



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ανάπτυξη βιολειτουργικού vegan φυτικού επιδορπίου γιαουρτιού με βάση ρόφημα αμυγδάλου εμπλουτισμένου με εκχύλισμα *Cassia angustifolia* με καθαρτική δράση: μελέτη φυσικοχημικών ιδιοτήτων και αντιοξειδωτικής ικανότητας με ενόργανες μεθόδους ανάλυσης και αξιολόγηση αποδοχής καταναλωτών.»

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΜΑΝΙΑΔΑΚΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 2820025

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΤΖΗΜΗΤΑΚΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΚΑΡΔΙΤΣΑ, 2025

Πίνακας περιεχομένων

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	3
1.2. ΤΟ ΦΥΤΟ CASSIA ANGUSTIFOLIA: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	4
1.2.1 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΛΛΩΝ CASSIA ANGUSTIFOLIA	4
2. ΤΟ ΡΟΦΗΜΑ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ: ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ	7
2.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΟΦΗΜΑ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ	7
2.1.1. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ	7
2.1.2. ΟΡΟΣ “ΡΟΦΗΜΑ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ”	8
2.1.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΦΥΤΙΚΑ ΕΠΙΔΟΡΠΙΑ	8
3. ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ	8
3.1. Η ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΦΥΤΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ	8
3.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΔΟΡΠΙΩΝ	9
3.3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	9
4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	11
4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	11
4.1.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	13
4.1.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ	13
4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	17
4.2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	18
4.2.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ	18
4.3. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ	19
5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ	23
5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	23
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	24
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	32
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	34
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	35

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά την παρασκευή ενός φυτικού επιδορπίου με βάση ρόφημα αμυγδάλου, εμπλουτισμένου με εκχύλισμα *Cassia angustifolia*. Στόχος της μελέτης ήταν η ανάπτυξη ενός λειτουργικού επιδορπίου με πιθανές ήπιες καθαρτικές ιδιότητες, διατηρώντας ταυτόχρονα αποδεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Για την παραγωγή του προϊόντος χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά ποσοστά εκχυλίσματος, και πραγματοποιήθηκαν φυσικοχημικές αναλύσεις καθώς και οργανοληπτική αξιολόγηση από ομάδα δοκιμαστών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη του εκχυλίσματος σε χαμηλές έως μέτριες συγκεντρώσεις δεν επηρέασε αρνητικά την υφή, τη γεύση ή τη συνολική αποδοχή του προϊόντος. Αντίθετα, προσέφερε ενισχυμένες λειτουργικές ιδιότητες, καθιστώντας το προϊόν ελκυστικό για καταναλωτές που αναζητούν φυτικά και ευεργετικά τρόφιμα. Συμπερασματικά, το υπό μελέτη επιδόρπιο αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση για τη δημιουργία λειτουργικών τροφίμων φυτικής προέλευσης.

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων φυτικής προέλευσης, τα οποία δεν προσφέρουν μόνο διατροφικά οφέλη αλλά συμβάλλουν και στη γενικότερη ευεξία του οργανισμού. Η στροφή των καταναλωτών προς φυτικά υποκατάστατα γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως το ρόφημα αμυγδάλου, σχετίζεται τόσο με διατροφικές επιλογές όσο και με προβλήματα δυσανεξίας ή αλλεργιών στο αγελαδινό γάλα.

Παράλληλα, η αξιοποίηση φυσικών εκχυλισμάτων με βιοενεργές ιδιότητες, όπως εκείνο του φυτού *Cassia angustifolia*, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας λόγω των πιθανών καθαρτικών και αποτοξινωτικών του δράσεων. Το συγκεκριμένο φυτό είναι γνωστό για την περιεκτικότητά του σε ανθρακινόνες και άλλες ενώσεις που επηρεάζουν τη λειτουργία του πεπτικού συστήματος.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην παρασκευή ενός καινοτόμου φυτικού επιδορπίου με βάση ρόφημα αμυγδάλου, εμπλουτισμένου με εκχύλισμα *Cassia angustifolia*. Η μελέτη εξετάζει την επίδραση της προσθήκης του εκχυλίσματος στις φυσικοχημικές και οργανοληπτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος, με στόχο τη δημιουργία ενός λειτουργικού τρόφιμου που μπορεί να ενταχθεί σε σύγχρονα μοντέλα διατροφής.

1.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η παρασκευή ενός επιδορπίου φυτικής προέλευσης με βάση το ρόφημα αμυγδάλου και η ενσωμάτωση εκχυλίσματος *Cassia angustifolia*, με στόχο τη δημιουργία ενός λειτουργικού προϊόντος που συνδυάζει ευεργετικές ιδιότητες με αποδεκτά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η εργασία εξετάζει την επίδραση της προσθήκης του εκχυλίσματος σε διάφορες συγκεντρώσεις στις φυσικοχημικές ιδιότητες και στη γευστική αποδοχή του τελικού προϊόντος (26).

1.2. ΤΟ ΦΥΤΟ CASSIA ANGUSTIFOLIA: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το φυτό σέννα είναι ένας μικρός θάμνος ύψους 1-2 μέτρων και ανήκει στην οικογένεια Caesalpiniaceae. Ο βλαστός είναι όρθιος, λείος και ανοιχτό πράσινο έως ανοιχτό καφέ με μακριά, απλωμένα κλαδιά. Τα φύλλα είναι σύνθετα με τέσσερα έως οκτώ ζεύγη φυλλαρίων, είναι βλεννώδες με γλυκιά γεύση και ιδιαίτερη οσμή. Τα άνθη είναι μικρά και κίτρινα. Οι λοβοί είναι ευρέως επιμήκεις, μήκους περίπου 5-8 cm και πλάτους 2-3 cm, που φέρουν περίπου έξι έως εννέα σπόρους. Οι ρίζες και τα σπορόφυτα του φυτού περιέχουν επίσης σημαντικές συγκεντρώσεις μονο- και δι-γλυκοζιτών ανθρόνης, ουσιών με βιοδραστική σημασία (26).



[1] Βιβλιογραφία φωτογραφιών

Η *Cassia angustifolia*, είναι ένα φαρμακευτικό φυτό, το οποίο φύεται κυρίως στην Ινδία, τη Σομαλία και το Σουδάν. Έχει μακρά ιστορία χρήσης στην παραδοσιακή ιατρική, ιδίως στην Αγιουρβέδα και την Unani, για την ανακούφιση της περιστασιακής δυσκοιλιότητας, τη βελτίωση της εντερικής κινητικότητας και την αποτοξίνωση του οργανισμού (12). Τα κύρια δραστικά συστατικά της σέννας είναι οι σεννοσίδες Α και Β, οι οποίες ανήκουν στα ανθρακινονικά γλυκοσίδια. Στον ανθρώπινο οργανισμό, μεταβολίζονται από τα βακτήρια του παχέος εντέρου σε ρεΐνοειδείς ενώσεις (rhein anthrone), που δρουν τοπικά στο βλεννογόνο του εντέρου, αυξάνοντας την περισταλτική κίνηση και την αποβολή νερού και ηλεκτρολυτών (13). Οι κυριότερες επιδράσεις του φυτού είναι οι καθαρτικές του ιδιότητες καθώς οι σεννοσίδες προκαλούν διέγερση του εντερικού τοιχώματος και μειώνουν την επαναρρόφηση νερού ενισχύοντας τη διέλευση κοπράνων, αντιοξειδωτική δράση όπου οφείλεται κυρίως στην παρουσία φλαβονοειδών και φαινολικών ενώσεων, ήπια αντιμικροβιακή και αντιφλεγμονώδη δράση ενάντια σε μικροοργανισμούς (14), (15).

1.2.1 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΦΥΛΛΩΝ CASSIA ANGUSTIFOLIA

Τα πιο χοντρά και μπλεδερά σε χρώμα φύλλα συλλέγονται προσεκτικά με τα χέρια και αποξηραίνονται στην σκιά για 7-10 μέρες μέχρι να εμφανίσουν ένα κιτρινοπό χρώμα. Τα φύλλα είναι το βασικό μέρος για την εκχύλιση *cassia angustifolia* τα οποία μετατρέπονται σε αιθανόλη και έχουν αυξημένη αντιμικροβιακή δράση έναντι όλων των δοκιμασμένων πολυανθεκτικών μικροοργανισμών. Το μέρος του φυτού και ο διαλύτης είναι τα κύρια συστατικά για την αποτελεσματική εκχύλιση. Η χημική ανάλυση των φύλλων και λοβών του φυτού έχει δείξει την παρουσία φλαβονοειδών, τανινών, φαινολικών οξέων, στερολών,

πηκτινών. Σύμφωνα με μία μελέτη -η οποία εξέταζε τις αντιβακτηρικές δράσεις του αιθανολικού εκχυλίσματος φύλλων *Cassia angustifolia* έναντι διαφόρων μικροοργανισμών ανθεκτικών σε πολλαπλά φάρμακα- μετά από αναλύσεις έδειξε ότι το εκχύλισμα *Cassia angustifolia* ήταν αποτελεσματικό έναντι όλων των μικροβιακών στελεχών που εξετάστηκαν όπως *Escherichia coli* , *Klebsiella* sp. , *Acinetobacter* sp. . Η χημική σύσταση των φύλλων και των λοβών του φυτού είναι ιδιαίτερα πλούσια, καθιστώντας το ένα σημαντικό βοτανικό υλικό για μελέτη και αξιοποίηση στη φαρμακευτική και τη διατροφή. Το πτητικό έλαιο των φύλλων περιλαμβάνει ένα μίγμα οργανικών ενώσεων όπως αλδεΐδες, τερπένια και φαινόλες, οι οποίες συμβάλλουν τόσο στο ιδιαίτερο άρωμα όσο και στη βιοδραστικότητα του φυτού. Παράλληλα, στα φύλλα ανιχνεύονται ουσίες όπως το τρυγικό νάτριο-κάλιο, αιθέρια έλαια, μαννιτόλη, σαπωνίνες και ρητίνες, που δρουν επικουρικά στις ιδιότητες του φυτού (1).

Επιπλέον, έχουν ταυτοποιηθεί φλαβονοειδή κυρίως ισοραμνετίνη και καμπερόλη, που είναι γνωστά για την αντιοξειδωτική τους δράση. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά της *Cassia angustifolia* είναι η παρουσία σεννοσίδων, οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία των γλυκοσιδών ανθρακινόνης (2). Οι σεννοσίδες Α και Β, που αποτελούν οπτικά ισομερή, έχουν απομονωθεί σε σημαντικές ποσότητες τόσο από τα φύλλα όσο και από τους λοβούς. Εκτός αυτών, έχουν αναφερθεί και άλλες μορφές όπως οι σεννοσίδες C, D και G, οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στη φαρμακευτική ως καθαρτικοί παράγοντες (3).

Στα φύλλα ανευρίσκονται επίσης τρεις σεννιδίνες, ενώ παράλληλα περιέχονται ενώσεις όπως η ρεΐνη, η χρυσοφανόλη, η εμοδίνη και η αλόη-εμοδίνη, που συνεισφέρουν στο συνολικό φαρμακολογικό προφίλ του φυτού. Επίσης, έχουν ακόμη απομονωθεί τα μονο-β-D γλυκοζίδια της ρεΐνης και της αλόη-εμοδίνης, ενώ έχει καταγραφεί η παρουσία υδατοδιαλυτών συστατικών, τα οποία θεωρείται ότι συμμετέχουν σε συνεργιστικές επιδράσεις, ενισχύοντας τη συνολική δράση του φυτού (4).

Συνολικά, η *Cassia angustifolia* χαρακτηρίζεται από μια πολυδιάστατη φυτοχημική σύσταση με ποικιλία βιοδραστικών μορίων. Ο συνδυασμός γλυκοσιδών ανθρακινόνης, φλαβονοειδών, αιθερίων ελαίων και ρητινών προσδίδει στο φυτό ιδιότητες που το καθιστούν ιδιαίτερα χρήσιμο, κυρίως ως καθαρτικό, αλλά και ως πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών, γεγονός που εξηγεί την εκτεταμένη χρήση του στην παραδοσιακή ιατρική και τη σύγχρονη φαρμακευτική.



[2] Βιβλιογραφία φωτογραφιών

Αντιοξειδωτική δράση εκχυλισμάτων.

