



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ & ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία

«Προσέγγιση στην διατροφική αξιολόγηση της αξίας του
Ελαιόλαδου μέσα από το πρόγραμμα Aristoil»

Μιχαηλίδου Δήμητρα

Πασαριβάκη Μαρκέλα

ΑΜ: 1875, 1854

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Τσικαλάκης Γεώργιος

ΣΗΤΕΙΑ, «Απρίλιος» «2021»



HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF NUTRITION & DIETETICS SCIENCES

THESIS

for the Undergraduate Degree

«Approach to the nutritional evaluation of the value of Olive Oil
through the Aristoil program»

«Dimitra Michailidou» &

«Markela Pasarivaki»

YD: 1875, 1854

Three-member Examination Committee

Tsikalakis Georgios

SITIA «April» «2021»

Υπέθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

Αποδέχομαι ότι η Βιβλιοθήκη μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

«Η παρούσα διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε το διάστημα μεταξύ Δεκεμβρίου 2020 και Απριλίου 2021 στα πλαίσια της περάτωσης των σπουδών μας στο Τμήμα Επιστημών Διατροφής & Διαιτολογίας του Ελληνικού Μεσογειακού Πανεπιστημίου, ολοκληρώθηκε με την απόλυτη συνεργασία μας με πολυάριθμους, πολυμαθείς και πολύπειρους καθηγητές μας.

Ως την ελάχιστη δυνατή μνεία, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνησή της παρούσας μελέτης και ιδιαίτερα τις οικογένειες και τους γονείς μας για τη συνεχή υποστήριξη και βοήθειά τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας.

Θα θέλαμε επίσης να εκφράσουμε τη βαθύτερη ευγνωμοσύνη μας στον επιβλέποντα καθηγητή μας Κο Τσικαλάκη Γεώργιο. Είμαστε εξαιρετικά ευγνώμονες καθώς η επιτυχής περάτωση της εργασίας μας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την υποστήριξη και την συμβουλευτική του. Οι ουσιαστικές υποδείξεις του και το καλό κλίμα συνεργασίας κατά την κατάρτιση της εργασίας μας ήταν καθοριστικής σημασίας και η επισήμανσή των παραπάνω είναι το λιγότερο που μπορούμε να κάνουμε»

Περίληψη

Το ελαιόλαδο συμπεριλαμβάνεται στα υγιοπροστατευτικά προϊόντα που σχετίζονται με τη μεσογειακή διατροφή. Μέσω της συστηματικής κατανάλωσης ελαιόλαδου ασκούνται αντιοξειδωτικές δράσεις στο DNA, αντιφλεγμονώδεις δράσεις στους ιστούς, αντιυπερτασικές δράσεις στο κυκλοφορικό, βελτιώνεται το προφίλ των λιπιδίων, η αντίσταση στην ινσουλίνη καθώς και η ενδοθηλιακή δυσλειτουργία. Εν ολίγοις, το ελαιόλαδο μπορεί να δράσει προστατευτικά τόσο απέναντι στις καρδιαγγειακές όσο και στις μεταβολικές διαταραχές. Οι πολυφαινόλες αποτελούν το κυριότερο συστατικό του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου που δημιουργούν υγιοπροστατευτικό περιεχόμενο. Πρόκειται για μια ομάδα μορίων υψηλής διατροφικής επίδρασης που ανιχνεύονται στο παρθένο ελαιόλαδο, μεταξύ των οποίων η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη και τα παράγωγά τους.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση της διατροφικής αξιολόγησης του ελαιόλαδου, μέσω του προγράμματος Aristoil. Το πρόγραμμα αυτό έχει ως στόχο του, αφενός την ανάδειξη των ευεργετικών ιδιοτήτων του ελαιόλαδου για την ανθρώπινη υγεία και αφετέρου την ευαισθητοποίηση του κόσμου σχετικά με τα οφέλη του. Το πρόγραμμα Aristoil, για την ανίχνευση των φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο, χρησιμοποιεί την μέθοδο του Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (NMR) και την μέθοδο της Υγρής Χρωματογραφίας Φασματομετρίας Μαζών (LC- MS/MS). Η μέθοδος NMR, αποτελεί ένα αξιόπιστο και πολύτιμο εργαλείο αξιολόγησης της ποιότητας και αυθεντικότητας του ελαιόλαδου, ενώ η μέθοδος LC- MS/MS, είναι μια μέθοδος διαχωρισμού και ανίχνευσης μεγάλων ομάδων δευτερογενών μεταβολιτών στα φυτά.

Όπως συμπεραίνεται, παρά τις βέλτιστες προθέσεις των υπευθύνων συντονιστών του προγράμματος, υπάρχουν ακόμη ζητήματα που πρέπει να ρυθμιστούν, έτσι ώστε αυτό το προϊόν να γίνει ευρέως διαθέσιμο και αποδεκτό τόσο από την επιστημονική κοινότητα, όσο κι από την καταναλωτική. Για παράδειγμα, πρέπει να συμφωνηθεί μια και μοναδική αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης κι αξιολόγησης της περιεκτικότητας των πολύτιμων φαινολών. Επιπλέον, το προϊόν πρέπει να γίνει ευρύτερα γνωστό στο καταναλωτικό κοινό, χωρίς να υποβαθμίζονται οι υπόλοιπες ποικιλίες και χωρίς να παρέχονται

ανυπόστατα ερευνητικά ή ανέκδοτα στοιχεία. Οι εμπορικοί εκπρόσωποι του ελαιόλαδου θα πρέπει να συσπειρωθούν έτσι ώστε να εκμεταλλευτούν τις επιστήμες έρευνας και ανάπτυξης με κοινό σκοπό την παροχή ενός νέου και πολλά υποσχόμενου αγαθού στους καταναλωτές.

Λέξεις – Κλειδιά

Ελαιόλαδο, μεσογειακή διατροφή, πολυφαινόλες, Aristoil, Aristoleo

Abstract

Olive oil is included in the health-related Mediterranean diet basic products. Systematic consumption of olive oil exerts antioxidant effects on DNA, anti-inflammatory effects on tissues, antihypertensive effects on the circulatory system, improves lipid profile, insulin resistance and endothelial dysfunction. In short, olive oil can act as a protector against both cardiovascular and metabolic disorders. Polyphenols are the main component of extra virgin olive oil that create a health-protective content. It is a group of high nutritional molecules detected in virgin olive oil, including tyrosol, hydroxytyrosol and their derivatives.

The purpose of this dissertation is to present the nutritional evaluation of olive oil, through the Aristoil program. The aim of this program is to highlight the beneficial properties of olive oil for human health and to raise public awareness about its benefits. The Aristoil program, for the detection of phenolic compounds in olive oil, uses the method of Nuclear Magnetic Resonance (NMR) and the method of Liquid Mass Chromatography (LC-MS / MS). The NMR method is a reliable and valuable tool for assessing the quality and authenticity of olive oil, while the LC-MS / MS method is a method for the separation and detection of large groups of secondary metabolites in plants.

In conclusion, despite the best intentions of the project coordinators, there are still issues that need to be addressed so that this product becomes widely available and accepted by both the scientific and consumer communities. For example, a single reliable method of measuring and evaluating the content of valuable phenols must be agreed upon. In addition, the product must be made more widely known to the consumer public, without degrading the other varieties and without providing non-existent research or anecdotal evidence. Olive oil traders need to come together to take advantage of research and development sciences with the common goal of providing a new and promising good to consumers.

Keywords

Olive oil, Mediterranean diet, polyphenols, Aristoil, Aristoleo

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vii
Περιεχόμενα.....	ix
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Κατάλογος Πινάκων	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Συνομογραφίες & Ακρωνύμια	xiii
NMR Μέθοδος Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού	xiii
LC- MS/MS Υγρή Χρωματογραφία Φασματομετρία Μαζών	xiii
ΜΣΑΦ Μη Στεροειδή Αντιφλεγμονώδη Φάρμακα	xiii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
Εισαγωγή	3
Κεφάλαιο 1. Λίγα λόγια σχετικά με το ελαιόλαδο	5
1.1. Προέλευση	5
1.2. Διατροφική αξία.....	5
1.3. Σύνθεση	6
1.4. Ταξινόμηση.....	8
1.4.1 Παρθένο ελαιόλαδο	8
1.4.2 Εξευγενισμένο ελαιόλαδο.....	9
1.4.3 Αναμεμιγμένο ελαιόλαδο	9
1.4.4 Βιομηχανικά λάδια	9
Κεφάλαιο 2: Φαινόλες	10
2.1 Ορισμός φαινολών	10
2.2 Φαινόλες και ελαιόλαδο	11

2.3 Ταξινόμηση φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο (Διατροφικά κέρδη).....	13
2.3.1 Οφέλη της υδροξυτυροσόλης στην υγεία.....	14
2.3.2 Οφέλη της ελαιοευρωπαϊνης στην υγεία.....	15
2.3.3 Οφέλη της ελαιοκανθάλης στην υγεία.....	17
2.3.4 Οφέλη του καφεϊκού οξέος στην υγεία.....	18
Κεφάλαιο 3. Aristoil.....	20
3.1 Παρουσίαση προγράμματος.....	20
3.1.1 Έμπνευση.....	20
3.1.2 Αποστολή.....	21
3.1.3 Εταίροι.....	22
3.1.4 Σκοπός.....	22
3.1.5 Άτομα ή ομάδες που αφορά το πρόγραμμα.....	23
3.1.6 Κύριες δραστηριότητες.....	24
3.2 Μέθοδος αναγνώρισης φαινολικών ενώσεων (Πρότυπη Μέθοδος NMR).....	27
Κεφάλαιο 4. Ζητήματα παραγωγής και βελτίωσης της διατροφικής αξίας του ελαιόλαδου	32
4.1 Παραγωγή ελαιόλαδου.....	32
4.1 Παράγοντες βελτίωσης παραγωγικής διαδικασίας.....	34
Συζήτηση.....	36
Θετικά και αρνητικά προγράμματος.....	36
Συμπεράσματα.....	52
Περιορισμοί της Έρευνας.....	54
Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	55
Παράρτημα Α: «τίτλος παραρτήματος».....	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	57

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Σχήμα 1-1 Γραφική απεικόνιση (αριστερά) και τρισδιάστατη δομή του μορίου της φαινόλης	12
Εικόνα 1-1 Κατάλογος επιτρεπόμενων ισχυρισμών υγείας για ενώσεις που εντοπίζονται σε προϊόντα.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης. 4
Εικόνα 1-2 Πρακτική οπτική αξιολόγηση φιαλιδίου με εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο για την εμπειρική ανίχνευση συγκέντρωσης ελαιοκανθάλης και ελαϊκίνης	28
Εικόνα 1-3 Συσκευή πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού NMR	32
Εικόνα 1-4 Παράδειγμα ανάλυσης ελαιόλαδου με την μέθοδο NMR	34

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1-1 Αυξημένα επίπεδα ελαιοκανθάλης και άλλων φαινολικών ενώσεων στο
ελαιόλαδο που επιτεύχθηκαν και δημοσιεύθηκαν για την περίοδο 2017-2018 44

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΕΠΕ	Εξαιρετικά Παρθένο Ελαιόλαδο
NMR	Μέθοδος Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού
LC- MS/MS	Υγρή Χρωματογραφία Φασματομετρία Μαζών
ΜΣΑΦ	Μη Στεροειδή Αντιφλεγμονώδη Φάρμακα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση της διατροφικής αξιολόγησης του ελαιόλαδου, μέσω του προγράμματος Aristoil. Το πρόγραμμα αυτό έχει ως στόχο του, αφενός την ανάδειξη των ευεργετικών ιδιοτήτων του ελαιόλαδου για την ανθρώπινη υγεία και αφετέρου την ευαισθητοποίηση του κόσμου σχετικά με τα οφέλη του.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία θα αποτελέσει ένα είδος ερευνητικής-βιβλιογραφικής εργασίας. Για την διεξαγωγή της, θα χρησιμοποιήσουμε βιβλιογραφία που αναφέρεται στις φαινόλες, την ποιότητα του ελαιόλαδου και τις τεχνικές παραγωγής, συσκευασίας και αποθήκευσης. Επιπλέον, θα γίνει χρήση δεδομένων διαφόρων ερευνών που έχουν διεξαχθεί από το Τμήμα της Φαρμακευτικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών και τους συντελεστές του προγράμματος Aristoil που σχετίζονται με τα οφέλη των φαινολών και τις ευεργετικές ιδιότητες του ελαιόλαδου.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή

Αφορμή για την διεξαγωγή της διπλωματικής μας εργασίας είναι η σημασία της ελιάς, αλλά κυρίως του ελαιολάδου στον τόπο μας. Ένα σύμβολο και μια διατροφική αξία που χαρακτηρίζουν τη χώρα μας μέσα στους αιώνες. Τα τελευταία χρόνια, η Μεσογειακή διατροφή και το ελαιόλαδο, που έχει καθοριστικό ρόλο σε αυτήν, λόγω των ευεργετικών ιδιοτήτων του, και τη σημαντική συμβολή του στην υγεία, συστήνεται ολοένα και περισσότερο από τους επιστήμονες υγείας σε όλο τον κόσμο (Carmen et al., 2018). Στη χώρα μας, η χρήση του ελαιόλαδου, αλλά και οι ευεργετικές του ιδιότητες, είναι γνωστές από την αρχαιότητα, και αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ιστορίας μας, αλλά και της οικονομίας του τόπου μας.

Το ελαιόλαδο είναι ο φυσικός χυμός που λαμβάνεται από τον καρπό της ελιάς, με μηχανικές ή άλλες φυσικές μεθόδους υπό συνθήκες που δεν υποβαθμίζουν τη βιολογική αξία των συστατικών του, και το οποίο δεν έχει δεχτεί περεταίρω διεργασίες εκτός από το πλύσιμο, καθίζηση, φυγοκέντριση και διήθηση (International Olive Council, 2019). Από την αρχαιότητα έως και σήμερα, το ελαιόλαδο αποτελεί ένα πολύτιμο προϊόν υψηλής βιολογικής και διατροφικής αξίας για τον άνθρωπο, ενώ παράλληλα αποτελεί και ένα εθνικό προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας για τη χώρα μας (Κυριτσάκης, 2007).

Το Aristoil, είναι ένα πρόγραμμα συγχρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Interreg Mediterranean 2014-2020, το οποίο χρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης, καθώς και από εθνικές χρηματοδοτήσεις. Στόχος του προγράμματος αυτού είναι η δημιουργία ενός συμπλέγματος ελαιοπαραγωγών, που θα εκπαιδευτούν κατάλληλα και θα είναι ικανοί να παράγουν εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο υψηλής περιεκτικότητας σε φαινόλες. Το πρόγραμμα, βασίζεται στην παραγωγή υψηλών φαινολικών εξαιρετικών παρθένων ελαιολάδων και στην προώθηση τους στην αγορά. Ως υπόβαθρο για την προώθηση και παραγωγή ελαιολάδου υψηλού σε φαινόλες χρησιμοποιείται ο κανονισμός 432/2012 του ισχυρισμού υγείας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Aristoil, 2019).

Αναφορικά, ο κανονισμός 432/2012 του ισχυρισμού υγείας, αναφέρει ότι οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου, συμβάλλουν στην προστασία του αίματος από το

οξειδωτικό στρες. Η χρήση του παραπάνω κανονισμού είναι εφικτή μόνο για ελαιόλαδο που είναι πλούσιο σε πολυφαινόλες. Συγκεκριμένα, ανά 20g ελαιολάδου θα πρέπει να περιέχονται τουλάχιστον 5mg υδροξυτυροσόλης και των παραγώγων της. Η ελαιοευρωπαϊνή και η ελαιοκανθάλη είναι δύο από τα παράγωγα της υδροξυτυροσόλης που συναντάμε συχνά μέσα στο πρόγραμμα Aristoil. Επιπλέον, πρέπει να υπάρχει αναφορά στην ετικέτα του προϊόντος που να ενημερώνει τους καταναλωτές ότι τα ευεργετικά αποτελέσματα εξασφαλίζονται με την ημερήσια πρόσληψη 20g ελαιολάδου (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2012).

Οι πολυφαινόλες ανήκουν σε μια μεγάλη ετερογενή ομάδα ενώσεων με κοινό τους χαρακτηριστικό το ότι φέρουν ένα ή περισσότερα υδροξύλια. Οι φυτικές πολυφαινόλες προκύπτουν ως δευτερογενή προϊόντα του μεταβολισμού των φυτών και συναντώνται στη φύση συνδεδεμένες με υδατάνθρακες μέσω των υδροξυλίων (6). Οι φυτικές πολυφαινόλες χωρίζονται στα φλαβονοειδή, τα φαινολικά οξέα, τις ανθοκυανίνες και τα στυλβένια (Scalbert & Williamson, 2000).

Το πρόγραμμα Aristoil, για την ανίχνευση των φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο, χρησιμοποιεί την μέθοδο του Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (NMR) και την μέθοδο της Υγρής Χρωματογραφίας Φασματομετρίας Μαζών (LC- MS/MS) (Aristoil, 2019). Η μέθοδος του Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (NMR), αποτελεί ένα αξιόπιστο και πολύτιμο εργαλείο αξιολόγησης της ποιότητας και αυθεντικότητας του ελαιολάδου (Dais & Hatzakis, 2013). Τέλος, η μέθοδος της Υγρής Χρωματογραφίας Φασματομετρίας Μαζών, είναι μια μέθοδος διαχωρισμού και ανίχνευσης μεγάλων ομάδων δευτερογενών μεταβολιτών στα φυτά (Moco et al., 2006).

Κεφάλαιο 1. Λίγα λόγια σχετικά με το ελαιόλαδο

1.1. Προέλευση

Η ελιά που αναφέρεται και *Olea europaea L*, είναι ένα είδος μικρού δέντρου που καλλιεργείται εδώ και περίπου 6.000 χρόνια και σύγχρονα διανέμεται ευρέως από τις Μεσογειακές χώρες. Ως κύριο παράγωγο προϊόν της ελιάς, το ελαιόλαδο σημειώνει διαχρονικά μεγάλη δημοτικότητα, λόγω των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του και των σχετικών ευεργετικών επιδράσεων του στην υγεία. Το φυτό ευδοκίμει σε κλίματα που χαρακτηρίζονται από ήπιους και βροχερούς χειμώνες και ζεστά, ξηρά καλοκαίρια, καθιστώντας τις μεσογειακές χώρες και ειδικότερα την Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα, τους κυριότερους παραγωγούς ελιάς διαχρονικά (Jimenez-Lopez et al., 2020).

1.2. Διατροφική αξία

Το παρθένο ελαιόλαδο θεωρείται ένα από τα πολλά υγιή συστατικά που σχετίζονται με τη μεσογειακή διατροφή (Parkinson & Ciceralo, 2016). Όπως τεκμηριώνεται από πολλές δημοσιευμένες μελέτες της τελευταίας δεκαετίας, οι περισσότερες από τις ευεργετικές επιπτώσεις της μεσογειακής διαίτας στην προώθηση της ανθρώπινης υγείας μπορούν να αποδοθούν στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο. Στην πραγματικότητα, έχει αποδειχθεί ότι μέσω της συστηματικής κατανάλωσης ελαιόλαδου μπορεί α) να μειωθεί η οξείδωση των λιπιδίων και του DNA και η φλεγμονή β) να βελτιωθεί το προφίλ των λιπιδίων, η αντίσταση στην ινσουλίνη καθώς και η ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, και γ) να μειωθεί η αρτηριακή πίεση που παρουσιάζουν οι υπερτασικοί ασθενείς. Εν ολίγοις, το ελαιόλαδο μπορεί να δράσει προστατευτικά τόσο απέναντι στις καρδιαγγειακές όσο και στις μεταβολικές διαταραχές (De Santis et al., 2019). Στην πραγματικότητα, ιστορικά και σε βάθος αιώνων το ελαιόλαδο έχει αναγνωριστεί ως ισχυρός φαρμακολογικός παράγοντας

από τους Έλληνες ιατρούς της αρχαιότητας, μέχρι τον Ιπποκράτη που είχε από πολύ νωρίς αναφέρει περίπου 60 καταστάσεις υγείας για τις οποίες η κατανάλωση και η χρήση του παρθένου ελαιόλαδου μπορούσε να είναι επωφελής (Caramia et al., 2012).

1.3. Σύνθεση

Το ελαιόλαδο συνίσταται κυρίως από σαπωνοποιήσιμο (περίπου 99%) και ασαπωνοποιήτο κλάσμα (περίπου 1%). Το μεγαλύτερο μέρος του ελαιόλαδου που είναι το σαπωνοποιήσιμο κλάσμα, αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από τριγλυκερίδια. Στα τριγλυκερίδια οφείλεται η λιπαρή αίσθηση του ελαιόλαδου στην αφή και στο στόμα. Μέσω της διάσπασης των τριγλυκεριδίων παράγονται ελεύθερα λιπαρά οξέα, στα οποία οφείλεται η οξύτητα του τελικού προϊόντος. Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα είναι συνήθως στερεά ενώ τα ακόρεστα παραμένουν υγρά (ΕΦΕΤ, 2012).

