



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Φυσικά εκχυλίσματα ως πηγή πολυφαινολικών
αντιοξειδωτικών ενώσεων: χημική ανάλυση, βιοδραστικότητα
και ενσωμάτωση σε λειτουργικά τρόφιμα και προϊόντα
κοσμετολογίας υψηλής προστιθέμενης αξίας**

**Natural extracts as a source of polyphenolic antioxidant compounds: chemical analysis,
bioactivity and incorporation into functional foods and high value-added cosmetology
products**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΦΟΙΤΗΤΗ

ΔΗΜΗΤΡΑ ΠΙΤΣΑΒΟΥ

ΑΜ: 2819065

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΑΤΖΗΜΗΤΑΚΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη των φυσικών εκχυλισμάτων από τζίντζερ, πεύκο και πορτοκάλι, και στην αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής τους δράσης μέσω του προσδιορισμού της συγκέντρωσης ολικών φαινολών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν την ικανοποιητική περιεκτικότητα των εκχυλισμάτων σε φαινολικές ενώσεις, με σημαντική συνεισφορά στη βιολογική τους δραστηριότητα. Η ενσωμάτωσή τους σε τρόφιμα και καλλυντικά ανέδειξε τη δυνατότητα βελτίωσης τόσο της λειτουργικότητας όσο και της αισθητικής ποιότητας των τελικών προϊόντων. Παρά τους περιορισμούς της μεθόδου, η έρευνα προσφέρει πολύτιμα δεδομένα για την καινοτομία στη βιομηχανία φυσικών προϊόντων.

Η έρευνα αναδεικνύει, επίσης, τη στρατηγική σημασία των φυσικών εκχυλισμάτων για τη βιομηχανία, σε μια εποχή που η παγκόσμια αγορά στρέφεται προς προϊόντα φυσικής προέλευσης και υψηλής προστιθέμενης αξίας. Η χρήση εκχυλισμάτων από τζίντζερ, πεύκο και πορτοκάλι συνδέεται με σημαντικά οφέλη, όπως η βελτίωση της θρεπτικής αξίας των τροφίμων, η αύξηση της ανθεκτικότητας των προϊόντων στον χρόνο, καθώς και η ενίσχυση των καλλυντικών με ουσίες που προάγουν την αντιγήρανση και την προστασία από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η διασύνδεση αυτών των επιστημονικών δεδομένων με τις σύγχρονες τάσεις της βιομηχανίας ενισχύει τη δυναμική αξιοποίησης των φυσικών εκχυλισμάτων ως βασικών παραγόντων για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων.

Παράλληλα, τα ευρήματα της μελέτης αποτελούν έναυσμα για περαιτέρω ερευνητικές πρωτοβουλίες που θα επικεντρωθούν σε πιο εξειδικευμένες μεθοδολογίες για την αναλυτικότερη διερεύνηση της σύνθεσης των εκχυλισμάτων. Η διεύρυνση της έρευνας σε κλινικές δοκιμές και σε μελέτες βιοδιαθεσιμότητας θα μπορούσε να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα εκχυλίσματα απορροφώνται, μεταβολίζονται και επιδρούν στον ανθρώπινο οργανισμό. Η ενίσχυση της διασύνδεσης ανάμεσα στην ακαδημαϊκή έρευνα και τη βιομηχανία δύναται να επιταχύνει τη μετάβαση από το εργαστήριο στην αγορά, καθιστώντας τα φυσικά εκχυλίσματα πολύτιμα εργαλεία για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την ικανοποίηση των αναγκών των καταναλωτών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Φαινόλες, Αντιοξειδωτικά, Φυσικά Εκχυλίσματα, Τζίντζερ, Πεύκο, Πορτοκάλι, Folin-Ciocalteu, Τρόφιμα, Καλλυντικά, Καινοτομία

ABSTRACT

This study focuses on the evaluation of natural extracts derived from ginger, pine, and orange, with the aim of assessing their antioxidant activity through the determination of total phenolic content using the Folin-Ciocalteu method. The results revealed a satisfactory concentration of phenolic compounds in all extracts, contributing significantly to their biological efficacy. The incorporation of these extracts into food and cosmetic products demonstrated their potential to enhance both the functional and sensory quality of the final formulations. Despite the methodological limitations related to selectivity and biological relevance, the findings provide a solid foundation for innovation in the natural products industry.

Furthermore, this research highlights the strategic importance of natural extracts for the industry, at a time when the global market is shifting toward natural-origin products with high added value. The use of ginger, pine, and orange extracts is associated with significant benefits, such as the enhancement of the nutritional profile of foods, the improvement of product shelf life, and the enrichment of cosmetics with compounds that promote anti-aging and protection against environmental factors. The connection of these scientific insights with current industry trends underscores the strong potential of natural extracts to serve as key drivers in the development of innovative consumer products.

In addition, the findings serve as a starting point for further research initiatives that will employ more specialized methodologies to achieve a deeper understanding of the extract's composition. Expanding the investigation into clinical trials and bioavailability studies could shed light on how these extracts are absorbed, metabolized, and exert their effects in the human body. Strengthening the bridge between academic research and industry applications can accelerate the transition from laboratory results to market-ready solutions, positioning natural extracts as valuable tools for sustainable development and for meeting the evolving needs of consumers.

KEYWORDS: Phenols, Antioxidants, Natural Extracts, Ginger, Pine, Orange, Folin-Ciocalteu, Food, Cosmetics, Innovation

Περιεχόμενα Εικόνων & Πινάκων

<u>Εικόνα 1: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού τζίντζερ (<i>Zingiber officinale</i>)</u>	17
<u>Εικόνα 2: Το ρίζωμα του τζίντζερ, το οποίο αποτελεί το κύριο εμπορικό προϊόν του φυτού</u>	18
<u>Εικόνα 3: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του πεύκου (<i>Pinus spp.</i>)</u>	20
<u>Εικόνα 4: Εκχύλισμα φλοιού πεύκου</u>	21
<u>Εικόνα 5: Μορφολογικά χαρακτηριστικά της πορτοκαλιάς (<i>Citrus sinensis</i>)</u>	23
<u>Εικόνα 6: Μηχανισμός παραγωγής ελευθέρων ριζών</u>	25
<u>Εικόνα 7: Οξειδωτικό στρες στο κύτταρο</u>	25
<u>Εικόνα 8: Ταξινόμηση πολυφαινόλων</u>	27
<u>Εικόνα 9: Χημική δομή φλαβονοειδών</u>	28
<u>Εικόνα 10: Χημική δομή στυλβενίων</u>	29
<u>Εικόνα 11: Χημική δομή λιγνανών</u>	29
<u>Εικόνα 12: Προετοιμασία δειγμάτων και εκχυλισμάτων</u>	54
<u>Εικόνα 13: Παρασκευή αλείματος μελιού</u>	59
<u>Εικόνα 13: Παρασκευή κρεμών</u>	60
<u>Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός Πίνακας Καλλυντικών Κρεμών</u>	55
<u>Πίνακας 2 : Μέσες Τιμές Οργανοληπτικής Αξιολόγησης Αλειμάτων Μελιού</u>	60
<u>Πίνακας 3 : Συνθέσεις Καλλυντικών Κρεμών</u>	61
<u>Πίνακας 4 : Μέσες Τιμές Οργανοληπτικής Αξιολόγησης Καλλυντικών Κρεμών</u>	62
<u>Γράφημα 1: Συνολική Προτίμηση Κοινού</u>	65

Περιεχόμενα

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	1
ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1. Σημασία των φυσικών εκχυλισμάτων στη σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών.....	8
1.1.1. Ορισμός και χαρακτηριστικά των καινοτόμων τροφίμων και καλλυντικών	10
1.1.2. Παγκόσμιες τάσεις στη χρήση φυσικών εκχυλισμάτων	11
1.1.3. Οικονομική και περιβαλλοντική σημασία	12
1.2. Γενική ανασκόπηση των φυσικών εκχυλισμάτων	13
1.2.1. Ενεργά συστατικά και βιολογικές δράσεις	13
1.2.2. Τεχνολογίες παρασκευής εκχυλισμάτων	14
1.3. Τζίντζερ (<i>Zingiber officinale</i>)	15
1.3.1 Ιστορική Αναδρομή	15
1.3.2 Μορφολογία και Καλλιέργεια	16
1.3.3 Χρήσεις.....	18
1.4. Πεύκο (<i>Pinus spp.</i>).....	19
1.4.1 Ιστορική Αναδρομή	19
1.4.2 Μορφολογία και Καλλιέργεια	20
1.4.3 Χρήσεις.....	22
1.5. Πορτοκάλι (<i>Citrus sinensis</i>)	23
1.5.1 Ιστορική Αναδρομή	23
1.5.2 Μορφολογία και Καλλιέργεια	23
1.5.3 Χρήσεις.....	24
1.6. Αντιοξειδωτική Ικανότητα.....	25
1.6.1 Ρόλος Αντιοξειδωτικών	25
1.6.2 Ελεύθερες Ρίζες	25
1.6.3 Οξειδωτικό Στρες	26
1.6.4 Δράση Αντιοξειδωτικών	27
1.6.5 Τρόφιμα Πλούσια σε Αντιοξειδωτικά	27
1.7. Πολυφαινόλες.....	27
1.7.1 Ταξινόμηση Πολυφαινολών	28
1.7.1.1 Φλαβονοειδή.....	29
1.7.1.2 Φαινολικά Οξέα.....	29
1.7.1.3 Στιλβένια.....	30
1.7.1.4 Λιγνάνες.....	30
1.7.2 Βιοδιαθεσιμότητα Πολυφαινολών.....	31
1.7.3 Ευεργετικές Δράσεις Πολυφαινολών	31

1.7.3.1 Καρδιαγγειακά Νοσήματα.....	31
1.7.3.3 Σακχαρώδης Διαβήτης.....	32
1.7.3.5 Αντιγήρανση	33
1.7.3.6 Παχυσαρκία	33
1.7.4 Τρόφιμα Πλούσια σε Πολυφαινόλες.....	34
1.8. Ανάγκη Χρήσης Φυσικών Ουσιών	34
1.8.1 Φυτικά Εκχυλίσματα	35
1.8.2 Αιθέρια Έλαια.....	36
1.9. Φυτοχημικά Συστατικά Τζίντζερ, Πεύκου και Πορτοκαλιού.....	37
1.9.1 Φλαβονοειδή.....	37
1.9.2 Φαινολικά Οξέα.....	38
1.9.3 Τερπενοειδή	38
1.10. Θεραπευτικές Ιδιότητες	39
1.10.1 Θεραπευτικές Ιδιότητες Τζίντζερ (<i>Zingiber officinale</i>)	39
1.10.1.1 Αντιοξειδωτική Ικανότητα.....	39
1.10.1.2 Αντιφλεγμονώδης και Αναλγητική Ικανότητα.....	40
1.10.1.3 Κυτταροτοξική και Αντικαρκινική Δραστηριότητα	40
1.10.1.4 Καρδιοπροστατευτική Ικανότητα.....	40
1.10.1.5 Νευροπροστατευτική Ικανότητα	41
1.10.1.6 Αντιμικροβιακή Δράση	41
1.10.1.7 Επούλωτική Ικανότητα.....	41
1.10.2 Θεραπευτικές Ιδιότητες Πεύκου (<i>Pinus spp.</i>)	42
1.10.2.1 Αντιοξειδωτική Ικανότητα.....	42
1.10.2.2 Αντιφλεγμονώδης και Αναλγητική Ικανότητα.....	42
1.10.2.3 Αντικαρκινική Δραστηριότητα	43
1.10.2.4 Καρδιοπροστατευτική Ικανότητα.....	43
1.10.2.5 Ηπατοπροστατευτική Ικανότητα	43
1.10.2.6 Αντιβακτηριδιακή και Αντιμυκητιακή Δράση	44
1.10.2.7 Ικανότητα Επούλωσης Πληγών.....	44
1.10.3 Θεραπευτικές Ιδιότητες Πορτοκαλιού (<i>Citrus sinensis</i>)	44
1.10.3.1 Αντιοξειδωτική Ικανότητα.....	45
1.10.3.2 Αντιφλεγμονώδης Δράση.....	45
1.10.3.3 Κυτταροτοξική και Αντικαρκινική Δραστηριότητα	45
1.10.3.4 Καρδιοπροστατευτική Ικανότητα.....	46
1.10.3.5 Νευροπροστατευτική Ικανότητα	46
1.10.3.6 Ικανότητα Προστασίας του Δέρματος από την UV Ακτινοβολία	46
1.10.3.7 Επούλωτική Δράση.....	47
Σκοπός	48
Πειραματικό Μέρος.....	49

2. Μεθοδολογία	49
2.1 Σχεδιασμός Έρευνας	49
2.1.1 Στόχοι της Έρευνας	51
2.1.2 Υποθέσεις Έρευνας	52
2.2 Συλλογή Δεδομένων	53
2.2.1 Επιλογή Φυσικών Εκχυλισμάτων.....	53
2.2.2 Τεχνολογία παρασκευής	54
2.3 Ανάλυση Φυτικοχημικών Ιδιοτήτων	55
2.3.1 Προσδιορισμός Ολικών Φαινολών.....	56
2.4 Σχεδιασμός Καινοτόμων Προϊόντων.....	58
2.4.1 Ανάπτυξη Τροφίμων	58
2.4.2 Ανάπτυξη Καλλυντικών.....	59
3. Αποτελέσματα	62
3.1 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Φαινολών.....	62
3.1.1 Συγκέντρωση Ολικών Φαινολών σε Τζίντζερ.....	62
3.1.2 Συγκέντρωση Ολικών Φαινολών σε Πεύκο	63
3.1.3 Συγκέντρωση Ολικών Φαινολών σε Πορτοκάλι	63
3.2 Εφαρμογές σε Καινοτόμα Προϊόντα	63
3.2.1 Τρόφιμα Εμπλουτισμένα με Φυσικά Εκχυλίσματα.....	63
3.2.2 Καλλυντικά Εμπλουτισμένα με Φυσικά Εκχυλίσματα	65
4. Συζήτηση	71
4.1 Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων.....	71
5. Συμπεράσματα.....	76
Βιβλιογραφία	83

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Σημασία των φυσικών εκχυλισμάτων στη σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών

Τα φυσικά εκχυλίσματα έχουν αναδειχθεί σε πρωταρχικούς παράγοντες της σύγχρονης βιομηχανίας τροφίμων και καλλυντικών, χάρη στις πολλαπλές βιολογικές ιδιότητές τους και την ευρεία αποδοχή τους από τους καταναλωτές. Η αυξανόμενη ζήτηση για προϊόντα που είναι φιλικά προς το περιβάλλον, ασφαλή και αποτελεσματικά έχει οδηγήσει στη χρήση φυσικών συστατικών ως βασικών παραγόντων για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων. Πολλές μελέτες έχουν επιβεβαιώσει τη θετική επίδραση των φυσικών εκχυλισμάτων στην υγεία, είτε μέσω της ενίσχυσης της διατροφικής αξίας των τροφίμων είτε μέσω της καλλυντικής τους δράσης στην προστασία και την αναζωογόνηση του δέρματος (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

Η χρήση φυσικών εκχυλισμάτων στη βιομηχανία τροφίμων συμβάλλει στη δημιουργία λειτουργικών τροφίμων, τα οποία προσφέρουν οφέλη πέρα από την απλή διατροφή, όπως είναι η ενίσχυση της ανοσολογικής λειτουργίας και η προστασία από ασθένειες. Παράλληλα, στη βιομηχανία καλλυντικών, τα φυσικά εκχυλίσματα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία προϊόντων που εστιάζουν στην αντιγήρανση, την αντιοξειδωτική προστασία και τη βελτίωση της υφής του δέρματος, καθιστώντας τα εξαιρετικά ελκυστικά για τους καταναλωτές (Zhang et al., 2020).

Τα φυσικά εκχυλίσματα εξάγονται από διάφορα φυτικά υλικά, όπως ρίζες, φύλλα, φλοιούς και καρπούς, και περιέχουν δραστικά συστατικά όπως πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, τερπενοειδή και αιθέρια έλαια. Αυτά τα συστατικά παρουσιάζουν υψηλή βιολογική δραστηριότητα και έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση χρόνιων ασθενειών και στην προστασία του δέρματος από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η υπεριώδης ακτινοβολία (Kim et al., 2016). Ως εκ τούτου, η έρευνα και η ανάπτυξη που επικεντρώνεται στη χρήση φυσικών εκχυλισμάτων έχει γίνει βασικός πυλώνας της καινοτομίας στη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών.