Ο όρος **αντιοξειδωτική δράση** αναφέρεται στην ικανότητα ενός μορίου ή μίγματος ουσιών να επιβραδύνει ή να αποτρέπει την οξείδωση άλλων μορίων. Η οξείδωση συνδέεται με την παραγωγή ελευθέρων ριζών, δηλαδή ασταθών μορίων που μπορούν να προκαλέσουν εκτεταμένη κυτταρική βλάβη. Η συσσώρευση ελευθέρων ριζών στον οργανισμό σχετίζεται με χρόνιες ασθένειες, όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, καρκίνος, διαβήτης, αλλά και με τη φυσιολογική διαδικασία της γήρανσης (5).

Τα φυτά αποτελούν εξαιρετική πηγή φυσικών αντιοξειδωτικών, με κυριότερες κατηγορίες τις πολυφαινόλες, τα φλαβονοειδή, τις ανθοκυανίνες, τα καροτενοειδή, τις τοκοφερόλες και τις βιταμίνες C και E. Οι ενώσεις αυτές λειτουργούν με διαφορετικούς μηχανισμούς, όπως δέσμευση ελευθέρων ριζών, δέσμευση ιόντων μετάλλων που καταλύουν οξειδώσεις ή αναστολή ενζυμικών αντιδράσεων που παράγουν οξειδωτικά μόρια (6).

Για την απομόνωση και ποσοτικοποίηση των φυτικών αντιοξειδωτικών, η **εκχύλιση** είναι κρίσιμη διαδικασία. Το είδος του διαλύτη (π.χ. μεθανόλη, αιθανόλη, νερό), η θερμοκρασία, ο χρόνος εκχύλισης και ο λόγος φυτικού υλικού/διαλύτη επηρεάζουν καθοριστικά την απόδοση (7).

2. ΤΟ ΡΟΦΗΜΑ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ: ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

2.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΟΦΗΜΑ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ

Το ρόφημα αμυγδάλου κατατάσσεται στα φυτικά ροφήματα και προκύπτει από την εκχύλιση αμυγδάλων σε νερό, με ή χωρίς προσθήκη γλυκαντικών, αρωμάτων, σταθεροποιητών και βιταμινών. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για την κατανάλωση φυτικού γάλακτος, συμπεριλαμβανομένων παθήσεων όπως η δυσανεξία στη λακτόζη, η αλλεργία στο γάλα και η φαινυλκετονουρία (PKU), θρησκευτικοί/πνευματικοί λόγοι, βιγκανισμός και ωο-χορτοφαγία, απλή προτίμηση γεύσης. Έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, αλλά υψηλή σε ενέργεια, πρωτεΐνες, λιπίδια και φυτικές ίνες. Περιέχει βιταμίνες όπως ασβέστιο, σίδηρο, μαγνήσιο, φώσφορο, κάλιο, νάτριο και ψευδάργυρο. Τα άλλα θρεπτικά συστατικά που διατίθενται σε αυτό το γάλα περιλαμβάνουν βιταμίνες όπως βιταμίνη C, B-6, θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, νιασίνη, φυλλικό οξύ και βιταμίνη E. Το γάλα αμυγδάλου δεν περιέχει χοληστερόλη ή λακτόζη (8).

2.1.1. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ

Διατροφική αξία	Ανά 100γρ
Ενέργεια και βασικά χαρακτηριστικά	
Θερμίδες (kcal)	15,0
Λιπαρά (γρ)	1,0
Κορεσμένα λιπαρά (γρ)	0,1
Μονοακόρεστα λιπαρά (γρ)	0,6
Πολυακόρεστα λιπαρά (γρ)	0,2
Υδατάνθρακες (γρ)	1,3
Φυτικές ίνες (γρ)	0,2
Σάκχαρα (γρ)	0,8
Πρωτεΐνη (γρ)	0,4
Νάτριο (mg)	72,0
Βιταμίνες και Ιχνοστοιχεία	
Βιταμίνη A (μg)	90,0
Ασβέστιο (mg)	184,0
Σίδηρος (mg)	0,3
Βιταμίνη D (mg)	1,0
Βιταμίνη E (mg)	2,8
Φώσφορος (mg)	9,0
Μαγνήσιο (mg)	0,6
Κάλιο (mg)	67,0

(1)

2.1.2. ΟΡΟΣ “ΡΟΦΗΜΑ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ”

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται ο όρος "ρόφημα αμυγδάλου" αντί του ευρέως διαδεδομένου όρου "γάλα αμυγδάλου", παρότι ο δεύτερος είναι συχνός στην καθημερινή χρήση και στις αγορές του εξωτερικού (π.χ. ΗΠΑ). Η διαφοροποίηση αυτή οφείλεται σε κανονιστικές ρυθμίσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με τις οποίες ο όρος "γάλα" επιτρέπεται να χρησιμοποιείται αποκλειστικά για προϊόντα που προέρχονται από τη φυσιολογική έκκριση του μαστού θηλυκών θηλαστικών (Κανονισμός ΕΕ 1308/2013). Ως εκ τούτου, η εμπορική ή επιστημονική χρήση του όρου "γάλα" για φυτικά προϊόντα, όπως αυτά που προέρχονται από αμύγδαλα, σόγια, ρύζι ή βρώμη, θεωρείται παραπλανητική και απαγορεύεται νομικά στην Ε.Ε., όπως επιβεβαιώθηκε και από τη σχετική απόφαση του Δικαστηρίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης (C-422/16 – υπόθεση "TofuTown"). Η χρήση της ονομασίας "ρόφημα" είναι επομένως πιο ακριβής, καθώς επίσης συμβάλλει στη σαφή διαφοροποίηση των φυτικών ροφημάτων από τα ζωικά γαλακτοκομικά, τόσο ως προς την προέλευση όσο και ως προς τα θρεπτικά χαρακτηριστικά (16), (17), (18).

2.1.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΦΥΤΙΚΑ ΕΠΙΔΟΡΠΙΑ

Η επιλογή του ροφήματος αμυγδάλου ως βάση για την παρασκευή του επιδορπίου δεν ήταν τυχαία, αλλά βασίστηκε σε συγκεκριμένα οργανοληπτικά, διατροφικά και τεχνολογικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλα φυτικά ροφήματα. Το ρόφημα αμυγδάλου χαρακτηρίζεται από ευχάριστη, ήπια γεύση που δεν κυριαρχεί στο τελικό προϊόν, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλο για επιδορπιακές εφαρμογές. Επιπλέον, η φυσική του περιεκτικότητα σε καλά λιπαρά (μονοακόρεστα), η χαμηλή ενεργειακή αξία και η ουδέτερη υφή συμβάλλουν στην επιθυμητή αίσθηση "ελαφρότητας" που αναζητάτε στα σύγχρονα επιδόρπια (19).

Σε αντίθεση, άλλα φυτικά ροφήματα παρουσιάζουν συγκεκριμένους περιορισμούς: το ρόφημα σόγιας, αν και πλούσιο σε πρωτεΐνη, έχει χαρακτηριστική γεύση και πιθανόν αλλεργιογόνα· το ρόφημα καρύδας έχει υψηλά κορεσμένα λιπαρά και έντονο άρωμα· το ρόφημα ρυζιού είναι φτωχό σε πρωτεΐνη και συχνά πολύ γλυκό. Το ρόφημα αμυγδάλου, αντιθέτως, επιτυγχάνει μία ισορροπία μεταξύ ευχάριστης γεύσης, λειτουργικής υφής και καταναλωτικής αποδοχής, ενώ παράλληλα είναι χαμηλό σε αλλεργιογόνα και συμβατό με vegan διατροφή. Γι' αυτό τον λόγο επελέγη ως το καταλληλότερο φυτικό υπόστρωμα για την παρούσα εφαρμογή (20).

3. ΑΝΑΓΚΕΣ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ

3.1. Η ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΦΥΤΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ

Η παγκόσμια αγορά φυτικών τροφίμων παρουσιάζει εκρηκτική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, υποκινούμενη από μια σειρά παραγόντων που σχετίζονται με την υγεία, την ηθική, το περιβάλλον και τη διατροφική ευαισθητοποίηση. Τα φυτικά ροφήματα αποτελούν πλέον αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής διατροφής εκατομμυρίων καταναλωτών, και χρησιμοποιούνται ευρέως όχι μόνο ως υποκατάστατα γάλακτος, αλλά και ως βάση για νέα, καινοτόμα προϊόντα, όπως φυτικά επιδόρπια κ.α. Οι βασικότεροι λόγοι για την αυξανόμενη

ζήτηση φυτικών προϊόντων είναι η αύξηση της δυσανεξίας στην λακτόζη και των αλλεργιών σε ζωικά προϊόντα καθώς μελέτες έδειξαν ότι πάνω από το 65% του παγκόσμιου πληθυσμού παρουσιάζει μειωμένη ικανότητα πέψης της λακτόζης. Έχει παρατηρηθεί άνοδος του vegan και vegetarian τρόπου ζωής καθώς δεν αφορά μόνο την χορτοφαγία αλλά και την επιθυμία για την βελτίωση της υγείας, την μείωση των κορεσμένων λιπαρών και την αποφυγή ορμονών και αντιβιοτικών από τα ζωικά προϊόντα. Βασικό παράγοντα **παίζει** η περιβαλλοντική βιωσιμότητα διότι τα προϊόντα φυτικής προέλευσής έχουν πολύ μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα σε σχέση με τα ζωικά προϊόντα. Τέλος, οι βιομηχανίες επενδύουν στην ανάπτυξη νέων προϊόντων φυτικής προέλευσης με βελτιωμένη υφή, γεύση και θρεπτική αξία καθιστώντας τα πιο ελκυστικά ακόμα και σε καταναλωτές που δεν αποφεύγουν τα ζωικά προϊόντα.

3.2. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΠΙΔΟΡΠΙΩΝ

Οι συμπεριφορές των καταναλωτών επηρεάζονται όλο και πιο πολύ από θέματα όπως η βιωσιμότητα, η ηθική παραγωγή και οι κοινωνικές επιπτώσεις της διατροφής. Προϊόντα που διαφημίζονται ως «φυτικά», «vegan», «βιώσιμα» ή «με περιβαλλοντική ευθύνη» απολαμβάνουν υψηλότερης προτίμησης, ακόμη και αν η τιμή ή η γεύση διαφέρει ελαφρώς. (22). Οι διατροφικές επιλογές επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτικών προϊόντων καθώς οι αλλεργίες και οι δυσανεξίες (λακτόζη, γλουτένη) έχουν αυξηθεί οδηγώντας τους καταναλωτές σε αναζήτηση φυτικών προϊόντων έτσι ζητείται από τα επιδόρπια να είναι όχι μόνο γευστικά και ευχάριστα, αλλά και υγιεινά — δηλαδή με χαμηλότερα επίπεδα ζάχαρης, κορεσμένων λιπαρών και με προσθήκη βιοδραστικών, αντιοξειδωτικών στοιχείων (23). Η καινοτομία και η έρευνα επικεντρώνεται στην ανάπτυξη νέων φυτικών πρώτων υλών, όπως φυτικά γάλατα από βρώμη, αμύγδαλο, σόγια, καθώς και στη χρήση φυτικών εκχυλισμάτων με λειτουργικές ιδιότητες (αντιοξειδωτικά, καθαριστικά κ.λπ.). Οι νέες τεχνολογίες όπως η παστερίωση, η υδατική εκχύλιση, η ψυχρή επεξεργασία, οι φόρμουλες με καινοτόμα γλυκαντικά και φυσικές γεύσεις, καθώς και η προσομοίωση υφής με φυτικά έλαια/πρωτεΐνες είναι ολοένα και πιο διαδεδομένες (23).

Το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς vegan επιδορπίων αναμένεται να φτάσει τα 8,32 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ έως το 2030 και αναμένεται να αυξηθεί με σύνθετο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 11,6% κατά την περίοδο πρόβλεψης, σύμφωνα με νέα έκθεση της Grand View Research, Inc. Η αυξανόμενη ζήτηση για προϊόντα χαμηλών λιπαρών, χωρίς λακτόζη και εντελώς φυσικά προϊόντα αναμένεται να τροφοδοτήσει την ανάπτυξη της αγοράς τα επόμενα χρόνια. Επιπλέον, η αύξηση του εισοδήματος και η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών για την υγεία έχουν οδηγήσει τις πωλήσεις τροφίμων χωρίς γαλακτοκομικά προϊόντα παγκοσμίως (21).

