

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES (PLOVDIV)
ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΟ ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

**Διατροφικές πτυχές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες ελληνικών
ροφημάτων φυτικής προέλευσης που χρησιμοποιούνται ως
υποκατάστατα γάλακτος**

Διπλωματική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών του

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος
Ειδίκευσης στον Ποιοτικό Έλεγχο των Τροφίμων από την

Τσιφτσή Αικατερίνη

Κοζάνη, Ιούνιος 2023

Δήλωση Αυθεντικότητας, ζητήματα Copyright

«Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη-κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός-ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα, εικόνες κ.λπ.), του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright, και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου».

Τσιφτσή Αικατερίνη

Σελίδα Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής

«Η παρούσα διπλωματική εργασία εγκρίθηκε ομόφωνα από την τριμελή εξεταστική επιτροπή η οποία ορίστηκε από την ΕΔΕ του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου, σύμφωνα με το νόμο και τον εγκεκριμένο Οδηγό Σπουδών του ΠΜΣ «Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων». Τα μέλη της Επιτροπής ήταν:

- Ελένη Κασαπίδου (*Επιβλέπων*)

- Ιωάννης Τσακίρης (*Μέλος*)

- Βασίλειος Γκανάσιος (*Μέλος*)

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.»

Σελίδα Προλόγου

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο Χημείας, του τμήματος Χημικών Μηχανικών του πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας στη Κοζάνη, στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών “ Ποιοτικός Έλεγχος Τροφίμων” , κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022 – 2023, υπό την επίβλεψη της κυρίας Κασαπίδου Ελένης.

Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας σχετίζεται με τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ιδιότητας ελληνικών φυτικών ροφημάτων που καταναλώνονται ως υποκατάστατα γάλακτος. Τα ροφήματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 22 φυτικά υποκατάστατα γάλακτος που κυκλοφορούν στο ελληνικό εμπόριο και αναλύθηκαν με τις μεθόδους Folin-Ciocalteu, χλωριούχου αργιλίου, DPPH και FRAP. Επιπλέον, σε κάθε φυτικό ρόφημα προσδιορίστηκαν τα λιπαρά οξέα με τη μέθοδο Bligh and Dyer και αναλύθηκε το προφίλ τους με αέριο χρωματογράφο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Κασαπίδου για όλη την υποστήριξη, την καθοδήγηση και τη βοήθειά που μου παρείχε, κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας αλλά και για όλες τις γνώσεις που μου μετέδωσε.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ την κ. Μητλιάγκα, την κ. Μπασδαγιάννη και τον κ. Παπαδόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά τους με τον εργαστηριακό εξοπλισμό καθώς και για τη στήριξή τους στην πραγματοποίηση του εργαστηριακού μέρους της έρευνας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια και τους φίλους μου για την κατανόηση και τη συμπαράσταση σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Τσιφτσή Αικατερίνη

Κοζάνη, 2023

Αφιέρωση

Στον Γιώργο και την Coffee

Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	3
2.1 Φυτικά υποκατάστατα γάλακτος	3
2.1.1 Φυτικό ρόφημα αμυγδάλου	3
2.1.2 Φυτικό ρόφημα βρώμης	4
2.1.3 Φυτικό ρόφημα καρύδας	5
2.1.4 Φυτικό ρόφημα φιστικιού	6
2.1.5 Φυτικό ρόφημα φουντουκιού	7
2.1.6 Φυτικό ρόφημα καρυδιού	7
2.2 Εμπλουτισμός φυτικών υποκατάστατων γάλακτος	9
2.3 Σοκολατούχα γάλατα	11
3. Αντιοξειδωτικά	12
3.1 Ταξινόμηση αντιοξειδωτικών	13
3.2 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών	14
3.2.1 Μέθοδος DPPH	15
3.2.2 Μέθοδος FRAP	17
3.3 Φαινολικές ενώσεις	17
3.3.1 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών ενώσεων- Μέθοδος Folin-Ciocalteu	18
3.4 Φλαβονοειδή	20
3.4.1 Προσδιορισμός ολικών φλαβονοειδών με τη μέθοδο του Χλωριούχου Αργιλίου	20
4. Λιπαρά οξέα	22
4.1 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων-Μέθοδος Bligh and Dyer	24
5. Πειραματικό μέρος	25
5.1 Σκοπός της εργασίας	25

5.2.Υλικά και μέθοδοι.....	25
5.2.1 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu .	25
5.2.2 Προσδιορισμός φλαβονοειδών με τη μέθοδο Χλωριούχου Αργιλίου	26
5.2.3 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών με τη μέθοδο DPPH	27
5.2.4 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών με τη μέθοδο FRAP.....	29
5.2.5 Προσδιορισμός σύνθεσης σε λιπαρά οξέα στο γάλα με τη μέθοδο Bligh & Dyer	30
6. Αποτελέσματα	34
6.1 Ολικά φαινολικά	35
6.2 Μέθοδος Χλωριούχου Αργιλίου	38
6.3 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα με τη μέθοδο DPPH.....	41
6.4 Αντιοξειδωτική δραστηριότητα με τη μέθοδο FRAP	44
6.5 Προφίλ λιπαρών οξέων.....	48
7. Συζήτηση.....	55
8. Συμπεράσματα	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	71

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1. Λειτουργικά συστατικά φυτικών υποκατάστων γάλακτος και τα οφέλη τους για την υγεία	8
Πίνακας 2. Κοινά θρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος	10
Πίνακας 3. Είδος και χαρακτηριστικά των φυτικών ροφημάτων που αναλύθηκαν... ..	34
Πίνακας 4. Αποτελέσματα ολικών φαινολικών των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu.....	36
Πίνακας 5. Αποτελέσματα ολικών φαινολικών των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu	37
Πίνακας 6. Αποτελέσματα φλαβονοειδών των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Χλωριούχου αργιλίου.....	39
Πίνακας 7. Αποτελέσματα φλαβονοειδών των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Χλωριούχου αργιλίου	40
Πίνακας 8. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH.....	42
Πίνακας 9. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH	43
Πίνακας 10. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP.....	45
Πίνακας 11. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των σοκολατούχων ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP.....	47
Πίνακας 12. Εκατοστιαία περιεκτικότητα λιπαρών οξέων σε λευκά φυτικά ροφήματα	49
Πίνακας 13. Εκατοστιαία περιεκτικότητα των λευκών φυτικών ροφημάτων σε κορεσμένα, πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.....	51
Πίνακας 14. Εκατοστιαία περιεκτικότητα λιπαρών οξέων σε σοκολατούχα φυτικά ροφήματα	52
Πίνακας 15. Εκατοστιαία περιεκτικότητα των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων σε κορεσμένα, πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα.....	54
Πίνακας 16. Αντιοξειδωτικό προφίλ των φυτικών ροφημάτων.....	57
Πίνακας 17. Σύνθεση λιπαρών οξέων σε φυτικά ροφήματα	61
Πίνακας 18. Διατροφικοί δείκτες σύνθεσης λιπαρών οξέων σε φυτικά ροφήματα ...	62

Κατάλογος γραφημάτων

Γράφημα 1. Ολικά φαινολικά λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu	36
Γράφημα 2. Ολικά φαινολικά σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu	38
Γράφημα 3. Περιεκτικότητα φλαβονοειδών σε λεύκα φυτικά ροφήματα	39
Γράφημα 4. Περιεκτικότητα φλαβονοειδών σε σοκολατούχα φυτικά ροφήματα	40
Γράφημα 5. Αντιοξειδωτική ικανότητα λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH	42
Γράφημα 6. Αντιοξειδωτική ικανότητα σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH.....	44
Γράφημα 7. Αντιοξειδωτική ικανότητα λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP.....	46
Γράφημα 8. Αντιοξειδωτική ικανότητα σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP	47

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1. Φυτικά ροφήματα (ρόφημα σόγιας, ρόφημα αμυγδάλου, ρόφημα βρώμης, ρόφημα ρυζιού, ρόφημα καρύδας)	6
Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση της αντίδρασης μεταξύ ριζών και αντιοξειδωτικού	16
Εικόνα 3 . Η ρίζα DPPH και η σταθερή της μορφή	16
Εικόνα 4. Ταννίνες – Αμαμελιτανίνη	18
Εικόνα 5. Φαινολικά οξέα: a - π-υδροξυβενζοϊκό οξύ, b - 3, 4-διυδροξυβενζοϊκό οξύ, c - καφεϊκό οξύ, d - π-κουμαρικό οξύ.....	18
Εικόνα 6. Βασική δομή φλαβονοειδών	21
Εικόνα 7. Αντίδραση σχηματισμού συμπλόκου φλαβονοειδών-χλωριούχου αργιλίου (AlCl ₃).....	21
Εικόνα 8. Δομές κοινών λιπαρών οξέων	23
Εικόνα 9. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος για τη μέθοδο Folin-Ciocalteu	35
Εικόνα 10. Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu.....	37
Εικόνα 11. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς διαλύματος ρουτίνης για τη μέθοδο Χλωριούχου αργιλίου	38
Εικόνα 12. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Trolox για τη μέθοδο DPPH	41
Εικόνα 13. Πρότυπη καμπύλη Trolox με τη μέθοδο DPPH	43
Εικόνα 14. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Trolox για τη μέθοδο FRAP	44
Εικόνα 15. Πρότυπη καμπύλη Trolox με τη μέθοδο FRAP	46
Εικόνα 16. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης με 3 σπόρους.....	50
Εικόνα 17. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος καρύδας.....	50
Εικόνα 18. Χρωματογράφημα σοκολατούχου φυτικού ροφήματος καρυδιού με κακάο	53
Εικόνα 19. Χρωματογράφημα σοκολατούχου φυτικού ροφήματος βρώμης με χαρούπι	53
Εικόνα 20. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	71
Εικόνα 21. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	71
Εικόνα 22. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	72
Εικόνα 23. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	72
Εικόνα 24. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	73

Εικόνα 25. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	73
Εικόνα 26. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	74
Εικόνα 27. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου.....	74
Εικόνα 28. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης.....	75
Εικόνα 29. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης.....	75
Εικόνα 30. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης και φουντουκιού	76
Εικόνα 31. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος φιστικιού	76
Εικόνα 32. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου με κακάο	77
Εικόνα 33. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος φουντουκιού με μαύρη σοκολάτα.....	77
Εικόνα 34. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος φουντουκιού με κακάο	78
Εικόνα 35. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης με μαύρη σοκολάτα.....	78
Εικόνα 36. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου με κακάο	79
Εικόνα 37. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου με πρωτεΐνη	79

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η αντιοξειδωτική ικανότητα και το προφίλ των λιπαρών οξέων σε διάφορα είδη φυτικών ροφημάτων που καταναλώνονται ως υποκατάστατα γάλακτος. Για την παρασκευή των δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκαν 22 φυτικά ροφήματα (14 λευκά και 8 σοκολατούχα) με βάση το αμύγδαλο, τη βρώμη, την καρύδα, το φιστίκι, το καρύδι και το φουντούκι που κυκλοφορούν στο ελληνικό εμπόριο. Τα ολικά φαινολικά προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και η περιεκτικότητα των φλαβονοειδών με τη μέθοδο του χλωριούχου αργιλίου. Η αντιοξειδωτική ικανότητα προσδιορίστηκε με τις μεθόδους DPPH και FRAP. Η μελέτη των ολικών φαινολικών, των φλαβονοειδών και της αντιοξειδωτικής ικανότητας έγινε με την τεχνική της φασματοφωτομετρίας. Τα λιπαρά οξέα προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο Bligh and Dyer και η ανάλυση του λιπιδικού προφίλ έγινε με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, από τα λευκά φυτικά ροφήματα το ρόφημα βρώμης με σπόρους εμφάνισε μεγαλύτερη τιμή στα ολικά φαινολικά και τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα στις μεθόδους DPPH και FRAP ενώ τα δύο ροφήματα αμυγδάλου χωρίς ζάχαρη και με πρωτεΐνη αντίστοιχα εμφάνισαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή. Στα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα, το ρόφημα καρυδιού με κακάο εμφάνισε την υψηλότερη τιμή σε ολικά φαινολικά και στη μέθοδο FRAP ενώ το ρόφημα βρώμης με χαρούπι εμφάνισε την υψηλότερη τιμή σε φλαβονοειδή και στη μέθοδο DPPH.

Από την ανάλυση της αντιοξειδωτικής ικανότητας και του προφίλ των λιπαρών οξέων στα λευκά και τα σοκολατούχα ροφήματα, προέκυψε ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα και το λιπιδικό προφίλ τους μεταβάλλονται αρκετά και εξαρτώνται από το είδος και τη σύσταση της πρώτης ύλης που παράγονται.

Λέξεις κλειδιά: *φυτικά, αντιοξειδωτική ικανότητα, λιπαρά οξέα, κακάο*

Abstract

The aim of this study was to determine the antioxidant capacity and fatty acid profile of plant-based milk alternatives. Different types of plant-based milk alternatives, such as almond, oat, coconut, pistachio, walnut and hazelnut drinks (14 plant-based cocoa milk alternatives and 8 non-cocoa plant-based milk alternatives) were obtained from the Greek market. Total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method and the flavonoid content was estimated with the aluminum chloride method. The antioxidant capacity was measured using DPPH and FRAP assays. Total phenolic content, flavonoid content, and antioxidant capacity were determined by spectrophotometry. Fatty acids were determined using Bligh and Dyer method and the fatty acid synthesis was analyzed with gas chromatography.

According to the results, among the non-cocoa plant-based milk alternatives, the oat drink with seeds exhibited the highest value in total phenolic content and the highest antioxidant capacity in the DPPH and FRAP methods. On the other hand, the two almond drinks, one without sugar and the other with protein, respectively, showed the highest flavonoid content. Regarding the cocoa plant-based milk alternatives, the walnut drink with cocoa showed the highest value in total phenolic content and in the FRAP method, while the oat drink with carob exhibited the highest value in flavonoids and in the DPPH method.

The analysis of the antioxidant capacity and the fatty acid profile of cocoa and non-cocoa plant-based milk alternatives, it was revealed that their antioxidant capacity and lipid profile vary significantly and depend on the type and composition of the raw material they are produced from.

Key words: *plant-based, antioxidant capacity, fatty acids, cocoa*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, οι βιομηχανίες έχουν στραφεί στην ανάπτυξη νέων προϊόντων διατροφής για να καλύπτουν τις μεταβαλλόμενες ανάγκες και τις απαιτήσεις των καταναλωτών δημιουργώντας εναλλακτικά και υγιεινά τρόφιμα. Η λειτουργικότητα αυτών των τροφίμων πρέπει να έχει άμεση σχέση με τον σύγχρονο τρόπο ζωής των καταναλωτών καθώς και με την πρόληψη και την αντιμετώπιση διαφόρων ασθενειών. Διατροφικά θέματα όπως η αλλεργία στο αγελαδινό γάλα, η δυσανεξία στη λακτόζη, η υπερχοληστερολαιμία και ο προβληματισμός για τις θερμίδες οδήγησαν τις βιομηχανίες τροφίμων στη δημιουργία εναλλακτικών ροφημάτων γάλακτος (Sethi, Tyagi & Anurag, 2016).

Επιπλέον, ολοένα και περισσότεροι καταναλωτές στρέφονται προς μια φυτική διατροφή που περιέχει δημητριακά, ξηρούς καρπούς, όσπρια, σπόρους, φρούτα και λαχανικά για ποικίλους λόγους, όπως η δυσανεξία για τη βία κατά των ζώων, η επιθυμία για ένα πιο υγιεινό τρόπο ζωής αλλά και η ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον. Διάφορες τάσεις όπως ο βιγκανισμός, η χορτοφαγία, η γαλακτοχορτοφαγία και η ωο-χορτοφαγία έχουν δημιουργηθεί για αυτούς τους λόγους. Τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος είναι μια από τις κατηγορίες τροφίμων που δε μπορούν να αντικατασταθούν στη βιομηχανία των vegan τροφίμων, καθώς τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος χρησιμοποιούνται ως βασικό συστατικό σε πολλά vegan τρόφιμα (Aydar, Tutuncu & Ozcelik, 2020).

Τα φυτικά ροφήματα που καταναλώνονται ως υποκατάστατα του γάλακτος είναι υδατοδιαλυτά εκχυλίσματα τα οποία παράγονται από ελαιούχους σπόρους, όσπρια, ξηρούς καρπούς, δημητριακά, ψευδο-δημητριακά και λαχανικά. Η εμφάνιση και η συνοχή των φυτικών ροφημάτων είναι παρόμοια με του αγελαδινού γάλακτος (Reyes-Jurado et al., 2021).Επειδή δεν υπάρχει ακόμη κάποιος ορισμός και τύπος ταξινόμησης των φυτικών ροφημάτων με βάση τη βιβλιογραφία, τα φυτικά ροφήματα μπορούν να διαχωριστούν σε πέντε ομάδες με βάση την πρώτη ύλη στην οποία βασίζονται.

Αυτές οι ομάδες είναι:

- ξηροί καρποί (αμύγδαλα, φουντούκια, καρύδες, φιστίκια, και καρύδια)
- όσπρια (σόγια, αράπικα φιστίκια, φασόλια, λούπινα)

- δημητριακά (βρώμη, ρύζι, καλαμπόκι, σίτος)
- ψευδο-δημητριακά (κινόα, αμάρανθος, σπόροι Teff)
- ελαιούχοι σπόροι σπόροι (σησάμι, ηλίανθος, κάνναβη, λινάρι) (Sethi et al., 2016).

Η θρεπτική αξία των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος εξαρτάται από την ποιότητα και το είδος της πρώτης ύλης που χρησιμοποιείται (Rincon, Botelho & Alencar, 2020).

Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες για τα οφέλη και τις επιπτώσεις των φυτικών ροφημάτων στην υγεία του ανθρώπου. Τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος δεν περιέχουν λακτόζη, χοληστερόλη και έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε θερμίδες (Silva, Silva & Ribeiro, 2020; Sethi et al., 2016). Επίσης, έχουν πλούσια αντιοξειδωτική δράση και περιέχουν λιπαρά οξέα τα οποία συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου των καρδιαγγειακών παθήσεων, του καρκίνου, του διαβήτη και της αθηροσκλήρωσης.

Όμως, η έλλειψη περιεκτικότητας πρωτεϊνών και η χαμηλή βιοδιαθεσιμότητα σε βιταμίνες και μέταλλα των φυτικών ροφημάτων μπορούν να επιφέρουν αρνητικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό (Aydar et al., 2020). Για τον εμπλουτισμό των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος χρησιμοποιούνται θρεπτικά συστατικά όπως βιταμίνες E και D, ασβέστιο και φώσφορος (Reyes-Jurado et al., 2021). Επιπλέον, η προσθήκη ζάχαρης στα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος για την αύξηση της αποδοχής τους από τους καταναλωτές μπορεί να προκαλέσει φθορά των δοντιών και προβλήματα στη στοματική υγεία (Aydar et al., 2020).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν:

1. η ανάλυση του προφίλ των λιπαρών οξέων των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος (λευκών και σοκολατούχων) που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας.
2. η μελέτη των ολικών φαινολικών και φλαβονοειδών ενώσεων καθώς επίσης και της αντιοξειδωτικής ικανότητας διαφόρων φυτικών υποκατάστατων γάλακτος (λευκών και σοκολατούχων) που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, με την τεχνική της φασματοφωτομετρίας.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Φυτικά υποκατάστατα γάλακτος

Για πολλά χρόνια, το αγελαδινό γάλα αποτελούσε μία από τις πιο σημαντικές τροφές για το άνθρωπο λόγω της θρεπτικής του αξίας. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια υπήρξε αύξηση της ζήτησης των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος κυρίως λόγω της δυσανεξίας στη λακτόζη, διάφορων αλλεργιών, καθώς και λόγω διαφορετικών τρόπων ζωής (Reyes-Jurado et al., 2021).

Τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος είναι το παραγόμενο ρόφημα που προκύπτει από την διάσπαση ή μείωση του μεγέθους διάφορων ξηρών καρπών, ελαιούχων σπόρων, δημητριακών, ψεύδο-δημητριακών και οσπρίων μετά την εκχύλιση τους σε νερό και έπειτα την ομογενοποίησή τους. Το υγρό που παράγεται έχει κατανομή μεγέθους με εύρος 5-20 μm και παρόμοια εμφάνιση και συνοχή με το αγελαδινό γάλα (Sethi et al., 2016).

Τα στάδια παραγωγής των διάφορων φυτικών υποκατάστατων γάλακτος από αμύγδαλα, καρύδια, φιστίκια, καρύδα, βρώμη, φουντούκια κ.α. είναι παρόμοια. Αρχικά πραγματοποιείται εμποτισμός και υγρή άλεση για να εκχυλιστούν τα συστατικά του γάλακτος και φιλτράρισμα για την απομάκρυνση αδιάλυτων υπολειμμάτων. Έπειτα ακολουθεί η προσθήκη διάφορων συστατικών όπως ζάχαρη, αρώματα και σταθεροποιητές, ομογενοποίηση και παστερίωση (UHT). Τέλος, τα φυτικά υποκατάστατα συσκευάζονται ασηπτικά και αποθηκεύονται στο ψυγείο (Makinen, Wanhalinna, Zannini & Arent, 2016; Aydar et al., 2020)

Είδη φυτικών υποκαταστάτων γάλακτος παρουσιάζονται παρακάτω.

2.1.1 Φυτικό ρόφημα αμυγδάλου

Η κατανάλωση ξηρών καρπών και αποξηραμένων φρούτων αποτελεί σημαντικό κομμάτι της υγιεινής ζωής λόγω των πιθανών οφειλών τους στην υγεία του ανθρώπου. Τα αμύγδαλα αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μερίδιο της συνολικής κατανάλωσης των ξηρών καρπών (Sethi et al., 2016).

Τα αμύγδαλα αποτελούνται από πρωτεΐνες, λιπίδια, διαλυτά σάκχαρα, μέταλλα και φυτικές ίνες (Silva et al., 2020). Η πρωτεΐνη που περιέχει το αμύγδαλο είναι περίπου

25% και η πλειοψηφία της υπάρχει με τη μορφή αμαντίνης (Sethi et al., 2016). Ο καρπός του αμύγδαλου αποτελεί μία πλούσια πηγή βιταμίνης E και άλλων θρεπτικών συστατικών όπως ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, σελήνιο, ψευδάργυρο, φώσφορο και χαλκό. Οι πρεβιοτικές ιδιότητες των αμυγδαλών οφείλονται στην ύπαρξη της αραβινόζης.

Λόγω της πλούσιας διατροφική τους σύνθεσης, τα αμύγδαλα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υποκατάστατου γάλακτος φυτικής προέλευσης ως υποκατάστατο του αγελαδινού γάλακτος. Το φυτικό ρόφημα αμυγδάλου περιέχει ευεργετικές βιοδραστικές ενώσεις όπως αντιοξειδωτικά (φλαβονοειδή, βιταμίνη E και πολυαμίνες), ίνες και φυτοστερόλες (Silva, Silva & Bernardo D. Ribeiro, 2020).

Ένα μειονέκτημα στην κατανάλωση του γάλακτος αμυγδάλου είναι η αμαντίνη που θεωρείται το αλλεργιογόνο του αμυγδάλου. Η αμαντίνη είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στη θερμική επεξεργασία ενώ είναι ευαίσθητη στο ένζυμο πεψίνη. Με τη χρήση μηχανικής επεξεργασίας και ζύμωσης, η αμαντίνη μπορεί εύκολα να εξαληφθεί (Herrera-Sanchez et al., 2021).

2.1.2 Φυτικό ρόφημα βρώμης

Η βρώμη είναι ένα δημητριακό με υψηλή θρεπτική αξία καθώς περιέχει λιπαρά οξέα, αμινοξέα, βιταμίνες, διαιτητικές ίνες, μέταλλα, και αντιοξειδωτικά όπως φερουλικά οξέα και τοκοφερόλες. Διατροφικά, η βρώμη παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον λόγω της περιεκτικότητάς της σε διαιτητικές ίνες και κυρίως της β-γλυκάνης η οποία συμβάλει στην πρόληψη του καρκίνου του παχέος εντέρου, τη μείωση της χοληστερόλης, τη μείωση της γλυκόζης στο αίμα και επιδρά θετικά στο πεπτικό σύστημα. Οι λειτουργικές ιδιότητες της βρώμης αξιοποιούνται για την παραγωγή ενός φυτικού υποκατάστατου με βάση τη βρώμη ως υποκατάστατο του αγελαδινού γάλακτος (Silva et al., 2020).

Κάποια από τα μειονεκτήματα της κατανάλωσης ροφήματος βρώμης είναι η χαμηλή περιεκτικότητά του σε ασβέστιο, γι' αυτό τα φυτικά ροφήματα βρώμης πρέπει να εμπλουτίζονται. Επιπλέον, το ρόφημα βρώμης περιέχει υψηλή ποσότητα αμύλου (περίπου 60%), το οποίο κατά τη θέρμανση και ανάμιξή του με νερό αρχίζει να ζελατινοποιείται και να δημιουργεί μια πηκτή με υψηλό ιξώδες μειώνοντας έτσι την αποδοχή του. Πολλές φορές το ρόφημα βρώμης μπορεί να περιέχει γλουτένη εάν επεξεργάζεται σε βιομηχανίες που παράγουν και άλλα τρόφιμα που περιέχουν γλουτένη

(σίκαλη, σιτάρι) όπως τα περισσότερα δημητριακά. Εάν ο καταναλωτής δεν είναι αλλεργικός στην αβενίνη (πρωτεΐνη της βρώμης), το ρόφημα βρώμης είναι κατάλληλο για κατανάλωση από άτομα με δυσανεξίες και τροφικές αλλεργίες (Herrera-Sanchez et al., 2021).

2.1.3 Φυτικό ρόφημα καρύδας

Το ρόφημα καρύδας περιέχει μέταλλα όπως ασβέστιο, κάλιο ψευδάργυρο, σίδηρο, μαγνήσιο και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά. Το ρόφημα καρύδας είναι πλούσιο σε βιταμίνες (περιέχει σημαντική ποσότητα βιταμινών E και C) και αντιοξειδωτικά (Sethi et al., 2016). Επιπροσθέτως, το φυτικό ρόφημα με βάση την καρύδα περιέχει τη λιγότερη ποσότητα πρωτεΐνης και την υψηλότερη ποσότητα λίπους σε σχέση με τα μη-γαλακτοκομικά ροφήματα σύμφωνα με το περιοδικό *Environmental Nutrition*. Η ποσότητα του κορεσμένου λίπους που περιλαμβάνει το γάλα καρύδας είναι περίπου 87% και το 44% της ποσότητας του λίπους είναι λαυρικό οξύ (Paul, Kumar, Kumar & Sharma, 2019).

Το λαυρικό οξύ (κορεσμένο λίπος), το οποίο απαντάται στο μητρικό γάλα, συμβάλλει στην ταχύτερη ανάπτυξη του εγκεφάλου και στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού. Το ρόφημα καρύδας έχει αρκετά πλεονεκτήματα για την υγεία λόγω των αντικαρκινικών και αντιμικροβιακών ιδιοτήτων του. Η κατανάλωση του ροφήματος καρύδας σπάνια αποτελεί πρόβλημα με εμφάνιση αλλεργικών αντιδράσεων. Ωστόσο, η κατανάλωση του περιορίζεται λόγω της παρουσίας των κορεσμένων λιπαρών (Sethi et al., 2016).



Εικόνα 1. Φυτικά ροφήματα (ρόφημα σόγιας, ρόφημα αμυγδάλου, ρόφημα βρώμης, ρόφημα ρυζιού, ρόφημα καρύδας) (Herrera-Sanchez et al., 2021)

2.1.4 Φυτικό ρόφημα φιστικιού

Το φιστίκια είναι από τους πιο γνωστούς ελαιούχους σπόρους σε όλο τον κόσμο. Η Ινδία και η Κίνα είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί φιστικιών (Zaabil, Raza, Cao & Yuanfa, 2019).

Για την παρασκευή ροφήματος φυτικής προέλευσης με βάση τους ελαιούχους σπόρους, το φιστίκι θεωρείται ότι είναι καλή πρώτη ύλη. Όμως, η παρουσία της γεύσης φασολιού (όπως και στο ρόφημα σόγιας) μπορεί να περιορίσει την εφαρμογή του. Το φυτικό ρόφημα φιστικιού καταναλώνεται κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες από χορτοφάγους, από άτομα με αλλεργίες στο αγελαδινό γάλα, υποσιτισμένα παιδιά αλλά και άτομα με χαμηλό εισόδημα. Τα φιστίκια περιέχουν πολλά βιοενεργά συστατικά τα οποία είναι γνωστά για τις ιδιότητες τους στην πρόληψη διαφόρων ασθενειών (Sethi et al., 2016).

Επιπλέον, τα φιστίκια αποτελούν καλή πηγή πρωτεϊνών, φυτικών ινών, βιταμινών, λιπών, απαραίτητων λιπαρών οξέων όπως λινελαϊκό οξύ και ελαϊκό οξύ, μετάλλων, αντιοξειδωτικών και φυτοστερολών (Diarra, Nong & Jie, 2005; Sethi et al., 2016). Ο καρπός του φιστικιού αποτελείται από 21,5% υδατάνθρακες, 49,6% λιπαρά, 23,68% πρωτεΐνες και 8% ακατέργαστες φυτικές ίνες. Οι λειτουργικές ιδιότητες των φιστικιών οφείλονται στην ύπαρξη φαινολικών ενώσεων που είναι γνωστές για την αντιοξειδωτική ιδιότητα και τον προστατευτικό ρόλο σε ασθένειες οξειδωτικής βλάβης

όπως το εγκεφαλικό επεισόδιο, η στεφανιαία νόσος και διαφόρων ειδών καρκίνους (Sethi et al., 2016).

Ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να ληφθεί υπόψη από τις βιομηχανίες που παράγουν φυτικό ρόφημα φιστικιού είναι η αλλεργία στα φιστίκια. Σχετικά με την συγκεκριμένη αλλεργία, καμία μέθοδος πρόληψης δεν είχε τα επιθυμητά αποτελέσματα μέχρι και σήμερα. Σύμφωνα με διάφορες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, έχει προταθεί ότι η πρώιμη κατανάλωση της πρωτεΐνης φιστικιού μπορεί να επιφέρει μείωσης της επίδρασης σε κάποιο βαθμό. Το *Arachis hypogaea* (Ara) από h 1 έως h 8 είναι οκτώ αλλεργιογόνα των φιστικιών. Το Ara h 2 και το Ara h 6 είναι τα πιο ισχυρά αλλεργιογόνα των φιστικιών (Paul et al., 2019).

2.1.5 Φυτικό ρόφημα φουντουκιού

Το φουντούκι αποτελείται από υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, βιταμίνες, ίνες, φαινολικές ενώσεις, λιπίδια, μέταλλα, τοκοφερόλες, φυτοστερόλες, σκουαλένιο και λιπαρά οξέα (Silva et al., 2020). Το λιπιδικό προφίλ των φουντουκιών, κυρίως το ελαϊκό οξύ μαζί με την υψηλή περιεκτικότητα της βιταμίνης E φαίνεται ότι δρα αποτελεσματικά στη μείωση της χοληστερόλης και στον κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων (Bernat, Chafer, Chiralt & Gonzalez-Martinez, 2014). Τα φουντούκια με βάση τη διατροφική σύνθεσή τους έχουν αρκετά οφέλη για την υγεία και την επίδρασή τους σε διάφορες ασθένειες όπως ο καρκίνος, ο διαβήτης τύπου II, υψηλή αρτηριακή πίεση και καρδιαγγειακές παθήσεις (Gul, Atalar, Saricaoglu & Yazici, 2018).

Για την παραγωγή φυτικού ροφήματος φουντουκιών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε φυσικά φουντούκια δίνοντας το χαρακτηριστικό άρωμα και γεύση του καρπού είτε καβουρδισμένα φουντούκια για διαφορετική γεύση (Silva et al., 2020). Το ρόφημα φουντουκιού μπορεί να καταναλωθεί από άτομα με πεπτικές διαταραχές ή άτομα που έχουν αλλεργία στα γαλακτοκομικά προϊόντα (Gul et al., 2018).

2.1.6 Φυτικό ρόφημα καρυδιού

Ο καρπός του καρυδιού έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, βιταμίνη E, μαγνήσιο, κάλιο, χαλκό και φολικό οξύ. Τα καρύδια αποτελούν πλούσια πηγή πρωτεΐνης υψηλής ποιότητας και περιέχουν 18~24% πρωτεΐνη (Bolarinwa, Aruna, Adejuyitan, Akintayo, & Lawal, 2018). Η κατανάλωση καρυδιών μπορεί να

μειώσει την χοληστερόλη του αίματος λόγω της υψηλής περιεκτικότητας αντιοξειδωτικών ενώσεων και τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (Bolarinwa et al., 2018; Poronici, Baerle, & Tataron, 2016).

