τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν από τον αναλυτή.

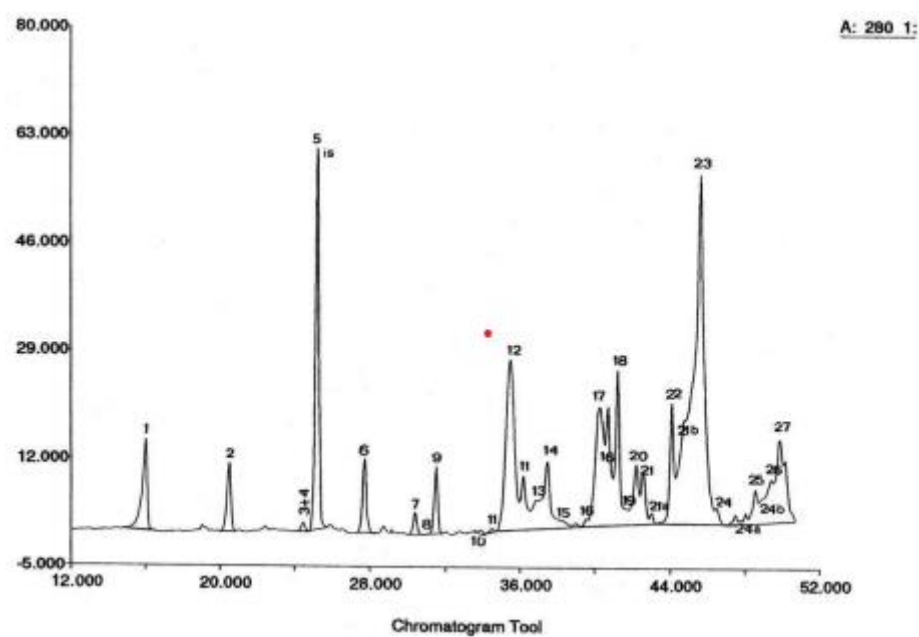
#### Πειραματική διαδικασία

Παίρνουμε 2-2,5gr δείγματος με την χρήση αυτόματης πιπέτας και το τοποθετούμε σε φιαλίδια της φυγόκεντρο του 1ml. Στη συνέχεια, παίρνουμε δείγμα από συριγγικό οξύ με τη χρήση σπάτουλας. Στη συνέχεια, με την σύριγγα παίρνουμε σιγά σιγά μεθανόλη κατάλληλη για υγρή χρωματογραφία. Αφού παρθεί η συγκεκριμένη ποσότητα, αδειάζουμε τη σύριγγα στο δείγμα μας. Βάζουμε το φιαλίδιο με το δείγμα στον αναδευτήρα για 3 λεπτά για να ομογενοποιηθεί. Μετά το τέλος της ανάδευσης, τοποθετούμε το μείγμα στο λουτρό υπερήχων για 5 λεπτά.

Σε δεύτερο στάδιο, εκχυλίζουμε τις πολυφαινόλες. Βάζουμε στο δείγμα 5ml μεθανόλης/νερού 9:1 και το τοποθετούμε στον αναδευτήρα για 3 λεπτά. Μετά το τέλος της ανάδευσης, τοποθετούμε το δείγμα στο λουτρό υπερήχων για 5 λεπτά. Μετά το τέλος της διεργασίας, τοποθετούμε το δείγμα στην φυγόκεντρο για να χωριστούν οι φάσεις μας. Ρυθμίζουμε την φυγόκεντρο να «ανέβει» σταδιακά στις 3500 στροφές για 20 λεπτά. Έπειτα παίρνουμε 3 δοκιμαστικούς σωλήνες. Στον πρώτο σωλήνα τοποθετούμε με μια σύριγγα που έχει φίλτρο κυτταρίνης την πάνω φάση του δείγματος. Η σύριγγα φιλτράρει το δείγμα μας. Στη συνέχεια συμπυκνώνουμε το δείγμα μας με την χρήση ήλιου. Ανοίγουμε τη φιάλη. Τοποθετούμε με προσοχή το ακροφύσιο του ήλιου μέσα στο δοκιμαστικό σωλήνα. Προσέχουμε η πίεση να είναι σταθερή και με μικρή ροή. Επίσης, το δείγμα καθ' όλη τη διάρκεια της συμπύκνωσης πρέπει να διατηρείται σταθερό για αυτό και το ακουμπάμε μέσα σε ποτήρι ζέσεως το οποίο έρχεται σε άμεση επαφή με τη θερμομαντική εστία.

Σε τρίτο στάδιο, τοποθετούμε τις 3 κεφαλές της αντλίας του χρωματογράφου σε 3 διαφορετικούς διαλύτες (νερό με φωσφορικό οξύ, ακετονιτρίλιο, μεθανόλη). Σταθεροποιούμε τους διαλύτες με την προσθήκη ήλιου για να απομακρύνουμε τον αέρα των διαλυτών. Ενεργοποιούμε το φασματοφωτόμετρο UV τουλάχιστον 1 ώρα πριν από την ανάλυση. Η στήλη χρωματογραφίας πρέπει να ρυθμιστεί για τουλάχιστον 15 λεπτά με τον διαλύτη έκλουσης (αρχική σύνθεση) (νερό 0,2% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (v/v)/μεθανόλη/ ακετονιτρίλιο 96/2/2 (v/v/v)) (βαθμιδωτή έκλουση). Πρέπει να γίνεται πάντα ένας προκαταρκτικός κενός χρωματογραφικός προσδιορισμός (για να

βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχουν παρεμβαλλόμενες κορυφές συν-έκλυσης) με έγχυση 20 μl μεθανόλης/νερού 80/20 (v/v). Στο σύστημα HPLC εγχύουμε 20 μl του τυπικού διαλύματος εξωτερικής βαθμονόμησης και καταγράφουμε το χρωματογράφημα στα 280 nm. Υπολογίζουμε τις τιμές των παραγόντων απόκρισης  $R_F$  για 1 μg τυροσόλης και 1 μg συριγγικού οξέος. Υπολογίζουμε την αναλογία του συντελεστή απόκρισης του συριγγικού οξέος προς τυροσόλη, που ονομάζεται RRF syr/tyr. Σημειώνουμε τις τιμές. Εγχύουμε 20 μl του τελικού διαλύματος στο σύστημα HPLC και καταγράφουμε το χρωματογράφημα στα 280 nm. Εκτελούμε δύο ανεξάρτητους προσδιορισμούς στο ίδιο δείγμα και βεβαιωνόμαστε ότι τα αποτελέσματα βρίσκονται εντός των τιμών ακριβείας της μεθόδου. Το Σχήμα 1 δείχνει ένα τυπικό χρωματογράφημα των βιοφαινόλων σε ένα εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο που χαρακτηρίζεται από μεμονωμένες κορυφές. Το άθροισμα των περιοχών των μεμονωμένων κορυφών θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για τον υπολογισμό του συνολικού περιεχομένου.



Εικόνα2 Το χρωματογράφημα HPLC καταγράφηκε στα 280 nm για το προφίλ βιοφαινόλων που υπάρχει σε ένα εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο

### Έκφραση των αποτελεσμάτων.

#### Υπολογισμός των συντελεστών απόκρισης των εξωτερικών προτύπων βαθμονόμησης (RF)

RF1 μg (συριγγικό οξύ) = εγχυόμενο συριγγικό οξύ περιοχής / μg συριγγικού οξέος

RF1 μg (τυροσόλη) = εγχυθείσα τυροσόλη / μg τυροσόλης

#### Υπολογισμός της αναλογίας μεταξύ των δύο παραγόντων απόκρισης (RRF)

RRF<sub>syrr / tyr</sub> = RF1 μg (συριγγικό οξύ) / RF1 μg (τυροσόλη)

Η τιμή του RRF<sub>syrr / tyr</sub> πρέπει να είναι σταθερή και να βρίσκεται εντός του εύρους 5.1 ± 0.4. Επιτρέπει στο τελικό αποτέλεσμα να εκφραστεί ως τυροσόλη, χρησιμοποιώντας το συριγγικό οξύ ως εσωτερικό πρότυπο

#### Υπολογισμός της περιεκτικότητας σε βιοφαινόλη παρθένου ελαιολάδου

Η περιεκτικότητα σε βιοφαινόλη (φυσικά και οξειδωμένα παράγωγα ελαιευρωπαϊνης, λιγνάνες, φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα), εκφραζόμενη σε mg / kg, υπολογίζεται μετρώντας το άθροισμα του εμβαδού στις περιοχές των σχετικών χρωματογραφικών κορυφών (αναγνώριση στον Πίνακα 1) σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο, το αποτέλεσμα εκφράζεται χωρίς δεκαδικό.

$$(\text{mg/kg}) = \frac{(\Sigma A) \times 1000 \times \text{RRF}_{\text{syrr/tyr}} \times (W \text{ syr. acid})}{(A \text{ syr. acid}) \times (W)}$$

Όπου:

(ΣΑ): είναι το άθροισμα των εμβαδών των κορυφών των βιοφαινολών (υδροξυτυροσόλη, τυροσόλη, φυσικά και οξειδωμένα παράγωγα ελαιευρωπαϊνης και παράγωγα λιγκροσίδης, λιγνάνες, φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα) καταγράφονται στα 280 nm.

A<sub>syrr. acid</sub>: είναι το εμβαδόν του εσωτερικού προτύπου του συριγγικού οξέος που καταγράφεται στα 280 nm.

1000: είναι ο παράγοντας που χρησιμοποιείται για την έκφραση του αποτελέσματος σε mg / kg.

W: είναι το βάρος του ελαιολάδου που χρησιμοποιείται, σε γραμμάρια.

$RRF_{\text{sy}/\text{tyr}}$ : είναι ο συντελεστής πολλαπλασιασμού για την έκφραση των τελικών αποτελεσμάτων σε τυροσόλη.

$W_{\text{sy. acid}}$ : είναι το βάρος, σε mg, του συριγγικού οξέος που χρησιμοποιείται ως εσωτερικό πρότυπο που προστέθηκε 1 ml διαλύματος στο δείγμα.

**Πίνακας 3.** Αναγνώριση κορυφών βιοφαινόλης. Μέγιστες τιμές απορρόφησης (max UV abs) και σχετικοί χρόνοι συγκράτησης (RRT)

Peak No	Biophenols	RRT*	Max. UV abs. nm
1	Hydroxytyrosol	0.62	230-280
2	Tyrosol	0.80	230-275
3	Vanillic acid	0.96	260
4	Caffeic acid	0.99	325
5	Syringic acid (internal standard)	1.00	280
6	Vanillin	1.10	310
7	Para-coumaric acid	1.12	310
8	Hydroxytyrosyl acetate	1.20	232-285
9	Ferulic acid	1.26	325
10	Ortho-coumaric acid	1.31	325
11;11a	Decarboxymethyl oleuropein aglycone, oxidised dialdehyde form	-	235-280
12	Decarboxymethyl oleuropein aglycone, dialdehyde form	1.45	235-280
13	Oleuropein	1.48	230-280
14	Oleuropein aglycone, dialdehyde form	1.52	235-280
15	Tyrosyl acetate	1.54	230-280
16;16a	Decarboxymethyl ligstroside aglycone, oxidised dialdehyde form	1.63	235-275
17	Decarboxymethyl ligstroside aglycone, dialdehyde form	1.65	235-275
18	Pinoresinol, 1 acetoxy-pinoresinol	1.69	232-280
19	Cinnamic acid	1.73	270
20	Ligstroside aglycone, dialdehyde form	1.74	235-275
21;21a;21b	Oleuropein aglycone, oxidised aldehyde and hydroxylic form	-	235-280
22	Luteolin	1.79	255-350
23	Oleuropein aglycone, aldehyde and hydroxylic form	1.87	235-280
24;24a;24b	Ligstroside aglycone, oxidised aldehyde and hydroxylic form	-	235-275
25	Apigenin	1.98	230-270-340
26	Methyl-luteolin	-	255-350
27	Ligstroside aglycone, aldehyde and hydroxylic form	2.03	235-275

#### 5.2.4 Μέθοδος οργανοληπτικής αξιολόγησης

##### Προετοιμασία του δείγματος

Το δείγμα ελαιόλαδου προς ανάλυση παρουσιάζεται σε τυποποιημένα ποτήρια γευσιγνωστικής δοκιμασίας. Το ποτήρι περιέχει 15 ml ελαιόλαδου και καλύπτεται με ύαλο ωρολογίου. Κάθε ποτήρι σημειώνεται με κωδικό.