3.3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ο όρος «λειτουργικό τρόφιμο» χρησιμοποιείται για να περιγράψει τα τρόφιμα εκείνα που, πέρα από την κάλυψη βασικών διατροφικών αναγκών, προσφέρουν πρόσθετα οφέλη υγείας τα οποία σχετίζονται με τη βελτίωση φυσιολογικών λειτουργιών ή τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης χρόνιων νοσημάτων (24). Ο όρος εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην

Ιαπωνία τη δεκαετία του 1980, όπου δημιουργήθηκε η κατηγορία FOSHU (Foods for Specified Health Uses). Έκτοτε, ο τομέας αυτός γνώρισε ραγδαία ανάπτυξη διεθνώς. Σύμφωνα με την EUFUFU (European Commission Concerted Action on Functional Food Science in Europe), λειτουργικό τρόφιμο είναι εκείνο που, πέρα από τη θρεπτική του αξία, παρέχει τεκμηριωμένα οφέλη υγείας, όπως βελτίωση φυσιολογικών λειτουργιών, μείωση κινδύνου ασθενειών ή συμβολή στην καλύτερη ποιότητα ζωής.

Τα προϊόντα γαλακτικής ζύμωσης συγκαταλέγονται στα λειτουργικά τρόφιμα και μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τον μηχανισμό δράσης τους: προβιοτικά, πρεβιοτικά και βιογενή συστατικά.

Τα προβιοτικά ορίζονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ως «ζωντανοί μικροοργανισμοί που, όταν καταναλώνονται σε επαρκείς ποσότητες, παρέχουν όφελος υγείας στον ξενιστή». Τυπικοί εκπρόσωποι είναι τα είδη *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, αλλά και ορισμένες ζύμες όπως το *Saccharomyces boulardii*. Ο μηχανισμός δράσης τους περιλαμβάνει την αποκατάσταση της ισορροπίας της εντερικής μικροχλωρίδας, την παραγωγή βραχείας αλύσου λιπαρών οξέων, την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και την ανταγωνιστική δράση απέναντι σε παθογόνα βακτήρια (10).

Τα πρεβιοτικά είναι μη-πεπτόμενα συστατικά τροφών, κυρίως ολιγοσακχαρίτες (π.χ. φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες) και φυτικές ίνες, που φτάνουν αδιάσπαστα στο παχύ έντερο και διεγείρουν επιλεκτικά την ανάπτυξη και δραστηριότητα ευεργετικών βακτηρίων. Μέσω αυτής της δράσης, συμβάλλουν στη βελτίωση της γαστρεντερικής υγείας, στη μείωση του κινδύνου διάρροιας και δυσκοιλιότητας, καθώς και στη ρύθμιση της μεταβολικής υγείας (11).

Συχνά, προβιοτικά και πρεβιοτικά χρησιμοποιούνται συνδυαστικά στα τρόφιμα με τον όρο συμβιοτικά (synbiotics), ώστε τα πρεβιοτικά να υποστηρίξουν την επιβίωση και την αποικιοποίηση των προβιοτικών στον γαστρεντερικό σωλήνα. Αυτός ο συνδυασμός έχει αποδειχθεί ότι προσφέρει ενισχυμένα οφέλη σε σχέση με τη μεμονωμένη χρήση τους (12).

Ακολουθεί πίνακας προβιοτικών, πρεβιοτικών και συμβιοτικών: Ορισμοί, παραδείγματα και δράσεις.

Κατηγορία	Ορισμός	Παραδείγματα	Κύρια οφέλη
Προβιοτικά	Ζωντανοί μικροοργανισμοί που, σε επαρκείς ποσότητες, προσφέρουν οφέλη υγείας	<i>Lactobacillus spp.</i> , <i>Bifidobacterium spp.</i> , <i>Saccharomyces boulardii</i>	Ισορροπία μικροχλωρίδας, ενίσχυση ανοσίας, μείωση διάρροιας
Πρεβιοτικά	Μη-πεπτόμενα συστατικά τροφών που προάγουν επιλεκτικά	Ινουλίνη, φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες, γαλακτο-ολιγοσακχαρίτες	Βελτίωση γαστρεντερικής υγείας, ρύθμιση

	την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων		λιπιδίων και γλυκόζης
Συμβιοτικά	Συνδυασμός προβιοτικών και πρεβιοτικών με συνεργιστική δράση	<i>Lactobacillus</i> + ινουλίνη	Ενισχυμένη αποικιοποίηση ωφέλιμων βακτηρίων, πολλαπλά οφέλη στην υγεία

(6)

Η ένταξη προβιοτικών και πρεβιοτικών σε φυτικά τρόφιμα και επιδόρπια αποτελεί έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους τομείς της βιομηχανίας λειτουργικών τροφίμων. Εκτός από τις παραδοσιακές ζυμώσεις (π.χ. γιαούρτι, κεφίρ), σήμερα διερευνώνται νέες εφαρμογές σε φυτικά γάλατα και επιδόρπια, ώστε να καλύψουν τις ανάγκες καταναλωτών με δυσανεξία στη λακτόζη, αλλεργίες ή επιλογή vegan διατροφής.

Τα Βιογενή πεπτίδια και οι ενώσεις αποτελούν βιοδραστικά μόρια, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται ανοσοενισχυτικά πεπτίδια και φυτικά φλαβονοειδή, που ασκούν άμεσες ή έμμεσες δράσεις στην υγεία, επηρεάζοντας τόσο την εντερική χλωρίδα όσο και βασικές φυσιολογικές λειτουργίες.

Συνολικά, τα λειτουργικά τρόφιμα που βασίζονται σε αυτούς τους μηχανισμούς φαίνεται ότι ενισχύουν ποικίλες λειτουργίες του οργανισμού, όπως τη βιορρύθμιση (π.χ. έλεγχο όρεξης, απορρόφησης, αντίδρασης στο στρες), τη βιοάμυνα (π.χ. ενίσχυση ανοσοποιητικού, μείωση αλλεργικών αντιδράσεων) και την πρόληψη νοσημάτων (π.χ. διάρροια, δυσκοιλιότητα, υπερχοληστερολαιμία, διαβήτης, καρκίνος). Επιπλέον, συμβάλλουν στη βράδυνση της γήρανσης μέσω μηχανισμών ανοσοδιέγερσης, μείωσης του οξειδωτικού στρες, καθώς και περιορισμού διαδικασιών όπως η μεταλλαξιογένεση, η καρκινογένεση και η εντερική σήψη.

Η παγκόσμια αγορά λειτουργικών τροφίμων παρουσιάζει σταθερή ανάπτυξη, καθώς οι καταναλωτές στρέφονται σε τρόφιμα με πρόσθετη αξία υγείας. Το 2022 η αξία της αγοράς υπολογίστηκε περίπου στα 192 δισεκατομμύρια δολάρια, με προβλέψεις να ξεπεράσει τα 275 δισεκατομμύρια έως το 2027 (25). Τα φυτικά προϊόντα αποτελούν τον ταχύτερα αναπτυσσόμενο υποτομέα, λόγω της αυξανόμενης τάσης για βιώσιμη, χορτοφαγική και vegan διατροφή.

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οικιακό κατσαρολάκι

Κουτάλι για ανάδευση

Εργαστηριακοί δοκιμαστικοί σωλήνες

Εργαστηριακός μύλος

Μέθοδος	Εφαρμογή στο δείγμα	Σκοπός / Λειτουργία	Παρατηρήσεις
Εκχύλιση (τύπου έγχυμα)	Φύλλα <i>Cassia angustifolia</i>	Ανάκτηση υδατοδιαλυτών δραστικών ενώσεων	Θέρμανση σε κατσαρολάκι (~70–80°C για 10 min με διακεκομμένο βρασμό και συνεχή ανάδευση)
Μέθοδος Folin–Ciocalteu	Εκχύλισμα φύλλων <i>Cassia angustifolia</i>	Εκτίμηση της ολικής φαινολικής περιεκτικότητας (TPC)	Απορρόφηση στα 765 nm
FRAP (Ferric Reducing Ability)	Εκχύλισμα φύλλων <i>Cassia angustifolia</i>	Εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας	Απορρόφηση στα 593 nm

(2), (4), (5)

ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN

Οι φαινολικές ενώσεις που απαντώνται στα φυτά και γενικότερα στο φυσικό περιβάλλον παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της αντιοξειδωτικής τους δράσης, αλλά και για τον ρόλο τους στο χρώμα, το άρωμα και τη γεύση των τροφίμων. Σε μεγάλο βαθμό, η αντιοξειδωτική ικανότητα των φυτικών προϊόντων οφείλεται στο φαινολικό τους προφίλ.

Η μέθοδος Folin–Ciocalteu (FCR) έχει καθιερωθεί διεθνώς για την εκτίμηση της ολικής φαινολικής περιεκτικότητας (Total Phenolic Content, TPC). Παρά το γεγονός ότι η FCR ουσιαστικά μετρά την συνολική αναγωγική ικανότητα ενός δείγματος και όχι αποκλειστικά τα φαινολικά, υπάρχει ισχυρή βιβλιογραφική τεκμηρίωση που συνδέει τα αποτελέσματά της με εκείνα άλλων δοκιμών αντιοξειδωτικής δράσης, όπως οι μέθοδοι DPPH, FRAP και ORAC. Μάλιστα, έχει παρατηρηθεί συχνά γραμμική συσχέτιση μεταξύ του ολικού φαινολικού περιεχομένου και της αντιοξειδωτικής ικανότητας (28).

Το αντιδραστήριο Folin–Ciocalteu είναι διάλυμα ετεροπολυοξέων που προέρχονται από μολυβδαινικό και βολφραμικό οξύ. Υπό αλκαλικό περιβάλλον (με προσθήκη κορεσμένου διαλύματος Na_2CO_3), τα φαινολικά ανηγμένα ανιόντα οξειδώνονται, με ταυτόχρονη αναγωγή των ετεροπολυοξέων. Το προϊόν της αντίδρασης είναι ένα σύμπλοκο μολυβδαινίου–βολφραμίου με έντονο μπλε χρώμα, το οποίο απορροφά στο ορατό φάσμα στα **765 nm**. Η ένταση της απορρόφησης είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων στο δείγμα.

Η μέθοδος Folin–Ciocalteu είναι εύκολη, αξιόπιστη και χαμηλού κόστους, γι’ αυτό και χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων και στα ερευνητικά εργαστήρια για τον ποσοτικό προσδιορισμό βιοδραστικών συστατικών σε φυτικά εκχυλίσματα, καρπούς και τρόφιμα.

ΜΕΘΟΔΟΣ FRAP

Η μέθοδος FRAP αναπτύχθηκε αρχικά από τους Benzie & Strain για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας του πλάσματος, αλλά σύντομα επεκτάθηκε και στα φυτικά εκχυλίσματα και τα τρόφιμα. Όπως και η Folin, ανήκει στις δοκιμές μεταφοράς ηλεκτρονίου (Electron Transfer assays), παρέχοντας εκτίμηση της συνολικής αναγωγικής ικανότητας των βιοδραστικών συστατικών (29).

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στην αναγωγή του άχρωμου συμπλόκου Fe(III)–TPTZ (όπου TPTZ = 2,4,6-τρι[2-πυριδυλ]-s-τραϊαζίνη) προς το έγχρωμο σύμπλοκο Fe(II)–TPTZ, το οποίο παρουσιάζει χαρακτηριστική απορρόφηση στα 593 nm. Η αντίδραση είναι γρήγορη και το αποτέλεσμα εκφράζεται συνήθως σε ισοδύναμα Trolox (μmol TE/g δείγματος), επιτρέποντας τη σύγκριση διαφορετικών τροφίμων ή εκχυλισμάτων.

Η μέθοδος FRAP ανιχνεύει ουσίες με αναγωγικό δυναμικό $<0,7$ V, δηλαδή ενώσεις ικανές να δωρίσουν ηλεκτρόνια, όπως οι περισσότερες πολυφαινόλες. Ωστόσο, δεν μπορεί να ανιχνεύσει ενώσεις που δρουν μέσω μεταφοράς υδρογόνου (HAT reactions), όπως οι θειόλες και ορισμένες πρωτεΐνες, γεγονός που περιορίζει μερικώς την εφαρμογή της (28). Παρ’ όλα αυτά, αποτελεί μία από τις πιο αξιόπιστες και διαδεδομένες μεθόδους αξιολόγησης αντιοξειδωτικής ικανότητας λόγω της απλότητας και της επαναληψιμότητάς της.