Τα καρύδια μπορούν να αξιοποιηθούν σε φυτικό ρόφημα ως εναλλακτική λύση του αγελαδινού γάλακτος και να καταναλωθούν από άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, με αλλεργίες στις ζωικές πρωτεΐνες και από vegan (Poronici et al., 2016).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα λειτουργικά συστατικά φυτικών υποκατάστατων γάλακτος και τα οφέλη τους για την υγεία.

Πίνακας 1. Λειτουργικά συστατικά φυτικών υποκατάστατων γάλακτος και τα οφέλη τους για την υγεία (Sethi et al., 2016)

Τύπος γάλακτος	Λειτουργικό ή βιοενεργό συστατικό	Οφέλη για την υγεία
Γάλα σόγιας	Ισοφλαβόνες	Προστατευτική δράση κατά του καρκίνου, των καρδιαγγειακών παθήσεων και της οστεοπόρωσης
	Φυτοστερόλες	Ιδιότητες μείωσης της χοληστερόλης
Γάλα φυσικιού	Φαινολικές ενώσεις	Προστατευτικός ρόλος έναντι οξειδωτικής βλάβης και ασθενειών όπως στεφανιαία νόσο, εγκεφαλικό επεισόδιο και διάφορους καρκίνους
Γάλα ρυζιού	Φυτοστερόλες, κυρίως β-σιτοστερόλη και γ-ορυζανόλη	Μειώνει τη χοληστερόλη, την υπέρταση, αντιδιαβητική, αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτική δράση
Γάλα βρώμης	β-γλυκάνη	Αυξάνει το ιξώδες του διαλύματος και μπορεί να καθυστερήσει το χρόνο γαστρικής εκκένωσης, αυξάνει τον χρόνο διέλευσης από το γαστρεντερικό που σχετίζεται με τα μειωμένα επίπεδα γλυκόζης στο αίμα, την υποχοληστερολαιμική δράση μειώνοντας την ολική και την LDL χοληστερόλη
Γάλα σουσαμιού	Λιγνάνες όπως σεσαμίνη, σεσαμολίνη, σεσαμινόλη	Ουδέτερες ιδιότητες όπως αντιοξειδωτικές, υποχοληστερολαιμικές, αντικαρκινογόνες, αντικαρκινικές και αντιικές δραστηριότητες
Γάλα αμυγδαλού	α-τοκοφερόλη	Ισχυρό αντιοξειδωτικό που παίζει κρίσιμο ρόλο στην προστασία από τις αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών
	Αραβινόζη	Πρεβιοτικές ιδιότητες
Γάλα καρύδας	Λαυρικό οξύ	Πρωωθεί την ανάπτυξη του εγκεφάλου, ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και διατηρεί την ελαστικότητα των αιμοφόρων αγγείων
	Βιταμίνη E	Καταπολεμά τη γήρανση, θρέφει το δέρμα

2.2 Εμπλουτισμός φυτικών υποκατάστατων γάλακτος

Στη βιομηχανία τροφίμων, κατά τη διάρκεια παραγωγής των ροφημάτων φυτικής προέλευσης, αυτά συνήθως εμπλουτίζονται με διάφορα θρεπτικά συστατικά και πρόσθετα για την ενίσχυση του διατροφικού τους προφίλ, των λειτουργικών καθώς και των οργανοληπτικών ιδιοτήτων τους. Για τη βελτίωση της γεύσης των ροφημάτων πολλές φορές προστίθενται ζάχαρη, κακάο, αλάτι και αρωματικές ύλες. Επίσης η προσθήκη ζάχαρης και αλατιού μπορεί να βελτιώσει την υφή και τη διάρκεια ζωής των προϊόντων (Fructuoso et al., 2021). Τα θρεπτικά συστατικά που προστίθενται πρέπει να είναι βιοδιαθέσιμα, σταθερά και να μην επιφέρουν υπερβολικές αλλαγές στην ποιότητα του τελικού προϊόντος (Makinen et al., 2016).

Για τους καταναλωτές που επιλέγουν τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος, η περιεκτικότητά τους σε βιταμίνες, πρωτεΐνες και μέταλλα αποτελούν σημαντικά κριτήρια. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για τη διατήρηση της ποσότητας της πρωτεΐνης σε υψηλό επίπεδο όπως η αύξηση της ποσότητας των σπόρων που χρησιμοποιείται ή κατά τη διάρκεια της παραγωγής να αναμιχθούν διαφορετικές πρώτες ύλες με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες που έχουν παρόμοιες οργανοληπτικές ιδιότητες με το τελικό προϊόν (Aydar et al., 2020).

Τα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος εμπλουτίζονται με διάφορες βιταμίνες όπως A, B2, B1, B12, D2, E, ψευδάργυρο και ασβέστιο για την αύξηση της περιεκτικότητάς τους σε βιταμίνες και μέταλλα. Μπορούν να προστεθούν προαιρετικά και άλλα θρεπτικά συστατικά όπως όπως φολικό οξύ, μαγνήσιο, κάλιο και νιασίνη (Aydar et al., 2020; Reyes-Hurando et al., 2021). Η προσθήκη τρι-κιτρικού ασβεστίου μπορεί να αυξήσει την ποσότητα του ασβεστίου στα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος (Aydar et al., 2020). Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα κοινά θρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος.

Πίνακας 2. Κοινά θρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση των φυτικών υποκατάστατων γάλακτος (Reyes-Hurando et al., 2021)

Θρεπτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση	Αμύγδαλο	Καρύδα	Σόγια	Ρύζι	Κάσιους	Βρώμη	Κάναβη	Λινάρι
Φωσφορικό τριασβέστιο	X	X		X	X	X	X	
Ανθρακικό ασβέστιο	X		X			X		
Κιτρικό κάλιο	X							
Φωσφορικό δικάλιο						X		
Βιταμίνη Α παλμική	X	X	X	X	X		X	X
Βιταμίνη D2 (Εργοκαλσιφερόλη)	X		X	X	X		X	X
D-Αλφα-Τοκοφερόλη (φυσική βιταμίνη Ε)	X							
L-σεληνο-μεθειονίνη (σελήνιο)		X						
Οξείδιο του ψευδαργύρου		X						
Φολικό οξύ		X		X				
Βιταμίνη Β12		X		X	X		X	X
Ριβοφλαβίνη			X					
Φωσφορικό μαγνήσιο		X						

Το κακάο και τα παράγωγά του καταναλώνονται παγκοσμίως λόγω της ευχάριστης γεύσης του. Το κακάο είναι πλούσιο σε φυτικές ίνες (40-26%), λιπίδια (24-10%), πρωτεΐνες (20-15%), υδατάνθρακες (15%) , μέταλλα (Ca, Na, K, Mg, P, Zn, Cu) και βιταμίνες (A, B, E) .Επίσης, το κακάο περιέχει υψηλή περιεκτικότητα μεθυλξανθινών (θεοβρωμίνη και καφεΐνη) και φαινολικών ενώσεων (φλαβανόλες) (Martin & Ramos, 2021). Αποτελεί πλούσια πηγή πολυφαινολών (12-18%) κυρίως φλαβονοειδών (επικατεχίνη, κατεχίνη και φλαβαν-3-όλες) οι οποίες έχουν πολλά οφέλη για τον ανθρώπινο οργανισμό όπως καρδιοπροστατευτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινογόνες, νευροπροστατευτικές (Paul et al., 2019) καθώς και αντιδιαβητικές ιδιότητες (Martin, Goya & Ramos, 2016). Έρευνες έχουν δείξει ότι το κακάο έχει κατασταλτική δράση στη δυσανεξία στη λακτόζη και το γάλα κακάο θεωρείται η πιο κατάλληλη εναλλακτική λύση στο συμβατικό γάλα (Paul et al., 2019).

Το χαρούπι είναι ο καρπός του δέντρου χαρουπιιά που ευδοκιμεί στη Μεσόγειο. Από τους σπόρους του καρπού παράγεται αλεύρι χαρουπιού το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες. Στη βιομηχανία τροφίμων, το χαρουπάλευρο χρησιμοποιείται ως πυκνωτικός και σταθεροποιητικός παράγοντας καθώς περιέχει κόμμι. Επιπρόσθετα, λόγω της περιεκτικότητας του σε πολυφαινόλες και λιγνάνες, το χαρουπάλευρο έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η προσθήκη του χαρουπάλευρου μπορεί να ενισχύσει τη θρεπτική αξία των προϊόντων χωρίς γλουτένη. Η πρωτεΐνη που

περιέχει το άλευρο χαρουπιού (χαρουπίνη) έχει παρόμοιες ιδιότητες με τη γλουτένη και είναι περισσότερο υδρόφιλη. Σύμφωνα με μελέτες, έχει αποδειχθεί ότι η πρωτεΐνη του χαρουπάλευρου έχει ιξωδοελαστικές ιδιότητες (Froio, Cristiano, Mancuso, Iannone & Paolino, 2020).

2.3 Σοκολατούχα γάλατα

Τα γάλατα με άρωμα μπορούν να ικανοποιήσουν την επιθυμία των καταναλωτών για ποικιλία και για κάτι διαφορετικό στη γεύση και στο χρώμα των γαλακτοκομικών ροφημάτων. Υπάρχουν αρκετοί καταναλωτές στους οποίους δεν αρέσει η γεύση του φυσικού γάλακτος, αλλά εκτιμούν την διατροφική του αξία με τη μορφή κάποιου γάλακτος με άρωμα και γεύση. Επιπλέον, τα συγκεκριμένα γαλακτοκομικά προϊόντα μπορούν να έχουν θετικό αντίκτυπο στην αύξηση της κατανάλωσης του γάλακτος από παιδιά και ενήλικες όπως για παράδειγμα το εμπλουτισμένο γάλα με πρωτεΐνη και γεύση καταναλώνεται από πολλούς νέους ως ρόφημα μετά την προπόνηση. Όμως, σημαντικό μειονέκτημα του γάλακτος με άρωμα αποτελεί η υψηλή περιεκτικότητα ζάχαρης (σουκρόζη) (5-9%). Γενικά, τα γάλατα με άρωμα, είναι γαλακτοκομικά προϊόντα έτοιμα προς κατανάλωση, τα οποία παράγονται από μη ζυμωμένο γάλα με διαφορετική περιεκτικότητα σε λιπαρά, το οποίο αναμιγνύεται με ζάχαρη ή άλλα γλυκαντικά, σκόνη κακάο, καφέ, χυμούς φρούτων, καφέ, αρωματικούς παράγοντες, σταθεροποιητές και πρόσθετα. Οι πιο κοινές γεύσεις σε γάλατα με άρωμα είναι η σοκολάτα, ο καφές και η βανίλια (Bisig & Kelly, 2017).

Το σοκολατούχο γάλα είναι ευρέως το πιο γνωστό ρόφημα από τα γάλατα με άρωμα. Για την παρασκευή του χρησιμοποιείται γάλα, σκόνη κακάο, ζάχαρη, και υδροκολλοειδή. Η σκόνη κακάο αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό για το γάλα με άρωμα σοκολάτας καθώς είναι αδιάλυτο στο νερό και δίνει μια αίσθηση κοκκώδους στο στόμα κατά την κατανάλωση του. Τα υδροκολλοειδή συμβάλλουν στη μείωση των κόκκων, την αύξηση της κρεμώδους αίσθησης καθώς και τη βελτίωση της σταθερότητας του σοκολατούχου γάλακτος (Zhu, Bhandari & Prakash, 2020).

Ο τύπος του κακάο, ο τύπος του υδροκολλοειδούς καθώς και το επίπεδο του λίπους μπορούν να επηρεάσουν την τελική σύνθεση, τις φυσικές και τις αισθητηριακές ιδιότητες του σοκολατούχου γάλακτος (Prakash, Huppertz, Karvchuk & Deeth, 2010).

3. Αντιοξειδωτικά

Σύμφωνα με τον Halliwell (1995) ως αντιοξειδωτικό ορίζεται μια ουσία όπου, όταν υπάρχει σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε σύγκριση με εκείνες ενός οξειδώσιμου υποστρώματος, καθυστερεί σημαντικά ή αποτρέπει την οξείδωση αυτού του υποστρώματος».

Τα αντιοξειδωτικά είναι μόρια που εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες και μπορούν να εμποδίσουν το οξειδωτικό στρες ή την οξείδωση άλλων μορίων. Επίσης, έχουν την ικανότητα να αλληλοεπιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες με σκοπό την εξουδετέρωση τους ή τον τερματισμό της αλυσιδωτής αντίδρασης προτού υπάρξει κάποια κυτταρική βλάβη (Bisso & Mojica, 2021) .

Οι ελεύθερες ρίζες ορίζονται ως μόρια, άτομα ή ιόντα με ασύζευκτα ηλεκτρόνια. Είναι αρκετά ασταθείς και μπορούν να αντιδράσουν έντονα με άλλα μόρια. Οι περισσότερες ελεύθερες ρίζες προέρχονται κυρίως από το οξυγόνο και άζωτο και δημιουργούν δραστικά είδη οξυγόνου (ROS) και αντιδραστικά είδη αζώτου (RNS) (Apar, Capanoglu, & Shahidi, 2018). Επιπλέον, μπορούν να σχηματιστούν δραστικά είδη από σίδηρο, θείο και χαλκό (Pisoschi & Pop, 2015).

Οι ελεύθερες ρίζες παράγονται διαρκώς στο σώμα από εσωτερικές μεταβολικές διεργασίες ή από εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι ανεξέλεγκτες ελεύθερες ρίζες στο σώμα μπορούν να προκαλέσουν οξειδωτικά στρες με αποτέλεσμα τη διάσπαση ζωτικών βιοχημικών ενώσεων όπως λιπίδια, πρωτεΐνες, λιπίδια και DNA. Διάφορες παθήσεις όπως ο διαβήτης, η καρκινογένεση, καρδιαγγειακές παθήσεις καθώς και επιτάχυνση της γήρανσης μπορούν να προκληθούν λόγω του οξειδωτικού στρες (Bisso & Mojica, 2021).

Το οξειδωτικό στρες έχει οριστεί ως η έλλειψη της ισορροπίας μεταξύ της εμφάνισης ενεργών ειδών οξυγόνου/αζώτου (ROS/RNS) και της ικανότητας του οργανισμού να εξουδετερώνει τη δράση τους με τη δράση των αντιοξειδωτικών (Pisoschi & Pop, 2015).

Τα αντιοξειδωτικά για την αλληλεπίδραση τους με τις ελεύθερες ρίζες αλλά και τον τερματισμό της αλυσιδωτής αντίδρασης χρησιμοποιούν διάφορους μηχανισμούς όπως:

- μείωση των τοπικών συγκεντρώσεων οξυγόνου (O₂)

- σαρωτικά είδη που ξεκινούν την υπεροξειδωση
- σπάσιμο της αυτό-οξειδωτικής αλυσιδωτής αντίδρασης
- χηλικά ιόντα μετάλλων έτσι ώστε να μην είναι σε θέση να δημιουργήσουν δραστικά είδη ή να αποσυνθέσουν υπεροξειδία,
- απόσβεση του *O₂ - πρόληψη σχηματισμού υπεροξειδίων

Οι κύριες κατηγορίες ενώσεων με αντιοξειδωτική ικανότητα είναι: οι βιταμίνες (βιταμίνη C και βιταμίνη E), οι πολυφαινόλες (φλαβονοειδή, φαινολικά οξέα, λιγνάνες και σπιλβένια) και τα καροτενοειδή (καροτένια και ξανθοφύλλες) (Oroian & Escriche, 2015).

3.1 Ταξινόμηση αντιοξειδωτικών

Τα αντιοξειδωτικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με διάφορους τρόπους όπως:

- Με βάση τη δράση τους διακρίνονται σε ενζυμικά και μη ενζυμικά αντιοξειδωτικά. Η βιταμίνη C, η βιταμίνη E, και τα καροτενοειδή είναι κάποια από τα μη ενζυματικά αντιοξειδωτικά, τα οποία διασπούν τις αλυσιδωτές αντιδράσεις των ελεύθερων ριζών.
- Με βάση τη διαλυτότητα τους διακρίνονται σε υδατοδιαλυτά ή λιποδιαλυτά αντιοξειδωτικά (π.χ. η βιταμίνη C είναι υδατοδιαλυτή).
- Με βάση το μέγεθος τους, τα αντιοξειδωτικά διακρίνονται σε αντιοξειδωτικά μικρού ή μεγάλου μορίου. Τα αντιοξειδωτικά με μικρό μόριο εξουδετερώνουν τα δραστικά είδη οξυγόνου (ROS) με το μηχανισμό της σάρωσης των ριζών και τα απομακρύνουν. Αντιοξειδωτικά όπως η βιταμίνη C, η βιταμίνη E, τα καροτενοειδή και η γλουταθειόνη (GSH) ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Τα αντιοξειδωτικά με μεγάλο μόριο απορροφούν τα δραστικά είδη οξυγόνου (ROS) και τα εμποδίζουν να επιτεθούν σε άλλες βασικές πρωτεΐνες. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν ένζυμα όπως η δισμουτάση του υπεροξειδίου του υδρογόνου (SOD), η κατάλαση (CAT) η υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (GPx) καθώς και εξιλαστήριες πρωτεΐνες (αλβουμίνη).
- Με βάση την κινητική τους (Aziz, Diab & Mohammed, 2019)

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τα αντιοξειδωτικά μπορούν να ταξινομηθούν σε φυσικά και σε συνθετικά (Flieger, Flieger, Baj, & Maciejewski 2021).

Τα φυσικά αντιοξειδωτικά αντιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες σπάζοντας τις αλυσίδες τους και τις μετατρέπουν σε πιο σταθερά προϊόντα. Στα φυσικά αντιοξειδωτικά κατατάσσονται οι βιταμίνες (C,D,B), τα μέταλλα (σίδηρος, ψευδάργυρος, μαγγάνιο, σελήνιο, χαλκός) και οι φαινολικές ενώσεις(φλαβονοειδή, καροτενοειδή, καροτένια, κατεχίνες κ.α.).

Στην κατηγορία των συνθετικών αντιοξειδωτικών ανήκουν οι φαινολικές ενώσεις οι οποίες δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες και διακόπτουν την αλυσιδωτή αντίδραση (Aziz et al., 2019). Η βουτυλιωμένη υδροξυλ-ανισόλη (BHA), το βουτυλιωμένο υδροξυλοτολουόλιο (BHT), γαλλικό η-προπύλιο (PG) και η τριπ-βουτυλυδροκινόνη (TBHQ), είναι κάποια από τα συνθετικά αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται ευρέως στα τρόφιμα για τον έλεγχο της οξειδωσης και τη διακοπή των ελεύθερων ριζών (Flieger et al., 2019; Arak et al., 2018). Λόγω της τοξικότητάς τους, τα συνθετικά αντιοξειδωτικά αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για τον ανθρώπινο οργανισμό και οι μελέτες έχουν στραφεί στην αναζήτηση μη τοξικών και φυσικών αντιοξειδωτικών (Flieger et al., 2019).

3.2 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC-Total Antioxidant Capacity) και της αντιοξειδωτικής δράσης (AOA-Antioxidant Activity) που βασίζονται σε διαφορετικούς χημικούς, φυσικοχημικούς και βιοχημικούς μηχανισμούς (Arak et al., 2018).

Σύμφωνα με τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα σε κάθε μέθοδο, οι μέθοδοι μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:

- Μέθοδοι που βασίζονται στην αντίδραση μεταφοράς ατόμων υδρογόνου HAT (Hydrogen Atom Transfer reaction-based assays)
- Μέθοδοι που βασίζονται στην αντίδραση μεταφοράς ηλεκτρονίου ET (Single Electron Transfer reaction-based assays) (Zhong & Shahidi, 2015).

Οι περισσότερες μέθοδοι που ανήκουν στην κατηγορία HAT εφαρμόζουν μία ανταγωνιστική αντίδραση όπου το αντιοξειδωτικό και το υπόστρωμα ανταγωνίζονται για τις θερμικά δημιουργούμενες ρίζες υπεροξειδίου μέσω της αποσύνθεσης των αζω-ενώσεων. Στην κατηγορία HAT ανήκουν μέθοδοι όπως η ικανότητα απορρόφησης

ριζών οξυγόνου (ORAC-Oxygen Radical Absorbance Capacity), η αναστολή της επαγόμενης αυτοοξειδωσης λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας, η αντιοξειδωτική παράμετρος παγίδευσης ολικής ρίζας (TRAP-Total Radical Trapping Antioxidant Parameter) και οι μέθοδος προσδιορισμού λεύκανσης της κροκίνης.

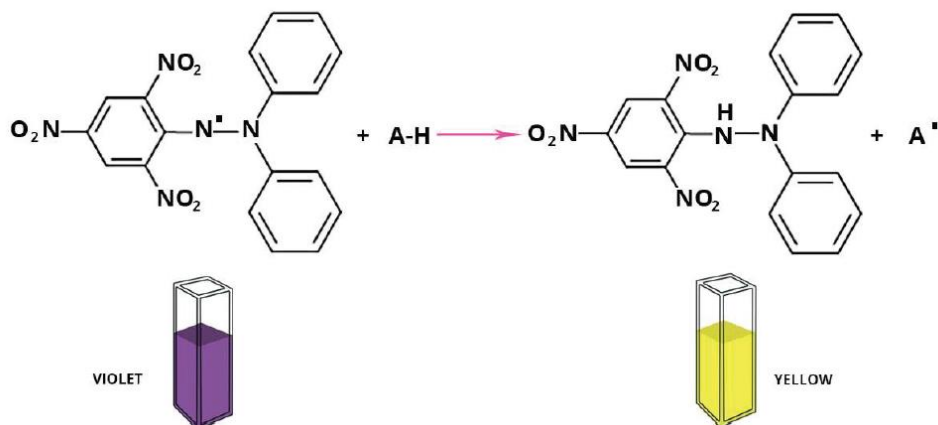
Οι μέθοδοι που κατατάσσονται στην κατηγορία ET υπολογίζουν την ικανότητα ενός αντιοξειδωτικού στη μείωση ενός οξειδωτικού, το οποίο αλλάζει χρώμα όταν ανάγεται. Η αλλαγή του χρώματος σχετίζεται με τη συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών του δείγματος. Οι μέθοδοι που ανήκουν στην κατηγορία ET περιέχουν την αντιοξειδωτική ισχύ που μειώνει τα ιόντα σιδήρου (FRAP- Ferric Ion Reducing Antioxidant Power), τον προσδιορισμό των ολικών φαινολών με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu (FCR-Folin-Ciocalteu Reagent), την αντιοξειδωτική ικανότητα ισοδυναμίας Trolox (TEAC-Trolox Equivalence Antioxidant Capacity), τη δοκιμασία «ολικού αντιοξειδωτικού δυναμικού» χρησιμοποιώντας ένα σύμπλεγμα χαλκού Cu(II) ως οξειδωτικό και την ικανότητα καθαρισμού της ρίζας 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζυλίου (DPPH-. Diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Huang, Ou & Prior,2005).

3.2.1 Μέθοδος DPPH

Αρχικά, η μέθοδος DPPH αναπτύχθηκε για πρώτη φορά το 1950 για την εύρεση δοτών ηλεκτρονίων σε προϊόντα φυσικής προέλευσης (Blois, 1958). Έπειτα, χρησιμοποιήθηκε για να προσδιοριστεί η αντιοξειδωτική δράση φαινολικών ενώσεων και τροφών με φυτική προέλευση (Vuolo et al., 2019).

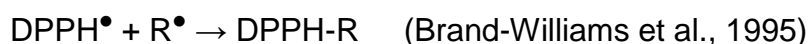
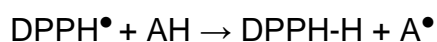
Για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης συγκεκριμένων εκχυλισμάτων ή ουσιών η μέθοδος DPPH βασίζεται στην αντίδραση της σταθερής ελεύθερης ρίζας α, α-διφαινυλ-β-πικρυλυδραζύλιο (DPPH) με το εκχύλισμα (Brand-Williams, Cuvelier & Berset,1995) (Εικόνα 2).

Η σταθερή ελεύθερη ρίζα DPPH έχει βαθύ μωβ χρώμα και διατίθεται στο εμπόριο (Zhong & Shahidi, 2015). Η αρχή της μεθόδου είναι ότι τα αντιοξειδωτικά που υπάρχουν στο εκχύλισμα δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες μετατρέποντας το χρώμα του διαλύματος DPPH από σκούρο ιώδες σε διαυγές κίτρινο (Bisso & Mojica, 2021).

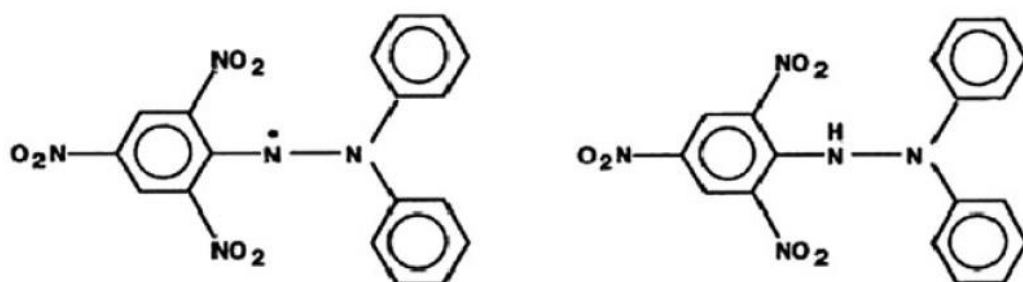


Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση της αντίδρασης μεταξύ ριζών και αντιοξειδωτικού (Lukiati, Sulisetijono, Nugrahaningsih & Masita (2020))

Το εκχύλισμα αφήνεται να αντιδράσει με τη ρίζα DPPH σε διάλυμα μεθανόλης. Ακολουθεί η μείωση της ρίζας DPPH παρατηρώντας τη μείωση της απορρόφησής της σε χαρακτηριστικό μήκος κύματος κατά τη διάρκεια της αντίδρασης. Σε ριζική μορφή το DPPH απορροφά στα 515 nm αλλά με αναγωγή από ένα αντιοξειδωτικό (AH) ή ένα είδος ρίζας (R) η απορρόφηση εξαφανίζεται (Brand-Williams, Cuvelier & Berset, 1995).



Τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής δράσης εκφράζονται ως ισοδύναμα Trolox (Vuolo et al, 2019).



1: διφαινυλοπικρυλυδραζύλιο (ελεύθερη ρίζα)

2: διφαινυλοπικρυλυδραζίνη (σταθερή μορφή)

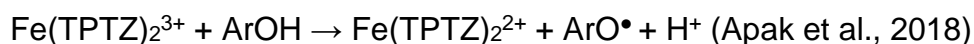
Εικόνα 3 . Η ρίζα DPPH και η σταθερή της μορφή (Kedare & Singh, 2011)

Η μέθοδος DPPH είναι μια απλή, γρήγορη και οικονομική μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί για τη μέτρηση της ικανότητας των ενώσεων να δεσμεύουν ελεύθερες ρίζες ή ως δότες υδρογόνου καθώς και για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής δράσης

σε διάφορα τρόφιμα. Επιπλέον, η συγκεκριμένη μέθοδος βρίσκει διάφορες εφαρμογές για την ποσοτικοποίηση των αντιοξειδωτικών σε πολύπλοκα βιολογικά συστήματα, για στερεά ή υγρά δείγματα. Σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου αποτελεί ότι η ρίζα DPPH επιτρέπεται να αντιδράσει με ολόκληρο το δείγμα και ο χρόνος που δίνεται στη μέθοδο είναι αρκετός ούτως ώστε η ρίζα DPPH να αντιδρά αργά και με ασθενή αντιοξειδωτικά (Kedare & Singh, 2011). Η μέθοδος DPPH παρόλο που θεωρείται απλή, είναι ευαίσθητη σε διάφορους παράγοντες που μπορεί την επηρεάσουν. Τέτοιοι παράγοντες θεωρούνται η ποσότητα και ο τύπος του διαλύτη που χρησιμοποιείται, η παρασκευή του αντιδραστήριου DPPH (αν είναι φρέσκο) καθώς και η παρουσία και η συγκέντρωση υδρογόνου και ιόντος μετάλλου (Zhong & Shahidi, 2015).

3.2.2 Μέθοδος FRAP

Η μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) βασίζεται στην αρχή της αναγωγής του συμπλόκου (Fe^{3+} -TPTZ) του τρισθενούς σιδήρου (Fe^{3+}) με την τριπυριδουλτριαζίνη (TPTZ) σε τριπυριδουλτριαζίνη σιδήρου (Fe^{2+} -TPTZ) από τα αντιοξειδωτικά ενός δείγματος σε χαμηλό pH (Benzie & Strain, 1996). Η ανάλυση πραγματοποιείται υπό όξινης συνθήκες (pH=3.6) για τη διατήρηση της διαλυτότητας του σιδήρου (Zhong & Shahidi, 2015). Το τελικό προϊόν (Fe^{2+} -TPTZ) έχει έντονο μπλε χρώμα με μέγιστη απορρόφηση σε μήκος κύματος 593 nm (Benzie & Strain, 1996).

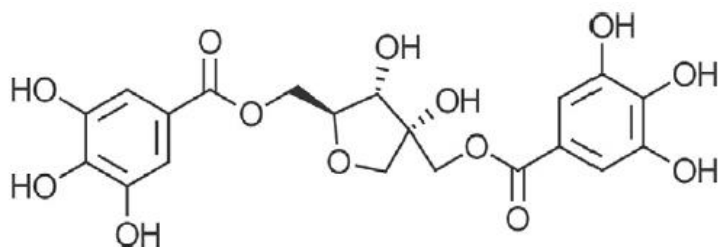


Η μέθοδος FRAP είναι γρήγορη, απλή και δεν χρειάζεται εξειδικευμένο εξοπλισμό. Αρχικά εφαρμόστηκε για τη μέτρηση της αναγωγικής ισχύος του πλάσματος, αλλά πλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής δράσης φυτικών εκχυλισμάτων και τροφίμων (Zhong & Shahidi, 2015).

3.3 Φαινολικές ενώσεις

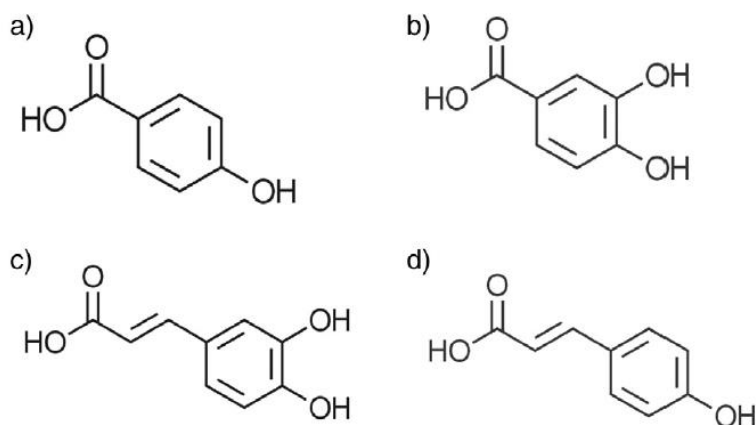
Οι φαινολικές ενώσεις είναι μια ομάδα από δευτερογενείς μεταβολίτες οι οποίοι είναι ευρέως διαδεδομένοι στα φυτά. Σύμφωνα με τη δομή τους μπορούν να ταξινομηθούν σε κατηγορίες και υποκατηγορίες ανάλογα με τον αριθμό, τη θέση της ομάδας υδροξυλίου και την παρουσία άλλων υποκαταστατών (Atta, Mohamed & Abdelgawad, 2017). Η δομή των φαινολικών ενώσεων αποτελείται από έναν αρωματικό δακτύλιο που περιέχει έναν ή περισσότερους υδροξυλικούς υποκαταστάτες. Τα φαινολικά οξέα,

οι ταννίνες και τα φλαβονοειδή αποτελούν τις πιο σημαντικές κατηγορίες φαινολικών ενώσεων που βρίσκονται στην διατροφή του ανθρώπου (Vuolo, Lima & Marostica Junior, 2019).



Εικόνα 4. Ταννίνες – Αμαμελιταννίνη (Oroian & Escriche, 2015)

Η πιο γνωστή ομάδα των πολυφαινολών είναι τα φλαβονοειδή. Οι φαινολικές ενώσεις έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες και η αντιοξειδωτική τους ικανότητα εξαρτάται από τη σταθερότητα τους, τον αριθμό, τη θέση των υδροξυλομάδων. Πολλές έρευνες έδειξαν ότι οι φαινολικές ενώσεις είχαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από τα καροτενοειδή και τις βιταμίνες (Atta et al., 2017).