##### Θερμοκρασία δοκιμασίας και δείγματος

Τα προς γευσιγνωστική δοκιμασία δείγματα ελαίου διατηρούνται στα ποτήρια σε θερμοκρασία  $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμασίας. Η συγκεκριμένη θερμοκρασία έχει επιλεγεί επειδή διευκολύνει την παρατήρηση οργανοληπτικών διαφορών σε σύγκριση με τη θερμοκρασία δωματίου και επειδή σε χαμηλότερες θερμοκρασίες οι αρωματικές ενώσεις που χαρακτηρίζουν τα εν λόγω έλαια εξατμίζονται ασθενώς, ενώ οι υψηλότερες θερμοκρασίες οδηγούν στο σχηματισμό των πτητικών ενώσεων που αποτελούν ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των θερμών ελαίων. Σχετικά με τη μέθοδο που πρέπει να χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των δειγμάτων όταν έχουν τοποθετηθεί στα ποτήρια, βλ. πρότυπο IOC/T.20/Doc. No 5 «Glass for Oil Tasting».

Η θερμοκρασία της αίθουσας γευσιγνωστικής δοκιμασίας πρέπει να είναι  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (βλ. πρότυπο IOC/T.20/Doc. No 6).

##### Ώρες διεξαγωγής των δοκιμασιών

Οι βέλτιστες ώρες εργασίας για τη δοκιμασία ελαίων είναι οι πρωινές. Έχει αποδειχθεί ότι υπάρχουν διαστήματα κατά τη διάρκεια της ημέρας όπου η αντίληψη της γεύσης και της όσφρησης είναι καλύτερη. Για ένα διάστημα πριν από τα γεύματα οι αισθήσεις της όσφρησης και της γεύσης είναι οξύτερες, ενώ μετά τα γεύματα εξασθενίζουν.

Εντούτοις, αυτό το κριτήριο δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε βαθμό τέτοιο ώστε η πείνα να αποσπά την προσοχή των δοκιμαστών, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η διακριτική τους ικανότητα. Συνεπώς, συνιστάται να πραγματοποιούνται οι συνεδρίες γευσιγνωστικής δοκιμασίας το πρωί, μεταξύ των ωρών 10:00 και 12:00.

Οι δοκιμαστές που συμμετείχαν ήταν ο επικεφαλής του οργανοληπτικού ελέγχου και 5 ακόμα δοκιμαστές με πιστοποίηση. Οι οργανοληπτικές δοκιμές

πραγματοποιήθηκαν σε συγκεκριμένο χώρο του εργοστασίου ειδικά διαμορφωμένο για την αξιολόγηση.

#### Τεχνική γευστιγνωστικής δοκιμασίας

Αρχικά περιστρέφουμε το ποτήρι για να διαβραχεί η εσωτερική επιφάνεια. Οσφραίνουμε το δείγμα με βαθιές εισπνοές για την αξιολόγηση του ελαιόλαδου. Η δοκιμή όσφρησης δεν υπερβαίνει τα 30 δευτερόλεπτα. Βάζουμε στο στόμα μας μια μικρή ποσότητα του ελαίου. Κατανέμουμε σε όλη τη στοματική κοιλότητα το έλαιο, από το πρόσθιο τμήμα του στόματος και της γλώσσας, στα πλάγια και στο οπίσθιο τμήμα έως την υπερώα και τον φάρυγγα, καθώς είναι γνωστό ότι η ένταση με την οποία γίνονται αντιληπτές οι γεύσεις και οι απτικές αισθήσεις διαφέρει ανάλογα με τη ζώνη της γλώσσας, της υπερώας και του φάρυγγα. Εισπνέουμε σύντομα από το στόμα για να βοηθήσουμε στην αντίληψη των πτητικών αρωματικών ενώσεων. Για να καταλάβουμε το πικάντικο μέρος του ελαιόλαδου, καταπίνουμε. Δεν υπερβαίνουμε τα 4 δείγματα καθώς επίσης ενδιάμεσα χρησιμοποιούμε μια λεπτή φέτα μήλου ή φρυγανιάς την οποία δεν καταπίνουμε αλλά πετάμε στο πτυελοδοχείο. Τέλος καταγράφουμε όλες τις τιμές των θετικών ιδιοτήτων καθώς επίσης και την αρμονία του ελαιόλαδου σε ένα ειδικό φύλλο χαρακτηρισμού.

Με το τέλος της οργανοληπτικής αξιολόγησης ο επικεφαλής της ομάδας συλλέγει τα φύλλα χαρακτηρισμού και εισάγει τα δεδομένα σε πρόγραμμα υπολογιστή παρόμοιο με αυτό που προβλέπεται στο πρότυπο IOC/T.20/Doc. αριθ. 15, με σκοπό τον στατιστικό υπολογισμό των αποτελεσμάτων της ανάλυσης, βάσει υπολογισμού της διάμεσης τιμής τους.

Η παραπάνω μέθοδος οργανοληπτικής αξιολόγησης παρθένου ελαιόλαδου συντάχθηκε σύμφωνα με το Κανονισμό (ΕΕ) 2019/1604 της Επιτροπής της 27ης Σεπτεμβρίου 2019 και το IOC (International Olive Council).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>0</sup>: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 6.1 Πειραματικός σχεδιασμός

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί ο πειραματικός σχεδιασμός της παρούσας εργασίας και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα πειράματα.

#### 6.1.1 Επιλογή δειγμάτων

Στο στάδιο αυτό επιλέχθηκαν 2 δείγματα ελιάς:

1. από το ελαιοτριβείο Μηλιώνη, Κορωνέικη ποικιλία ελιάς
2. από τον αγροτικό συνεταιρισμό Ροβιών, Κονσερβολιά ποικιλία ελιάς

#### 6.1.2 Μεθοδολογία

Όσον αφορά την επεξεργασία του πρώτου δείγματος, υπέστη άλεση σε κλασσικό σφυρόμυλο, στον οποίον μεταβλήθηκε η ταχύτητα περιστροφής του. Αρχικά, η ταχύτητα περιστροφής ήταν στα 2500rpm και στη συνέχεια μειώθηκε στα 1400rpm.

Όσον αφορά την επεξεργασία μέρους του δεύτερου δείγματος, το παραγόμενο ελαιόλαδο αρχικά προέκυψε από τριφασικό ελαιοτριβείο με σπαστήρα (συμβατική μέθοδος). Σε επόμενη επεξεργασία όμως του υπόλοιπου μέρους του δείγματος, το παραγόμενο ελαιόλαδο προέκυψε από άλεση των ελιών σε μηχανήμα παραγωγής ελιάς, το οποίο δημιουργεί μια ελαιοζύμη χωρίς τον πυρήνα. Στη συνέχεια η ελαιοζύμη αυτή τοποθετήθηκε στο μαλακτήρα, από όπου παρήχθη το ελαιόλαδο (εναλλακτική μέθοδος).

Το ζητούμενο των προκαταρκτικών αυτών πειραμάτων ήταν να παρατηρηθούν τυχόν μεταβολές του παραγόμενου ελαιόλαδου στα ποσοστά ολικών φαινόλων και ελαιασίνης, καθώς και στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά, δηλαδή φρουτώδες, πικρό και πικάντικο.

#### 6.1.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν κατά την επεξεργασία του πρώτου δείγματος ήταν τα εξής:

- οι ολικές φαινόλες καθώς και η ελαιασίνη δεν είχε κάποια σημαντική αύξηση,
- τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά παρέμειναν σχεδόν ίδια.

Επομένως η επιλογή του πειράματος αυτού απορρίφθηκε.



Τα αποτελέσματα που παρατηρήθηκαν κατά την επεξεργασία του δεύτερου δείγματος ήταν τα εξής:

- οι ολικές φαινόλες ήταν πιο αυξημένες στο ελαιόλαδο που παράχθηκε από τον πολτό ελιάς, χωρίς τον πυρήνα. Πιο συγκεκριμένα από 78mg/kg αυξήθηκαν στα 117mg/kg,
- δεν ανιχνεύτηκε ελαιασίνη με κανέναν από τους δύο τρόπους παραγωγής ελαιόλαδου,
- τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου, που παράχθηκε με εναλλακτική μέθοδο, ήταν ανώτερα και το χρώμα του πιο έντονο πράσινο, σε σύγκριση με το ελαιόλαδο που παράχθηκε με την συμβατική μέθοδο,
- κατά την επεξεργασία της ελαιοζύμης που παρήχθη με το μηχάνημα του πατέ, υπήρξαν δυσκολίες στο διαχωρισμού του ελαιόλαδου από τον πυρήνα, διότι δεν υπήρχαν θραύσματα από τον πυρήνα, τα οποία διευκολύνουν την απορροή.

Επομένως, με βάση αυτά τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι η επιλογή θα πρέπει να είναι δημιουργία πολτού ελιάς με χρήση μηχανών σε χαμηλές στροφές οι οποίες παράγουν πολτό με μικρά θραύσματα ελαιοπυρήνα, ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα στον διαχωρισμό του ελαιόλαδου στα decanters. Επίσης, η προσομοίωση θα πρέπει να γίνει σε περιβάλλον εργαστηρίου υπό ελεγχόμενες συνθήκες και όχι στα ελαιοτριβεία, όπου θα ήταν σχεδόν αδύνατον.

## 6.2 Πειραματικό μέρος

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθεί ο πειραματικός σχεδιασμός της παρούσας εργασίας και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τα πειράματα.

### 6.2.1 Επιλογή δειγμάτων

Στον ακόλουθο Πίνακα αναγράφονται λεπτομερώς τα δείγματα που συλλέχθηκαν για τη διεξαγωγή του πειραματικού μέρους.

Πίνακας 1. Καταγραφή των ελαιοτριβείων από όπου συλλέχθηκαν οι καρποί, ανά ημερομηνία και βαθμό ωρίμανσης

ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟ	ΦΥΤΟΚΕΝΤΡΙ ΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΒΑΘΜΟΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙ ΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΑΛΕΣΗΣ
Αγροτικός Συνεταιρισμός Δολών	Διφασικό	Άγουρες	17/12/2019	Καρπός
				Χαμούρι
				Διαχωριστήρας
Πουλάκου	Τριφασικό	Άγουρες	17/12/2019	Καρπός
				Χαμούρι
				Διαχωριστήρας
Αγροτικός Συνεταιρισμός Σωτηριάνικων	Διφασικό	Άγουρες	19/12/2019	Καρπός
				Χαμούρι
				Διαχωριστήρας
Αγροτικός Συνεταιρισμός Αβίας	Διφασικό	Ημιώριμες	17/01/2020	Καρπός
				Χαμούρι
				Διαχωριστήρας
Αγροτικός Συνεταιρισμός Κάμπου	Διφασικό	Ώριμες	13/01/2020	Καρπός
				Χαμούρι
				Διαχωριστήρας
Μηλιώνη	Διφασικό	Ώριμες	17/01/2020	Καρπός
				Χαμούρι
				Διαχωριστήρας
Αγροτικός Συνεταιρισμός Σωτηριάνικων	Διφασικό	Ώριμες	10/02/2020	Καρπός
				Χαμούρι
				Διαχωριστήρας
Αγροτικός Συνεταιρισμός Δολών	Διφασικό	Υπερώριμες		Καρπός

### 6.2.2 Μεθοδολογία

Αρχικά τα δείγματα ολόκληρων καρπών πολτοποιήθηκαν με κρεατομηχανή, όπου ο καρπός συμπιέζεται διαμέσου ενός κόσκινου (6 mm), ανάλογου αυτών των σφυρόμυλων και δημιουργείται ένας πολτός πανομοιότυπος, αυτού των ελαιοτριβείων. Στη συνέχεια κάθε δείγμα παραγόμενου ελαιόλαδου προετοιμάζεται κατάλληλα, για να πραγματοποιηθούν οι μέθοδοι προσδιορισμού του αριθμού οξύτητας, των συντελεστών απόσβεσης και των ολικών φαινολικών ουσιών (προσδιορισμός και της ελαιασίνης, υδροξυτυροσόλης και τυροσόλης). Αξίζει να σημειωθεί πως ο

προσδιορισμός του αριθμού οξύτητας γίνεται μόνο στο ελαιόλαδο που έχει παραχθεί με τη χρήση διαχωριστήρα.

Επιπλέον, συλλέχθηκαν δείγματα υπερώριμων καρπών, από τον αγροτικό συνεταιρισμό Δολών, τα οποία πολτοποιήθηκαν στην κρεατομηχανή και ύστερα τοποθετήθηκαν στον μαλακτήρα. Στη συνέχεια μελετήθηκε, η επίδραση του μαλακτήρα στα χαρακτηριστικά του παραγόμενου ελαιόλαδου, μετά από 10, 20, 30 και 40 λεπτά μάλαξης.