Η αναγωγική ικανότητα που μετράται με FRAP συσχετίζεται στενά με το δομικό προφίλ των πολυφαινολών, και ειδικότερα με τον βαθμό υδροξυλίωσης και σύζευξης των αρωματικών δακτυλίων. Για τον λόγο αυτό, τα αποτελέσματα FRAP συχνά χρησιμοποιούνται ως αξιόπιστος δείκτης της βιοδραστικής αξίας των φυτικών προϊόντων και των εκχυλισμάτων τους (30).

4.1.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Αποξηραμένα φύλλα *cassia angustifolia*

Πόσιμο νερό

4.1.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ

Για την παρασκευή του εκχυλίσματος *Cassia angustifolia* εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικές μέθοδοι εκχύλισης, με στόχο τη βελτιστοποίηση τόσο της διαδικασίας όσο και του χρόνου εκχύλισης.

Αρχικά, επιλέχθηκαν προσεκτικά έξι αποξηραμένα φύλλα *Cassia angustifolia* παρόμοιου μεγέθους, με το μεγαλύτερο να ζυγίζεται στα ~0,20 g.

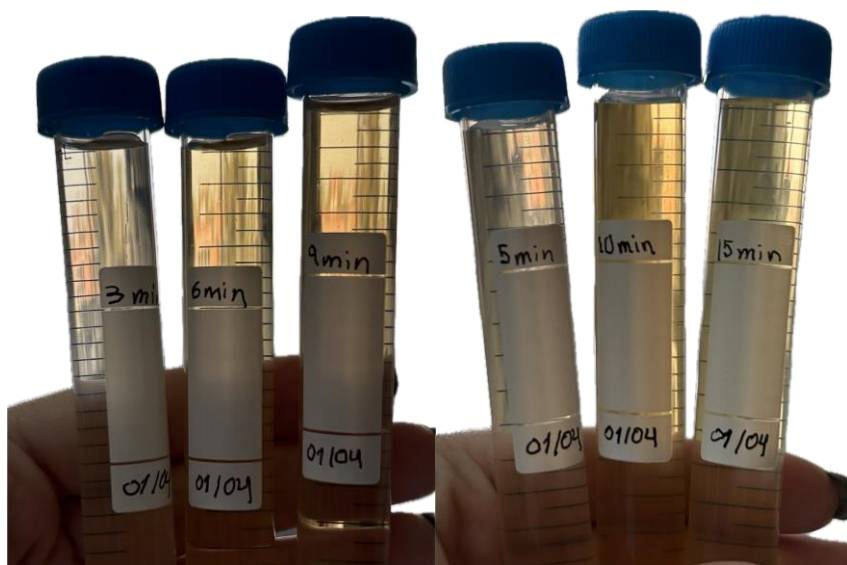


[3] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Η πρώτη μέθοδος περιλάμβανε τοποθέτηση 100ml πόσιμου νερού σε οικιακό σκεύος (μπρίκι) με συνεχή θέρμανση, στο οποίο προστέθηκε ένα φύλλο *Cassia*. Η εκχύλιση πραγματοποιήθηκε για τρεις διαφορετικούς χρόνους: 3, 6 και 9 λεπτά, υπό συνεχή βρασμό.

Η δεύτερη μέθοδος βασίστηκε σε διακεκομμένο βρασμό. Το νερό (100ml) θερμάνθηκε έως βρασμού και στη συνέχεια το σκεύος απομακρύνθηκε από την πηγή θερμότητας. Ένα φύλλο *Cassia* προστέθηκε στο νερό, και η εκχύλιση πραγματοποιήθηκε για 5, 10 και 15 λεπτά, υπό συνεχή ανάδευση.

Τα δείγματα που προέκυψαν από κάθε πείραμα συλλέχθηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες και υποβλήθηκαν σε ανάλυση ολικών φαινολικών ενώσεων με τη μέθοδο Folin–Ciocalteu, χωρίς αραίωση.



[4] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Το δείγμα με την καλύτερη απόδοση ήταν εκείνο της δεύτερης μεθόδου, με 10 λεπτά εκχύλισης, συνεχή ανάδευση και διακεκομμένο βρασμό.

Για τη μαζική παρασκευή εκχυλίσματος, τα αποξηραμένα φύλλα αλέστηκαν σε ηλεκτρικό μύλο έως ότου προκύψει λεπτή σκόνη. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εκχύλιση σκόνης σε διάφορες ποσότητες, ώστε να καθοριστεί η βέλτιστη αναλογία πρώτης ύλης προς νερό για την παρασκευή του τελικού προϊόντος.

Ακολουθεί πίνακας των δειγμάτων με διαφορετικές ποσότητες φύλλων και τα τελικά δείγματα.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ Δ/ΤΟΣ	ΠΟΣ ΟΤΗΤΑ Δ/ΤΟΣ	ΑΚΡΙΒΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΑ Δ/ΤΟΣ ΣΕ GR	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΕ ML
A1	0,1	0,1004gr	100ml
A2	0,25	0,2526gr	100ml
A3	0,5	0,5004gr	100ml
A4	1	1,0182 gr	100ml



[5] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Πραγματοποιήθηκε μέθοδος Folin με διαφορετικές αραιώσεις σε κάθε δείγμα.

ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ FOLIN

Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν: αντιδραστήριο ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3), και αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Η μέτρηση της απορρόφησης πραγματοποιήθηκε με χρήση του φασματοφωτόμετρου υπεριώδους-ορατού UVmini-1240 Shimadzu.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

12,5gr Na_2CO_3 σε 250ml H_2O

Αραίωση 1:10 για ρόφημα αμυγδάλου

1:5 και 1:10 για εκχυλίσματα

Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προστέθηκαν 100μL αραιωμένου διαλύματος και 100μL folin αυτή η διαδικασία διαρκεί 2 λεπτά από την προσθήκη του διαλύματος folin. Έπειτα προστέθηκαν 800μL 5% Na₂CO₃, χρησιμοποιήθηκε vortex για την καλύτερη ανάδευση τους και τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο 40 °C για 20 λεπτά. Το τυφλό δείγμα είναι ο διαλύτης χωρίς την διαλυμένη ουσία. Τα διαλύματα τοποθετούνται σε φασματοφωτόμετρο 740nm.



[6] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Τα αποτελέσματα από με τη μέθοδο Folin έδειξαν ότι η καλύτερη αναλογία για την ποσότητα σκόνης φύλλων cassia στο τελικό εκχύλισμα ήταν 0,1gr.

Έπειτα ακολούθησε η μέθοδος Frap για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας.

ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ FRAP

Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν: αντιδραστήριο TPTZ (2,4,6-tri(2-pyridyl)-s-triazine), δείγματα αραιωμένων 1:5 και αναραιωτών εκχυλισμάτων, σίδηρο(III) χλωρίδιο εξαγωνοϋδρικό (FeCl₃·6H₂O), μικροσωληνάρια, μικροπιπέτες, απιονισμένο νερό, vortex, υδατόλουτρο 37 °C, φασματοφωτόμετρο 620nm.

Οξικό ρυθμιστικό διάλυμα (acetate buffer) 300 mM, pH ≈ 3.6.

Διάλυμα Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) ως πρότυπο.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Αραιώση 1:5

Σε καθαρό σωληνάριο μικρής χωρητικότητας τοποθετούνται 50μL αραιωμένου εκχυλίσματος 1:5 και 50μL διαλύματος FeCl₃, τα δείγματα αναδεύονται με vortex για την καλύτερη ομογενοποίηση τους. Τα δείγματα επωάζονται σε υδατόλουτρο στους 37 °C για 30 λεπτά, μετά το πέρας της επώασης προστίθενται 900μL TRTZ το μείγμα αφήνεται για 5 λεπτά (αναμονή) και στη συνέχεια αναδεύεται με vortex. Η απορρόφηση του τελικού μείγματος μετρήθηκε στα 620 nm στο φασματοφωτόμετρο. Κάθε δείγμα αναλύθηκε τουλάχιστον τρεις φορές για να υπολογιστούν μέσος όρος και τυπική απόκλιση.

Την ίδια πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήσαμε και για το αναραίωτο δείγμα.

4.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Εργαστηριακοί δοκιμαστικοί σωλήνες

Ζυγαριά

Μίξερ/blender

Θερμόμετρο

Κατσαρολάκι

Υφασμάτινη σακούλα (τσαντίλα)

Μικρά αποστειρωμένα γυάλινα βαζάκια των 150 mL.

Μέθοδος	Εφαρμογή στο δείγμα	Σκοπός / Λειτουργία	Παρατηρήσεις
Εκχύλιση (τύπου έγχυμα)	Φύλλα <i>Cassia angustifolia</i>	Ανάκτηση υδατοδιαλυτών δραστικών ενώσεων	Θέρμανση σε κατσαρολάκι (~70–80°C για 10 min με διακεκομμένο βρασμό και συνεχή ανάδευση)
Φυγοκέντρηση	Ρόφημα αμυγδάλου	Διαχωρισμός στερεών υπολειμμάτων από το υγρό	10.000 rpm για 5 λεπτά
Μέθοδος Folin–Ciocalteu	Ρόφημα αμυγδάλου	Εκτίμηση της ολικής φαινολικής περιεκτικότητας (TPC)	Απορρόφηση στα 765 nm
FRAP (Ferric Reducing Ability)	Ρόφημα αμυγδάλου	Εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας	Απορρόφηση στα 593 nm

(2), (3), (4), (5)

4.2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

Αποξηραμένα φύλλα *Cassia angustifolia* σε σκόνη

Αμύγδαλα ωμά με την φλούδα (μουλιασμένα)

Πόσιμο νερό

4.2.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΡΟΦΗΜΑΤΟΣ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ

Για την παρασκευή του ροφήματος αμυγδάλου, 500gr ωμά αμυγδάλων με φλούδα τοποθετήθηκαν σε πόσιμο νερό και αφέθηκαν για 24h εντός ψυγείου, προκειμένου να ενυδατωθούν. Στην συνέχεια, 100gr μουλιασμένων αμυγδάλων ομοιογενοποιήθηκαν με 200ml πόσιμου νερού σε οικιακό μπλέντερ. Το μίγμα διηθήθηκε μέσω υφασμάτινου φίλτρου (τσαντίλα), προκειμένου να απομακρυνθούν τα στερεά υπολείμματα και να ληφθεί το τελικό ρόφημα αμυγδάλου.



[7] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Από το τελικό προϊόν συλλέχθηκε δείγμα, στο οποίο εφαρμόστηκε φυγοκέντρωση στις 10.000 rpm για 5 λεπτά. Σκοπός της φυγοκέντρωσης ήταν η απομάκρυνση των υπολειμμάτων και η λήψη καθαρού υπερκείμενου υγρού για περαιτέρω αναλύσεις.



[8] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα



[9] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Ακολούθως εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin για τον προσδιορισμό της ολικής φαινολικής περιεκτικότητας, με αναλογία αραίωσης 1:10.

Για την ενσωμάτωση του εκχυλίσματος *Cassia angustifolia* στο τελικό προϊόν, το νερό αντικαταστάθηκε από 200ml εκχυλίσματος. Έτσι η τελική αναλογία για το ρόφημα ήταν 100gr αμυγδάλων προς 200ml (0,2g φύλλων cassia) εκχυλίσματος *Cassia angustifolia*.

4.3. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των σφαλμάτων κατά την εκτέλεση παρασκευής επιδορπίου μέχρι την δημιουργία του τελικού προϊόντος.

1ο ΣΦΑΛΜΑ

Η αρχική ιδέα ήταν να παραχθεί ένα επιδόρπιο το οποίο θα έχει σαν βάση ρόφημα αμυγδαλού, γιαούρτι και εκχύλισμα από το φυτό *cassia angustifolia*. Ξεκίνησε η παρασκευή

επιδορπίου με τρία δείγματα ροφήματος αμυγδάλου στα οποία προστέθηκαν διαφορετικές ποσότητες γιαουρτιού.

A1	100ml ρόφημα αμυγδάλου	100gr σταγγιστό φάγε 2%
A2	140ml ρόφημα αμυγδάλου	50gr αγελαδινό δοδώνη
A3	100ml ρόφημα αμυγδάλου	50gr πρόβειο ροδόπη

Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί τύποι γιαουρτιού και διαφορετικές ποσότητες ήταν για να βρεθεί η σωστή αναλογία και το σωστό ταίριασμα ανάμεσα σε ρόφημα αμυγδάλου και γιαούρτι.