Η χρήση φυσικών εκχυλισμάτων για την ενίσχυση των τροφίμων και των καλλυντικών προϊόντων αποτελεί μια συνεχώς αυξανόμενη τάση, καθώς οι καταναλωτές αναζητούν προϊόντα που συνδυάζουν υψηλή ποιότητα και φυσικότητα. Η ανάγκη για την ανάπτυξη φυσικών αντιοξειδωτικών προκύπτει από την αναγνώριση των βλαβερών επιδράσεων των ελεύθερων ριζών στο ανθρώπινο σώμα, οι οποίες συνδέονται με τη γήρανση, τις φλεγμονώδεις παθήσεις, και διάφορους τύπους καρκίνου. Στην προσπάθεια για την αναβάθμιση των τροφίμων και καλλυντικών, οι φαινολικές ενώσεις αποτελούν τις πιο δημοφιλείς και αποτελεσματικές κατηγορίες αντιοξειδωτικών, καθώς είναι υπεύθυνες για την προστασία των κυττάρων από την οξειδωτική βλάβη.

Η εργασία αυτή εστιάζει σε τρία φυσικά εκχυλίσματα: το τζίντζερ (*Zingiber officinale*), το πεύκο (*Pinus spp.*), και το πορτοκάλι (*Citrus sinensis*), τα οποία έχουν αναγνωριστεί για την υψηλή τους περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η σύνδεση των φυσικών αυτών εκχυλισμάτων με τη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών είναι καθοριστική, καθώς η ενσωμάτωσή τους σε αυτά τα προϊόντα μπορεί να προσφέρει τόσο λειτουργικά οφέλη όσο και βελτίωση των αισθητικών χαρακτηριστικών τους, όπως η γεύση, το άρωμα και η υφή.

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι να προσδιορίσει τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων σε αυτά τα εκχυλίσματα και να αξιολογήσει την αντιοξειδωτική τους δράση, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Folin-Ciocalteu. Η μέθοδος αυτή, παρότι παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς ως προς την εκλεκτικότητα, αποτελεί μια ευρέως χρησιμοποιούμενη και αξιόπιστη προσέγγιση για την ποσοτικοποίηση των ολικών φαινολών, παρέχοντας μια πρώτη εικόνα για τη βιοδραστικότητα των εκχυλισμάτων. Παράλληλα, η εργασία εξετάζει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης αυτών των εκχυλισμάτων σε διάφορα προϊόντα, όπως αλείμματα και καλλυντικές κρέμες, για τη βελτίωση των λειτουργικών και αισθητικών χαρακτηριστικών τους. Μέσα από την εφαρμογή αυτή επιδιώκεται όχι μόνο η αύξηση της θρεπτικής αξίας και της σταθερότητας των τροφίμων, αλλά και η δημιουργία καλλυντικών με ενισχυμένες αντιοξειδωτικές και αντιγηραντικές ιδιότητες, ικανών να ανταποκριθούν στις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών για φυσικά και αποτελεσματικά προϊόντα.

Επιπλέον, η μελέτη φιλοδοξεί να αναδείξει τις δυνατότητες που προσφέρουν τα φυσικά εκχυλίσματα ως βασικά συστατικά στην ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων, τα οποία συνδυάζουν επιστημονικά τεκμηριωμένη δράση με οικολογικό και καταναλωτικό ενδιαφέρον. Η διερεύνηση της χρήσης τους σε τρόφιμα και καλλυντικά αποσκοπεί στο να αναδείξει τη διττή τους συμβολή: αφενός στην προστασία της υγείας μέσω της ενίσχυσης της αντιοξειδωτικής άμυνας του οργανισμού, και αφετέρου στη βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της αισθητικής αναβάθμισης και της φροντίδας του δέρματος. Με τον τρόπο αυτό, η εργασία ανοίγει τον δρόμο για περαιτέρω έρευνα και αξιοποίηση των εκχυλισμάτων αυτών, εδραιώνοντας τη θέση τους ως καινοτόμα και βιώσιμα συστατικά για τη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών.

1.1.1. Ορισμός και χαρακτηριστικά των καινοτόμων τροφίμων και καλλυντικών

Τα καινοτόμα τρόφιμα και καλλυντικά ορίζονται ως προϊόντα που προσφέρουν βελτιωμένα χαρακτηριστικά, αναβαθμισμένες λειτουργίες και νέες ιδιότητες που ανταποκρίνονται στις σύγχρονες ανάγκες των καταναλωτών. Αυτά τα προϊόντα συχνά βασίζονται σε φυσικά συστατικά και εφαρμόζουν προηγμένες τεχνολογίες για την εξαγωγή και την ενσωμάτωσή τους. Στη βιομηχανία τροφίμων, τα καινοτόμα προϊόντα στοχεύουν στη βελτίωση της υγείας και της ευεξίας των καταναλωτών, ενώ στη βιομηχανία καλλυντικών, ο στόχος είναι η παροχή λύσεων για τη φροντίδα του δέρματος και των μαλλιών με τρόπο που είναι ασφαλής και αποτελεσματικός (Galanakis, 2019).

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των καινοτόμων προϊόντων είναι η ενίσχυση της λειτουργικότητάς τους μέσω φυσικών εκχυλισμάτων. Για παράδειγμα, τα τρόφιμα που εμπλουτίζονται με αντιοξειδωτικά εκχυλίσματα από φυτά, όπως το τζίντζερ ή το πορτοκάλι, παρέχουν προστασία από το οξειδωτικό στρες, ενώ τα καλλυντικά προϊόντα που περιέχουν φυσικά εκχυλίσματα πεύκου παρουσιάζουν ενυδατικές, αντιγηραντικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Kumar et al., 2022).

Η καινοτομία στον τομέα αυτό δεν περιορίζεται μόνο στη σύνθεση των προϊόντων, αλλά επεκτείνεται και στις μεθόδους παραγωγής, τις πρακτικές βιωσιμότητας και την προώθηση

της χρήσης φιλικών προς το περιβάλλον πρώτων υλών. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση καθιστά τα καινοτόμα τρόφιμα και καλλυντικά σημαντικούς παράγοντες για την κάλυψη των απαιτήσεων των σύγχρονων αγορών, ενώ παράλληλα υποστηρίζει τη βιώσιμη ανάπτυξη (Rai et al., 2021).

1.1.2. Παγκόσμιες τάσεις στη χρήση φυσικών εκχυλισμάτων

Η χρήση φυσικών εκχυλισμάτων στις βιομηχανίες τροφίμων και καλλυντικών έχει σημειώσει σημαντική αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες, αντικατοπτρίζοντας τις παγκόσμιες τάσεις προς πιο υγιεινά και φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα. Οι καταναλωτές, πλέον πιο ενημερωμένοι για τις επιπτώσεις των χημικών ουσιών στην υγεία και το περιβάλλον, αναζητούν προϊόντα που περιέχουν φυσικά συστατικά, ενώ η ζήτηση για προϊόντα "καθαράς ετικέτας" (clean label) βρίσκεται σε ανοδική πορεία (Aschemann-Witzel et al., 2019).

Στον τομέα των τροφίμων, οι λειτουργικές ιδιότητες των φυσικών εκχυλισμάτων, όπως οι αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές δράσεις, χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της διάρκειας ζωής των προϊόντων και τη βελτίωση της διατροφικής τους αξίας. Για παράδειγμα, εκχυλίσματα όπως αυτά του τζίντζερ και του πορτοκαλιού ενσωματώνονται σε ποτά, σνακ και συμπληρώματα διατροφής για την υποστήριξη της υγείας του πεπτικού και του ανοσοποιητικού συστήματος (Wojdyło et al., 2021). Παράλληλα, οι φυσικές αρωματικές και γευστικές ιδιότητες αυτών των συστατικών αξιοποιούνται ευρέως για τη δημιουργία προϊόντων υψηλής ποιότητας.

Στον τομέα των καλλυντικών, η ζήτηση για φυσικά και οργανικά προϊόντα έχει οδηγήσει στην ενσωμάτωση φυσικών εκχυλισμάτων σε προϊόντα φροντίδας δέρματος και μαλλιών. Οι καταναλωτές εκτιμούν τις πολυδιάστατες ιδιότητες των φυσικών συστατικών, όπως την αντιοξειδωτική, αντιγηραντική και ενυδατική δράση, που μπορούν να προσφέρουν τα εκχυλίσματα από το πεύκο ή τα αιθέρια έλαια πορτοκαλιού. Σύμφωνα με την έρευνα αγοράς, η παγκόσμια βιομηχανία καλλυντικών με βάση φυσικά εκχυλίσματα αναμένεται να σημειώσει ετήσια αύξηση 6-8% έως το 2030 (Transparency Market Research, 2022).

Επιπλέον, οι παγκόσμιες τάσεις υποστηρίζουν τη βιώσιμη και ηθική προέλευση των φυσικών εκχυλισμάτων. Οι καταναλωτές δίνουν έμφαση σε προϊόντα που φέρουν πιστοποιήσεις βιολογικής γεωργίας, δίκαιου εμπορίου (fair trade) και μη δοκιμών σε ζώα (cruelty-free), ενισχύοντας την ανάπτυξη των σχετικών αγορών (Kumar et al., 2022).

1.1.3. Οικονομική και περιβαλλοντική σημασία

Η οικονομική και περιβαλλοντική σημασία της χρήσης φυσικών εκχυλισμάτων στις βιομηχανίες τροφίμων και καλλυντικών είναι αδιαμφισβήτητη. Η ενσωμάτωση αυτών των συστατικών όχι μόνο ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των καταναλωτών, αλλά προσφέρει και σημαντικά πλεονεκτήματα για τη βιωσιμότητα και την ανάπτυξη των αγορών.

Από οικονομική άποψη, τα φυσικά εκχυλίσματα δημιουργούν νέες ευκαιρίες για παραγωγούς και εταιρείες. Η ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων που βασίζονται σε φυσικά εκχυλίσματα αυξάνει την προστιθέμενη αξία, ενώ ταυτόχρονα προσελκύει νέες ομάδες καταναλωτών. Η ζήτηση για εξειδικευμένα προϊόντα, όπως βιολογικά τρόφιμα και καλλυντικά, έχει οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής φυσικών εκχυλισμάτων, ενισχύοντας την οικονομία αγροτικών περιοχών που εμπλέκονται στη συλλογή των πρώτων υλών (Galanakis, 2019). Επιπλέον, πολλές επιχειρήσεις επενδύουν στην έρευνα και ανάπτυξη για τη βελτίωση της παρασκευής και της ενσωμάτωσης φυσικών εκχυλισμάτων, με στόχο τη βελτιστοποίηση της ποιότητας και του κόστους παραγωγής.

Στο περιβαλλοντικό επίπεδο, τα φυσικά εκχυλίσματα συμβάλλουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με τη χρήση συνθετικών χημικών ουσιών. Τα φυτικά συστατικά προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές και μπορούν να παραχθούν μέσω βιώσιμων γεωργικών πρακτικών, μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και την κατανάλωση φυσικών πόρων. Επίσης, τα φυσικά εκχυλίσματα είναι συχνά βιοαποδομήσιμα, γεγονός που μειώνει την περιβαλλοντική επιβάρυνση από τα απόβλητα (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

Τέλος, η βιώσιμη χρήση φυσικών εκχυλισμάτων ενισχύει την ευαισθητοποίηση για την προστασία της βιοποικιλότητας. Η διατήρηση φυτών όπως το τζίντζερ, το πεύκο και τα

εσπεριδοειδή μέσω υπεύθυνων πρακτικών καλλιέργειας και συλλογής όχι μόνο διασφαλίζει την επάρκεια πρώτων υλών για τις βιομηχανίες, αλλά και υποστηρίζει τις τοπικές κοινωνίες που βασίζονται σε αυτά τα φυτά για την επιβίωσή τους (Kim et al., 2016).

1.2. Γενική ανασκόπηση των φυσικών εκχυλισμάτων

Η χρήση φυσικών εκχυλισμάτων αποτελεί έναν από τους πιο ελπιδοφόρους τομείς στη σύγχρονη βιομηχανία, καθώς παρέχουν πολλαπλά οφέλη στην υγεία και την ομορφιά, ενώ παράλληλα ανταποκρίνονται στην αυξανόμενη ζήτηση για φυσικά και φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα. Τα φυσικά εκχυλίσματα είναι προϊόντα επεξεργασίας φυτικών υλών, όπως φρούτα, βότανα, άνθη, ρίζες και φύλλα, τα οποία περιέχουν συμπυκνωμένες ποσότητες δραστικών ουσιών. Η σύνθεση και οι ιδιότητές τους εξαρτώνται από την προέλευση και τη μέθοδο παρασκευής τους, ενώ η χρήση τους κυμαίνεται από τρόφιμα και καλλυντικά έως φαρμακευτικά προϊόντα (Tiwari et al., 2011). Τα φυσικά εκχυλίσματα διακρίνονται για την αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη και αναγεννητική τους δράση. Αυτές οι ιδιότητες τα καθιστούν εξαιρετικά χρήσιμα για τη διατήρηση της υγείας και της νεότητας, καθώς και για την προστασία από περιβαλλοντικούς και οξειδωτικούς παράγοντες (Martins et al., 2014).

1.2.1. Ενεργά συστατικά και βιολογικές δράσεις

Τα φυσικά εκχυλίσματα περιέχουν πολυάριθμα ενεργά συστατικά, τα οποία είναι υπεύθυνα για τις ευεργετικές τους ιδιότητες. Ορισμένα από τα πιο σημαντικά είναι οι πολυφαινόλες, τα φλαβονοειδή, τα τερπενοειδή και τα φαινολικά οξέα. Αυτές οι ουσίες λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά, προστατεύοντας τα κύτταρα από τη δράση των ελευθέρων ριζών και μειώνοντας τον κίνδυνο εκφυλιστικών ασθενειών, όπως ο καρκίνος και τα καρδιαγγειακά νοσήματα (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

Τα φλαβονοειδή, για παράδειγμα, έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά στην αντιφλεγμονώδη και αντιμικροβιακή προστασία, ενώ τα τερπενοειδή παρουσιάζουν

αξιοσημείωτη ικανότητα αναστολής της ανάπτυξης μικροοργανισμών. Επιπλέον, τα φαινορικά οξέα, όπως το γαλλικό και το καφεϊκό οξύ, παρουσιάζουν έντονη αντιοξειδωτική δράση, συμβάλλοντας στη μείωση του οξειδωτικού στρες στον οργανισμό (Kim et al., 2016).

1.2.2. Τεχνολογίες παρασκευής εκχυλισμάτων

Η παρασκευή φυσικών εκχυλισμάτων είναι ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία παραγωγής τους, καθώς η επιλογή της μεθόδου επηρεάζει την ποιότητα, τη δραστικότητα και την απόδοση του τελικού προϊόντος. Οι κύριες τεχνολογίες παρασκευής περιλαμβάνουν παραδοσιακές μεθόδους, όπως η εκχύλιση με διαλύτες, καθώς και σύγχρονες τεχνικές, όπως η εκχύλιση με υπερήχους, η εκχύλιση με μικροκύματα και η υπερκρίσιμη εκχύλιση με CO₂ (Chemat et al., 2017).

Η εκχύλιση με διαλύτες αποτελεί την πιο κοινή μέθοδο, χρησιμοποιώντας οργανικούς διαλύτες για την απομόνωση των δραστικών συστατικών. Παρόλο που είναι αποτελεσματική, η χρήση διαλυτών εγείρει ανησυχίες για το περιβάλλον και την ασφάλεια των προϊόντων. Αντίθετα, η εκχύλιση με υπερήχους και μικροκύματα χρησιμοποιεί μηχανική και θερμική ενέργεια αντίστοιχα, για να επιταχύνει τη διαδικασία και να αυξήσει την αποδοτικότητα.

Η υπερκρίσιμη εκχύλιση με CO₂ έχει κερδίσει σημαντική αποδοχή λόγω της φιλικότητάς της προς το περιβάλλον. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί υπερκρίσιμο διοξείδιο του άνθρακα για να απομονώσει τα συστατικά χωρίς την ανάγκη οργανικών διαλυτών, διασφαλίζοντας υψηλή καθαρότητα και σταθερότητα των εκχυλισμάτων. Η εκχύλιση με νερό, γνωστή και ως υδατική εκχύλιση, αποτελεί μία από τις παλαιότερες και ασφαλέστερες μεθόδους, βασισμένη στη χρήση του νερού ως διαλύτη για την απομόνωση πολικών ενώσεων, όπως τα φαινορικά οξέα, τα φλαβονοειδή και οι πολυσακχαρίτες (Zhang et al., 2018). Η μέθοδος εφαρμόζεται ευρέως στην παραγωγή εγχύσεων και αφεψημάτων, κυρίως λόγω της μη τοξικότητας του νερού και της συμβατότητάς του με τρόφιμα και καλλυντικά προϊόντα.