Η χημική σύνθεση του ελαιόλαδου ποικίλλει ανάλογα με την τεχνολογία εξαγωγής που εφαρμόζεται ούτως ώστε να απομονωθεί το έλαιο από τον καρπό. Η εξαγωγή του ελαιόλαδου από τον καρπό εκτελείται μέσω σύνθλιψης του καρπού και διαχωρισμό του ελαίου από τον πολτό σε συνθήκες υψηλής πίεσης. Επιπροσθέτως, το ελαιόλαδο μπορεί να εξωθείται, να συμπιέζεται και να επανασυμπιέζεται με ή χωρίς τη χρήση ζεστού νερού. Το ελαιόλαδο που λαμβάνεται ύστερα από τις παραπάνω διεργασίες συνήθως χαρακτηρίζεται από ισχυρότερη ένταση χρώματος, ασθενέστερο άρωμα, και υψηλότερη περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα (Gorzynik-Debicka et al., 2018).

Εκτός από τα τριγλυκερίδια και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα, άλλα συστατικά του σαπωνοποιήσιμου κλάσματος είναι τα (University of Córdoba, 2018) :

- Διγλυκερίδια
- Μονογλυκερίδια
- Φωσφολιπίδια
- Εστέρες λιπαρών οξέων

Από την άλλη μεριά, στο σημαντικά μικρότερο ασαπωνοποιήτο κλάσμα του ελαιόλαδου συγκαταλέγονται οι (University of Córdoba, 2018) :

- Φαινόλες
- Τοκοφερόλες
- Υδρογονάνθρακες
- Χρωστικές
- Πτητικά
- Τερπένια
- Στερόλες
- κ.α

στις οποίες οφείλονται οι γευστικο-οσφραντικές του ιδιότητες. Μεταξύ των επιμέρους συστατικών του κλάσματος αυτού, οι υδρογονάνθρακες, οι φαινόλες και οι τοκοφερόλες συνιστούν φυσικά αντιοξειδωτικά του ελαιόλαδου, που επηρεάζουν και τη γεύση του ελαιόλαδου. Ωστόσο, η γεύση και το χαρακτηριστικό άρωμα του ελαιόλαδου οφείλονται κυρίως στα πτητικά συστατικά, μεταξύ των οποίων όπως οι υδρογονάνθρακες, οι αλδεϋδες, οι αλκοόλες, οι κετόνες, οι εστέρες, κλπ. Τέλος, το χρώμα του ελαιόλαδου εξαρτάται από την συγκέντρωση των χρωστικών όπως το καροτένιο, η χλωροφύλλη κλπ. (ΕΦΕΤ, 2012).

Περίπου το 98% του παρθένου ελαιόλαδου αποτελείται από τριακυλογλυκερόλες (TGAs), μια ομάδα εστέρων γλυκερόλης που περιέχουν διαφορετικά λιπαρά οξέα. Το ελαϊκό οξύ είναι ένα από τα βασικότερα λιπαρά οξέα, ενώ επίσης υπάρχουν παλμιτικό οξύ, λινολεϊκό οξύ, στεατικό οξύ και παλμιτολεϊκό οξύ. Επιπλέον, υπάρχουν δευτερεύουσες ενώσεις που είναι λιπόφιλες ή αμφίφιλες συμπεριλαμβανομένων των φυτοστερολών όπως η β-σιτοστερόλη, η καμπεστερόλη και οι 4-μεθυλοστερόλες αλλά και υδρογονάνθρακες όπως το σκουαλένιο και το β-καροτένιο. Υπάρχουν επίσης λιπαρές αλκοόλες, τριτερπενικές αλκοόλες και τριτερπενικά οξέα, όπως η ερυθροδιόλη, το ελαινολικό οξύ (ή το ελαιϊνικό οξύ) και το μασλινικό οξύ. Υπάρχουν, επίσης τοκοφερόλες όπως η α-τοκοφερόλη και χρωστικές ουσίες (Papanikolaou, Melliou & Magiatis, 2019). Παρά την μεγάλη συγκέντρωση διαφόρων αντιοξειδωτικών παραγόντων και άλλων φυτοχημικών ενώσεων, έχει αναφερθεί ότι κατά την διάρκεια της έκθεσης του ελαιόλαδου σε θερμοκρασία τηγανίσματος στον αέρα, χάνονται οι περισσότερες από αυτές τις μη λιπιδικές φυσικές ενώσεις (Ros, 2003). Άλλα δευτερεύοντα συστατικά του

παρθένου ελαιόλαδου είναι οι εστέρες στερολών, τα γλυκερογλυκολιπίδια, τα φωσφατιτίδια, οι κήροι και οι μονο- και διακυλογλυκερόλες (Papanikolaou, Melliou & Magiatis, 2019).

Μια άλλη ομάδα μορίων υψηλής διατροφικής επίδρασης που ανιχνεύονται στο παρθένο ελαιόλαδο, είναι οι φαινολικές ενώσεις (ή πολυφαινόλες όπως συνήθως αποκαλούνται), όπως η τυροσόλη και η υδροξυτυροσόλη και τα παράγωγά τους (Papanikolaou, Melliou & Magiatis, 2019). Όπως υποδηλώνει το όνομά τους, οι πολυφαινόλες είναι φυσικές, συνθετικές ή ημισυνθετικές οργανικές ενώσεις με πολλές φαινολικές ομάδες στη δομή τους. Αυτό σημαίνει ότι οι πολυφαινόλες συνήθως περιέχουν έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτύλιους με υδροξυλικές ομάδες συνδεδεμένες σε αυτούς (Gorzynik-Debicka et al., 2018).

1.4. Ταξινόμηση

Στη Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για το ελαιόλαδο (United Nations Conference on Olive Oil) που πραγματοποιήθηκε στη Γενεύη το 1961, το ελαιόλαδο ταξινομήθηκε βάση της μεθόδου παρασκευής και της περιεκτικότητάς του σε λιπαρά οξέα σε τέσσερις ομάδες (Raina, 2003) :

1.4.1 Παρθένο ελαιόλαδο

Με το προσδιοριστικό «παρθένο» επισημαίνεται το ελαιόλαδο που εξάγεται μέσω συμπίεσης και είναι ελεύθερο προσμίξεων. Ονομάζεται «εξαιρετικά παρθένο» όταν το ελαϊκό οξύ δεν υπερβαίνει το 1g/100g, και «φίνο» όταν η περιεκτικότητά του σε οξέα δεν υπερβαίνει τα 1,5g/100g και η γεύση είναι τέλεια. Το «κοινό παρθένο» ελαιόλαδο μπορεί να περιέχει λιπαρά οξέα σε συγκέντρωση έως και 3,0g/100g και να έχει ελαφρώς κακή γεύση. Στην περίπτωση αυτή το ελαιόλαδο ταξινομείται στην κατηγορία «λαμπάντε» (labante), με την οποία επισημαίνεται το παρθένο ελαιόλαδο που είναι ακατάλληλο για κατανάλωση και προορίζεται μόνο για ραφινάρισμα ή βιομηχανική χρήση

1.4.2 Εξευγενισμένο ελαιόλαδο

Αυτό το λάδι μπορεί να ονομαστεί «καθαρό» όταν εξευγενίζεται από παρθένο έλαιο και «δεύτερης ποιότητας» όταν εξευγενίζεται από εκχύλισμα διαλύτη.

1.4.3 Αναμεμιγμένο ελαιόλαδο

Το αναμεμιγμένο ελαιόλαδο μπορεί να ονομαστεί «καθαρό» όταν αποτελείται από ένα μείγμα παρθένου και εξευγενισμένου λαδιού και «blended» όταν περιέχει ένα μείγμα παρθένου και εξευγενισμένου ελαιόλαδου δεύτερης ποιότητας.

1.4.4 Βιομηχανικά λάδια

Αυτά τα έλαια λαμβάνονται μέσω εκχύλισης υπολείμματος ελιάς με διαλύτες. Το λάδι που παράγεται μέσω χημικής εκχύλισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κατανάλωση μόνο μετά το ραφινάρισμα (refining). Η μέθοδος εξευγενισμού αποσκοπεί στον καθαρισμό του εκχυλισμένου ελαίου από οποιονδήποτε υπολειπόμενο διαλύτη και άλλες ακαθαρσίες. Το ραφινάρισμένο ελαιόλαδο στερείται βιταμινών, πολυφαινόλων, φυτοστερολών και άλλων φυσικών συστατικών χαμηλού μοριακού βάρους (Gorzynik-Debicka et al., 2018).

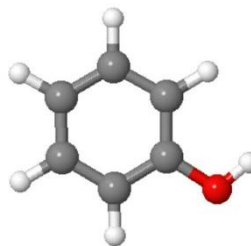
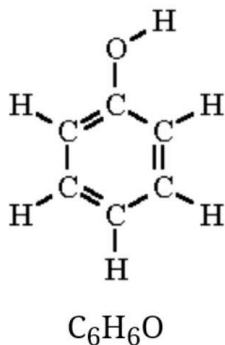
Συνοψίζοντας, το ελαιόλαδο που μπορεί να είναι παρθένο, εξευγενισμένο ή αναμεμιγμένο συνιστά ένα κεντρικά τοποθετημένο τρόφιμο καθημερινής χρήσης στη μεσογειακή διατροφή. Εκτός από την πλούσια γεύση του και την μοναδική σύστασή του που το καθιστά αναπόσπαστο πρόσθετο σε κάθε μαγειρικό εγχείρημα, οι πρόσφατες ανακαλύψεις και επισημάνσεις της αξίας του φαινολικού του περιεχομένου για την υγεία καθιστούν επιβεβλημένη την αύξηση της καθημερινής του χρήσης για την πρόληψη πολλών δυσεπίλυτων και χρόνιων ασθενειών.

Κεφάλαιο 2: Φαινόλες

2.1 Ορισμός φαινολών

Οι φαινόλες συνιστούν πιθανώς τη μεγαλύτερη ομάδα δευτερογενών μεταβολιτών, με ποικίλο μέγεθος. Μπορούν να διακρίνονται από μια απλή δομή με έναν αρωματικό δακτύλιο έως πολύπλοκες δομικές μονάδες όπως οι λιγνίνες. Πολλές απλές φαινόλες είναι υπεύθυνες για τη γεύση (π.χ η ευγενόλη στα γαρίφαλα). Ονομάζονται και φαινυλο-προπανοειδή καθώς είναι γνωστό ότι προέρχονται από το αμινοξύ φαινυλαλανίνη. Διαθέτουν μια δομή έξι ατόμων άνθρακα (C6) και μια λειτουργική ομάδα (μια υδροξυλομάδα) ενωμένη απευθείας με τον βενζολικό δακτύλιο. Περιλαμβάνουν διάφορες ομάδες που καθορίζονται ανάλογα με τη φύση του ανθρακικού σκελετού, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι (Aldred, Buck & Vall, 2009) οι :

- απλές φαινόλες
- κινόνες
- ναφθοκινόνες
- ανθρακινόνες
- ξανθόνες
- κουμαρίνες (συμπεριλαμβανομένων των φουρανοκουμαρινών και των χρωμονών)
- φλαβονοειδή
- τανίνες
- λιγνίνη και λιγνάνες



Σχήμα 1-1

Γραφική απεικόνιση (αριστερά) και τρισδιάστατη δομή του μορίου της φαινόλης (πηγή <https://www.chem.purdue.edu/jmol/molecules/phenol.html>)

Ένα φαινολικό μόριο είναι συχνά χαρακτηριστικό ενός είδους φυτού ή ακόμη και ενός συγκεκριμένου οργάνου ή ιστού του εκάστοτε φυτού, καθιστώντας την ακριβή επίγνωση της φύσης όλων των πολυφαινολών σχετικά αδύνατη. Ωστόσο, είναι απαραίτητη η γνώση των κυριότερων κατηγοριών των πολυφαινολών που καταναλώνονται, καθώς και το φαινολικό περιεχόμενο ορισμένων βασικών τροφίμων ευρείας και καθημερινής κατανάλωσης όπως το ελαιόλαδο (Scalbert & Williamson, 2000).

2.2 Φαινόλες και ελαιόλαδο

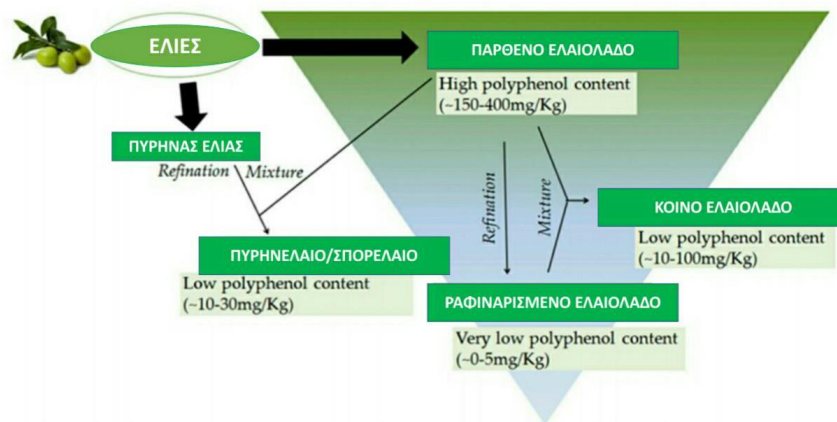
Είναι πλέον γνωστό ότι το παρθένο ελαιόλαδο περιέχει περίπου 36 φαινολικές ενώσεις, οι οποίες διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην ποιότητα ενός προϊόντος με υγειοπροστατευτικές και υγειοπροαγωγικές ιδιότητες. Η έρευνα που διερευνά τις φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου και τα οφέλη για την ανθρώπινη υγεία επικεντρώθηκε στη φλεγμονή, την αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δραστηριότητα, καθώς και σε άλλους βιολογικούς δείκτες μη μεταδοτικών ασθενειών. Οι βασικότερες φαινολικές ενώσεις είναι η *ελαιοευρωπεΐνη* (oleuropein, άλλες ελληνικές αποδόσεις: ελευρωπαΐνη, ελαιοευρωπαΐνη, ολευρωπαΐνη, ολευρωπεΐνη) που συνιστά έναν σκεοΐριδοειδή γλυκοζίτη, η παράγωγη της *υδροξυτυροσόλη* (hydroxytyrosol) και η δευτερεύουσα φαινολική ένωση *ελαιοκανθάλη* (oleocanthal). Επιπλέον, στο παρθένο ελαιόλαδο υπάρχουν σε μικρότερες ποσότητες *φαινολικά οξέα* (υδροξυκιναμικό και υδροξυβενζοϊκό οξύ) (Parkinson & Ciceralo, 2016).

Οι φαινολικές ενώσεις διανέμονται ευρέως στους ιστούς των φυτών, συμβάλλοντας ιδιαίτερα στο χρώμα, τη γεύση και τη στυπτικότητα τους (ιδιαίτερος στα φρούτα). Η συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων μπορεί να κυμαίνεται από 0,5 έως 5,0 g ξηρού βάρους των φυτικών ιστών. Οι φαινολικές ενώσεις συχνά θεωρούνται

δευτερογενείς μεταβολίτες του μεταβολισμού των φυτών που συμβάλλουν ελάχιστα στις φυσιολογικές ή οικολογικές τους λειτουργίες (Swanson, 2003). Το φαινολικό σύμπλεγμα του ελαιόλαδου μπορεί περαιτέρω να χωριστεί σε διάφορες υποκατηγορίες. Στις απλές φαινόλες συγκαταλέγονται η τυροσόλη, η υδροξυτυροσόλη και τα φαινολικά οξέα. Στην κατηγορία των λιγνάνων συμπεριλαμβάνονται η ταξιφολίνη, η λουτεολίνη, η απιγενίνη και άλλα μόρια. Μια άλλη υποομάδα είναι τα σεκοϊριδοειδή που είναι παράγωγα της τυροσόλης, της υδροξυτυροσόλης και του ελενολικού οξέος, όπως η διαλδεϋδική μορφή του ελενολικού οξέος που συνδέεται με την υδροξυτυροσόλη (3,4-DHPEA-EDA ή ελαϊκίνη) και την τυροσόλη (p-HPEA-EDA ή oleocanthal). Η υποομάδα των σεκοϊριδοειδών περιλαμβάνει επίσης τα αγλυκόνια ελευρωπαΐνης και λιγκστροσίδης (3,4-DHPEA-EA, p-HPEA-EA, αντίστοιχα) και τις ισομορφές τους (Papanikolaou, Melliou & Magiatis, 2019).

Έχει αποδειχθεί ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων στο παρθένο ελαιόλαδο, είναι η ποικιλία των καρπών της ελιάς, η περιοχή και οι τεχνικές γεωργικής καλλιέργειας, ο βαθμός ωριμότητας κατά τη συγκομιδή, αλλά και οι διεργασίες επεξεργασίας και αποθήκευσης. Επίσης, η παλαιότητα του δένδρου της ελιάς έχει βρεθεί ότι επηρεάζει το φαινολικό περιεχόμενο (Parkinson & Cicerale, 2016).

Επιπλέον, οι διαφορετικές τεχνολογικές διαδικασίες στις οποίες υποβάλλεται το ελαιόλαδο, μπορούν να διαμορφώσουν ένα κυμαινόμενο περιεχόμενο πολυφαινολών στο τελικό προϊόν. Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα (Σχεδ. 2) απεικονίζεται το επίπεδο των πολυφαινολών στο ελαιόλαδο που εξαρτάται από την τεχνολογική διαδικασία της παραγωγής του ελαιόλαδου.



Σχεδιάγραμμα 1

Το πολυφαινολικό περιεχόμενο του ελαιόλαδου ανάλογα με την τεχνολογική διαδικασία της παραγωγής του (Μετασχεδ. από Gorzypnik-Debicka et al., 2018)

2.3 Ταξινόμηση φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο (Διατροφικά κέρδη)

Οι περισσότερες από 30 φαινολικές ενώσεις που έχουν ταυτοποιηθεί στη σύνθεση του παρθένου ελαιόλαδου σημειώνουν σημαντική παραλλαγή συγκέντρωσης που κυμαίνεται από 0,02 έως 600 mg / kg (Parkinson & Ciceralo, 2016). Οι φαινόλες που υπάρχουν στο παρθένο ελαιόλαδο, όπως η ελαιοευρωπαϊνή, η υδροξυτυροσόλη, η τυροσόλη και το καφεϊκό οξύ είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά και βοηθούν στη απομάκρυνση των ελεύθερων ριζών, υποκινώντας την αναστροφή της ανισορροπίας μεταξύ αυξημένου οξειδωτικού στρες και εξασθενημένης αντιοξειδωτικής άμυνας που επηρεάζει την ενδοθηλιακή λειτουργία (Perona et al., 2010). Αξίζει να σημειωθεί ότι το οξειδωτικό στρες, ορίζεται ως ανισορροπία μεταξύ οξειδωτικών και αντιοξειδωτικών παραγόντων στον οργανισμό, και έχει τεκμηριωθεί καλά ως ένας από τους κυριότερους ενοχοποιητικούς παράγοντες πρόκλησης ορισμένων από τις περισσότερο γνωστές νευροεξαρτώμενες διαταραχές που προκύπτουν με την πάροδο της ηλικίας (Bhooshan-Pandey, 2018).

Ειδικότερα, οι αντιδραστικές ρίζες οξυγόνου (Reactive Oxygen Species-ROS) προκαλούν ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, μια διαδικασία που έχει συσχετιστεί με την παθοφυσιολογία της υπέρτασης. Οι φαινόλες που υπάρχουν στο ελαιόλαδο, μεταξύ των οποίων η ελαιοροπίνη, η υδροξυτυροσόλη, η τυροσόλη και το καφεϊκό οξύ είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά και δεσμευτές των ελεύθερων ριζών (Tuck and Hayball, 2002). Εκτός από τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες τους, έχουν αποδειχθεί βέλτιστοι αντιφλεγμονώδεις παράγοντες για πολλούς κυτταρικούς τύπους, αναστέλλοντας την παραγωγή του λευκοτριενίου B4 στο επίπεδο της 5-λιποξυγενάσης (5-LOX) και μειώνοντας την παραγωγή αντιδραστικών ριζών οξυγόνου σε λευκοκύτταρα πειραματόζωων (de la Puerta et al., 1999).

Η πλειοψηφία των μελετών έδειξε ότι τα οφέλη της κατανάλωσης του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου οφείλονται κυρίως στις φαινολικές αλκοόλες και τα παράγωγά τους, και συγκεκριμένα στην ελαιοκανθάλη, την ελαϊκίνη, την λιγκροσίδη αγλυκόνη και την ελαιοευρωπαϊνή, οδηγώντας στην ονομασία αυτών των ενώσεων ως διατροφικών φαρμάκων. Το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο και οι ελιές που τις περιέχουν ονομάζονται λειτουργικά τρόφιμα. Το Λειτουργικό Κέντρο Τροφίμων (Functional Food Center - FFC) ορίζει τα τρόφιμα ως «Φυσικά ή μεταποιημένα τρόφιμα που περιέχουν γνωστές ή άγνωστες βιολογικά δραστικές ενώσεις». Όπως επίσης επισημαίνεται «αυτά τα τρόφιμα, σε καθορισμένες, αποτελεσματικές και μη τοξικές ποσότητες παρέχουν ένα κλινικά αποδεδειγμένο και τεκμηριωμένο όφελος για την υγεία, την πρόληψη, τη διαχείριση ή τη θεραπεία χρόνιων ασθενειών» (Martirosyan & Singh, 2015).