Εικόνα 5. Φαινολικά οξέα: a - π-υδροξυβενζοϊκό οξύ, b - 3, 4-διυδροξυβενζοϊκό οξύ, c - καφεϊκό οξύ, d - π-κουμαρικό οξύ (Oroian & Escriche, 2015)

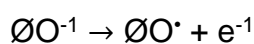
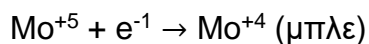
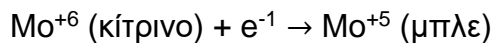
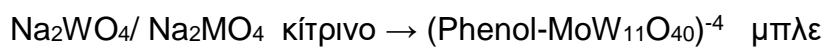
3.3.1 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών ενώσεων- Μέθοδος Folin-Ciocalteu

Μία σημαντική παράμετρος της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) είναι ο προσδιορισμός του συνολικού περιεχομένου των φαινολών (Total Phenolic Compounds-TPC) όπου χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση των αντιοξειδωτικών σε διάφορα φυτικά εκχυλίσματα δημητριακών, οσπρίων κ.α. Η μέθοδος Folin-Ciocalteu (F-C) είναι από τις πιο γνωστές μεθόδους για τον

προσδιορισμό του συνολικού περιεχομένου των φαινολών (TPC) (Zhong & Shahidi, 2015) και είναι η επίσημη μέθοδος που εφαρμόζεται για τη μέτρηση των ολικών πολυφαινολών στα κρασιά (Arak et al., 2018).

Πρωτίστως η μέθοδος Folin-Ciocalteu (F-C) αναπτύχθηκε για την ανάλυση των πρωτεϊνών και την μέτρηση της τυροσίνης (φαινολικό αμινοξύ) το 1917 (Everette et al., 2010; Zhong & Shahidi, 2015). Η μέθοδος F-C βασίζεται στην αναγωγή του αντιδραστήριου Folin Ciocalteu από φαινολικές ενώσεις υπό αλκαλικές συνθήκες (Zhong & Shahidi, 2015).

Το αντιδραστήριο Folin αποτελείται από ένα μείγμα μολυβδαινικού νατρίου, βολφραμικού νατρίου και διάφορων αντιδραστηρίων. Κατά την αντίδραση του αντιδραστήριου Folin με τις φαινόλες, παράγεται ένα μπλε χρώμα με μέγιστη απορρόφηση σε μήκος κύματος 765 nm (Everette et al., 2010). Όσο διαρκεί η αντίδραση, το ιόν του μολύβδου Mo^{6+} ανάγεται σε Mo^{5+} αποδέχοντας ένα ηλεκτρονίο από το φαινολικό αντιοξειδωτικό (Zhong & Shahidi, 2015). Ο μηχανισμός αλληλεπίδρασης των φαινολών με το αντιδραστήριο Folin είναι ο ακόλουθος :



Η μέθοδος βελτιώθηκε περαιτέρω από τους Singleton και Rossi (1965) με τα παρακάτω αντιδραστήρια τα οποία ανάγουν τις φαινόλες πιο εξειδικευμένα (Agbor, Vinson & Donnelly, 2014).



και



Η μέθοδος Folin-Ciocalteu είναι μια αντίδραση που βασίζεται στη μεταφορά ηλεκτρονίων μετρώντας την αναγωγική ικανότητα ενός αντιοξειδωτικού (Arak et al., 2018). Ως πρότυπο αναφοράς της μεθόδου χρησιμοποιείται το γαλλικό οξύ και τα

αποτελέσματα του συνολικού περιεχομένου των φαινολών εκφράζονται ως ισοδύναμα γαλλικού οξέος (Zhong & Shahidi, 2015).

Η μέθοδος F-C είναι απλή και εύκολη όμως είναι ευαίσθητη στο pH, στο χρόνο αντίδρασης και στη θερμοκρασία (Zhong & Shahidi, 2015). Η μέθοδος χρησιμοποιείται για αρκετά χρόνια από τις βιομηχανίες τροφίμων για τον προσδιορισμό του φαινολικού περιεχομένου σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης (Everette et al., 2010).

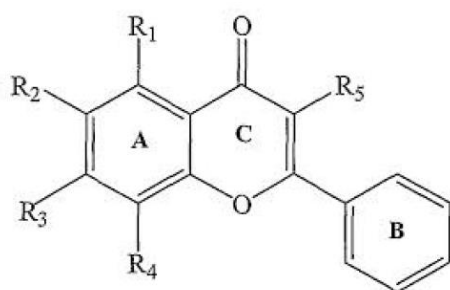
3.4 Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή συνιστούν τη μεγαλύτερη ομάδα φαινολικών ενώσεων και περιλαμβάνουν περισσότερες από 6000 ενώσεις σε περισσότερες από 8000 φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στα φυτικά τρόφιμα. Βρίσκονται σε δημητριακά, φρούτα, λαχανικά, ξηρούς καρπούς, σπόρους, μπαχαρικά, όσπρια και βότανα (Vuolo et al., 2019).

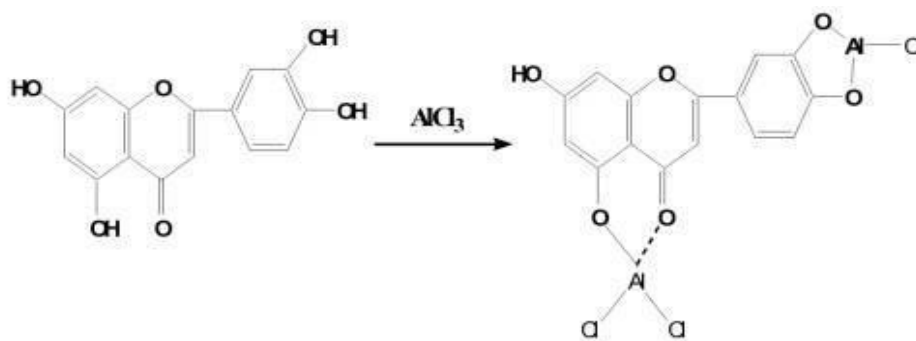
Η χημική τους δομή αποτελείται από τρεις δακτυλίους (C6-C3-C6) ως βασικό σκελετό τους. Τα φλαβονοειδή μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με το βαθμό οξείδωσης του κεντρικού ετερόκυκλου σε επτά υποκατηγορίες όπως οι φλαβονόλες, οι φλαβόνες, οι ισοφλαβόνες, οι ανθοκυανιδίνες, οι φλαβανόνες, οι φλαβανόλες και οι χαλκόνες. Οι αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες των φλαβονοειδών μειώνουν τον κίνδυνο διάφορων ασθενειών στον ανθρώπινο οργανισμό (Shen, Wang, Gan, Liu, Wang & Jin, 2022). Η κερσετίνη, μία φλαβονόλη που βρίσκεται σε αφθονία στη διατροφή, θεωρείται ισχυρό αντιοξειδωτικό καθώς έχει όλα τα σωστά δομικά χαρακτηριστικά για τη δράση σάρωσης των ελεύθερων ριζών (Pallab, Tapan, Pal & Ramen, 2013).

3.4.1 Προσδιορισμός ολικών φλαβονοειδών με τη μέθοδο του Χλωριούχου Αργιλίου
Μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιείται ευρέως για τον προσδιορισμό των ολικών φλαβονοειδών (Total Flavonoid Content -TFC) σε φυτικά εκχυλίσματα είναι η χρωματομετρική μέθοδος χλωριούχου αργιλίου. Η χρωματομετρική μέθοδος χλωριούχου αργιλίου προτάθηκε για πρώτη φορά το 1960 από τους Christ και Muller για τον προσδιορισμό των παραγώγων φλαβονόλης σε φάρμακα (Shraim, Ahmed, Rahman & Hijji, 2021).

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στο χλωριούχο αργιλίο (AlCl_3) το οποίο σχηματίζει σταθερά σε οξύ σύμπλοκα με τις C-4 κετοομάδες και είτε με την C-3 ή C-5 υδροξυλομάδα φλαβονών και φλαβονολών. Επιπροσθέτως, σχηματίζει ασταθή σε οξύ σύμπλοκα με τις ορθοδιυδροξυλομάδες στον A- ή B-δακτύλιο των φλαβονοειδών (Εικόνα 5) (Bag, Devi & Bhaigyabati, 2015). Τα σύμπλοκα που δημιουργούνται από τις φλαβονόλες (συμπεριλαμβανομένης της ρουτίνης, κερσετίνης, της κερκετίνης και της καμπφερόλης) έχουν μέγιστη απορρόφηση σε μήκος κύματος 415-440 nm (Dewi & Riska, 2019). Σύμφωνα με έρευνες αναφέρεται ότι η κερσετίνη αποτελεί κατάλληλη αναφορά για να προσδιοριστεί η συνολική περιεκτικότητα φλαβονοειδών σε φυτικά εκχυλίσματα (Bag et al., 2015)



Εικόνα 6. Βασική δομή φλαβονοειδών (Bag et al., 2015)



Εικόνα 7. Αντίδραση σχηματισμού συμπλόκου φλαβονοειδών-χλωριούχου αργιλίου (AlCl_3) (Makuasa & Ningsih, 2020)

4. Λιπαρά οξέα

Ως λιπαρά οξέα χαρακτηρίζονται τα καρβοξυλικά οξέα μακράς και μη διακλαδισμένης αλυσίδας τα οποία συνήθως αποτελούνται από 12 έως 20 άτομα άνθρακα (Bettelheim, Brown, Campbell & Farrell, 2010). Τα λιπαρά οξέα αποτελούνται από μία ομάδα μεθυλίου στο ένα άκρο της αλυσίδας υδρογονανθράκων και μία τερματική ομάδα καρβοξυλίου στο άλλο άκρο της αλυσίδας. Διακρίνονται σε κορεσμένα, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα κορεσμένα λιπαρά οξέα δεν περιέχουν κανένα διπλό δεσμό μεταξύ των ατόμων στην ανθρακική αλυσίδα, ενώ τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα περιέχουν ένα διπλό δεσμό στην ανθρακική αλυσίδα. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα περιέχουν περισσότερους από ένα διπλούς δεσμούς στην ανθρακική αλυσίδα.

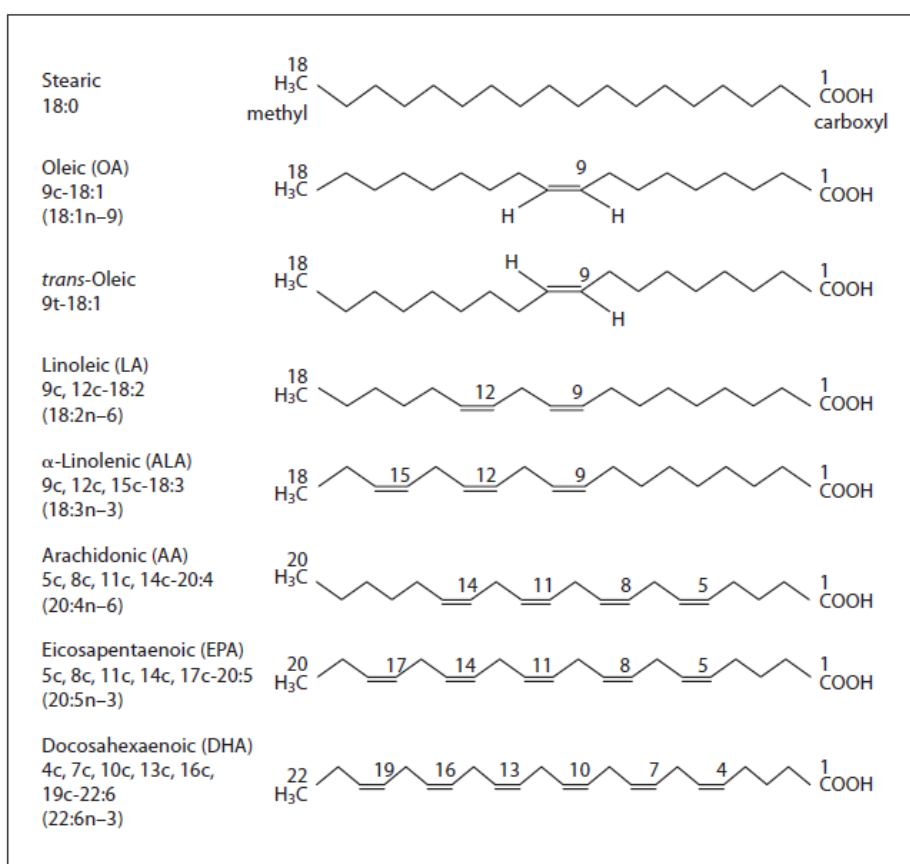
Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα εμφανίζουν δύο ξεχωριστές γεωμετρικές διαμορφώσεις οι οποίες αναφέρονται ως *cis* και *trans*. Η διαμόρφωση χαρακτηρίζεται ως *cis* όταν στα άτομα άνθρακα που ενώνονται με διπλό δεσμό, τα γειτονικά τους άτομα υδρογόνου βρίσκονται στην ίδια πλευρά ενώ χαρακτηρίζονται ως *trans* όταν τα άτομα υδρογόνου βρίσκονται στις αντίθετες πλευρές. Η γεωμετρική ισομέρεια έχει αντίκτυπο στο μόριο καθώς επηρεάζει το σχήμα και τις φυσικές ιδιότητές του. Η αλυσίδα των *cis* λιπαρών οξέων εμφανίζει μια συστροφή ενώ των *trans* λιπαρών οξέων η αλυσίδα έχει ευθεία διαμόρφωση και δρουν όπως τα κορεσμένα λιπαρά οξέα.

Ένας ευρύτατα χρησιμοποιούμενος τρόπος διάκρισης των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων σε δύο ομάδες, την ομάδα των n-3 και των n-6 λιπαρών οξέων, βασίζεται στη θέση που βρίσκεται ο πρώτος διπλός δεσμός ξεκινώντας από το πιο απόμακρο άτομο άνθρακα δηλαδή τον άνθρακα της ομάδας μεθυλίου (CH_3 -) σε σχέση με την καρβοξυλική ομάδα.

Στις ομάδες n-3 και n-6 ανήκουν κάποια λιπαρά οξέα τα οποία ο ανθρώπινος οργανισμός δεν έχει την δυνατότητα να συνθέσει μόνος του, αλλά πρέπει να τα προσλαμβάνει από την διατροφή του. Κύριοι εκπρόσωποι των δύο ομάδων είναι από τα n-3 λιπαρά οξέα το α-λινολενικό οξύ ($18:3n-3$) και από τα n-6 λιπαρά οξέα το λινελαϊκό οξύ ($18:2n-6$) τα οποία αποτελούν τα απαραίτητα ακόρεστα λιπαρά οξέα (Roche, 1999). Το λινελαϊκό οξύ βρίσκεται σε αφθονία στη φύση και απαντάται σε σπόρους των φυτών εκτός από την καρύδα, τον φοίνικα και το κακάο. Το α-λινολενικό οξύ βρίσκεται στα πράσινα φυλλώδη λαχανικά. Και τα δύο απαραίτητα λιπαρά οξέα

μεταβολίζονται σε λιπαρά οξέα με μεγαλύτερη ανθρακική αλυσίδα (20 και 22 ατόμων άνθρακα) (Simopoulos, 1999). Το λινελαϊκό οξύ μεταβολίζεται σε αραχιδονικό οξύ (20:4n-6), και το α-λινολενικό οξύ μεταβολίζεται σε εικοσιπενταενοϊκό οξύ (EPA, 20:5n-3) και εικοσιδυοεξαενοϊκό οξύ (DHA, 22:6n-3) (Roche,1999;Simopoulos,1991). Τα λιπαρά οξέα EPA και DHA απαντώνται στα έλαια των ψαριών και ιδιαίτερα στα λιπαρά ψάρια.

Το πιο αντιπροσωπευτικό λιπαρό οξύ των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων αποτελεί το ελαϊκό οξύ (18:1,n-9) το οποίο μπορεί να συντεθεί από τον ανθρώπινο οργανισμό και όλα τα θηλαστικά (Simopoulos,1991).



Εικόνα 8. Δομές κοινών λιπαρών οξέων (Ratnayake & Galli, 2009)

Τα δημητριακά και οι ξηροί καρποί έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα σε σχέση με τα κορεσμένα λιπαρά οξέα. Τα φυτικά ροφήματα που παράγονται από δημητριακά και ξηρούς καρπούς περιέχουν εξίσου υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Τα κύρια λιπαρά οξέα που απαντώνται στα φυτικά υποκατάστατα γάλακτος από κορεσμένα λιπαρά οξέα είναι το παλμιτικό οξύ (16:0) και το στεατικό οξύ (18:0) ενώ

από ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι το ελαϊκό οξύ (18:1), το λινολεϊκό οξύ (18:2) και το αλινολενικό οξύ (18:3). Σύμφωνα με μελέτες, φυτικά ροφήματα από αμύγδαλο, φιστίκι, και φουντούκι έχουν συνολικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα συγκριτικά με τα κορεσμένα. Εξαιρεση αποτελούν το φυτικό ρόφημα καρύδας και βρώμης (Aydar et al., 2020).

Το φυτικό ρόφημα καρύδας παρόλο που περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα, περιέχει λιπαρά οξέα μέσης αλυσίδας τα οποία μπορούν να μετατραπούν σε ενώσεις κετόνης. Οι ενώσεις κετόνης δρουν ευεργετικά στις λειτουργία του εγκεφάλου και τη νόσο Alzheimer. Επιπλέον, το λαυρικό οξύ που περιέχεται στο λίπος της καρύδας, μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (HDL) χοληστερόλης και να επιφέρει μείωση των επιπέδων της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL) χοληστερόλης στην κυκλοφορία του αίματος (Fructuoso et al., 2021).

4.1 Προσδιορισμός λιπαρών οξέων-Μέθοδος Bligh and Dyer

Η μέθοδος Bligh & Dyer αναφέρεται σε πολλές μελέτες ως η τυπική μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των ολικών λιπιδίων σε βιολογικούς ιστούς (Breil, Vian, Zemp, Kunz & Chemat, 2017), σε θαλάσσια ψάρια καθώς και μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορους τύπους δειγμάτων όπως π.χ. στο γάλα (Iverson, Lang & Cooper, 2001). Η μέθοδος εκχύλισης Bligh and Dyer αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τους Bligh & Dyer (1959) ως μια γρήγορη αλλά ταυτόχρονα και αποτελεσματική μέθοδος για τον προσδιορισμό της συνολικής περιεκτικότητας των λιπιδίων στους μύς των ψαριών.

Η μέθοδος βασίζεται στην προσθήκη μεθανόλης, χλωροφόρμιου και νερού στο δείγμα, σε μια εκχύλιση δύο σταδίων. Μετά τον διαχωρισμό των φάσεων, τα λιπίδια ποσοτικοποιούνται στη φάση του χλωροφορμίου (Breil et al., 2017).

5. Πειραματικό μέρος

5.1 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη των διατροφικών πτυχών και των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων των ελληνικών ροφημάτων φυτικής προέλευσης που χρησιμοποιούνται ως υποκατάστατα γάλακτος. Στα φυτικά γάλατα αναλύθηκε το προφίλ των λιπαρών οξέων καθώς και οι αντιοξειδωτικές ιδιότητές τους.

5.2.Υλικά και μέθοδοι

Δείγματα

Για την μελέτη των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν σε όλες τις μεθόδους ανάλυσης φυτικά γάλατα που κυκλοφορούν στο εμπόριο της ελληνικής αγοράς. Συνολικά τα δείγματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 22, εκ των οποίων τα 14 ήταν λευκά και τα 8 σοκολατούχα. Όλα τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στην κατάψυξη μέχρι την ανάλυσή τους.

5.2.1 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν 22 δείγματα από ελληνικά φυτικά γάλατα. Τα 14 ήταν λευκά φυτικά γάλατα και τα 8 ήταν σοκολατούχα.

Παρασκευή διαλυμάτων

Σε ένα ποτήρι ζέσεως των 50 ml, ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας 20 g άνυδρου ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3), προστέθηκε απιονισμένο νερό, ένα μαγνητάκι και το διάλυμα αναδεύτηκε στον μαγνητικό αναδευτήρα.

Όταν το διάλυμα έγινε διαυγές μεταφέρθηκε ποσοτικά σε μία ογκομετρική φιάλη των 100 ml και προστέθηκε απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα παρέμεινε σε θερμοκρασία δωματίου.

Παρασκευή αρχικού πρότυπου διαλύματος γαλλικού οξέος 1mg/ml

Ποσότητα 0,05 g γαλλικού οξέος διαλύθηκε σε 5 ml αιθανόλης, το διάλυμα μεταφέρθηκε σε μία ογκομετρική φιάλη των 50 ml και ο όγκος συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

Παρασκευή πρότυπων διαλυμάτων

Παρασκευάστηκαν 11 πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος με γνωστή συγκέντρωση σε mg/ml. Οι συγκεντρώσεις των πρότυπων διαλυμάτων ήταν 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 1,0 mg/ml.

Πρότυπη καμπύλη και προσδιορισμός δειγμάτων

Κάθε δείγμα και κάθε πρότυπο αναλύθηκε εις διπλούν. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προστέθηκε:

1. 2,4 ml απιονισμένο νερό
2. 40 μl πρότυπου διαλύματος ή 50 μl δείγματος
3. 200 μl Folin

Οι δοκιμαστικοί σωλήνες αναδεύτηκαν σε Vortex και τοποθετήθηκαν σε στατό. Μετά από 3 λεπτά προστέθηκε με μικροπιπέτα 600 μl κορεσμένου διαλύματος Na_2CO_3 (20% w/v). Στη συνέχεια τα δείγματα ανακινήθηκαν σε Vortex (σημειώθηκε η ώρα) και τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι για 2 ώρες ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Μετά το πέρας των 2 ωρών ακολούθησε ανάδευση των δειγμάτων με Vortex, φυγοκέντριση, τοποθέτηση σε κυψελίδες και τα δείγματα φωτομετρήθηκαν σε μήκος κύματος 725 nm.

Για το τυφλό δείγμα χρησιμοποιήθηκε το δείγμα που περιείχε μόνο απιονισμένο νερό.

5.2.2 Προσδιορισμός φλαβονοειδών με τη μέθοδο Χλωριούχου Αργιλίου

Για τον προσδιορισμό των φλαβονοειδών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Bhaigyabati, Devi & Bag (2014) με κάποιες τροποποιήσεις.

Παρασκευή διαλύματος AlCl_3

10% AlCl_3 σε απεσταγμένο νερό (ισχυρά εξώθερμη αντίδραση)

Παρασκευή διαλύματος CH_3COOK 1M

Ζυγίστηκαν 5,1 g CH_3COOK , διαλύθηκαν με απεσταγμένο νερό και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml. Ο όγκος συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.

Πρότυπη καμπύλη

Παρασκευή αρχικού διαλύματος πρότυπης καμπύλης

Αρχικά ζυγίστηκαν 0,05 g ρουτίνης και διαλύθηκαν σε μικρό όγκο μεθανόλης. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml και ο όγκος συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με μεθανόλη.

Παρασκευή πρότυπων διαλυμάτων

Παρασκευάστηκαν 8 πρότυπα διαλύματα ρουτίνης με γνωστή συγκέντρωση σε $\mu\text{g/ml}$. Οι συγκεντρώσεις των πρότυπων διαλυμάτων ήταν 500, 400, 300, 200, 100, 80, 50, 0 $\mu\text{g/ml}$.

Πρότυπη καμπύλη και προσδιορισμός δειγμάτων

Κάθε δείγμα και κάθε πρότυπο αναλύθηκε εις διπλούν.

Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προστέθηκε:

1. 100 μl δείγματος ή 500 μl πρότυπου διαλύματος
2. 1,5 ml μεθανόλης
3. 0,1 ml διαλύματος AlCl_3 10%
4. 0,1 ml CH_3COOK
5. 2,8 ml απιονισμένο νερό

Οι δοκιμαστικοί σωλήνες αναδεύθηκαν καλά σε Vortex, φυγοκεντρήθηκαν και ακολούθησε φωτομέτρηση στα 415 nm. Για το τυφλό διάλυμα χρησιμοποιήθηκε μεθανόλη.

5.2.3 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών με τη μέθοδο DPPH

Παρασκευή αρχικού διαλύματος Trolox

Σε ύαλο ωρολογίου ζυγίστηκαν 0,0125 g Trolox, μεταφέρθηκαν σε μία ογκομετρική φιάλη των 50 ml και διαλύθηκαν με μεθανόλη 99,8%. Η φιάλη συμπληρώθηκε με μεθανόλη μέχρι τη χαραγή με χρήση πλαστικών πιπετών. Από αυτό το διάλυμα παρασκευάστηκαν τα πρότυπα διαλύματα με χρήση μικροπιπέτας 100-1000 μl και των 1000-5000 μl για τη μεταφορά κατάλληλων όγκων σε ογκομετρικές φιάλες των 10

ml. Οι φιάλες συμπληρώθηκαν με μεθανόλη 99,8% μέχρι τη χαραγή. Από τις απορροφήσεις που προκύπτουν σχηματίζεται η πρότυπη καμπύλη αναφοράς.

Παρασκευή πρότυπων διαλυμάτων

Για τη δημιουργία της πρότυπης καμπύλης παρασκευάστηκαν 12 πρότυπα διαλύματα Trolox με γνωστή συγκέντρωση σε μM (0, 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000). Η μέγιστη ποσότητα Trolox ήταν 1000 μM . Από τις απορροφήσεις των προτύπων που προκύπτουν σχηματίστηκε η πρότυπη καμπύλη.

Παρασκευή διαλύματος DPPH

Σε ύαλο ωρολογίου ζυγίστηκαν 0,0198 g DPPH και διαλύθηκαν με 20 ml μεθανόλης 99,8%. Έπειτα, το διάλυμα μεταφέρθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και ο όγκος συμπληρώθηκε με μεθανόλη μέχρι τη χαραγή. Η ογκομετρική φιάλη ανακινήθηκε πολύ καλά και τοποθετήθηκε σε σκοτεινό και δροσερό μέρος (4 °C) για 45 λεπτά.

Μετά την πάροδο των 45 λεπτών, μία ποσότητα από το διάλυμα DPPH αραιώθηκε με μεθανόλη 99,8% μέχρι η απορρόφηση του διαλύματος που σχηματιζόταν να ήταν $0,718 \pm 0,005$ ή $-0,005$ στα 517 nm.

Σύμφωνα με την αραιώση που απαιτήθηκε, παρασκευάστηκε το διάλυμα DPPH που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση.

Πρότυπη καμπύλη και ανάλυση δειγμάτων

Με μικροπιπέτα 100-1000 μl τοποθετήθηκαν εις διπλούν σε δοκιμαστικούς σωλήνες 100 μl από τα πρότυπα διαλύματα ή 40 μl από κάθε δείγμα με 60 μl απιονισμένο νερό.

Ακολούθησε προσθήκη 3,9 ml αραιωμένου διαλύματος DPPH με μικροπιπέτα 1000-5000 μl και οι δοκιμαστικοί σωλήνες αναδεύθηκαν σε Vortex.

Οι δοκιμαστικοί σωλήνες τοποθετήθηκαν για 30 λεπτά στο σκοτάδι ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση και μετά την πάροδο των 30 λεπτών αναδεύθηκαν ξανά με Vortex, φυγοκεντρήθηκαν και τοποθετήθηκαν σε κυψελίδες. Τα δείγματα φωτομετρήθηκαν στα 517 nm.

Πριν ξεκινήσει η διαδικασία της φωτομέτρησης, το φωτομέτρο μηδενίστηκε με μεθανόλη 99,9%. Παράλληλα φωτομετρήθηκε ένα τυφλό δείγμα που περιείχε 100 μl μεθανόλη 99,8% και 3,9 ml διαλύματος DPPH. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε

ισοδύναμα Trolox (TRE: Trolox Equivalents) με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης αναφοράς Trolox (ανάλογο βιταμίνης E).

5.2.4 Προσδιορισμός αντιοξειδωτικών με τη μέθοδο FRAP

Παρασκευή διαλύματος $FeCl_3$

Αρχικά ζυγίστηκαν 0,2706 g $FeCl_3$ και διαλύθηκαν με 40 ml απιονισμένο νερό. Έπειτα μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml και ο όγκος συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.

Παρασκευή διαλύματος HCl

Για την παρασκευή του διαλύματος 2 ml HCl (HCl 2M) αραιώθηκαν σε 100 ml απιονισμένο νερό.

Παρασκευή διαλύματος TPTZ

0,1562 g TPTZ(2,4,6-Tri (2-pyridyl) -1,3,5-triazine) διαλύθηκαν με διάλυμα HCl και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml. Ο όγκος συμπληρώθηκε με διάλυμα HCl μέχρι τη χαραγή.

Παρασκευή ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH/CH_3COONa 0,3 M και pH:3,6

0,775 g CH_3COONa διαλύθηκαν σε 100 ml απιονισμένο νερό και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρική φιάλη των 250 ml. Στη συνέχεια, στην ογκομετρική φιάλη προσετέθηκαν 4 ml πυκνού CH_3COOH και ο όγκος συμπληρώθηκε μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.

Παρασκευή διαλύματος FRAP

10 ml ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH/CH_3COONa αναμείχθηκαν με 25 ml $FeCl_3$ και 25 ml TPTZ. Ακολούθησε καλή ανάδευση του διαλύματος.

Πρότυπη καμπύλη και ανάλυση δειγμάτων

Όπως και στη μέθοδο DPPH παρασκευάστηκαν τα πρότυπα διαλύματα Trolox διαφόρων συγκεντρώσεων για τη δημιουργία της πρότυπης καμπύλης.

Κάθε δείγμα και κάθε πρότυπο αναλύθηκε εις διπλούν. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προστέθηκε 100 μl κάθε πρότυπου διαλύματος ή από 100 μl κάθε δείγματος λευκού

φυτικού γάλακτος και από τα σοκολατούχα φυτικά γάλατα προστέθηκε 50 μl από κάθε δείγμα και 50 μl απιονισμένο νερό.

Σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκε 2,9 ml αντιδραστηρίου FRAP και ακολούθησε ανάδευση.

Έπειτα τα δείγματα θερμάνθηκαν στους 37 °C για 10 λεπτά και ψύχθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν και η μέτρηση της απορρόφησης έγινε σε μήκος κύματος 593 nm.

Για τον τυφλό προσδιορισμό χρησιμοποιήθηκε 2,9 ml αντιδραστηρίου FRAP και 100 μl απεσταγμένο νερό.

5.2.5 Προσδιορισμός σύνθεσης σε λιπαρά οξέα στο γάλα με τη μέθοδο Bligh & Dyer
Ο προσδιορισμός σύνθεσης των λιπαρών οξέων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Bligh & Dyer (1959) με κάποιες τροποποιήσεις. Πριν ξεκινήσει η διαδικασία της ανάλυσης, τα δείγματα των φυτικών ροφημάτων αφαιρέθηκαν από την κατάψυξη και τοποθετήθηκαν στο ψυγείο σε θερμοκρασία συντήρησης 4 °C για 24 ώρες ώστε να ξεπαγώσουν.

Παρασκευή διαλυμάτων

Για την παρασκευή του διαλύματος $\text{CHCl}_3:\text{MeOH}$ (σε αναλογία 1:2) με BHT (0,01%) προστέθηκε σε ποτήρι ζέσεως των 200 ml, 50 ml CHCl_3 και 100 ml MeOH. Σε αναλυτικό ζυγό με μία ύαλο ωρολογίου ζυγίστηκαν 0,015 g BHT και προστέθηκαν στο διάλυμα. Στη συνέχεια προστέθηκε μία πέτρα βρασμού και ακολούθησε ανάδευση του διαλύματος.

Για την παρασκευή του διαλύματος $\text{KOH}:\text{MeOH}$, σε ύαλο ωρολογίου ζυγίστηκαν 11,2 g KOH και προστέθηκαν σε ποτήρι ζέσεως των 100 ml με ποσότητα μεθανόλης 60-70 ml και μία πέτρα βρασμού. Έπειτα, ακολούθησε ανάδευση μέχρι να διαλυθεί το KOH, το διάλυμα μεταφέρθηκε σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml και ο όγκος συμπληρώθηκε με μεθανόλη μέχρι τη χαραγή.

Παραλαβή λίπους

Από κάθε δείγμα αφού ανακινήθηκε πρώτα, παραλήφθηκε με πιπέτα 0,5 ml δείγματος και τοποθετήθηκε σε μικρό γυάλινο δοκιμαστικό σωλήνα. Έπειτα σε κάθε σωληνάκι προστέθηκε 1.9 ml διαλύματος $\text{CHCl}_3:\text{MeOH}$ (σε αναλογία 1:2) με BHT (0.01%).