### 6.2.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Όσον αφορά τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό του αριθμού οξύτητας των παραγόμενων ελαιόλαδων από τα δείγματα των ελιών, ο αριθμός ήταν κάτω από 0,8, γεγονός που τα συγκαταλέγει στην κατηγορία των έξτρα παρθένων ελαιόλαδων. Υπήρξε μια εξαίρεση στο δείγμα των ώριμων ελιών από τον αγροτικό συνεταιρισμό Σωτηριάνικων, όπου η τιμή της οξύτητας του παραγόμενου ελαιόλαδου ήταν 0,8, γεγονός που μειώνει την ποιότητά του και το συγκαταλέγει στην κατηγορία των παρθένων ελαιόλαδων.

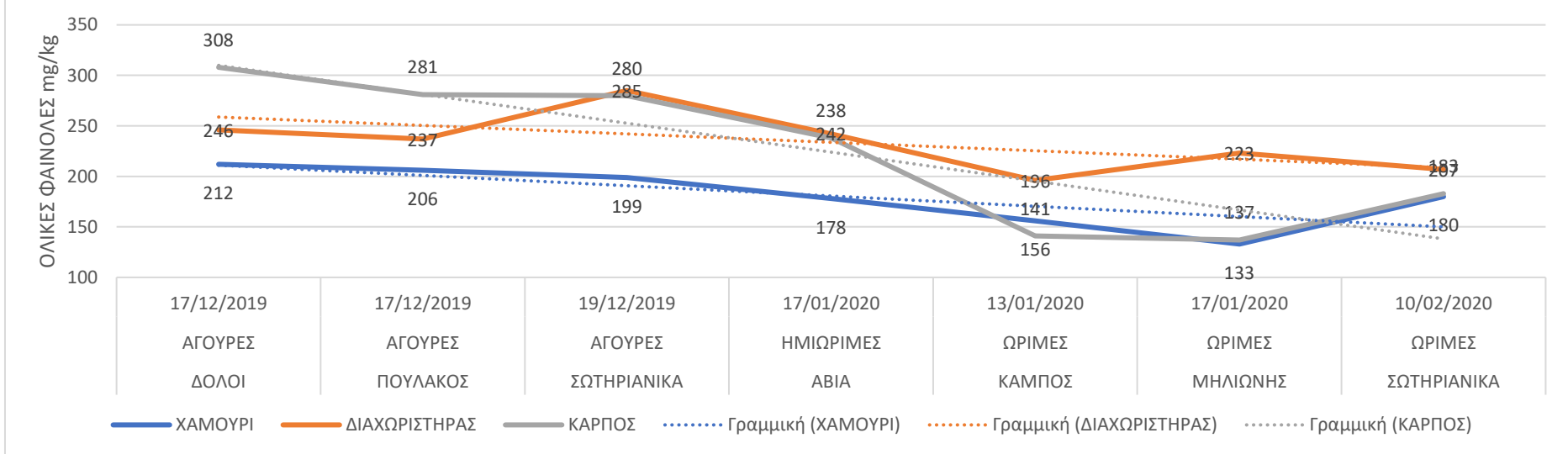
Από τον προσδιορισμό των συντελεστών απόσβεσης παρατηρείται πως δεν υπήρξαν μεγάλες μεταβολές στους διαφορετικούς τρόπους άλεσης των δειγμάτων.

Κατά τον προσδιορισμό των ολικών φαινολικών παρατηρείται πως ανάλογα με τον βαθμό ωρίμανσης των δειγμάτων καθώς και τον τρόπο άλεσης τους, υπάρχουν σημαντικές μεταβολές στον αριθμό των ολικών τους φαινολών. Για τις άγουρες ελιές ο μεγαλύτερος αριθμός ολικών φαινολών παρατηρείται στο ελαιόλαδο που παράγεται με πολτοποίηση του καρπού. Για τις ημιώριμες και ώριμες ελιές μεγαλύτερος αριθμός ολικών φαινολών παρατηρείται στο παραγόμενο μέσω διαχωριστήρα ελαιόλαδο (Διάγραμμα 1). Επίσης, όσον αφορά την ελαιασίνη, το παραγόμενο ελαιόλαδο από τον πολτοποιημένο άγουρο καρπό έχει πολύ μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε σύγκριση με το ελαιόλαδο που παράγεται από χαμούρι. Όμως οι ημιώριμες και ώριμες ελιές δίνουν ελαιόλαδο με σχεδόν ίδια περιεκτικότητα σε ελαιασίνη, είτε αυτό παράγεται από χαμούρι, είτε κατευθείαν από τον πολτοποιημένο καρπό (Διάγραμμα 2).

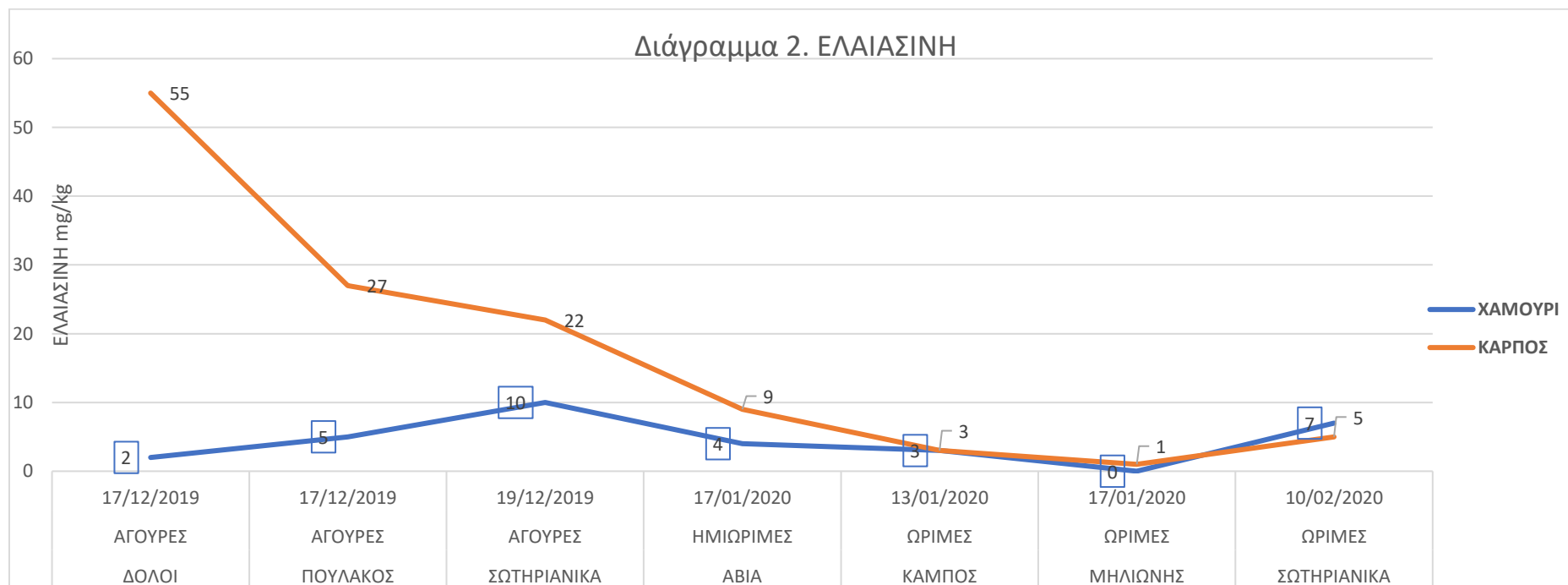
Τέλος, παρατηρήθηκαν οι μεταβολές στον αριθμό των ολικών φαινολών που συμβαίνουν σε υπερώριμες ελιές κατά τη διάρκεια διαφορετικών χρόνων μάλαξης. Πιο συγκεκριμένα η μεγαλύτερη τιμή παρατηρείται κατά τα 40 λεπτά μάλαξης (Διάγραμμα

3). Πιο συγκεκριμένα, οι ελιές που υπέστησαν μάλαξη ήταν δείγματα από τους Δολούς και αν ανατρέξουμε στην προηγούμενη παράγραφο, θα παρατηρήσουμε πως στο ελαιόλαδο που παράχθηκε από την άλεση του καρπού, οι φαινολικές ουσίες βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτά της μάλαξης στα 40 λεπτά. Αυτό συμβαίνει διότι όσο περισσότερο γίνεται η μάλαξη χρονικά, τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό των φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο. Κατά τον ίδιο τρόπο έχει μεταβληθεί και η τιμή της ελαιασίνης, με τη διαφορά πως η αύξηση της τιμής της είναι ανάλογη με την αύξηση του χρόνου μάλαξης (Διάγραμμα 4).

**Διάγραμμα 1. ΟΛΙΚΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ**



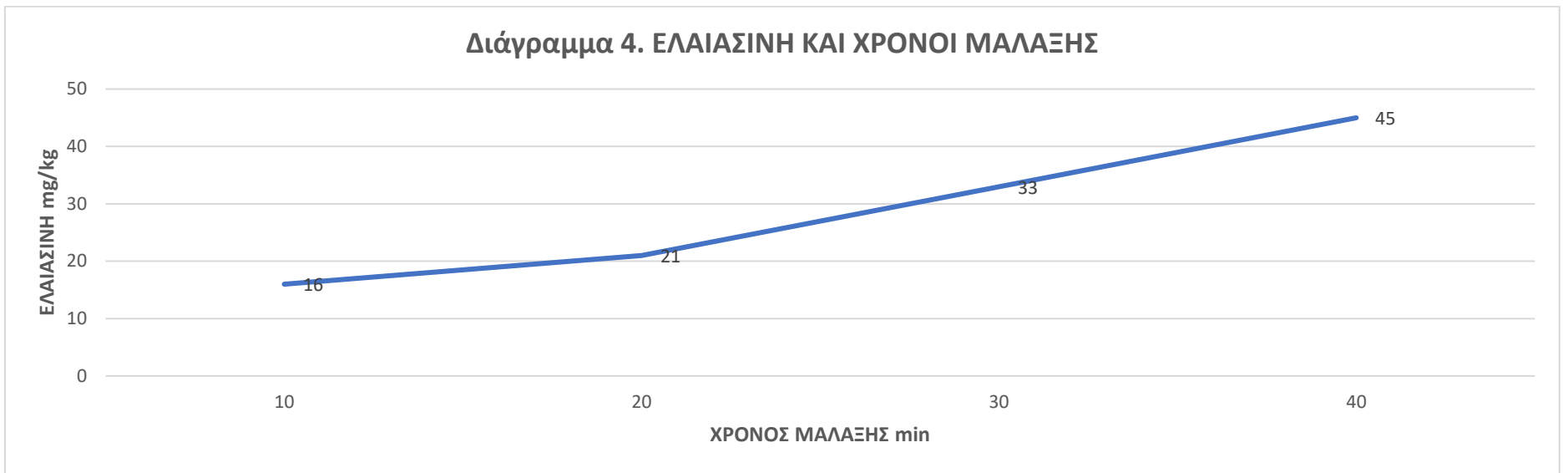
*Διάγραμμα 1. Ολικές φαινόλες*



*Διάγραμμα 2. Ελαιασίνη*



*Διάγραμμα 3. Ολικές φαινόλες*



*Διάγραμμα 4. Ελαιασίνη και χρόνοι μάλαξης*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά τον πειραματικό σχεδιασμό πραγματοποιήθηκαν 2 πειραματικές δοκιμές, όπου:

1. κατά την πρώτη, μειώθηκε η ταχύτητα περιστροφής του κλασικού σφυρόμυλου. Η δοκιμή αυτή δεν παρουσίασε σημαντική επιρροή στα φαινορικά συστατικά και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου ελαιόλαδου. Αυτό συνέβη διότι, και με τις δύο ταχύτητες περιστροφής παράχθηκε ελαιοζύμη με σχεδόν πανομοιότυπα χαρακτηριστικά. Επομένως, η επιλογή αυτή απορρίφθηκε, ως μη αποτελεσματική για τη βελτίωση του παραγόμενου ελαιόλαδου.
2. κατά τη δεύτερη, παράχθηκε ελαιοζύμη με κλασσικό τρόπο (άλεση καρπού σε τριφασικό ελαιοτριβείο με χρήση σπαστήρα) και με εναλλακτικό τρόπο (πολτοποίηση καρπού σε μηχανήμα πατέ και μάλαξη). Τα αποτελέσματα της δοκιμής αυτής έδειξαν πως, παρά το γεγονός πως το παραγόμενο ελαιόλαδο ήταν κατά πολύ ανώτερο με τον εναλλακτικό τρόπο παραγωγής ελαιοζύμης, δεν υπήρξε βελτίωση του ελαιόλαδο στον επιθυμητό βαθμό. Αυτό συνέβη διότι παρουσιάστηκε στην ελαιοζύμη έλλειψη θραυσμάτων ελαιοπυρήνα, τα οποία διευκολύνουν το διαχωρισμό του ελαιόλαδου κατά τη μάλαξη.

Συμπερασματικά, λήφθηκε η απόφαση να μελετηθούν τα επιλεγμένα δείγματα με τέτοιο τρόπο, ώστε η ελαιομάζα των καρπών να έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και κατ' επέκταση την επιθυμητή βελτίωση του παραγόμενου ελαιόλαδου.