2.3.1 Οφέλη της υδροξυτυροσόλης στην υγεία

Οι ευεργετικές ιδιότητες της υδροξυτυροσόλης σχετίζονται στενά με την ικανότητα του μορίου να καθαρίζει τις ελεύθερες ρίζες και τα είδη αντιδραστικού οξυγόνου/αζώτου καθώς και με την ικανότητα ενεργοποίησης των ενδογενών αντιοξειδωτικών συστημάτων του οργανισμού. Επιπλέον, η υδροξυτυροσόλη μπορεί να διεγείρει τη μιτοχονδριακή βιοσύνθεση η οποία μειώνεται σε άτομα που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη (Gorzynik-Debicka et al., 2018).

Όσον αφορά τις χημειο-προληπτικές ιδιότητες απέναντι στον καρκίνο, έχει αποδειχθεί ότι η υδροξυτυροσόλη είναι ικανή να αναστέλλει τόσο τις φάσεις έναρξης όσο και την προαγωγή και εξέλιξη της καρκινογένεσης, αποτρέποντας τη βλάβη του DNA που προκαλείται από διαφορετικά γονιδιοτοξικά μόρια και αναστέλλοντας τον πολλαπλασιασμό, προκαλώντας απόπτωση σε διαφορετικές κυτταρικές γραμμές των όγκων. Επιπλέον, μέσα από πολλές μελέτες έχει φανεί ότι η χρήση φυσικών μικρών μορίων, παρέχουν συνδυασμό αντιφλεγμονωδών και αντι-ιικών αποτελεσμάτων. Μάλιστα η υδροξυτυροσόλη έλαβε πρόσφατα ιδιαίτερη προσοχή για την πρόληψη της μόλυνσης από τον ιό της ανθρώπινης επίκτητης ανοσολογικής ανεπάρκειας (HIV) αλλά και για την ανακούφιση των ασθενειών που προέρχονται από τον HIV. Στην περίπτωση της υδροξυτυροσόλης, τα παραπάνω αποτελέσματα αντικατοπτρίστηκαν σε δύο διπλώματα ευρεσιτεχνίας που εκδόθηκαν την τελευταία δεκαετία, είτε για τη μείωση των νόσων φλεγμονώδους προέλευσης, είτε για την άμεση πρόληψη της μόλυνσης από τον HIV (Vilaplana-Pérez et al., 2014).

Η ακριβής ανίχνευση της υδροξυτυροσόλης του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου και των παραγώγων του παραμένει μια σημαντική συνθήκη για την πιστοποίηση της διατροφικής και υγειοπροστατευτικής του ποιότητας. Η Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) έχει προ πολλού επισημάνει το παραδεκτό του ισχυρισμού υγείας για το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο όταν πληρούνται δύο προϋποθέσεις: πρώτον, το ελαιόλαδο πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 5 mg υδροξυτυροσόλης και τα παράγωγά της (π.χ. το σύμπλεγμα ελαιοευρωπαϊνης και η τυροσόλη) ανά 20 g και δεύτερον, ο ισχυρισμός πρέπει να συνδυάζεται με ένδειξη ότι τα οφέλη για την υγεία μπορούν να ληφθούν καταναλώνοντας 20 g ελαίου την ημέρα (Κανονισμός ΕΕ Ν. 432/2012) (Lanza & Ninfali, 2020).

2.3.2 Οφέλη της ελαιοευρωπαϊνης στην υγεία

Η ελαιοευρωπαϊνή έχει αποδειχθεί αποτελεσματική έναντι διαφόρων στελεχών βακτηρίων, ιών, μυκήτων και επίσης μούχλας ή ακόμη και παρασίτων. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ένας αποτελεσματικός αναστολέας της συσσώρευσης των αιμοπεταλίων και αποτελεί βασικό συστατικό ενός κατοχυρωμένου με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας

σκευάσματος αναστολέα του ενδοθηλιακού πολλαπλασιασμού. Η από του στόματος πρόσληψη ελαιοευρωπαϊνης οδηγεί σε μειωμένο αριθμό αιμοφόρων αγγείων, αποδεικνύοντας τις ισχυρές αντι-αγγειογενετικές ιδιότητές της. Η ελαιοευρωπαϊνή του παρθένου ελαιόλαδου έχει επίσης αναδειχθεί σημαντικός αναστολέας της διαμεσολαβούμενης από μακροφάγα οξειδωσης της LDL. Τα εκχυλίσματα φύλλων και ελιάς που περιέχουν ελαιοευρωπαϊνή αποδεδειγμένα προστατεύουν την παραγωγή β-κυττάρων ινσουλίνης (INS-1) από την επιβλαβή δράση των κυτοκινών (Gorzynik-Debicka et al., 2018).

Ωστόσο, η ελαιοευρωπαϊνή είναι πιο γνωστή για τη δράση της στη μείωση της αρτηριακής πίεσης, μειώνοντας σημαντικά τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση σε ζωικά μοντέλα. Η ικανότητα της ελαιοευρωπαϊνης να μειώνει την αρτηριακή πίεση μπορεί να δικαιολογήσει την παραδοσιακή χρήση του φύλλου ελιάς στη θεραπεία της ήπιας έως μέτριας υπέρτασης. Πέρα από την υπέρταση, η ελαιοευρωπαϊνή έχει αποδειχθεί ότι έχει καρδιοπροστατευτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές και νευροπροστατευτικές λειτουργίες, επομένως μπορεί να έχει θεραπευτικό δυναμικό για μια ποικιλία ανθρώπινων διαταραχών. Η ελαιοευρωπαϊνή αποτρέπει την τοξική συσσώρευση πρωτεϊνών που εμπλέκονται στη νόσο του Alzheimer. Σχετικά με τον καρκίνο, η ελαιοευρωπαϊνή είναι ένας ισχυρός αναστολέας του ανθρώπινου υποδοχέα επιδερμικού αυξητικού παράγοντα II, μια πρωτεΐνη που συχνά υπερεκφράζεται στα καρκινικά κύτταρα του μαστού ασκώντας χημειοπροληπτική επίδραση στον καρκίνο του παχέος εντέρου που σχετίζεται με κολίτιδα σε ζωικά μοντέλα (Sun, Frost & Liu, 2017).

Η ελαιοευρωπαϊνή, στην οποία οφείλεται η πικρή γεύση που υπάρχει στα φύλλα και τον καρπό της ελιάς, παρόλο που συνιστά την κύρια φαινολική ένωση των καρπών της ελιάς, υφίσταται αξιοσημείωτη μείωση κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και της επεξεργασίας των ελιών για την παραγωγή του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου. Για το λόγο αυτό, η απαραίτητη ημερήσια διατροφική πρόσληψη της ελαιοευρωπαϊνης εξακολουθεί να θεωρείται αμφισβητήσιμη. Αν και η πλειονότητα των πολυφαινολών που βρίσκονται στις ελιές είναι παράγωγα της υδρόλυσης της ελαιοευρωπαϊνης, στις περισσότερες περιπτώσεις, η συγκέντρωση της ελαιοευρωπαϊνης σε βρώσιμες πηγές όπως οι ελιές και το ελαιόλαδο έχει βρεθεί να είναι πολύ χαμηλή. Ο καρπός της ελιάς

μπορεί να καταναλωθεί μόνο μετά από διαδικασίες αποπύκνωσης που συνεπάγονται με την απομάκρυνση ή την υποβάθμιση της συγκέντρωσης της ελαιουρωπαϊνης (Ozdemir, Guven & Ozturk, 2014).

2.3.3 Οφέλη της ελαιοκανθάλης στην υγεία

Μεταξύ των πολυφαινόλων του ελαιόλαδου, η ελαιοκανθάλη έχει λάβει το μεγαλύτερο μέρος του επιστημονικού ενδιαφέροντος λόγω των βιολογικών της ιδιοτήτων, παρόλο που αντιπροσωπεύει μόνο το 10% της συνολικής περιεκτικότητας του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου σε πολυφαινόλες (100–300 mg / kg ελαιόλαδου) (Francisco et al., 2019).

Η ελαιοκανθάλη ως ένα φυσικό αντιφλεγμονώδες, έχει τη δυνατότητα να μειώνει τη δράση κάποιων φλεγμονώδων ενζύμων, όπως την κυκλοοξυγενάση 1 και 2 (COX 1 και COX 2). Τα φλεγμονώδη ένζυμα COX 1 και COX 2 είναι υπεύθυνα για τη μετατροπή του αραχιδονικού οξέος σε προσταγλανδίνες και θρομβοξάνη, ενώ παράγονται ως απόκριση σε φλεγμονώδη ή τοξικά ερεθίσματα (Parkinson & Keast, 2014). Σημαντική είναι η ομοιότητα της ελαιοκανθάλης με μία μη συγγενή δομικά ένωση, ένα μη στεροειδές αντιφλεγμονώδες φάρμακο (ΜΣΑΦ) την ιβουπροφαίνη. Οι δύο ενώσεις μοιράζονται μία παρόμοια αισθητηριακή ιδιότητα, που είναι το κάψιμο στο λαιμό, το οποίο δημιουργείται μετά από την κατανάλωση εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου που περιέχει ελαιοκανθάλη, καθώς και από διαλύματα της ιβουπροφαίνης. Γεγονός που καθοδήγησε τις έρευνες και απέδειξε την κοινή φαρμακολογική δράση των δύο ενώσεων, ενώ κατέστησε σαφή την αντιφλεγμονώδη δράση της ελαιοκανθάλης. Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, αποδεικνύεται ότι η ελαιοκανθάλη αναστέλει τη δράση της κυκλοοξυγενάσης 1 και 2, εμποδίζοντας τη σύνθεση ενζύμων που σχετίζονται με τη φλεγμονή. Έτσι, η ελαιοκανθάλη ορίζεται ως ένα φυσικό μη στεροειδές αντιφλεγμονώδες φάρμακο, με δράση αντίστοιχη αυτής της ιβουπροφαίνης (Francisco et al., 2019).

Δεδομένου ότι το ένζυμο κυκλοοξυγενάσης (COX 2) εμπλέκεται στην παθογένεση πολλών καρκίνων σε μελέτες ανθρώπινων δειγμάτων, πειραματόζωων και ζώων, η ελαιοκανθάλη δρα ως φυσικός αναστολέας του ενζύμου. Αυτό έχει ως

αποτέλεσμα να συνιστά μια πολλά υποσχόμενη ένωση στην μελέτη της αντιμετώπισης της καρκινογένεσης σε αρκετές καρκινικές κυτταρικές σειρές μεταξύ των οποίων το ηπατοκυτταρικό καρκίνωμα, το πολλαπλούν μυέλωμα, το μελάνωμα, καθώς και διάφοροι καρκίνοι του προστάτη, του μαστού και του παχέος εντέρου, μέσω της αναστολής του πολλαπλασιασμού των κυττάρων, της μετανάστευσης και της εισβολής (Parkinson & Keast, 2014). Είναι σημαντικό ότι η ελαιοκανθάλη επιδεικνύει επιλεκτική κυτταροτοξικότητα έναντι καρκινικών κυττάρων με μειωμένη ή καθόλου κυτταροτοξικότητα σε πρωτογενείς ή μη καρκινικές κυτταρικές σειρές (Francisco et al., 2019).

Ωστόσο, ένας από τους πιο σημαντικούς ρόλους της ελαιοκανθάλης στον ανθρώπινο οργανισμό είναι η αποδεδειγμένη δράση της ως νευροπροστατευτικός παράγοντας. Για τον λόγο αυτό, ο ρόλος της έχει διερευνηθεί εις βάθος σε μελέτες της αποτελεσματικότητάς της ως φυσικός παράγοντας πρόληψης της εκδήλωσης της νόσου του Alzheimer (Papanikolaou, Melliou & Magiatis, 2018). Επιπλέον, η ελαιοκανθάλη επισημάνθηκε πρόσφατα ως μια θεραπευτική ένωση που μπορεί να ενδιαφέρει στην αναζήτηση εύρεσης κατάλληλων φυσικών μη στεροειδών αντιφλεγμονώδων φαρμάκων (ΜΣΑΦ) για τη θεραπεία εκφυλιστικών διαταραχών των αρθρώσεων (Parkinson & Keast, 2014). Ειδικότερα, η ελαιοκανθάλη είναι ικανή να αναστείλει την τοπική φλεγμονή στον χόνδρο και να αποτρέψει τον φλεγμονώδη καταρράκτη στο αρθρικό περιβάλλον με την υποβάθμιση της κρίσιμης σημασίας των φλεγμονωδών μεσολαβητών που σχετίζονται με φλεγμονώδεις εκφυλιστικές παθήσεις των αρθρώσεων, όπως η οστεοαρθρίτιδα και η ρευματοειδής αρθρίτιδα (Francisco et al., 2019).

2.3.4 Οφέλη του καφεϊκού οξέος στην υγεία

Το καφεϊκό οξύ ανήκει στην κατηγορία των υδροξυκιναμικών οξέων (HCAs) τα οποία συνιστούν φυσικές ενώσεις φαινυλοπροπανοϊκού οξέος, οι οποίες εμφανίζονται ως εστέρες, γλυκοζίτες, συζεύγματα πρωτεϊνών αλλά και ως φυσικά ελεύθερα οξέα. Ως σημαντικό ενδιάμεσο των βιοσυνθετικών οδών των πολυφαινόλων, το καφεϊκό οξύ έχει αναγνωριστεί ως εξαιρετική πηγή αντιοξειδωτικών που διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη σταθερότητα, τη γεύση, το χρώμα και τη διατροφική βιοδιαθεσιμότητα του

ελαιόλαδου. Οι λειτουργικές ομάδες υδροξυλίου στον δακτύλιο του βενζολίου και ο ακόρεστος δεσμός της πλευρικής αλυσίδας του αιθυλενίου είναι σημαντικές θέσεις για αντιδράσεις με δραστικές μορφές οξυγόνου, αποτυπώνοντας μια σχέση δομής-δραστικότητας. Έτσι, η βιολογική τους δραστικότητα εξαρτάται από τον τρόπο υποκατάστασης της αρωματικής πλευρικής τους ομάδας (Erukainure, Sanni & Islam, 2018).

Σε γενικές γραμμές, οι φαινόλες μπορούν να επιβραδύνουν την οξειδωση των λιπιδίων, αναστέλλοντας τα στάδια έναρξης και διάδοσης και απενεργοποιώντας ή απομακρύνοντας τις ελεύθερες ρίζες. Ανάλογα με το PH του εκάστοτε παρθένου ελαιόλαδου, είναι σε θέση να δεσμεύουν ρίζες υπεροξυλίου και αλκοξυλίου από διάφορα είδη οξειδωτικών λιπιδίων. Η αντιοξειδωτική δράση του PH του παρθένου ελαιόλαδου εξαρτάται από την ικανότητα του αντιοξειδωτικού μορίου να δωρίζει υδρογόνο στην ελεύθερη ρίζα, έτσι ώστε η μεταφορά του υδρογόνου στην ελεύθερη ρίζα να είναι πιο γρήγορη και θερμοδυναμικά ευνοϊκή καθώς η ενέργεια δεσμού υδρογόνου του PH μειώνεται (Cerretani & Bendini, 2010).

Σύμφωνα με τα ευρήματα της μελέτης των Ferrara et al. (2000), το παρθένο ελαιόλαδο μειώνει την ανάγκη για φαρμακευτική αγωγή των υπερτασικών ατόμων, λόγω των αυξημένων επιπέδων νιτρικού οξειδίου που παράγεται από τις πολυφαινόλες.

Συμπερασματικά, μέσω της πρόσφατης έρευνας των φαινολικών ενώσεων του ελαιόλαδου μεταξύ των οποίων η υδροξυτυροσόλη, η ελαιοευρωπαϊνή, η ελαιοκανθάλη και τα φαινολικά οξέα, αποκαλύπτονται σημαντικά οφέλη για την ανθρώπινη υγεία και ειδικότερα στην αντιμετώπιση της φλεγμονής, την αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή τους δράση, καθώς και σε άλλους βιολογικούς δείκτες. Η χρήση του ως φυσικό παράγοντα πρόληψης και αντιμετώπισης διαφόρων νοσημάτων ακόμη κι ως υποκατάστατο διαφόρων φαρμακευτικών σκευασμάτων, καθιστά την περαιτέρω εμβάθυνση στην διατήρηση ή την βελτίωση των υγιοπροαγωγικών του ιδιοτήτων εξαιρετικά ενδιαφέροντα.

Κεφάλαιο 3. Aristoil

3.1 Παρουσίαση προγράμματος

Το Aristoil, είναι ένα πρόγραμμα συγχρηματοδοτούμενο από το πρόγραμμα Interreg Mediterranean 2014-2020, το οποίο χρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης, καθώς και από εθνικές χρηματοδοτήσεις. Στόχος του προγράμματος αυτού είναι η δημιουργία ενός συμπλέγματος παραγωγών και επιχειρήσεων ελαιολάδου, που θα εκπαιδευτούν κατάλληλα και θα είναι ικανοί να παράγουν εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο υψηλής περιεκτικότητας σε φαινόλες. Το πρόγραμμα, βασίζεται στην παραγωγή υψηλών φαινολικά εξαιρετικών παρθένων ελαιολάδων και στην προώθηση τους στην αγορά. Ως υπόβαθρο για την προώθηση και παραγωγή ελαιολάδου υψηλού σε φαινόλες χρησιμοποιείται ο κανονισμός 432/2012 του ισχυρισμού υγείας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Aristoil, 2019).

3.1.1 Έμπνευση

Η Μεσόγειος είναι η κυριότερη τοποθεσία παραγωγής ελαιόλαδου παγκοσμίως. Το 95% του παγκόσμιου ελαιόλαδου παράγεται σε χώρες της Μεσογείου όπως η Ελλάδα, η Σικελία, η Ιταλία και η Ισπανία. Μια από τις κυριότερες προκλήσεις για τις παραπάνω χώρες είναι το γεγονός ότι η μέση τιμή του ελαιόλαδου είναι χαμηλή σε σύγκριση με το κόστος καλλιέργειας, συγκομιδής και παραγωγής του, ενώ παράλληλα παρατηρείται έντονος ανταγωνισμός με τον τομέα παραγωγής σπορέλαιου που δραστηριοποιείται εκτός της Μεσογείου. Οι πιέσεις που δέχονται οι παραπάνω χώρες παραγωγής ελαιόλαδου, αφορούν είτε την μείωση του κόστους παραγωγής, είτε την αύξηση της αξίας ή της ζήτησης του ελαιόλαδου στη διεθνή αγορά προκειμένου να διατηρήσουν τη βιωσιμότητα της καλλιέργειας της ελιάς, αλλά και της παραγωγής ελαιόλαδου (Πρόγραμμα Interreg Med, 2014 - 2020).

3.1.2 Αποστολή

Το πρόγραμμα Aristoil προβλέπει την «ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας του ελαιόλαδου που παράγεται στη περιοχή της Μεσογείου μέσω της ανάπτυξης και εφαρμογής μεθοδολογιών για την καινοτομία της παραγωγής και του ποιοτικού ελέγχου που σχετίζονται με την παραγωγή ελαιόλαδου υψηλής βιολογικής αξίας, με βελτιωμένες υγειοπροστατευτικές ιδιότητες» (όπως αυτό αναγνωρίζεται από τον κανονισμό ΕΕ 432/2012). Το πρόγραμμα συμπεριλαμβάνει πέντε μεσογειακές χώρες που παράγουν ελαιόλαδο και στοχεύει στην αύξηση της αξίας και της ζήτησης του ελαιολάδου, αλλά και την αύξηση της ανταγωνιστικότητας μεταξύ παραγωγών ελαιόλαδου της Μεσογείου.

Πολύ περισσότερο, μετά την έκδοση του κανονισμού της Ευρωπαϊκής Επιτροπής υπ' αριθ. 432/2012, της 16ης Μαΐου 2012, για τη θέσπιση ενός καταλόγου επιτρεπόμενων ισχυρισμών υγείας που διατυπώνονται σε τρόφιμα, εκτός εκείνων που αναφέρονται στη μείωση του κινδύνου ασθένειας και στην ανάπτυξη και την υγεία των παιδιών, και συμπεριλαμβάνουν τις πολυφαινόλες του ελαιόλαδου που αποδεδειγμένα διαθέτουν υγειοπροστατευτικές ιδιότητες (Εικόνα 1-1).