Ακολούθησε ανάδευση με τη συσκευή Vortex για 1 λεπτό. Στη συνέχεια προστέθηκε 0.625 ml CHCl_3 και τα δείγματα αναδεύτηκαν στο Vortex για 1 λεπτό. Μετά την ανάδευση, σε κάθε δείγμα προστέθηκε 0.625 ml απιονισμένο νερό και τα δείγματα αναδεύτηκαν στο Vortex για 1 λεπτό.

Τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν σε φυγόκεντρο (Controla Sigma 2K15) για 5 λεπτά σε 1000 rpm για να πραγματοποιηθεί ο διαχωρισμός των δύο στοιβάδων. Στη συνέχεια, με πιπέτα Pasteur παραλήφθηκε από κάθε δείγμα η κατώτερη στοιβάδα και τοποθετήθηκε σε γυάλινα σωληνάκια. Τα σωληνάκια τοποθετήθηκαν για εξάτμιση στον κλίβανο στους 30-35°C για περίπου 20-24 ώρες.

Μετά την εκχύλιση

Για 0.5 ml δείγματος γάλα παραλήφθηκε περίπου 0.35 mg λίπους. Σε κάθε δείγμα προστέθηκε 1.75 ml εξάνιο και αναδεύτηκε με Vortex για 1 λεπτό. Ακολούθησε προσθήκη 0.7 ml διαλύματος $\text{KOH}:\text{MeOH}$ και ανάδευση στο Vortex για 1 λεπτό.

Μετά από 5 λεπτά προστέθηκε 0.175 g στερεό $\text{NaHSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ και τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν σε φυγόκεντρο (Controla Sigma 2K15) για 3 min σε 1000 rpm. Στη συνέχεια, από το διαχωρισμό των δύο στοιβάδων, με πιπέτα Pasteur παραλήφθηκε από κάθε δείγμα το υπερκείμενο υγρό (διαυγές) και τοποθετήθηκε σε φιαλίδιο με βιδωτό πώμα.

Το προφίλ των λιπαρών οξέων των φυτικών ροφημάτων αναλύθηκε με τη χρήση αέριου χρωματογράφου (Agilent Technologies 6890N Network GC Systems) ο οποίος ήταν εφοδιασμένος με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID) και με τριχοειδή στήλη DB-23 (50% Cyanopropyl 50% dimethyl polysiloxane; Model Number: Agilent 122-2362) 60 m, εσωτερικής διαμέτρου (internal diameter) 0.25mm και πάχους στρώματος στήλης (film thickness) 0.25 μm . Η θερμοκρασία στον εισαγωγέα ρυθμίστηκε στους 250°C για όλη τη διάρκεια της χρωματογραφικής ανάλυσης. Το πρόγραμμα της θερμοκρασίας που ρυθμίστηκε σε επίπεδο στήλης είναι το εξής:

- Αρχική θερμοκρασία της στήλης: 110 °C για 6 λεπτά.
- Ramp 1: αύξηση της θερμοκρασίας με 11 °C /λεπτό στους 165 °C και διατήρηση της θερμοκρασίας για 13 λεπτά.
- Ramp 2: αύξηση της θερμοκρασίας με 15 °C /λεπτό στους 195 °C και διατήρηση της θερμοκρασίας για 22 λεπτά.
- Ramp 3: αύξηση της θερμοκρασίας με 7 °C /λεπτό στους 230 °C και διατήρηση της θερμοκρασίας για 7 λεπτά.

Το φέρον αέριο ήταν Ήλιο (He με καθαρότητα 99.999 %) με ροή 0.7 mL/ λεπτό. Ο ενέσιμος όγκος δείγματος ρυθμίστηκε στα 3 µL και η αναλογία split τέθηκε στο 1:50. Η εισαγωγή του δείγματος στον εισαγωγέα πραγματοποιούνταν με τη χρήση αυτόματου - split-splitless - δειγματολήπτη (Agilent Technologies 7683B Series Injector). Η ταυτοποίηση των μεθυλ-εστέρων των λιπαρών οξέων των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση των παρακάτω τριών εμπορικών προτύπων:

- 37 component FAME mix (Supelco, 47885-U)
- PUFA-2, Animal source (Supelco, 47015-U)
- μείγμα μεθυλεστέρων cis- με trans-9,11- και-10,12-οκταδεκανοϊκού οξέος (Sigma, O5632-250MG).

Οι κορυφές κάθε χρωματογραφήματος ταυτοποιήθηκαν και ολοκληρώθηκαν (υπολογισμός του εμβαδού της περιοχής κάτω από κάθε κορυφή) με τη χρήση του προγράμματος GC Chemstation (Rev. B. 02.01-SR1 [260], Agilent technologies, 2001-2006). Κάθε μεθυλ-εστέρας λιπαρού οξέος εκφραζόταν ως ο εκατοστιαίος λόγος του εμβαδού της κορυφής του εκάστοτε μεθυλεστέρα λιπαρού οξέος προς το ολικό εμβαδού του χρωματογραφήματος (εκτός του εμβαδού της κορυφής του διαλύτη).

Επιπλέον, υπολογίστηκε το σύνολο των κορεσμένων (Saturated Fatty Acids-SFA), των πολυακόρεστων (Polyunsaturated Fatty Acids-PUFA) και των μονοακόρεστων (Monounsaturated Fatty Acids-MUFA) λιπαρών οξέων που περιέχονται στα φυτικά ροφήματα (λευκά και σοκολατούχα) που αναλύθηκαν.

Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας έγινε με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος Excel. Για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων των

αντιοξειδωτικών σε κάθε φυτικό ρόφημα που αναλύθηκε, υπολογίστηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση. Στα αποτελέσματα των λιπαρών οξέων δεν έγινε χρήση κάποιου στατιστικού προγράμματος καθώς τα δείγματα είναι διαφορετικά μεταξύ τους.

6. Αποτελέσματα

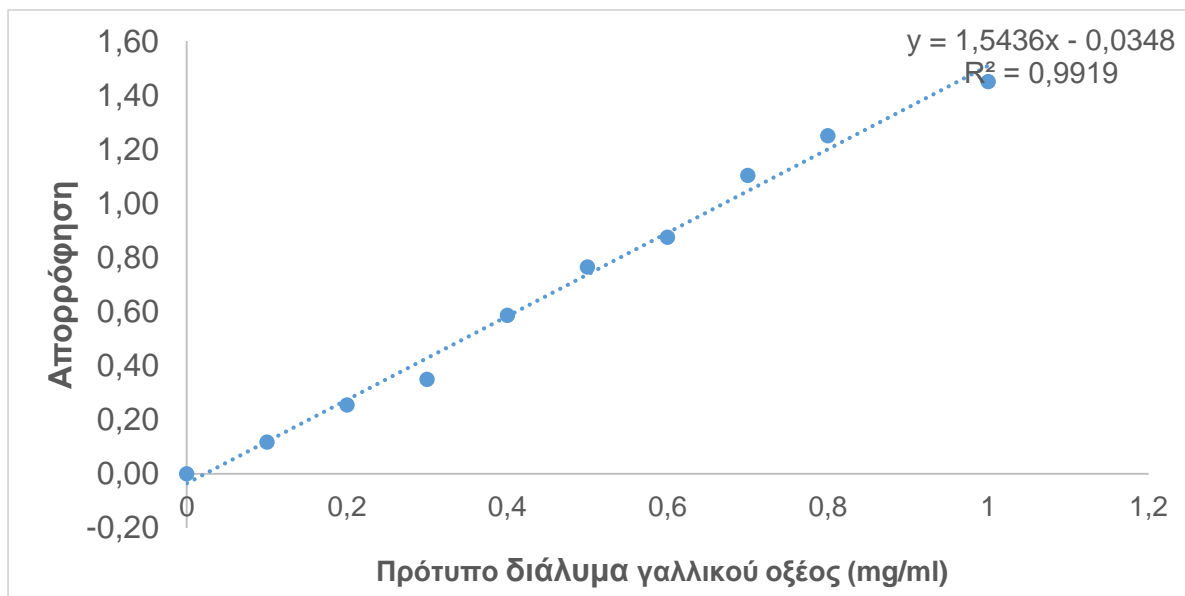
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ο αριθμός, το είδος και κάποια χαρακτηριστικά του κάθε δείγματος που αναλύθηκε.

Πίνακας 3. Είδος και χαρακτηριστικά των φυτικών ροφημάτων που αναλύθηκαν

Λευκά φυτικά ροφήματα		
Δείγμα	Είδος	Λοιπά χαρακτηριστικά
1	Αμύγδαλο	Χωρίς ζάχαρη
2	Αμύγδαλο	Με ζάχαρη
3	Αμύγδαλο	Με ζάχαρη
4	Αμύγδαλο	Χωρίς ζάχαρη
5	Αμύγδαλο	Με ζάχαρη
6	Αμύγδαλο	Χωρίς ζάχαρη
7	Αμύγδαλο	Με πρωτεΐνη
8	Αμύγδαλο	Με πρωτεΐνη
9	Βρώμη	Χωρίς ζάχαρη
10	Βρώμη	Με πρωτεΐνη
11	Βρώμη & 3 σπόροι	Χωρίς ζάχαρη
12	Βρώμη & φουντούκι	Χωρίς ζάχαρη
13	Καρύδα	Χωρίς ζάχαρη
14	Φιστίκι	Χωρίς ζάχαρη
Σοκολατούχα φυτικά ροφήματα		
Δείγμα	Είδος	Λοιπά χαρακτηριστικά
1	Αμύγδαλο	Κακάο
2	Φουντούκι	Μαύρη σοκολάτα
3	Καρύδι	Κακάο
4	Φουντούκι	Κακάο
5	Βρώμη	Μαύρη σοκολάτα
6	Αμύγδαλο	Κακάο
7	Αμύγδαλο	Πρωτεΐνη
8	Βρώμη	Χαρούπι

6.1 Ολικά φαινολικά

Η μέτρηση της απορρόφησης των πρότυπων διαλυμάτων και των δειγμάτων έγινε με φωτόμετρο σε μήκος κύματος 725 nm. Κατασκευάστηκε η πρότυπη καμπύλη και η συγκέντρωση υπολογίστηκε από την εξίσωση της πρότυπης καμπύλης.



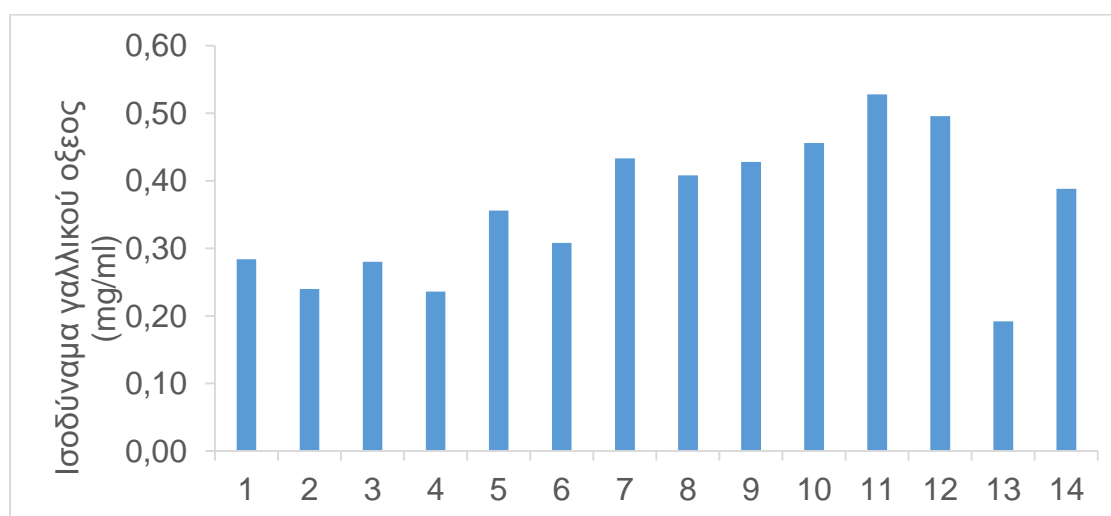
Εικόνα 9. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς γαλλικού οξέος για τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

Τα αποτελέσματα του ολικού φαινολικού περιεχομένου των λευκών ροφημάτων που αναλύθηκαν με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu παρουσιάζονται στον Πίνακα 4 και στο γράφημα 1.

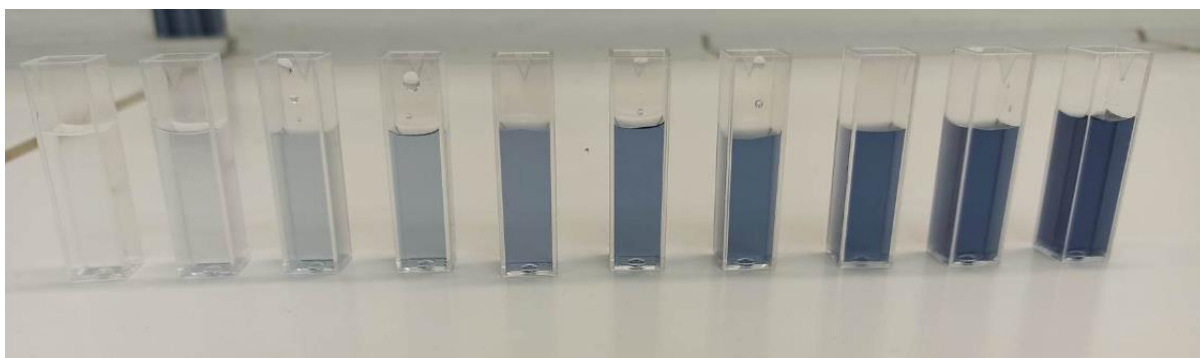
Πίνακας 4. Αποτελέσματα ολικών φαινολικών των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

Δείγμα	Συγκέντρωση 1 (mg/ml)	Συγκέντρωση 2 (mg/ml)	Μέσος όρος συγκέντρωσης (mg/ml)	Τυπική απόκλιση
1	0,28	0,29	0,28	0,01
2	0,23	0,25	0,24	0,01
3	0,30	0,26	0,28	0,02
4	0,24	0,23	0,24	0,01
5	0,41	0,30	0,36	0,07
6	0,30	0,31	0,31	0,01
7	0,42	0,45	0,43	0,02
8	0,39	0,42	0,41	0,02
9	0,44	0,42	0,43	0,02
10	0,43	0,48	0,46	0,03
11	0,53	0,53	0,53	0,00
12	0,49	0,50	0,50	0,01
13	0,18	0,20	0,19	0,01
14	0,36	0,42	0,39	0,04

Παρατηρώντας τον πίνακα 4, μεγαλύτερους μέσους όρους συγκέντρωσης εμφάνισαν το δείγμα 11 και το δείγμα 12 με τιμές 0,53 mg/ml και 0,50 mg/ml αντίστοιχα. Και τα δύο δείγματα αντιστοιχούν σε ροφήματα βρώμης όπου το δείγμα 11 είναι ρόφημα βρώμης με τρεις σπόρους (σουσάμι, ηλιόσπορο και κολοκυθόσπορο) ενώ το δείγμα 12 είναι ρόφημα βρώμης με φουντούκι. Η χαμηλότερη τιμή ολικών φαινολικών παρατηρήθηκε στο δείγμα 13 (0,19 mg/ml) που αντιστοιχεί σε ρόφημα καρύδας.



Γράφημα 1. Ολικά φαινολικά λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu



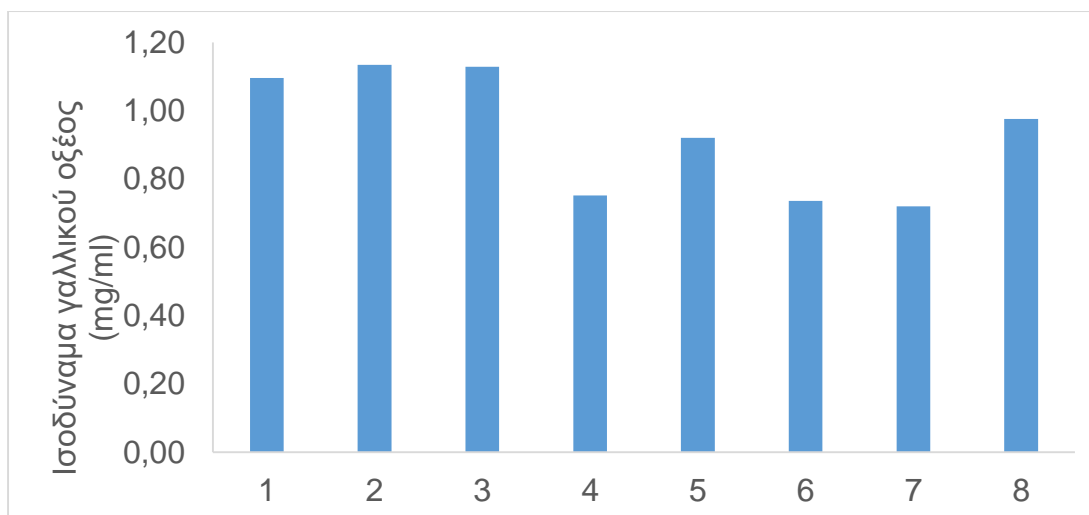
Εικόνα 10. Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

Στον Πίνακα 5 και το γράφημα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ολικού φαινολικού περιεχομένου των σοκολατούχων ροφημάτων που αναλύθηκαν με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα ολικών φαινολικών των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

Δείγμα	Συγκέντρωση 1 (mg/ml)	Συγκέντρωση 2 (mg/ml)	Μέσος όρος συγκέντρωσης (mg/ml)	Τυπική απόκλιση
1	1,12	1,07	1,10	0,03
2	1,10	1,17	1,13	0,05
3	1,20	1,06	1,13	0,10
4	0,75	0,75	0,75	0,00
5	0,90	0,94	0,92	0,03
6	0,77	0,70	0,74	0,05
7	0,75	0,69	0,72	0,05
8	0,99	0,96	0,98	0,02

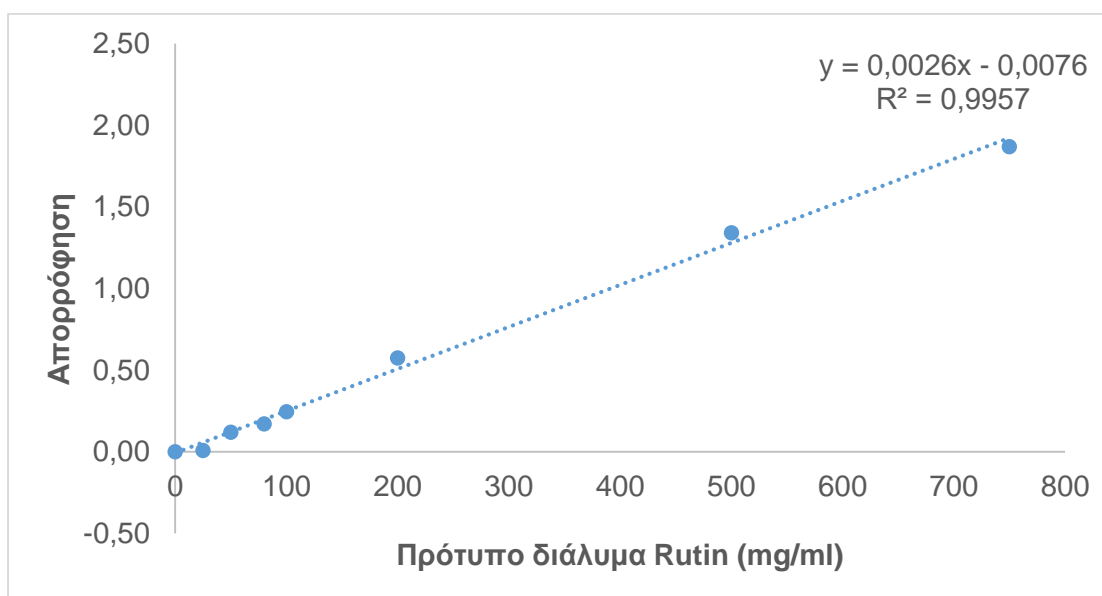
Τα δείγματα που εμφάνισαν υψηλότερους μέσους όρους συγκέντρωσης ήταν το 1, 2 και 3. Το δείγμα 1 που αντιστοιχεί σε ρόφημα αμυγδάλου με κακάο, εμφάνισε μέσο όρο συγκέντρωσης 1,10 mg/ml. Το δείγμα 2 με τιμή συγκέντρωσης 1,13 mg/ml αντιπροσώπευε ρόφημα φουντουκιού με μαύρη σοκολάτα ενώ το δείγμα 3 με τιμή συγκέντρωσης 1,13 mg/ml αντιστοιχούσε σε ρόφημα καρυδιού με κακάο.



Γράφημα 2. Ολικά φαινολικά σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu

6.2 Μέθοδος Χλωριούχου Αργιλίου

Η μέτρηση της απορρόφησης των πρότυπων διαλυμάτων και των δειγμάτων έγινε με φωτόμετρο σε μήκος κύματος 415 nm. Κατασκευάστηκε η πρότυπη καμπύλη και η συγκέντρωση υπολογίστηκε από την εξίσωση της πρότυπης καμπύλης.



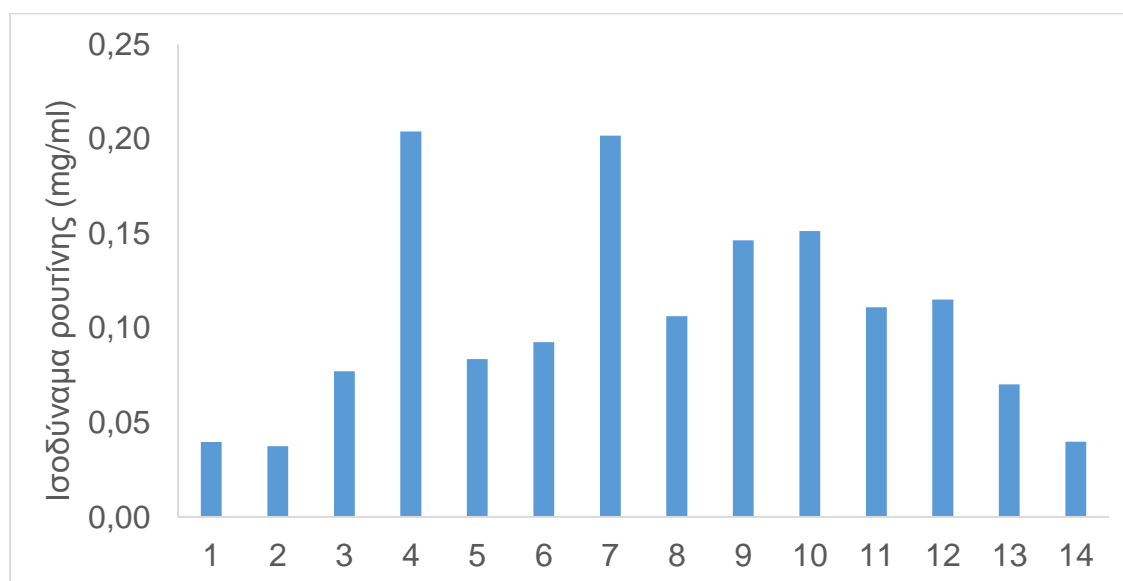
Εικόνα 11. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς διαλύματος ρουτίνης για τη μέθοδο Χλωριούχου αργιλίου

Η περιεκτικότητα των φλαβονοειδών στα λευκά φυτικά ροφήματα με τη μέθοδο του Χλωριούχου Αργιλίου παρουσιάζεται στον Πίνακα 6 και το γράφημα 3. Υψηλότερες τιμές μέσου όρου συγκέντρωσης εμφάνισαν τα δείγματα 4, 7, 9 και 10. Τα δείγματα 4

και 7 αντιστοιχούσαν σε ροφήματα αμυγδάλου και η τιμή συγκέντρωσης που εμφάνισαν και τα δυο ήταν 0,20 mg/ml ενώ τα δείγματα 9 και 10 ήταν ροφήματα βρώμης με μέσο όρο συγκέντρωσης 0,15 mg/ml.

Πίνακας 6. Αποτελέσματα φλαβονοειδών των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Χλωριούχου αργιλίου

Δείγμα	Συγκέντρωση 1 (mg/ml)	Συγκέντρωση 2 (mg/ml)	Μέσος όρος συγκέντρωσης (mg/ml)	Τυπική απόκλιση
1	0,04	0,04	0,04	0,00
2	0,03	0,04	0,04	0,01
3	0,06	0,09	0,08	0,02
4	0,20	0,21	0,20	0,01
5	0,08	0,09	0,08	0,01
6	0,09	0,10	0,09	0,01
7	0,23	0,17	0,20	0,04
8	0,11	0,10	0,11	0,00
9	0,16	0,13	0,15	0,02
10	0,15	0,15	0,15	0,00
11	0,10	0,12	0,11	0,01
12	0,11	0,12	0,12	0,00
13	0,05	0,09	0,07	0,02
14	0,04	0,04	0,04	0,00

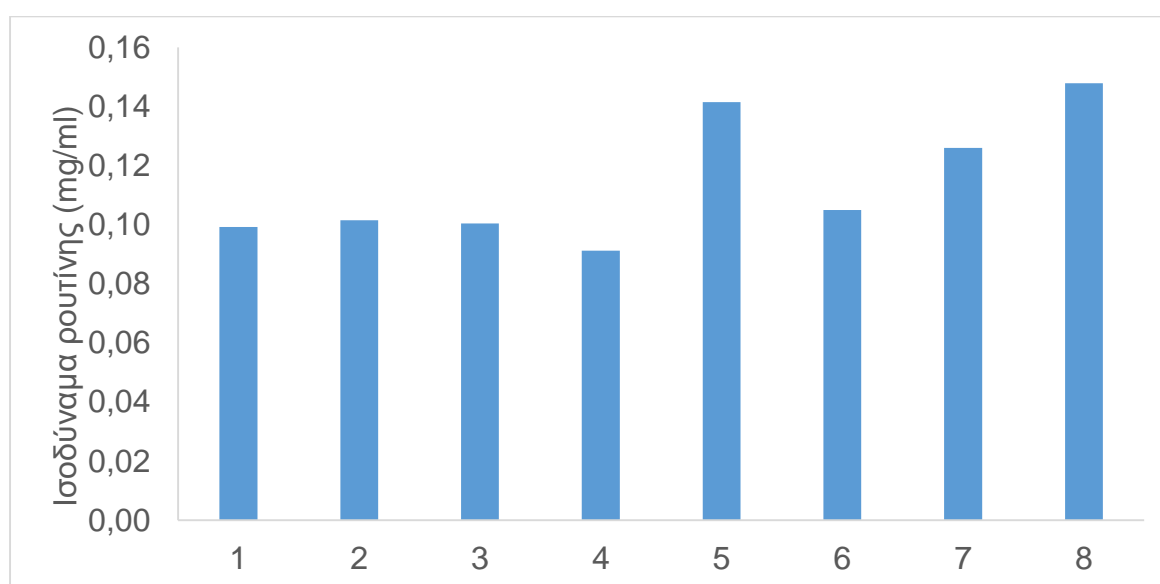


Γράφημα 3. Περιεκτικότητα φλαβονοειδών σε λεύκα φυτικά ροφήματα

Πίνακας 7. Αποτελέσματα φλαβονοειδών των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο Χλωριούχου αργιλίου

Δείγμα	Συγκέντρωση 1 (mg/ml)	Συγκέντρωση 2 (mg/ml)	Μέσος όρος συγκέντρωσης (mg/ml)	Τυπική απόκλιση
1	0,10	0,10	0,10	0,00
2	0,09	0,11	0,10	0,01
3	0,10	0,10	0,10	0,00
4	0,10	0,09	0,09	0,01
5	0,15	0,13	0,14	0,01
6	0,10	0,11	0,11	0,00
7	0,13	0,12	0,13	0,01
8	0,15	0,14	0,15	0,01

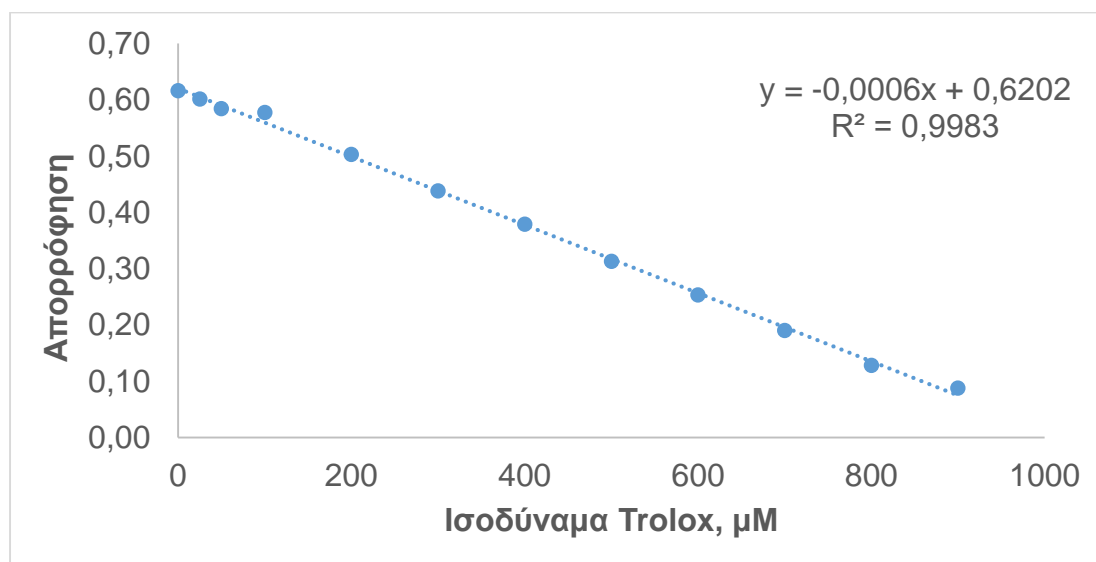
Στον Πίνακα 7 και το γράφημα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των φλαβονοειδών των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο του Χλωριούχου Αργιλίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, υψηλότερους μέσους όρους εμφάνισαν τα δείγματα 5 και 8 που αντιστοιχούσαν και τα δύο σε ροφήματα βρώμης με μαύρη σοκολάτα και με χαρούπι αντίστοιχα. Το ρόφημα βρώμης με χαρούπι εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης 0,15 mg/ml ενώ η τιμή της συγκέντρωσης του ροφήματος βρώμης με μαύρη σοκολάτα ήταν 0,14 mg/ml.



Γράφημα 4. Περιεκτικότητα φλαβονοειδών σε σοκολατούχα φυτικά ροφήματα

6.3 Αντιοξειδωτική δραστικότητα με τη μέθοδο DPPH

Η μέτρηση της απορρόφησης των πρότυπων διαλυμάτων και των δειγμάτων έγινε με φωτόμετρο σε μήκος κύματος 517 nm. Κατασκευάστηκε η πρότυπη καμπύλη και η συγκέντρωση υπολογίστηκε από την εξίσωση της πρότυπης καμπύλης.