Παρά τα πλεονεκτήματά της, η υδατική εκχύλιση παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς, όπως η χαμηλή αποτελεσματικότητα στην εκχύλιση λιπόφιλων συστατικών και ο κίνδυνος θερμικής αποικοδόμησης ευαίσθητων ενώσεων. Για την υπέρβαση αυτών των δυσκολιών,

συχνά εφαρμόζονται τροποποιημένες τεχνικές, όπως η χρήση υπερήχων ή μικροκυμάτων σε συνδυασμό με το νερό, με στόχο τη βελτίωση της εκλεκτικότητας και της αποδοτικότητας της εκχύλισης (Wang & Weller, 2006). Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας εξαρτάται από το είδος του φυτικού υλικού, τα επιθυμητά δραστικά συστατικά και τις απαιτήσεις του τελικού προϊόντος. Η συνεχής πρόοδος στις τεχνολογίες παρασκευής ανοίγει νέους δρόμους για τη χρήση φυσικών εκχυλισμάτων σε ποικίλους τομείς.

1.3. Τζίντζερ (*Zingiber officinale*)

1.3.1 Ιστορική Αναδρομή

Το τζίντζερ (*Zingiber officinale*) αποτελεί ένα από τα παλαιότερα και πιο διαδεδομένα φυτά που χρησιμοποιούνται σε γαστρονομικές και φαρμακευτικές εφαρμογές. Η καταγωγή του εντοπίζεται στη Νοτιοανατολική Ασία, ενώ η πρώτη του καλλιέργεια χρονολογείται πριν από περισσότερα από 5.000 χρόνια. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για θεραπευτικούς σκοπούς, ειδικά στην παραδοσιακή κινεζική και ινδική ιατρική, όπου θεωρήθηκε ένα από τα σημαντικότερα φυτικά φάρμακα (Ali et al., 2008). Στην αρχαιότητα, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι το χρησιμοποίησαν ως μπαχαρικό και φάρμακο για πεπτικές διαταραχές. Κατά τη μεσαιωνική περίοδο, το τζίντζερ εισήχθη στην Ευρώπη μέσω του εμπορίου μπαχαρικών και έγινε ένα από τα πιο πολύτιμα εισαγόμενα προϊόντα (Mascolo et al., 1989).

Το τζίντζερ δεν περιορίστηκε στις ανατολικές παραδόσεις, αλλά επεκτάθηκε παγκοσμίως ως βασικό συστατικό σε διάφορες κουλτούρες. Στη σύγχρονη εποχή, οι χρήσεις του έχουν διευρυνθεί σε βιομηχανικούς τομείς, όπως η παραγωγή τροφίμων, καλλυντικών και φαρμάκων, γεγονός που υπογραμμίζει τη διαχρονική του σημασία. Το τζίντζερ συνεχίζει να μελετάται εντατικά, με στόχο να κατανοηθεί πλήρως η φαρμακολογική του δράση και να αξιοποιηθούν οι ευεργετικές του ιδιότητες (Shukla & Singh, 2007).

Το τζίντζερ έχει επίσης αναφερθεί σε αρχαία κείμενα, όπως η Αγιουρβέδα και η Παραδοσιακή Κινεζική Ιατρική, όπου θεωρούνταν «θεραπευτική τροφή». Στην Κίνα, το

τζίντζερ χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία ψυχρών συμπτωμάτων και για την ενίσχυση του μεταβολισμού, ενώ στην Ινδία, ήταν βασικό στοιχείο στις τελετουργίες και την καθημερινή ζωή λόγω των πικάντικων και θεραπευτικών του ιδιοτήτων (Ali et al., 2008). Παρόμοια, οι Αιγύπτιοι χρησιμοποίησαν το τζίντζερ ως συστατικό για την ταρίχευση λόγω των αντιμικροβιακών του ιδιοτήτων.

Με την εξάπλωση του εμπορίου, το τζίντζερ εισήχθη στην Αφρική και την Καραϊβική, όπου ενσωματώθηκε στην παραδοσιακή κουζίνα και ιατρική. Στη Δυτική Ευρώπη, χρησιμοποιήθηκε εκτενώς κατά τη διάρκεια της εποχής της Αναγέννησης, ενώ στη Βρετανία, η κατανάλωσή του αυξήθηκε ραγδαία, ιδιαίτερα με τη μορφή της «μπύρας τζίντζερ» και των αρτοσκευασμάτων. Ακόμα και σήμερα, παραμένει σημαντικό στοιχείο της διατροφικής και θεραπευτικής παράδοσης σε πολλές χώρες.

1.3.2 Μορφολογία και Καλλιέργεια

Το τζίντζερ είναι ένα πολυετές φυτό που ανήκει στην οικογένεια Zingiberaceae. Το υπόγειο τμήμα του φυτού, γνωστό ως ρίζωμα, είναι το κύριο μέρος που χρησιμοποιείται για γαστρονομικούς και φαρμακευτικούς σκοπούς. Το ρίζωμα είναι σαρκώδες, αρωματικό και περιέχει τα περισσότερα από τα δραστικά συστατικά του φυτού, όπως αιθέρια έλαια και φαινολικές ενώσεις. Το φυτό έχει στελέχη που φτάνουν σε ύψος περίπου 1-1,5 μέτρων, με φύλλα λογχοειδή, μήκους 15-30 εκατοστών. Τα άνθη του τζίντζερ είναι κίτρινα-πράσινα και εμφανίζονται σποραδικά κατά την περίοδο ανάπτυξης (Ravindran & Babu, 2016).

Η καλλιέργεια του τζίντζερ απαιτεί υγρό και θερμό κλίμα, με ιδανικές θερμοκρασίες μεταξύ 20-30°C. Αναπτύσσεται καλύτερα σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη. Η φύτευση γίνεται συνήθως από μοσχεύματα ριζώματος, ενώ η συγκομιδή πραγματοποιείται μετά από 8-10 μήνες. Σημαντικοί παραγωγοί τζίντζερ είναι χώρες όπως η Ινδία, η Κίνα και η Νιγηρία, οι οποίες παρέχουν το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας ζήτησης (Kavitha et al., 2013).

Το τζίντζερ έχει ένα καλά αναπτυγμένο υπόγειο ρίζωμα που χαρακτηρίζεται από διακλαδώσεις και αρωματική σάρκα. Η επιφάνειά του είναι καφέ, ενώ η εσωτερική του σάρκα κυμαίνεται από κίτρινη έως ανοιχτόχρωμη. Οι βλαστοί του φυτού είναι λεία και

πράσινοι, ενώ τα φύλλα του είναι μακρόστενα, λογχοειδή και καλύπτονται από έναν λεπτό χιτώνα. Τα άνθη εμφανίζονται κυρίως σε κωνοειδείς ταξιανθίες, οι οποίες περιέχουν σπέρματα με μοναδική αρωματική γεύση (Ravindran & Babu, 2016).

Οι σύγχρονες πρακτικές καλλιέργειας περιλαμβάνουν τεχνικές βιώσιμης γεωργίας για τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση φυσικών λιπασμάτων, μεθόδων αμειψισποράς και τη χρήση μικροοργανισμών για την προστασία από ασθένειες. Τα παραδοσιακά συστήματα καλλιέργειας, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στην Ινδία και την Ινδονησία, συνδυάζουν την τεχνογνωσία αιώνων με σύγχρονες καινοτομίες.



Εικόνα 1: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού τζίντζερ (*Zingiber officinale*)

1.3.3 Χρήσεις

Το τζίντζερ έχει πολυάριθμες χρήσεις σε διάφορους τομείς, γεγονός που το καθιστά ένα από τα πιο δημοφιλή και ευέλικτα φυτά. Στον τομέα της διατροφής, χρησιμοποιείται ως μπαχαρικό σε πλήθος συνταγών, ενώ παράλληλα αποτελεί βασικό συστατικό σε ποτά, όπως το τσάι και η μπύρα τζίντζερ. Η μοναδική του γεύση, που συνδυάζει τη γλυκύτητα με την πικάντικη ένταση, το καθιστά αγαπητό σε πολλές κουζίνες (Zick et al., 2008).

Στον ιατρικό τομέα, το τζίντζερ είναι γνωστό για την αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή του δράση. Χρησιμοποιείται ευρέως για την ανακούφιση από ναυτία, δυσπεψία, αρθρίτιδα και μολύνσεις του αναπνευστικού συστήματος. Επιπλέον, αποτελεί συστατικό σε φαρμακευτικά προϊόντα για τη διαχείριση του διαβήτη και της υπέρτασης (Chrubasik et al., 2005).

Στη βιομηχανία καλλυντικών, το τζίντζερ χρησιμοποιείται για την παραγωγή προϊόντων φροντίδας του δέρματος και των μαλλιών. Οι αντιοξειδωτικές του ιδιότητες προστατεύουν το δέρμα από τη γήρανση, ενώ η αντιμικροβιακή του δράση βοηθά στην αντιμετώπιση δερματικών λοιμώξεων. Επίσης, το αιθέριο έλαιο τζίντζερ χρησιμοποιείται ευρέως στην αρωματοποιία λόγω του χαρακτηριστικού του αρώματος (Kim et al., 2005). Η βιομηχανία καλλυντικών έχει επεκτείνει τις χρήσεις του τζίντζερ, εστιάζοντας στη δημιουργία αντιγηραντικών κρεμών, ορών προσώπου και προϊόντων για την ενίσχυση της τρίχας. Το αιθέριο έλαιο του τζίντζερ, που περιέχει γιντζερόλη και ζιγγερόνη, ενισχύει την κυκλοφορία του αίματος και συμβάλλει στη μείωση της κυτταρίτιδας. Η χρήση του στις αρωματοθεραπευτικές εφαρμογές προσφέρει ανακούφιση από το άγχος και βελτιώνει τη διάθεση (Kim et al., 2005).

Η φαρμακολογία του τζίντζερ περιλαμβάνει τη δράση του ως αντιεμετικό, γεγονός που το καθιστά εξαιρετικά χρήσιμο για τη διαχείριση της ναυτίας, ειδικά σε περιπτώσεις εγκυμοσύνης ή χημειοθεραπείας. Επίσης, οι αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές του ιδιότητες το καθιστούν χρήσιμο για τη θεραπεία δερματικών λοιμώξεων, ενώ οι πολυάριθμες κλινικές δοκιμές επιβεβαιώνουν τις ευεργετικές του δράσεις στη διαχείριση του σακχαρώδους διαβήτη (Chrubasik et al., 2005).



Εικόνα 2: Το ρίζωμα του τζίντζερ, το οποίο αποτελεί το κύριο εμπορικό προϊόν του φυτού.

1.4. Πεύκο (*Pinus spp.*)

1.4.1 Ιστορική Αναδρομή

Το πεύκο (*Pinus spp.*) αποτελεί ένα από τα παλαιότερα και πιο χρήσιμα δέντρα που έχουν χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο, με ιστορία χιλιάδων ετών. Οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι το εκτιμούσαν ιδιαίτερα για την ξυλεία του, αλλά και για τις ρητίνες που εξήγαγαν, οι οποίες χρησιμοποιούνταν στη ναυπηγική και στην παρασκευή αρωμάτων. Οι ρητίνες αυτές αναφέρονταν συχνά σε αρχαία κείμενα, όπως στον Διοσκουρίδη, που περιέγραψε τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες (Chandler et al., 2015). Παράλληλα, οι Ινδιάνοι της Βόρειας Αμερικής χρησιμοποιούσαν το πεύκο για την κατασκευή κατοικιών και όπλων, αλλά και για φαρμακευτικές εφαρμογές, όπως η θεραπεία τραυμάτων.

Με το πέρασμα του χρόνου, το πεύκο έγινε ένας πολύτιμος φυσικός πόρος για πολλές πολιτιστικές παραδόσεις. Στη μεσαιωνική Ευρώπη, η ρητίνη και τα αιθέρια έλαια του πεύκου χρησιμοποιούνταν για την απολύμανση και τη θεραπεία αναπνευστικών προβλημάτων. Στις ανατολικές παραδόσεις, όπως η Αγιουρβέδα, το πεύκο θεωρήθηκε θεραπευτικό φυτό για

δερματικές παθήσεις και λοιμώξεις. Ακόμα και σήμερα, αποτελεί αντικείμενο εκτεταμένων επιστημονικών ερευνών, ειδικά για τις αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές του.

1.4.2 Μορφολογία και Καλλιέργεια

Το πεύκο ανήκει στην οικογένεια Pinaceae και περιλαμβάνει περισσότερα από 100 είδη που ευδοκιμούν κυρίως σε εύκρατα και ψυχρά κλίματα. Το ύψος του μπορεί να φτάσει από 10 έως 80 μέτρα, ενώ τα φύλλα του, που είναι βελόνες, αναπτύσσονται σε δεσμίδες. Τα κουκουνάρια, γνωστά και ως κώνοι, του πεύκου περιέχουν σπόρους, οι οποίοι είναι ευρέως γνωστοί ως κουκουνάρι και χρησιμοποιούνται στη διατροφή. Ο φλοιός του πεύκου ποικίλλει ανάλογα με το είδος, αλλά συνήθως είναι τραχύς και πλούσιος σε τανίνες και φαινολικές ενώσεις (Richardson, 2000).

Η καλλιέργεια του πεύκου δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητική, καθώς το δέντρο είναι ανθεκτικό στις δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες. Τα πευκοδάση συνεισφέρουν σημαντικά στη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα, καθιστώντας το πεύκο βασικό σύμμαχο για τη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος. Η καλλιέργειά του συχνά στοχεύει στην παραγωγή ξυλείας, ρητίνης και αιθέριων ελαίων, ενώ το πεύκο αποτελεί και σημαντικό παράγοντα για την προστασία από τη διάβρωση του εδάφους.

Πευκοβελόνες

Οι πευκοβελόνες αποτελούν πηγή βιοδραστικών συστατικών με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη σύνθεση καλλυντικών κρεμών από φυσικά έλαια και εκχυλίσματα. Περιέχουν φαινολικές ενώσεις, φλαβονοειδή και προανθοκυανιδίνες, που έχουν αναγνωριστεί για την ισχυρή αντιοξειδωτική τους δράση (Lee et al., 2011). Επιπλέον, τα αιθέρια έλαια που απομονώνονται από τις πευκοβελόνες είναι πλούσια σε μονοτερπένια, όπως α-πινένιο και λιμονένιο, τα οποία συνεισφέρουν σε αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Park et al., 2025). Σε πειραματικές μελέτες έχει φανεί ότι τα εκχυλίσματα πευκοβελονών καταστέλλουν τη δραστηριότητα φλεγμονωδών μεσολαβητών γεγονός που υποδεικνύει σημαντική αντιφλεγμονώδη δράση (Kim et al., 2019). Παράλληλα, η τοπική εφαρμογή εκχυλισμάτων από πευκοβελόνες και κώνους έχει συσχετιστεί με βελτίωση δερματικών

καταστάσεων, όπως η ατοπική δερματίτιδα, μέσω μείωσης της ανοσοσφαιρίνης (IgE) και περιορισμού της φλεγμονής (Jung et al., 2022). Οι ιδιότητες αυτές καθιστούν τις πευκοβελόνες κατάλληλο φυσικό συστατικό για καλλυντικά σκευάσματα, καθώς μπορούν να προστατεύσουν το δέρμα από οξειδωτικό στρες, να καταπραΰνουν ερεθισμούς και να συμβάλουν στη διατήρηση της ενυδάτωσης και της υγιούς όψης του δέρματος.



Εικόνα 3: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του πεύκου (*Pinus spp.*)

1.4.3 Χρήσεις

Το πεύκο έχει πολλές εφαρμογές τόσο στη βιομηχανία όσο και στην παραδοσιακή ιατρική. Στον τομέα της φαρμακευτικής, τα αιθέρια έλαια του πεύκου χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία αναπνευστικών προβλημάτων, όπως το άσθμα και η βρογχίτιδα. Επιπλέον, τα εκχυλίσματα του πεύκου, πλούσια σε πολυφαινόλες και τανίνες, έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στη μείωση του οξειδωτικού στρες και της φλεγμονής (Packer et al., 2004).

Στη βιομηχανία καλλυντικών, το πεύκο χρησιμοποιείται για την παρασκευή προϊόντων περιποίησης δέρματος και μαλλιών. Τα αντιοξειδωτικά του βοηθούν στην πρόληψη της γήρανσης του δέρματος, ενώ οι αντιβακτηριακές του ιδιότητες το καθιστούν χρήσιμο για τη θεραπεία δερματικών λοιμώξεων. Στη διατροφή, το κουκουνάρι αποτελεί πλούσια πηγή ωμέγα-3 λιπαρών οξέων και χρησιμοποιείται ευρέως σε σαλάτες και αρτοσκευάσματα.