Πολυφαινόλες ελαιολάδου	Οι πολυφαινόλες του ελαιολάδου συμβάλλουν στην προστασία των λιπιδίων του αίματος από το οξειδωτικό στρες	Ο ισχυρισμός 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 αντεπεξέλθει στον ισχυρισμό, πρέπει να δοθούν στον καταναλωτή πληροφορίες ότι το ευεργετικό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται με ημερήσια πρόσληψη 20 g ελαιολάδου.	2011; 9 (4): 2033	1333, 1639, 2865
-------------------------	---	--	-------------------	------------------

Εικόνα 1-1

Κατάλογος επιτρεπόμενων ισχυρισμών υγείας για ενώσεις που εντοπίζονται σε προϊόντα (πηγή Κανονισμός Ευρωπαϊκής Επιτροπής (ΕΥ) Νο 432/2012, 2012)

3.1.3 Εταίροι

Πρόκειται για μια κοινοπραξία διαφόρων οργανισμών από την Ελλάδα (ο Ευρωπαϊκός Όμιλος Εδαφικής Συνεργασίας Εύξεινη Πόλη που είναι συντονιστής δικαιούχος, η Περιφέρεια Πελοποννήσου και το Πανεπιστήμιο Αθηνών), από την Ιταλία (Euro Mediterranean Center for Sustainable Development-Svi.Med και η Δωρεάν Δημοτική Κοινοπραξία της Ραγκούσα), από την Ισπανία (Πανεπιστήμιο της Κόρδοβα και η επαρχιακή κυβέρνηση της Μάλαγα) από την Κροατία (το Πανεπιστήμιο του Σπλιτ) και από την Κύπρο (Aristoleo LTD και Larnaca and Famagusta District Development Agency). Στόχος του έργου είναι η ανάπτυξη ενός συμπλέγματος βασικών παραγόντων του Aristoil Mediterranean Health Olive Oil για τη διευκόλυνση της δικτύωσης και της συνεργασίας σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου, προκειμένου να υποστηριχθεί η επικοινωνία και ανταλλαγή τεχνογνωσίας, τεχνολογίας και εμπειριών (Mediterranean Healthy Olive Oil Cluster, 2020).

Με άλλα λόγια, στην κατεύθυνση του στόχου της βιωσιμότητας και της κοινωνικής συνοχής αλλά και της ενθάρρυνσης της προστιθέμενης αξίας των προϊόντων, μέσω του προγράμματος Aristoil επιδιώκεται η συνεργασία και η υποστήριξη των ελαιοπαραγωγών που δραστηριοποιούνται σε ολόκληρη την περιοχή της Μεσογείου έτσι ώστε α) να επισημανθούν περισσότερο οι ιδιότητες του ελαιόλαδου στην ενίσχυση της υγείας β) να αυξηθεί η αξία του προϊόντος και γ) να βελτιωθεί η ευημερία των παραγωγών ελαιόλαδου (Echave et al., 2017).

3.1.4 Σκοπός

Ο σκοπός του προγράμματος Aristoil είναι η ενίσχυση των ιδιοτήτων όλων των εμπλεκόμενων στην καλλιέργεια και τη διάθεση του ελαιόλαδου, κυρίως των

ελαιοπαραγωγών σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Το πρόγραμμα έχει ως στόχο τη βελτίωση της ποιότητας του ελαιόλαδου, την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του ως εξαγόμενο προϊόν, από το στάδιο παραγωγής έως και τη διανομή. Με τελικό αποδέκτη του εγχειρήματος τον καταναλωτή, το ολοκληρωμένο σύστημα διασφάλισης ποιότητας που προτείνεται μπορεί να δημιουργήσει περαιτέρω ικανοποίηση, πρόθεση χρήσης και αφοσίωση στο ελαιόλαδο ως προϊόν θωράκισης και ενίσχυσης της υγείας (Mediterranean Healthy Olive Oil Cluster, 2020).

Πρόκειται για ένα πρόγραμμα με εκτεταμένη πειραματική εργασία και μεγάλη διάδοση στην κοινωνία, με αναλύσεις σε πάνω από 5000 δείγματα ελαιόλαδου και δεκάδες ημέρες πληροφοριών, εκθέσεις, συνέδρια και παρουσιάσεις στον τύπο και στα ηλεκτρονικά μέσα (National and Kapodistrian University of Athens, 2019).

3.1.5 Άτομα ή ομάδες που αφορά το πρόγραμμα

Το πρόγραμμα Aristoil καλύπτει 3.000 παραγωγούς από πέντε Μεσογειακές χώρες (Ιταλία, Ελλάδα, Κροατία, Ισπανία και Κύπρο). Ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2016 και έληξε τον Ιανουάριο του 2020 (Michalopoulos, 2019).

Το πρόγραμμα Aristoil απευθύνεται και συμπεριλαμβάνει τα ακόλουθα άτομα ή ομάδες (Mediterranean Healthy Olive Oil Cluster, 2020) :

- Ελαιοκαλλιεργητές και παραγωγούς ελαιόλαδου
- Ελαιοτριβεία
- Ειδικοί / οργανισμοί τυποποίησης
- Επιχειρήσεις που σχετίζονται με τη συσκευασία
- Κυβερνητικούς, Μη-Κυβερνητικούς Οργανισμούς και επιστημονικούς φορείς με εμπειρογνωμοσύνη σχετικά με την καλλιέργεια και παραγωγή του ελαιόλαδου

3.1.6 Κύριες δραστηριότητες

Οι κύριες δραστηριότητες του προγράμματος Aristoil Mediterranean Healthy Olive Oil είναι:

- Η παροχή υπηρεσιών στους δικαιούχους του προγράμματος με στόχο την αύξηση της αγοραστικής αξίας του ελαιόλαδου
- Η διεθνής συνεργασία μέσω της δημιουργίας και της υποστήριξης του ελαιόλαδου ως προϊόν διεθνούς ενδιαφέροντος
- Η ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της τοπικής οικονομίας
- Η διεθνής προώθηση του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου υπό τον ισχυρισμό ότι αποτελεί ένα προϊόν καθημερινής χρήσης που ενισχύει την υγεία (πολυφαινόλες)
- Η έμπειρη εκπροσώπηση των μελών του προγράμματος σε διεθνείς αγορές
- Η έρευνα και η ανάπτυξη
- Η υποστήριξη σε δραστηριότητες μεταφοράς τεχνολογίας στην παραγωγή του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου

Σύμφωνα με τους επιστημονικά υπεύθυνους του προγράμματος, ο πρωταρχικός στόχος του έργου ήταν να ενημερώσει 3.000 παραγωγούς και ελαιοτριβεία, μέσω της διοργάνωσης συνολικά 72 εκπαιδευτικών σεμιναρίων, αφενός για την ύπαρξη του κανονισμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αναγνωρίζει το ελαιόλαδο ως προϊόν με βελτιωμένες υγειοπροστατευτικές ιδιότητες (Michalopoulos, 2019) και αφετέρου για διάφορες καινοτόμες μεθόδους παραγωγής και εργαλεία που δύναται να τεθούν στη διάθεσή τους (Aristoil πρόγραμμα Interreg Med, 2014 - 2020). Στοιχεύεται επίσης η ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του αγοραστικού κοινού για τα οφέλη της υγείας, μέσω της κατανάλωσης ελαιόλαδου με υψηλή περιεκτικότητα σε φαινόλες (σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΕ 432/2012), μέσω 44 ημερίδων αφιερωμένων στην ενίσχυση της ικανότητας γνώσης των ενδιαφερομένων και κυρίως των καταναλωτών.

Επιπλέον, επιχειρείται η ενίσχυση της παραγωγής ελαιόλαδου ως καινοτόμου προϊόντος μέσω μιας σύγκρισης των διαθέσιμων μεθόδων ανάλυσης των συστατικών του ελαιόλαδου και της βελτιστοποίησης των πιο κατάλληλων μεθόδων. Η τελευταία, θα συνοδεύεται από την ανάπτυξη ενός απλοποιημένου, επιτόπιου εργαλείου ανάλυσης ελαιόλαδου, κατάλληλου και άμεσα εφαρμόσιμου από τους παραγωγούς στον αγρό για την διερεύνηση της καταλληλότητας του χρόνου συγκομιδής επιτυγχάνοντας τη βέλτιστη γεύση και το μέγιστο φαινολικό περιεχόμενο (Aristoil πρόγραμμα Interreg Med, 2014 - 2020). Όπως ονομάστηκε, το Aristoleo® Test Kit που εφευρέθηκε στην Ελλάδα από τους Δρ. Μαγιάτη και Δρ. Μελιού στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, βάση της μεθόδου για την ακριβή μέτρηση των μεμονωμένων φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία του Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού (NMR). Δύναται να χρησιμοποιηθεί από τους επαγγελματίες του κλάδου του ελαιόλαδου για τον προσδιορισμό της ποσότητας ελαιοκανθάλης και ελαϊκίνης του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου με τη χρήση χρωματογραφήματος. Η αναμενόμενη ακρίβεια υπολογίζεται >80% και μπορεί να λειτουργήσει με την βοήθεια μιας χρωματομετρικής εφαρμογής που μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιαδήποτε έξυπνη κινητή συσκευή, με σκοπό την άμεση οπτική αξιολόγηση του χρώματος του παραγόμενου ελαιόλαδου. Η μέθοδος δύναται επίσης να ενισχύσει την οπτική αντίληψη των ελαιοπαραγωγών. Ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για την ανάγνωση είναι 20 λεπτά, καθώς το τελικό χρώμα του προϊόντος καθορίζει την ποσότητα ελαιοκανθάλης και ελαϊκίνης που περιέχεται στο δείγμα ελαιόλαδου. Η ανάγνωση μπορεί να γίνει σε μόλις 20 λεπτά, μέσω της δια γυμνού οφθαλμού εκτίμησης και σύγκρισης του δείγματος με έναν χρωματικό δείκτη που παρέχεται (what is aristoleo test-kit, 2015-2019).



Εικόνα 1-2

Πρακτική οπτική αξιολόγηση φιαλιδίου με εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο για την εμπειρική ανίχνευση συγκέντρωσης ελαιοκανθάλης και ελαιϊκίνης (πηγή διαδικτυο <https://aristoleo.com/what-is-aristoleo-test-kit/>)

Σε κάθε περίπτωση, μέσω του προγράμματος μπορεί να εξασφαλιστεί η ανάπτυξη μιας τυποποιημένης διαδικασίας για την πιστοποίηση «Health Claim» για το μεσογειακό ελαιόλαδο που θα οδηγήσει στην αύξηση της ανταγωνιστικότητάς του, μέσω κατασκευής και προώθησης μιας μάρκας υψηλής ποιότητας που πληρεί τα ενδεδειγμένα πρότυπα ποιότητας. Μάλιστα, προβλέπεται και η ανάπτυξη δύο κέντρων πιστοποίησης στην Ισπανία και την Ελλάδα που θα καλύπτουν τις ανάγκες της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου, παράγοντας διαπιστευτήρια και εξασφαλίσεις ποιότητας για τον τελικό καταναλωτή. Είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι μέσω του προγράμματος προσδοκείται η ανάπτυξη ενός μεσογειακού συμπλέγματος στον τομέα του Μεσογειακού ελαιόλαδου, ενώ με στόχο τη διευκόλυνση της δικτύωσης και της συνεργασίας σε όλη την περιοχή προβλέπεται η ανάπτυξη και λειτουργία ενός ηλεκτρονικού διαύλου επικοινωνίας στον οποίο θα κυκλοφορούν και θα ανακατευθύνονται συνεχείς πληροφοριακές ροές για νέες ευκαιρίες στην αγορά, εκθέσεις, σεμινάρια, ζήτηση και άλλες προκύπτουσες ιδέες (Aristoil πρόγραμμα Interreg Med, 2014 - 2020).

3.2 Μέθοδος αναγνώρισης φαινολικών ενώσεων (Πρότυπη Μέθοδος NMR)

Αρκετές φασματοσκοπικές τεχνικές έχουν αναπτυχθεί και βελτιστοποιηθεί για τον έλεγχο της ποιότητας και της αυθεντικότητας του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου, καθώς και για τον εντοπισμό ενδεχόμενων νοθεύσεων. Αυτές οι μέθοδοι είναι συνήθως συμπληρωματικές και μπορούν να δώσουν πληροφορίες για τα διάφορα χημικά συστατικά του ελαιόλαδου το οποίο διαθέτει βιοδραστικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες (Vicario et al., 2020).

Η βιβλιογραφία σχετικά με την ανίχνευση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο είναι εκτενής. Παλαιότερα χρησιμοποιούνταν μη ειδικές αναλυτικές μέθοδοι, όπως η χρήση χάρτου, η λεπτή στιβάδα και η χρωματογραφία στήλης, καθώς και η φασματοσκοπία υπεριώδους ακτινοβολίας για την ανάλυση των πολυφαινολών, σημειώνοντας περιορισμένη επιτυχία. Πιο συγκεκριμένα, όπως αναφέρεται στην ερευνητική προσπάθεια των Karkoula et al. (2012) στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, ορισμένες από τις χρωματογραφικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της σύνθεσης του ελαιόλαδου σε ελαιοκανθάλη και ελαϊκίνη, παρουσιάζουν το κύριο πρόβλημα της άμεσης αντίδρασης με το νερό ή την χρησιμοποιούμενη μεθανόλη που προστίθεται στην κινητή φάση, οδηγώντας σε διευρυμένες ή πολλαπλές κορυφές στο χρωματογράφημα, που καθιστά απαραίτητη τη χρήση αντιδράσεων παραγωγοποίησης (Karkoula et al., 2012).

Μια σημαντική πρόοδος σημειώθηκε με τη χρήση συγκεκριμένων αναλυτικών μεθόδων, όπως η αεριοχρωματογραφία υψηλής ανάλυσης (GC) και ειδικότερα, η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Παρά το γεγονός ότι αυτές οι αναλυτικές τεχνικές χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλά όρια ανίχνευσης, μια προσεκτική αξιολόγηση δείχνει ότι τα χρωματογραφικά δεδομένα δεν είναι ομοιογενή. Σε αρκετές περιπτώσεις, προκύπτουν αντιφατικά αποτελέσματα όταν χρησιμοποιούνται διάφορες κινητές φάσεις για έκλυση, πιο συγκεκριμένα ορισμένες μη χαρακτηρισμένες ενώσεις με ίδιους ή παραπλήσιους χρόνους καθίζησης όπως οι πολυφαινόλες. Αξίζει να

σημειωθεί ότι αρκετές κορυφές στα χρωματογραφήματα, ειδικά σε μεγάλους χρόνους συγκράτησης, παραμένουν άγνωστες (Christophoridou et al., 2005).

Τα τελευταία χρόνια, η μέθοδος NMR έχει αποδειχθεί ένα ισχυρό εργαλείο τόσο για την αναγνώριση όσο και για τον ποσοτικό προσδιορισμό των λιγνάνων και των φλαβονοειδών σε δείγματα εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου. Παρά τη χαμηλή τους συγκέντρωση, αυτές και άλλες ενώσεις μπορούν να ταυτοποιηθούν με την μέθοδο NMR (Olmo-Cunillera et al., 2020).

Η φασματοσκοπία NMR είναι μια τεχνική που έχει βρει ευρεία εφαρμογή σε πολλούς τομείς της επιστήμης. Αν και αρχικά επρόκειτο για μια φυσική μέθοδο μέτρησης πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού, σύντομα έγινε πολύτιμη σε μελέτες ταυτοποίησης και ανάλυσης δομής σε οργανικές και ανόργανες ενώσεις με την ανακάλυψη της χημικής μετατόπισης και της ανάλυσης των spin-spin συνδέσμων ζεύξης. Αργότερα η εφαρμογή της φασματοσκοπίας NMR ενισχύθηκε μέσω της συνειδητοποίησης ότι ορισμένα ιστοτεμάχια θα μπορούσαν να αποδώσουν διαφορετικά φάσματα NMR. Έτσι, η χρήση της φασματοσκοπίας NMR επεκτάθηκε στη μελέτη βιοχημικών συστημάτων (άθικτα κυτταρικά εναιωρήματα και διαποτισμένοι ιστοί). Επακόλουθα, προέκυψε η διερεύνηση του συνόλου των ζωντανών οργανισμών μέσω της μεθόδου (Lindon, 1999).

Οι φασματοσκοπικές μέθοδοι θεωρούνται πλέον πολύ αποτελεσματικά εργαλεία για τον έλεγχο των τροφίμων και ειδικότερα της οξειδωτικής τους σταθερότητας και ποιότητας αλλά και για τον έλεγχο της ταυτότητας, δεδομένης της υψηλής ευαισθησίας, της ταχύτητας και της δυνατότητάς τους να πραγματοποιούν αναλύσεις απευθείας στο δείγμα χωρίς προηγούμενη επεξεργασία. Επιπλέον, σε σύγκριση με τις τυπικές χρωματογραφικές μεθόδους, οι φασματοσκοπικές τεχνικές είναι συχνά λιγότερο χρονοβόρες και λιγότερο δαπανηρές. Για τους λόγους αυτούς, την τελευταία δεκαετία, πολλές φασματοσκοπικές τεχνικές βελτιστοποιήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές για την ανάλυση τροφίμων όσον αφορά τη χημική τους σύνθεση, τον προσδιορισμό ρύπων ή προσμίξεων, την ποιότητα και την αυθεντικότητα των τροφίμων και την διάγνωση μιας πιθανής νοθείας (Vicario et al., 2020).

Μέχρι σήμερα, η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) είναι ίσως η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία από τα προπτυχιακά εργαστήρια διδασκαλίας στην οργανική χημεία έως την προηγμένη έρευνα για τον προσδιορισμό της τρισδιάστατης δομής καθώς και της δυναμικής των βιομοριακών συστημάτων. Αν και η εξήγησή του μηχανισμού της μεθόδου προϋποθέτει προηγμένες γνώσεις χημείας, το νόημά της μπορεί να συνοψισθεί στην παραδοχή ότι το φάσμα πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού ενός μορίου υπό μια δεδομένη πειραματική κατάσταση είναι μοναδικό, και ανιχνεύσιμο παρέχοντας τόσο ποσοτικές όσο και δομικές πληροφορίες για το συγκεκριμένο μόριο. Έτσι, η ποσοτική φύση της φασματοσκοπίας NMR προσφέρει την ικανότητα να ακολουθεί μια πορεία αντίδρασης του δεδομένου μορίου σε μια δυναμική διαδικασία υπό καλά καθορισμένες πειραματικές συνθήκες (Krishnan, 2019). Τα αποτελέσματα από την NMR ανάλυση εκφράζονται σε mg κάθε ουσίας ανά kg ελαιόλαδου (Μαγιάτης, 2021).



Εικόνα 1-3

Συσκευή πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού NMR (πηγή διαδικτυο

<https://aristoleo.com/what-is-aristoleo-test-kit/>)

Αξίζει να σημειωθεί ότι η βασική διαφορά ανάμεσα στις μεθόδους NMR και HPLC για την ανάλυση φαινολών βάση του κανονισμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU

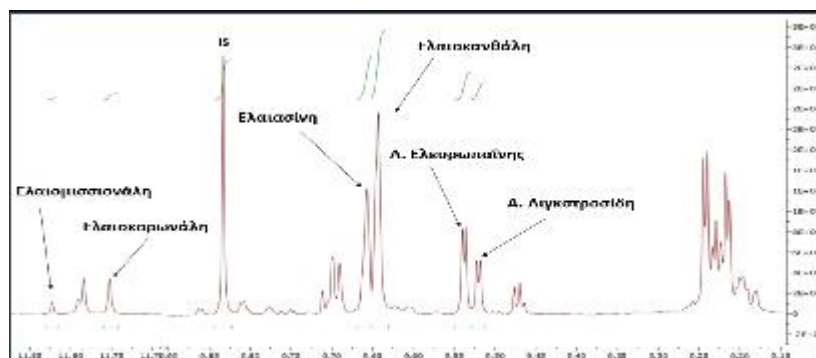
432-2012) για τον ισχυρισμό υγείας, είναι ότι η μέθοδος NMR μετράει απευθείας τα σήματα που αναλογούν σε αριθμό ατόμων και μορίων σε ορισμένη ποσότητα δείγματος, ενώ μέσω της HPLC καταμετρώνται τα σήματα που σχετίζονται με την απορρόφηση του φωτός η οποία συνδέεται έμμεσα με τον αριθμό των μορίων σε ένα δείγμα χρησιμοποιώντας έναν αυθαίρετο παράγοντα συσχέτισης (Μαγιάτης, 2021).