Κατά το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκαν μελέτες, σε ελιές διαφορετικού βαθμού ωρίμανσης, για την πιθανή επίδραση, που θα μπορούσε να προκαλέσει στο παραγόμενο ελαιόλαδο, ο διαφορετικός τρόπος άλεσης του καρπού και ο διαφορετικός χρόνος μάλαξης. Από τις μελέτες αυτές προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- σημαντική περιεκτικότητα ελαιασίνης ανιχνεύεται μόνο στα δείγματα τα οποία έχουν υποστεί παρατεταμένη μάλαξη,

- η υδροξυτυροσώλη και η τυροσώλη δεν ανιχνεύονται στα δείγματα παραγόμενου ελαιόλαδου, διότι δεν προλαβαίνουν να παραχθούν. Οι συγκεκριμένες φαινολικές ουσίες παράγονται κατά την αποθήκευση του ελαιόλαδου, σαν προϊόν διάσπασης της ελαιασίνης,
- εάν το παραγόμενο ελαιόλαδο, ιδιαιτέρως αυτό που παράγεται από άγουρες και ημιώριμες ελιές, δεν φιλτραριστεί, τότε τα ένζυμα συνεχίζουν να είναι ενεργά, διασπώντας την ελαιασίνη. Το γεγονός αυτό προσδίδει στο ελαιόλαδο μια πιο γλυκιά γεύση.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❖ Εγχειρίδιο Διεθνούς Συμβουλίου Ελαιολάδου (ICOO 1990).
- ❖ ΕΚ 1924/2006.
- ❖ Κανονισμός (ΕΕ) 432/2012.
- ❖ Κυριτσάκης, (2007) Ελαιόλαδο, Αγρότυπος
- ❖ Aparicio, R. H. (2013) Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties. SPRINGER
- ❖ Beauchamp, G.K., R.S.J. Keast, D. Morel, J. Lin, J. Pika, Q. Han, C.H. Lee, A.B. Smith, P.A. Breslin, Phytochemistry: ibuprofen-like activity in extra-virgin olive oil, Nature 437 (2005) 45–46.
- ❖ Beltran et al, (2005) Influence of the timing of nitrogen additions during synthetic grape must fermentations on fermentation kinetics and nitrogen consumption. JAgric Food Chem 53(4):996-1002
- ❖ Bendini, A., L. Cerretani, A. Carrasco-Pancorbo, A.M. Gómez-Caravaca, A. Segura-Carretero, A. Fernández-Gutiérrez, G. Lercker, Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade, Molecules 12 (2007) 1679–1719
- ❖ Boskou, D. (2015) Olive and Olive Oil Bioactive Constituents, AOCS PRESS.
- ❖ Boskou, D. (2006) Olive Oil, Chemistry and Technology, Olive Oil ; Chemistry and Technology. 2 nd Edition. doi: 10.1159/000097916.
- ❖ Boskou, D. (2015) Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition: Properties, Processing and applications. Woodhead publishing.
- ❖ Boskou, M. L. et al. (2016) Products from Olive Tree. INTECH PUBLICATIONS.
- ❖ Blekas et al, (1995) Contribution of  $\alpha$ -tocopherol to olive oil stability. Food Chemistry Volume 52, Issue 3, 1995, Pages 289-294.

- ❖ BravoL., (1998) Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance 56(11):317-33. doi: 10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x.
- ❖ Cicerale, S., Lucas, L., Keast, R., (2010) Biological activities of phenolic compounds present in virgin olive oil. *Int J Mol Sci.* 2;11(2):458-79. doi: 10.3390/ijms11020458.
- ❖ Dr Mailer, R. et al (2006) Testing olive oil quality: chemical and sensory methods, PRIMEFACT 231
- ❖ EFSA regulation -Health claim for olive oil polyphenols.
- ❖ EUROPEAN COMMISSION (2011) ‘COMMISSION REGULATION (EU) No 61/2011 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis’, *Official Journal of the European Union*, (2), pp. 1–14.
- ❖ Fernandes-Silva, A. et al.(2013) Effect of different irrigation regimes on the quality attributes of monovarietal virgin olive oil from cv. “Cobrançosa”, *Grasas y Aceites*. doi: 10.3989/gya.070512.
- ❖ Grigoriadou et al, (2005) Levels of phenolic antioxidants in virgin olive oil purchased in bulk
- ❖ Impellizzeri, J., J. Lin, A simple high-performance liquid chromatography method for the determination of throat-burning oleocanthal with probated anti-inflammatory activity in extra virgin olive oils, *J. Agric. Food Chem.* 54 (2006) 3204–3208.
- ❖ International Olive Oil Council (2015) ‘Trade Standard Applying to Olive Oil and Olive-Pomace Oil’, (3), pp. 1–17.
- ❖ Kamal-Eldin and Appelquist, (1996) The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids.* (7):671-701
- ❖ Kanakis., P., A. Termentzi, T. Michel, E. Gikas, M. Halabalaki, A.-L. Skaltsounis, From olive drupes to olive oil. An HPLC-orbitrap-based qualitative and quantitative exploration of olive key metabolites, *Planta Med.* 79 (2013) 1576-1587.

- ❖ Karkoula., J.A., A. Skantzari, E. Melliou, P. Magiatis, Direct measurement of oleocanthal and oleacein levels in olive oil by quantitative <sup>1</sup>H NMR. Establishment of a new index for the characterization of extra virgin olive oils, *J. Agric. Food Chem.* 60 (2012) 11696–11703.
- ❖ Kondratowicz-pietruszka, E. (2007) ‘Analysis of oxidative changes occurring in olive oil during storage’, *57*(4), pp. 297–302.
- ❖ LanfrancoConte et al. (2020) Olive oil quality and authenticity: A review of current EU legislation, standards, relevant methods of analyses, their drawbacks and recommendations for the future, *Trends in Food Science & Technology* Volume 105, Pages 483-493.
- ❖ Lozano-Castellón et al., (2020) Domestic Sautéing with EVOO: Change in the Phenolic Profile. *Antioxidants in Foods*
- ❖ Mateos et al, (2004) Evaluation of virgin olive oil bitterness by quantification of secoiridoid derivatives
- ❖ Mele, M. A. et al.(2018) ‘Pre-and post-harvest factors and their impact on oil composition and quality of olive fruit’, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30(7), pp. 592–603. doi: 10.9755/ejfa.2018.v30.i7.1742.
- ❖ Morelo et al, (2004) Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction *Food Chemistry* 85(3):357-364
- ❖ Nissiotis and Tasioula-Margari, (2002) Changes in antioxidant concentration of virgin olive oil during thermal oxidation *Food Chemistry* 77(3):371-376.
- ❖ PandeyKB, RizviSI, (2009) Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxid Med Cell Longev.* (5): 270–278.
- ❖ Papanikolaou, Melliou and Magiatis, (2019) Olive Oil Phenols.
- ❖ Parkinson, L., Keast, R., (2014) Oleocanthal, a Phenolic Derived from Virgin Olive Oil: A Review of the Beneficial Effects on Inflammatory Disease. *Int J Mol Sci.* (7): 12323–12334

- ❖ Pellegrini et al. (2001) Direct Analysis of Total Antioxidant Activity of Olive Oil and Studies on the Influence of Heating. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 5, 2532–2538
- ❖ Rallo, L. et al.(2018) ‘Quality of olives: A focus on agricultural preharvest factors’, *Scientia Horticulturae*. Elsevier, 233(December 2017), pp. 491–509. doi: 10.1016/j.scienta.2017.12.034.
- ❖ Regulation, E. E. C. (1991) ‘APP\_DeterminationofOliveOil’.
- ❖ Repository, I. andCentre, I. (2019) ‘Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας’.
- ❖ Rizzo, R. and Caleca, V. (2006) ‘Resistance to the attack of *Bactrocera oleae* (Gmelin) of some sicilian olive cultivars’, *Olivebioteq* 2006, II, pp. 35–42.
- ❖ Servili et al, (2004) Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil
- ❖ Schneller, R., Popp, M., Bongartz, A. (2015) Woran erkennt man gutes Olivenöl?, Department Life Sciences und Facility Management (LSFM).
- ❖ Tsimidou, (2006)phenolic compounds in olive oil and oil.
- ❖ Valavanidis et al. (2004).Comparison of the Radical Scavenging Potential of Polar and Lipidic Fractions of Olive Oil and Other Vegetable Oils under Normal Condition and after Thermal Treatment.*Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(8):2358-65.
- ❖ Vekiari, S. A., Papadopoulou, P. and Kiritsakis, A. (2008) ‘Effects of processing methods and commercial storage conditions on the extra virgin olive oil quality indexes’, *Grasas y Aceites*, 58(3), pp. 237–242. doi: 10.3989/gya.2007.v58.i3.178.
- ❖ Vossen, P. (no date) ‘FERTILIZING OLIVE TREES’.
- ❖ Vlyssides et al (2004) Detoxification of olive mill wastewater using a Fenton process.

- ❖ Y. H. Hui, Muhammad Akhtar Siddiq, and M. A. U. (2018) 'Handbook of Vegetables and Vegetable Processing'. John Wiley & Sons, Incorporated. Availableat:<https://ebookcentral.proquest.com/lib/cardiffmet/reader.action?docID=5301752#>.
- ❖ Willey & Sons LDT. (2017) Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing.
- ❖ [http://www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/olive-oil-quality-criteria.html?fbclid=IwAR2PXJp92v1vX0Q54UvsXAqBFx0\\_VD80EldTdlvJmxY-J-JrCy7TXxqRTQQ](http://www.infoil.gr/en/quality-criteria-olive/olive-oil-quality-criteria.html?fbclid=IwAR2PXJp92v1vX0Q54UvsXAqBFx0_VD80EldTdlvJmxY-J-JrCy7TXxqRTQQ)

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 2. Αποτελέσματα πρώτου προκαταρτικού πειράματος

<b>1. Επιρροή της ταχύτητας περιστροφής κλασικού σφυρόμυλου στα φαινολικά συστατικά / Μηλιώνης – Κορωνέικη</b>						
<b>rpm</b>	<b>ΟΛΙΚΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ</b>	<b>ΕΛΑΙΑΣΙΝΗ</b>	<b>ΦΡΟΥΤΩΔΕΣ</b>	<b>ΠΙΚΡΟ</b>	<b>ΠΙΚΑΝΤΙΚΟ</b>	<b>ΑΡΜΟΝΙΑ</b>
2500	457	307	4.5	3.2	3.6	6.5
1400	478	318	4.5	3.0	3.7	6.7

Πίνακας 3. Αποτελέσματα δεύτερου προκαταρτικού πειράματος

<b>2. Επιρροή του τρόπου δημιουργίας ελαιοζύμης στα φαινολικά συστατικά / Αγρ. Συν Ροβιών - Ποικιλία Κονσερβολιά</b>						
	<b>ΟΛΙΚΕΣ ΦΑΙΝΟΛΕΣ</b>	<b>ΕΛΑΙΑΣΙΝΗ</b>	<b>ΦΡΟΥΤΩΔΕΣ</b>	<b>ΠΙΚΡΟ</b>	<b>ΠΙΚΑΝΤΙΚΟ</b>	<b>ΑΡΜΟΝΙΑ</b>
Λάδι από τριφασικό ελαιοτριβείο με σπαστήρα	78	0	3.5	2.0	2.9	3.8
Λάδι από πολτό ελιάς που πάρθηκε από τις ίδιες ελιές με μηχάνημα πατέ και μπήκε κατευθείαν στο μαλακτήρα	117	0	4.5	2.0	3.4	6.0

Πίνακας 4. Αποτελέσματα πειραματικού μέρους

<b>ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΟ</b>	<b>Ολικές</b>	<b>Ελαιασίνη</b>	<b>Υδροζυτ.</b>	<b>Τυροζ.</b>	<b>Οξύτ.</b>	<b>K270</b>	<b>K232</b>
<b>Αγροτικός Συν. Δολών 2Φασικο ΕΛΙΕΣ (άγουρες 17.12.2019)</b>	308	55	0	0		0.132	1.41
<b>Αγροτικός Συν. Δολών 2Φασικο ΧΑΜΟΥΡΙ</b>	212	2	0	0		0.129	1.33