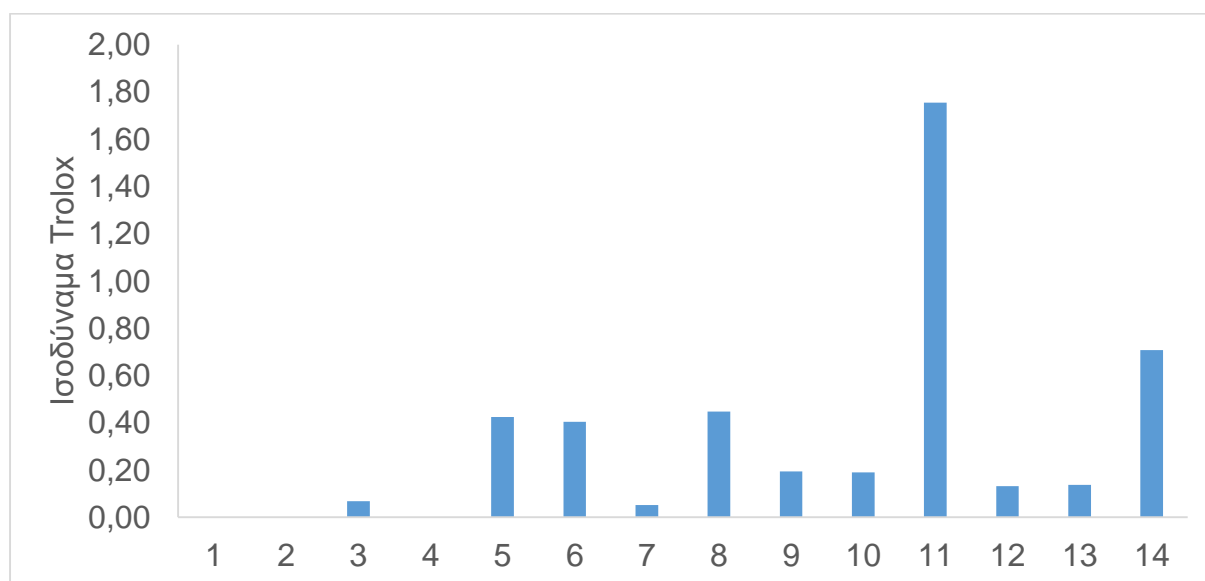


Εικόνα 12. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Trolox για τη μέθοδο DPPH

Τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των λευκών φυτικών ροφημάτων που αναλύθηκαν με τη μέθοδο DPPH παρουσιάζονται στον Πίνακα 8 και το γράφημα 5. Υψηλότεροι μέσοι όροι συγκέντρωσης παρατηρήθηκαν στα δείγματα 11 και 14 ενώ τα δείγματα 1, 2 και 4 εμφάνισαν μηδενική συγκέντρωση. Μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα με μέσο όρο συγκέντρωσης 1,76 μM/ml εμφάνισε το δείγμα 11 το οποίο αντιστοιχεί σε ρόφημα βρώμης με τρεις σπόρους (σουσάμι, ηλιόσπορο και κολοκυθόσπορο). Το δείγμα 14 με μέσο όρο συγκέντρωσης 0,71 μM/ml αντιστοιχεί σε ρόφημα φιστικιού. Ο καρπός του φιστικιού είναι πλούσιος σε αντιοξειδωτικά. Τα δείγματα 1,2,4 αντιστοιχούσαν σε ροφήματα αμυγδάλου.

Πίνακας 8. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH

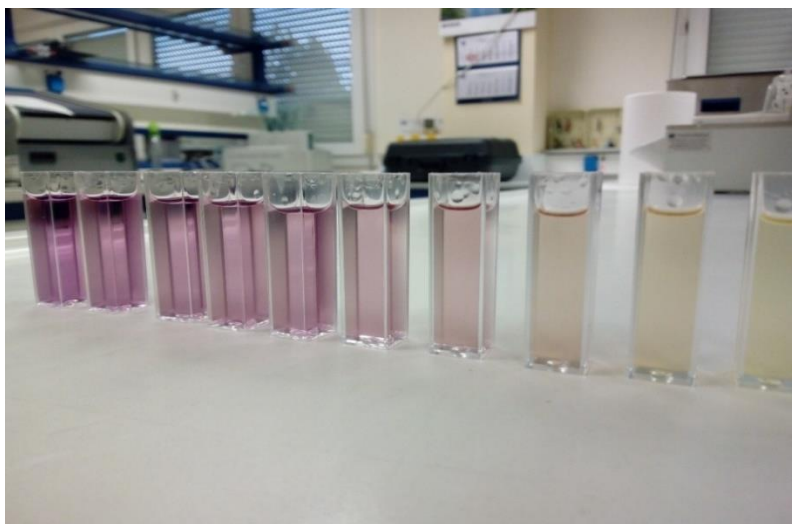
Δείγμα	Συγκέντρωση 1 (μM/ml)	Συγκέντρωση 2 (μM/ml)	Μέσος όρος συγκέντρωσης (μM/ml)	Τυπική απόκλιση
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,13	0,01	0,07	0,09
4	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,41	0,43	0,42	0,01
6	0,38	0,42	0,40	0,03
7	0,04	0,07	0,05	0,02
8	0,44	0,46	0,45	0,01
9	0,18	0,20	0,19	0,01
10	0,19	0,19	0,19	0,00
11	1,74	1,77	1,76	0,02
12	0,14	0,12	0,13	0,01
13	0,14	0,14	0,14	0,00
14	0,67	0,74	0,71	0,05



Γράφημα 5. Αντιοξειδωτική ικανότητα λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH

Στον Πίνακα 9 και το γράφημα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων που αναλύθηκαν με τη μέθοδο DPPH. Τα δείγματα 1, 2 και 8 εμφάνισαν τους μεγαλύτερους μέσους όρους συγκέντρωσης. Στο δείγμα 8 το οποίο αντιστοιχεί σε σοκολατούχο ρόφημα βρώμης με

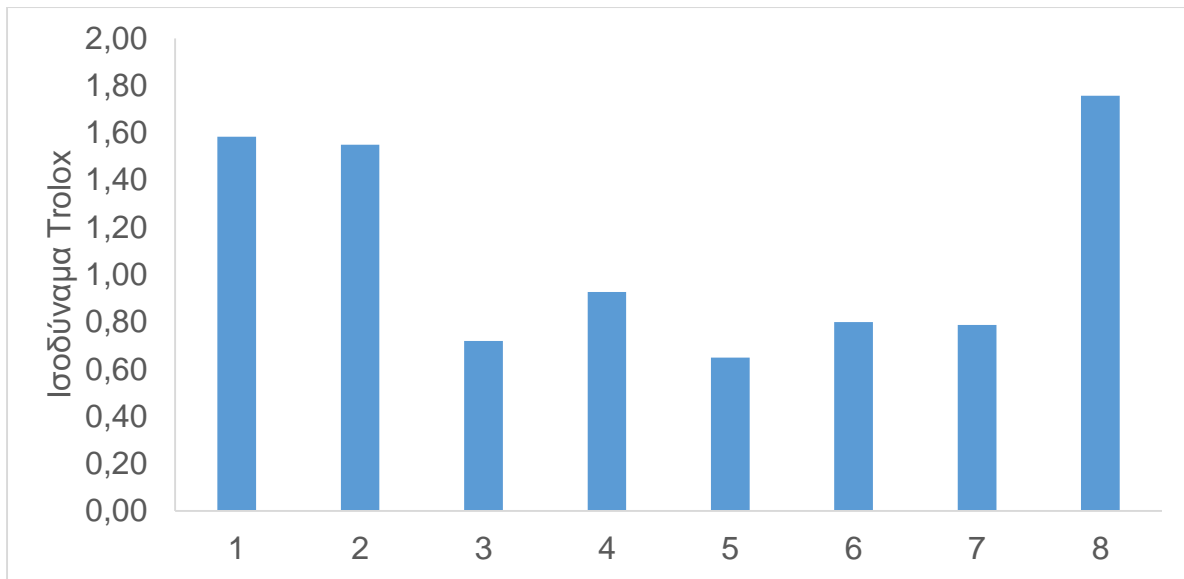
χαρούπι, ο μέσος όρος συγκέντρωσης ήταν 1,76 $\mu\text{M}/\text{ml}$. Το δείγμα 1 με μέσο όρο συγκέντρωσης 1,58 $\mu\text{M}/\text{ml}$ αντιστοιχεί σε σοκολατούχο ρόφημα αμυγδάλου με κακάο ενώ το δείγμα 2 με συγκέντρωση 1,55 $\mu\text{M}/\text{ml}$ αντιστοιχεί σε σοκολατούχο ρόφημα φουντουκιού με μαύρη σοκολάτα.



Εικόνα 13. Πρότυπη καμπύλη Trolox με τη μέθοδο DPPH

Πίνακας 9. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH

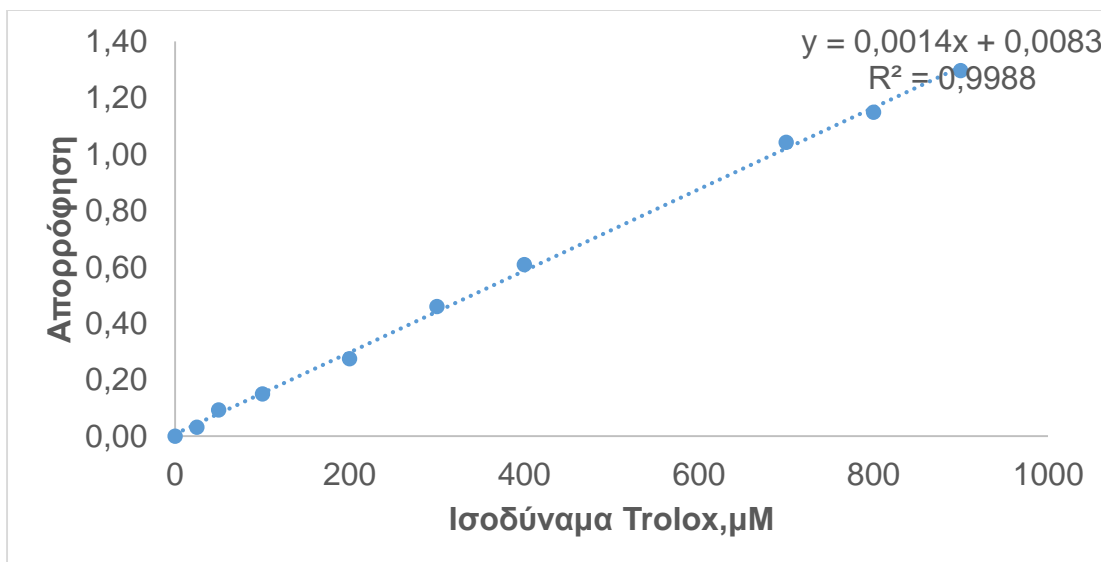
Δείγμα	Συγκέντρωση 1 ($\mu\text{M}/\text{ml}$)	Συγκέντρωση 2 ($\mu\text{M}/\text{ml}$)	Μέσος όρος συγκέντρωσης ($\mu\text{M}/\text{ml}$)	Τυπική απόκλιση
1	1,57	1,60	1,58	0,02
2	1,53	1,56	1,55	0,02
3	0,69	0,75	0,72	0,04
4	0,93	0,92	0,93	0,00
5	0,61	0,69	0,65	0,05
6	0,78	0,82	0,80	0,03
7	0,73	0,84	0,79	0,08
8	1,74	1,77	1,76	0,02



Γράφημα 6. Αντιοξειδωτική ικανότητα σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο DPPH

6.4 Αντιοξειδωτική δραστικότητα με τη μέθοδο FRAP

Η μέτρηση της απορρόφησης των πρότυπων διαλυμάτων και των δειγμάτων έγινε με φωτόμετρο σε μήκος κύματος 593 nm. Κατασκευάστηκε η πρότυπη καμπύλη και η συγκέντρωση υπολογίστηκε από την εξίσωση της πρότυπης καμπύλης.

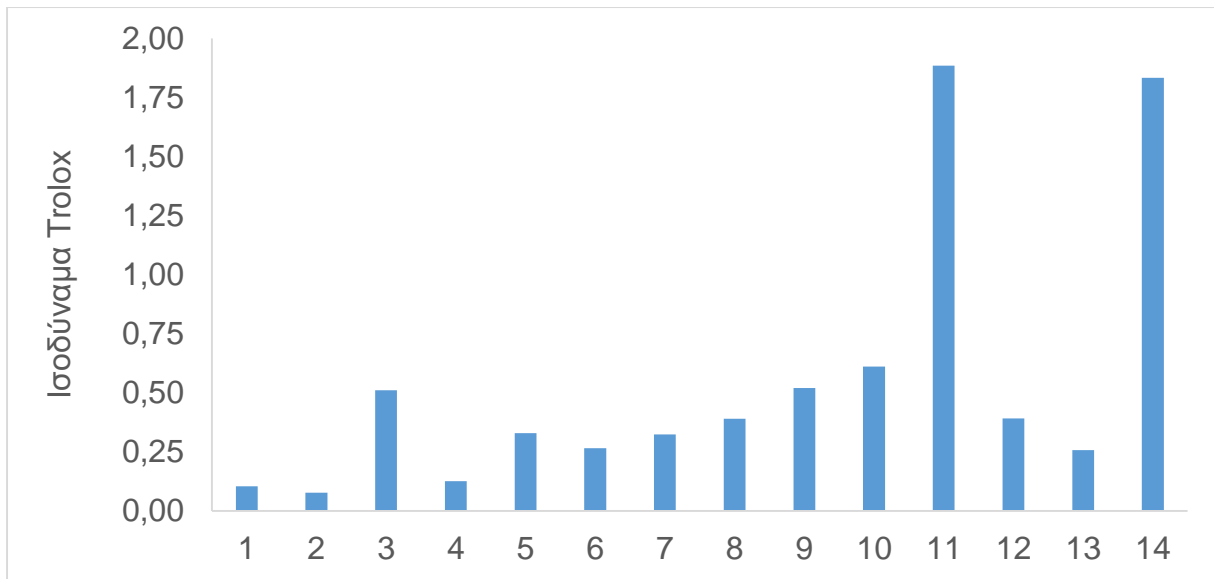


Εικόνα 14. Πρότυπη καμπύλη αναφοράς Trolox για τη μέθοδο FRAP

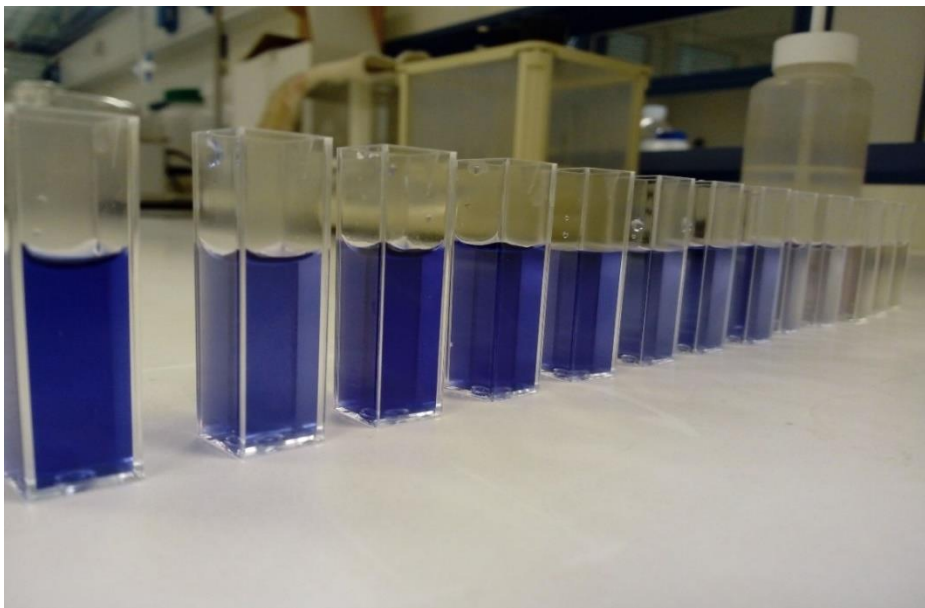
Πίνακας 10. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP

Δείγμα	Συγκέντρωση 1 (μM/ml)	Συγκέντρωση 2 (μM/ml)	Μέσος όρος συγκέντρωσης (μM/ml)	Τυπική απόκλιση
1	0,11	0,10	0,10	0,00
2	0,08	0,08	0,08	0,00
3	0,07	0,95	0,51	0,62
4	0,13	0,13	0,13	0,00
5	0,33	0,33	0,33	0,00
6	0,28	0,26	0,27	0,01
7	0,36	0,29	0,32	0,05
8	0,39	0,39	0,39	0,00
9	0,51	0,53	0,52	0,01
10	0,64	0,59	0,61	0,04
11	2,21	1,56	1,88	0,46
12	0,39	0,39	0,39	0,00
13	0,27	0,25	0,26	0,01
14	1,88	1,79	1,83	0,06

Τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των λευκών ροφημάτων που προέκυψαν με τη μέθοδο FRAP παρουσιάζονται στον Πίνακα 10 και το γράφημα 7. Υψηλότεροι μέσοι όροι συγκέντρωσης παρατηρήθηκαν στα δείγματα 11 και 14. Το δείγμα 11 (ρόφημα βρώμης και 3 σπόροι) εμφάνισε συγκέντρωση 1,88 μM/ml ενώ η συγκέντρωση του δείγματος 14 (ρόφημα φιστικιού) ήταν 1,83 μM/ml.



Γράφημα 7. Αντιοξειδωτική ικανότητα λευκών φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP



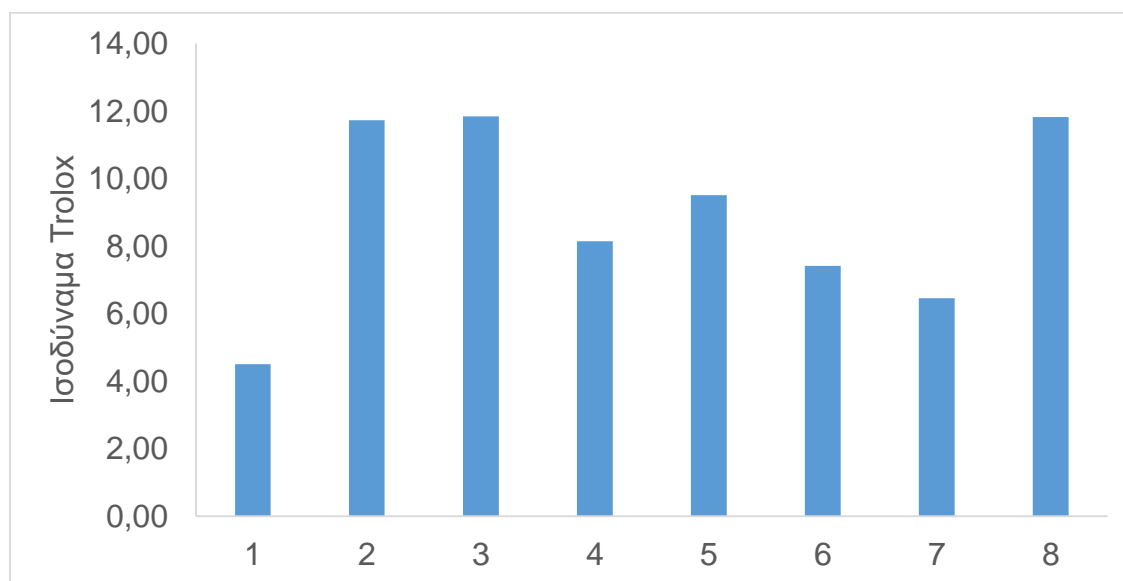
Εικόνα 15. Πρότυπη καμπύλη Trolox με τη μέθοδο FRAP

Στον Πίνακα 11 και το γράφημα 8, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων που αναλύθηκαν με τη μέθοδο FRAP.

Πίνακας 11. Αποτελέσματα της αντιοξειδωτικής ικανότητας των σοκολατούχων ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP

Δείγμα	Συγκέντρωση 1 (μM/ml)	Συγκέντρωση 2 (μM/ml)	Μέσος όρος συγκέντρωσης (μM/ml)	Τυπική απόκλιση
1	4,47	4,55	4,51	0,06
2	11,78	11,70	11,74	0,06
3	11,82	11,87	11,85	0,03
4	8,25	8,04	8,15	0,15
5	9,52	9,51	9,52	0,01
6	7,44	7,40	7,42	0,03
7	6,50	6,42	6,46	0,05
8	11,92	11,74	11,83	0,13

Τα δείγματα 2, 3 και 8 εμφάνισαν τους υψηλότερους μέσους όρους συγκέντρωσης. Στο δείγμα 2 το οποίο αντιστοιχεί σε ρόφημα φουντουκιού με μαύρη σοκολάτα ο μέσος όρος συγκέντρωσης ήταν 11,74 μM/ml. Το δείγμα 3 με μέσο όρο συγκέντρωσης 11,85 μM/ml αντιστοιχεί σε ρόφημα καρυδιού με κακάο ενώ το δείγμα 8 με συγκέντρωση 11,83 μM/ml αντιστοιχεί σε ρόφημα βρώμης με χαρούπι.



Γράφημα 8. Αντιοξειδωτική ικανότητα σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων με τη μέθοδο FRAP

Συγκεντρώνοντας όλα τα στοιχεία από την κάθε μέθοδο ανάλυσης που εφαρμόστηκε στα δείγματα προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα για τα λευκά φυτικά ροφήματα:

- Το ρόφημα βρώμης με τρεις σπόρους εμφάνισε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά, όπως προσδιορίστηκε με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu,.
- Το ρόφημα αμυγδάλου χωρίς ζάχαρη και το ρόφημα αμυγδάλου με πρωτεΐνη είχαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή, όπως προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του Χλωριούχου Αργιλίου.

Από τις μεθόδους προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας προέκυψε ότι:

- Στη μέθοδο DPPH, το ρόφημα βρώμης με τρεις σπόρους εμφάνισε μεγαλύτερη τιμή.
- Στη μέθοδο FRAP, υψηλότερη τιμή εμφάνισε το ρόφημα βρώμης με τρεις σπόρους.

Για τα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα:

- Στη μέθοδο Folin-Ciocalteu, το ρόφημα καρυδιού με κακάο εμφάνισε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά.
- Στη μέθοδο Χλωριούχου Αργιλίου, το ρόφημα βρώμης με χαρούπι εμφάνισε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή.

Από τις μεθόδους προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας προέκυψε ότι:

- Στη μέθοδο DPPH, το ρόφημα βρώμης με χαρούπι εμφάνισε μεγαλύτερη τιμή.
- Στη μέθοδο FRAP, υψηλότερη τιμή εμφάνισε το ρόφημα καρυδιού με κακάο.

6.5 Προφίλ λιπαρών οξέων

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη μέθοδο Bligh & Dyer και εν συνεχεία την ανάλυση του προφίλ των λιπαρών οξέων του κάθε δείγματος, με τη χρήση αέριου χρωματογράφου με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (GC-FID), παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

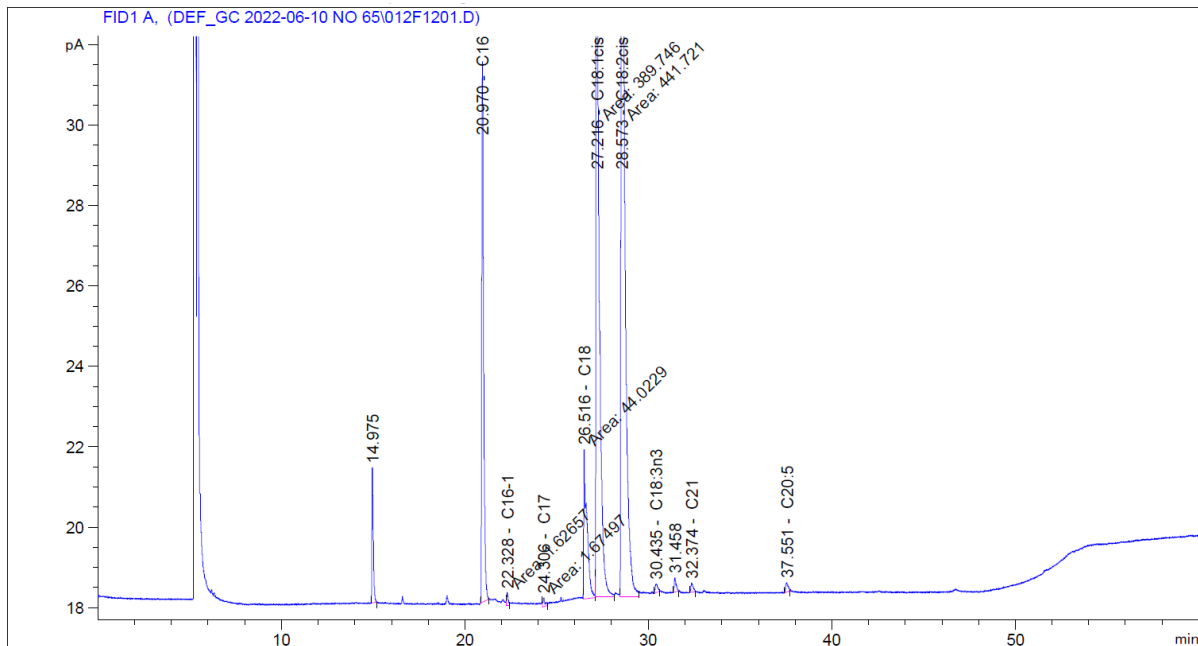
Πίνακας 12. Εκατοστιαία περιεκτικότητα λιπαρών οξέων σε λευκά φυτικά ροφήματα

Δείγμα	Είδος	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1 cis n-9	C18:2 cis n-6	C18:3 n-3	C20:0	C21:0	C20:5
1	Αμύδαλο	-	-	-	1,92	6,04	0,49	0,18	2,52	68,17	20,68	-	-	-	-
2	Αμύδαλο	-	-	-	2,18	6,18	0,46	0,19	2,61	70,51	17,87	-	-	-	-
3	Αμύδαλο	-	-	-	1,66	7,28	0,49	0,15	3,82	66,87	19,40	0,18	-	0,14	-
4	Αμύδαλο	-	-	-	1,78	7,07	0,35	0,23	4,40	65,33	19,92	0,18	0,11	0,21	0,41
5	Αμύδαλο	-	-	-	1,48	6,92	0,38	0,13	2,68	58,58	28,96	0,19	0,27	0,19	0,21
6	Αμύδαλο	-	-	-	1,70	6,36	0,28	0,24	2,21	64,76	23,91	0,10	-	0,16	0,27
7	Αμύδαλο	-	-	-	1,69	6,90	0,36	0,18	2,69	63,93	23,29	0,72	0,11	0,12	-
8	Αμύδαλο	-	-	-	1,32	7,55	0,33	0,18	2,54	61,28	25,51	0,52	0,18	0,11	0,49
9	Βρώμη	-	-	-	2,77	11,17	0,33	-	3,76	40,60	39,77	0,82	0,21	0,33	0,22
10	Βρώμη	-	-	-	-	2,24	10,38	-	3,68	49,35	34,35	-	-	-	-
11	Βρώμη	-	-	-	1,81	9,57	0,16	0,17	4,40	38,93	44,12	0,19	0,25	0,18	0,21
12	Βρώμη	-	-	-	1,81	6,95	0,14	0,14	2,20	74,26	14,01	0,19	0,11	0,20	-
13	Καρύδα	7,73	7,66	37,67	15,04	9,52	-	-	3,04	17,53	1,80	-	-	-	-
14	Φυστίκι	-	-	-	1,68	9,66	0,77	0,17	2,43	68,71	16,04	0,17	0,14	0,23	-

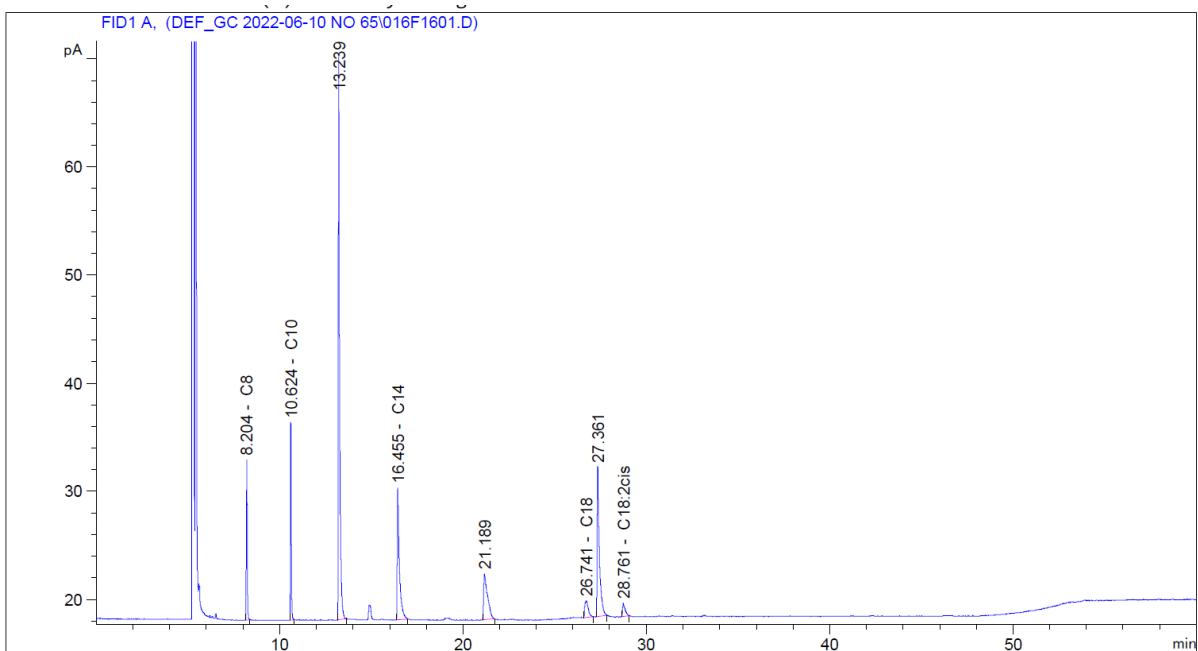
Ο Πίνακας 12 δείχνει την περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων που περιέχονται στα λευκά φυτικά ροφήματα που αναλύθηκαν. Συνολικά ανιχνεύθηκαν 14 λιπαρά οξέα στα δείγματα των λευκών φυτικών ροφημάτων. Το καπρυλικό οξύ (C8:0), το καπρικό οξύ (C10:0) και το λαυρικό οξύ (C12:0) εμφανίστηκαν μόνο στο δείγμα 13 (φυτικό ρόφημα καρύδας). Το μυριστικό οξύ (C14:0) ανιχνεύθηκε σε όλα τα δείγματα εκτός από το δείγμα 10 (φυτικό ρόφημα βρώμης). Το παλμιτικό οξύ (C16:0), το στεατικό οξύ (C18:0), το ελαϊκό οξύ (C18:1cis,n-9) και το λινελαϊκό οξύ (C18:2cis,n-6) ανιχνεύθηκε σε όλα τα δείγματα των λευκών φυτικών ροφημάτων. Το παλμιτελαϊκό οξύ (C16:1) εμφανίστηκε σε όλα τα δείγματα εκτός από δείγμα 13. Επιπλέον, το επταδεκανοϊκό οξύ (C17:0) εμφανίστηκε σε 11 δείγματα. Το α-λινολενικό οξύ (C18:3n3,n-3) ανιχνεύθηκε σε 10 δείγματα φυτικών ροφημάτων ενώ σε κάποια δείγματα ανιχνευθήκαν το εικοσανοϊκό οξύ (C20:0), το ενεικοσανοϊκό οξύ (C21:0) και το εικοσιπεντανοϊκό οξύ (C20:5).

Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε παλμιτικό οξύ (C16:0) και σε παλμιτελαϊκό οξύ (C16:1) εμφάνισαν δύο ροφήματα βρώμης με τιμή 11,17% και 10,38% αντίστοιχα. Υψηλότερη τιμή (4,40%) σε στεατικό οξύ (C18:0) παρατηρήθηκε σε ένα ρόφημα αμυγδαλού (δείγμα 4) και στο ρόφημα βρώμης με τρεις σπόρους (δείγμα 11). Όλα τα δείγματα εμφάνισαν υψηλές περιεκτικότητες σε ελαϊκό οξύ (C18:1cis,n-9) με το δείγμα 12 (ρόφημα βρώμης και φουντούκι) να εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή (74,26%) και το δείγμα 13 (ρόφημα καρύδας) να εμφανίζει τη μικρότερη τιμή (17,53%). Το δείγμα 11 (ρόφημα βρώμης και τρεις σπόροι) εμφάνισε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (44,12%) σε λινελαϊκό οξύ (C18:2cis,n-6) ενώ η χαμηλότερη τιμή (1,80%) εμφανίστηκε στο ρόφημα καρύδας (δείγμα 13). Η περιεκτικότητα σε α-λινολενικό οξύ (C18:3n3,n-3) ήταν

αρκετά χαμηλή σε όλα τα δείγματα και τη μεγαλύτερη τιμή (0,72%) εμφάνισε το δείγμα 7 (ρόφημα αμυγδάλου).