Επιπλέον, το πεύκο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ξυλεία, παρέχοντας ανθεκτικά υλικά για την κατασκευή επίπλων και κτηρίων. Οι ρητίνες του πεύκου χρησιμοποιούνται για την παρασκευή βερνικιών, κόλλας και καυσίμων. Οι σύγχρονες έρευνες συνεχίζουν να αναδεικνύουν νέες δυνατότητες για τη χρήση του πεύκου, καθιστώντας το ένα από τα πιο πολύτιμα δέντρα στη φύση.



Εικόνα 4: Εκχύλισμα φλοιού πεύκου.

1.5. Πορτοκάλι (*Citrus sinensis*)

1.5.1 Ιστορική Αναδρομή

Το πορτοκάλι (*Citrus sinensis*) είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα και πολύτιμα εσπεριδοειδή στον κόσμο, με την ιστορία του να εκτείνεται σε χιλιάδες χρόνια. Πιστεύεται ότι κατάγεται από την περιοχή μεταξύ της Νότιας Κίνας και της Ινδοκίνας, όπου καλλιεργήθηκε αρχικά ως τροφή και θεραπευτικό μέσο. Οι αρχαίοι Κινέζοι χρησιμοποιούσαν το πορτοκάλι για την ανακούφιση από διάφορες παθήσεις, ενώ αποτέλεσε και ένα σύμβολο ευημερίας (Reuther et al., 1967). Μέσω των εμπορικών δρόμων, το πορτοκάλι μεταφέρθηκε στη Μέση Ανατολή και από εκεί στην Ευρώπη κατά τη διάρκεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας.

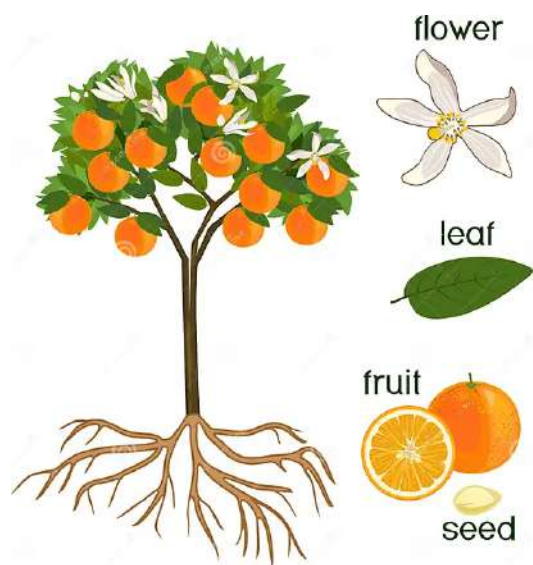
Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, το πορτοκάλι καλλιεργήθηκε σε πολλές περιοχές της Μεσογείου, ενώ οι Άραβες έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στη διάδοση της καλλιέργειάς του. Οι Ευρωπαίοι εξερευνητές το εισήγαγαν στη Νότια Αμερική και τις Δυτικές Ινδίες κατά τον 16ο αιώνα, όπου βρήκε ιδανικές κλιματικές συνθήκες για να αναπτυχθεί. Σήμερα, η καλλιέργεια του πορτοκαλιού έχει παγκόσμια εμβέλεια και αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά φρούτα της παγκόσμιας οικονομίας.

1.5.2 Μορφολογία και Καλλιέργεια

Το πορτοκάλι ανήκει στην οικογένεια Rutaceae και είναι ένα μικρό αειθαλές δέντρο που φτάνει σε ύψος τα 6-10 μέτρα. Τα φύλλα του είναι απλά, ωοειδή, με λεία υφή και λαμπερό πράσινο χρώμα. Τα άνθη του, γνωστά ως ανθάκια πορτοκαλιάς, είναι μικρά, λευκά και αρωματικά. Οι καρποί του είναι σφαιρικοί, με πορτοκαλί φλοιό και ζουμερή σάρκα που αποτελείται από τμήματα γεμάτα με χυμό και σπόρους (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996).

Η καλλιέργεια του πορτοκαλιού απαιτεί ζεστά και ηλιόλουστα κλίματα, ενώ ευδοκιμεί σε εδάφη καλά στραγγιζόμενα, με επαρκή υγρασία και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη. Οι βασικές χώρες παραγωγής πορτοκαλιού περιλαμβάνουν τη Βραζιλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ινδία και την Ισπανία. Η καλλιέργεια γίνεται συνήθως από σπόρους

ή μοσχεύματα, ενώ οι τεχνικές αειφορικής γεωργίας έχουν ενισχύσει τη βιωσιμότητα της παραγωγής (Davies & Albrigo, 1994).



Εικόνα 5: Μορφολογικά χαρακτηριστικά της πορτοκαλιάς (*Citrus sinensis*).

1.5.3 Χρήσεις

Το πορτοκάλι έχει πολυάριθμες χρήσεις, οι οποίες επεκτείνονται από τη διατροφή έως τη φαρμακολογία και τη βιομηχανία καλλυντικών. Στη διατροφή, ο χυμός πορτοκαλιού αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή ποτά παγκοσμίως, χάρη στη γεύση του και στην υψηλή περιεκτικότητά του σε βιταμίνη C. Επιπλέον, ο καρπός του καταναλώνεται φρέσκος, ενώ χρησιμοποιείται ευρέως σε μαγειρικές και ζαχαροπλαστικές συνταγές (Reuther et al., 1967).

Στον φαρμακευτικό τομέα, τα φλαβονοειδή και τα αντιοξειδωτικά του πορτοκαλιού συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων, ενώ τα αιθέρια έλαια του χρησιμοποιούνται σε προϊόντα αρωματοθεραπείας για την ανακούφιση από το άγχος. Στη βιομηχανία καλλυντικών, το πορτοκάλι χρησιμοποιείται για την παρασκευή προϊόντων φροντίδας δέρματος, χάρη στις ενυδατικές και αναζωογονητικές του ιδιότητες (Berhow et al., 2000). Τα παραπροϊόντα της πορτοκαλιάς, όπως ο φλοιός και οι σπόροι, αξιοποιούνται επίσης για την παραγωγή αιθέριων ελαίων, λιπασμάτων και ζωοτροφών. Η βιωσιμότητα της

καλλιέργειας του πορτοκαλιού ενισχύεται συνεχώς μέσω καινοτόμων τεχνικών που μειώνουν τα απόβλητα και αυξάνουν την αξία των υποπροϊόντων.

1.6. Αντιοξειδωτική Ικανότητα

1.6.1 Ρόλος Αντιοξειδωτικών

Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που προστατεύουν τον οργανισμό από τη δράση των ελευθέρων ριζών, οι οποίες παράγονται κατά τις φυσιολογικές μεταβολικές διεργασίες ή λόγω εξωτερικών παραγόντων, όπως η ακτινοβολία και οι ρυπογόνες ουσίες. Οι ελεύθερες ρίζες προκαλούν βλάβες στα κύτταρα και στους ιστούς, οδηγώντας σε ασθένειες όπως ο καρκίνος, τα καρδιαγγειακά νοσήματα και οι νευροεκφυλιστικές παθήσεις (Halliwell, 2007). Τα αντιοξειδωτικά δρουν δεσμεύοντας αυτές τις ρίζες, προστατεύοντας τη δομή των κυττάρων και αποτρέποντας το οξειδωτικό στρες.

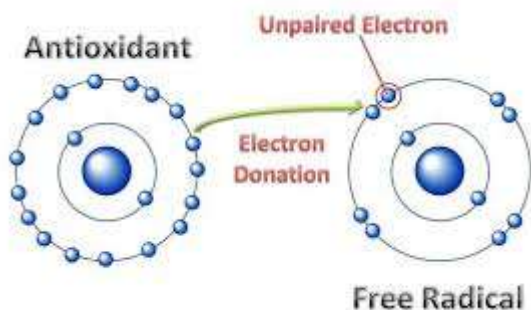
Η σημασία των αντιοξειδωτικών στην υγεία έχει οδηγήσει σε αυξημένη έρευνα για τις πηγές και τις δράσεις τους. Φυσικές πηγές αντιοξειδωτικών περιλαμβάνουν φρούτα, λαχανικά, βότανα και μπαχαρικά, που περιέχουν πολυφαινόλες, φλαβονοειδή και βιταμίνες όπως η C και η E. Οι ενώσεις αυτές ενισχύουν το ανοσοποιητικό σύστημα, συμβάλλουν στη μείωση της φλεγμονής και ενισχύουν τη φυσική προστασία του οργανισμού (Prior & Cao, 2000).

1.6.2 Ελεύθερες Ρίζες

Οι ελεύθερες ρίζες είναι μόρια ή άτομα που περιέχουν μη ζευγαρωμένα ηλεκτρόνια, γεγονός που τα καθιστά εξαιρετικά αντιδραστικά. Παράγονται φυσικά στον οργανισμό μέσω διεργασιών όπως η κυτταρική αναπνοή και η φαγοκυττάρωση, αλλά αυξάνονται δραματικά υπό την επίδραση εξωτερικών παραγόντων, όπως η έκθεση σε ακτινοβολία, το κάπνισμα και η κατανάλωση τοξικών ουσιών (Pham-Huy et al., 2008). Όταν οι ελεύθερες ρίζες υπερβούν την ικανότητα του οργανισμού να τις εξουδετερώσει, προκαλείται οξειδωτικό στρες.

Οι κύριες ελεύθερες ρίζες περιλαμβάνουν τα υπεροξειδία, τα υπεροξυνιτρώδη και το υδροξυλο-ρίζα. Αυτές οι ρίζες επιτίθενται σε σημαντικά βιομόρια, όπως λιπίδια, πρωτεΐνες

και DNA, οδηγώντας σε κυτταρικές βλάβες. Η διαχείριση των ελευθέρων ριζών μέσω αντιοξειδωτικών είναι κρίσιμη για την πρόληψη χρόνιων ασθενειών και τη διατήρηση της υγείας (Sies, 1997).



Εικόνα 6: Μηχανισμός παραγωγής ελευθέρων ριζών

1.6.3 Οξειδωτικό Στρες

Το οξειδωτικό στρες αναφέρεται στην ανισορροπία μεταξύ της παραγωγής ελευθέρων ριζών και της ικανότητας του οργανισμού να τις εξουδετερώσει μέσω αντιοξειδωτικών μηχανισμών. Η υπερβολική παρουσία ελευθέρων ριζών μπορεί να οδηγήσει σε κυτταρική απόπτωση, φλεγμονή και γήρανση. Συνδέεται με την ανάπτυξη πολλών ασθενειών, όπως ο διαβήτης, τα καρδιαγγειακά νοσήματα και οι εκφυλιστικές παθήσεις του νευρικού συστήματος (Droge, 2002).

Οι μηχανισμοί με τους οποίους το οξειδωτικό στρες επηρεάζει την υγεία περιλαμβάνουν την οξείδωση των λιπιδίων στις κυτταρικές μεμβράνες, τη βλάβη στο DNA και την αποσταθεροποίηση των πρωτεϊνών. Η μείωση του οξειδωτικού στρες μέσω της πρόσληψης φυσικών αντιοξειδωτικών είναι μια στρατηγική που μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη και την αντιμετώπιση αυτών των ασθενειών.



Εικόνα 7: Οξειδωτικό στρες στο κύτταρο

1.6.4 Δράση Αντιοξειδωτικών

Τα αντιοξειδωτικά λειτουργούν είτε εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες είτε αναστέλλοντας τις οξειδωτικές διεργασίες. Μπορούν να δράσουν με διάφορους τρόπους, όπως μέσω της δωρεάς ηλεκτρονίων, της δέσμευσης των ριζών ή της αναγέννησης άλλων αντιοξειδωτικών μορίων (Halliwell & Gutteridge, 2015). Οι σημαντικότερες κατηγορίες αντιοξειδωτικών περιλαμβάνουν τις πολυφαινόλες, τα καροτενοειδή, τη βιταμίνη Ε και τα φλαβονοειδή. Η δράση των αντιοξειδωτικών είναι ιδιαίτερα εμφανής στην πρόληψη των καρδιαγγειακών νοσημάτων, όπου προστατεύουν από την οξείδωση της LDL χοληστερόλης, καθώς και στην προστασία του δέρματος από τη φθορά που προκαλεί η υπεριώδης ακτινοβολία. Παράλληλα, συμβάλλουν στη μείωση της φλεγμονής και στην ενίσχυση της λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος.

1.6.5 Τρόφιμα Πλούσια σε Αντιοξειδωτικά

Τα τρόφιμα που είναι πλούσια σε αντιοξειδωτικά περιλαμβάνουν φρούτα, λαχανικά, ξηρούς καρπούς και δημητριακά ολικής άλεσης. Ειδικά φρούτα όπως τα μούρα, τα πορτοκάλια και το ρόδι περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις πολυφαινόλων και φλαβονοειδών. Επίσης, τα πράσινα λαχανικά, όπως το μπρόκολο και το σπανάκι, είναι εξαιρετικές πηγές καροτενοειδών και βιταμίνης C (Cao et al., 1996). Πέρα από τα φρέσκα προϊόντα, τα μπαχαρικά όπως ο κουρκουμάς και το τζίντζερ, καθώς και τα ποτά όπως το πράσινο τσάι και ο καφές, συμβάλλουν σημαντικά στην πρόσληψη αντιοξειδωτικών. Η ενσωμάτωσή τους στη διατροφή έχει αποδειχθεί ότι μειώνει το οξειδωτικό στρες, ενισχύοντας τη συνολική υγεία και την προστασία από χρόνιες ασθένειες.

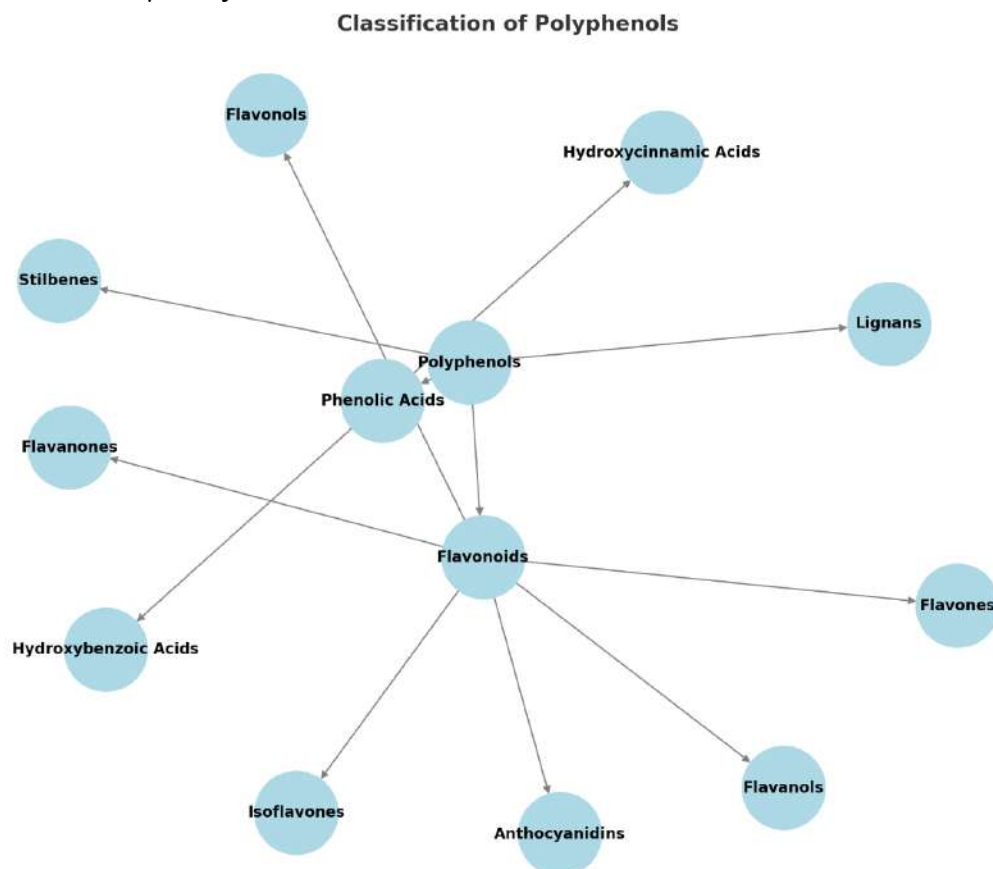
1.7. Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες είναι φυσικές ενώσεις που απαντώνται κυρίως στα φυτά και αποτελούν βασικά αντιοξειδωτικά συστατικά. Διακρίνονται για την ικανότητά τους να εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες και να προστατεύουν τον οργανισμό από το οξειδωτικό στρες. Η χημική τους δομή αποτελείται από έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίου

που περιέχουν τουλάχιστον μία υδροξυλομάδα (-OH), γεγονός που τους προσδίδει τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες (Manach et al., 2004). Οι πολυφαινόλες περιλαμβάνονται σε τρόφιμα όπως φρούτα, λαχανικά, ξηροί καρποί, και καφές, ενώ παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση της φλεγμονής και την πρόληψη χρόνιων ασθενειών. Η κατανάλωση πολυφαινολών έχει συνδεθεί με την προστασία της καρδιακής λειτουργίας, την πρόληψη του καρκίνου και την ενίσχυση της γνωστικής λειτουργίας. Παράλληλα, οι ευεργετικές τους ιδιότητες επηρεάζουν τη ρύθμιση του μεταβολισμού και την καταπολέμηση της παχυσαρκίας, γεγονός που τις καθιστά σημαντικότερο συστατικό στη διατροφή για την προαγωγή της υγείας (Scalbert et al., 2005).