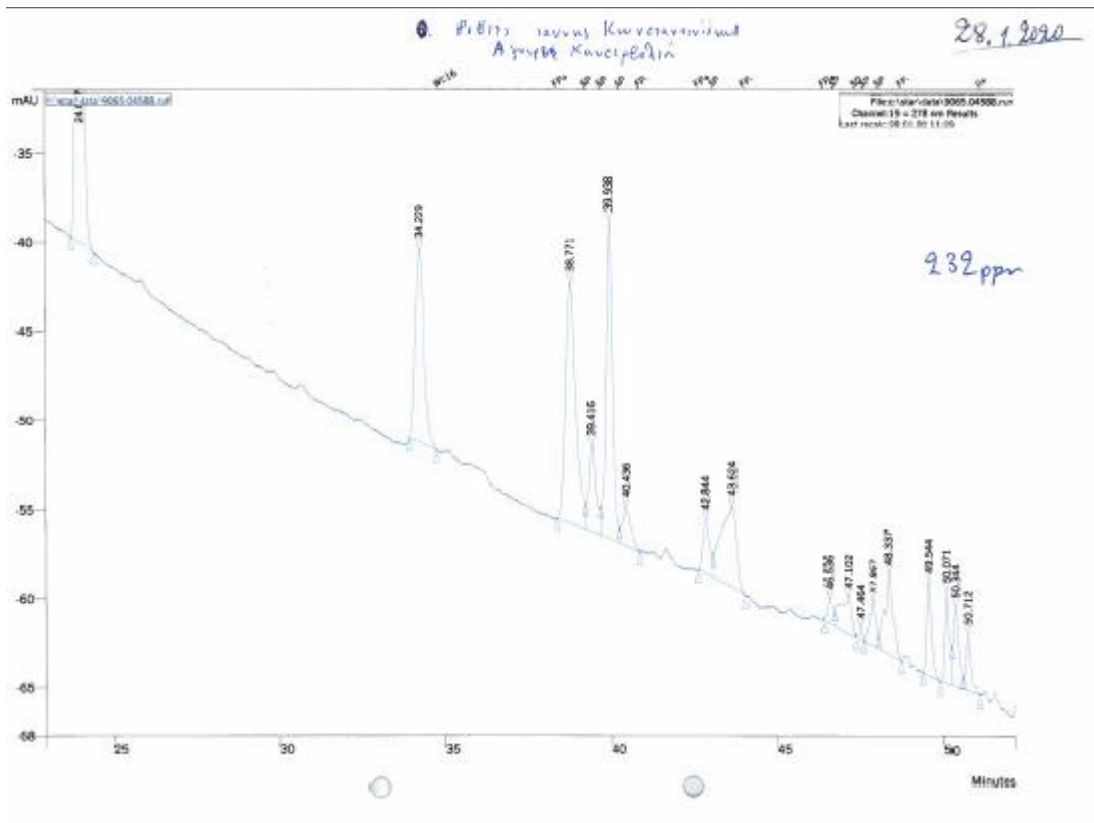


Αγροτικός Συν. Δολών 2Φασικο ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ	246	27	0	0	0.50	0.137	1.42
Αγροτικός Συν. Δολών 2Φασικο ΕΛΙΕΣ (άγουρες 17.12.2019) ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 20.4.2020	288	3	9	72			
Αγροτικός Συν. Δολών 2Φασικο ΧΑΜΟΥΡΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 20.4.2020	196	1	3	46			
Αγροτικός Συν. Δολών 2Φασικο ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ 20.4.2020	229	6	17	33			
Αγροτικός Σωτηρ. 2Φασικο ΕΛΙΕΣ (άγουρες 19.12.2019)	280	22	0	0		0.127	1.68
Αγροτικός Σωτηρ. 2Φασικο ΧΑΜΟΥΡΙ	199	10	0	0		0.133	1.60
Αγροτικός Σωτηρ. 2Φασικο ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ	285	66	0	0	0.35	0.132	1.36
Αγροτικός ΑΒΙΑΣ 2Φασικο ΕΛΙΕΣ (ημιώριμες 17.1.2020)	238	9	0	0		0.124	1.42
Αγροτικός ΑΒΙΑΣ 2Φασικο ΧΑΜΟΥΡΙ	178	4	0	0		0.108	1.38
Αγροτικός ΑΒΙΑΣ 2Φασικο ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ	242	23	0	0	0.31	0.131	1.45
Πουλάκος Τριφασικό ΕΛΙΕΣ (άγουρες 17.12.2019)	281	27	0	0		0.130	1.51
Πουλάκος Τριφασικό ΧΑΜΟΥΡΙ	206	5	0	0		0.159	1.53
Πουλάκος Τριφασικό ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ	237	20	0	0	0.23	0.141	1.51
Αγροτικός Συν. Κάμπου 2Φασικο ΕΛΙΕΣ (ώριμες 13.1.2020)	141	3	0	0		0.106	1.36
Αγροτικός Συν. Κάμπου 2Φασικο ΧΑΜΟΥΡΙ	156	3	0	0		0.138	1.32
Αγροτικός Συν. Κάμπου 2Φασικο ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ	196	21	0	0	0.25	0.113	1.34
Μηλιώνης 2Φασικο ΕΛΙΕΣ (ωριμες 17.1.2020)	137	1	0	0		0.111	1.79
Μηλιώνης 2Φασικο ΧΑΜΟΥΡΙ	133	0	0	0		0.125	1.65

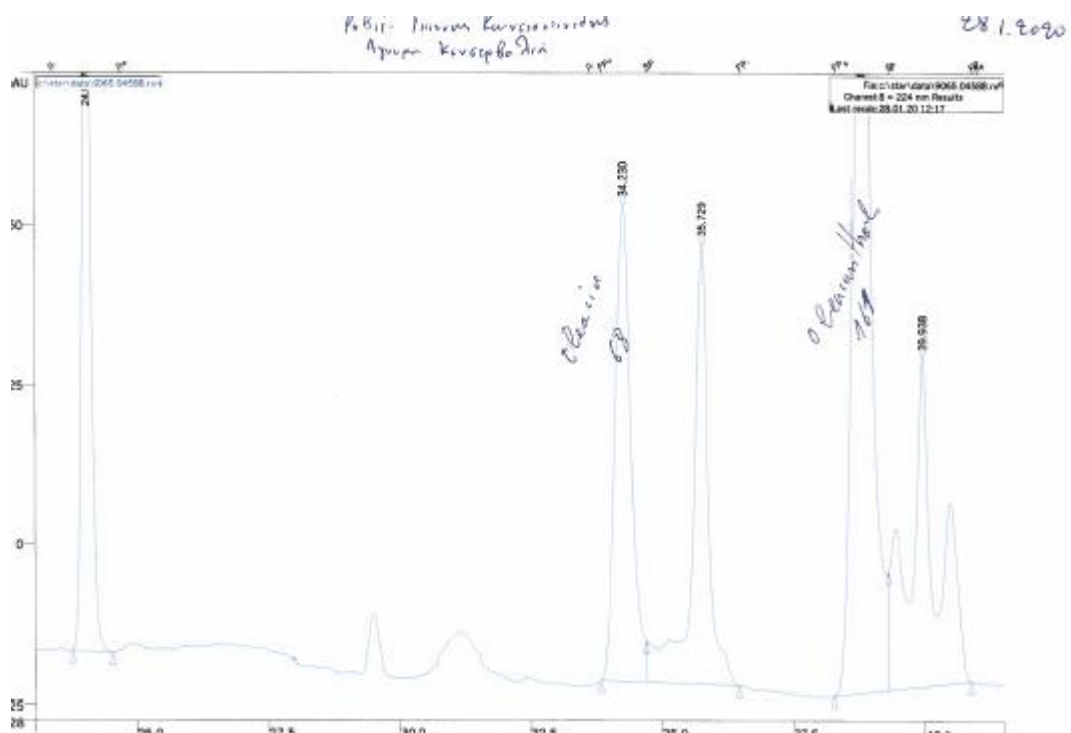
<b>Μηλιώνης 2Φασικο ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ</b>	223	44	0	0	0.34	0.133	1.53
<b>Αγροτικός Σωτηρ. 2Φασικο ΕΛΙΕΣ (ώριμες 10.2.2020)</b>	183	5	2	6		0.123	1.42
<b>Αγροτικός Σωτηρ. 2Φασικο ΧΑΜΟΥΡΙ</b>	180	7	0	5		0.119	1.46
<b>Αγροτικός Σωτηρ. 2Φασικο ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗΡΑΣ</b>	207	19	10	5	0.8	0.134	1.45

Πίνακας 5. Αποτελέσματα πειράματος με διαφοροποίηση χρόνου μάλαξης

Χρόνος μάλαξης σε υπερώριμες ελιές, ΑΣ Δολών. Λάδι από τον μαλακτήρα				
10min	317	16	2.2	0
20min	300	21	2.6	0
30min	320	33	3.4	0
40min	351	45	4.4	0

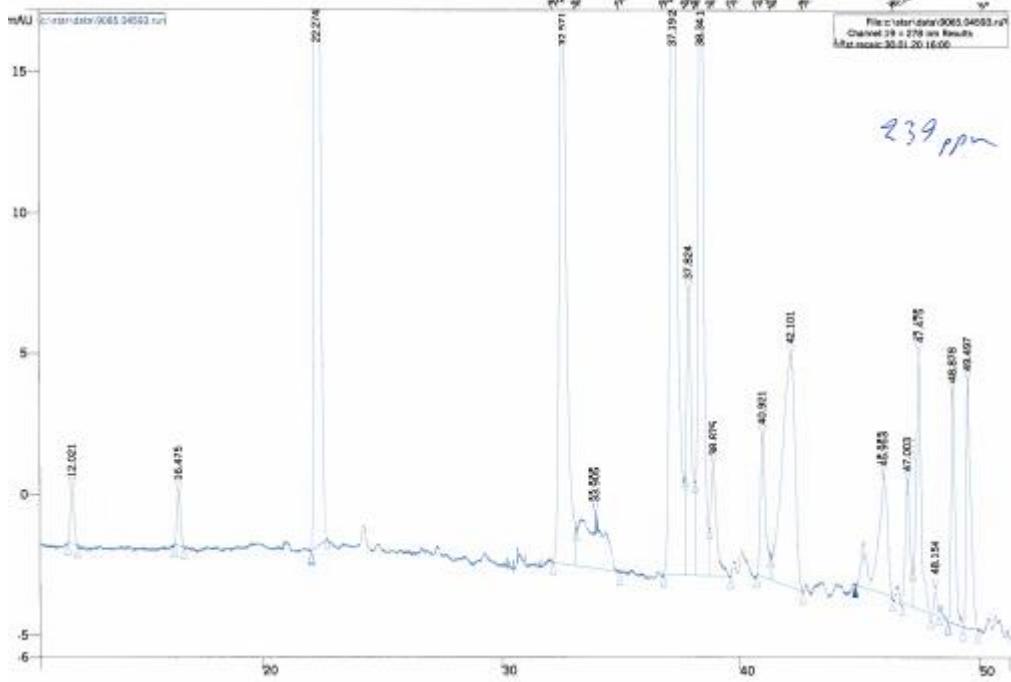


Χρωματογράφημα 1. Αγυρθε Κονσερβολία 28.01.2020



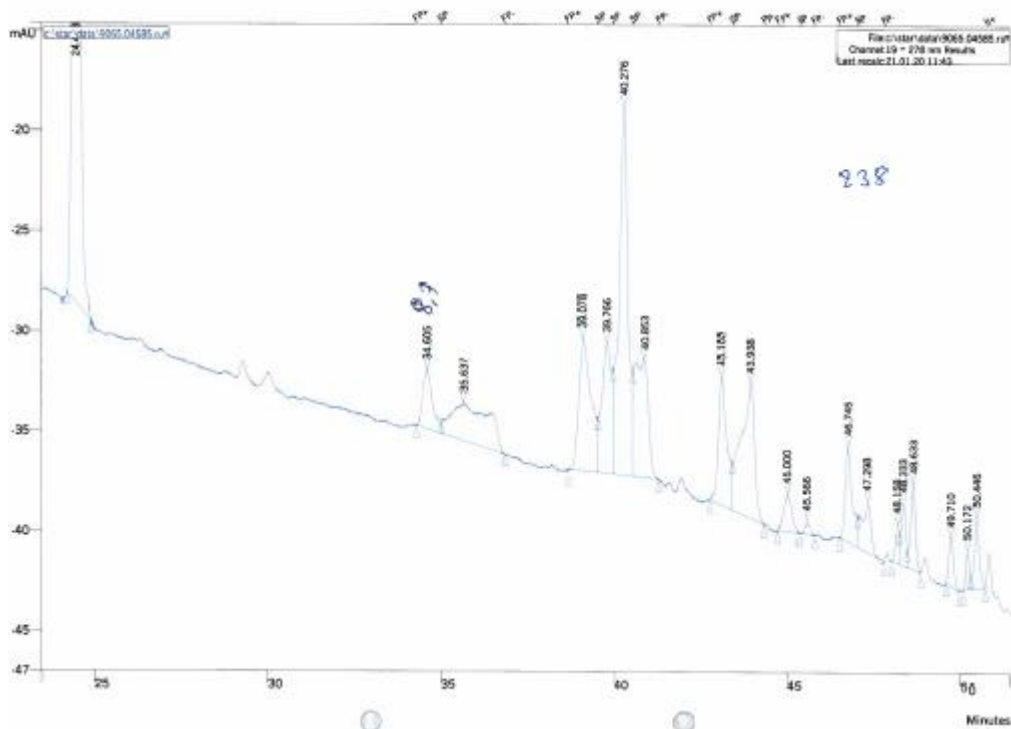
Χρωματογράφημα 2. Αγυρθε Κονσερβολία 28.01.2020