Ο πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (NMR), θεωρείται μία από τις πιο επιτυχημένες φασματοσκοπικές μεθόδους για τον χαρακτηρισμό των ελαιόλαδων, ενώ τεχνικές όπως η ^1H και ^{13}C NMR χρησιμοποιούνται ευρέως για την ανάλυση του χύμα ελαιόλαδου αλλά και του εκχυλίσματος του. Άλλοι μαγνητικοί πυρήνες, όπως το ^31P , χρησιμοποιούνται για τη διερεύνηση νοθεύσεων στα ελαιόλαδα μέσω του NMR. Αξιοσημείωτα, το φάσμα ^1H NMR ελαιόλαδου που αναλύεται χωρίς επεξεργασία ή μέσω των εκχυλισμάτων του, παρέχουν πληροφορίες για όλα τα κύρια και δευτερεύοντα συστατικά του ελαιόλαδου και κυριότερα για τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων, των διακυλογλυκερολών και για τον προσδιορισμό της σύνθεσης λιπαρών οξέων. Η ίδια μέθοδος χρησιμοποιείται επίσης στο μεταβολικό προφίλ και στην ταυτοποίηση προκειμένου να ανιχνευθούν νοθεύσεις, να εκτιμηθεί η γεωγραφική προέλευση ή η μέθοδος συγκομιδής που χρησιμοποιείται. Η φασματοσκοπία ^{13}C NMR χρησιμοποιείται κυρίως για την παροχή πολύτιμων πληροφοριών σχετικά με την χωρική κατανομή θέσης των τριεστέρων γλυκερόλης στην αλυσίδα των ελαιόλαδων (Vicario et al., 2020).

Παρά την κοινώς αποδεκτή και αναγνωρισμένη χρησιμότητα της φασματοσκοπίας ^1H NMR ως προς τη μη διεισδυτικότητα, την ταχύτητα και την ευαισθησία της σε ένα ευρύ φάσμα ενώσεων σε μία μόνο μέτρηση, προκύπτουν δυσκολίες σε σχέση με τις πληροφορίες που λαμβάνονται από φάσματα μιγμάτων πολλών συστατικών όπως το ελαιόλαδο. Σύμφωνα με τους Christophoridou et al. (2005), μέχρι πρότινος δεν είχε γίνει καμία προσπάθεια ανίχνευσης των φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο χρησιμοποιώντας τη μονοδιάστατη φασματοσκοπία ^1H NMR. Μεταξύ άλλων, η ισχυρή επικάλυψη του σήματος, διάφορα προβλήματα δυναμικής εμβέλειας, η ποικιλία των εντάσεων λόγω των διαφορετικών συγκεντρώσεων των συστατικών του ελαιόλαδου και η εγγενής έλλειψη πληροφοριών κλιμακωτής σύζευξης μεταξύ διαφορετικών τμημάτων μπορούν να οδηγήσουν σε ασαφείς ή ελλιπείς πληροφορίες,

εμποδίζοντας την αποτελεσματική ανίχνευση ακόμη και με τη χρήση του πολυδιάστατου NMR (Christophoridou et al., 2005).

Ο τρόπος ανίχνευσης των φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο με την μέθοδο NMR περιγράφεται με σχετική σαφήνεια από τον Μαγιάτη (2021). Όπως εξηγεί ο ερευνητής, μέσω της μεθόδου πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού δίνεται η δυνατότητα παρατήρησης των κορυφών οι οποίες αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα άτομα υδρογόνου ενός συγκεκριμένου μορίου. Το εμβαδό της κορυφής (Εικόνα 1-4) αναλογεί στον αριθμό των ατόμων που αντιστοιχούν σε αυτήν, και συνεπώς στον αριθμό των μορίων της. Έπειτα, μέσω της χρήσης εσωτερικών προτύπων (γνωστής ποσότητας) είναι δυνατή η συσχέτιση του (γνωστού) αριθμού των μορίων (του εσωτερικού προτύπου) με το παρατηρούμενο εμβαδό της συγκεκριμένης κορυφής. Συγκρίνοντας το εμβαδό της κορυφής του εσωτερικού προτύπου με την κορυφή του προς μέτρηση φαινολικού συστατικού επιτυγχάνεται άμεση μέτρηση της ποσότητας της υπό εξέταση ουσίας. Επισημαίνεται επίσης ότι η λήψη του φάσματος NMR γίνεται με διάλυση ενός δείγματος σε διαλύτη (πχ CDCl₃) ο οποίος δεν αντιδρά με καμία από τις υπό ανίχνευση ουσίες, καθώς επίσης δεν προκύπτει στατική φάση, αντλίες, λάμπες UV ή άλλα κινητά σημεία που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν «θόρυβο» στην ανάλυση (Μαγιάτης, 2021).



Εικόνα 1-4

Παράδειγμα ανάλυσης ελαιόλαδου με την μέθοδο NMR (πηγή διαδικτυο

<https://aristoleo.com/nmr-%CE%B7-hplc/>)

Δεδομένης της περιεκτικότητας του ελαιόλαδου σε ελαιοκανθάλη που δρά ως αντιφλεγμονώδες και σε ελαϊκίνη που συνιστά ένα ισχυρό αντιοξειδωτικό, η ερευνητική ομάδα των Karkoula et al. (2012), στο πανεπιστήμιο των Αθηνών, αναφέρουν στην δημοσίευσή τους την ανάπτυξη της προηγμένης μεθόδου ανάλυσης του ελαιόλαδου με τη χρήση της μεθόδου $^1\text{H-NMR}$, μιας μορφής πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού, για την άμεση μέτρηση των επιπέδων των δύο ουσιών. Σύμφωνα με τους ερευνητές, «μέσω αυτής της νέας μεθόδου επιτρέπεται ο εντοπισμός των διαφορών μεταξύ των εξαιρετικά παρθένων ελαιόλαδων και την ταξινόμησή τους σύμφωνα με τις πιθανές επιπτώσεις τους στην υγεία». Οι ερευνητές ανέπτυξαν μια μέθοδο για την εκχύλιση των πολυφαινόλων από το ελαιόλαδο, χωρίς τη χρήση οποιουδήποτε αντιδρώντος διαλύτη και μια μέθοδο για την άμεση μέτρηση των επιπέδων της ελαιοκανθάλης και της ελαϊκίνης με ποσοτική φασματοσκοπία $^1\text{H NMR}$, με διαλύτη CDCl_3 στα 600 και 800 MHz. Η μέθοδος εφαρμόστηκε σε μελέτη 175 δειγμάτων μονοπαραγωγικού ελαιόλαδου από την Ελλάδα και την Καλιφόρνια, και τα κύρια ευρήματα οδήγησαν στην πρόταση ενός νέου δείκτη για τον χαρακτηρισμό των εξαιρετικά παρθένων ελαιόλαδων (Karkoula et al., 2012).

Κεφάλαιο 4. Ζητήματα παραγωγής και βελτίωσης της διατροφικής αξίας του ελαιόλαδου

4.1 Παραγωγή ελαιόλαδου

Οι ποικιλίες των δέντρων, οι συνθήκες της καλλιέργειάς τους και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου είναι οι βασικοί παράγοντες για την ποιότητά του, επηρεάζοντας τόσο τα ποιοτικά όσο και τα ποσοτικά χαρακτηριστικά του, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν τις αισθητηριακές και υγειοπροστατευτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου (Romani et al., 2019).

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη συγκομιδή ελιών εξαρτάται από τις τεχνικές που χρησιμοποιεί η κάθε ομάδα τοπικών παραγωγών, το μέγεθος και το σχήμα του δέντρου και τις εδαφικές συνθήκες του ελαιώνα. Η μη αυτοματοποιημένη συγκομιδή και η συγκομιδή των ελιών στο έδαφος, πλέον δεν χρησιμοποιούνται. Οι μηχανικές

μέθοδοι μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες: α) τη συγκομιδή από το δέντρο με μοτέρ τινάγματος, οι οποίοι συνδέονται με τον κύριο κορμό ή τα πλευρικά κλαδιά και β) η συγκομιδή από το δέντρο με χτένες ή μαστίγια. Το τελευταίο αποτελείται από ένα πάσσαλο (μήκους 2-3 m) με κεφαλή που μπορεί να έχει τη μορφή χτένας, μαστιγίου ή μικρής πένσας έτσι ώστε να ταρακουνάει τα πλευρικά κλαδιά του δέντρου (D'Imperio et al., 2010).

Από πολλούς ερευνητές, τα στάδια ωρίμανσης της ελιάς που περιλαμβάνουν τον χρόνο συγκομιδής και τον δείκτη ωριμότητας συνιστούν τους πιο σημαντικούς παράγοντες που σχετίζονται με την ποιοτική αξιολόγηση του ελαιολάδου. Ειδικότερα, κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, πολλές μεταβολικές διεργασίες λαμβάνουν χώρα στις ελιές ακολουθούμενες από μεταβολές στη φαινολική σύνθεση λόγω διαφορετικών βιοσυνθέσεων και βιοδιαμόρφωσης των φαινολικών ενώσεων. Διαφορετικές αναβολικές και καταβολικές οδοί στα φρούτα της ελιάς καθορίστηκαν από τις ποικιλίες Arbequina και Hojiblanca, δεκαεπτά από αυτές σχετίζονται με την ελαιοροπίνη και τα παράγωγά της, καθώς και με τη δραστηριότητα της β-γλυκοσιδάσης κατά την ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών της. Οι κύριες φαινολικές ενώσεις και τα παράγωγα τους, συμπεριλαμβανομένων των υδροξυτυροσολών, της λιγκστροσίδης αγλυκόνης, της ελαιοροπίνης αγλυκόνης, της ακετοξυ-πινορεσινόλης και του ελενολικού οξέος, έδειξαν αύξηση του EVOO στα αρχικά στάδια της συγκομιδής της ελιάς, ακολουθούμενη από μείωση των συγκεντρώσεών τους σε πιο προχωρημένα στάδια ωρίμανσης του καρπού. Κατά συνέπεια, τα πρώιμα συγκομισμένα φρούτα παράγουν ελαιόλαδο με υψηλή περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και υψηλή οξειδωτική σταθερότητα. Είναι ευρέως γνωστό και ευρέως αποδεκτό ότι τόσο η φαινολική ποσότητα όσο και η οξειδωτική σταθερότητα συνδέονται με την αντιοξειδωτική ικανότητα των EVOO πολυφαινολών. Ωστόσο, αυτές οι ενώσεις έχουν επίσης συσχετιστεί με τα αρωματικά χαρακτηριστικά και η συγκομιδή πολύ νωρίς παράγει ελαιόλαδα που έχουν περιστασιακά απαράδεκτη αισθητηριακή ποιότητα λόγω υπερβολικών συγκεντρώσεων πολυφαινόλης. Διαπιστώθηκε ότι η πλειονότητα του παραγόμενου ελαιολάδου δεν έχει την καλύτερη εμπορική ποιότητα επειδή ο καρπός δεν έχει συλλεχθεί στον βέλτιστο χρόνο συγκομιδής. Σύμφωνα με βιβλιογραφικές εκθέσεις, είναι δυνατόν να αποδειχθεί ότι ο καλύτερος χρόνος συγκομιδής πραγματοποιείται νωρίς, όταν ο καρπός φτάσει στη βέλτιστη

ωρίμανση, όταν αρχίζει να λαμβάνει χώρα το «envero» ή η αλλαγή χρώματος της ελιάς. Από την άποψη της φαινολικής σύνθεσης, της οξειδωτικής σταθερότητας και τις οργανοληπτικές ιδιότητες, το καλύτερο ελαιόλαδο φάνηκε να λαμβάνεται με τιμές δείκτη ωριμότητας μεταξύ 2,5 και 3,5 σε Nostrana di Brisighella καλλιέργεια που καλλιεργείται στο Jaen, Ισπανία (Frankel, 2013).

4.1 Παράγοντες βελτίωσης παραγωγικής διαδικασίας

Η ποιότητα και η μοναδικότητα των εξαιρετικών παρθένων ελαιολάδων καθορίζονται κυρίως από γενετικούς και κλιματικούς παράγοντες, οι οποίοι μπορούν να οριστούν ως «κύριοι παράγοντες». Η επίδραση της ποικιλίας στο προφίλ του ελαιολάδου, εξαρτάται από τη δραστηριότητα των ενζύμων που εμπλέκονται σε διάφορες οδούς, κυρίως της λιποξυγενάσης, η οποία είναι γενετικά προκαθορισμένη. Οι κλιματικοί παράγοντες εξαρτώνται από περιβαλλοντικές συνθήκες όπως ο τύπος και η δομή των εδαφών (διαθρωτικοί παράγοντες) ή και οι κλιματολογικές συνθήκες (δηλ. θερμοκρασία, βροχόπτωση), οι οποίες ποικίλλουν κατά τη διάρκεια του έτους και συνοψίζονται ως «επίδραση του έτους καλλιέργειας». Εκτός από τους κύριους παράγοντες, άλλοι παράγοντες που επίσης επηρεάζουν τη σύνθεση του ελαιόλαδου και σε γενικές γραμμές εξαρτώνται από τους αγρότες, μπορούν να οριστούν ως «δευτερεύοντες». Για παράδειγμα, μεταξύ των αγρονομικών πρακτικών η άρδευση, η λίπανση και η μέθοδος συγκομιδής μπορούν να επηρεάσουν τη φυσιολογία των φρούτων, ενώ οι τεχνολογικές διαδικασίες όπως η επεξεργασία και η αποθήκευση ενδέχεται να αλλάξουν τη σύνθεση του ελαιολάδου. Ένα από τα πιο θερμά πεδία ενδιαφέροντος είναι η επίδραση της ωρίμανσης του καρπού της ελιάς στη σύνθεση του ελαιόλαδου. Κατά τη διαδικασία της ωρίμανσης, διάφορες αλλαγές που επηρεάζουν το βάρος, την αναλογία πολτού / πυρήνα, το χρώμα, τη χημική σύνθεση, τη συσσώρευση λαδιού και τη δραστηριότητα των ενζύμων μπορούν να επιδράσουν στον καρπό, επηρεάζοντας άμεσα

όλες τις οργανοληπτικές και χημικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος του ελαιόλαδου (D'Imperio et al., 2010).

Γενικά, τα αντιοξειδωτικά, οι πτητικές ενώσεις και οι σχετικές παράμετροι μειώνονται κατά την ωρίμανση. Έχουν επίσης διερευνηθεί τα λιπαρά οξέα, δείχνοντας ότι οι ποσότητες των παλμιτικών, των στεατικών και των λινολενικών λιπαρών οξέων μειώνονται κατά την ωρίμανση των φρούτων, ενώ οι ποσότητες του ελαϊκού και του λινελαϊκού οξέος αυξάνονται. Επιπλέον, μελετήθηκε το επίπεδο ορισμένων μετάλλων στη σύνθεση του ελαιόλαδου. Η επιλογή του χρόνου και της μεθόδου συγκομιδής μπορεί να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα και την ποσότητα του ελαιόλαδου, αλλά και την παραγωγή του επόμενου έτους, παρασύροντας έτσι και την οικονομική απόδοση. Η περίοδος που επιλέγεται για τη συγκομιδή επηρεάζει επίσης το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την απόσπαση (τίναγμα) των ελιών, επειδή ο χρόνος τινάγματος της ελιάς μειώνεται κατά την ωρίμανση. Από την άλλη πλευρά, το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την απόσπαση των ελιών επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της χειροκίνητης και μηχανικής συγκομιδής. Επομένως, οι μέθοδοι χρόνου και συγκομιδής συσχετίζονται αυστηρά (D'Imperio et al., 2010).

ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Συζήτηση

Θετικά και αρνητικά προγράμματος

Σύμφωνα με τους υπευθύνους του προγράμματος, η κύρια πρόκληση που μπορεί να αντιμετωπίσει το πρόγραμμα ARISTOIL σχετίζεται αμιγώς με τον συνεταιρισμό και αφορά στην διατήρηση των ισχυρών δεσμών τόσο εσωτερικών όσο και διεθνών και κυριότερα με την Ευρωπαϊκή Ένωση στον τομέα της γεωργίας και της παραγωγής του ελαιόλαδου. Για την αντιμετώπιση αυτής της απειλής, ο συνεταιρισμός ανέπτυξε εργαλεία για την παροχή δομής και κατεύθυνσης για τα επόμενα ζωτικά βήματα, όπως το Protocol for Med Cluster of Olive Oil Actors, το οποίο αποτελεί μια στρατηγική ανάλυση του τι συνεπάγεται η ανάπτυξη ενός συμπλέγματος, ενσωματώνοντας τα διδάγματα από το μέχρι τώρα έργο.

Πέρα από αυτές τις αναφορές, στο συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορούν να αναγνωριστούν τόσο θετικά όσο και αρνητικά σημεία τα οποία αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

Αρχικά, πρέπει να επισημανθεί ότι η μέτρηση του φαινολικού περιεχομένου με τη μέθοδο του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) παρότι αποτελεί μια αξιόπιστη μέθοδο αναγνώρισης των ιστοτεμαχίων που διαρκεί μόνο λίγα λεπτά για να παρέχει ένα ακριβές αποτέλεσμα, δυστυχώς επί του παρόντος είναι διαθέσιμη μόνο στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και το κόστος της ανέρχεται σε 100 ευρώ ανά δείγμα δοκιμής. Έτσι, αυτομάτως ο παραγωγός αναγκάζεται να επωμιστεί ένα επιπλέον κόστος σε συνδυασμό με την αναγκαιότητα μεταφοράς των δειγμάτων σε πολύ καλά ελεγχόμενες συνθήκες προσωρινής αποθήκευσης.

Έπειτα, μέσα από διάφορες μελέτες υπογραμμίζεται η παραδοχή ότι η αυξημένη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο προκαλούν μια πικρή, στυπτική, και έντονη επίγευση στους καταναλωτές. Ειδικότερα, η μελέτη ταξινόμησης των τύπων ελαιόλαδου ανάλογα με το συνολικό φαινολικό τους περιεχόμενο, από τους Gawel και Rogers (2009) αποκάλυψε ότι τα ελαιόλαδα με περιεκτικότητα σε φαινολικό περιεχόμενο

μικρότερη από 80 mg/kg έχουν γεύση που περιγράφεται ως «ήπια», ενώ τα ελαιόλαδα με συνολικό φαινολικό περιεχόμενο μεγαλύτερο από 440 mg/kg έχουν γεύση που περιγράφεται ως «ισχυρή». Άλλες αισθητηριακές αξιολογήσεις που πραγματοποιήθηκαν από τους Μπόσκου και συν. (2005) ανέφεραν μια κυρίαρχη αίσθηση πικρής γεύσης σε ελαιόλαδα με συνολικό φαινολικό περιεχόμενο μεγαλύτερο από 300 mg/kg. Όλα τα παραπάνω αποκτούν σημασία βάση της υπενθύμισης ότι το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο του ελαιόλαδου συνίσταται από φαινολικά οξέα (σε εύρος συγκέντρωσης 0,01-1,7 mg/kg), λιγνάνες (ακετοξυπινορεσινόλη, πινορεσινόλη), φλαβόνες (απιγενίνη, λουτεολίνη), γλυκοσίδες φλαβόνης (λουτεολίνη-7-Ο-γλυκοζίτη, απιγενίνη-7-Ο-γλυκοζίτη), φαινολικές αλκοόλες (τυροσόλη, υδροξυτυροσόλη) και σεκοϊριδοειδή (ελαϊκίνη, ελαιοκανθάλη, ελαιοευρωπαϊνή, p-HPEA-EA), ενώ η κυρίαρχη φαινολική ένωση που βρίσκεται στο ελαιόλαδο είναι η ελαιοευρωπαϊνή και τα προϊόντα υδρολυτικής διάσπασης, η υδροξυτυροσόλη και η τυροσόλη.