1.7.1 Ταξινόμηση Πολυφαινολών

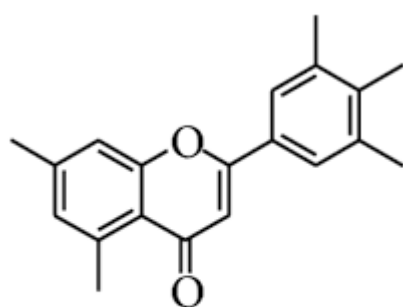
Οι πολυφαινόλες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τη χημική τους δομή. Οι τέσσερις βασικές κατηγορίες είναι τα φλαβονοειδή, τα φαινολικά οξέα, τα στιλβένια και οι λιγνάνες.



Εικόνα 8: Ταξινόμηση πολυφαινολών

1.7.1.1 Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή είναι η μεγαλύτερη ομάδα πολυφαινολών και βρίσκονται κυρίως σε φρούτα, λαχανικά, τσάι και κρασί. Διακρίνονται για την πολυπλοκότητα της δομής τους, που περιλαμβάνει δύο αρωματικούς δακτυλίους συνδεδεμένους μέσω ενός τριτογενούς άνθρακα. Οι κύριες υποκατηγορίες τους περιλαμβάνουν τις φλαβονόλες (όπως η κερκετίνη), τις φλαβόνες (όπως η λουτεολίνη), τις κατεχίνες (όπως η επικατεχίνη), τις φλαβανόνες (όπως η ναρινγενίνη), τις ανθοκυανιδίνες (όπως η κυανιδίνη) και τις ισοφλαβόνες (όπως η γενιστεΐνη). Τα φλαβονοειδή είναι γνωστά για την ισχυρή αντιοξειδωτική τους δράση, ενώ συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου για καρδιαγγειακές παθήσεις και καρκίνο (Middleton et al., 2000).



Flavonoids

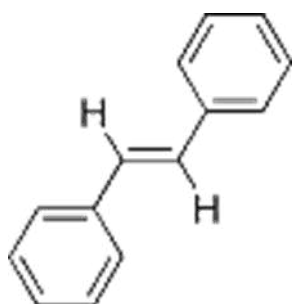
Εικόνα 9 Χημική δομή φλαβονοειδών

1.7.1.2 Φαινολικά Οξέα

Τα φαινολικά οξέα είναι ενώσεις που περιλαμβάνουν μια καρβοξυλομάδα ($-\text{COOH}$) συνδεδεμένη με έναν αρωματικό δακτύλιο. Υπάρχουν δύο κύριες ομάδες φαινολικών οξέων: τα υδροξυβενζοϊκά οξέα (όπως το γαλλικό οξύ) και τα υδροξυκινναμικά οξέα (όπως το καφεϊκό και το φερουλικό οξύ). Αυτά τα οξέα βρίσκονται σε δημητριακά, καφέ, φρούτα και λαχανικά και παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη του οξειδωτικού στρες. Οι αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές τους συμβάλλουν στη μείωση του κινδύνου χρόνιων ασθενειών, όπως ο διαβήτης και οι νευροεκφυλιστικές παθήσεις (Bravo, 1998).

1.7.1.3 Στιλβένια

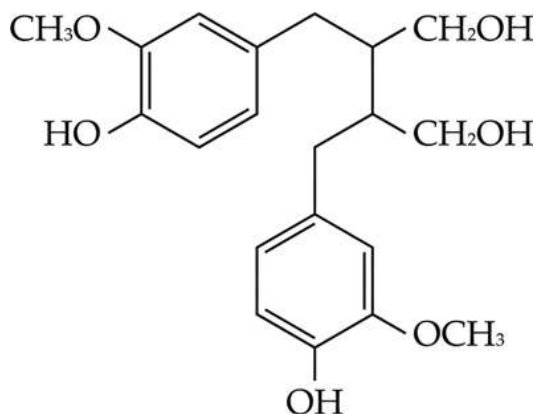
Τα στιλβένια είναι λιγότερο συνηθισμένες πολυφαινόλες, αλλά παρουσιάζουν εξαιρετική βιολογική δραστηριότητα. Η πιο γνωστή ένωση αυτής της κατηγορίας είναι η ρεσβερατρόλη, που βρίσκεται κυρίως στα σταφύλια, το κόκκινο κρασί και το φιστίκι. Η ρεσβερατρόλη είναι γνωστή για την αντιφλεγμονώδη, αντικαρκινική και καρδιοπροστατευτική της δράση. Έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει γονίδια που σχετίζονται με τη μακροζωία και να μειώνει το οξειδωτικό στρες μέσω της ενεργοποίησης του μονοπατιού της σιρτουΐνης (Baur & Sinclair, 2006).



Εικόνα 10 Χημική δομή στιλβενίων

1.7.1.4 Λιγνάνες

Οι λιγνάνες είναι φυτοοιστρογόνα που βρίσκονται κυρίως στον λιναρόσπορο, στους σπόρους, στους ξηρούς καρπούς και στα δημητριακά ολικής άλεσης. Διακρίνονται για την ικανότητά τους να μιμούνται τη δράση των οιστρογόνων στο σώμα, γεγονός που τις καθιστά χρήσιμες στη διαχείριση ορμονικών διαταραχών. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι λιγνάνες μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο καρκίνου του μαστού και του προστάτη, ενώ παράλληλα παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Thompson et al., 2005).



Εικόνα 11 Χημική δομή λιγνανών

1.7.2 Βιοδιαθεσιμότητα Πολυφαινολών

Η βιοδιαθεσιμότητα των πολυφαινολών, δηλαδή η ικανότητά τους να απορροφώνται και να χρησιμοποιούνται από τον οργανισμό, ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τη χημική τους δομή. Οι απλές πολυφαινόλες, όπως τα φαινολικά οξέα, απορροφώνται ταχύτερα από τις πιο σύνθετες, όπως τα φλαβονοειδή (Manach et al., 2005). Παράγοντες όπως η διαλυτότητα και η ενζυματική διάσπαση επηρεάζουν την απορρόφησή τους, ενώ η εντερική μικροχλωρίδα παίζει σημαντικό ρόλο στη μεταβολική τους επεξεργασία.

1.7.3 Ευεργετικές Δράσεις Πολυφαινολών

Οι πολυφαινόλες έχουν μελετηθεί εκτενώς για τις ευεργετικές τους επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία. Δρουν κυρίως μέσω της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας, μειώνοντας την παραγωγή ελευθέρων ριζών και προστατεύοντας τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες. Παράλληλα, παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, ρυθμίζοντας τη δράση σημαντικών ενζύμων και μορίων που εμπλέκονται στις φλεγμονώδεις αντιδράσεις (Scalbert et al., 2005). Αυτή η διπλή δράση τις καθιστά πολύτιμες για την πρόληψη και την αντιμετώπιση χρόνιων νοσημάτων.

Η τακτική κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε πολυφαινόλες έχει συσχετιστεί με τη μείωση του κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων, καρκίνου και σακχαρώδους διαβήτη. Επιπλέον, οι πολυφαινόλες συμβάλλουν στη διατήρηση της γνωστικής λειτουργίας, ενώ επηρεάζουν θετικά τη διαδικασία γήρανσης. Αυτές οι επιδράσεις τις καθιστούν βασικό στοιχείο της διατροφής που στοχεύει στη συνολική βελτίωση της υγείας (Manach et al., 2004).

1.7.3.1 Καρδιαγγειακά Νοσήματα

Οι πολυφαινόλες έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικές στην πρόληψη καρδιαγγειακών νοσημάτων, καθώς μειώνουν την οξείδωση της LDL χοληστερόλης και την υπερσυσσώρευση αιμοπεταλίων. Ενώσεις όπως η ρεσβερατρόλη και οι κατεχίνες βελτιώνουν

την αγγειακή λειτουργία, προάγοντας την παραγωγή μονοξειδίου του αζώτου (NO), το οποίο διαστέλλει τα αιμοφόρα αγγεία (Hertog et al., 1993). Επιπλέον, η αντιφλεγμονώδης δράση τους βοηθά στη μείωση της αθηροσκλήρωσης. Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση πολυφαινόλων μέσω τροφίμων όπως το κόκκινο κρασί, τα μούρα και το πράσινο τσάι σχετίζεται με τη μείωση της αρτηριακής πίεσης και του κινδύνου εγκεφαλικών επεισοδίων. Αυτές οι ευεργετικές δράσεις οφείλονται στη συνεργιστική δράση των διαφορετικών τύπων πολυφαινόλων (Pérez-Jiménez et al., 2010).

1.7.3.2 Καρκίνος

Οι πολυφαινόλες παρουσιάζουν αντικαρκινικές ιδιότητες μέσω της ρύθμισης της απόπτωσης των καρκινικών κυττάρων και της αναστολής της αγγειογένεσης, που είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη όγκων. Ειδικά η ρεσβερατρόλη και η επικατεχίνη έχουν μελετηθεί για την ικανότητά τους να επηρεάζουν τα μονοπάτια σηματοδότησης που εμπλέκονται στην κυτταρική ανάπτυξη και διαίρεση (Aggarwal et al., 2004).

Η πρόσληψη πολυφαινόλων μέσω διατροφικών πηγών έχει συνδεθεί με τη μείωση του κινδύνου καρκίνου του παχέος εντέρου, του μαστού και του προστάτη. Η αντιοξειδωτική τους δράση προστατεύει το DNA από βλάβες που προκαλούνται από ελεύθερες ρίζες, μειώνοντας την πιθανότητα μεταλλάξεων (Bravo, 1998).

1.7.3.3 Σακχαρώδης Διαβήτης

Οι πολυφαινόλες συμβάλλουν στη ρύθμιση της γλυκόζης στο αίμα, βελτιώνοντας την ευαισθησία στην ινσουλίνη και μειώνοντας την αντίσταση σε αυτή. Ενώσεις όπως οι ανθοκυανίνες και οι φλαβονοειδείς πολυφαινόλες έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στη μείωση της μεταγευματικής υπεργλυκαιμίας, αναστέλλοντας τα ένζυμα αμυλάση και γλυκοσιδάση (Manach et al., 2004). Η τακτική κατανάλωση τροφίμων πλούσιων σε πολυφαινόλες, όπως τα μούρα, ο καφές και το πράσινο τσάι, σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2. Επιπλέον, η αντιφλεγμονώδης δράση τους συμβάλλει στη μείωση των φλεγμονών που σχετίζονται με την παχυσαρκία και τον διαβήτη (Scalbert et al., 2005).

1.7.3.4 Νευρικό Σύστημα

Οι πολυφαινόλες προστατεύουν το νευρικό σύστημα μέσω της αντιοξειδωτικής τους δράσης, μειώνοντας το οξειδωτικό στρες που συμβάλλει σε εκφυλιστικές παθήσεις, όπως η νόσος του Αλτσχάιμερ και η νόσος του Πάρκινσον. Οι φλαβονοειδείς ενώσεις, όπως η κερκετίνη και η επικατεχίνη, προάγουν τη νευρωνική επιβίωση και βελτιώνουν τη γνωστική λειτουργία (Williams & Spencer, 2012). Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση πολυφαινολών βελτιώνει τη μνήμη και τις μαθησιακές ικανότητες, ενώ προστατεύει τους νευρώνες από τη φλεγμονή και την τοξικότητα. Τα φλαβονοειδή του κακάο, για παράδειγμα, έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά στη βελτίωση της εγκεφαλικής κυκλοφορίας (Del Rio et al., 2013).

1.7.3.5 Αντιγήρανση

Οι πολυφαινόλες συμβάλλουν στη διαδικασία της αντιγήρανσης μέσω της προστασίας του δέρματος από την υπεριώδη ακτινοβολία και της μείωσης της κυτταρικής φθοράς. Οι ανθοκυανίνες, που βρίσκονται σε μούρα και σταφύλια, έχουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση, προλαμβάνοντας την απώλεια κολλαγόνου και τη δημιουργία ρυτίδων (Nichols & Katiyar, 2010). Παράλληλα, οι πολυφαινόλες μειώνουν τη φλεγμονή που σχετίζεται με τη γήρανση, ενισχύοντας την αναγέννηση των κυττάρων. Τα τρόφιμα που περιέχουν φλαβονοειδή, όπως το πράσινο τσάι και η μαύρη σοκολάτα, έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμα στην προστασία από την πρόωρη γήρανση (Scalbert et al., 2005).

1.7.3.6 Παχυσαρκία

Οι πολυφαινόλες επηρεάζουν τον μεταβολισμό του λίπους, αναστέλλοντας τη λιπογένεση και προάγοντας τη λιπόλυση. Ενώσεις όπως η επικατεχίνη του πράσινου τσαγιού και η ρεσβερατρόλη έχουν αποδειχθεί ότι μειώνουν τη συσσώρευση λίπους στους ιστούς (Hursel et al., 2011). Η κατανάλωση πολυφαινολών συμβάλλει στη ρύθμιση του σωματικού βάρους, μειώνοντας την όρεξη και ενισχύοντας τη θερμογένεση. Αυτές οι δράσεις καθιστούν

τις πολυφαινόλες πολύτιμες στη διαχείριση της παχυσαρκίας και των σχετιζόμενων μεταβολικών διαταραχών (Pérez-Jiménez et al., 2010).

1.7.4 Τρόφιμα Πλούσια σε Πολυφαινόλες

Τα τρόφιμα που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις πολυφαινολών περιλαμβάνουν φρούτα όπως τα μούρα, τα σταφύλια και τα πορτοκάλια, καθώς και λαχανικά όπως το μπρόκολο και τα καρότα. Επιπλέον, το πράσινο τσάι, ο καφές, το κακάο και το κόκκινο κρασί είναι εξαιρετικές πηγές πολυφαινολών (Manach et al., 2004). Η ενσωμάτωση αυτών των τροφίμων στη διατροφή μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της υγείας, ενώ παράλληλα προσφέρουν προστασία από χρόνιες παθήσεις. Η ποικιλία των πολυφαινολών που περιέχονται στα τρόφιμα εξασφαλίζει συνεργατική δράση, μεγιστοποιώντας τα οφέλη για τον οργανισμό (Scalbert et al., 2005).

1.8. Ανάγκη Χρήσης Φυσικών Ουσιών

Η χρήση φυσικών ουσιών στη βιομηχανία τροφίμων, καλλυντικών και φαρμάκων έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, καθώς οι καταναλωτές στρέφονται σε προϊόντα που θεωρούνται ασφαλή, οικολογικά και αποτελεσματικά. Οι φυσικές ουσίες, όπως τα φυτικά εκχυλίσματα και τα αιθέρια έλαια, προσφέρουν πληθώρα βιολογικών δράσεων, περιλαμβάνοντας αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Αυτές οι ιδιότητες καθιστούν τις φυσικές ουσίες πολύτιμες τόσο για τη διατήρηση της υγείας όσο και για την ανάπτυξη λειτουργικών προϊόντων που ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις της αγοράς (Cragg & Newman, 2013).

Η στροφή προς τη χρήση φυσικών ουσιών οφείλεται επίσης σε ανησυχίες για την ασφάλεια των συνθετικών συστατικών, τα οποία συνδέονται συχνά με ανεπιθύμητες ενέργειες ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Επιπλέον, η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση για τη βιωσιμότητα και την προστασία της βιοποικιλότητας έχει ενθαρρύνει τη βιομηχανία να εξερευνήσει βιώσιμες πηγές φυσικών ουσιών (Goyal et al., 2011).