Το ρόφημα αμυγδάλου τοποθετήθηκε σε οικιακό κατσαρολάκι και θερμάνθηκε στους ~80 °C και παρέμεινε για 15 λεπτά για να παστεριωθεί , έπειτα αποσύρθηκε από την εστία και παρακολουθήθηκε η πτώση της θερμοκρασίας μέχρι τους 40 °C με την βοήθεια ενός θερμόμετρου. Στην συνέχεια προστέθηκαν οι ποσότητες γιαουρτιού , αναδεύτηκαν και τοποθετήθηκαν σε αποστειρωμένα γυάλινα βαζάκια των 150ml. Αποθήκευση σε σκιερό μέρος σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες και μετά τοποθετήθηκαν σε ψυγείο.



[10] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

ΤΥΠΟΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ	ΧΡΩΜΑ	ΥΦΗ	ΓΕΥΣΗ	ΜΥΡΩΔΙΑ
ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΟ 2%	Ανοιχτό μπέζ	Έπηξε	Αμύγδαλο και γιαούρτι	Αμύγδαλο υ και γιαουρτιό
ΑΓΕΛΑΔΙΝΟ	Ανοιχτό μπέζ	Κομμένο , νερουλό	Καθόλου γεύση αμυγδάλου	Τίποτα
ΠΡΟΒΕΙΟ	Ανοιχτό μπέζ προς λευκό	Κομμένο	Χαρακτηριστική γεύση πρόβειου	Ξινή

Για σταγγιστό 2%

ΘΕΤΙΚΑ: έχει ικανοποιητικό χρώμα , έβγαζε σε γεύση το αμύγδαλο.

ΑΡΝΗΤΙΚΑ: ο λόγος που έπηξε ήταν γιατί προστέθηκε μεγάλη ποσότητα γιαουρτιού.

Για αγελαδινό :

ΘΕΤΙΚΑ: Δεν είχε.

ΑΡΝΗΤΙΚΑ: Ήταν κομμένο , δεν είχε καθόλου γεύση και μυρωδιά από το αμύγδαλο.

Για πρόβειο

ΘΕΤΙΚΑ: Θύμιζε σε μυρωδιά γιαουρτάκι φράουλα.

ΑΡΝΗΤΙΚΑ: Μεγάλη ποσότητα γιαουρτιού , κομμένη υφή και μυρωδιά ξινή.

2ο ΣΦΑΛΜΑ

Μετά τον οργανοληπτικό έλεγχο διαπιστώθηκε ότι τα καλύτερα αποτελέσματα ήταν αυτά με το στραγγιστό γιαούρτι απλά στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε μεγάλη ποσότητα γιαουρτιού. Αυτή την φορά ακολούθησε η ίδια διαδικασία αλλά με διαφορετική ποσότητα γιαουρτιού περίπου μισό κουταλάκι του γλυκού και διαφορετικούς χρόνους όσο αφορά τον βρασμό του ροφήματος στους 80 °C για 5, 10, και 15 λεπτά. Τα νέα παρασκευάσματα τοποθετήθηκαν σε εργαστηριακό επωαστικό κλίβανο στους ~37 °C για 24 ώρες.



[11] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Μετά από 24 ώρες τα δείγματα αφαιρέθηκαν από τον κλίβανο, κανένα από τα δείγματα δεν έπηξε καθώς είχε αναπτυχθεί μούχλα τόσο στην επιφάνεια του προϊόντος αλλά και στο καπάκι.

3ο ΣΦΑΛΜΑ

Μετά από τις συνεχείς προσπάθειες για την παρασκευή επιδορπίου με την προσθήκη γιαουρτιού διαπιστώθηκε ότι χρειάζεται έναν πτητικό παράγοντα για να βοηθήσει στην πήξη και σταθεροποίηση του προϊόντος. Παρασκευάστηκαν δύο δείγματα : (1) 100ml ροφήματος αμυγδάλου έβρασαν στους 80 °C για 10 λεπτά έπειτα η θερμοκρασία έπεσε στους 40 °C και προστέθηκαν 50ml κρύου ροφήματος αμυγδάλου όπου είχαν διαλυθεί 20gr νισεστέ και μια κουταλιά του γλυκού στραγγιστό γιαούρτι. (2) 100ml ροφήματος αμυγδάλου έβρασαν στους

80 °C για 10 λεπτά και προστέθηκαν 50ml κρύο ρόφημα αμυγδάλου όπου είχαν διαλυθεί 10gr νισεστέ. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν στο ψυγείο αφού κρύωσαν για την καλύτερη συντήρησή τους. Και τα δύο δείγματα σταθεροποιήθηκαν και έπηξαν, στο δείγμα (1) το ρόφημα αμυγδάλου και το γιαούρτι είχαν μια ωραία ισορροπία αλλά υπήρχε πολύ έντονη η γεύση του νισεστέ, στο δείγμα (2) υπήρχε έντονη γεύση και μυρωδιά από το ρόφημα αμυγδάλου και το νισεστέ ήταν σε καλύτερη ισορροπία σε σχέση με το δείγμα (1). Αποφασίστηκε να μειωθεί η ποσότητα του νισεστέ και να αφαιρεθεί πλήρως το γιαούρτι από τα συστατικά του επιδόρπιου διότι το δείγμα (2) ήταν αρκετά ικανοποιητικό, έτσι με την αφαίρεση του γιαουρτιού που αποτελεί ζωικό παράγοντα το προϊόν διαμορφώθηκε σε ένα πλήρως vegan προϊόν.

4ο ΣΦΑΛΜΑ

Για την ενσωμάτωση του εκχυλίσματος στο προϊόν παράχθηκαν δυο δείγματα: (1) 100ml ροφήματος αμυγδάλου έβρασαν στους 80 °C για 10 λεπτά και προστέθηκαν 50ml κρύο ρόφημα αμυγδάλου όπου είχαν διαλυθεί 8gr νισεστέ. Αφού υπήρχε έτοιμο το επιδόρπιο προστέθηκε μικρή ποσότητα εκχυλίσματος από το φυτό *cassia angustifolia* και ακολούθησε συνεχής ανάδευση. Προστέθηκαν περίπου 10 κουταλιές της σούπας. Παρατηρήθηκε διαχωρισμός των υλικών μέσα στο γυάλινο βαζάκι. (2) Για την παρασκευή ροφήματος αμυγδάλου τοποθετήθηκαν 100gr αμύγδαλα και 200ml εκχύλισμα σε μίξερ, το ρόφημα πέρασε από τσαντίλα για να διαχωριστούν τα υπολείμματα αμύγδαλου και να παρθεί ένα 'καθαρό' ρόφημα, στην συνέχεια 100ml ροφήματος αμυγδάλου έβρασαν στους 80 °C για 10 λεπτά και προστέθηκαν 50ml κρύο ρόφημα αμυγδάλου όπου είχαν διαλυθεί 8gr νισεστέ. Το δείγμα (2) ήταν και το καλύτερο αποτέλεσμα και το τελικό προϊόν.

Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας παραγωγής του τελικού προϊόντος.

Σε οικιακό σκεύος θερμάνθηκαν 100ml ροφήματος αμυγδάλου στους ~80 °C. Στα υπόλοιπα 50ml του ροφήματος, προστέθηκαν 8 g νισεστέ, και το μείγμα αναδεύτηκε μέχρι την πλήρη διάλυσή του. Στο μείγμα προστέθηκαν 5 g σιρόπι αγαύης και μία πρέζα αλάτι. Μετά από λίγα λεπτά ανάδευσης και συνεχόμενης θέρμανσης, το προϊόν πήρε την υφή κρέμας, αποκτώντας παχύρρευστη σύσταση.



[12] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

Το τελικό προϊόν τοποθετήθηκε σε αποστειρωμένα γυάλινα δοχεία χωρητικότητας 150 ml και ψύχθηκε στο ψυγείο για συντήρηση.



[13] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα

5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Για την αξιολόγηση των αισθητηριακών χαρακτηριστικών του φυτικού επιδορπίου πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος με τη συμμετοχή 20 ατόμων. Σε κάθε μέλος δόθηκαν δύο δείγματα σε ίση ποσότητα: το πρώτο αφορούσε το επιδόρπιο με βάση το ρόφημα αμυγδαλού χωρίς εκχύλισμα *Cassia angustifolia* , ενώ το δεύτερο περιείχε το ίδιο επιδόρπιο με προσθήκη εκχυλίσματος *Cassia angustifolia* .

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν κάθε δείγμα με βάση συγκεκριμένα οργανοληπτικά κριτήρια (γεύση, άρωμα, χρώμα, υφή, εμφάνιση, συνολική αποδοχή κ.ά.), χρησιμοποιώντας δεκαβάθμια κλίμακα (1 = καθόλου ικανοποιητικό, 10 = εξαιρετικά ικανοποιητικό). Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης καταγράφηκαν, υπολογίστηκε ο μέσος όρος κάθε παραμέτρου για τα δύο δείγματα, και παρουσιάζονται παρακάτω.

1. Γεύση — Πόσο ευχάριστη είναι η γεύση του επιδορπίου;
 - A (χωρίς εκχύλισμα): 7.8
 - B (με εκχύλισμα): 7.4
2. Άρωμα (ένταση) — Πόσο έντονο είναι το άρωμα του επιδορπίου;
 - A: 7.0
 - B: 7.5
3. Άρωμα (ευχαρίστηση) — Πόσο ευχάριστο είναι το άρωμα;
 - A: 7.2
 - B: 7.3
4. Χρώμα — Πόσο ελκυστικό είναι το χρώμα του επιδορπίου;
 - A: 7.5
 - B: 7.4
5. Γλυκύτητα — Πόσο ισορροπημένη είναι η γλυκύτητα;
 - A: 7.0
 - B: 6.9
6. Επίγευση — Πόσο ευχάριστη είναι η επίγευση του επιδορπίου;
 - A: 6.7

- B: 7.8
- 7. Εμφάνιση — Πόσο ελκυστική είναι η γενική εμφάνιση;
 - A: 7.6
 - B: 7.3
- 8. Υφή — Πόσο ευχάριστη είναι η υφή στο στόμα;
 - A: 7.4
 - B: 7.2
- 9. Κρεμώδης υφή — Πόσο κρεμώδης είναι η υφή;
 - A: 7.1
 - B: 6.9
- 10. Συνολική ικανοποίηση — Πόσο ικανοποιημένοι είστε συνολικά;
 - A: 7.6
 - B: 7.2

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

- Οι μέσοι όροι δείχνουν ότι το δείγμα με εκχύλισμα *Cassia angustifolia* παρουσίασε ελαφρώς υψηλότερη ένταση/ευχαρίστηση αρώματος σε σχέση με τον έλεγχο, πιθανά λόγω οσφρητικών χαρακτηριστικών του εκχυλίσματος.
- Η επίγευση αξιολογήθηκε σε υψηλά επίπεδα και για τα δύο δείγματα (>7), χωρίς σημαντικές διαφορές.
- Το δείγμα με εκχύλισμα έλαβε ελαφρώς χαμηλότερες τιμές σε γεύση, υφή και συνολική ικανοποίηση, γεγονός που μπορεί να οφείλεται σε χαρακτηριστικά του εκχυλίσματος και στις προτιμήσεις των δοκιμαστών.

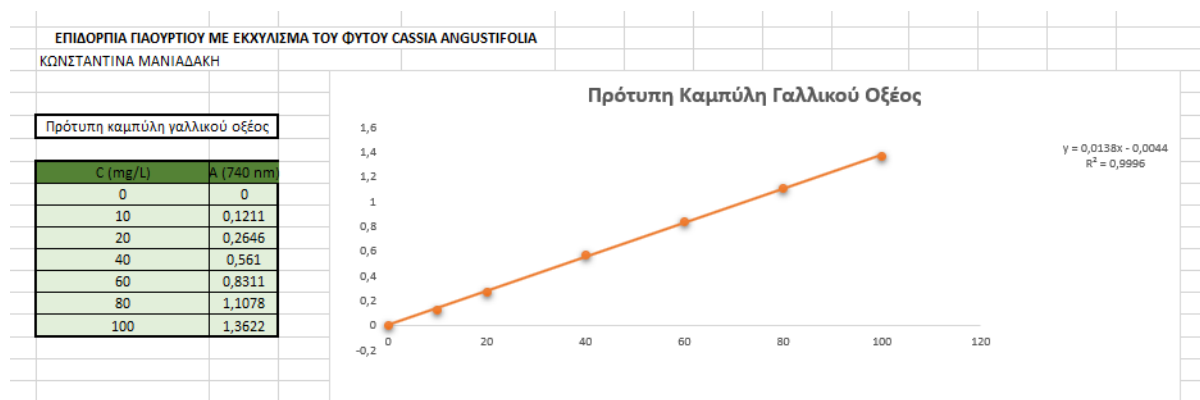
6.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις πειραματικές διαδικασίες της μελέτης.

ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN ΚΑΙ FRAP

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν περιλαμβάνουν μετρήσεις της ολικής φαινολικής περιεκτικότητας με τη μέθοδο Folin–Ciocalteu, καθώς και της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο FRAP. Οι πίνακες και τα γραφήματα που παρατίθενται αποτυπώνουν τις τιμές που προέκυψαν για τα διαφορετικά δείγματα και τις συνθήκες εκχύλισης που εφαρμόστηκαν.

Η συζήτηση εστιάζει τόσο στη σύγκριση μεταξύ των δειγμάτων όσο και στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο ο χρόνος εκχύλισης, η αραίωση και η ποσότητα του φυτικού υλικού επηρέασαν τα αποτελέσματα. Επιπλέον, επιχειρείται η συσχέτιση των πειραματικών δεδομένων με βιβλιογραφικά ευρήματα, ώστε να τεκμηριωθούν οι παρατηρήσεις και να αναδειχθούν πιθανά πλεονεκτήματα και περιορισμοί της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε.



[14] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα μέσω εφαρμογής excel

Η συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων στα δείγματα υπολογίστηκε με βάση την πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος (εξίσωση: $Abs = 0,0138 \cdot C - 0,0044$, $R^2 = 0,9996$). Η συγκέντρωση σε mg/L προσδιορίστηκε από την αντίστροφη εξίσωση $C = (Abs + 0,0044) / 0,0138$. Στη συνέχεια, τα mg/L μετατράπηκαν σε mg GAE ανά g δείγματος σύμφωνα με τον τύπο:

$$mg \text{ GAE/g} = \frac{C \left(\frac{mg}{L} \right) \times V \text{ ανάλυσης (L)} \times \text{dilution}}{m \text{ δείγματος (g)}}$$

Για παράδειγμα, με $Abs = 0,4139$ (δείγμα A5), προκύπτει $C \approx 30,33$ mg/L και τελικό αποτέλεσμα $\approx 37,9$ mg GAE/g (με $V = 0,01$ L, $\text{dilution} = 20$, $m = 0,16$ g). Όλες οι μετρήσεις εκτελέστηκαν σε τριπλό ($n = 3$) και παρουσιάζονται ως μέσος όρος $\pm$ SD.

Δείγματα	Όγκος διαλύτη (L)	m δείγματος (gr)	ABS	x	Dilution	Ctp	Υtp (mg/g)	M.O	T.A	ΕΧΟΜΕΝΟΣ ΒΡΑΣΙΜΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΡΑΙΩΣΗ
A1	0,01	0,16	0,1929	14,2971	20	285,9420	17,8714	17,76	0,10	A1 3min
	0,01	0,16	0,1906	14,1304	20	282,6087	17,6630			A3 6min
	0,01	0,16	0,1915	14,1957	20	283,9130	17,7446			A4 9min
A2	0,01	0,16	0,2533	18,6739	20	373,4783	23,3424	24,27	0,98	ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΟΣ ΒΡΑΣΙΜΟΣ ΧΩΡΙΣ ΑΡΑΙΩΣΗ
	0,01	0,16	0,2625	19,3406	20	386,8116	24,1757			A2 5min
	0,01	0,16	0,2748	20,2319	20	404,6377	25,2899			A5 10min
A3	0,01	0,16	0,1991	14,7464	20	294,9275	18,4330	19,14	0,81	A6 15min
	0,01	0,16	0,2167	16,0217	20	320,4348	20,0272			ΡΟΦΗΜΑ ΑΜΥΓΔΑΛΟΥ 1:10
	0,01	0,16	0,205	15,1739	20	303,4783	18,9674			
A4	0,01	0,16	0,3527	25,8768	20	517,5362	32,3460	34,36	1,95	
	0,01	0,16	0,3958	29,0000	20	580,0000	36,2500			
	0,01	0,16	0,3763	27,5870	20	551,7391	34,4837			
A5	0,01	0,16	0,4139	30,3116	20	606,2319	37,8895	36,67	1,58	
	0,01	0,16	0,4067	29,7899	20	595,7971	37,2373			
	0,01	0,16	0,3807	27,9058	20	558,1159	34,8822			
A6	0,01	0,16	0,2552	18,8116	20	376,2319	23,5145	24,91	1,22	
	0,01	0,16	0,2769	20,384	20	407,6812	25,4801			
	0,01	0,16	0,2798	20,5942	20	411,8841	25,7428			
B1	0,01	1,003	0,328	24,0870	20	481,7391	4,8030	5,03	0,20	
	0,01	1,003	0,3508	25,7391	20	514,7826	5,1324			
	0,01	1,003	0,3525	25,8623	20	517,2464	5,1570			

[15] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα μέσω εφαρμογής excel

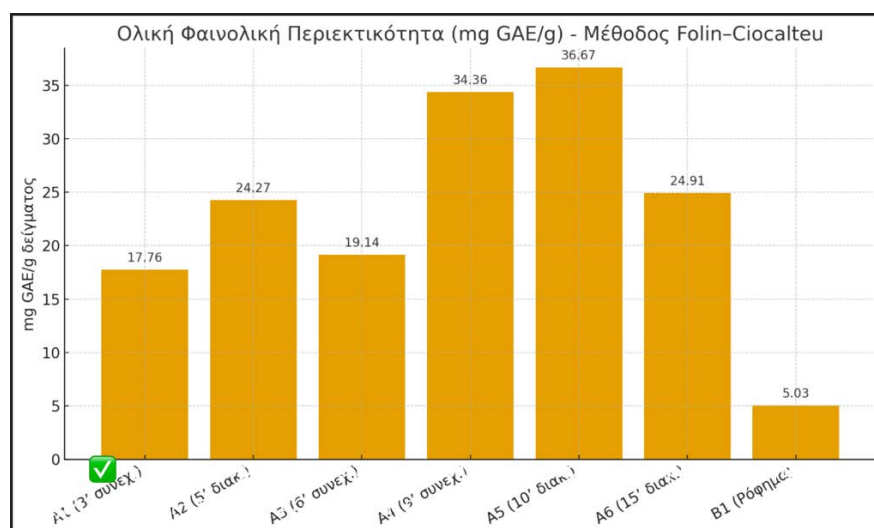
Στον πίνακα παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις ολικών φαινολικών ενώσεων (TPC), όπως προέκυψαν από τη μέθοδο Folin–Ciocalteu, για τα εκχυλίσματα *Cassia angustifolia* τα οποία παρασκευάστηκαν με διαφορετικές συνθήκες βρασμού, καθώς και για το ρόφημα αμυγδαλού (δείγμα B1). Όλα τα δείγματα εξετάστηκαν χωρίς αραιώση, εκτός από το B1, το οποίο αναλύθηκε με αραιώση 1:10.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η περιεκτικότητα σε φαινολικά επηρεάζεται σημαντικά από τη διάρκεια και τον τρόπο βρασμού. Στον συνεχόμενο βρασμό, η περιεκτικότητα κυμάνθηκε από 17,76 mg GAE/g (A1, 3 λεπτά) έως 34,36 mg GAE/g (A4, 9 λεπτά), με την υψηλότερη τιμή να παρατηρείται στο δείγμα A4. Στον διακεκομμένο βρασμό, οι τιμές κυμάνθηκαν από 24,27 mg GAE/g (A2, 5 λεπτά) έως 36,67 mg GAE/g (A5, 10 λεπτά), με την υψηλότερη τιμή να καταγράφεται στο δείγμα A5. Αντίθετα, στο δείγμα A6 (15 λεπτά διακεκομένου βρασμού) παρατηρήθηκε μείωση (24,91 mg GAE/g), γεγονός που πιθανόν οφείλεται σε αποικοδόμηση ορισμένων φαινολικών συστατικών λόγω παρατεταμένης θερμικής κατεργασίας.

Με βάση τα αποτελέσματα, η βέλτιστη εκχύλιση επιτεύχθηκε στο δείγμα A5 (10 λεπτά διακεκομένου βρασμού, 36,67 mg GAE/g), το οποίο εμφάνισε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικά φαινολικά. Το εύρημα αυτό δείχνει ότι ο συνδυασμός εναλλασσόμενης θέρμανσης και κατάλληλης διάρκειας (10 λεπτά) ευνοεί την εκχύλιση και αποδέσμευση των φαινολικών ενώσεων από το φυτικό υλικό.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι το ρόφημα αμυγδάλου (B1) εμφάνισε τιμές της τάξης των 5,03 mg GAE/g, χαμηλότερες συγκριτικά με τα εκχυλίσματα *Cassia angustifolia*. Αυτό καταδεικνύει ότι το ίδιο το ρόφημα αμυγδάλου περιέχει φαινολικά συστατικά, ωστόσο σε μικρότερη συγκέντρωση από τα εκχυλίσματα του φυτού, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σημασία της ενσωμάτωσης του εκχυλίσματος στο τελικό προϊόν για την ενίσχυση της βιοδραστικότητάς του.

Συμπερασματικά, τα δεδομένα δείχνουν ότι η εκχύλιση των φύλλων *Cassia angustifolia* είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική με διακεκομμένο βρασμό διάρκειας 10 λεπτών, ενώ μεγαλύτερος χρόνος μπορεί να οδηγήσει σε μερική απώλεια των φαινολικών συστατικών.



[16] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα μέσω εφαρμογής excel

ο γράφημα δείχνει καθαρά ότι:

- Η υψηλότερη τιμή καταγράφεται στο **A5** (10' διακεκομμένου βρασμού, 36,67 mg GAE/g).
- Υπάρχει μείωση στο **A6** (15' διακεκομμένου βρασμού), κάτι που δείχνει πιθανή αποικοδόμηση φαινολικών με την παρατεταμένη θέρμανση.
- Το ρόφημα αμυγδάλου (**B1**) έχει σαφώς χαμηλότερη περιεκτικότητα (5,03 mg GAE/g), γεγονός που εξηγεί γιατί η ενσωμάτωση του εκχυλίσματος βελτιώνει τη βιοδραστική του αξία.

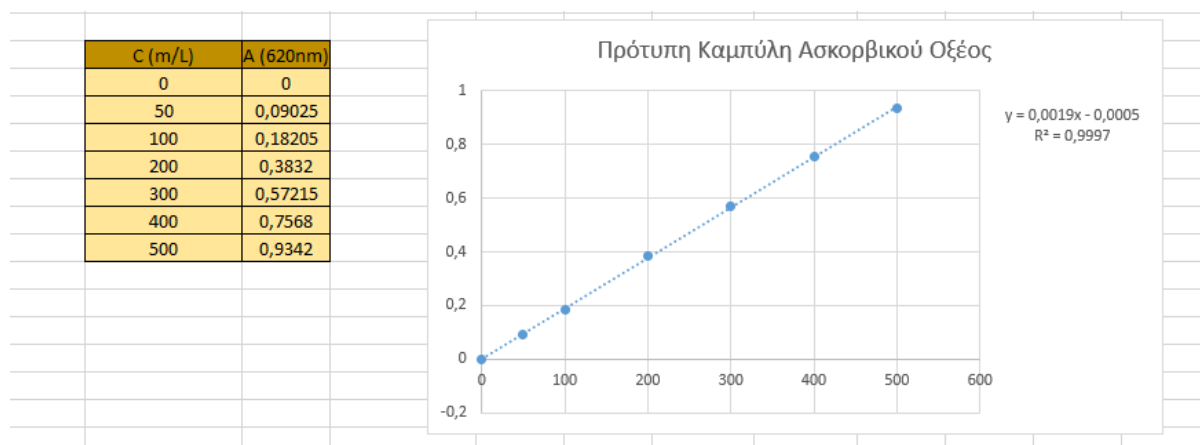
A1	0,01	0,1004	0,2733	20,1232	1	20,1232	2,0043	2,11	0,10	ΔΙΑΚΕΚΟΜΜΕΝΟΣ ΒΡΑΣΙΜΟΣ ΣΤΑ 10min		
	0,01	0,1004	0,2954	21,725	1	21,7246	2,1638			A1 ΑΝΑΡΑΙΩΤΟ		
	0,01	0,1004	0,2969	21,8333	1	21,8333	2,1746			A2 1:5		
A2	0,01	0,2526	0,1302	9,7536	5	48,7681	1,9306	2,04	0,12	A3 1:5		
	0,01	0,2526	0,1366	10,2174	5	51,0870	2,0224			A4 1:10		
	0,01	0,2526	0,1466	10,9420	5	54,7101	2,1659					
A3	0,01	0,5004	0,2124	15,7101	5	78,5507	1,5698	1,72	0,13			
	0,01	0,5004	0,2430	17,928	5	89,6377	1,7913					
	0,01	0,5004	0,2422	17,8696	5	89,3478	1,7855					
A4	0,01	1,0182	0,2131	15,7609	10	157,6087	1,5479	1,50	0,05			
	0,01	1,0182	0,1996	14,7826	10	147,8261	1,4518					
	0,01	1,0182	0,2079	15,3841	10	153,8406	1,5109					

[17] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα μέσω εφαρμογής excel

Στον πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές ολικής φαινολικής περιεκτικότητας (TPC) όπως προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο Folin–Ciocalteu για εκχυλίσματα *Cassia angustifolia* που παρασκευάστηκαν με διακεκομμένο βρασμό διάρκειας 10 λεπτών και διαφορετικές ποσότητες φυτικών φύλλων.