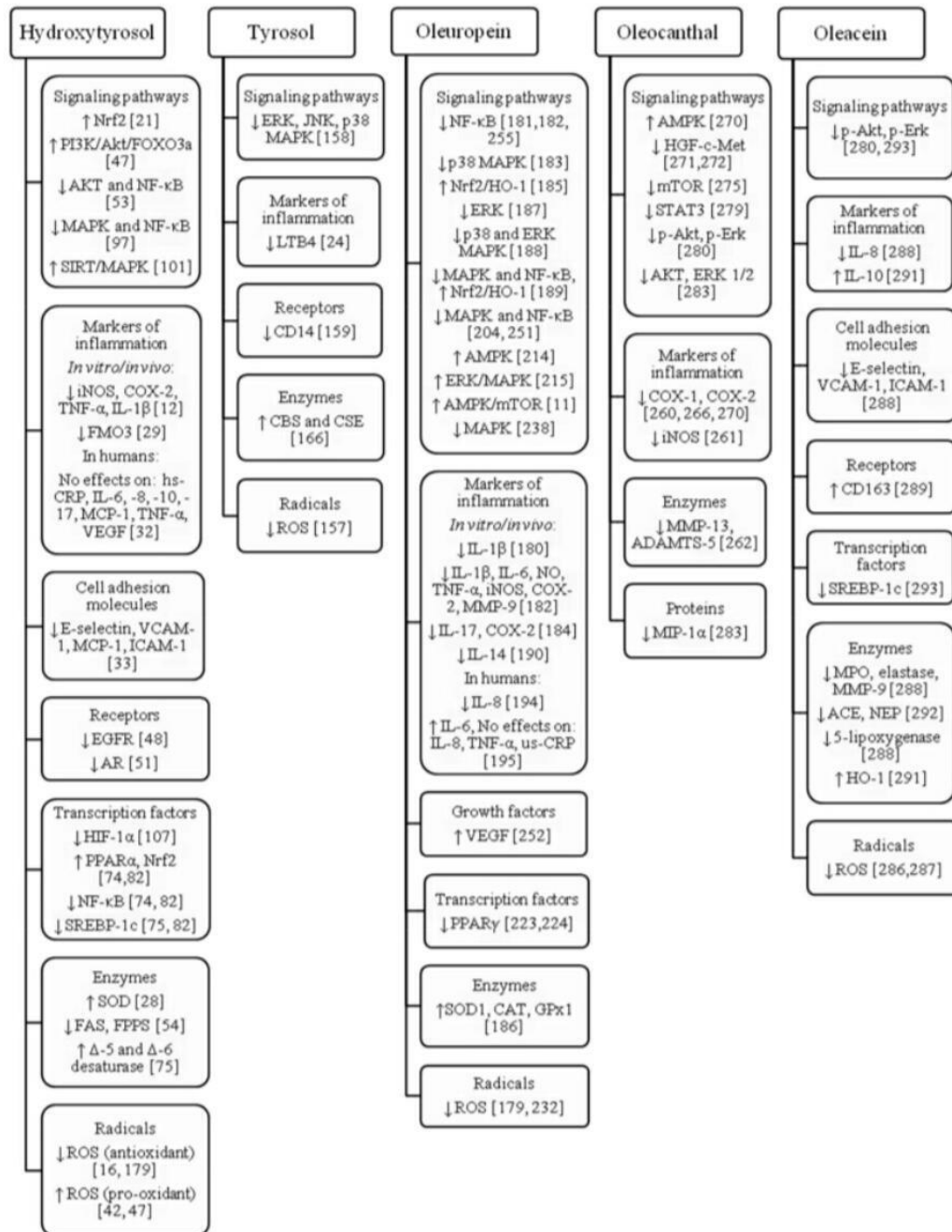
Επί του παρόντος, η ξεχωριστή συνεισφορά κάθε μεμονωμένης φαινολικής ένωσης στη συνολική πικρία στη γεύση του ελαιόλαδου δεν έχει προσδιορισθεί πλήρως σε εργαστηριακό επίπεδο, αν και μερικές από αυτές τις μεμονωμένες φαινολικές ενώσεις είναι γνωστό ότι επάγουν ειδικές αισθητηριακές ιδιότητες. Αυτό όμως που μπορεί πλέον να θεωρηθεί ως δεδομένο είναι το γεγονός ότι στους περισσότερους καταναλωτές δεν αρέσει η πικρή επίγευση που συντηρείται στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο (και αποδίδεται στο υψηλό φαινολικό περιεχόμενο). Μάλιστα, οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται την ένταση αυτής της πικρής γεύσης πολύ περισσότερο από τους ειδικούς, σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη που εκπονήθηκε από τους Caracciolo και συν. (2020). Η μελέτη διαπίστωσε ότι η πικρή γεύση στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο οδηγεί σε αρνητική αντίληψη του ίδιου του προϊόντος μεταξύ των καταναλωτών. Πιο συγκεκριμένα, υπό την θεώρηση ότι σε παγκόσμιο επίπεδο, η πίκρα στα τρόφιμα δεν είναι ένα προτιμώμενο χαρακτηριστικό από τους καταναλωτές, πολύ περισσότερο στην περίπτωση του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου που η πικρή γεύση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά εκπονήθηκε μελέτη με στόχο την εκτίμηση των προτιμήσεων των Ιταλών καταναλωτών για την πικρή γεύση του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου. Όπως διαπιστώθηκε, βάση της σύγκρισης των επιλογών που έκαναν οι αγοραστές στα ράφια των υπεραγορών με τα αισθητηριακά

χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου, η πικρή γεύση ασκεί αρνητική προδιάθεση αγοράς του ελαιόλαδου που ποσοτικοποιείται με απώλεια αγοραστικής αξίας κατά -1,18 €/λίτρο. Επιπλέον, άξιον αναφοράς είναι το εύρημα ότι οι καταναλωτές τείνουν να υπερ αντιλαμβάνονται την πικρή γεύση του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου σε σύγκριση με τους επιστήμονες που επιλήπτονται της βελτίωσης της παραγωγής του. Αυτά τα αποτελέσματα παρέχουν νέα στοιχεία για τις προτιμήσεις των καταναλωτών για το αισθητηριακό προφίλ του ελαιόλαδου που είναι πλούσιο σε αντιοξειδωτικούς παράγοντες.

Αντίστοιχα αποτελέσματα προήλθαν κι από άλλες μελέτες αποδοχής του πλούσιου σε υδροξυτυροσώλη ελαιόλαδου. Μεταξύ των ερευνητών που έριξαν φως στην παραπάνω αμφισβήτηση της εμπορικής αξίας του ελαιόλαδου ήταν κι οι Roselli και συν. (2020) οι οποίοι επίσης επιχείρησαν να αξιολογήσουν την αποδοχή των καταναλωτών για το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο με φυσικά αυξημένη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, όπως έχει επιτευχθεί μέσω επεξεργασίας με τη βοήθεια των υπερήχων. Αυτό το προϊόν συγκρίθηκε με ένα σύνολο αναδυόμενων καινοτομιών που μπορεί να εισαχθούν στο επόμενο μέλλον. Η τελική ανάλυση ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος καταναλωτών ανέδειξε τρεις κατηγορίες καταναλωτών: α) τους ανοιχτούς προς την καινοτομία, β) τους παραδοσιακούς και γ) τους επιφυλακτικούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μόνο ένα μικρό κλάσμα των καταναλωτών είναι θετικά προσκείμενο στην αποδοχή της καινοτομίας του φυσικά ενισχυμένου ελαιόλαδου, επομένως η εισαγωγή του στην αγορά προβλέπεται πιθανώς επιτυχής.

Ένα άλλο ζήτημα που πρέπει να διερευνηθεί αφορά στο ίδιο το φαινολικό περιεχόμενο του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου η αύξηση του οποίου αποτέλεσε και το έναυσμα της έμπνευσης του προγράμματος Aristoil. Δεδομένου ότι ο ισχυρισμός για τις υγαιοπροστατευτικές ιδιότητες του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για εκείνα τα ελαιόλαδα με ελάχιστη περιεκτικότητα 5 mg υδροξυτυροσώλης και των παραγώγων της (παράγωγα ελαιοευρωπαϊνη και τυροσώλης) ανά 20 g ελαιόλαδου, αξίζει να σημειωθεί ότι το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο που δύναται να δημιουργηθεί μέσω μιας σειράς παραγωγικών τροποποιήσεων περιλαμβάνει και ποικίλες άλλες ουσίες μεταξύ των οποίων η ελαϊκίνη, η ελαιοκανθάλη, η αγλυκόνη ελαιοευρωπαϊνης, το ελενολίδιο, η ελαιομισσιονάλη κ.α. Αν και δεν είναι γνωστό έως

τώρα σε τι βαθμό επηρεάζονται οι λοιπές φαινολικές συγκεντρώσεις, αξίζει να υπογραμμισθεί ότι παρά τις θεσμοθετημένες προϋποθέσεις που έχουν τεθεί για την υδροξυτυροσόλη και τα παράγωγά της, είναι πασιφανές ότι δεν συνθέτουν μόνες τους το αντιοξειδωτικό δυναμικό του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου. Η παραπάνω θέση υποστηρίζεται από πολυάριθμες μοριακές και χημικές μελέτες μεταξύ των οποίων κι εκείνη των Καρκονιό - Μαρκονιό και συν. (2019). Οι τελευταίοι υποστηρίζουν ότι οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου προκύπτουν από πολλές περισσότερες φαινόλες από αυτές οι οποίες συμπεριλαμβάνονται στον ισχυρισμό για τις υγειοπροστατευτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου και μάλιστα εξέδωσαν κι ένα σχετικό σχεδιάγραμμα (Σχεδιάγραμμα 1) στο οποίο αναπαρίσταται σχηματικά η συγκεκριμένη παραδοχή.



Σχεδιάγραμμα 1

Σε κάθε περίπτωση, οι δύο πιο ευρέως ερευνημένες φαινολικές ενώσεις που βρίσκονται στο ελαιόλαδο είναι η ελαιοκανθάλη γνωστή για τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές της και η ελαιοευρωπαϊνή που είναι αντιοξειδωτικό. Ωστόσο, δεν πρέπει να παραλείπεται η αναφορά ότι η τακτική και σαφώς προσδιορισμένη κατανάλωση αυτών των δύο

συστατικών του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου σε υψηλές συγκεντρώσεις, μαζί με τη ποικιλία των υπόλοιπων εξίσου ευεργετικών φαινολικών ενώσεων και στοιχείων του ελαιόλαδου πυροδότησαν το θερμό παγκόσμιο ενδιαφέρον για την βελτίωση των μεθόδων παραγωγής του, έτσι ώστε τα πολύτιμα αυτά στοιχεία να μην χάνονται.

Παρά τα αυξημένα επίπεδα ελαιοκανθάλης και άλλων φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο που επιτεύχθηκαν και δημοσιεύθηκαν για την περίοδο 2017-2018 (πίνακας 1)

2017/2018 season

Number of analyzed samples = 1242 samples

COMPOUND	MINIMUM	MAXIMUM	AVERAGE	STANDARD DEVIATION
Hydroxytyrosol	0,0	22,2	1,7	1,8
Tyrosol	0,0	6,0	0,9	1,0
Oleacein	0,0	1830	304	211
Oleocanthal	0,0	270	55,6	46,8
Oleuropein aglycon	0,0	895	219	131
Oleomissional	0,0	367	45,5	46,6
Ligustrosido aglycon	0,0	511	85,5	72,0
Oleokoronal	0,0	637	89,1	83,4
Hydroxytyrosol derivatives	7,0	2968	570	312
Tyrosol derivatives	2,0	1166	230	164
Total phenolic content	13,0	3734	800	425
Intake mg/20 g of oil	0,3	74,7	16,0	8,5

Πίνακας 1

στο πλαίσιο του προγράμματος ARISTOIL για τη μελέτη των βέλτιστων πρακτικών στην παραγωγή υψηλού σε φαινολικό περιεχόμενο ελαιολάδου, προέκυψαν πολλά ερωτήματα μεταξύ των οποίων :

- Η σχέση κόστους-όφελους για την εκ βάθρων τροποποίηση της παραγωγικής διαδικασίας με στόχο την αύξηση του φαινολικού περιεχομένου του ελαιόλαδου
- Η βιωσιμότητα και η διατήρηση των υψηλών φαινολικών επιπέδων με την πάροδο του χρόνου;
- Η επαναληψιμότητα των θετικών μετρήσεων, ή η απόδοσή τους σε μια τυχαία σύγκλιση περιστάσεων;
- Η πραγματική ωφέλεια του φαινολικού περιεχομένου στην διατήρηση ή/και την ανάκτηση της υγείας ;

Η σχέση κόστους-όφελους για την εκ βάθρων τροποποίηση της παραγωγικής διαδικασίας με στόχο την αύξηση του φαινολικού περιεχομένου του ελαιόλαδου

Σύμφωνα με τους εμπνευστές και τους υπευθύνους του προγράμματος ARISTOIL, για την αύξηση του φαινολικού περιεχομένου στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο τίθεται ως προϋπόθεση η απαρτέγγλιτη ακολούθηση πολλών σταδίων που έως σήμερα οι παραγωγοί δεν γνώριζαν ή εν γνώση τους παραλείπαν.

Ειδικότερα, ο δεκάλογος παραγωγής ελαιόλαδου με υψηλό φαινολικό περιεχόμενο περιλάμβανε παράγοντες όπως η ποικιλία, η γεωγραφία, οι αγρονομικές πρακτικές, η επίδραση της ωρίμανσης, η επίδραση της άρδρευσης, η μέθοδος επεξεργασίας στο ελαιουργείο και η αποθήκευση και συσκευασία.

- 1) Την επίγνωση ότι τα πολυποικιλιακά ελαιόλαδα τείνουν να παρέχουν ισορροπημένα φαινολικά προφίλ με μεγάλη πιθανότητα να πληρούν τις προϋποθέσεις για τον ισχυρισμό υγείας. Αυτή η πτυχή ενισχύει ιδιαίτερα αυτές τις περιοχές που βασίζονται στο παραδοσιακό σύστημα καλλιέργειας με μεγάλη ποικιλότητα στους ελαιοκαρπούς
- 2) Την επίγνωση ότι το υψόμετρο πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας αποτελεί επίσης μια παράμετρο με σημαντική επιρροή στη φαινολική συγκέντρωση. Το ελαιόλαδο που παράγεται από ελαιοκαρπούς που συλλέγονται σε γεωγραφικές περιοχές που καλλιεργούνται σε περισσότερα από 400 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας περιέχουν γενικά υψηλότερη φαινολική συγκέντρωση σε σύγκριση με περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλότερο υψόμετρο
- 3) Την επίγνωση ότι η άρδευση είναι ένας αγρονομικός παράγοντας με μεγάλη επίπτωση στη φαινολική συγκέντρωση. Αυτή η πρακτική μειώνει σημαντικά τη φαινολική περιεκτικότητα τόσο στο παρθένο όσο και στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο.
- 4) Ακόμη, η ωρίμανση των ελαιοκαρπών παίζει ουσιαστικό ρόλο στη φαινολική συγκέντρωση του. Η περίοδος κατά την οποία επιτυγχάνεται η μέγιστη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων είναι σχετικά μεγάλη και κυμαίνεται μεταξύ

27/11 και 31/01. Τα πρώιμα συγκομιθέντα εξαιρετικά παρθένα ελαιόλαδα δεν παρέχουν πάντα υψηλή συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων

- 5) Το σύστημα εξαγωγής δύο φάσεων ενισχύει σαφώς τη φαινολική συγκέντρωση σε σύγκριση με το τριφασικό σύστημα. Οι φαινολικές ενώσεις κλασματούνονται μεταξύ της υδατικής φάσης και το λάδι. Ο συντελεστής κλασματοποίησης ενισχύεται με το προστιθέμενο νερό. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στη φυγοκέντρωση: μια ακατάλληλη προσθήκη ύδατος μπορεί να μειώσει σημαντικά την ποιότητα του προϊόντος.
- 6) Απαραίτητος είναι ακόμη ο απόλυτος έλεγχος της θερμοκρασίας μάλαξης. Ο έλεγχος της ενζυματικής δράσης υπεροξειδάσης και φαινολοξειδάσης μπορεί να προκαλέσει φαινολική φθορά. Αυτή η υποβάθμιση ελαχιστοποιείται εάν η θερμοκρασία δεν ξεπερνά τους 28 °C. Για την ενζυματική ενεργοποίηση των γλυκοσιδάσων και των εστεράσων η θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται πάνω από 24 °C. Γενικά, ο έλεγχος της θερμοκρασίας θα πρέπει να γίνεται μέχρι την ολοκλήρωση της διαδικασίας. Η θερμοκρασία της μάλαξης πρέπει να είναι πάνω από 23°C για να ευνοήσει τις επιθυμητές ενζυματικές αντιδράσεις, ωστόσο δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 28°C, ιδιαίτερα, εάν επιμηκυνθεί ο χρόνος μάλαξης. Πρέπει να γίνεται σχετικός έλεγχος του χρόνου μάλαξης.
- 7) Η διάρκεια της μάλαξης είναι μια άλλη παράμετρος που επιτρέπει τη ρύθμιση της ενζυματικής δραστηριότητας. Η γενική τάση είναι ότι ο χρόνος μάλαξης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 45-60 λεπτά, αν και ορισμένες ποικιλίες πρέπει να απαιτούν χρόνους μικρότερους των 30 λεπτών. Η επίδραση του χρόνου μάλαξης σχετίζεται με τη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται κατά τη διάρκεια της μάλαξης, η οποία πρέπει να ελέγχεται σε ένα θερμοστατικό σύστημα
- 8) Τέλος, η αποθήκευση και η συσκευασία είναι μια κρίσιμη διαδικασία για τη διασφάλιση της σταθερότητας του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου. Μάλιστα, επιβάλλεται η χρήση αδιαφανών συσκευασιών από ανοξείδωτο χάλυβα, γυαλί ή οποιοδήποτε άλλο αδρανές υλικό και στη συνέχεια είναι απαραίτητο το φιλτράρισμα για βελτίωση της σταθερότητας. Η θερμοστατικοποίηση και η αδράνεια των ιζημάτων συνιστώνται πρακτικές για τη διατήρηση της φαινολικής συγκέντρωσης του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου

Όπως συμπεραίνεται, προκειμένου να αυξηθεί το φαινολικό περιεχόμενο του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου, απαιτείται μια νέα παραγωγική προσέγγιση η επιτυχία της οποίας μπορεί να διακυβεύεται από την έως τώρα εμπιστοσύνη στην ακολουθούμενη μέθοδο εκ μέρους των παραγωγών. Ακόμη, πρόκειται για μια ιεραρχία σταδίων και τακτικών ελέγχων, όπου η παράλειψη (ή η διενέργεια λαθών) σε ένα εξ αυτών μπορεί να υπονομεύσει την επιτυχία των επομένων και κατά συνέπεια όλης της σοδειάς. Παρά το γεγονός ότι οι νέες τεχνολογίες, που εφαρμόζονται στα μηχανικά συστήματα εκχύλισης ελαιολάδου, είναι καινοτόμες διαδικασίες και εξαιρετικά προσαρμόσιμες στα περισσότερα κοινά χρησιμοποιούμενα ελαιουργεία, μπορεί να χαρακτηρίζεται από διαφορετικό (από το συνηθισμένο) κόστος αγοράς και διαφορετικά αποτελέσματα εφαρμογής. Σε κάθε περίπτωση, η αύξηση της ποιότητας και της εμπορικής αξίας του ελαιόλαδου που συγκεράζονται με τον ίδιο στόχο απόδοσης υψηλής υγιοπροστατευτικής ποιότητας του παρθένου ελαιολάδου, είναι όλα στοιχεία που στοχεύουν σε μεγαλύτερη οικονομική ανάπτυξη στη μέχρι τώρα γνωστή και κερδοφόρα βιομηχανία παραγωγής και διάθεσης του ελαιολάδου. Ενδεχομένως να ήταν προτιμητέα η εφαρμογή νέων τεχνολογιών κατάλληλα σχεδιασμένων σύμφωνα με τις ανάγκες του παραγωγού, ως ένα έγκυρο εργαλείο για την επίτευξη ενός βέλτιστου συμβιβασμού μεταξύ της απόδοσης της σοδειάς και της ποιότητας του ελαιόλαδου, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της κάθε καλλιεργούμενης έκτασης.

Η βιωσιμότητα και η διατήρηση των υψηλών φαινολικών επιπέδων με την πάροδο του χρόνου

Ένα ακόμη πολύ σημαντικό ζήτημα για την επιτυχία του προγράμματος ARISTOIL αφορά στην δυνατότητα διατήρησης του πολλά υποσχόμενου υψηλού φαινολικού περιεχομένου για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Καθώς είναι γνωστό ότι η μεγάλη χρονική διάρκεια και οι συνθήκες αποθήκευσης μπορεί να επηρεάσουν τη σταθερότητα και την ποιότητα του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου, οι Mousavi και συν. (2021) πρόσφατα διεξήγαγαν μια μελέτη που αποσκοπούσε στην αξιολόγηση των επιπτώσεων

διαφορετικών συνθηκών αποθήκευσης (σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε 4 °C και σε -18 °C θερμοκρασίας και αποθήκευση σε αργό) για τρεις διαφορετικής φαινολικής περιεκτικότητας τύπους εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου (χαμηλές, μεσαίες και υψηλές φαινόλες) για 18 και 36 μήνες, αναλύοντας τους κύριους μεταβολίτες σε έξι χρονικά σημεία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες είναι σε θέση να διατηρήσουν και τους τρεις τύπους ελαιόλαδου εντός των νόμιμων ορίων που καθορίζονται από τον κανονισμό της ΕΕ για τις περισσότερες ενώσεις έως και 36 μήνες. Η ελαιοκανθάλη, το σκουαλένιο και οι ολικές φαινόλες βρέθηκαν να επηρεάζονται από τις θερμοκρασίες αποθήκευσης περισσότερο από άλλες ενώσεις (προέκυψε αποδόμηση του σκουαλενίου) και η α-τοκοφερόλη βρέθηκε να αναστέλλεται μόνο από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Η καλύτερη θερμοκρασία για 3ετή συντήρηση του ελαιόλαδου αποδείχθηκαν οι 4 °C, ωστόσο η θερμοκρασία των -18 °C αντιπροσώπευε τη βέλτιστη θερμοκρασία για τη διατήρηση των οργανοληπτικών του ιδιοτήτων. Η παρούσα μελέτη παρείχε νέες γνώσεις που θα πρέπει να καθοδηγήσουν τους κατασκευαστές και τους εμπόρους εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου να εφαρμόσουν τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους αποθήκευσης για να διατηρήσουν τα χαρακτηριστικά των πολύτιμων για την υγεία ελαιόλαδων για μεγάλο χρονικό διάστημα συντήρησης.