Οι φυσικές ουσίες ενσωματώνονται σε προϊόντα που στοχεύουν στην υγεία, την ομορφιά και την ευεξία. Για παράδειγμα, στη βιομηχανία καλλυντικών, χρησιμοποιούνται για την παρασκευή προϊόντων που προστατεύουν από την πρόωγη γήρανση και τις δερματικές φθορές. Παράλληλα, τα φυσικά συστατικά στη βιομηχανία τροφίμων ενισχύουν τη θρεπτική αξία των προϊόντων και προσφέρουν λειτουργικά οφέλη, όπως η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). Η συνεχής έρευνα στις φυσικές ουσίες έχει αναδείξει νέες πηγές και μεθόδους παραγωγής που ενισχύουν την αποτελεσματικότητα και τη σταθερότητα των προϊόντων. Αυτή η πρόοδος προσφέρει ευκαιρίες για την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων που ανταποκρίνονται στις ανάγκες της σύγχρονης αγοράς και βελτιώνουν τη συνολική ποιότητα ζωής (Li & Vederas, 2009).

1.8.1 Φυτικά Εκχυλίσματα

Τα φυτικά εκχυλίσματα αποτελούν φυσικές ουσίες που εξάγονται από φυτά μέσω διαδικασιών όπως η εκχύλιση με διαλύτες, οι υπέρηχοι και η υπερκρίσιμη εκχύλιση. Περιέχουν συμπυκνωμένες ποσότητες βιοδραστικών συστατικών, όπως φαινολικές ενώσεις, φλαβονοειδή, αλκαλοειδή και τερπενοειδή, τα οποία προσδίδουν τις χαρακτηριστικές φαρμακευτικές και καλλυντικές τους ιδιότητες (Chemat et al., 2017).

Τα φυτικά εκχυλίσματα έχουν βρει ευρεία εφαρμογή στη βιομηχανία καλλυντικών, όπου χρησιμοποιούνται για την παρασκευή προϊόντων που ενυδατώνουν το δέρμα, καταπραΰνουν τους ερεθισμούς και προστατεύουν από την υπεριώδη ακτινοβολία. Για παράδειγμα, το εκχύλισμα αλόης βέρα χρησιμοποιείται σε κρέμες ενυδάτωσης λόγω των επουλωτικών του ιδιοτήτων, ενώ το εκχύλισμα πράσινου τσαγιού περιέχει πολυφαινόλες που προστατεύουν από τη γήρανση (Martins et al., 2014).

Στη βιομηχανία τροφίμων, τα φυτικά εκχυλίσματα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της γεύσης, τη συντήρηση και την ενίσχυση της θρεπτικής αξίας. Ενώσεις όπως τα φαινολικά οξέα και τα φλαβονοειδή συμβάλλουν στην αντιοξειδωτική προστασία και την αύξηση της διάρκειας ζωής των τροφίμων. Επιπλέον, πολλά εκχυλίσματα έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στην καταπολέμηση παθογόνων μικροοργανισμών, ενισχύοντας την ασφάλεια των τροφίμων (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). Η χρήση φυτικών εκχυλισμάτων

συνδέεται επίσης με τη βιωσιμότητα, καθώς προέρχονται από φυσικές πηγές που συχνά αποτελούν ανανεώσιμους πόρους. Αυτή η προσέγγιση προωθεί την περιβαλλοντική υπευθυνότητα και ενισχύει την αποδοχή των προϊόντων από τους καταναλωτές που ενδιαφέρονται για την προστασία του περιβάλλοντος (Goyal et al., 2011).

1.8.2 Αιθέρια Έλαια

Τα αιθέρια έλαια είναι πτητικές αρωματικές ενώσεις που εξάγονται από φυτά μέσω απόσταξης ή εκχύλισης. Περιέχουν έναν πλούσιο συνδυασμό τερπενοειδών, φαινολικών ενώσεων και άλλων βιοδραστικών μορίων, τα οποία τους προσδίδουν αντιοξειδωτικές, αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Bakkali et al., 2008).

Στη βιομηχανία καλλυντικών, τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται ευρέως για την αρωματοθεραπεία και τη φροντίδα του δέρματος. Το αιθέριο έλαιο λεβάντας, για παράδειγμα, είναι γνωστό για τις χαλαρωτικές του ιδιότητες, ενώ το αιθέριο έλαιο τειλόδεντρου χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση δερματικών λοιμώξεων. Επιπλέον, τα αιθέρια έλαια ενσωματώνονται σε προϊόντα περιποίησης μαλλιών, παρέχοντας ενυδάτωση και προστασία από τη φθορά (Martins et al., 2014).

Στη βιομηχανία τροφίμων, τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της γεύσης και της συντήρησης. Οι αντιμικροβιακές τους ιδιότητες βοηθούν στην καταπολέμηση παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ η αντιοξειδωτική τους δράση προστατεύει τα τρόφιμα από την οξείδωση. Παραδείγματα περιλαμβάνουν το αιθέριο έλαιο ρίγανης και δεντρολίβανου, τα οποία ενισχύουν τη γεύση και τη διάρκεια ζωής πολλών προϊόντων (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). Η έρευνα για τα αιθέρια έλαια επικεντρώνεται στην ανεύρεση νέων πηγών και στην ανάπτυξη τεχνολογιών που βελτιώνουν την απόδοσή τους. Αυτή η πρόοδος ενισχύει τη χρήση τους σε διάφορες βιομηχανίες, διατηρώντας την ισορροπία μεταξύ αποτελεσματικότητας, ασφάλειας και βιωσιμότητας (Bakkali et al., 2008).

1.9. Φυτοχημικά Συστατικά Τζίντζερ, Πεύκου και Πορτοκαλιού

Τα φυτοχημικά συστατικά που περιέχονται στο τζίντζερ, το πεύκο και το πορτοκάλι αποτελούν βασικούς βιοδραστικούς παράγοντες που προσφέρουν πολλαπλά οφέλη για την υγεία. Αυτά τα συστατικά, όπως τα φλαβονοειδή, τα φαινολικά οξέα και τα τερπενοειδή, είναι υπεύθυνα για τις αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές ιδιότητες αυτών των φυτών. Κάθε μία από αυτές τις ενώσεις διαδραματίζει ξεχωριστό ρόλο, ενώ η συνεργιστική δράση τους ενισχύει τη βιολογική τους δραστηριότητα (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). Οι χημικές ενώσεις που εντοπίζονται στο τζίντζερ, το πεύκο και το πορτοκάλι συμβάλλουν επίσης στην ιδιαίτερη γεύση, το άρωμα και την αντιμικροβιακή προστασία που παρέχουν αυτά τα φυτά. Οι πολυάριθμες μελέτες που έχουν διεξαχθεί αποδεικνύουν ότι τα φυτοχημικά αυτά μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας και για τη δημιουργία λειτουργικών τροφίμων και καλλυντικών προϊόντων (Martins et al., 2014).

1.9.1 Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή είναι μια ομάδα πολυφαινόλων που περιέχονται σε σημαντικές ποσότητες στα πορτοκάλια και σε μικρότερο βαθμό στο τζίντζερ και το πεύκο. Αυτά τα φυτοχημικά είναι γνωστά για την ισχυρή αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση τους, ενώ προστατεύουν τα κύτταρα από την οξειδωτική βλάβη. Για παράδειγμα, τα πορτοκάλια περιέχουν φλαβονοειδή όπως η εσπεριδίνη, που μειώνει τη φλεγμονή και ενισχύει τη λειτουργία των αιμοφόρων αγγείων (Miller & Rice-Evans, 1996). Στο τζίντζερ, τα φλαβονοειδή είναι υπεύθυνα για την αντιμικροβιακή και αναλγητική του δράση, ενώ στο πεύκο συμβάλλουν στη μείωση της LDL χοληστερόλης και στη βελτίωση της καρδιαγγειακής υγείας. Η ενσωμάτωση τροφίμων πλούσιων σε φλαβονοειδή στη διατροφή έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων ασθενειών, όπως οι καρδιοπάθειες και ο καρκίνος (Middleton et al., 2000).

1.9.2 Φαινολικά Οξέα

Τα φαινολικά οξέα είναι βασικά συστατικά που βρίσκονται τόσο στο τζίντζερ όσο και στο πεύκο και το πορτοκάλι. Αυτές οι ενώσεις, όπως το καφεϊκό και το φερουλικό οξύ, παρουσιάζουν ισχυρή αντιοξειδωτική δραστηριότητα και προστατεύουν από το οξειδωτικό στρες που οδηγεί σε κυτταρικές βλάβες (Bravo, 1998). Τα φαινολικά οξέα του πορτοκαλιού συμβάλλουν στην πρόληψη της φλεγμονής και τη ρύθμιση των μεταβολικών διαταραχών. Στο τζίντζερ, τα φαινολικά οξέα συνεισφέρουν στη μείωση της ναυτίας και της φλεγμονής, ενώ στο πεύκο, ενισχύουν την προστασία των ιστών από την υπερϊώδη ακτινοβολία και την οξείδωση των λιπιδίων. Αυτές οι ενώσεις είναι εξαιρετικά σημαντικές για τη διατήρηση της υγείας και την ανάπτυξη λειτουργικών τροφίμων και καλλυντικών (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

1.9.3 Τερπενοειδή

Τα τερπενοειδή είναι φυτοχημικά συστατικά που βρίσκονται κυρίως στο τζίντζερ και στο πεύκο και λιγότερο στο πορτοκάλι. Αυτές οι ενώσεις είναι υπεύθυνες για το χαρακτηριστικό άρωμα και τη γεύση αυτών των φυτών, ενώ παράλληλα παρουσιάζουν έντονη βιολογική δραστηριότητα. Στο τζίντζερ, οι τζιντζερόλες και οι ζινγκερόνες, που ανήκουν στα τερπενοειδή, παρουσιάζουν αντιφλεγμονώδη και αντιοξειδωτική δράση, προστατεύοντας από χρόνιες παθήσεις όπως η αρθρίτιδα (Ali et al., 2008). Στο πεύκο, τα τερπενοειδή, όπως οι μονοτερπένες και οι διτερπένες, έχουν αντιβακτηριακή και αντιοξειδωτική δράση, γεγονός που τα καθιστά ιδανικά για χρήση σε καλλυντικά προϊόντα και φαρμακευτικές εφαρμογές. Τα αιθέρια έλαια του πεύκου, που περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις τερπενοειδών, χρησιμοποιούνται επίσης για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και τη βελτίωση της αναπνευστικής λειτουργίας (Bakkali et al., 2008).

1.10. Θεραπευτικές Ιδιότητες

1.10.1 Θεραπευτικές Ιδιότητες Τζίντζερ (*Zingiber officinale*)

Το τζίντζερ (*Zingiber officinale*) αποτελεί μια από τις πιο ευρέως μελετημένες ρίζες λόγω των πολλαπλών θεραπευτικών ιδιοτήτων του. Η πλούσια περιεκτικότητά του σε φυτοχημικές ενώσεις, όπως οι τζιντζερόλες, οι σογκαόλες και τα φαινολικά οξέα, προσδίδει στο τζίντζερ αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες (Ali et al., 2008). Επιπλέον, το τζίντζερ χρησιμοποιείται παραδοσιακά για την ανακούφιση από γαστρεντερικά προβλήματα, όπως η δυσπεψία και η ναυτία, ενώ σύγχρονες μελέτες υποδεικνύουν τη θετική του επίδραση στη μείωση της φλεγμονής και στη ρύθμιση του μεταβολισμού. Οι αντιοξειδωτικές του ιδιότητες συμβάλλουν στην προστασία από το οξειδωτικό στρες, ενώ η αντικαρκινική του δράση προέρχεται από την ικανότητα των δραστικών του συστατικών να επάγουν την απόπτωση και να αναστέλλουν την αγγειογένεση (Shukla & Singh, 2007). Οι πολλαπλές βιολογικές δράσεις του τζίντζερ το καθιστούν ιδανικό για χρήση στη φαρμακευτική και τη βιομηχανία καλλυντικών, ενώ η συνεχής έρευνα αναδεικνύει νέες πιθανές εφαρμογές του.

1.10.1.1 Αντιοξειδωτική Ικανότητα

Το τζίντζερ παρουσιάζει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε φαινολικές ενώσεις, όπως οι τζιντζερόλες και οι σογκαόλες. Αυτές οι ενώσεις εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες και προστατεύουν τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες, το οποίο ευθύνεται για τη γήρανση και την ανάπτυξη χρόνιων ασθενειών (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). Η κατανάλωση τζίντζερ έχει συνδεθεί με τη μείωση της λιπιδικής υπεροξειδωσης και την αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του οργανισμού, γεγονός που υποδεικνύει τον προστατευτικό του ρόλο έναντι του καρδιαγγειακού κινδύνου και των εκφυλιστικών παθήσεων (Ali et al., 2008). Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του τζίντζερ το καθιστούν χρήσιμο τόσο για την πρόληψη όσο και για τη θεραπεία ασθενειών που σχετίζονται με το οξειδωτικό στρες.

1.10.1.2 Αντιφλεγμονώδης και Αναλγητική Ικανότητα

Η αντιφλεγμονώδης δράση του τζίντζερ προέρχεται κυρίως από τη δράση των τζιντζερόλων, οι οποίες αναστέλλουν τη σύνθεση φλεγμονωδών μορίων, όπως οι προσταγλανδίνες και οι κυτοκίνες (Aggarwal et al., 2004). Αυτή η ιδιότητα καθιστά το τζίντζερ αποτελεσματικό στη διαχείριση φλεγμονωδών καταστάσεων, όπως η αρθρίτιδα και οι μυϊκοί πόνοι. Παράλληλα, η αναλγητική του δράση οφείλεται στην ικανότητά του να επηρεάζει τη δραστηριότητα των νευρικών απολήξεων που σχετίζονται με τον πόνο, προσφέροντας ανακούφιση από χρόνιους πόνους (Shukla & Singh, 2007). Η χρήση του τζίντζερ ως φυσικό αντιφλεγμονώδες και αναλγητικό το καθιστά μια βιώσιμη εναλλακτική για φάρμακα με πιθανές παρενέργειες.

1.10.1.3 Κυτταροτοξική και Αντικαρκινική Δραστηριότητα

Το τζίντζερ παρουσιάζει σημαντική κυτταροτοξική δράση έναντι καρκινικών κυττάρων, χάρη στη δυνατότητα των τζιντζερόλων και των ζινγκερόνων να επάγουν την απόπτωση και να αναστέλλουν τη μετάσταση. Μελέτες έχουν δείξει ότι το τζίντζερ μπορεί να αναστείλει την ανάπτυξη όγκων σε διάφορους τύπους καρκίνου, όπως ο καρκίνος του παχέος εντέρου, του μαστού και του προστάτη (Aggarwal et al., 2004). Επιπλέον, οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες του τζίντζερ προστατεύουν το DNA από οξειδωτικές βλάβες, μειώνοντας την πιθανότητα μεταλλάξεων που σχετίζονται με την καρκινογένεση. Αυτή η διπλή δράση το καθιστά υποσχόμενη επιλογή για τη συμπληρωματική θεραπεία του καρκίνου.

1.10.1.4 Καρδιοπροστατευτική Ικανότητα

Η καρδιοπροστατευτική δράση του τζίντζερ αποδίδεται στην ικανότητά του να μειώνει τη χοληστερόλη, να προλαμβάνει την οξείδωση της LDL και να βελτιώνει τη λειτουργία των αιμοφόρων αγγείων. Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση τζίντζερ συνδέεται με μείωση της αρτηριακής πίεσης και της θρόμβωσης, γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). Επιπλέον, τα

φλαβονοειδή του τζίντζερ προάγουν την αγγειοδιαστολή, ενισχύοντας τη ροή του αίματος και προστατεύοντας την καρδιακή λειτουργία.

1.10.1.5 Νευροπροστατευτική Ικανότητα

Το τζίντζερ διαθέτει νευροπροστατευτικές ιδιότητες που προέρχονται από την αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση του. Οι τζιντζερόλες προστατεύουν τους νευρώνες από την οξειδωτική βλάβη, ενώ ενισχύουν τη μνήμη και τη γνωστική λειτουργία (Williams & Spencer, 2012). Επίσης, το τζίντζερ έχει μελετηθεί για τον πιθανό του ρόλο στην πρόληψη νευροεκφυλιστικών ασθενειών, όπως η νόσος του Αλτσχάιμερ, μέσω της αναστολής της φλεγμονής στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

1.10.1.6 Αντιμικροβιακή Δράση

Το τζίντζερ παρουσιάζει ισχυρές αντιμικροβιακές ιδιότητες έναντι βακτηρίων, μυκήτων και ιών. Οι δραστικές ενώσεις του, όπως οι τζιντζερόλες και τα αιθέρια έλαια, έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην καταπολέμηση παθογόνων μικροοργανισμών, όπως το *Escherichia coli* και ο *Staphylococcus aureus* (Bakkali et al., 2008). Η αντιμικροβιακή δράση του τζίντζερ το καθιστά χρήσιμο για την παρασκευή φαρμακευτικών και καλλυντικών προϊόντων, ενώ συμβάλλει και στη συντήρηση τροφίμων.