Εικόνα 16. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης με 3 σπόρους



Εικόνα 17. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος καρύδας

Πίνακας 13. Εκατοστιαία περιεκτικότητα των λευκών φυτικών ροφημάτων σε κορεσμένα, πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα

Δείγμα	Είδος	SFA ¹	PUFA ²	MUFA ³
1	Αμύγδαλο	10,67	20,68	68,66
2	Αμύγδαλο	11,16	17,87	70,97
3	Αμύγδαλο	13,05	19,58	67,37
4	Αμύγδαλο	13,81	20,51	65,69
5	Αμύγδαλο	11,68	29,36	58,96
6	Αμύγδαλο	10,67	24,28	65,04
7	Αμύγδαλο	11,70	24,01	64,29
8	Αμύγδαλο	11,87	26,52	61,61
9	Βρώμη	18,25	40,81	40,93
10	Βρώμη	5,92	34,35	59,73
11	Βρώμη	16,39	44,52	39,09
12	Βρώμη	11,40	14,19	74,40
13	Καρύδα	80,66	1,80	17,53
14	Φιστίκι	14,31	16,21	69,48

1= Κορεσμένα λιπαρά οξέα, 2 =Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, 3= Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα

Στον Πίνακα 13 παρουσιάζεται το σύνολο των κορεσμένων (SFA), πολυακόρεστων (PUFA) και των μονοακόρεστων (MUFA) λιπαρών οξέων που περιέχονται στα λευκά φυτικά ροφήματα. Από τα φυτικά ροφήματα που αναλύθηκαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) εμφάνισε το ρόφημα καρύδας (δείγμα 13) με τιμή 80,66 % ενώ η χαμηλότερη τιμή (5,92%) παρατηρήθηκε στο ρόφημα βρώμης (δείγμα 10). Το ρόφημα φιστικιού εμφάνισε περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) 14,31% και οι τιμές των ροφημάτων αμυγδάλου κυμάνθηκαν από 10,67% έως 13,81%. Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (44,52%) σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) εμφάνισε το ρόφημα βρώμης με τρεις σπόρους (δείγμα 11) ενώ αυξημένη τιμή σε πολυακόρεστα (PUFA) εμφάνισε και το ρόφημα βρώμης χωρίς ζάχαρη (δείγμα 9). Στα ροφήματα αμυγδάλου η περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα (PUFA) κυμάνθηκε από 17,87% έως 29,35%. Το ρόφημα φιστικιού εμφάνισε τιμή 16,21% ενώ τη μικρότερη περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) εμφάνισε το ρόφημα καρύδας (δείγμα 13) με τιμή 1,80%.

Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) εμφάνισε το ρόφημα βρώμης με φουντούκι (δείγμα 12) με τιμή 74,40% ενώ υψηλή περιεκτικότητα μονοακόρεστων (MUFA) (70,97%) εμφάνισε και το ρόφημα αμυγδάλου με ζάχαρη (δείγμα 2). Επιπλέον, υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA)

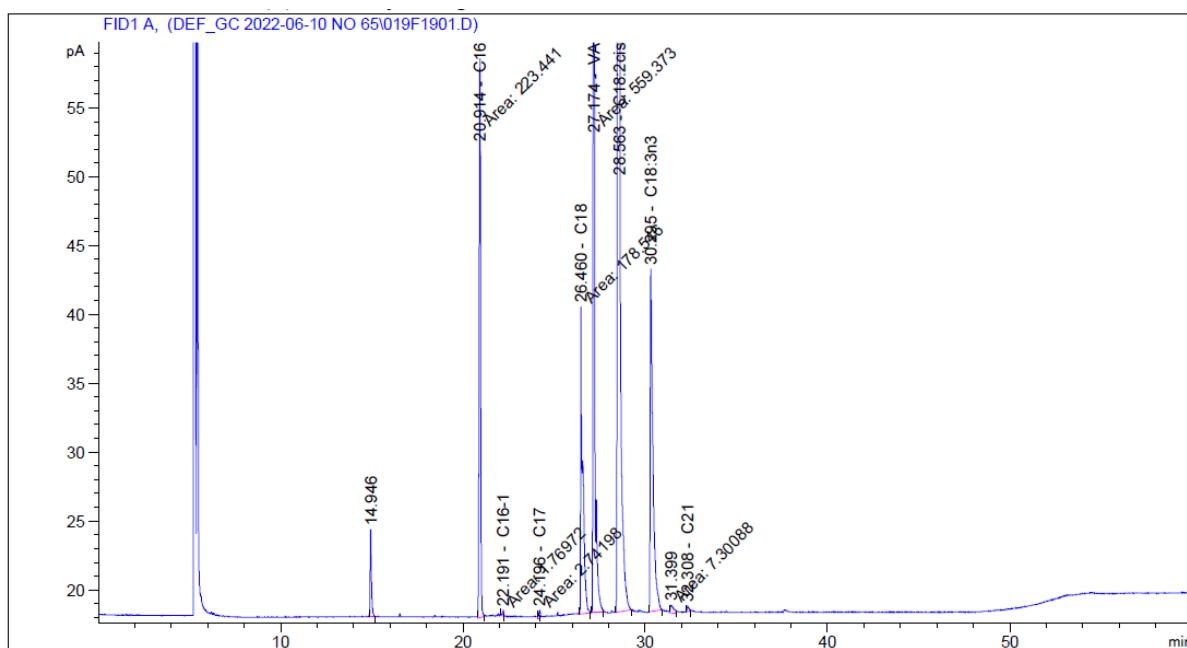
με τιμή 69,47% παρατηρήθηκε στο φυτικό ρόφημα φυστικιού (δείγμα 14). Στα ροφήματα αμυγδάλου ανιχνεύθηκαν περιεκτικότητες μονοακόρεστων (MUFA) από 58,95% έως 70,97% ενώ τη μικρότερη τιμή (17,53%) περιεκτικότητας σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) εμφάνισε το φυτικό ρόφημα καρύδας (δείγμα 13).

Πίνακας 14. Εκατοστιαία περιεκτικότητα λιπαρών οξέων σε σοκολατούχα φυτικά ροφήματα

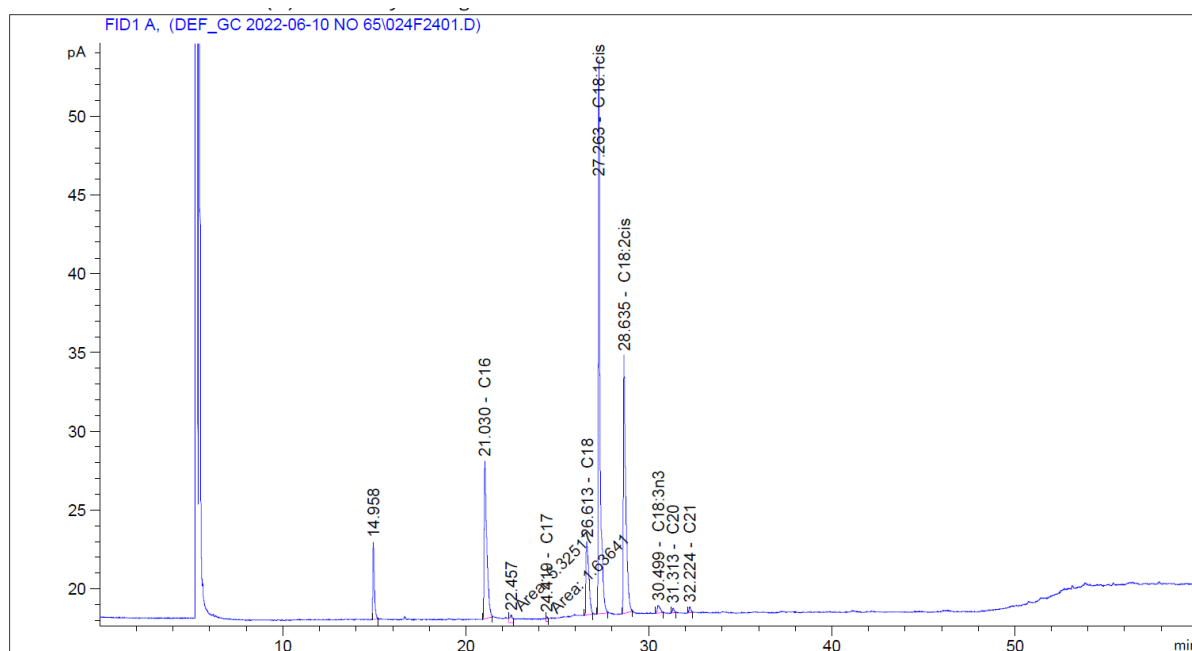
Δείγμα	Είδος	C14:0	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1cis n-9	C18:2 cis n-6	C18:3 n-3	C20:0	C21:0	C20:5
1	Αμύγδαλο	2,16	7,07	0,37	0,18	4,64	61,41	23,90	-	0,26	-	-
2	Φουντούκι	1,73	7,90	0,22	0,24	5,57	71,46	12,00	0,23	0,40	0,24	-
3	Καρύδι	1,19	8,41	0,07	0,10	6,72	21,05	52,33	9,75	0,27	0,11	-
4	Φουντούκι	1,59	8,66	0,15	0,22	8,41	71,44	9,08	-	0,26	0,20	-
5	Βρώμη	2,19	10,94	0,21	0,15	6,40	41,61	37,03	0,54	0,34	0,24	0,35
6	Αμύγδαλο	2,07	10,23	0,39	0,17	9,23	62,22	15,44	-	0,25	-	-
7	Αμύγδαλο	1,34	10,07	0,37	0,12	7,51	61,99	17,89	0,36	0,28	0,08	-
8	Βρώμη	5,13	17,47	0,95	0,29	9,05	39,75	25,61	0,97	0,35	0,43	-

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων που αναλύθηκαν. Στα σοκολατούχα δείγματα ανιχνεύθηκαν συνολικά 11 λιπαρά οξέα. Σε όλα τα δείγματα ανιχνεύθηκαν το μυριστικό οξύ (C14:0), το παλμιτικό οξύ (C16:0), το παλμιτελαϊκό οξύ (C16:1), το επταδεκανοϊκό οξύ (C17:0), το στεατικό οξύ (C18:0), το ελαϊκό οξύ (C18:1cis), το λινελαϊκό οξύ (C18:2cis) και το εικοσανοϊκό οξύ (C20:0). Το ενεικοσανοϊκό οξύ (C21:0) εμφανίστηκε σε 6 δείγματα ενώ το εικοσιπεντανοϊκό οξύ (C20:5) εμφανίστηκε μόνο στο δείγμα 5 που αντιστοιχεί σε σοκολατούχο φυτικό ρόφημα βρώμης.

Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (17,47%) σε παλμιτικό οξύ (C16:0) εμφάνισε το δείγμα 8 (ρόφημα βρώμης με χαρούπι) ενώ η περιεκτικότητα σε παλμιτελαϊκό οξύ (C16:1) ήταν αρκετά χαμηλή σε όλα τα σοκολατούχα ροφήματα. Στο στεατικό οξύ (C18:0) η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στο ρόφημα αμυγδάλου με κακάο (δείγμα 6). Όλα τα σοκολατούχα ροφήματα εμφάνισαν υψηλές περιεκτικότητες σε ελαϊκό οξύ (C18:1cis, n-9) με το δείγμα 2 (ρόφημα φουντουκιού με μαύρη σοκολάτα) να εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή (71,46%). Το δείγμα 3 (ρόφημα καρυδιού με κακάο) εμφάνισε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (52,33%) σε λινελαϊκό οξύ (C18:2cis, n-6) ενώ η χαμηλότερη τιμή (9,08%) εμφανίστηκε στο ρόφημα φουντουκιού με κακάο (δείγμα 4). Η περιεκτικότητα σε α-λινολενικό οξύ (C18:3n3, n-3) παρατηρήθηκε στο δείγμα 3 (ρόφημα καρυδιού με κακάο).



Εικόνα 18. Χρωματογράφημα σοκολατούχου φυτικού ροφήματος καρδιού με κακάο



Εικόνα 19. Χρωματογράφημα σοκολατούχου φυτικού ροφήματος βρώμης με χαρούπι

Το σύνολο των κορεσμένων (SFA), πολυακόρεστων (PUFA) και των μονοακόρεστων (MUFA) λιπαρών οξέων που περιέχονται στα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα παρατίθενται στον Πίνακα 15. Μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) εμφάνισε το ρόφημα βρώμης με χαρούπι (δείγμα 8) με τιμή 32,71% ενώ το

ρόφημα αμυγδάλου (δείγμα 1) εμφάνισε τη χαμηλότερη τιμή (14,31%). Υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) εμφάνισε το σοκολατούχο φυτικό ρόφημα καρυδιού με κακάο (δείγμα 3) με τιμή (62,08%) καθώς και αυξημένη τιμή (37,91%) σε πολυακόρεστα (PUFA) παρατηρήθηκε στο ρόφημα βρώμης με μαύρη σοκολάτα (δείγμα 5). Η χαμηλότερη τιμή πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) παρατηρήθηκε στο ρόφημα φουντουκιού με κακάο (δείγμα 4) με τιμή 9,07%.

Πίνακας 15. Εκατοστιαία περιεκτικότητα των σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων σε κορεσμένα, πολυακόρεστα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα

Δείγμα	Είδος	SFA ¹	PUFA ²	MUFA ³
1	Αμύγδαλο	14,31	23,90	61,79
2	Φουντούκι	16,08	12,23	71,68
3	Καρύδι	16,80	62,08	21,11
4	Φουντούκι	19,33	9,08	71,59
5	Βρώμη	20,25	37,92	41,83
6	Αμύγδαλο	21,95	15,44	62,61
7	Αμύγδαλο	19,38	18,25	62,37
8	Βρώμη	32,71	26,58	40,70

1= Κορεσμένα λιπαρά οξέα, 2 =Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, 3= Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα

Τα φυτικά ροφήματα φουντουκιού με μαύρη σοκολάτα (δείγμα 2) και με κακάο (δείγμα 4) εμφάνισαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) με τιμές 71,68% και 71,59% αντίστοιχα. Αυξημένες τιμές μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (MUFA) παρατηρήθηκαν και στα σοκολατούχα ροφήματα αμυγδάλου (61,78-62,60%) ενώ η χαμηλότερη περιεκτικότητα μονοακόρεστων (MUFA) ανιχνεύθηκε στο ρόφημα καρυδιού με κακάο (δείγμα 3) με τιμή 21,11%.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τους πίνακες 13 και 15, παρατηρείται ότι τόσο τα λευκά όσο και τα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα εμφάνισαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) σε σχέση με τα κορεσμένα (SFA) και τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA).

7. Συζήτηση

7.1 Πολυφαινόλες και αντιοξειδωτική δραστηριότητα

Η περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά είναι διαφορετική μεταξύ των εξεταζόμενων δειγμάτων και κυμαίνεται από 0,19-0,53 mg και 0,72-1,13 GAE/ml για λευκά και σοκολατούχα φυτικά ροφήματα αντίστοιχα (Πίνακας 16). Τα λευκά φυτικά ροφήματα που βασίζονται σε βρώμη εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών σε σύγκριση με τα προϊόντα που προέρχονται από καρύδια, ενώ ο συνδυασμός βρώμης και ελαιούχων σπόρων αύξησε το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών. Το χαμηλότερο περιεχόμενο φαινολικών ενώσεων βρέθηκε στο ρόφημα με βάση την καρύδα, ενώ η συγκέντρωση φαινολικών εμφανίζεται μεταβλητή στα προϊόντα με βάση το αμύγδαλο. Οι Silva et al., 2020 ανέφεραν υψηλότερες συγκεντρώσεις φαινολικών ενώσεων για δείγματα που παρασκευάζονται από βρώμη και μεταβλητή συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων για προϊόντα-ροφήματα αμυγδάλου και καρύδας. Επιπλέον, υψηλότερο περιεχόμενο ολικών φαινολικών και φλαβονοειδών έχουν αναφερθεί από τους Aly et al., (2022) σε προϊόντα που βασίζονται σε βρώμη σε σύγκριση με προϊόντα με βάση τους ελαιούχους καρπούς. Στα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα δεν παρατηρήθηκε κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο μεταξύ προϊόντων με βάση τη βρώμη και τους ελαιούχους καρπούς και σε αντίθεση με τα λευκά φυτικά ροφήματα παρατηρήθηκε υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών στα προϊόντα που βασίζονται σε αμύγδαλα σε σύγκριση με αυτά της βρώμης (κατά μέσο όρο). Συγκρίνοντας την περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή, τα οποία αποτελούν υποκατηγορία των πολυφαινόλων, δεν παρατηρήθηκε συνεπής τάση μεταξύ προϊόντων με βάση το καρύδι και το αμύγδαλο και στις δύο κατηγορίες φυτικών ροφημάτων. Η συγκέντρωση των ολικών φλαβονοειδών ήταν μεταβλητή στην ίδια κατηγορία φυτικού ροφήματος και παρατηρείται μεγαλύτερη μεταβλητότητα στα λευκά φυτικά ροφήματα σε σύγκριση με τα σοκολατούχα ροφήματα. Σύμφωνα με τους Yang, Liu και Halim (2009), τα ροφήματα καρυδιού περιέχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά και ολικά φλαβονοειδή, ακολουθούμενα από τα ροφήματα φιστικιών, φουντουκιών και αμυγδάλων. Ωστόσο, αυτό το μοντέλο παρατηρήθηκε εν μέρει και στις δύο κατηγορίες (λευκά και σοκολατούχα) της παρούσας μελέτης.

Όσον αφορά την αντιοξειδωτική δραστηριότητα, που εξετάστηκε είτε ως δραστηριότητα δέσμευσης ελεύθερων ριζών (DPPH) είτε ως αντιοξειδωτική ισχύς (FRAP), παρατηρήθηκαν μεταβολές στα λευκά αλλά και στα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα. Η αντιοξειδωτική δραστηριότητα (DPPH) κυμαίνεται από 0,07-1,76 και 0,65-1,76 μM

TE/ml για τα λευκά και τα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα αντίστοιχα. Παρομοίως, η αντιοξειδωτική ισχύς (FRAP) κυμαίνεται από 0,08-1,88 και 4,51-11,85 μM TE/ml για τα λευκά και τα σοκολατούχα φυτικά ροφήματα αντίστοιχα. Αντιοξειδωτική δραστικότητα (DPPH) δεν ανιχνεύθηκε στα τρία δείγματα που βασίζονται σε αμύγδαλα. Οι Silva et al., (2020) δεν μπόρεσαν να ανιχνεύσουν αντιοξειδωτική δραστικότητα σε δείγματα ρυζιού, φιστικιού και βρώμης. Οι ίδιοι συγγραφείς ανέφεραν επίσης τη μεταβλητότητα της αντιοξειδωτικής δραστικότητας μέσα στον ίδιο τύπο φυτικού ροφήματος (αμύγδαλο, βρώμη και καρύδα). Οι Aly et al., (2022) ανέφεραν επίσης χαμηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής ισχύος (FRAP) σε φυτικά ροφήματα με βάση την καρύδα σε σύγκριση με αυτά της βρώμης. Η αντιοξειδωτική δραστικότητα που εξετάστηκε ως DPPH και FRAP δεν εκφράστηκε στον ίδιο βαθμό μονάδων εντός του ίδιου δείγματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι χρησιμοποιούνται διαφορετικοί μηχανισμοί μέτρησης. Το DPPH βασίζεται σε μεταφορά μεμονωμένων ηλεκτρονίων ενώ το FRAP βασίζεται στη μεταφορά ατόμων υδρογόνου (Rusconi & Conti, 2010). Εξαιρετικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,001$) μεταξύ λευκών και σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων παρατηρήθηκαν όσον αφορά τα ολικά φαινολικά, την αντιοξειδωτική δραστικότητα και την αναγωγική ισχύ, ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ($P > 0,05$) στην περιεκτικότητα των ολικών φλαβονοειδών. Παρόλο που το κακάο, τα καρύδια και τα δημητριακά περιέχουν ενώσεις με αντιοξειδωτική δραστικότητα που προέρχονται από διάφορους παράγοντες όπως η προέλευση, η ποικιλία, οι συνθήκες επεξεργασίας και η αλληλεπίδραση με άλλα συστατικά και θα μπορούσαν να επηρεάσουν την περιεκτικότητα σε φαινολικά (Silva et al., 2020; Rusconi & Conti, 2010), θα πρέπει να σημειωθεί ότι το αντιοξειδωτικό προφίλ φυτικών ροφημάτων δεν έχει μελετηθεί εκτενώς. Τέλος, η αντιοξειδωτική δραστικότητα των φυτικών ροφημάτων είναι μεγαλύτερη σύγκριση με αυτή του γάλακτος αγελάδων όπου οι αναφερόμενες τιμές DPPH και FRAP είναι 0,0709 και 0,0489 μM TE/ml (Ersan, Ozcan, Akpınar-Bayazit & Sahin, 2018). Ωστόσο, οι αναφερόμενες τιμές ολικών φαινολικών του γάλακτος των αγελάδων ποικίλλουν σημαντικά, κυμαινόμενες από 0,0489 έως 0,69 mg GAE/ml (Silva et al., 2020; Ersan et al., 2018), γεγονός που καθιστά δύσκολη την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις διαφορές της περιεκτικότητας των ολικών φαινολικών μεταξύ φυτικών ροφημάτων υποκατάστατων γάλακτος και του γάλακτος αγελάδων.

Πίνακας 16. Αντιοξειδωτικό προφίλ των φυτικών ροφημάτων

Δείγμα	Είδος	TPC ¹	Φλαβονοειδή ²	DPPH ³	FRAP ⁴
Μη σοκολατούχα φυτικά ροφήματα					
1	Αμύγδαλο	0.28	0.04	nd	0.10
2	Αμύγδαλο	0.24	0.04	nd	0.08
3	Αμύγδαλο	0.28	0.08	0.07	0.51
4	Αμύγδαλο	0.24	0.20	nd	0.13
5	Αμύγδαλο	0.36	0.08	0.42	0.33
6	Αμύγδαλο	0.31	0.09	0.40	0.27
7	Αμύγδαλο	0.43	0.20	0.05	0.32
8	Αμύγδαλο	0.41	0.11	0.45	0.39
9	Βρώμη	0.43	0.15	0.19	0.52
10	Βρώμη	0.46	0.15	0.19	0.61
11	Βρώμη & Σπόροι	0.53	0.11	1.76	1.88
12	Βρώμη & Φουντούκι	0.50	0.12	0.13	0.39
13	Καρύδα	0.19	0.07	0.14	0.26
14	Φιστίκι	0.39	0.04	0.71	1.83
Σοκολατούχα φυτικά ροφήματα					
1	Αμύγδαλο	1.10	0.10	1.58	4.51
2	Αμύγδαλο	1.13	0.10	1.55	11.74
3	Αμύγδαλο	1.13	0.10	0.72	11.85
4	Βρώμη	0.75	0.09	0.93	8.15
5	Βρώμη & Χαρούπι	0.92	0.14	0.65	9.52
6	Φουντούκι	0.74	0.11	0.80	7.42
7	Φουντούκι	0.72	0.13	0.79	6.46
8	Καρύδι	0.98	0.15	1.76	11.83
Μέσος όρος κάθε κατηγορίας φυτικών ροφημάτων					
Μη σοκολατούχα		0.36	0.11	0.41	0.54
Σοκολατούχα		0.93	0.11	1.10	8.93
Σημαντικότητα		***	NS	***	***

1= Συνολική περιεκτικότητα φαινολών (TPC) εκφρασμένη ως mg ισοδύναμων γαλλικού οξέος (GAE)/mL, 2 = Περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή εκφρασμένη ως mg ισοδύναμων ρουτίνης (RE)/mL; 3 = Δραστηριότητα δέσμησης ελεύθερων ριζών εκφρασμένη ως μM ισοδύναμων Trolox (TE)/mL; 4 = Αντιοξειδωτική ισχύ μείωσης του σιδήρου εκφρασμένη ως μM ισοδύναμων Trolox (TE)/mL; nd =Δεν προσδιορίστηκε, NS = Μη σημαντική, ***p<0.001

7.2 Προφίλ λιπαρών οξέων

Το προφίλ των λιπαρών οξέων των φυτικών ροφημάτων παρουσιάζεται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 17. Το παλμιτικό οξύ (C16:0) είναι το κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ, ακολουθούμενο από το μυριστικό (C14: 0) και το στεατικό (C18:0) οξύ σε όλα τα μελετούμενα προϊόντα εκτός από το φυτικό ρόφημα με βάση την καρύδα, το οποίο περιείχε υψηλά επίπεδα του κορεσμένου βραχείας αλυσίδας καπρυλικού οξέος (C8:0) και του καπρικού οξέος (C10:0). Το φυτικό ρόφημα με βάση την καρύδα περιείχε επίσης υψηλά επίπεδα λαυρικού οξέος (C12:0). Παρόλο που το λαυρικό οξύ είναι ένα κορεσμένο λιπαρό οξύ, παρέχει διάφορα οφέλη για την υγεία, όπως η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και η αύξηση της ελαστικότητας των αιμοφόρων αγγείων. Επιπλέον, το λαυρικό οξύ διαθέτει αντιμικροβιακές,

αντιβακτηριακές και αντιπικτικές ιδιότητες και εμφανίζει αντικαρκινικές ιδιότητες (Sethi et al., 2016; Dayrit, 2015). Το ολεϊκό (C18:1cis,n-9) και το α-λινολενικό (c18:3,n-3) οξύ είναι τα κύρια μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα αντίστοιχα σε όλους τους τύπους των φυτικών ροφημάτων που μελετήθηκαν. Το προφίλ λιπαρών οξέων των δειγμάτων που μελετήθηκαν συμφωνεί με εκείνο που αναφέρθηκε στη μελέτη ανασκόπησης των Aydar et al.,(2020). Οι Martínez-Padilla et al.,(2020) ανέφεραν υψηλότερα επίπεδα παλμιτικού και στεατικού οξέος και χαμηλότερα επίπεδα ελαϊκού και α-λινολενικού οξέως σε εμπορικά ποτά με βάση το αμυγδάλο. Στην ίδια μελέτη, τα προϊόντα που βασίζονται σε βρώμη είχαν παρόμοιο προφίλ ενώ τα προϊόντα με βάση την καρύδα περιείχαν υψηλότερα επίπεδα λαυρικού οξέος. Παρατηρήθηκαν διαφορές των λευκών ροφημάτων στο περιεχόμενο των κύριων λιπαρών οξέων, δηλ. παλμιτικό, στεατικό, ολεϊκό και α-λινολενικό μεταξύ προϊόντων με βάση το καρύδι και βρώμης. Ωστόσο, αυτό το μοτίβο δεν παρατηρήθηκε στα σοκολατούχα φυτικά γάλατα, καθώς οι διαφορές στην περιεκτικότητα των κυρίαρχων λιπαρών οξέων ήταν εμφανείς ακόμη και μέσα στον ίδιο τύπο ροφήματος καρπού. Εξαιρετικά σημαντικές διαφορές ($P < 0,001-0,01$) παρατηρήθηκαν στα επίπεδα στεατικού, α-λινολενικού και αραχιδικού (C20:0) οξέων μεταξύ λευκών και σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων. Οι διαφορές αποδίδονται στο προφίλ λιπαρών οξέων των κόκκων κακάου και των διαφόρων καρπών. Το στεατικό οξύ είναι το κύριο κορεσμένο λιπαρό οξύ στους κόκκους του κακάου (Torres-Moreno, Torrescasana, Salas-Salvadó, & Blanch, 2015) ενώ το καρύδι περιέχει υψηλά επίπεδα α-λινολενικού οξέος σε σύγκριση με τα αμύγδαλα και τα φουντούκια (Ros & Mataix, 2016).

Οι διαφορετικές κατηγορίες λιπαρών οξέων είναι γνωστό ότι επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα τις καρδιαγγειακές παθήσεις, καθώς και άλλες ασθένειες όπως ο διαβήτης τύπου 2, οι διάφορες φλεγμονές και ο καρκίνος (Calder, 2015). Ως εκ τούτου, οι διατροφικές κατευθυντήριες γραμμές για την προώθηση υγιεινών διατροφικών προτύπων (Kris-Etherton & Krauss, 2020), συνιστούν τη μείωση της πρόσληψης κορεσμένων λιπαρών οξέων (SFA) και την αντικατάστασή τους με ακόρεστα λίπη όπως τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFAs) και τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFAs). Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκαν διακριτές διαφορές. Όπως παρατηρείται στον Πίνακα 18, τα δείγματα με βάση τους ελαιώδεις καρπούς εμφάνισαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε MUFA σε σύγκριση με τα προϊόντα που βασίζονται σε βρώμη. Τα περιεχόμενα SFA και PUFA ήταν υψηλότερα σε προϊόντα βρώμης. Παρόμοια σύνθεση λιπαρών οξέων αναφέρθηκε από τους Martínez-Padilla

et al., (2020) για εμπορικά προϊόντα με βάση το αμύγδαλο, τη βρώμη και το φουντούκι. Τα κύρια λιπαρά οξέα που βρέθηκαν στα φυτικά ροφήματα είναι κορεσμένα λιπαρά οξέα όπως το παλμιτικό οξύ (C16:0) και το στεατικό οξύ (C18:0), καθώς και τα ακόρεστα λιπαρά οξέα όπως το ελαϊκό οξύ (C18: 1cis,n-9), το λινολεϊκό οξύ (C18:2,n-6) και α-λινολενικό οξύ (C18:3,n-3).

Ο λόγος PUFA/SFA συνήθως χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της επίδρασης της διατροφής αναφορικά με την καρδιαγγειακή υγεία, καθώς πιθανολογείται ότι τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μπορούν να μειώσουν τις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας (και να μειώσει τα επίπεδα χοληστερόλης στον ορό του αίματος), ενώ τα κορεσμένα λιπαρά οξέα συμβάλλουν σε υψηλά επίπεδα της χοληστερόλης στον ορό (Chen & Liu, 2020). Οι κατευθυντήριες γραμμές συνιστούν μια αναλογία PUFA/SFA πάνω από 0,45 (Bajusz, 1965), αναλογία η οποία παρατηρήθηκε στα μελετώμενα φυτικά ροφήματα. Η υψηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα στο ρόφημα με βάση την καρύδα οδηγεί σε εξαιρετικά χαμηλή διατροφική αξία. Ο λόγος PUFA/SFA εμφανίζει μεγάλη μεταβλητότητα μεταξύ των διαφορετικών τύπων ροφημάτων που μελετήθηκαν αλλά και μεταξύ ροφημάτων που προέρχονται από τον ίδιο καρπό, όπως το αμύγδαλο.

Σε σύγκριση με το αγελαδινό γάλα λιανικής πώλησης, παρατηρούνται διαφορές στο περιεχόμενο των λιπαρών οξέων, όπου τα κορεσμένα λιπαρά οξέα (SFA) αντιπροσωπεύουν το 68,8%, τα μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (MUFA) το 27,3% και τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) το 3,97%. Γενικά, οι διατροφικοί δείκτες των μη γαλακτοκομικών φυτικών ροφημάτων είναι καλύτεροι σε σύγκριση με εκείνους που αναφέρονται στην επιστημονική βιβλιογραφία για το γάλα των μηρυκαστικών (Chen & Liu, 2020).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το λίπος του γάλακτος εμφανίζει τη μεγαλύτερη πολυπλοκότητα μεταξύ όλων των φυσικών λιπών, καθώς περιέχει περίπου 400 διαφορετικά λιπαρά οξέα (Lindmark-Mansson, 2008). Από αυτή την άποψη, η άμεση σύγκριση του θρεπτικού προφίλ του λίπους στα φυτικά μη γαλακτοκομικά ροφήματα με αυτό του αγελαδινού γάλακτος μπορεί να είναι ατυχής. Επιπλέον, τα φυτικά ροφήματα περιέχουν φυτικά έλαια όπως ηλιέλαιο, που παρέχουν μια απαλή αίσθηση στο στόμα (Martínez-Padilla et al., 2020; Aydar et al., 2020). Τέλος, οι διατροφικοί δείκτες βασίζονται στη συνολική πρόσληψη τροφής και όχι σε μεμονωμένα συστατικά εξειδικευμένων τροφίμων. Αυτή η διαφοροποίηση είναι ιδιαίτερα σημαντική αναφορικά με τα φυτικά μη γαλακτοκομικά ροφήματα, καθώς το περιεχόμενο των λιπιδίων τους

είναι συνήθως μικρότερο από 2g ανά 100ml, με αποτέλεσμα την ελάχιστη επίδραση τους στην ημερήσια πρόσληψη λίπους.