Γίνουμε Κονσερβοποίηση 30.1.2020 βανά πιράαφα ενυ ΗΡΛΛ για καλιζου διαλογισμο  
 ται ιδιου σπαρτυ ενφρλιεκαζου

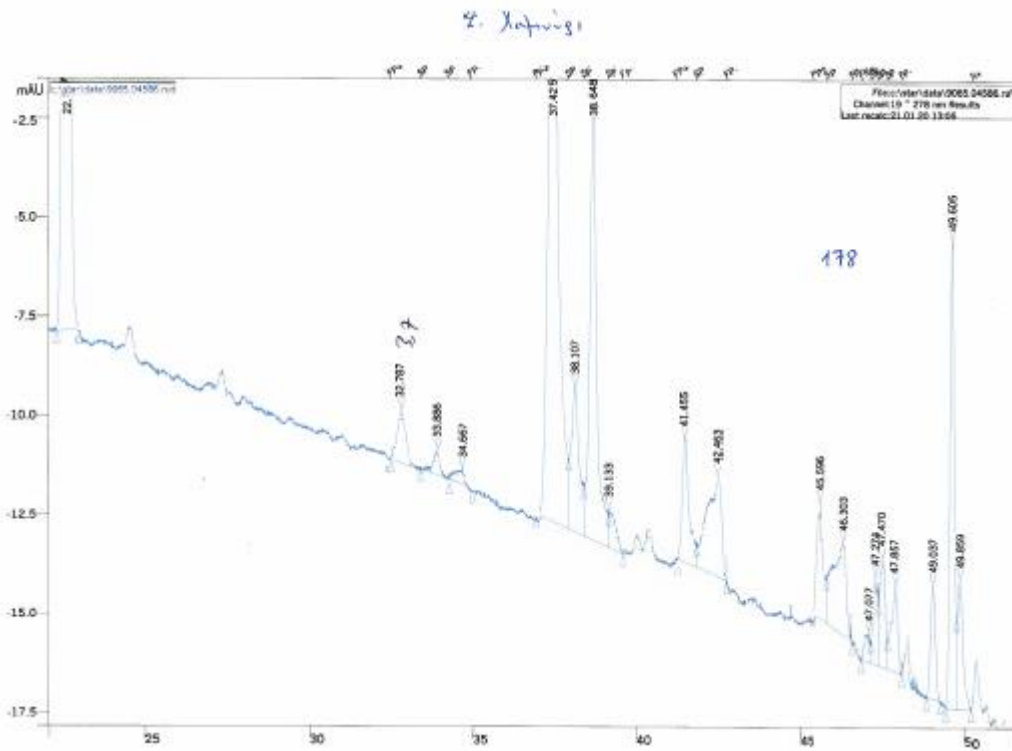


Χρωματογράφημα 3. Αγουρες Κονσερβολιά 30.01.2020

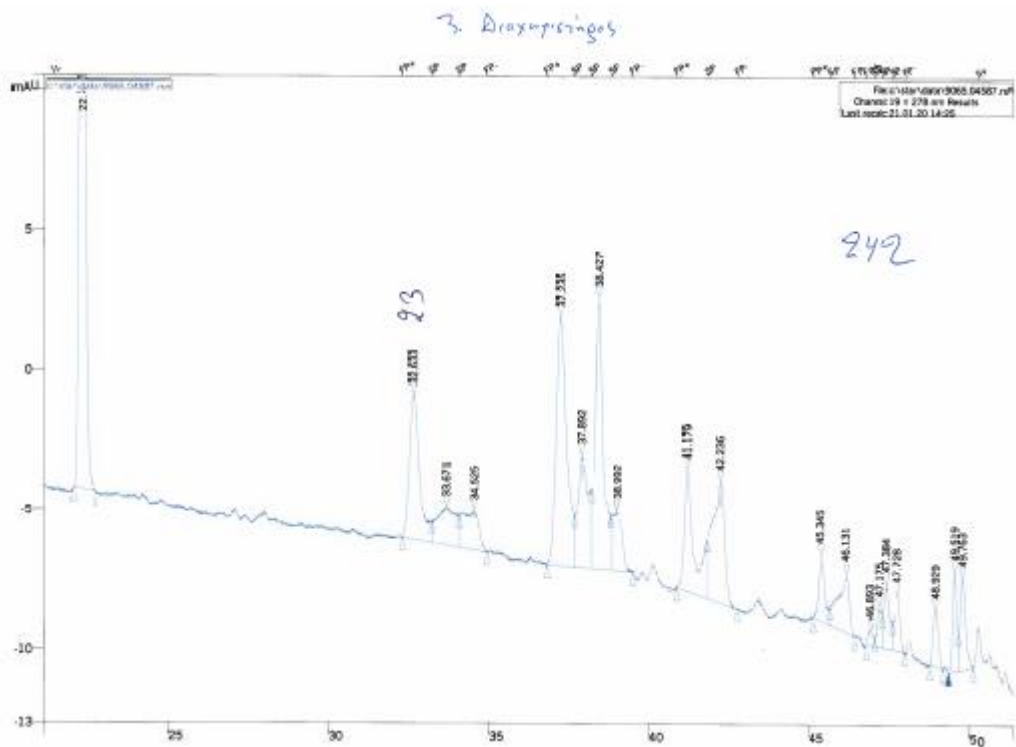
1. Ελιές



Χρωματογράφημα 4. Ελιές

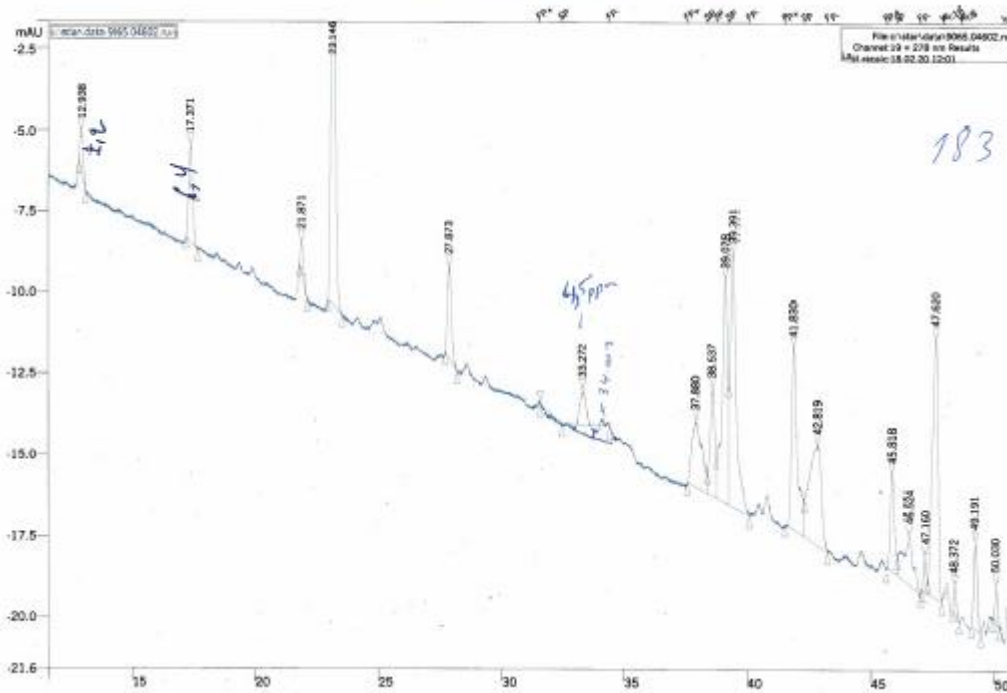


Χρωματογράφημα 5. Χαμούρι



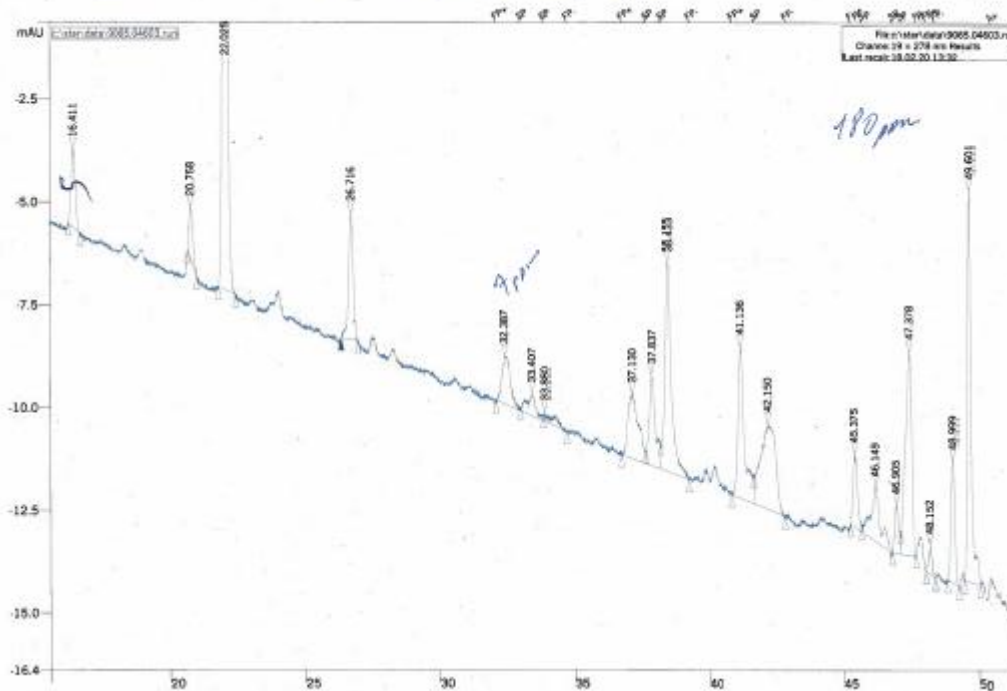