Επιπλέον, στην μελέτη των Krichene, Salvador & Fregapane (2015) οι συνθήκες αποθήκευσης επηρέασαν το φαινολικό περιεχόμενο του ελαιόλαδου και επομένως την ημερομηνία λήξης του ισχυρισμού υγείας ότι οι πολυφαινόλες του ελαιόλαδου συμβάλλουν στην προστασία των λιπιδίων του αίματος από το οξειδωτικό στρες.

Στη μελέτη απώλειας του φαινολικού περιεχομένου κατά τη συνήθη αποθήκευση του ελαιόλαδου των Diamantakos και συν. (2021) διαπιστώθηκε ότι παρά τη μεγάλη διακύμανση μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών ελαιόλαδου, η μέση συγκέντρωση της συνολικής περιεκτικότητας σε φαινολικές ενώσεις ήταν 483 mg/kg, με μέγιστη συγκέντρωση (που καταγράφηκε στην Ελλάδα) τα 4003 mg/kg. Η μέση απώλεια του φαινολικού περιεχομένου κατά τη συνήθη αποθήκευση προσδιορίστηκε στο 46% σε 12 μήνες. Βάση αυτών, η ερευνητική ομάδα πρότεινε την τροποποίηση του ισχυρισμού υγείας από την ΕΕ, με την προσθήκη του όρου ότι το φαινολικό περιεχόμενο παραμένει 250 mg/kg για τουλάχιστον 12 μήνες μετά την εμφιάλωση.

Ομοίως, όπως προβλέπεται από το Διεθνές Συμβούλιο Ελιάς (ΔΟΕ), το ελαιόλαδο πρέπει να εμφιαλώνεται εντός 12 μηνών από τη συγκομιδή και να καταναλώνεται το αργότερο δεκαοκτώ μήνες μετά την εμφιάλωση. Ωστόσο, το υψηλής φαινολικής περιεκτικότητας ελαιόλαδο με τα πολλά οφέλη για την υγεία πρέπει να καταναλώνεται όσο το δυνατόν πιο πρόσφατα μετά τη συγκομιδή του, με τα καλύτερα υγειοπροστατευτικά αποτελέσματα να καταγράφονται μέσα σε τέσσερις έως έξι εβδομάδες μετά το άνοιγμα της συσκευασίας. Επισημαίνεται για μια ακόμη φορά ότι ως καθημερινή προσθήκη σε μια υγιεινή διατροφή, απαιτούνται συνήθως 30-45 γραμμάρια ή 2-3 κουταλιές της σούπας την ημέρα.

Επιπλέον, χρειάζεται φροντίδα για τη συντήρηση του υψηλού φαινολικού περιεχομένου ελαιόλαδο και μετά την αγορά, στο σπίτι. Όπως είναι γνωστό, ο αέρας, η θερμότητα και το φως είναι οι εχθροί της ποιότητας του ελαιολάδου, και πολύ περισσότερο του φαινολικού περιεχομένου. Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη να αποθηκεύεται σε δροσερό περιβάλλον, να σκεπάζεται αμέσως μετά τη χρήση και απομακρύνεται από θερμαντικές συσκευές κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος. Μετά το άνοιγμα της συσκευασίας, πρέπει να φυλάσσεται στο ψυγείο (κατά προτίμηση στο τμήμα συντήρησης), με σκοπό την διαφύλαξη του φαινολικού περιεχομένου. Ακόμη κι αν το ελαιόλαδο στερεοποιείται ελαφρώς σε κατάσταση ψύξης, αναμένεται να υγροποιηθεί γρήγορα όταν μείνει έξω λίγα λεπτά πριν από τη χρήση. Από την άλλη μεριά, το μη φιλτραρισμένο ελαιόλαδο πρέπει να καταναλώνεται εντός λίγων εβδομάδων από την αποσφράφιση. Όταν το υψηλού φαινολικού περιεχομένου ελαιόλαδο αγοράζεται χύμα, (αρκετά λίτρα σε τενεκέ) πρέπει να μεταγγίζεται πάντα σε μικρότερα μπουκάλια από μη φωτοδιαπερατό γυαλί και να αποθηκεύεται σε δροσερό και σκοτεινό μέρος (ιδανικά στους 4° Κελσίου).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο Aristoleo North America, το υψηλού φαινολικού περιεχομένου ελαιόλαδο αποθηκεύεται σε ερμάρια αποθήκευσης στο Fine Wine Reserve στο Τορόντο, όπου ο χώρος μοιράζεται με μερικές από τις καλύτερες συλλογές κρασιού του Καναδά. Αυτό γίνεται με σκοπό το ελαιόλαδο να διατηρείται στους 12,8 ° Κελσίου και ελέγχεται καθημερινά, διατηρώντας τα επίπεδα των φαινολικών ενώσεων μέχρι τη λήξη του. Παρά την απαιτητικότητα του προϊόντος σε ιδανικές συνθήκες αποθήκευσης, η απώλεια της περιεκτικότητας σε φαινόλες είναι αναπόφευκτη, καθώς η διατήρηση του ελαιόλαδου σε ψυχρό περιβάλλον διασφαλίζει ότι η απώλεια ελαχιστοποιείται στο

αποδεκτό 10% σε 12 μήνες. Ωστόσο, τα ελαιόλαδα που αποθηκεύονται για διαδικτυακές πωλήσεις (Eshop) ή λιανική διανομή σε αποθήκες, γκαράζ ή υπόγεια συχνά παρουσιάζουν διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και ακόμη και αν βρίσκονται σε κλιματιζόμενο χώρο, διατηρούνται συχνά σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 24 ° C.

Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση ή το ράφι λιανικής κάτω από τα φώτα μπορεί να προκαλέσει αλλοίωση των φαινολικών ενώσεων κατά 40% κάποια στιγμή κατά τη διάρκεια πριν τη περίοδο λήξης του, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να μην παραδίδεται στον καταναλωτή αυτό που ουσιαστικά πλήρωσε.

Τέλος, το ελαιόλαδο με υψηλό φαινολικό περιεχόμενο είναι περισσότερο ακριβό από τα υπόλοιπα και αυτό οφείλεται τόσο στα πολύ-προβεβλημένα οφέλη για την υγεία που παρέχει όσο και στην υψηλή απαιτητικότητα πόρων που συνεπάγονται οι προτεινόμενες μέθοδοι παραγωγής (συγκομιδή, αποθήκευση, μεταφορά και διανομή). Το ερώτημα προκύπτει στο κατά πόσον αξίζει τον κόπο.

Άλλωστε, η παραπάνω θέση υπογραμμίζεται κι από τους ίδιους τους υπευθύνους του προγράμματος ARISTOIL καθώς παραδέχονται ότι η κυριότερη κοινή πρόκληση για όλες τις συμμετέχουσες χώρες στο project είναι ότι η μέση τιμή του ελαιόλαδου είναι χαμηλή σε σύγκριση με το κόστος παραγωγής, ενώ παράλληλα κυριαρχεί έντονος ανταγωνισμός με τον μη μεσογειακό τομέα παραγωγής σπορέλαιου. Οι παραγωγοί στη Μεσόγειο πιέζονται είτε να μειώσουν το κόστος παραγωγής είτε να αυξήσουν την αξία ή τη ζήτηση ελαιολάδου στη διεθνή αγορά προκειμένου να διατηρηθεί η βιωσιμότητα και η βιωσιμότητα της καλλιέργειας ελιάς και της παραγωγής του ελαιόλαδου.

Η επαναληψιμότητα των θετικών μετρήσεων, ή η απόδοσή τους σε μια τυχαία σύγκλιση περιστάσεων

Όπως είναι γνωστό, η μοναδική επίσημη και επιστημονικά τεκμηριωμένη μέθοδος για τη μέτρηση των φαινολικών ενώσεων του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου σύμφωνα με τον ισχυρισμό υγείας της EE 432/2012 που μάλιστα προϋποθέτει την τοποθέτηση της

πιστοποίησης στην ετικέτα του τελικού προϊόντος είναι η μέθοδος HPLC-MS/MS ή οποιαδήποτε άλλη μέθοδος της οποίας η μέτρηση ταιριάζει με τη μέθοδο πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR). Ο NMR έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα της μέτρησης κάθε φαινολικής ένωσης σε δευτερόλεπτα χωρίς τη χρήση χημικών αντιδραστηρίων. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Αθηνών το 2012, μαζί με την ευρεσιτεχνία του Aristoleo Test Kit, «εργαστήριο σε φιαλίδιο», του φορητού φασματόμετρου «Aristometro» και του "Predictor" που συνιστά ένα φορητό ελαιοτριβείο.

Η μέθοδος HPLC υστερεί σημαντικά σε σχέση με τις μεθόδους HPLC-MS/MS και NMR και αυτή η θέση μπορεί να εξηγηθεί μέσω της παρατήρησης ότι οι φαινολικές ενώσεις του ελαιόλαδου που αναλύονται έχουν διαφορετικό μοριακό βάρος. Για παράδειγμα η ελαιοκανθάλη (304,34 g/mol) και η ελαιοακεΐνη (320.341 g/mol) έχουν σχεδόν διπλάσιο μοριακό βάρος σε σχέση με την τυροσόλη (138,164 g/mol) και την υδροξυτυροσόλη (154,16 g/mol). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η διαφορά μεταξύ της μέτρησης με τη νέα μέθοδο HPLC-MS/MS και NMR είναι υπερδιπλάσια της συγκέντρωσης της παλιάς μεθόδου HPLC. Μάλιστα, αξίζει να σημειωθεί ότι η διαφορά μεταξύ HPLC-MS/MS και HPLC είναι περίπου 350.000 δολάρια σε κόστος εργαστηριακού εξοπλισμού, δεδομένου ότι ο νέος και εξελιγμένος ισχυρισμός υγείας για τις πολυφαινόλες στο ελαιόλαδο, αξίζει εξελιγμένες και ακριβείς μεθόδους μέτρησης. Επιπλέον, η μέθοδος HPLC δεν μπορεί να μετρήσει την ελαιοκανθάλη και την ελαϊκίνη καθώς και πολλές άλλες φαινολικές ενώσεις στην αρχική τους μορφή και τις μετρά σαν να είναι τυροσόλη και υδροξυτυροσόλη χρησιμοποιώντας αντιδραστήρια όπως η μεθανόλη. Αντίθετα, η μέθοδος HPLC-MS/MS και η μέθοδος NMR μετρούν το μοριακό βάρος κάθε φαινολικής ένωσης. Δηλαδή, στη διαδικασία μέτρησης της ελαιοκανθάλης και της ελαϊκίνης σαν να είναι τυροσόλη και υδροξυτυροσόλη, το μοριακό βάρος δεν λαμβάνεται υπόψη. Πιο συγκεκριμένα, όλο το μοριακό βάρος θεωρείται ότι είναι το ίδιο και όλες οι φαινολικές ενώσεις μετρώνται σαν να έχουν το ίδιο μοριακό βάρος με την τυροσόλη και την υδροξυτυροσόλη. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα αποτελέσματα της ανάλυσης HPLC σε σύγκριση με τη μέθοδο HPLC-MS/MS και NMR είναι λιγότερα από τη μισή πραγματική συγκέντρωση των πολυφαινολών.

Όπως υποστηρίζουν πάντα οι ιθύνοντες του προγράμματος, τα θετικά αποτελέσματα της μέτρησης του φαινολικού περιεχομένου του ελαιόλαδου μπορούν να αναπαραχθούν σε όλες τις ελαιοπαραγωγικές περιοχές και το αποτέλεσμα είναι ανθεκτικό, καθώς περιλαμβάνει οδηγίες παραγωγής και πιστοποίησης για κάθε στάδιο παραγωγής και ποιοτικό έλεγχο. Κάτι τέτοιο δεν κατέστη δυνατό παλαιότερα, που έλειπαν τα εργαλεία για τη μέτρηση συγκεκριμένων φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο. Οι οδηγίες για τη συγκομιδή της ελιάς και την παραγωγή του ελαιόλαδου καλύπτουν ολόκληρο τον κύκλο παραγωγής, με στόχο τη μεγιστοποίηση της ποιότητας του τελικού προϊόντος.

Ωστόσο, αυτό που φαίνεται να κυριαρχεί είναι μια σύγκρουση συμφερόντων, σχετικά με το ελαιόλαδο που έχει περιεκτικότητα σε φαινολικό περιεχόμενο και αυτό μπορεί να το υποστηρίξει βάση πειραματικών μετρήσεων και το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο του ανταγωνισμού που προσπαθεί να ανακτήσει το χαμένο έδαφος -και το μερίδιο της αγοράς- και λειτουργεί αμφισβητώντας την υπεροχή του πρώτου. Σε αυτόν τον κυκεώνα, οι λιγότερο κερδισμένοι είναι οι καταναλωτές που μπερδεύονται και αναγκάζονται να πάρουν μέρος σε αυτόν τον συνεχιζόμενο πόλεμο, ο οποίος είναι στην πραγματικότητα μια σύγκρουση αντικρουόμενων οικονομικών συμφερόντων και συμφερόντων κυριαρχίας στην πλειοψηφία του αγοραστικού κοινού.

Η πραγματική ωφέλεια του φαινολικού περιεχομένου στην διατήρηση ή/και την ανάκτηση της υγείας

Παρά τον μεγάλο όγκο των μελετών που εξετάζουν την θετική επίδραση των πολυφαινολών του ελαιόλαδου στην υγεία, αξίζει να επισημανθεί ότι οι επιστήμονες στις διάφορες κλινικές δοκιμές σε ανθρώπους, χρησιμοποιούν τα ελαιόλαδα με φαινολική περιεκτικότητα μεταξύ 700 και 1000 mg/kg. Χρησιμοποιούν μεταξύ 30-45 ml την ημέρα (1-3 κουταλιές της σούπας) και μερικές φορές δύο φορές την ημέρα. Αυτές οι δοκιμές απλώς λαμβάνουν υπόψιν την προσθήκη της συγκεκριμένης ποσότητας ελαιόλαδου στην καθημερινή διατροφή, χωρίς να εξετάζουν άλλες τυχόν αλλαγές στον τρόπο ζωής ή στην υπόλοιπη διατροφή των υπό εξέταση υποκειμένων. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε κάθε αλλαγή στην καθημερινή διατροφική ρουτίνα των ανθρώπων, είναι σημαντική η στενή

παρακολούθηση της εξατομικευμένης φυσικής ανταπόκρισης, καθώς τα νέα διατροφικά σχήματα μπορεί να χρειαστούν μερικούς μήνες για να εκτιμηθεί το αποτέλεσμα.

Οι κλινικές δοκιμές σε ανθρώπους έχουν αρχίσει να δείχνουν ότι τα οφέλη για την υγεία των φαινολικών ενώσεων στο ελαιόλαδο μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για τη θεραπεία πολλών ασθενειών και καταστάσεων μεταξύ των οποίων η νόσος του Αλτσχάιμερ, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί ακόμη και να αντικαταστήσουν φάρμακα αντιπηκτικότητας του αίματος και αντιφλεγμονώδη φάρμακα για νόσους όπως η νευροεκφυλιστική αρθρίτιδα, η οξεία λεμφοκυτταρική λευχαιμία, ο καρκίνος του μαστού και πολλών άλλων. Αυτά είναι τα αρχικά στάδια της έρευνας, αλλά είναι πολλά υποσχόμενα και τα ανέκδοτα στοιχεία αυξάνονται ραγδαία.

Σε κάθε περίπτωση, οι φαινολικές ενώσεις που περιέχονται στο ελαιόλαδο δεν έχουν αποδειχθεί να έχουν δυσμενείς επιδράσεις ακόμη και σε περιοχές όπως η Κρήτη, ή η Στερεά Ελλάδα όπου οι κάτοικοι καταναλώνουν, κατά μέσο όρο, 3 λίτρα ελαιόλαδου το μήνα. Οι υψηλές συγκεντρώσεις υψηλής φαινολικής περιεκτικότητας ελαιόλαδου είναι απολύτως κατάλληλες για άτομα που επιθυμούν να καταναλώνουν υψηλότερες συγκεντρώσεις πολυφαινολών φυσικά χωρίς να χρειάζεται να καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ελαιολάδου, αντί να καταναλώνουν εκχυλισμένες πολυφαινόλες σε νορφή συμπληρώματος.

Μάλιστα, η υπερβολική κατανάλωση συμπληρωμάτων πολυφαινολών μπορεί να είναι επικίνδυνη δεδομένου ότι οι πολυφαινόλες εξάγονται από το ελαιόλαδο και πωλούνται σε μορφή χαπιού ή κάψουλας ή βάμματος. Στο θέμα αυτό δυστυχώς δεν έχει γίνει αρκετή έρευνα, σχετικά με την καταλληλότητα των καθαρών εκχυλισμένων φαινολικών ενώσεων έτσι ώστε να προκύπτουν σαφή συμπεράσματα για πιθανή τοξικότητα. Μια αναλογία θα ήταν η σύγκριση ενός μπουκαλιού κρασιού με την εξαγωγή του καθαρού οινοπνεύματος για κατανάλωση μεγαλύτερων δόσεων.

Στο σημείο αυτό, αξίζει μια υπενθύμιση σε ένα από τα ανεμενόμενα αποτελέσματα του προγράμματος και πιο συγκεκριμένα σε αυτό της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών. Δηλαδή, γεννάται το ερώτημα του κατά πόσο οι καταναλωτές, οι επαγγελματίες μάγειρες και οι ιδιοκτήτες εστιατορίων έχουν εξοικειωθεί με την ιδέα ενός premium εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου, το επιλέγουν ανάμεσα στα προϊόντα του ανταγωνισμού και πολύ

περισσότερο γνωρίζουν τις ιδανικές συνθήκες χρήσης, μαγειρέματος, αποθήκευσης και συντήρησής του προκειμένου να εκμεταλλευτούν το υψηλό φαινολικό του περιεχόμενο δημιουργώντας άμεσο όφελος για την υγεία.

Ως απάντηση στον παραπάνω προβληματισμό, οι Pérez και συν. (2021) υποστηρίζουν ότι ολοένα και περισσότερο παρατηρείται μια αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για υψηλής ποιότητας εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές και πτητικές υγαιοπροστατευτικές ενώσεις και εξαιρετικές αισθητηριακές ιδιότητες. Από την άλλη μεριά, στη πρόσφατη μελέτη των Di Vita και συν. (2020) που εξέτασε εάν τα υγαιοπροστατευτικά συστατικά του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου επηρεάζουν τις επιλογές των καταναλωτών του με διαφορετικό βαθμό γνώσης σχετικά με τις θρεπτικές ιδιότητες του ελαιόλαδου. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε μια άμεση έρευνα σχετικά με την κατανάλωση υγιούς εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου εξετάζοντας τις δηλωμένες προτιμήσεις ενός δείγματος καταναλωτών. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν μια γενική συναίνεση μεταξύ των καταναλωτών σχετικά με τις ευεργετικές ιδιότητες της κατανάλωσης ελαιόλαδου. Επιπλέον, τα ευρήματα έδειξαν ότι διαφορετικοί βαθμοί ατομικής γνώσης λειτουργούν ως διακριτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αντίληψη των καταναλωτών του ελαιόλαδου ως προς τις υγαιοπροστατευτικές του ιδιότητες. Τελικά, αυτή η μελέτη επιβεβαίωσε ότι, ακόμη και για τα υγιεινά τρόφιμα, οι επιλογές των καταναλωτών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη δική τους συνειρμική τακτική. Κατά συνέπεια, οι γνώσεις ή οι πεποιθήσεις των καταναλωτών που προσανατολίζουν τη στάση τους επηρεάζονται από διαφορετικά κίνητρα και χαρακτηριστικά κι όχι αμιγώς από τις ιδιότητες του εκάστοτε υγιεινού προϊόντος. Δεδομένου ότι επί του παρόντος, είναι λιγοστές οι μελέτες που εστιάζουν στο δείγμα καταναλωτών ελαιόλαδου αξιολογώντας τις γνώσεις τους επί του υγαιοπροστατευτικού του ρόλου, ενδεχομένως να απαιτείται περισσότερη έρευνα σχετικά με τα κριτήρια πρόθεσης αγοράς (γεύση, περιεκτικότητα σε φαινόλες, κ.λπ)

Συμπεράσματα

Όπως συμπεραίνεται, υπάρχει μια γενική συναίνεση για την ανάπτυξη προϊόντων μεσογειακής διατροφής με υψηλή θρεπτική αξία. Πολύ περισσότερο, το εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο, το οποίο αποτελεί ένα είδος καθημερινής διατροφής, έχει σταδιακά και αυτογενώς καταφέρει να δημιουργήσει ένα μεγάλο κύμα ενθουσιασμού εκ μέρους των καταναλωτών και των επιστημόνων της τεχνολογίας των τροφίμων. Ευτυχώς, το ελαιόλαδο εκτός από ένα είδος καθημερινής διατροφής -μέσω της συνεχιζόμενης πειραματικής δοκιμής και μελέτης- διαπιστώνεται ότι συνιστά και έναν σύμμαχο στην υγεία των ανθρώπων. Ωστόσο, σε καμία περίπτωση αυτό το αγαθό δεν πρέπει να γίνεται αντικείμενο αισχροκέρδεια, διαμαχών και μήλων της έριδος στον βωμό της κυριαρχίας του μονοπωλίου.