Το δείγμα A1 (αναραίωτο) εμφάνισε μέση τιμή περίπου 2,11 mg GAE/g, αποτελώντας το σημείο αναφοράς. Η αύξηση της ποσότητας φύλλων (A2 και A3, αναλογίες 1:5) δεν οδήγησε σε σημαντική βελτίωση, με τις τιμές να κυμαίνονται γύρω στα 2,04–1,79 mg GAE/g, δηλαδή ελαφρώς χαμηλότερες από το A1. Αντίθετα, το A4 (αναλογία 1:10) κατέγραψε ακόμη χαμηλότερη τιμή (1,50 mg GAE/g), υποδηλώνοντας ότι η υπερβολική συγκέντρωση φύλλων δεν βελτιώνει την εκχύλιση φαινολικών ενώσεων.

Συνεπώς, η βέλτιστη ποσότητα για εκχύλιση φαινολικών με διακεκομμένο βρασμό στα 10 λεπτά φαίνεται να είναι εκείνη του A1 (αναραίωτο δείγμα), όπου επιτυγχάνεται η υψηλότερη συγκέντρωση σε φαινολικά. Η μείωση που παρατηρείται στα δείγματα με περισσότερα φύλλα μπορεί να αποδοθεί σε φαινόμενα κορεσμού ή σε δυσκολία αποδέσμευσης των φαινολικών λόγω αυξημένου φυτικού υπολείμματος.



[18] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα μέσω εφαρμογής excel

Η πρότυπη καμπύλη ασκορβικού οξέος έδειξε εξαιρετική γραμμικότητα ($y = 0,0019x - 0,0005$, $R^2 = 0,9997$), γεγονός που επιβεβαιώνει την αξιοπιστία της μεθόδου στο εύρος συγκεντρώσεων 0–500 mg/L. Οι συγκεντρώσεις των δειγμάτων υπολογίστηκαν από την εξίσωση της καμπύλης και εκφράστηκαν σε mg/L. Στη συνέχεια, μετατράπηκαν σε μmol ισοδυνάμων ασκορβικού οξέος ανά g δείγματος, λαμβάνοντας υπόψη τον όγκο εκχύλισης, τον παράγοντα αραίωσης και τη μάζα του δείγματος. Για παράδειγμα, με $\text{Abs} = 0,3087$ προκύπτει $C \approx 162,7 \text{ mg/L}$, που αντιστοιχεί σε περίπου 3,25 mg/g ή 18,5 μmol ισοδυνάμων ασκορβικού οξέος ανά g δείγματος.

FRAP 1:5 ΑΡΑΙΩΣΗ											
Δείγματα	Όγκος διαλύτη (L)	Dilution	m δείγματος (gr)	ABS	x	*Dilution	Pr ($\mu\text{mol/g}$)	M.O	T.A		
A1 I	0,01	5	0,1004	0,0067	3,7895	18,9474	1,89	5,18	4,74		
A1 II	0,01	5	0,1004	0,0111	6,1053	30,5263	3,04				
A1 III	0,01	5	0,1004	0,04	21,3158	106,5789	10,62				
A2 I	0,01	5	0,2526	0,0266	14,2632	71,3158	2,82	3,27	0,58		
A2 II	0,01	5	0,2526	0,0289	15,4737	77,3684	3,06				
A2 III	0,01	5	0,2526	0,0372	19,8421	99,2105	3,93				
A3 I	0,01	5	0,5004	0,0544	28,8947	144,4737	2,89	3,43	0,49		
A3 II	0,01	5	0,5004	0,0676	35,8421	179,2105	3,58				
A3 III	0,01	5	0,5004	0,0723	38,3158	191,5789	3,83				
A4 I	0,01	5	1,0182	0,0969	51,2632	256,3158	2,52	2,81	0,27		
A4 II	0,01	5	1,0182	0,1105	58,4211	292,1053	2,87				
A4 III	0,01	5	1,0182	0,1177	62,2105	311,0526	3,05				

[19] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα μέσω εφαρμογής excel

Έγιναν τριπλές μετρήσεις για κάθε δείγμα (A1-A4), και υπολογίστηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση. Οι τιμές εκφράζονται σε μmol Trolox ισοδύναμα ανά g δείγματος ($\mu\text{mol TE/g}$).

Δείγμα A1 (M.O. = 5,18 $\mu\text{mol TE/g}$, T.A. = 4,74)

Παρουσιάζει σχετικά χαμηλή τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας.

Δείγμα A2 (M.O. = 3,27 $\mu\text{mol TE/g}$, T.A. = 0,58)

Ελαφρώς χαμηλότερο από το A1.

Δείγμα A3 (M.O. = 3,43 $\mu\text{mol TE/g}$, T.A. = 0,49)

Παρόμοιο με το A2 σε τιμή.

Δείγμα A4 (M.O. = 2,81 $\mu\text{mol TE/g}$, T.A. = 0,27)

Το χαμηλότερο από όλα τα δείγματα.

- Το **A1** φαίνεται να έχει την υψηλότερη μέση τιμή, αλλά λόγω της μεγάλης διασποράς (T.A. = 4,74) η αξιοπιστία του είναι χαμηλή.
- Τα **A2 και A3** εμφανίζουν σταθερά και παρόμοια επίπεδα αντιοξειδωτικής ικανότητας.
- Το **A4** έχει τη χαμηλότερη αντιοξειδωτική ικανότητα, αλλά με καλή επαναληψιμότητα.
- Η συνολική τάση δείχνει ότι, με αραιώση 1:5, οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ ~2,8 και ~5,2 $\mu\text{mol TE/g}$, δηλαδή σε σχετικά μέτρια επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης.

FRAP Αναραιωτο	Δείγματα	Όγκος διαλύτη (L)	Dilution	m δείγματος (gr)	ABS	x	*Dilution	Pr ($\mu\text{mol/g}$)	M.O	T.A
	A1I	0,01	1	0,1004	0,0643	34,1053	34,1053	3,40	3,70	0,26
	A1II	0,01	1	0,1004	0,0721	38,2105	38,2105	3,81		
	A1III	0,01	1	0,1004	0,0737	39,0526	39,0526	3,89		
	A2I	0,01	1	0,2526	0,1538	81,2105	81,2105	3,21	3,53	0,28
	A2II	0,01	1	0,2526	0,1783	94,1053	94,1053	3,73		
	A2III	0,01	1	0,2526	0,1747	92,2105	92,2105	3,65		
	A3I	0,01	1	0,5004	0,2848	150,1579	150,1579	3,00	3,20	0,18
	A3II	0,01	1	0,5004	0,3087	162,7368	162,7368	3,25		
	A3III	0,01	1	0,5004	0,3175	167,3684	167,3684	3,34		
	A4I	0,01	1	1,0182	0,4369	230,2105	230,2105	2,26	2,37	0,09
	A4II	0,01	1	1,0182	0,4684	246,7895	246,7895	2,42		
	A4III	0,01	1	1,0182	0,4679	246,5263	246,5263	2,42		

[20] Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα μέσω εφαρμογής excel

Στον πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων *Cassia angustifolia* όπως υπολογίστηκαν με τη μέθοδο FRAP . Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε μmol ισοδυνάμων Trolox ανά g δείγματος ($\mu\text{mol TE/g}$).

Οι μέσοι όροι που προέκυψαν ήταν:

- **A1 (0,1004 g δείγματος): 3,70 $\mu\text{mol TE/g}$**
- **A2 (0,2526 g δείγματος): 3,53 $\mu\text{mol TE/g}$**
- **A3 (0,5004 g δείγματος): 3,20 $\mu\text{mol TE/g}$**
- **A4 (1,0182 g δείγματος): 2,37 $\mu\text{mol TE/g}$**

Παρατηρείται ότι η υψηλότερη τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας καταγράφηκε στο **A1** (3,70 $\mu\text{mol TE/g}$), ενώ η χαμηλότερη στο **A4** (2,37 $\mu\text{mol TE/g}$). Με την αύξηση της ποσότητας των φύλλων στο δείγμα, η τιμή FRAP μειώνεται προοδευτικά.

Όταν αυξάνεται η ποσότητα των φύλλων η τιμή FRAP μειώνεται και αυτό μπορεί να οφείλεται σε φαινόμενο κορεσμού του εκχυλιστικού μέσου επειδή αυξάνεται η ποσότητα φυτικού υλικού και δεν υπάρχει μεγάλη αποδέσμευση φαινολικών ή άλλων αναγωγικών ενώσεων. Η πιθανή συσσώρευση μη διαλυτών συστατικών επηρεάζουν την απόδοση της

εκχύλισης όπως επίσης λόγω των αυξημένων στερεών καταλοίπων στο δείγμα να υπάρχει πιθανή παρέμβαση στην απορρόφηση.

Με βάση τα δεδομένα, η βέλτιστη ποσότητα φυτικού υλικού για την εκχύλιση υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες φαίνεται να είναι η μικρότερη (A1, ~0,1 g), καθώς προσφέρει τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική απόδοση ανά g δείγματος. Η αύξηση της ποσότητας πέραν αυτού του σημείου δεν συνεπάγεται αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, αλλά αντιθέτως οδηγεί σε μείωση.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εκχύλιση μικρότερης ποσότητας φύλλων είναι πιο αποδοτική ως προς την αναγωγική ικανότητα που μετρά η μέθοδος FRAP, επιβεβαιώνοντας την ανάγκη για βέλτιστη αναλογία φυτικού υλικού προς διαλύτη.

ΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΕΠΙΔΟΡΠΙΟ ΚΑΤΑΤΑΣΣΕΤΕ ΣΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Το φυτικό επιδόρπιο μπορεί να θεωρηθεί λειτουργικό τρόφιμο διότι το ρόφημα αμυγδάλου είναι φυσική πηγή φυτικών πρωτεϊνών, ακόρεστων λιπαρών και μετάλλων, χρησιμοποιείται ευρέως σε δίαιτες χωρίς λακτόζη, vegan και σε άτομα με αλλεργία στο αγελαδινό γάλα και συσχετίζεται με οφέλη στη ρύθμιση λιπιδίων αίματος και μείωση καρδιαγγειακού κινδύνου. Όσο αφορά το εκχύλισμα από αποξηραμένα φύλλα *cassia angustifolia* περιέχουν σεννοσίδες (A,B,C,D,G), φαινολικά και φλαβονοειδή.

Η ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων απαιτεί επιστημονική τεκμηρίωση της δράσης των συστατικών τους. Οι πολυφαινόλες, οι οποίες εντοπίζονται σε εκχυλίσματα φυτών όπως η *Cassia angustifolia*, συνδέονται άμεσα με αντιφλεγμονώδη δράση, προστατεύοντας τον οργανισμό από οξειδωτικό στρες και εκφυλιστικές νόσους (6) Παράλληλα, τα σεννοσίδια που περιέχει η *Cassia* είναι γνωστά για την ήπια καθαρτική τους επίδραση, γεγονός που προσδίδει στο τελικό προϊόν και λειτουργικό χαρακτήρα στο γαστρεντερικό σύστημα.