Πίνακας 17. Σύνθεση λιπαρών οξέων σε φυτικά ροφήματα

Δείγμα	Είδος	Λιπαρό οξύ												
		C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1 <i>cis n-9</i>	C18:2 <i>cis n-6</i>	C18:3 <i>n-3</i>	C20:0	C21:0	C20:5
Μη σοκολατούχα φυτικά ροφήματα														
1	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	2.79	6.13	0.37	2.17	66.21	22.32	nd	nd	nd	nd
2	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	2.19	6.19	0.46	2.61	70.65	17.90	nd	nd	nd	nd
3	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.67	7.30	0.49	3.75	67.04	19.43	nd	0.18	0.14	nd
4	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.80	7.14	0.36	4.45	66.01	20.12	nd	0.11	nd	nd
5	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.50	6.99	0.38	2.71	59.17	29.25	nd	nd	nd	nd
6	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.70	6.37	0.28	2.22	64.92	23.97	0.10	nd	0.16	0.27
7	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.69	6.91	0.36	2.70	64.05	23.33	0.72	0.11	0.12	nd
8	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.33	7.60	0.33	2.56	61.69	25.68	0.52	0.18	0.11	nd
9	Βρώμη	Nd	nd	nd	2.69	11.26	nd	3.79	40.93	40.10	0.45	0.21	0.34	0.22
10	Βρώμη	Nd	nd	nd	1.84	10.17	0.16	3.91	36.96	44.94	1.06	0.29	0.30	0.38
11	Βρώμη & Σπύροι	Nd	nd	nd	1.85	9.77	nd	4.21	39.14	44.17	0.20	0.26	0.19	0.21
12	Βρώμη & Φουντούκι	Nd	nd	nd	1.81	6.96	0.14	2.20	74.37	14.03	0.19	0.11	0.20	nd
13	Καρύδα	7.73	7.66	37.67	15.04	9.52	nd	3.04	17.53	1.80	nd	nd	nd	nd
14	Φιστίκι	Nd	nd	nd	1.64	9.87	0.81	2.21	69.68	15.22	0.18	0.16	0.24	nd
Σοκολατούχα φυτικά ροφήματα														
1	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	2.24	7.35	0.39	3.92	62.47	23.63	nd	nd	nd	nd
2	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.97	10.13	0.39	8.74	62.99	15.62	0.16	nd	nd	nd
3	Αμύγδαλο	Nd	nd	nd	1.34	10.08	0.37	7.52	62.07	17.91	0.36	0.28	0.08	nd
4	Βρώμη	Nd	nd	nd	2.20	10.99	0.21	6.42	41.80	37.20	0.24	0.34	0.24	0.35
5	Βρώμη & Χαρούπι	Nd	nd	nd	5.20	17.69	nd	9.16	40.25	25.93	0.99	0.35	0.43	nd
6	Φουντούκι	Nd	nd	nd	1.78	8.12	0.23	5.22	72.32	12.33		nd	nd	nd
7	Φουντούκι	Nd	nd	nd	1.60	8.69	0.15	8.44	71.74	9.12	nd	0.26	nd	nd
8	Καρύδι	Nd	nd	nd	1.19	8.42	0.07	6.73	21.07	52.39	9.76	0.27	0.11	nd
Μέσος όρος κάθε κατηγορίας φυτικών ροφημάτων														
Μη σοκολατούχα		7.73	7.66	37.67	2.82	8.01	0.38	3.04	57.03	24.61	0.43	0.18	0.20	0.27
Σοκολατούχα		nd	nd	nd	2.19	10.18	0.26	7.02	54.34	24.27	2.30	0.30	0.22	0.35
Σημαντικότητα		-	-	-	NS	NS	NS	***	NS	NS	***	**	NS	-

nd = Δεν ανιχνεύθηκε, NS = Μη σημαντική, **p<0.01, ***p<0.001

Πίνακας 18. Διατροφικοί δείκτες σύνθεσης λιπαρών οξέων σε φυτικά ροφήματα

Δείγμα	Είδος	Διατροφικός δείκτης			
		SFA1	MUFA2	PUFA3	PUFA/SFA4
Μη σοκολατούχα φυτικά ροφήματα					
1	Αμύγδαλο	11.10	66.58	22.32	2.01
2	Αμύγδαλο	10.99	71.10	17.90	1.63
3	Αμύγδαλο	13.04	67.53	19.43	1.49
4	Αμύγδαλο	13.51	66.37	20.12	1.49
5	Αμύγδαλο	11.20	59.55	29.25	2.61
6	Αμύγδαλο	10.46	65.20	24.34	2.33
7	Αμύγδαλο	11.54	64.41	24.06	2.08
8	Αμύγδαλο	11.77	62.02	26.20	2.23
9	Βρώμη	18.30	40.93	40.77	2.23
10	Βρώμη	16.51	37.12	46.37	2.81
11	Βρώμη & Σπόροι	16.28	39.14	44.58	2.74
12	Βρώμη & Φουντούκι	11.27	74.51	14.21	1.26
13	Καρύδα	80.66	17.53	1.80	0.02
14	Φιστίκι	14.12	70.48	15.40	1.09
Σοκολατούχα φυτικά ροφήματα					
1	Αμύγδαλο	13.51	62.86	23.63	1.75
2	Αμύγδαλο	20.83	63.38	15.78	0.76
3	Αμύγδαλο	19.29	62.44	18.27	0.95
4	Βρώμη	20.19	42.02	37.79	1.87
5	Βρώμη & Χαρούπι	32.83	40.25	26.92	0.82
6	Φουντούκι	15.12	72.55	12.33	0.82
7	Φουντούκι	18.99	71.89	9.12	0.48
8	Καρύδι	16.72	21.14	62.15	3.72
Μέσος όρος κάθε κατηγορίας φυτικών ροφημάτων					
Μη σοκολατούχα		17.91	57.32	24.77	1.86
Σοκολατούχα		19.69	54.57	25.75	1.39
Σημαντικότητα		NS	NS	NS	NS

1 = Κορεσμένα λιπαρά οξέα, 2 = Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, 3 = Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, 4 = Αναλογία πολυακόρεστων λιπαρών οξέων/ κορεσμένων λιπαρών οξέων, NS = Μη σημαντική

8. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία είχε στόχο τη μελέτη του προφίλ των λιπαρών οξέων και την παρουσία φαινολικών και αντιοξειδωτικών ενώσεων εμπορικών φυτικών ροφημάτων υποκατάστατων γάλακτος, που πωλούνται υπό συνθήκες ψύξης. Πρόκειται επίσης για την πρώτη προσπάθεια μελέτης των συγκεκριμένων ιδιοτήτων σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων.

Τα αποτελέσματα, υποδηλώνουν ότι το λιπιδικό και αντιοξειδωτικό προφίλ των φυτικών ροφημάτων είναι πολύ ευμετάβλητο και εξαρτάται από το είδος και τη σύσταση του αρχικού προϊόντος και κατά συνέπεια οι καταναλωτές θα πρέπει να μελετούν τη δηλωμένη σύνθεση του προϊόντος η οποία θα τους επιτρέψει να επιλέξουν το κατάλληλο προϊόν για τις διατροφικές τους ανάγκες.

Ένας περιορισμός της μελέτης αυτής είναι ότι η σύνθεση των λευκών και σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων διαφέρει από την άποψη των συστατικών του προϊόντος. Κι αυτή η παραλλαγή δεν οφείλεται μόνο στην προσθήκη του κακάο. Ως αποτέλεσμα, η άμεση σύγκριση μεταξύ των δύο τύπων φυτικών ροφημάτων μπορεί να είναι άστοχη, αν και παρέχει μια γενική εικόνα των διαφορών σε διάφορα ποιοτικά χαρακτηριστικά λευκών και σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων που είναι ευρέως διαθέσιμα στην ελληνική αγορά. Τέλος, η έρευνα για τα χαρακτηριστικά των φυτικών ροφημάτων θα πρέπει να ενταθεί δεδομένης της συνεχούς αγοραστικής επέκτασης των συγκεκριμένων προϊόντων. Η περιεκτικότητα σε μέταλλα και βιταμίνες, καθώς σε αντι-θρεπτικούς παράγοντες, θα πρέπει να προσδιοριστούν ώστε να εξασφαλιστεί μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της διατροφικής αξίας των φυτικών ροφημάτων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Agbor, G.A., Vinson, J.A., Donnelly, P.E. (2014). Folin-Ciocalteu reagent for polyphenolic assay. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*, 3(8), 147–156, doi:10.19070/2326-3350-1400028

Anna Aleena Paul, Satish Kumar, Vikas Kumar & Rakesh Sharma (2019): Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, doi: 10.1080/10408398.2019.1674243

Aly, E., Sánchez-Moya, T., Darwish, A.A., Ros, G., & López-Nicolás, R. (2022). In vitro digestion effect on CCK and GLP-1 release and antioxidant capacity of some plant-based milk substitutes. *Journal of Food Science*, 87, 1999–2008. doi:10.1111/1750-3841.16140

Atta, E. M., Mohamed, N. H., & Abdelgawad, A. A. M.(2017). Antioxidants: An Overview on the Natural and Synthetic Types. *European chemical bulletin*, 6 (8), 365-375. doi: 10.17628/ecb.2017.6.365-375

Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 1-15

Apak, R., Capanoglu, E., & Shahidi, F. (2018). *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity : Recent Trends and Applications*, First Edition

Aziz, M. A., Diab, A. S., & Mohammed, A. A.(2019). *Antioxidant Categories and Mode of Action*. doi: 10.5772/intechopen.83544

AIP Conference Proceedings **2231**, 040003 (2020); doi:10.1063/5.0002657

Bhaigyabati, T., Devi, P. G., Bag, GC., (2014). Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Aqueous Rhizome Extract of Three Hedychium Species of Manipur Valley. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 5(5),970-976

Benzie, I. F.F. & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical biochemistry*, 239, 70-76

- Bernat, N., Chafer, M., Chiralt, A., & Gonzalez-Martinez, C. (2014). Hazelnut milk fermentation using probiotic *Lactobacillus rhamnosus* GG and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*, *49*, 2553–2562. doi:10.1111/ijfs.12585
- Bajusz, E. (1965). *Nutritional aspects of cardio-vascular diseases*
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959). A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, *37*, 911-917
- Bisig, W., & Kelly, A. L. (2017). Liquid Milk Products: Flavored Milks. *Reference Module in Food Science*, 1-6. doi:10.1016/b978-0-08-100596-5.21868-4
- Bisso, C. A., & Mojica E. R. E. (2021). Antioxidant capacity of commercial milk samples. *Journal of Undergraduate Chemistry Research*, *20* (3), 55
- Bolarinwa, I. F., Aruna, T. E., Adejuyitan, J. A., Akintayo, O. A., & Lawal, O. K. (2018). Development and quality evaluation of soy-walnut milk drinks. *International Food Research Journal*, *25* (5), 2033-2041
- Bag, G. C., Devi, P. J., & Bhaigyabati, T. (2015). Assessment of Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Methanolic Rhizome Extract of Three *Hedychium* Species of Manipur Valley. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, *30* (1), 154-159
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Bercet, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, *28*, 25-30
- Breil, C., Vian, M. A., Zemp, T., Kunz, W., & Chemat, F. (2017). “Bligh and Dyer” and Folch Methods for Solid–Liquid–Liquid Extraction of Lipids from Microorganisms. Comprehension of Solvation Mechanisms and towards Substitution with Alternative Solvents. *International Journal of Molecular Science*, *18*(708), 1-21. doi:10.3390/ijms18040708
- Bettelheim, F. A., Brown, W. H., Campbell, M. K., & Farrell, S.O. (2010). *Introduction to Organic and Biochemistry (7th Ed.)*. United Kingdom: Cengage Learning
- Calder, P.C. (2015). Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, *39*, 18S-32S. doi:10.1177/0148607115595980

Chen, J., & Liu, H. (2020). Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21:5695, 1-24. doi:10.3390/ijms21165695

Dewi, T. & Riska, A. (2019). Quercetin concentration and total flavonoid content of anti-atherosclerotic herbs using aluminum chloride colorimetric assay. AIP Conference Proceedings 2193, 030012 (2019), doi:10.1063/1.5139349

Dayrit, F. M. (2015). The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92, 1–15. doi:10.1007/s11746-014-2562-7

Everette, J. D., Bryant, Q. M., Green, A. M, Abbey Y. A., Wangila G. W., & Walker, R. B. (2010). A thorough study of reactivity of various compound classes towards the Folin-Ciocalteu reagent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(14), 8139–8144. doi:10.1021/jf1005935

Flieger, J.; Flieger,W.; Baj, J.; Maciejewski, R. Antioxidants: Classification, Natural Sources, Activity/Capacity Measurements, and Usefulness for the Synthesis of Nanoparticles. *Materials* 2021, 14, 4135. doi:10.3390/ma14154135

Froio, F., Cristiano, M. C., Mancuso, A., Iannone, M., & Paolino, D. (2020). Vegetable-Milk-Based Yogurt-Like Structure: Rheological Properties Influenced by Gluten-Free Carob Seed Flour. *Applied Science*, 10, 6963, 1-15. doi:10.3390/app10196963

Fructuoso, I., Romão, B., Han, H., Raposo, A., Ariza-Montes, A., Araya Castillo, L., & Zandonadi, R. P. (2021). An Overview on Nutritional Aspects of Plant Based Beverages Used as Substitutes for Cow's Milk. *Nutrients*, 13, 2650. doi:10.3390/nu13082650

F. Reyes-Jurado, N. Soto-Reyes, M. Dávila-Rodríguez, A.C. Lorenzo- Leal, M.T. Jiménez-Munguía, E. Mani-López & A. López-Malo (2021): Plant-Based Milk Alternatives: Types, Processes, Benefits, and Characteristics, *Food Reviews International*, doi: 10.1080/87559129.2021.1952421

- Gul, O., Atalar, I., Saricaoglu, F. T., & Yazici, F. (2018). Effect of multi-pass high pressure homogenization on physicochemical properties of hazelnut milk from hazelnut cake: *An investigation by response surface methodology. Journal of food Processing and Preservation*, 1-11, doi: 10.1111/jfpp.13615
- Halliwell, B. (1995). How to characterize an antioxidant: an update. *Biochemical Society Symposium*, 61, 73–101. doi:10.1042/bss0610073
- Huang, D., Ou, B, & Prior, R. L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841-1856
- Iverson, S. J., Lang, S. L. C., & Cooper, M. H. (2001). Comparison of the Bligh and Dyer and Folch Methods for Total Lipid Determination in a Broad Range of Marine Tissue. *Lipids*, 36(11).1283-1287
- Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48 (4),412–422
- Kouane Diarra , Zhang Guo Nong & Chen Jie (2005) Peanut Milk and Peanut Milk Based Products Production: A Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:5, 405-423, DOI: 10.1080/10408390590967685
- Kris-Etherton, P. M., & Krauss, R.M. (2020). Public health guidelines should recommend reducing saturated fat consumption as much as possible: YES. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 112, 13–18. doi:10.1093/ajcn/nqaa110
- Lindmark Månsson, H. (2008). Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research*, 52, doi:10.3402/fnr.v52i0.1821
- Makuasa, D. A. A., & Ningsih, P. (2020). Analysis of Total Flavonoid Levels In Young Leaves and Old Soursop Leaves (*Annona muricata* L.) Using UV-Vis Sepctrofotometry Methods. *Journal of Applied Science Engineering Technology and Education*, 2(1), 11-17, doi:10.35877/454RI.asci2133
- Martin, M. A. & Ramos, S. (2021). Impact of cocoa flavanols on human health. *Food and Chemical Toxicology*. 151,1-18.doi:10.1016/j.fct.2021.112121
- Martin, M. A., Goya, L. & Ramos, S. (2016). Antidiabetic actions of cocoa flavanols. *Molecular Nutrition and Food Research*, 60, 1756–1769. doi: 10.1002/mnfr.201500961

Martínez-Padilla, E., Li, K., Blok Frandsen, H. Joehnke, M.S., Vargas-Bello-Pérez, E., & Petersen, I. L. (2020). In Vitro Protein Digestibility and Fatty Acid Profile of Commercial Plant-Based Milk Alternatives. *Foods*, 9:1784. doi:10.3390/foods9121784

Ninfa Herrera-Sanchez, Mario Cruz, Rosa María Rodríguez-Jasso, Araceli Loredó, Mildred Flores, Ruth Belmares. Comparative Study of Functional Properties of Fermented Vegetable Milks in Health. *Biomed J Sci & Tech Res* 35(5)- 2021. BJSTR. MS.ID.005769

Ratnayake, W. M. N., & Galli (2009). Fat and Fatty Acid Terminology, Methods of Analysis and Fat Digestion and Metabolism: A Background Review Paper. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 55, 8-43

Rincon, L., Botelho, R. B. A., & Alencar, E. R. (2020). Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut. *LWT - Food Science and Technology*, 128, 1-9

Roche, H. M. (1999). Unsaturated fatty acids. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 397–401

Ros, E., Mataix, J. (2006). Fatty acid composition of nuts – implications for cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*, 96, S29–S35. doi:10.1017/BJN20061861

Rusconi, M., & Conti, A. (2010). Theobroma cacao L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacological Research*, 61, 5–13, doi:10.1016/j.phrs.2009.08.008

Outi Elina Mäkinen, Viivi Wanhalinna, Emanuele Zannini & Elke Karin Arendt (2016) Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56:3, 339-349, doi: 10.1080/10408398.2012.761950

Oroian, M., & Escriche, I. (2015). Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*, 74, 10-36. doi:10.1016/j.foodres.2015.04.018

- Pallab, K., Tapan, B. K., Pal, K. T., & Ramen, K. (2013). Estimation of total flavonoids content (TFC) and antioxidant activities of methanolic whole plant extract of *Biophytum sensitivum* Linn. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 3(4), 33-37
- Pisoschi, A. M., & Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 97, 55-74. doi: 10.1016/j.ejmech.2015.04.040
- Popovici, C., Baerle A., & Tatarov, P. (2016). Innovation strategies to walnut milk production. *Modern Technologies, in the Food Industry*, 256-261
- Prakash, S., Huppertz, T., Karvchuk, O., & Deeth, H. (2010). Ultra-high-temperature processing of chocolate flavoured milk. *Journal of Food Engineering*, 96, 179-184. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.07.008
- Sethi, S., Tyagi, S. K., & Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408–3423
- Shen, N., Wang, T., Gan, Q., Liu, S., Wang, L., & Jin, B. (2022). Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 383, 1-13, doi:10.1016/j.foodchem.2022.132531
- Shraim, A. M, Ahmed, A. T., Rahman, M. M., & Hijji Y. M. (2021). Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *Food Science and Technology*, 150,1-11
- Silva, A. R. A., Silva, M. M. N., & Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, 1-17
- Silva, J.G.S, Rebellato, A.P., Caramês, E.T. dos S., Greiner, R., & Pallone, J.A.L. (2020). In vitro digestion effect on mineral bioaccessibility and antioxidant bioactive compounds of plant-based beverages. *Food Research International*, 130:108993. doi:10.1016/j.foodres.2020.108993
- Simopoulos, A. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54(3), 438-63
- Torres-Moreno, M., Torrescasana, E., Salas-Salvadó, J., & Blanch, C. (2015). Nutritional composition and fatty acids profile in cocoa beans and chocolates with

different geographical origin and processing conditions. *Food Chemistry*, 166, 125–132. doi:10.1016/j.foodchem.2014.05.141

Vuolo, M. M., Lima, V. S., & Maróstica Junior, M. R. (2019). *Phenolic Compounds. Bioactive Compounds*, 33–50. doi:10.1016/b978-0-12-814774-0.00002-5

Yang, J., Liu, R.H., & Halim, L. (2009). Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1–8. doi:10.1016/j.lwt.2008.07.007

Yilmaz-Ersan, L., Ozcan, T., Akpınar-Bayizit, A., & Sahin, S. (2018). Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefir. *Journal of Dairy Science*, 101, 3788–3798. doi:10.3168/jds.2017-13871

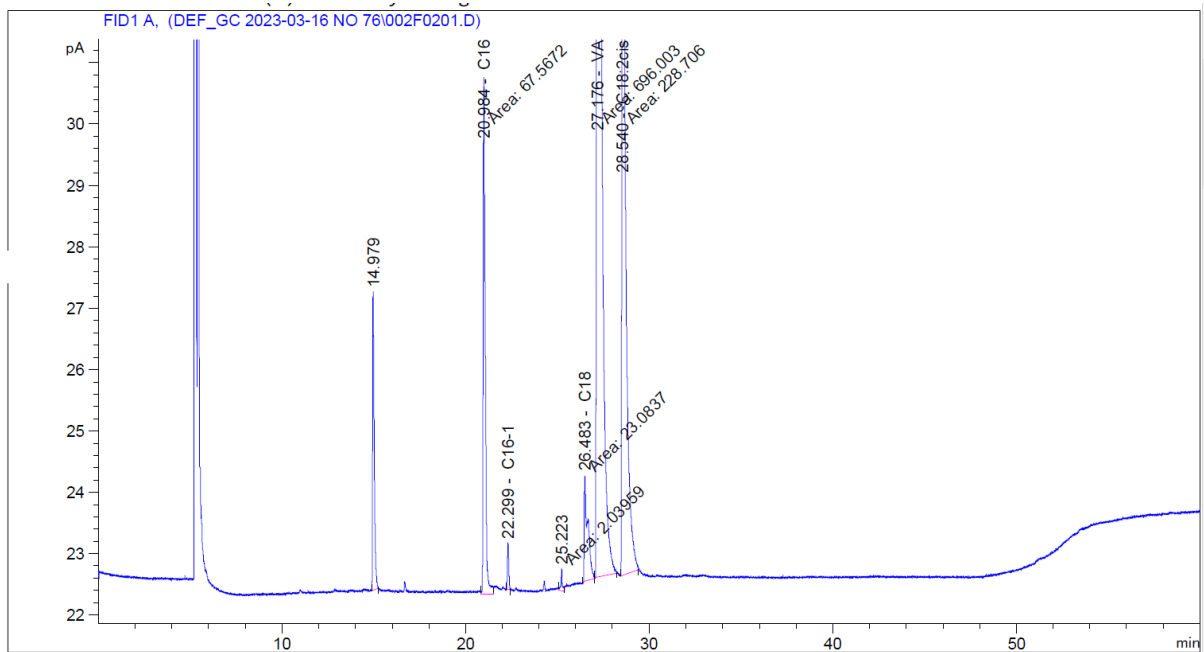
Zaaboul, F., Raza, H., Cao, C., & Yuanfa, L. (2019). The impact of roasting, high pressure homogenization and sterilization on peanut milk and its oil bodies. *Food Chemistry*, 280, 270–277

Zhong, Y., & Shahidi, F. (2015). Methods for the assessment of antioxidant activity in foods. *This chapter is reproduced to a large extent from an article in press by the authors in the Journal of Functional Foods. Handbook of Antioxidants for Food Preservation*, 287–333. doi:10.1016/b978-1-78242-089-7.00012-9

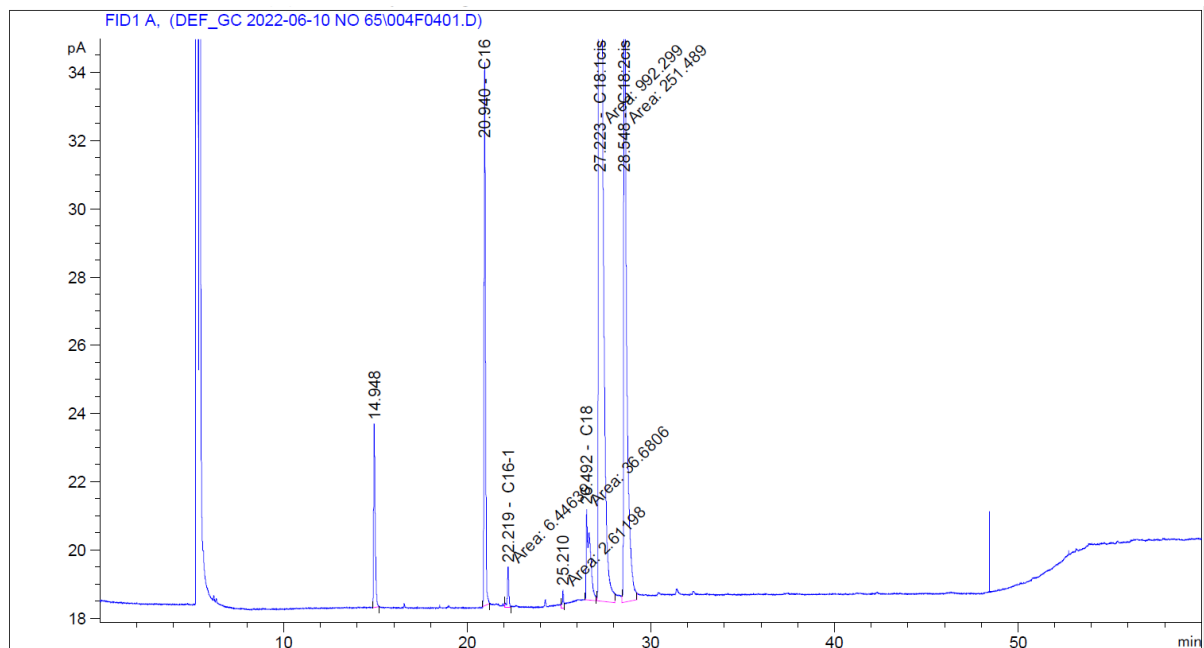
Zhu, Y., Bhandari, B. & Prakash, S. (2020). Relating the tribo-rheological properties of chocolate flavoured milk to temporal aspects of texture. *International Dairy Journal*, 110, 1-10. doi: 10.1016/j.idairyj.2020.104794

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

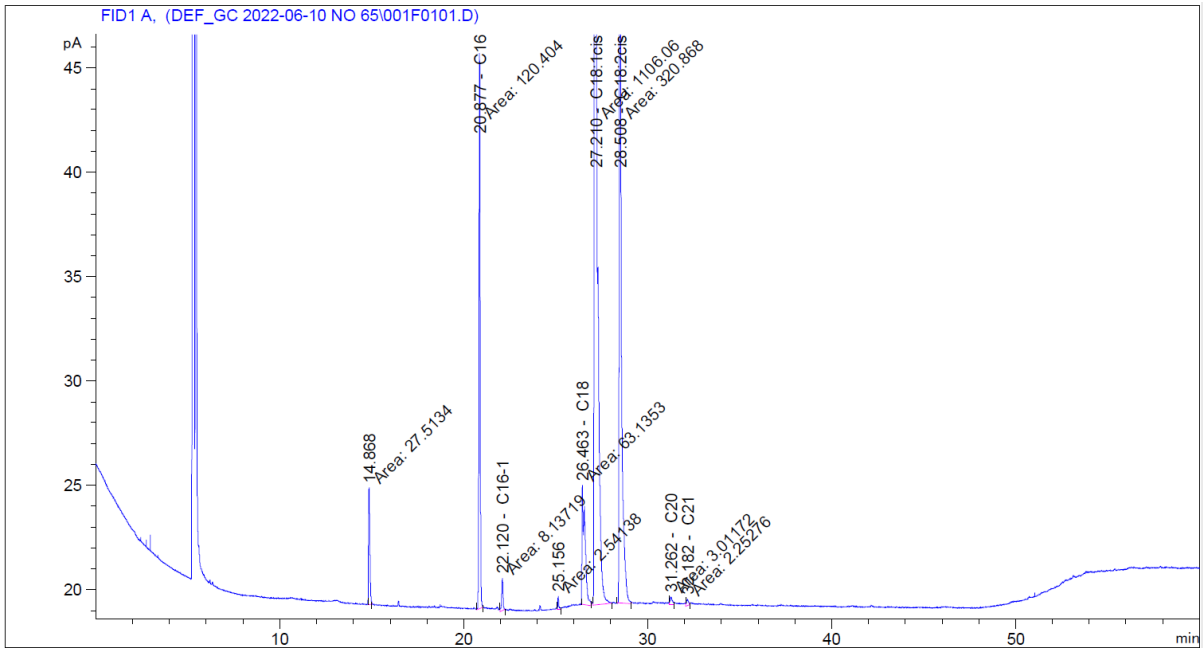
Χρωματογράφημα λευκών φυτικών ροφημάτων



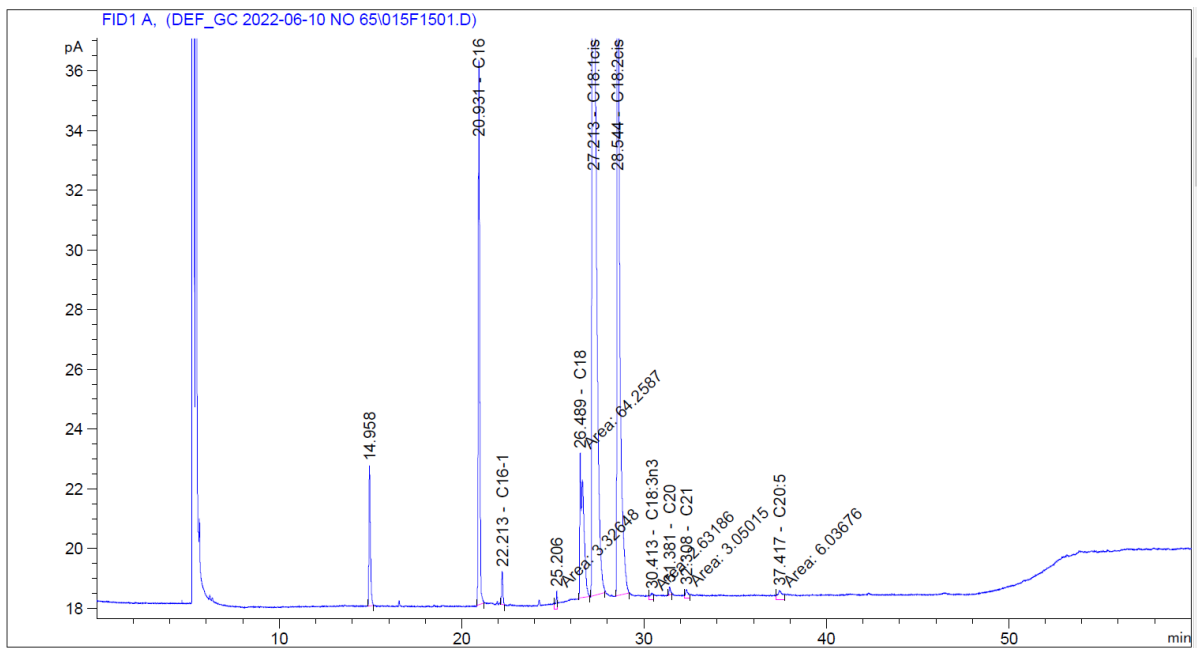
Εικόνα 20. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



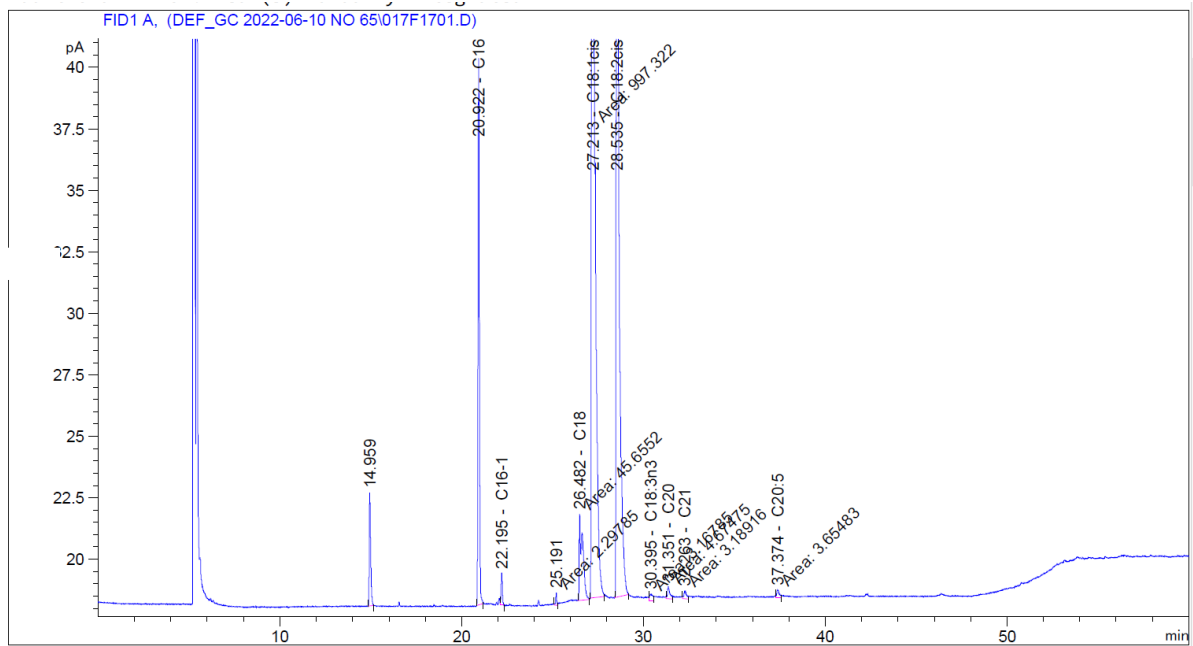
Εικόνα 21. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