Χρωματογράφημα 6. Διαχωριστήρας

1. ΑΣ. Σωτηριάνικα Ελιάς

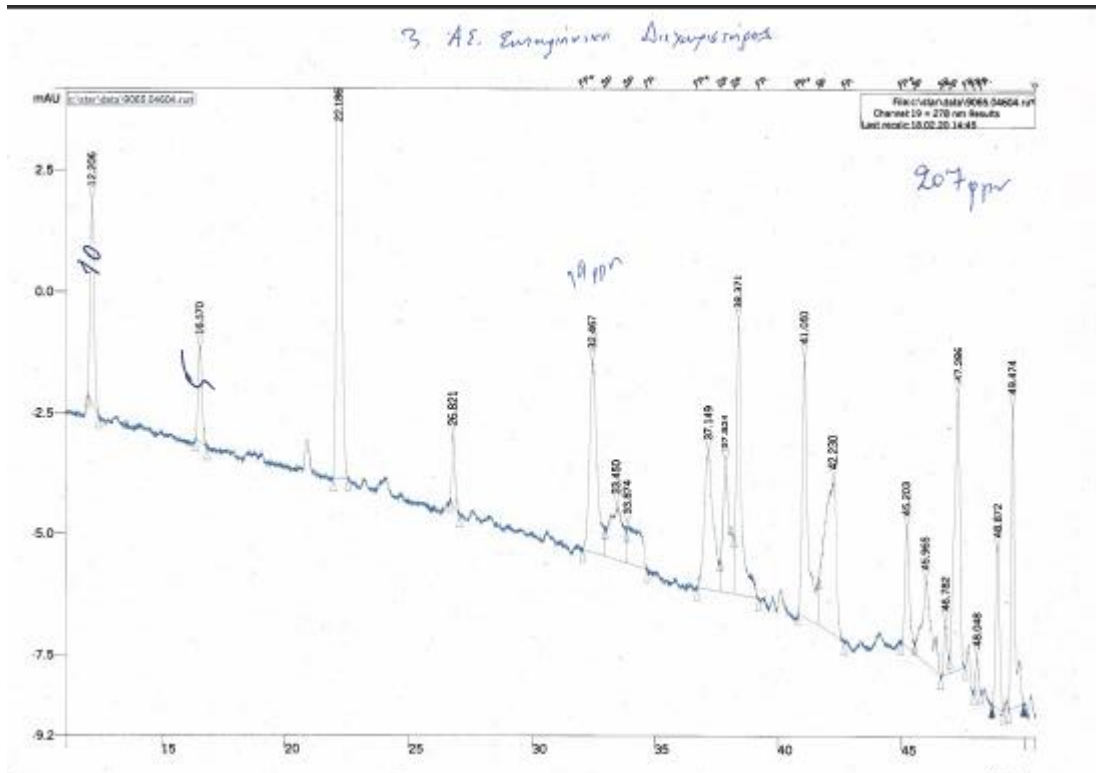


Χρωματογράφημα 7. Α.Σ. Σωτηριάνικα ελιές

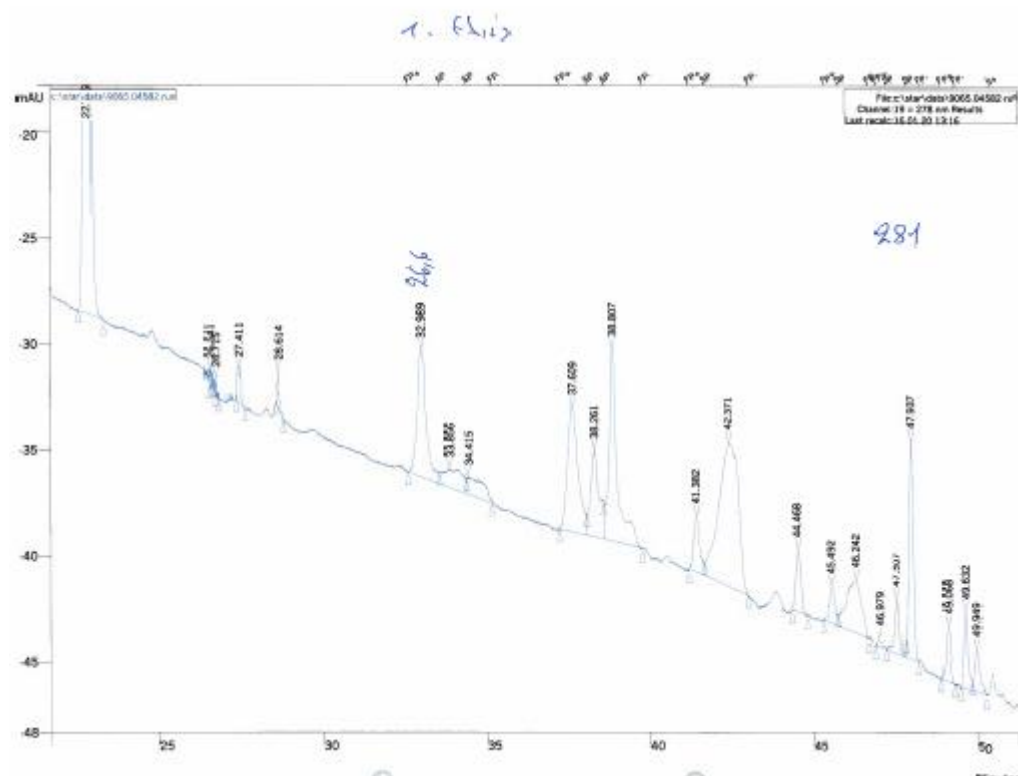
2. ΑΣ. Σωτηριάνικα Χαμόρι



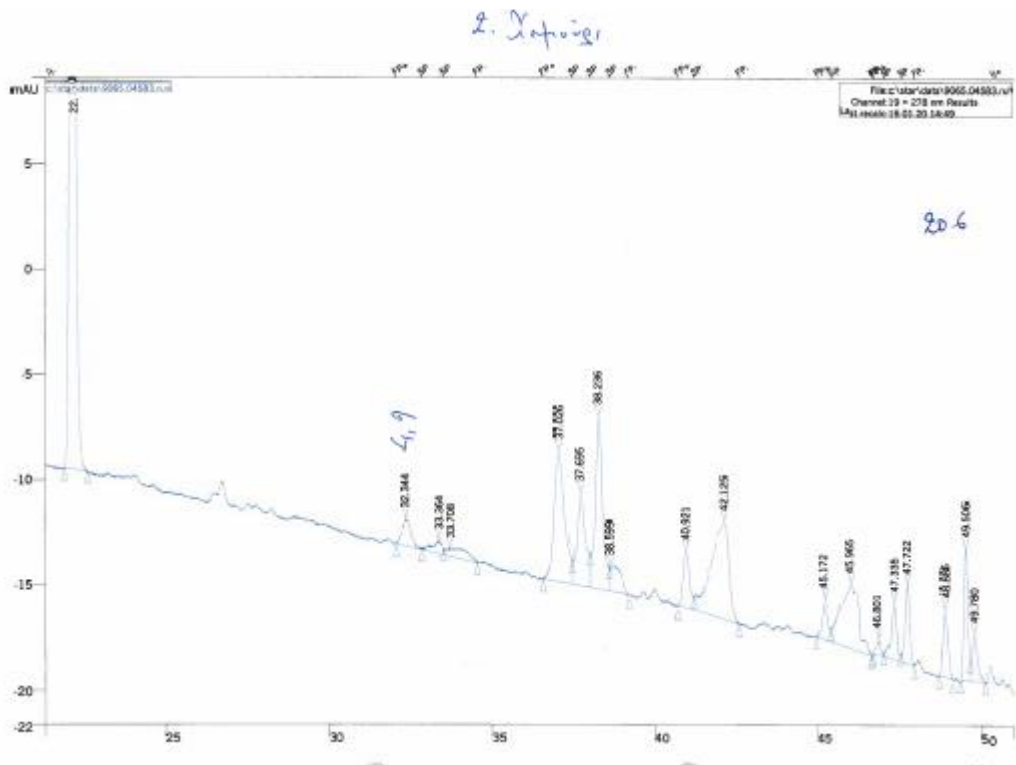
Χρωματογράφημα 8. Α.Σ. Σωτηριάνικα χαμόρι



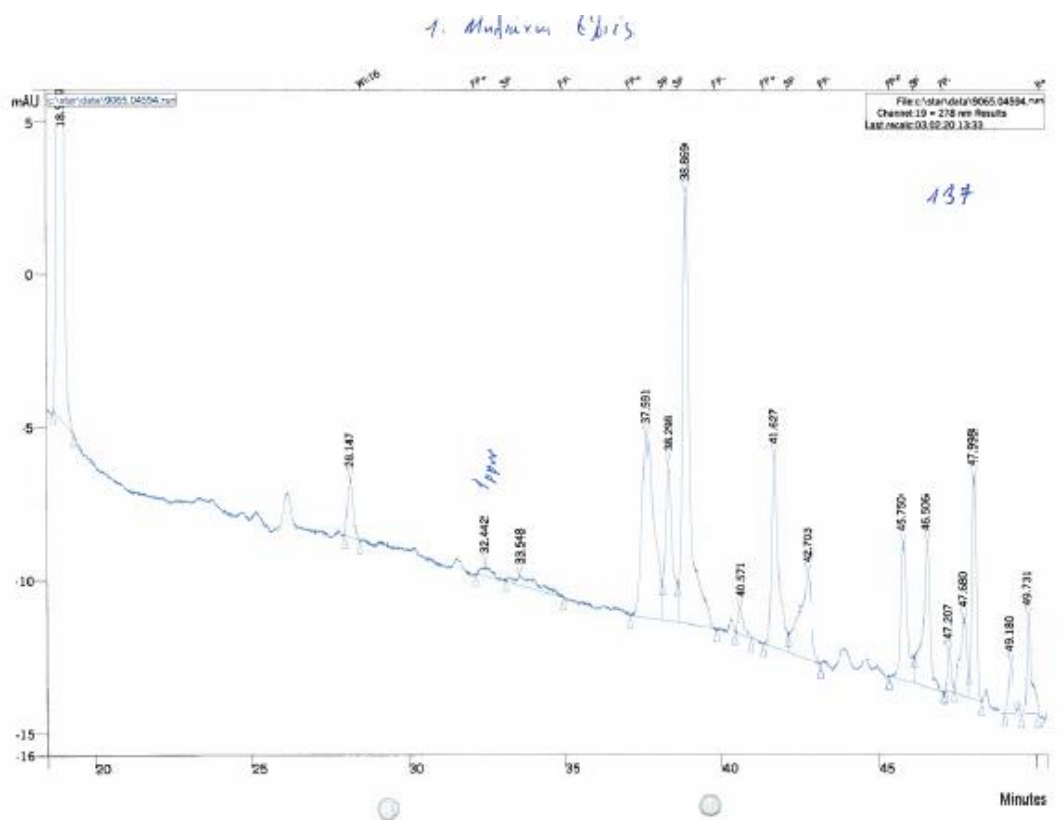
Χρωματογράφημα 9. Α.Σ. Σωτηριάνικα διαχωριστήρας