Με βάση τα παραπάνω, το φυτικό επιδόρπιο που αναπτύχθηκε με ρόφημα αμυγδάλου και εκχύλισμα *Cassia angustifolia* δύναται να χαρακτηριστεί ως **υποψήφιο λειτουργικό τρόφιμο**. Η υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα που μετρήθηκε με τις μεθόδους Folin και FRAP, σε συνδυασμό με την καθαρτική δράση των σεννοσιδίων, καθιστούν το προϊόν ιδιαίτερα ελκυστικό για τον σύγχρονο καταναλωτή που αναζητά φυσικά και φυτικά τρόφιμα με προστιθέμενη αξία υγείας.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΗΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Μέθοδος εκχύλισης	Περιγραφή	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Καταλληλότητα για την παρούσα εργασία
Έγχυση / Διακεκομμένο	Το φυτικό υλικό εκχυλίζεται	Απλή, οικονομική, χωρίς χρήση	Χαμηλότερη εκλεκτικότητα σε σχέση με	Χρησιμοποιήθηκε στην εργασία:

ς βρασμός (Infusion)	σε ζεστό νερό με αναδευση, παρόμοιο με παρασκευή τσαγιού.	τοξικών διαλυτών, αναπαράγει παραδοσιακή χρήση φυτών.	οργανικούς διαλύτες, πιθανή απώλεια θερμοευαίσθητων ενώσεων.	πρακτική, ασφαλής και κατάλληλη για τρόφιμο.
Soxhlet	Συνεχής εκχύλιση με οργανικούς διαλύτες σε ειδική συσκευή.	Υψηλή απόδοση εκχύλισης, πλήρης εκμετάλλευση δείγματος.	Απαιτεί τοξικούς διαλύτες, υψηλή θερμοκρασία, μακροχρόνια διαδικασία.	Όχι ιδανική για τρόφιμα, κατάλληλη για αναλυτικά εργαστήρια.
Εκχύλιση με Υπερήχους (UAE)	Χρήση υπερήχων για διάσπαση κυτταρικών τοιχωμάτων και απελευθέρωση συστατικών.	Γρήγορη, αυξάνει την απόδοση, μειώνει χρήση διαλυτών.	Απαιτεί ειδικό εξοπλισμό, δεν είναι πάντα εφικτή σε μικρές κλίμακες.	Θα μπορούσε να εφαρμοστεί, αλλά πιο δαπανηρή και όχι πρακτική.
Εκχύλιση με Μικροκύματα (MAE)	Χρήση μικροκυμάτων για ταχεία θέρμανση και εκχύλιση συστατικών.	Πολύ γρήγορη, μειώνει το χρόνο εκχύλισης, αποδοτική.	Υψηλό κόστος εξοπλισμού, πιθανή αποδόμηση ευαίσθητων ενώσεων.	Όχι κατάλληλη σε εργαστήριο χωρίς εξειδικευμένο εξοπλισμό.
Εκχύλιση με Υπερκρίσιμο CO₂	Χρήση υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα για εκχύλιση βιοδραστικών ενώσεων.	Οικολογική μέθοδος, χωρίς τοξικά υπολείμματα, υψηλή καθαρότητα.	Πολύ ακριβός εξοπλισμός, περίπλοκη διαδικασία.	Κατάλληλη για βιομηχανία, όχι για εργαστηριακό επίπεδο.

(7)

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πιο σύγχρονες και εξειδικευμένες μέθοδοι εκχύλισης, στην παρούσα εργασία επιλέχθηκε η μέθοδος της έγχυσης με διακεκομμένο βρασμό και συνεχή ανάδευση. Ο λόγος είναι ότι η συγκεκριμένη τεχνική είναι απλή, ασφαλής, οικονομική και εύκολα αναπαραγώγιμη, ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής τροφίμων χωρίς να απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό ή οργανικούς διαλύτες. Επιπλέον, η μέθοδος αυτή προσομοιάζει τον παραδοσιακό τρόπο κατανάλωσης φυτικών προϊόντων (όπως η παρασκευή αφεψημάτων), γεγονός που την καθιστά αντιπροσωπευτική και οικεία για τον καταναλωτή.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη ενός φυτικού επιδόρπιου με βάση το ρόφημα αμυγδάλου και εκχύλισμα φύλλων *Cassia angustifolia*, με στόχο τη διερεύνηση των αντιοξειδωτικών και πιθανών καθαρτικών ιδιοτήτων του. Τα αποτελέσματα από τις μεθόδους Folin–Ciocalteu και FRAP έδειξαν ότι η ενσωμάτωση του εκχυλίσματος αύξησε σημαντικά την ολική φαινολική περιεκτικότητα και την αντιοξειδωτική ικανότητα του προϊόντος, γεγονός που υπογραμμίζει τη συμβολή του στη βελτίωση της θρεπτικής και βιοδραστικής αξίας (28), (29). Παράλληλα, η γνωστή παρουσία σεννοσιδών στα φύλλα της *Cassia angustifolia* ενισχύει την πιθανότητα το τελικό προϊόν να παρουσιάζει ήπια καθαρτική δράση (12), (13).

Η οργανοληπτική αξιολόγηση από τους συμμετέχοντες κατέδειξε ότι το επιδόρπιο ήταν καταναλωτικά αποδεκτό, με μικρές διαφοροποιήσεις στη γεύση και την υφή σε σχέση με το προϊόν ελέγχου. Το εύρημα αυτό δείχνει ότι η προσθήκη φυτικών εκχυλισμάτων μπορεί να ενισχύσει τη λειτουργικότητα χωρίς να υποβαθμίζει την αποδοχή από τον καταναλωτή, στοιχείο κρίσιμο για την εμπορική αξιοποίηση (22), (23).

Σε σχέση με άλλες κατηγορίες λειτουργικών επιδορπίων που βασίζονται κυρίως σε προβιοτικά ή πρεβιοτικά, το παρόν προϊόν διαφοροποιείται καθώς ενσωματώνει φυσικά φυτοχημικά συστατικά, όπως πολυφαινόλες και σεννοσίδες, με συνδυασμένη αντιοξειδωτική και ήπια καθαρτική δράση (24). Η προσέγγιση αυτή συνάδει με τις σύγχρονες διατροφικές τάσεις που προκρίνουν φυτικά, βιώσιμα και υγιεινά τρόφιμα, προσφέροντας δυνατότητες αξιοποίησης σε καταναλωτές με δυσανεξία στη λακτόζη, αλλεργίες ή vegan διατροφή (19), (20).

Παρόλα αυτά, η παρούσα έρευνα περιορίστηκε σε εργαστηριακό επίπεδο και απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την αξιολόγηση της κλινικής αποτελεσματικότητας, της σταθερότητας και της ασφάλειας του προϊόντος. Συνολικά, το φυτικό επιδόρπιο που αναπτύχθηκε αναδεικνύεται σε μια καινοτόμα διατροφική πρόταση με πολυδιάστατη λειτουργικότητα, ικανή να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της σύγχρονης αγοράς τροφίμων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Mehrafarin A, Taherian N, Qavami N, Nickhah Basti A, Naghdi Badi H. A review on pharmacological and agronomical properties of Senna (*Cassia angustifolia* Vahl.). *J Med Plant*. 2012;11(42):1–12.
2. Dave H, Ledwani L. A review on anthraquinones isolated from *Cassia* species and their applications. *Indian J Nat Prod Resour*. 2012;3(3):291–319.
3. Mangmeesri P, Wongsuphasawat K, Gritsanapan W, Viseshsindh W. Laxative effectiveness of *cassia angustifolia* in thai constipated patients. *Thai J Pharm Sci*. 2013;38:268–70.
4. Selvaraj Y, Chander MS. SENNA-ITS CHEMISTRY, DISTRIBUTION AND PHARMACEUTICAL VALUE. *J Indian Inst Sci*. 1978;60(8):179.

5. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press.
6. Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270–278.
7. Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods used in medicinal plants: principles, strengths and limitations. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4(3), 196.
8. Y Savchuk, S Usatyuk, E Smirnova - 2015 - dspace.nuft.edu.ua
9. Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506–514.
10. Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8), 491–502.
11. Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9), 1021.
12. Borrelli, F., Capasso, R., Aviello, G., Pittler, M. H., Izzo, A. A. (2005). *Senna alexandrina* Mill. (*Cassia senna* L.): A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Phytotherapy Research*, 19(11), 881–886. <https://doi.org/10.1002/ptr.1785>
13. EMA (European Medicines Agency). (2017). *Assessment report on Senna alexandrina* Mill., *folium and fructus*. EMA/HMPC/201150/2012.
14. □ Rani, N., Sharma, A., & Dutt, R. (2012). Evaluation of antimicrobial potential of *Cassia angustifolia* Vahl. *Asian Journal of Plant Science & Research*, 2(2), 115–121.
15. □ Teschke, R., Wolff, A., Frenzel, C., Schulze, J., & Eickhoff, A. (2020). Herbal laxatives and hepatotoxicity: A critical review through the lenses of the updated RUCAM. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 122.
16. □ European Commission. (2013). *Regulation (EU) No 1308/2013 establishing a common organisation of the markets in agricultural products*.
17. □ Court of Justice of the European Union (CJEU). (2017). *Judgment in Case C-422/16: Verband Sozialer Wettbewerb eV v TofuTown.com GmbH*.
18. □ Mäkinen, O. E. et al. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349.
19. 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.
20. Jeske, S., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2018). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, 110, 42–51.
21. <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-vegan-dessert-market>

22. Beacom, S. (2021). *Consumer attitudes towards plant-based and sustainable food products: Market trends and behavioral insights*. Food Industry Journal, 34(2), 45–52.
23. Tachie, E., Mensah, E., Ofori, H., & Boateng, P. (2023). *Advances in plant-based food innovation: Functional properties, consumer trends and technological developments*. Journal of Food Science and Technology, 60(4), 1235–1248. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05555-1>
24. Martirosyan, D. M., & Singh, J. (2015). A new definition of functional food by FFC: What makes a new definition unique? *Functional Foods in Health and Disease*, 5(6), 209–223. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v5i6.183>
25. Mordor Intelligence. (2023). *Functional Foods and Beverages Market – Growth, Trends, and Forecasts (2022–2027)*. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com>
26. https://saudijournals.com/media/articles/SJBR_87_115-119.pdf
27. Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856. <https://doi.org/10.1021/jf030723c>
28. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
29. Anastasiadi, M. (2007). *Polyphenols: Natural sources, importance in health and disease, and their analysis*. (Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

1. <https://foodforhealth.gr/leksiko-diatrofis/gala-amygdalou/>
2. Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods used in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4(3), 196. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
Σχετική με την **εκχύλιση (τύπου έγχυμα)**.
3. Pedersen, J. A. (2002). A centrifugation-based method for partitioning colloids. *Environmental Science & Technology*, 36(17), 3605–3611. <https://doi.org/10.1021/es015849v>
Για τη **φυγοκέντρωση** και τη χρήση της για διαχωρισμό στερεών/υγρών.
4. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.
Κλασική πηγή για τη **μέθοδο Folin–Ciocalteu**.
5. 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(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
Η πρωτογενής αναφορά για τη **μέθοδο FRAP**.
6. Hill et al. (2014); Gibson et al. (2017); Markowiak & Śliżewska (2017). Πίνακας προβιοτικών, πρεβιοτικών και συμβιοτικών.
7. Azwanida (2015); Chemat et al. (2017). Πίνακας διαφορετικών μεθόδων εκχύλισης

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

1. <https://discover.hubpages.com/>
2. <https://discover.hubpages.com/>
3. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Αποξηραμένα φύλλα cassia angustifolia
4. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Δείγματα δύο διαφορετικών εκχυλισμάτων
5. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Δείγματα τεσσάρων διαφορετικών ποσοτήτων cassia angustifolia
6. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Δείγματα σε Erpendorf για τη μέθοδο Folin
7. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Οικιακό μίξερ με μουλιασμένα αμύγδαλα και νερό για την παραγωγή ροφήματος αμυγδάλου
8. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Φυγοκεντρίμενα δείγματα ροφήματος αμυγδάλου
9. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Δείγμα από ρόφημα αμυγδαλού
10. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Δείγματα επιδορπίων με διάφορα γιαούρτια
11. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Δείγματα επιδορπίων με στραγγιστό γιαούρτι
12. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Υφή τελικού προϊόντος
13. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Τελικό προϊόν
14. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος
15. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Πίνακας excel με μέθοδο Folin
16. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Διάγραμμα ολικής φαινολικής περιεκτικότητας με μέθοδο Folin
17. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Πίνακας excel με μέθοδο Folin
18. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Πρότυπη καμπύλη ασκορβικού οξέος
19. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Πίνακας excel με μέθοδο Frap 1:5 αραίωση
20. Δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα: Πίνακας excel με μέθοδο Frap αναραίωτο δείγμα