1.10.1.7 Επούλωτική Ικανότητα

Το τζίντζερ έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει τη διαδικασία επούλωσης τραυμάτων, κυρίως μέσω της αντιφλεγμονώδους και αντιοξειδωτικής του δράσης. Οι τζιντζερόλες προάγουν την αναγέννηση των ιστών και τη σύνθεση κολλαγόνου, βελτιώνοντας την ταχύτητα και την ποιότητα της επούλωσης (Ali et al., 2008). Επιπλέον, η αντιμικροβιακή του δράση προστατεύει τα τραύματα από λοιμώξεις, καθιστώντας το τζίντζερ ιδιαίτερα χρήσιμο για την αντιμετώπιση τραυμάτων και δερματικών παθήσεων. Οι εφαρμογές του επεκτείνονται

από την παραδοσιακή ιατρική έως τη σύγχρονη φαρμακολογία, όπου χρησιμοποιείται ως φυσικό συστατικό σε προϊόντα φροντίδας δέρματος και αλοιφές επούλωσης.

1.10.2 Θεραπευτικές Ιδιότητες Πεύκου (*Pinus spp.*)

Το πεύκο (*Pinus spp.*) είναι γνωστό για τις πλούσιες βιοδραστικές του ιδιότητες, που αποδίδονται στα φυτοχημικά συστατικά του, όπως οι πολυφαινόλες, τα флаβονοειδή και τα τερπενοειδή. Αυτές οι ενώσεις παρέχουν πολλαπλά οφέλη, μεταξύ των οποίων η αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδης και αντιμικροβιακή δράση, που το καθιστούν χρήσιμο σε διάφορες θεραπευτικές εφαρμογές (Packer et al., 2004). Το πεύκο χρησιμοποιείται παραδοσιακά για τη θεραπεία αναπνευστικών παθήσεων, ενώ σύγχρονες έρευνες αναδεικνύουν τον ρόλο του στη βελτίωση της καρδιαγγειακής υγείας, τη μείωση της φλεγμονής και την προστασία από εκφυλιστικές ασθένειες. Οι πολυάριθμες δράσεις του το καθιστούν πολύτιμη φυσική πηγή για τη φαρμακευτική και τη βιομηχανία καλλυντικών.

1.10.2.1 Αντιοξειδωτική Ικανότητα

Το πεύκο περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών ενώσεων, όπως οι πολυφαινόλες και τα флаβονοειδή, που προστατεύουν τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες και τις ελεύθερες ρίζες. Το εκχύλισμα φλοιού πεύκου είναι ιδιαίτερα γνωστό για την αντιοξειδωτική του δράση, η οποία έχει αποδειχθεί ότι μειώνει την οξείδωση των λιπιδίων και προλαμβάνει τη βλάβη στο DNA (Packer et al., 2004). Αυτή η ιδιότητα συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου χρόνιων παθήσεων, όπως οι καρδιαγγειακές και οι νευροεκφυλιστικές ασθένειες.

1.10.2.2 Αντιφλεγμονώδης και Αναλγητική Ικανότητα

Το πεύκο παρουσιάζει ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση, που προκύπτει από την ικανότητά του να αναστέλλει τη σύνθεση φλεγμονωδών μορίων, όπως οι κυτοκίνες και οι

προσταγλανδίνες. Τα φλαβονοειδή του πεύκου μειώνουν τη φλεγμονή σε κυτταρικό επίπεδο, καθιστώντας το αποτελεσματικό στη θεραπεία παθήσεων όπως η αρθρίτιδα (Martins et al., 2014). Παράλληλα, η αναλγητική του δράση προσφέρει ανακούφιση από μυϊκούς πόνους και τραυματισμούς, γεγονός που το καθιστά χρήσιμο για την αποκατάσταση μετά από σωματική καταπόνηση.

1.10.2.3 Αντικαρκινική Δραστηριότητα

Οι πολυφαινόλες και οι τερπενοειδείς ενώσεις του πεύκου έχουν αποδειχθεί ότι παρουσιάζουν αντικαρκινική δράση, επάγοντας την απόπτωση και αναστέλλοντας την ανάπτυξη όγκων. Το εκχύλισμα φλοιού πεύκου έχει μελετηθεί για την αντικαρκινική του δράση σε τύπους καρκίνου όπως ο καρκίνος του μαστού και του παχέος εντέρου, με θετικά αποτελέσματα (Rohdewald, 2002). Επιπλέον, οι αντιοξειδωτικές του ιδιότητες προστατεύουν το DNA από οξειδωτικές βλάβες, συμβάλλοντας στην πρόληψη του καρκίνου.

1.10.2.4 Καρδιοπροστατευτική Ικανότητα

Η καρδιοπροστατευτική δράση του πεύκου οφείλεται στη δυνατότητά του να βελτιώνει τη λειτουργία του ενδοθηλίου, να μειώνει την οξείδωση της LDL χοληστερόλης και να αυξάνει την αγγειακή διαστολή. Μελέτες έχουν δείξει ότι το εκχύλισμα φλοιού πεύκου μειώνει την αρτηριακή πίεση και προλαμβάνει τη θρόμβωση, συμβάλλοντας στη συνολική υγεία της καρδιάς (Packer et al., 2004). Η κατανάλωση προϊόντων που περιέχουν εκχυλίσματα πεύκου έχει συσχετιστεί με μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων.

1.10.2.5 Ηπατοπροστατευτική Ικανότητα

Το πεύκο έχει αποδειχθεί ότι προστατεύει το ήπαρ από οξειδωτικές και φλεγμονώδεις βλάβες, ενισχύοντας τη λειτουργία του. Οι πολυφαινόλες του πεύκου μειώνουν τη λιπιδική υπεροξείδωση και ενισχύουν την αποτοξίνωση του ήπατος (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

Η χρήση του πεύκου ως φυσικό ηπατοπροστατευτικό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα στη διαχείριση ηπατικών ασθενειών και στη βελτίωση της συνολικής υγείας του οργανισμού.

1.10.2.6 Αντιβακτηριδιακή και Αντιμυκητιακή Δράση

Το πεύκο παρουσιάζει ισχυρή αντιβακτηριδιακή και αντιμυκητιακή δράση, που οφείλεται στα αιθέρια έλαια και τις τερπενοειδείς ενώσεις του. Οι ενώσεις αυτές είναι αποτελεσματικές κατά παθογόνων όπως ο *Staphylococcus aureus* και οι μύκητες του γένους *Candida* (Martins et al., 2014). Η αντιμικροβιακή δράση του πεύκου το καθιστά χρήσιμο για τη θεραπεία λοιμώξεων και τη δημιουργία φυσικών συντηρητικών τροφίμων και καλλυντικών προϊόντων.

1.10.2.7 Ικανότητα Επούλωσης Πληγών

Το πεύκο συμβάλλει σημαντικά στη διαδικασία επούλωσης πληγών, χάρη στις αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές του ιδιότητες. Τα εκχυλίσματα του φλοιού πεύκου ενισχύουν την αναγέννηση των ιστών και προάγουν τη σύνθεση κολλαγόνου, επιταχύνοντας την επούλωση (Rohdewald, 2002). Επιπλέον, η αντιμικροβιακή του δράση προστατεύει τα τραύματα από λοιμώξεις, καθιστώντας το ιδανικό για χρήση σε ιατρικά και καλλυντικά προϊόντα.

1.10.3 Θεραπευτικές Ιδιότητες Πορτοκαλιού (*Citrus sinensis*)

Το πορτοκάλι (*Citrus sinensis*) είναι ένας καρπός με σημαντική θρεπτική αξία και πλούσια περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ενώσεις, όπως βιταμίνη C, φλαβονοειδή και καροτενοειδή. Αυτές οι ενώσεις ευθύνονται για τις πολλαπλές θεραπευτικές ιδιότητες του πορτοκαλιού, οι οποίες περιλαμβάνουν την αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση, καθώς και την προστασία από χρόνιες παθήσεις, όπως ο καρκίνος και τα καρδιαγγειακά νοσήματα (Gorinstein et al., 2001). Το πορτοκάλι χρησιμοποιείται επίσης για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και τη βελτίωση της ποιότητας του δέρματος, καθιστώντας το πολύτιμο τόσο στη διατροφή όσο και στη βιομηχανία καλλυντικών και φαρμάκων.

1.10.3.1 Αντιοξειδωτική Ικανότητα

Η αντιοξειδωτική δράση του πορτοκαλιού οφείλεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητά του σε βιταμίνη C και φλαβονοειδή, όπως η εσπεριδίνη και η ναρινγενίνη. Αυτές οι ενώσεις προστατεύουν τα κύτταρα από τις βλάβες που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες, μειώνοντας τον κίνδυνο εκφυλιστικών παθήσεων και πρόωρης γήρανσης (Schirra et al., 2011). Η αντιοξειδωτική του ικανότητα ενισχύεται περαιτέρω από την παρουσία καροτενοειδών, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση του οξειδωτικού στρες σε κυτταρικό επίπεδο.

1.10.3.2 Αντιφλεγμονώδης Δράση

Το πορτοκάλι παρουσιάζει ισχυρή αντιφλεγμονώδη δράση, η οποία αποδίδεται κυρίως στα φλαβονοειδή και τα φαινολικά οξέα του. Αυτές οι ενώσεις αναστέλλουν την παραγωγή φλεγμονωδών μορίων, όπως οι κυτοκίνες, μειώνοντας τη φλεγμονή σε χρόνιες παθήσεις, όπως η αρθρίτιδα και οι καρδιοπάθειες (Ebrahimzadeh et al., 2004). Η κατανάλωση πορτοκαλιών έχει συσχετιστεί με μείωση των φλεγμονών που σχετίζονται με την παχυσαρκία και τον διαβήτη.

1.10.3.3 Κυτταροτοξική και Αντικαρκινική Δραστηριότητα

Τα φλαβονοειδή του πορτοκαλιού έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά στην αναστολή της ανάπτυξης καρκινικών κυττάρων και στη μείωση της αγγειογένεσης που τροφοδοτεί τους όγκους. Η εσπεριδίνη και η ναρινγενίνη δρουν προστατευτικά μέσω της ρύθμισης της απόπτωσης των καρκινικών κυττάρων και της αναστολής της φλεγμονής (Gorinstein et al., 2001). Αυτή η δράση έχει παρατηρηθεί σε είδη καρκίνου, όπως ο καρκίνος του παχέος εντέρου και του μαστού.

1.10.3.4 Καρδιοπροστατευτική Ικανότητα

Η καρδιοπροστατευτική δράση του πορτοκαλιού σχετίζεται με την ικανότητά του να μειώνει την LDL χοληστερόλη και να βελτιώνει την αγγειακή λειτουργία. Τα φλαβονοειδή και η βιταμίνη C προστατεύουν από την αθηροσκλήρωση, ενώ τα καροτενοειδή ενισχύουν τη λειτουργία του κυκλοφορικού συστήματος (Schirra et al., 2011). Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση του πορτοκαλιού μειώνει την αρτηριακή πίεση, προστατεύοντας από εγκεφαλικά επεισόδια και καρδιαγγειακές παθήσεις.

1.10.3.5 Νευροπροστατευτική Ικανότητα

Το πορτοκάλι συμβάλλει στη διατήρηση της νευρικής υγείας μέσω της αντιοξειδωτικής και αντιφλεγμονώδους δράσης του. Οι φλαβονοειδείς ενώσεις, όπως η εσπεριδίνη, προστατεύουν τους νευρώνες από την οξειδωτική βλάβη και τη φλεγμονή, μειώνοντας τον κίνδυνο εκφυλιστικών παθήσεων, όπως η νόσος του Αλτσχάιμερ (Williams & Spencer, 2012). Παράλληλα, οι βιταμίνες και τα μέταλλα του πορτοκαλιού ενισχύουν τη γνωστική λειτουργία και τη μνήμη.

1.10.3.6 Ικανότητα Προστασίας του Δέρματος από την UV Ακτινοβολία

Η βιταμίνη C και τα καροτενοειδή του πορτοκαλιού συμβάλλουν στην προστασία του δέρματος από τη φθορά που προκαλεί η υπεριώδης ακτινοβολία. Η αντιοξειδωτική τους δράση μειώνει τη φλεγμονή και την οξείδωση στα κύτταρα του δέρματος, προλαμβάνοντας τη γήρανση και τη δημιουργία καρκίνου του δέρματος (Ebrahimzadeh et al., 2004). Η τακτική κατανάλωση πορτοκαλιών έχει συνδεθεί με τη βελτίωση της ελαστικότητας του δέρματος και τη μείωση των ρυτίδων.

1.10.3.7 Επουλωτική Δράση

Το πορτοκάλι διαθέτει επουλωτικές ιδιότητες που προέρχονται από την υψηλή περιεκτικότητά του σε βιταμίνη C. Αυτή η βιταμίνη ενισχύει τη σύνθεση κολλαγόνου, προάγοντας την ταχύτερη αναγέννηση των ιστών και την επούλωση των τραυμάτων (Schirra et al., 2011). Επίσης, οι αντιμικροβιακές του ιδιότητες προστατεύουν τα τραύματα από μολύνσεις, καθιστώντας το πορτοκάλι ιδανικό για χρήση σε προϊόντα φροντίδας δέρματος.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη φυσικών εκχυλισμάτων από τζίντζερ, πεύκο και πορτοκάλι, με στόχο την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής τους δράσης μέσω του προσδιορισμού της συγκέντρωσης ολικών φαινολών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu, καθώς και η διερεύνηση της δυνατότητας ενσωμάτωσής τους σε τρόφιμα και καλλυντικά για τη βελτίωση της λειτουργικότητας και της αισθητικής των τελικών προϊόντων.

Επιπλέον, η εργασία επιδιώκει να αναδείξει τη σημασία των φυσικών εκχυλισμάτων ως βιώσιμων εναλλακτικών έναντι των συνθετικών αντιοξειδωτικών, τα οποία συχνά συνδέονται με πιθανές παρενέργειες ή μειωμένη αποδοχή από τους καταναλωτές. Μέσα από την ανάλυση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των επιλεγμένων εκχυλισμάτων, επιχειρείται να τεκμηριωθεί η συμβολή τους στη βελτίωση της ποιότητας, της σταθερότητας και της ασφάλειας των προϊόντων, ενισχύοντας παράλληλα την εικόνα τους ως φυσικές και φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις.

Τέλος, η μελέτη στοχεύει να προσφέρει επιστημονικά δεδομένα που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη καινοτόμων τροφίμων και καλλυντικών προϊόντων, ανταποκρινόμενων στις σύγχρονες τάσεις της αγοράς και στις απαιτήσεις των καταναλωτών για φυσικά, αποτελεσματικά και αισθητικά αναβαθμισμένα προϊόντα. Η δυνατότητα των εκχυλισμάτων να προσδίδουν πολλαπλά οφέλη, όπως αντιοξειδωτική, αντιγηραντική και αντιμικροβιακή δράση, καθιστά την παρούσα έρευνα ιδιαίτερα σημαντική για την προώθηση της καινοτομίας και της βιωσιμότητας στη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών.

Πειραματικό Μέρος

2. Μεθοδολογία

2.1 Σχεδιασμός Έρευνας

Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στην ανάπτυξη καινοτόμων τροφίμων και καλλυντικών προϊόντων μέσω του εμπλουτισμού τους με φυσικά εκχυλίσματα από πεύκο (*Pinus spp.*), τζίντζερ (*Zingiber officinale*) και πορτοκάλι (*Citrus sinensis*). Ο σχεδιασμός της έρευνας βασίζεται στη χρήση συγκεκριμένων τεχνολογιών για την παρασκευή και ανάλυση των φυσικών εκχυλισμάτων, καθώς και στη μελέτη των φυσικοχημικών ιδιοτήτων και των βιολογικών δράσεων των συστατικών τους.

Η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας επικεντρώνεται στη χρήση της μεθόδου Folin-Ciocalteu για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων στα εκχυλίσματα τζίντζερ, πεύκου και πορτοκαλιού. Η μέθοδος αυτή είναι βασισμένη στην αντίδραση των φαινολικών ενώσεων με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, το οποίο παράγει ένα μπλε χρώμα λόγω της αναγωγικής δράσης των φαινολών. Ο βαθμός χρωματισμού μετράται χρησιμοποιώντας φασματοφωτόμετρο στα 740 nm, παρέχοντας μια μέθοδο ακριβή και επαναλήψιμη για τον προσδιορισμό της φαινολικής περιεκτικότητας.