Χρωματογράφημα 10. Ελιές



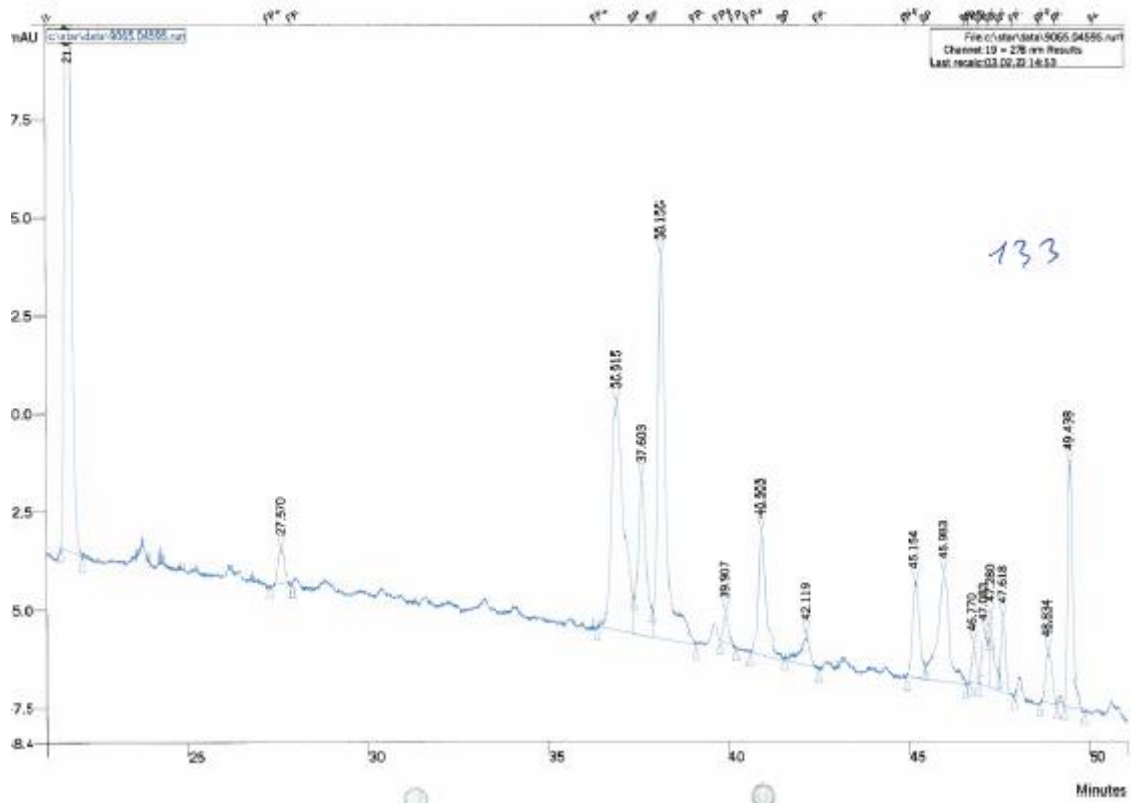
Χρωματογράφημα 11. Χαμούρι



Χρωματογράφημα 12 Μηλιώνης Ελιές

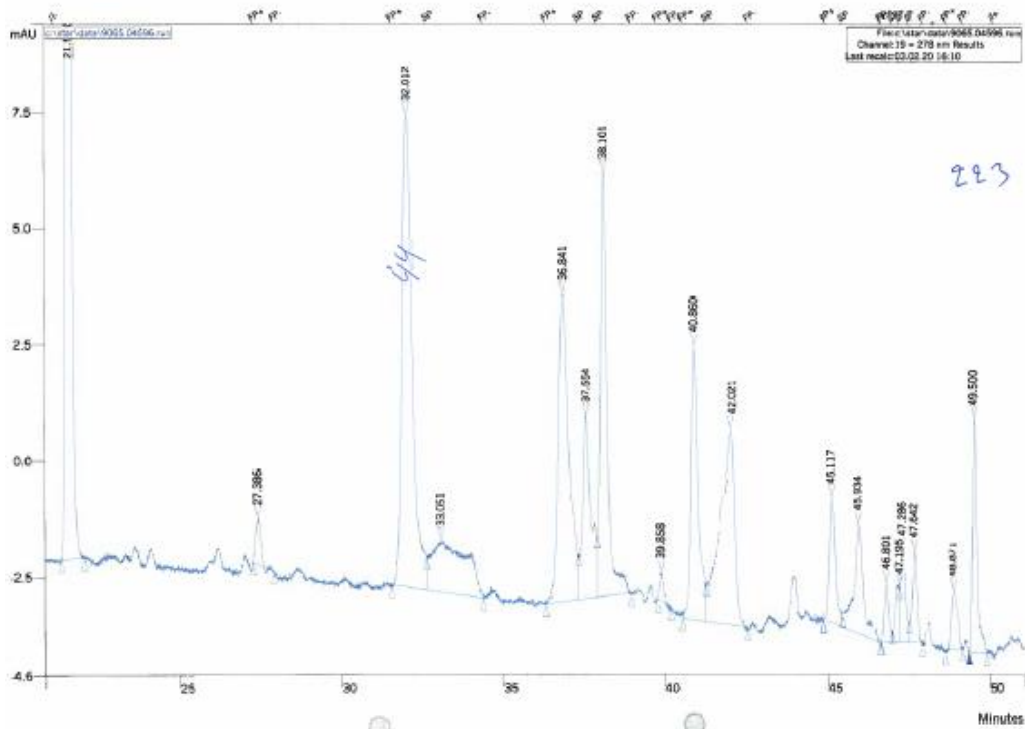


2. Μηλιώνης Χαμούρι

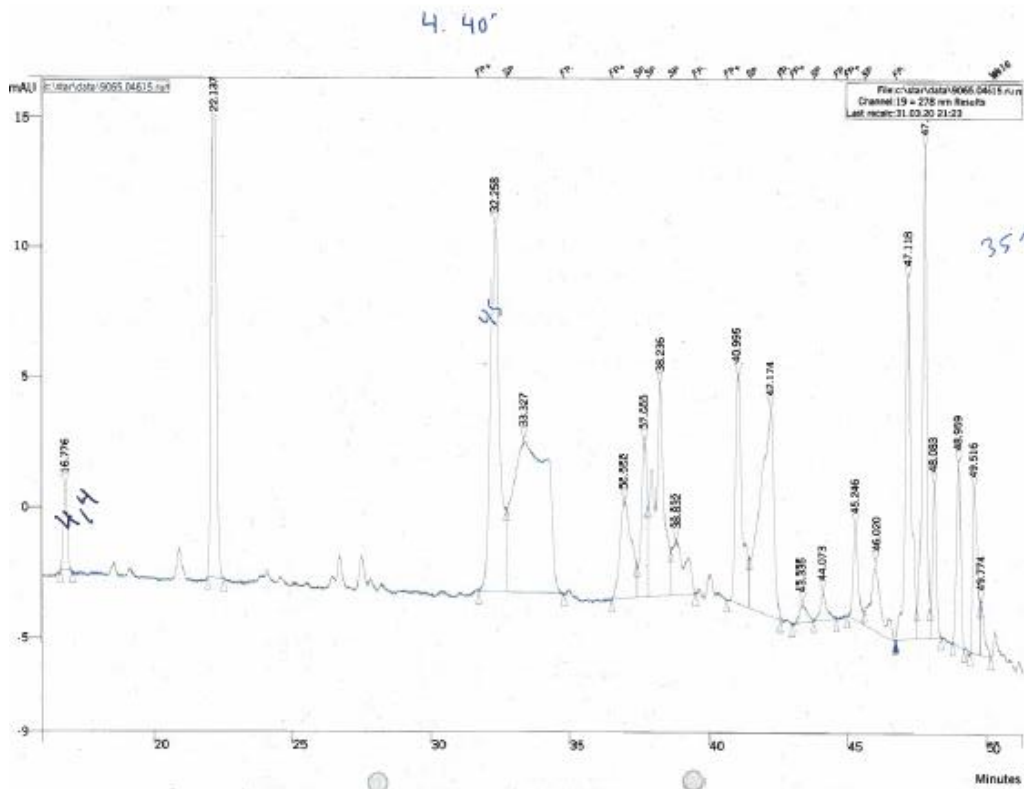


Χρωματογράφημα 13 Μηλιώνης Χαμούρι

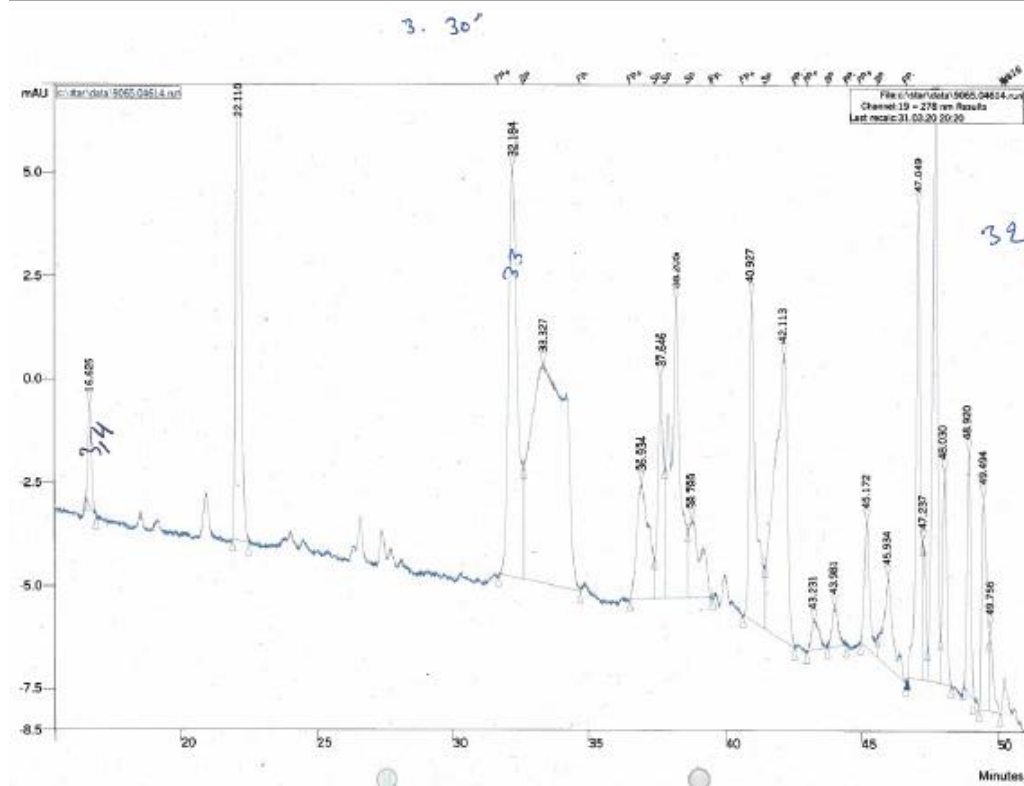
3. Μηλιώνης Διαχωριστής



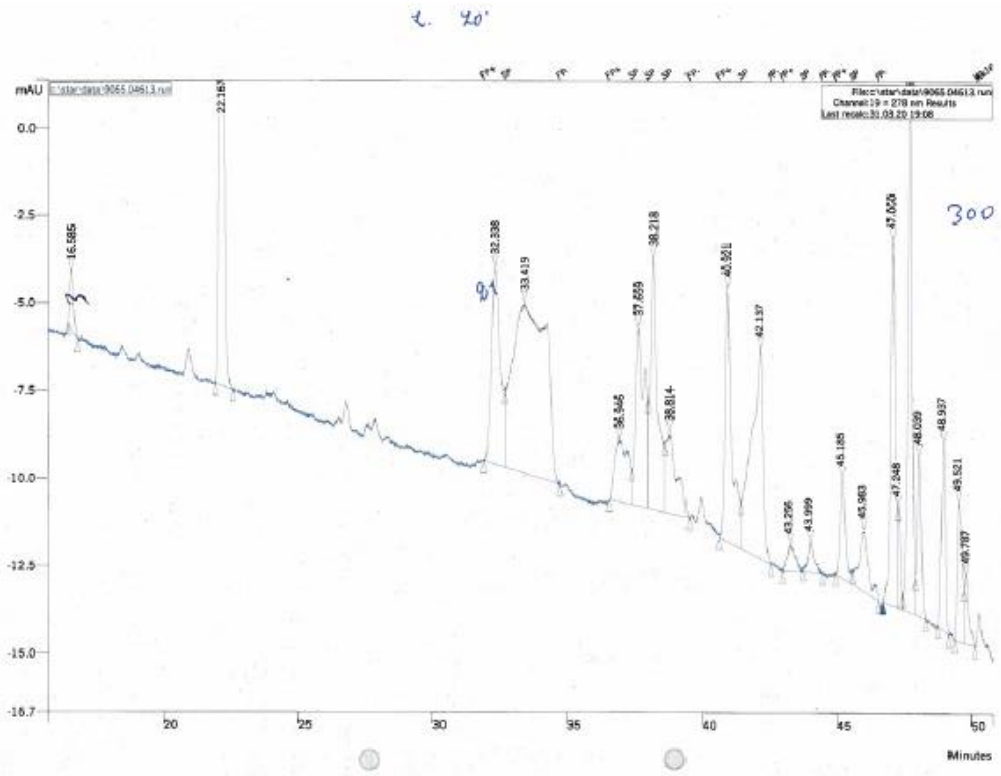
Χρωματογράφημα 14 Μηλιώνης Διαχωριστής



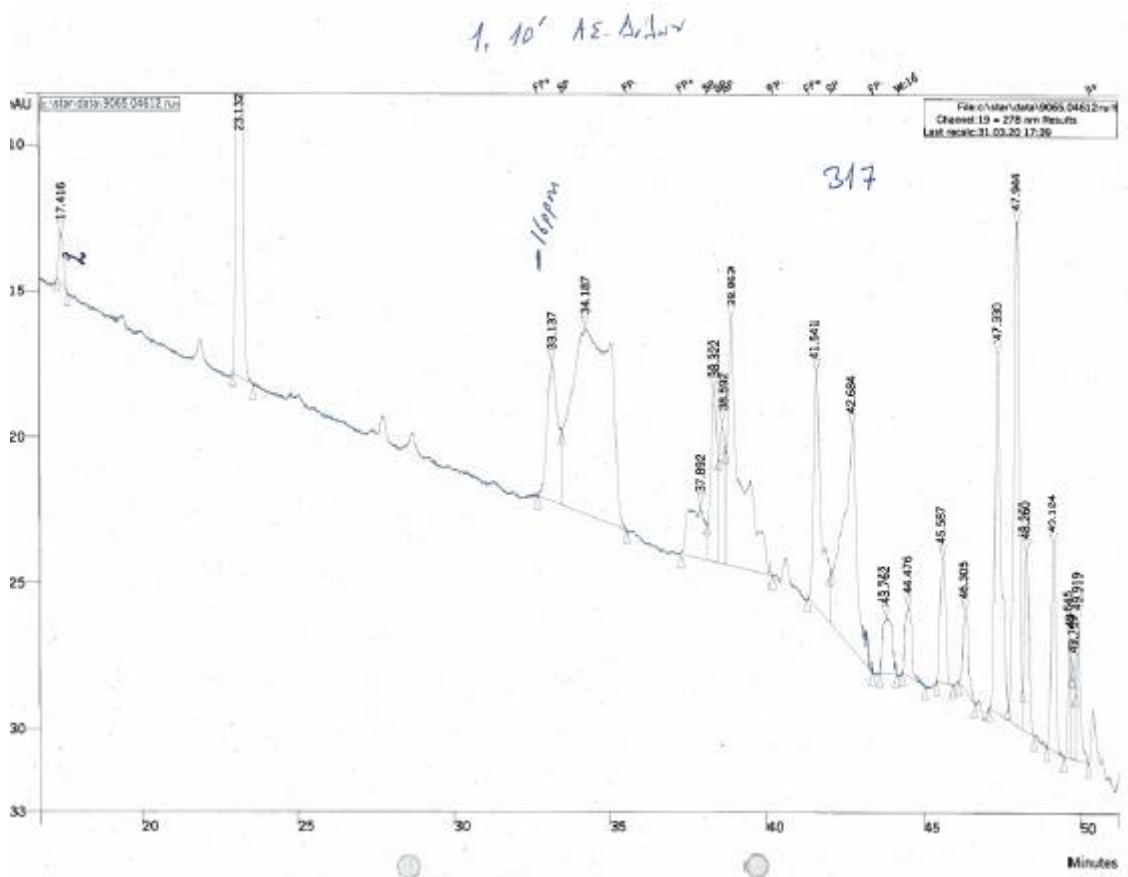
Χρωματογράφημα 15 Χρόνος Μάλαξης 40'



Χρωματογράφημα 16 Χρόνος Μάλαξης 30'



Χρωματογράφημα 17 Χρόνος Μάλαξης 20'



Χρωματογράφημα 18 Χρόνος Μάλαξης 10'