Το πρόγραμμα ARISTOIL δημιουργήθηκε με σκοπό να παράσχει στον γενικό πληθυσμό ένα εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο με υψηλό φαινολικό φορτίο, ικανό να ασκήσει υγειοπροστατευτική δράση στους καταναλωτές. Ανέλαβε μεταξύ άλλων, την ενημέρωση και στοχοπροσηλωμένη εκπαίδευση των επίδοξων ελαιοπαραγωγών, την μέριμνα για την ευαισθητοποίηση του κοινού, καθώς και την εξέλιξη της έρευνας για την παροχή αποδείξεων για τα οφέλη αυτού του «υπέρ το άρτιον» προϊόντος. Παρά τις βέλτιστες προθέσεις των υπευθύνων συντονιστών του προγράμματος, υπάρχουν ακόμη ζητήματα που πρέπει να ρυθμιστούν, έτσι ώστε αυτό το προϊόν να γίνει ευρέως διαθέσιμο και αποδεκτό τόσο από την επιστημονική κοινότητα, όσο κι από την καταναλωτική.

Για παράδειγμα, πρέπει να συμφωνηθεί μια και μοναδική αξιόπιστη μέθοδος μέτρησης κι αξιολόγησης της περιεκτικότητας των πολύτιμων φαινολών. Στο σημείο αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση, πέραν ενός στείρου κανονισμού για την κατοχύρωση των υγειοπροστατευτικών ιδιοτήτων του ελαιόλαδου θα πρέπει να μεριμνήσει και για την εξασφάλιση διαφάνειας στην μια και μοναδική μέθοδο πιστοποίησης της ύπαρξης των πολυφαινολών, προεξοφλώντας την κοινή αποδοχή από όλες τις ομάδες που το εκμεταλλεύονται ή δύνανται να το εκμεταλλευτούν εμπορικά.

Από κει και έπειτα, το προϊόν πρέπει να γίνει ευρύτερα γνωστό στο καταναλωτικό κοινό, χωρίς να υποβαθμίζονται οι υπόλοιπες ποικιλίες και χωρίς να παρέχονται

ανυπόστατα ερευνητικά ή ανέκδοτα στοιχεία. Οι εμπορικοί εκπρόσωποι του ελαιόλαδου θα πρέπει να συσπειρωθούν έτσι ώστε να εκμεταλλευτούν τις επιστήμες έρευνας και ανάπτυξης με κοινό σκοπό την παροχή ενός νέου και πολλά υποσχόμενου αγαθού στους καταναλωτές.

Περιορισμοί της Έρευνας

Μερικοί από τους πιο σημαντικούς περιορισμούς της παρούσας έρευνας ήταν κατά κοινή ομολογία η σχετικά μικρή περίοδος επαφής και μελέτης των επιδιώξεων του υπό εξέταση προγράμματος κι η μικρή εμπειρία με τις συνθήκες της ελαιοπαραγωγής. Επιπλέον, θα μπορούσε να προστεθεί στους περιορισμούς της έρευνας η ύπαρξη λιγότερο ενημερωμένων (δημοσιευμένων σε έγκριτα περιοδικά ή στο διαδίκτυο) στοιχείων σχετικά με τα αποτελέσματα των δράσεων του προγράμματος και την εξέλιξη των προγραμματισμένων δράσεων. Σε αυτό ενδεχομένως να συνέβαλε η εν εξελίξει πανδημία του Κορωνοϊού η οποία παρέλυσε πολλές από τις εγχώριες και διεθνείς δράσεις σε όλους τους βιομηχανικούς τομείς.

Ωστόσο, ο μεγαλύτερος περιορισμός της παρούσας μελέτης από την άποψη της συνεισφοράς της στην ήδη θεμελιωμένη γνώση σχετικά με την εμπορική αξία του εξαιρετικά παρθένου ελαιόλαδου με υψηλό φαινολικό περιεχόμενο και σοβαρές υγειοπροστατευτικές ιδιότητες είναι ή έλλειψη άλλων πρωτογενών στοιχείων από προηγούμενες μελέτες τα οποία μπορεί να συμπεριλάμβαναν την ανάλυση δεδομένων και έτσι οι παρούσες συγκρίσεις να καθίσταντο εγκυρότερες. Η ύπαρξη όλων των παραπάνω θα επέτρεπε την συγκριτική παράθεση των νέων ευρημάτων με σκοπό την συμβολή στην κατανόηση της σύγχρονης εικόνας και αποτελεσματικότητας του πολύτιμου αυτού διατροφικού προϊόντος με στόχο τον καλύτερο σχεδιασμό της ανάπτυξής τους.

Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Μέσα από την παρούσα εμπειρική αξιολόγηση του προγράμματος κατέστη προφανές ότι το ερευνητικό και επιστημονικό ενδιαφέρον πρέπει να εστιασθεί σε μελέτες προσδιορισμού της καταλληλότερης μεθόδου μέτρησης του φαινολικού περιεχομένου του ελαιόλαδου, σε μελέτες ιεράρχησης κατά φθίνουσα σειρά των περισσότερο σημαντικών για την υγεία φαινολών του ελαιόλαδου έως των λιγότερο κρίσιμων, σε μελέτες αξιολόγησης του βαθμού επίγνωσης των υγειοπροστατευτικών ιδιοτήτων του ελαιόλαδου από το καταναλωτικό κοινό, και σε μελέτες διερεύνησης της πρόθεσης αγοράς αυτού του προϊόντος από τον γενικό πληθυσμό έναντι άλλων ομότιμων και ισάξιων διατροφικά προϊόντων.

Παράρτημα Α: «τίτλος παραρτήματος»

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. M. Carmen Crespo, Joao Tomé- Carneiro et al., Pharma-Nutritional Properties of Olive Oil Phenols. Transfer of New Findings to Human Nutrition, MDPI open Access Journals, Foods 2018.
2. International Olive Council. Designations and Definitions of Olive Oils. Διαθέσιμο διαδικτυακά:
<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/83-designations-and-definitions-of-olive-oils> (επισκέφθηκε στις 2 Οκτωβρίου 2019)
3. Κυριτσάκης Α., Ελαιόλαδο., Ιδιωτική Έκδοση, Θεσσαλονίκη 2007.
4. Aristoil- Dedicated to the Study of High Phenolic Olive Oil for Health. Διαθέσιμο διαδικτυακά: <https://aristoil.com/> (επισκέφθηκε στις 2 Οκτωβρίου 2019).
5. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 432/2012 της Επιτροπής της 16^{ης} Μαΐου 2012 «σχετικά με τη θέσπιση καταλόγου επιτρεπόμενων ισχυρισμών υγείας που διατυπώνονται για τα τρόφιμα, εξαιρουμένων όσων αφορούν τη μείωση του κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας και την ανάπτυξη και υγεία των παιδιών», Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ, ΕΕ L 136 της 25.5.2012 σ. 34.
6. C. Manach, A. Scalbert, C.Morand et al., Polyphenols: food sources and bioavailability^{1,2}, The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 79, Issue 5, May 2004, Pages 727- 747.
7. Augustin Scalbert, Gary Williamson, Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols, The Journal of Nutrition, Volume 130, Issue 8, August 2000, Pages 2073S- 2085S.

8. Photis Dais and Emmanuel Hatzakis, Quality assessment and authentication of virgin olive oil by NMR spectroscopy: A critical review., *Analytica Chimica Acta*, Volume 765, 26 February 2013, Pages 1- 27.
9. Sofia Moco Raoul J. Bino et al., A Liquid Chromatography-Mass Spectrometry- Based Metabolome Database for Tomato, American Society of Plant Biologists, August 2006
10. Papanikolaou, C., Melliou, E. & Magiatis, P. (2019). Olive Oil Phenols. Chapter in book: *Functional Foods*, pp. 1-18. 10.5772/intechopen.81394.
11. Perona, J.S., Alonso, A., Martínez-González, M.A., Ruiz-Gutiérrez, V. (2010). Virgin Olive Oil and Blood Pressure in Hypertensive Elderly Subjects, Chapter in book: *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, Academic Press, pp. 807-812.
12. Ferrara, L.A., Raimondi, A.S., d'Episcopo, L., Guida, L., Dello Russo, A., Marotta, T. (2000). Olive oil and reduced need for antihypertensive medications. *Arch. Intern. Med.* 160, 837–842.
13. Ros, E. (2003). Dietary cis-monounsaturated fatty acids and metabolic control in type 2 diabetes. *Am. J. Clin. Nutr.* 78, 617S–625S.
14. Tuck, K.L. & Hayball, P.J. (2002). Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *J. Nutr. Biochem.* 13, 636–644.

15. de la Puerta, R., Ruiz-Gutierrez, V., Hoult, J.R.S. (1999).
Inhibition of leukocyte 5-lipoxygenase by phenolics from virgin olive oil.
Biochem. Pharmacol. 57, 445–449.
16. Swanson, B.G. (2003). TANNINS AND POLYPHENOLS.
Chapter in book: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second
Edition), Academic Press, pp. 5729-5733.
17. Cerretani, L. & Bendini, A. (2010). Rapid Assays to Evaluate the
Antioxidant Capacity of Phenols in Virgin Olive Oil. Chapter in book: Olives
and Olive Oil in Health and Disease Prevention, Academic Press, pp. 625-635.
18. Aldred, E.M., Buck, C. & Vall, K. (2009). Phenols Chapter in
book: Pharmacology, Churchill Livingstone, pp. 149-166.
19. ΕΦΕΤ (2012). Κανόνες Εμπορίας & Επισήμανσης ελαιολάδου.
Διεύθυνση Αξιολόγησης & Εγκρίσεων. Pdf. [Online] Διαθέσιμο στο : [link](#)
20. University of Córdoba (2018). ARISTOIL:reinforcement of
Mediterranean olive oil sector competitiveness through development and
application of innovative production and quality control methodologies related
to olive oil health protecting properties. EU432/2012 Regulation Phenolic
compounds. Pdf. [Online] Available at : [link](#)

21. Jimenez-Lopez, C., Carpena, M., Lourenço-Lopes, C., Gallardo-Gomez, M., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2020). Bioactive Compounds and Quality of Extra Virgin Olive Oil Foods, 9, 1014; doi:10.3390/foods9081014
22. De Santis, S., Cariello, M., Piccinin, E., Sabbà, C., & Moschetta, A. (2019). Extra Virgin Olive Oil: Lesson from Nutrigenomics. *Nutrients*, 11(9), 2085. <https://doi.org/10.3390/nu11092085>
23. Parkinson, L. & Cicerale, S. (2016). The Health Benefiting Mechanisms of Virgin Olive Oil Phenolic Compounds. *Molecules* 2016, 21, 1734; doi:10.3390/molecules21121734
24. Caramia, G., Gori, A., Valli, E., & Cerretani, L. (2012). Virgin olive oil in preventive medicine: From legend to epigenetics. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 114, 375–388.
25. Boskou D, Tsimidou M, & Blekas G. (2006). Polar phenolic compounds In: *Olive oil Chemistry and Technology* 2nd ed, AOCS Press, Champaign Illinois USA, pp 73-92.
26. Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Gammazza, A. M., Knap, N., Wozniak, M., & Gorska-

Ponikowska, M. (2018). Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. *Int. J. Mol. Sci.*, 19, 547; doi:10.3390/ijms19030686

27. Martirosyan DM, Singh J. (2015). A new definition of functional food by FFC: What makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease.*, 5(6):209-223

28. Parkinson, L., & Keast, R. (2014). Oleocanthal, a phenolic derived from virgin olive oil: a review of the beneficial effects on inflammatory disease. *International journal of molecular sciences*, 15(7), 12323–12334.
<https://doi.org/10.3390/ijms150712323>

29. Raina, B.L. (2003). Olives. Chapter in *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, Academic Press, pp. 4260-4267.

30. Scalbert, A. & Williamson, G. (2000). Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *American Society for Nutritional Sciences*, 12(1), 2073-2085.

31. Bhooshan-Pandey, K. (2018). Mediterranean Diet and Its Impact on Cognitive Functions in Aging. Chapter in *Role of the Mediterranean Diet in the Brain and Neurodegenerative Diseases*, Academic Press, pp. 157-170.

32. Erukainure, O., Sanni, O., & Islam, S. (2018). Clerodendrum volubile: Phenolics and Applications to Health. Chapter in Polyphenols: Mechanisms of Action in Human Health and Disease (Second Edition), Academic Press, pp. 53-68.
33. Πρόγραμμα Interreg Med, (2014 – 2020) <https://aristoil.interreg-med.eu/>
34. Echave, C., Palladus, A., Boy-Roura, M.3 ;Cacciutolo, M., Niavis, S., Grassi, R., Papatheochari, TH., Čeh, D., Ponsá, S., Massabo, B. (2017). Boosting Rural Areas Revitalization in the Mediterranean through cross cutting approach based on ecological and social resilience. Proceedings of Science and Technology, 2(4), 1-12.
35. Pérez, M.; López-Yerena, A.; Lozano-Castellón, J., Olmo-Cunillera, A., Lamuela-Raventós, R.M., Martín-Belloso, O.; Vallverdú-Queralt, A. Impact of Emerging Technologies on Virgin Olive Oil Processing, Consumer Acceptance, and the Valorization of Olive Mill Wastes. Antioxidants 2021, 10, 417. <https://doi.org/10.3390/antiox10030417>
36. Mediterranean Healthy Olive Oil Cluster, (2020). Project co-financed by the European Regional Development Fund <https://aristoil.eu/mission>
37. National and Kapodistrian University of Athens (2019). News: The "aristoil" program distinguished in Europe. Online. Available at:

https://en.uoa.gr/announcements_and_events/view_announcement/the_aristoil_program_distinguished_in_europe/

38. Michalopoulos, S. (2019). Aristoil: Getting the best out of Mediterranean olive oil. Online. Available at: EURACTIV.com
<https://www.euractiv.com/section/agriculture-food/news/aristoil-getting-the-best-out-of-mediterranean-olive-oil/>

39. Κανονισμός Ευρωπαϊκής Επιτροπής (ΕΥ) Νο 432/2012 of 16 May 2012 <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2012/432/2017-08-22>

40. Olmo-Cunillera, A., López-Yerena, A., Lozano-Castellón, J., Tresserra-Rimbau, A., Vallverdú-Queralt, A. & Pérez, M. (2020), NMR spectroscopy: a powerful tool for the analysis of polyphenols in extra virgin olive oil. J Sci Food Agric, 100: 1842-1851. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10173>

41. Lindon, J. C. (1999). In Vivo NMR, Methods. Technology and Medicine, Academic Press London UK, 886-887.

42. Krishnan V. V. (2019). Molecular Thermodynamics Using Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Spectroscopy. Inventions (Basel, Switzerland), 4(1), 13. <https://doi.org/10.3390/inventions4010013>

43. Vicario, G., Francini, A., Cifelli, M., Domenici, V. & Sebastiani, L. (2020). Near UV-Vis and NMR Spectroscopic Methods for Rapid Screening of Antioxidant Molecules in Extra-Virgin Olive Oil. *Antioxidants*, 9, 1245; doi:10.3390/antiox9121245
44. Christophoridou, S., Dais, S., Tseng, L.H. & Spraul, M. (2005). Separation and Identification of Phenolic Compounds in Olive Oil by Coupling High-Performance Liquid Chromatography with Postcolumn Solid-Phase Extraction to Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (LC-SPE-NMR). *J. Agric. Food Chem.*, 53(12),4667-4678.
45. Μαγιάτης, Π. (2021). NMR η HPLC σύμφωνα με τον κανονισμό EU 432-2012. Aristoleo. Online. Available at: <https://aristoleo.com/nmr-%CE%B7-hplc/>
46. Aristoil πρόγραμμα Interreg Med (2014 - 2020). <https://aristoleo.com/>
47. Karkoula, E., Skantzari, A., Melliou, E., Magiatis, P. (2012). Direct Measurement of Oleocanthal and Oleacein Levels in Olive Oil by Quantitative ¹H NMR. Establishment of a New Index for the Characterization of Extra Virgin Olive Oils *J. Agric. Food Chem.*, 60, 47, 11696–11703.
48. D'Imperio, M., Gobbino, M., Picanza, A., Costanzo, S., Della Corte, A., & Mannina, L. (2010). Influence of harvest method and period on

olive oil composition: an NMR and statistical study. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(20), 11043–11051. <https://doi.org/10.1021/jf1026982>

49. Frankel, E., Bakhouché, A., Lozano-Sánchez, J., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2013). Literature Review on Production Process To Obtain Extra Virgin Olive Oil Enriched in Bioactive Compounds. Potential Use of Byproducts as Alternative Sources of Polyphenols. *J. Agric. Food Chem*, 61, 22, 5179–5188

50. Lanza, B. & Ninfali, P. (2020). Antioxidants in Extra Virgin Olive Oil and Table Olives: Connections between Agriculture and Processing for Health Choices *Antioxidants* 9, no. 1: 41.
<https://doi.org/10.3390/antiox9010041>

51. Vilaplana-Pérez, C., Auñón, D., García-Flores, L. A., Gil-Izquierdo, A. (2014). Hydroxytyrosol and potential uses in cardiovascular diseases, cancer, and AIDS. *Front. Nutr.*, 27,
<https://doi.org/10.3389/fnut.2014.00018>

52. Diamantakos P, Ioannidis K, Papanikolaou C, Tsolakou A, Rigakou A, Melliou E, Magiatis P. A New Definition of the Term “High-Phenolic Olive Oil” Based on Large Scale Statistical Data of Greek Olive Oils Analyzed by qNMR. *Molecules*. 2021; 26(4):1115.
<https://doi.org/10.3390/molecules26041115>

53. Sun, W., Frost, B., & Liu, J. (2017). Oleuropein, unexpected benefits!. *Oncotarget*, 8(11), 17409. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.15538>
54. Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., & Bernini, R. (2019). Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. *Nutrients*, 11(8), 1776. <https://doi.org/10.3390/nu11081776>
55. Ozdemir Y, Guven E, Ozturk A (2014) Understanding the Characteristics of Oleuropein for Table Olive Processing. *J Food Process Technol* 5: 328. doi:10.4172/2157-7110.1000328
56. Francisco, V., Ruiz-Fernández, C., Lahera, V., Lago, F., Pino, J., Skaltsounis, L., González-Gay, M. A., Mobasher, A., Gómez, R., Scotece, M., & Gualillo, O. (2019). Natural Molecules for Healthy Lifestyles: Oleocanthal from Extra Virgin Olive Oil. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(14), 3845–3853. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06723>
57. What is Aristoleo® Test Kit? (2015-2019). Online. Available at: <https://aristoleo.com/what-is-aristoleo-test-kit/>
58. Gawel, R. & Rogers, D.A. The relationship between total phenol concentration and the perceived style of extra virgin olive oil. *Grasas y Aceites* 2009, 60, 134–138.

59. Krichene, D., & Salvador, M., & Fregapane, G. (2015). Stability of Virgin Olive Oil Phenolic Compounds during Long-Term Storage (18 Months) at Temperatures of 5–50 °C. *Journal of agricultural and food chemistry*. 63. 10.1021/acs.jafc.5b02187.

60. Μπόσκου, Δ., Μπλέκας, Γ., Τσιμίδου, Μ. Phenolic compounds in olive oil and olives. *Curr. Top. Nutraceut. Res.* 2005, 3, 125–136.

61. Caracciolo, F., Cavallo, C., Del Giudice, T., Panico, T., Vecchio, R. & Cicia, G. Consumers (Dis)Preference for Bitterness in Extra Virgin Olive Oil: A Field Experiment. *Int. J. Food System Dynamics* 11 (1), 2020, 14-25
DOI: <http://dx.doi.org/10.18461/ijfsd.v11i1.3614>

62. Di Vita, G., Alfio, S., Maesano, G., La Via, M. D'Amico, M. 2020. "The Role of Individual Knowledge in Functional Olive Oil Preferences: Does Self-Coherence Lead to Different Health Attributes Perception?" *Foods* 9, no. 10: 1428. <https://doi.org/10.3390/foods9101428>

63. Roselli, L., Cicia, G., Del Giudice, T., Cavallo, C., Vecchio, R., Carfora, V., Caso, D., Sardaro, R., Carlucci, D., De Gennaro, B. Testing consumers' acceptance for an extra-virgin olive oil with a naturally increased content in polyphenols: The case of ultrasounds extraction, *Journal of Functional Foods*, 2020, 69, 103940. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103940>

64. Karković Marković A, Torić J, Barbarić M, Jakobušić Brala C. Hydroxytyrosol, Tyrosol and Derivatives and Their Potential Effects on Human

Health. Molecules. 2019; 24(10):2001.

<https://doi.org/10.3390/molecules24102001>

65. Mousavi, S.; Mariotti, R.; Stanzione, V.; Pandolfi, S.; Mastio, V.; Baldoni, L.; Cultrera, N.G.M., Evolution of Extra Virgin Olive Oil Quality under Different Storage Conditions. Foods 2021, 10, 1945.

<https://doi.org/10.3390/foods10081945>