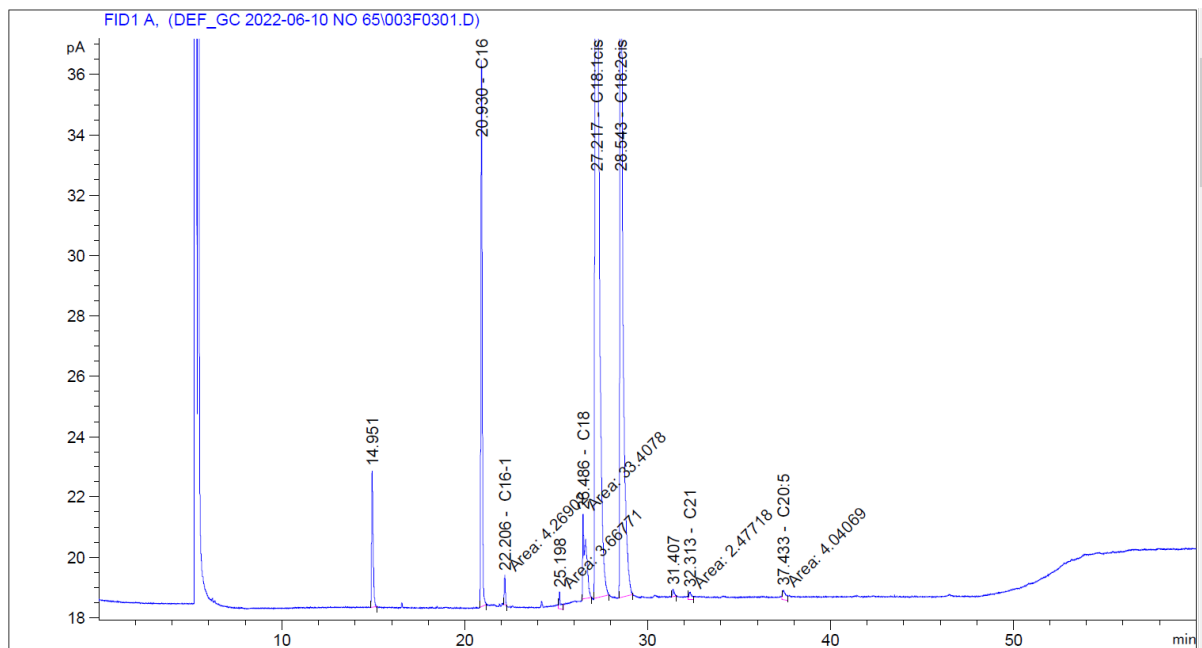
Εικόνα 22. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



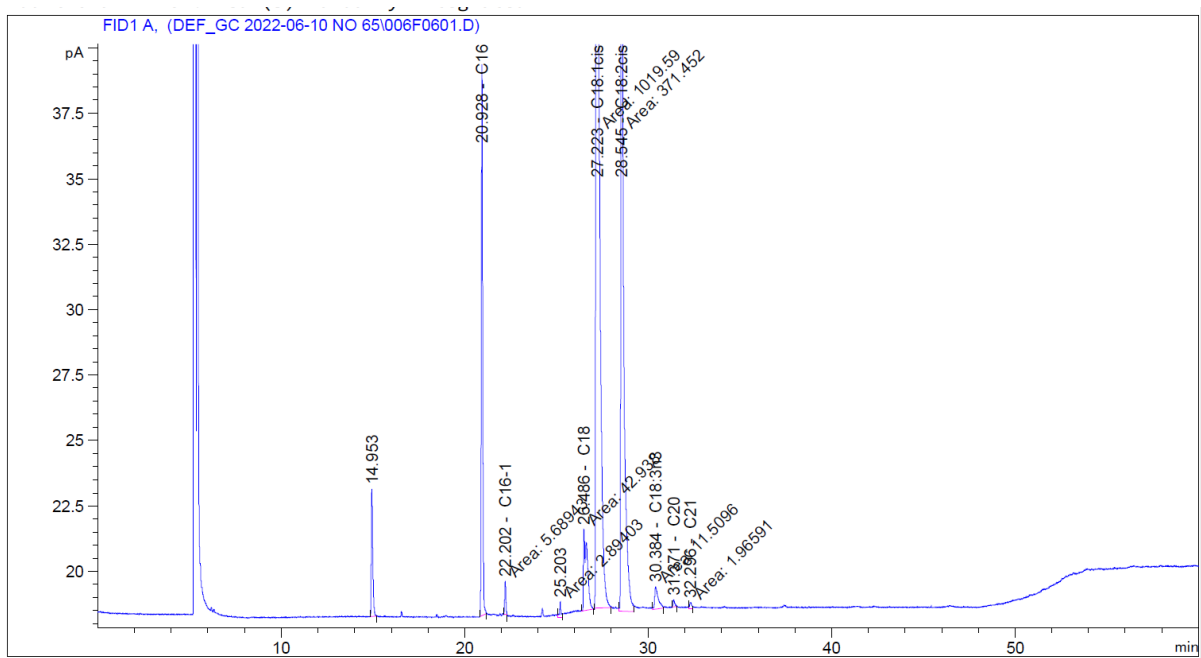
Εικόνα 23. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



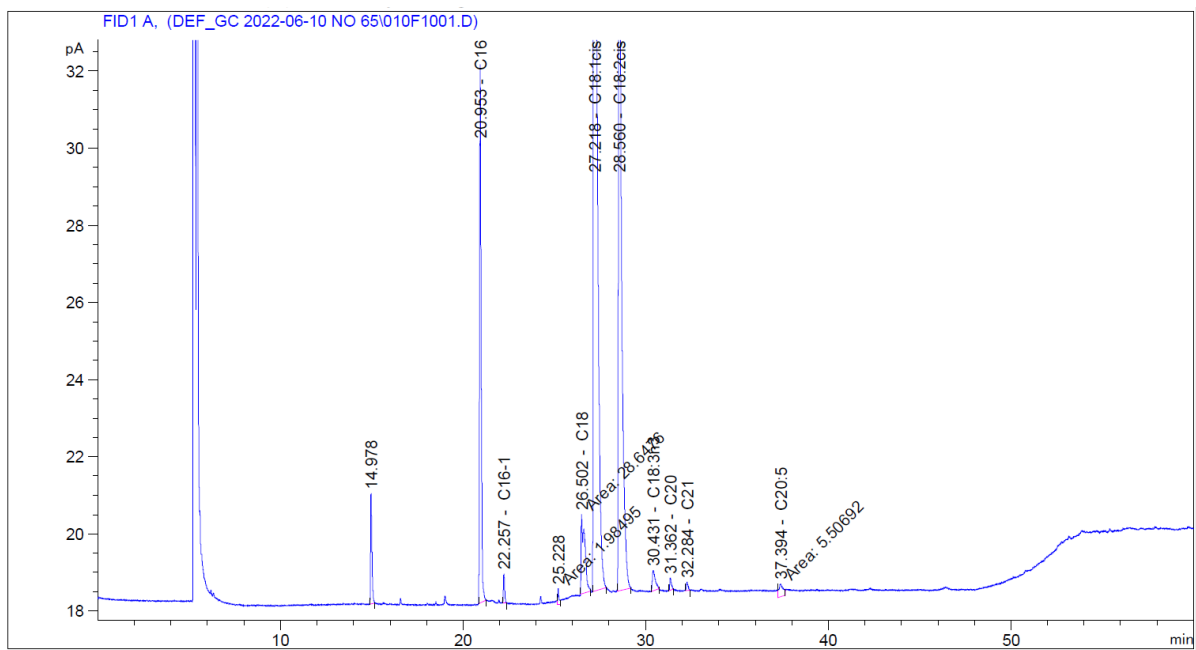
Εικόνα 24. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



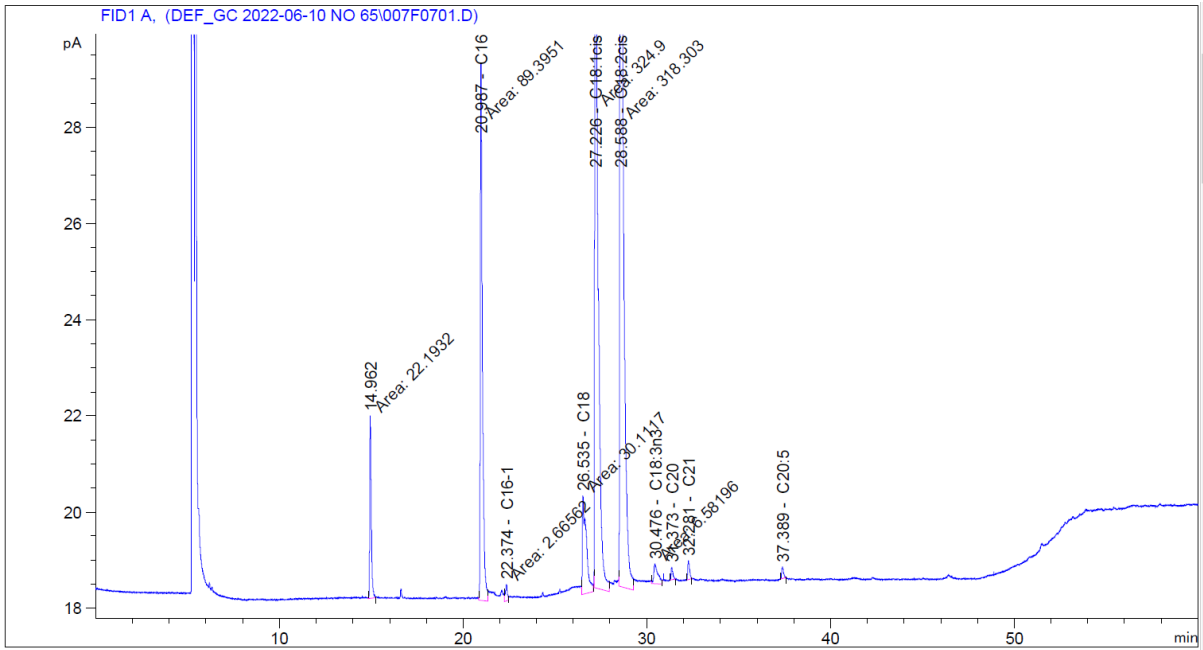
Εικόνα 25. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



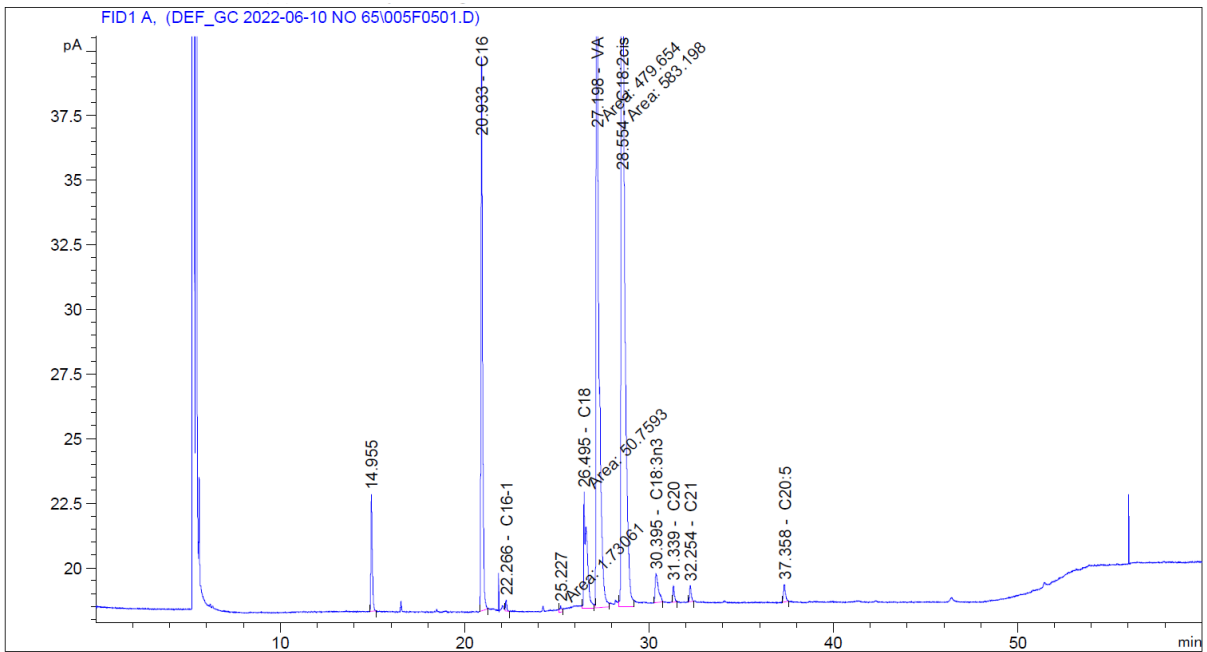
Εικόνα 26. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



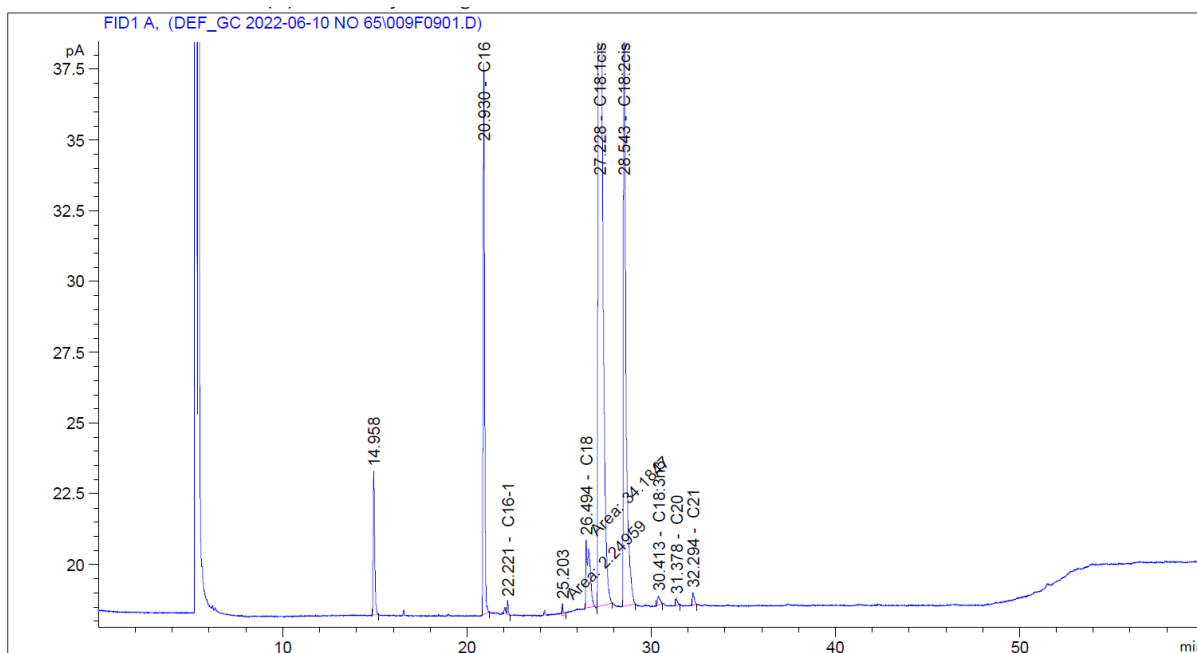
Εικόνα 27. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου



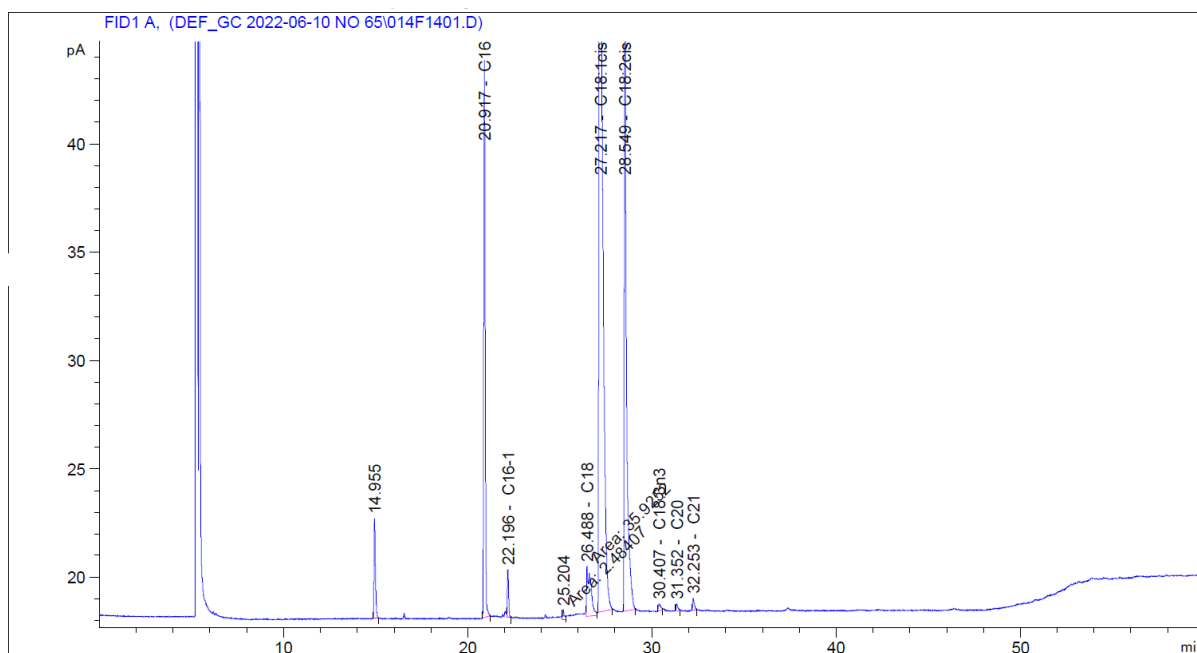
Εικόνα 28. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης



Εικόνα 29. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης

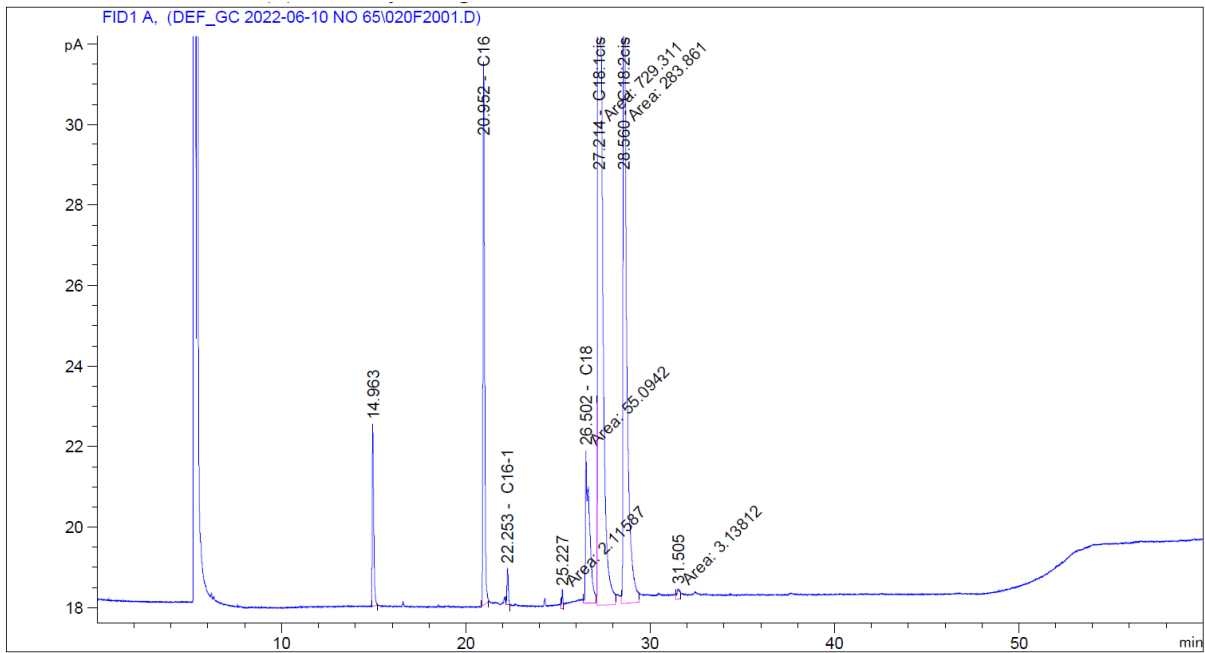


Εικόνα 30. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης και φουντουκιού

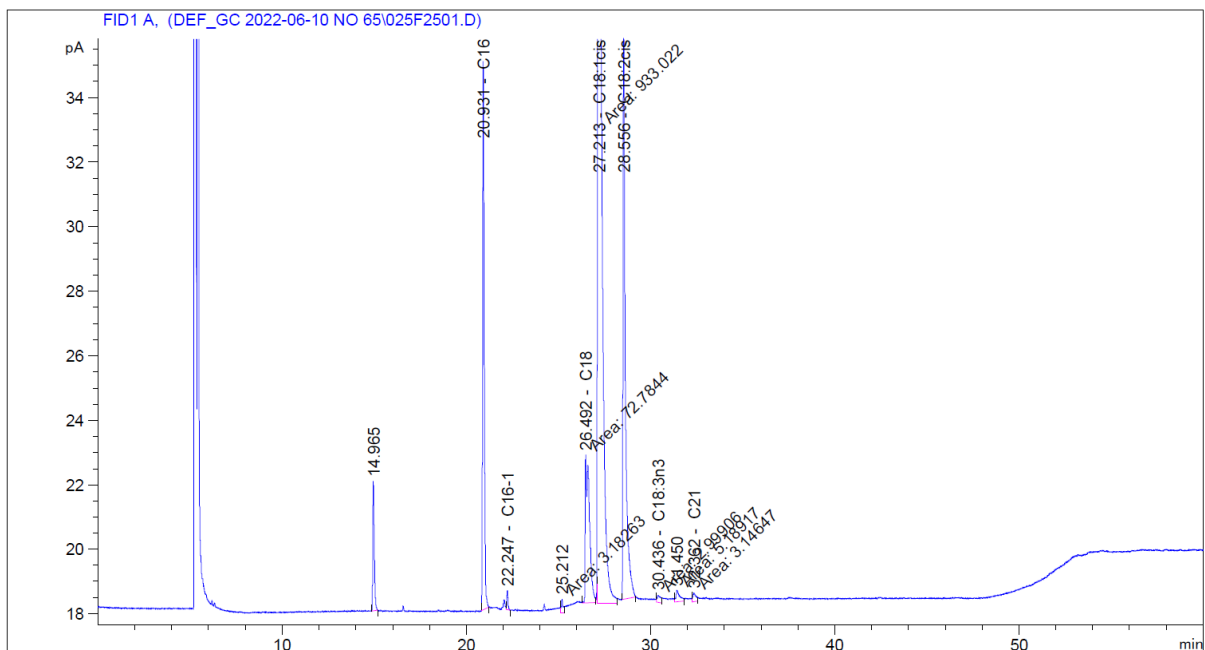


Εικόνα 31. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος φιστικιού

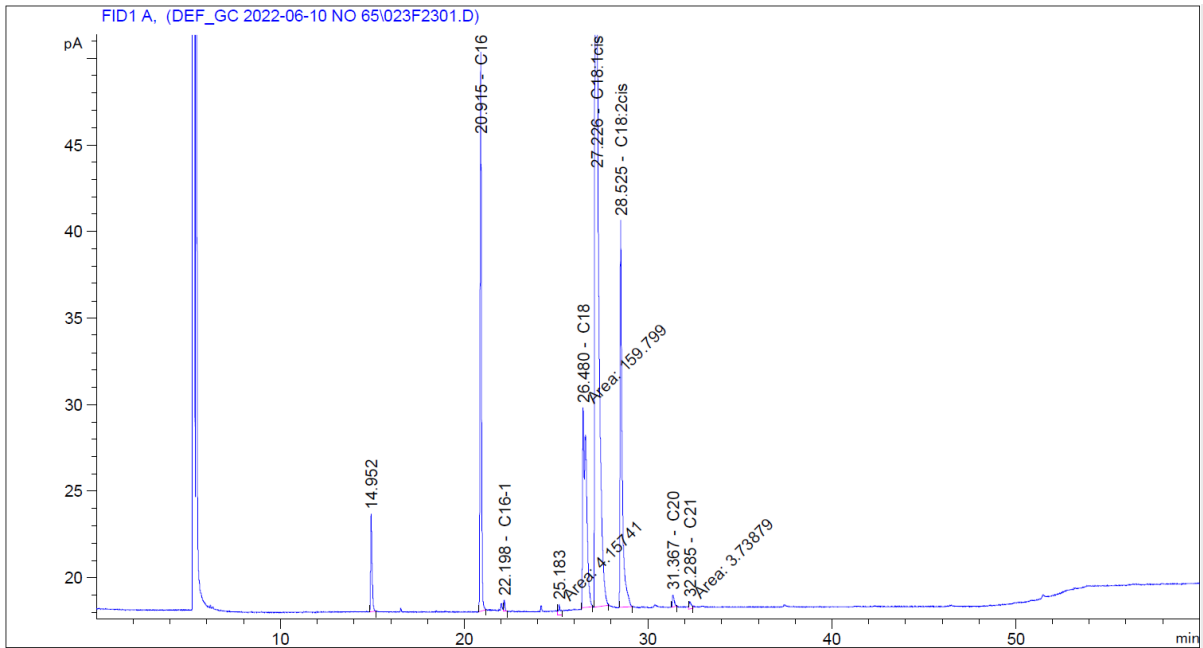
Χρωματογράφημα σοκολατούχων φυτικών ροφημάτων



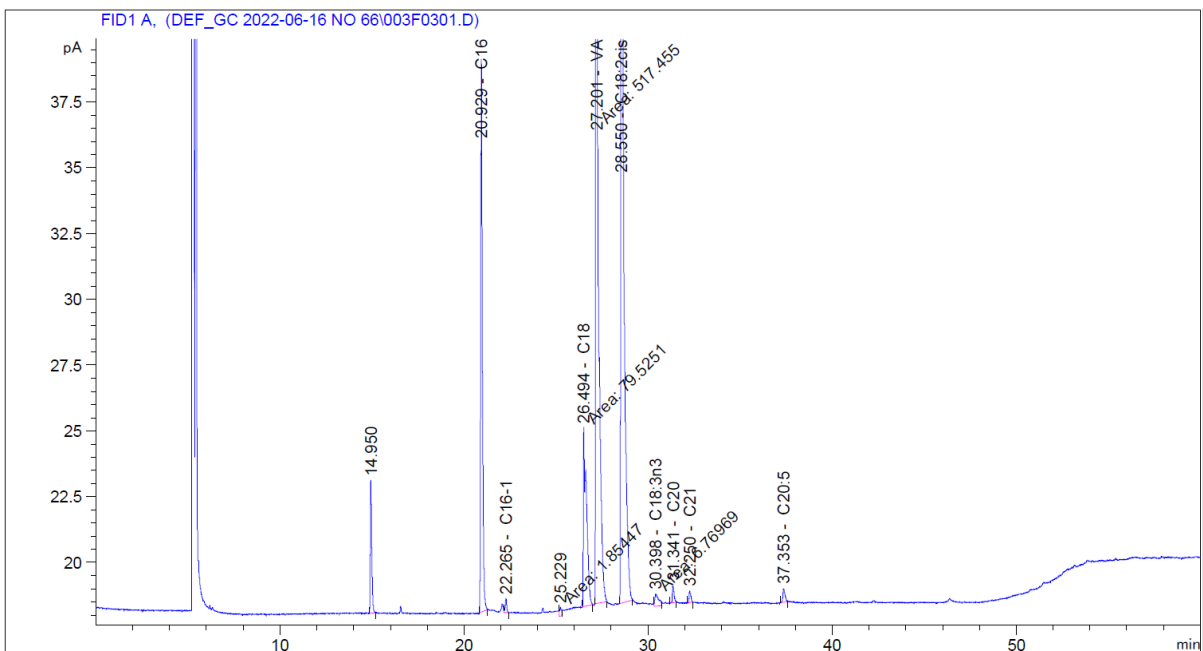
Εικόνα 32. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδαλού με κακάο



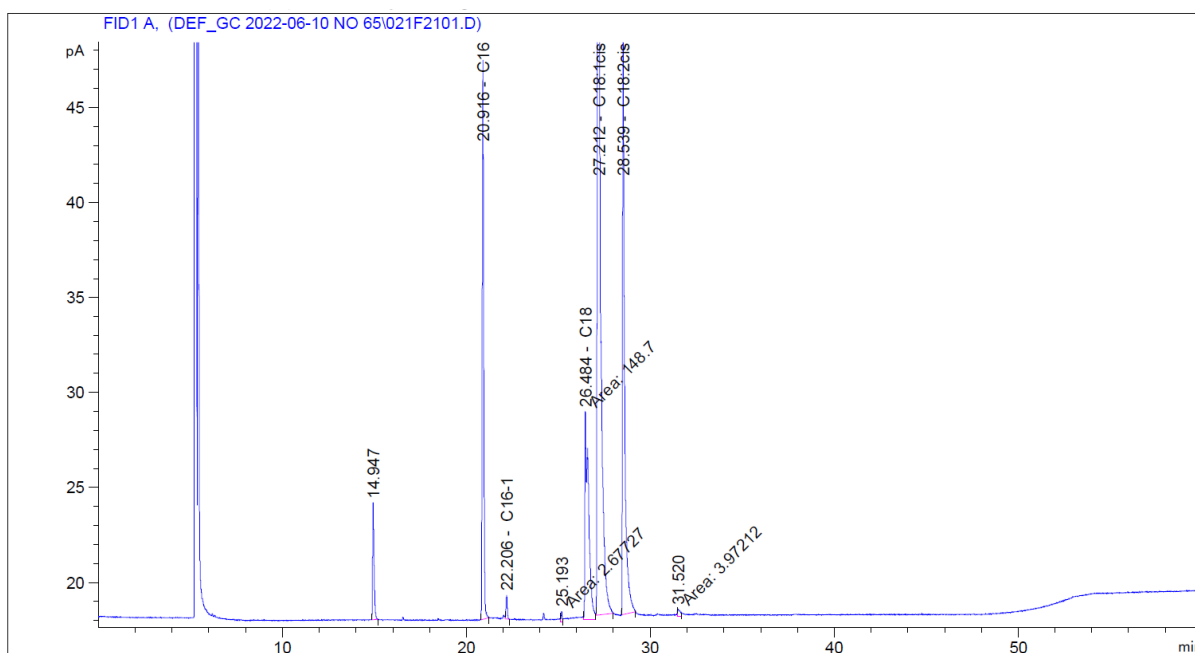
Εικόνα 33. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος φουντουκιού με μαύρη σοκολάτα



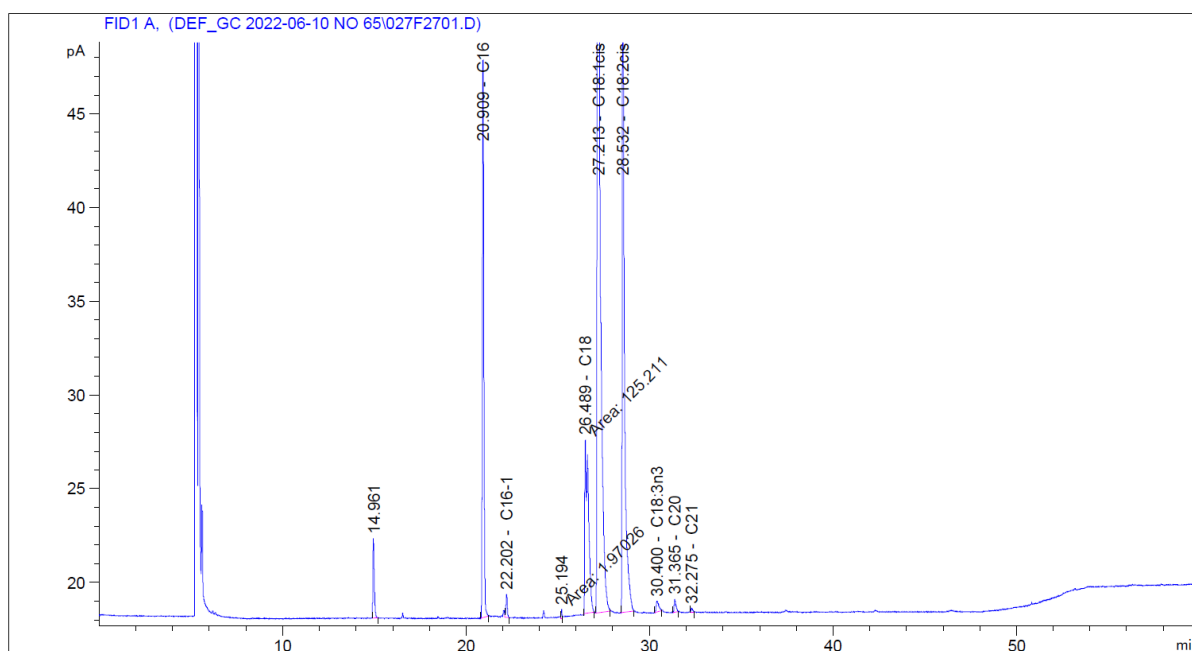
Εικόνα 34. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος φουντουκιού με κακάο



Εικόνα 35. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος βρώμης με μαύρη σοκολάτα



Εικόνα 36. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου με κακάο



Εικόνα 37. Χρωματογράφημα λιπαρών οξέων φυτικού ροφήματος αμυγδάλου με πρωτεΐνη