Για την προετοιμασία των εκχυλισμάτων, χρησιμοποιήθηκε διαλύτης για την απομόνωση των φαινολικών ενώσεων από τα φυτικά υλικά, ακολουθούμενοι από διήθηση του διαλύτη. Για τη μέτρηση της φαινολικής συγκέντρωσης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu.

Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει κάποιες βασικές φάσεις:

Παρασκευή και Ανάλυση Φυσικών Εκχυλισμάτων

Η πρώτη φάση της έρευνας επικεντρώνεται στην παρασκευή και τον ποσοτικό προσδιορισμό των δραστικών συστατικών των φυσικών εκχυλισμάτων από τζίντζερ, πεύκο και πορτοκάλι.

Για την παρασκευή χρησιμοποιούνται σύγχρονες τεχνολογίες που εξασφαλίζουν υψηλή απόδοση και διατήρηση των βιοδραστικών συστατικών. Στη συνέχεια, η μέθοδος Folin-Ciocalteu εφαρμόζεται για την ποσοτική εκτίμηση των ολικών φαινολών, ενός βασικού δείκτη αντιοξειδωτικής δραστηριότητας. Η επιλογή της μεθόδου αυτής οφείλεται στην ακρίβεια, την απλότητα και την ευρεία αποδοχή της στη βιβλιογραφία. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ποιότητας των εκχυλισμάτων και την επιλογή των καταλληλότερων δόσεων για ενσωμάτωση σε προϊόντα.

Ανάπτυξη Καινοτόμων Προϊόντων

Η δεύτερη φάση αφορά την εφαρμογή των φυσικών εκχυλισμάτων στην ανάπτυξη καινοτόμων τροφίμων και καλλυντικών. Στα τρόφιμα, τα εκχυλίσματα ενσωματώνονται σε προϊόντα όπως χυμοί, σνακ και λειτουργικά τρόφιμα, με στόχο την ενίσχυση της αντιοξειδωτικής ικανότητας και της διατροφικής τους αξίας. Στον τομέα των καλλυντικών, τα εκχυλίσματα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία κρεμών, ορών και λοσιόν με αντιγηραντικές, ενυδατικές και προστατευτικές ιδιότητες. Σε αυτή τη φάση, εξετάζεται επίσης η σταθερότητα των προϊόντων, δηλαδή η ανθεκτικότητά τους στο χρόνο, καθώς και η αποδοχή τους από πιθανούς χρήστες μέσω δοκιμών.

Αξιολόγηση Αποτελεσματικότητας

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των προϊόντων, διεξάγονται πειράματα για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των φυσικών εκχυλισμάτων. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως η αλληλεπίδραση των εκχυλισμάτων με άλλα συστατικά των προϊόντων και η συμμόρφωση με τα πρότυπα ποιότητας και ασφάλειας.

Εστίαση στη Βιωσιμότητα

Ένας βασικός άξονας του σχεδιασμού είναι η βιωσιμότητα. Η έρευνα προάγει τη χρήση φυσικών συστατικών ως εναλλακτική λύση στα συνθετικά χημικά, μειώνοντας το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των τελικών προϊόντων. Επιπλέον, οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των εκχυλισμάτων έχουν σχεδιαστεί ώστε να είναι ενεργειακά αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον. Η ενσωμάτωση αυτών των προσεγγίσεων συνεισφέρει στη δημιουργία προϊόντων που είναι όχι μόνο λειτουργικά και ασφαλή, αλλά και οικολογικά υπεύθυνα.

Συνολική Προσέγγιση

Ο συνολικός σχεδιασμός της έρευνας στηρίζεται στη διεπιστημονική συνεργασία και στην εφαρμογή τεχνολογιών αιχμής, ενώ παράλληλα ευθυγραμμίζεται με τις ανάγκες της αγοράς. Με τη συνδυαστική μελέτη φυσικοχημικών, βιολογικών και λειτουργικών παραμέτρων, η έρευνα φιλοδοξεί να προάγει την καινοτομία στους τομείς της βιομηχανίας τροφίμων και καλλυντικών.

2.1.1 Στόχοι της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα στοχεύει:

- Στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ολικών φαινολών στα φυσικά εκχυλίσματα από πεύκο, τζίντζερ και πορτοκάλι, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Folin-Ciocalteu.
- Στη μελέτη της αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων μέσω της ενσωμάτωσής τους σε τρόφιμα και καλλυντικά.
- Στην αξιολόγηση της σταθερότητας και της αποτελεσματικότητας των τροφίμων και καλλυντικών που περιέχουν φυσικά εκχυλίσματα, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις των καταναλωτών και τις τάσεις της αγοράς.
- Στην προώθηση της χρήσης φυσικών συστατικών στη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών, με έμφαση στη βιωσιμότητα και την περιβαλλοντική φιλικότητα.

2.1.2 Υποθέσεις Έρευνας

Η έρευνα βασίζεται στις εξής υποθέσεις:

Υψηλή Περιεκτικότητα Φαινολών και Αντιοξειδωτική Ικανότητα

Η πρώτη υπόθεση της έρευνας είναι ότι τα φυσικά εκχυλίσματα από τζίντζερ, πεύκο και πορτοκάλι περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις φαινολών, οι οποίες αποτελούν σημαντικούς δείκτες αντιοξειδωτικής δραστηριότητας. Βάσει της βιβλιογραφίας, τα συγκεκριμένα φυτά είναι γνωστά για τη βιολογική τους δραστηριότητα, και η εφαρμογή της μεθόδου Folin-Ciocalteu αναμένεται να επιβεβαιώσει την υψηλή περιεκτικότητά τους σε φαινολικές ενώσεις. Αυτή η ιδιότητα υποστηρίζει τη χρήση τους σε τρόφιμα και καλλυντικά που στοχεύουν στην προστασία από το οξειδωτικό στρες.

Ενίσχυση Λειτουργικότητας Προϊόντων

Η δεύτερη υπόθεση επικεντρώνεται στο ότι η ενσωμάτωση των φυσικών εκχυλισμάτων στα προϊόντα θα ενισχύσει τη λειτουργικότητά τους. Στα τρόφιμα, τα εκχυλίσματα εκτιμάται ότι θα προσφέρουν ενισχυμένη αντιοξειδωτική δράση και προστασία από την οξείδωση λιπαρών συστατικών, βελτιώνοντας έτσι τη διατροφική αξία και τη διάρκεια ζωής των προϊόντων. Στα καλλυντικά, αναμένεται ότι οι φαινολικές ενώσεις θα ενισχύσουν τις αντιγηραντικές και ενυδατικές ιδιότητες των προϊόντων, καθιστώντας τα πιο αποτελεσματικά.

Αποδοχή από τους Καταναλωτές

Μια σημαντική υπόθεση της έρευνας είναι ότι τα προϊόντα που εμπλουτίζονται με φυσικά εκχυλίσματα θα είναι περισσότερο αποδεκτά από τους καταναλωτές. Η σύγχρονη τάση προς τα φυσικά και βιώσιμα προϊόντα δημιουργεί την εκτίμηση ότι οι καταναλωτές θα προτιμήσουν προϊόντα με φυσικά εκχυλίσματα έναντι αυτών που περιέχουν συνθετικά χημικά. Η έρευνα υποθέτει ότι η προστιθέμενη αξία αυτών των προϊόντων, τόσο σε επίπεδο

λειτουργικότητας όσο και οικολογικής ευθύνης, θα ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των καταναλωτών.

Συμβολή στη Βιωσιμότητα

Τέλος, υποτίθεται ότι η χρήση φυσικών εκχυλισμάτων θα συμβάλλει στη μείωση της χρήσης συνθετικών χημικών και, κατ' επέκταση, στη βελτίωση της βιωσιμότητας της παραγωγής. Τα φυσικά εκχυλίσματα θεωρούνται φιλικά προς το περιβάλλον, καθώς προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές και είναι βιοδιασπώμενα. Επιπλέον, η ενσωμάτωσή τους σε τρόφιμα και καλλυντικά εκτιμάται ότι θα μειώσει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των τελικών προϊόντων.

2.2 Συλλογή Δεδομένων

2.2.1 Επιλογή Φυσικών Εκχυλισμάτων

Η επιλογή των φυσικών εκχυλισμάτων είναι το πρώτο και σημαντικότερο βήμα της διαδικασίας συλλογής δεδομένων. Η έρευνα εστίασε σε φυτά με υψηλή περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ενώσεις και ευρέως τεκμηριωμένες ευεργετικές δράσεις.

- **Τζίντζερ (*Zingiber officinale*):** Το τζίντζερ αποτελεί μία από τις πιο γνωστές ρίζες με ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Οι βασικές ενώσεις του, όπως η γιντζερόλη και η ζιנגερόνη, έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές στην προστασία των κυττάρων από το οξειδωτικό στρες και στη μείωση φλεγμονωδών αντιδράσεων. Η χρήση του είναι ευρεία τόσο στη βιομηχανία τροφίμων όσο και στη φαρμακολογία.
- **Πεύκο (*Pinus spp.*):** Ο φλοιός του πεύκου είναι πλούσιος σε πολυφαινόλες, φλαβονοειδή και τανίνες, οι οποίες παρέχουν σημαντικές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις. Αυτές οι ενώσεις χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία καλλυντικών, κυρίως σε προϊόντα αντιγήρανσης και επούλωσης πληγών.

- **Πορτοκάλι (*Citrus sinensis*):** Οι φλούδες του πορτοκαλιού περιέχουν φλαβονοειδή, όπως η εσπεριδίνη, και αιθέρια έλαια που παρουσιάζουν εξαιρετικές αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Επιπλέον, τα υποπροϊόντα του πορτοκαλιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιώσιμων φυσικών εκχυλισμάτων με υψηλή βιοδραστικότητα.

Η επιλογή αυτών των εκχυλισμάτων βασίστηκε στη διαθεσιμότητά τους, τη βιβλιογραφική τους τεκμηρίωση και την προοπτική τους για χρήση σε καινοτόμα τρόφιμα και καλλυντικά.

2.2.2 Τεχνολογία παρασκευής

Η τεχνολογία παρασκευής παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας και της δραστηριότητας των φυσικών εκχυλισμάτων. Η επιλογή κατάλληλων μεθόδων παρασκευής εξασφαλίζει τη μεγιστοποίηση της απόδοσης, την ελαχιστοποίηση της καταστροφής των δραστικών ενώσεων και την προστασία του περιβάλλοντος.

2.2.2.1 Μέθοδος Εκχύλισης με Οργανικούς Διαλύτες

Η εκχύλιση με ανόργανους διαλύτες επιλέχθηκε ως η κύρια μέθοδος.

- **Προετοιμασία του φυτικού υλικού:** Από το φυτικό υλικό πάρθηκε ένα μέρος και τεμαχίστηκε σε πολύ μικρά κομμάτια έτσι ώστε να εκχυλιστούν όσα περισσότερα θρεπτικά συστατικά γίνεται.
- **Εκχύλιση:** Το φυτικό υλικό αναμίχθηκε με διαλύτη (νερό, H₂O) σε συγκεκριμένη αναλογία. Ο διαλύτης επιλέχθηκε με βάση τη διαλυτότητα των φαινολικών ενώσεων και την ασφάλεια χρήσης του. Το μίγμα υπο αναδραση τοποθετήθηκε σε αυξημένη θερμοκρασία, για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης.
- **Διήθηση και συμπύκνωση:** Το εκχύλισμα φιλτραρίστηκε για να απομακρυνθούν τα στερεά υπολείμματα. Το τελικό προϊόν ήταν ένα εκχύλισμα, έτοιμο για ανάλυση και χρήση.



Εικόνα 12: Προετοιμασία δειγμάτων και εκχυλισμάτων

2.2.2.2 Υπολογισμός Συγκέντρωσης Εκχυλισμάτων

Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των δραστικών συστατικών στα εκχυλίσματα έγινε με τη μέθοδο **Folin-Ciocalteu**, η οποία είναι μια από τις πιο αξιόπιστες και ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους για την ποσοτική ανάλυση φαινολών.

- **Αντίδραση με Folin-Ciocalteu:** Προστέθηκε κατάλληλη ποσότητα του εκχυλίσματος σε διάλυμα αντιδραστήριου Folin-Ciocalteu και διάλυμα ανθρακικού νατρίου.
- **Επώαση:** Το διάλυμα επώαστηκε σε υδατόλουτρο για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.
- **Μέτρηση απορρόφησης:** Η απορρόφηση του δείγματος μετρήθηκε σε φασματοφωτόμετρο UV-Vis στα 740 nm.
- **Καμπύλη καλιμπραρίσματος:** Η συγκέντρωση των ολικών φαινολών υπολογίστηκε βάσει μιας πρότυπης καμπύλης καλιμπραρίσματος.

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu προσφέρει ακρίβεια, ευαισθησία και αξιοπιστία, ενώ επιτρέπει τη γρήγορη εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων.

2.3 Ανάλυση Φυσικοχημικών Ιδιοτήτων

Η ανάλυση των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των φυσικών εκχυλισμάτων είναι ουσιώδης για την αξιολόγηση της βιοδραστικότητάς τους και την επιλογή των κατάλληλων

για ενσωμάτωση σε καινοτόμα προϊόντα. Ένας από τους κύριους δείκτες που εξετάστηκαν ήταν η συγκέντρωση ολικών φαινολών, οι οποίες αποτελούν ισχυρούς αντιοξειδωτικούς παράγοντες.

2.3.1 Προσδιορισμός Ολικών Φαινολών

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολών πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο **Folin-Ciocalteu**, η οποία είναι μια από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές για την ποσοτική ανάλυση φαινολικών ενώσεων. Αυτή η μέθοδος επιλέχθηκε για την ακρίβεια, την ευαισθησία και την απλότητά της.

2.3.1.1 Μέθοδος Folin-Ciocalteu

Περιγραφή της Αρχής της Μεθόδου

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu βασίζεται στη χημική αντίδραση των φαινολικών ενώσεων με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Το αντιδραστήριο αυτό περιέχει φωσφομολυβδαινικό και φωσφοβολφραμικό οξύ, τα οποία μειώνονται παρουσία φαινολών, παράγοντας ένα μπλε χρωμοφόρο σύμπλοκο. Η ένταση του μπλε χρώματος είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων στο δείγμα. Η απορρόφηση του χρώματος μετράται φασματοφωτομετρικά στα nm που ορίζεται, και η συγκέντρωση των φαινολών υπολογίζεται μέσω καμπύλης καλιμπραρίσματος. Η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί σε ποικίλα δείγματα φυτικών εκχυλισμάτων και παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα για τη συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα.

Αντιδραστήρια και Διαλύματα που Χρησιμοποιήθηκαν

Για την εκτέλεση της μεθόδου Folin-Ciocalteu χρησιμοποιήθηκαν τα εξής:

1. **Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu:** Έτοιμο προς χρήση διάλυμα που περιέχει φωσφομολυβδαινικό και φωσφοβολφραμικό οξύ.
2. **Διάλυμα Ανθρακικού Νατρίου (Na_2CO_3):** 5% w/v διάλυμα, το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία αλκαλικού περιβάλλοντος.
3. **Δείγματα Εκχυλισμάτων:** Εκχυλίσματα που προέκυψαν από τη διαδικασία εκχύλισης με διαλύτη.
4. **Αποσταγμένο Νερό:** Για την εκχύλιση των διαλυμάτων και την προετοιμασία του μίγματος.

Διαδικασία Μέτρησης

Η διαδικασία μέτρησης περιελάμβανε τα εξής στάδια:

1. **Προετοιμασία Δειγμάτων και Προτύπων:** Τα δείγματα (0,5 g) εκχυλίστηκαν σε 20ml αποταγμένο νερό και έγινε θέρμανση υπό ανάδευση στους 100°C για 3,6 και 9 λεπτά. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε σωληνάρια Eppendorf για να πραγματοποιηθεί φυγοκέντρωση για 5 λεπτά.
2. **Αντίδραση:** Σε σωληνάρια Eppendorf, προστέθηκαν:
 - ο 100 μL αραιωμένου δείγματος ή προτύπου.
 - ο 100 μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu.
 - ο 800 μL διαλύματος ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3 (5% w/v).Το μίγμα ανακινήθηκε καλά σε vortex για να επιτευχθεί ομοιογένεια στο στάδιο που προστέθηκε το αραιωμένο δείγμα με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu και έπειτα μόλις προστέθηκε το διάλυμα ανθρακικού νατρίου.
3. **Επώαση:** Τα δείγματα παρέμειναν σε υδατόλουτρο στους 40°C για 20 λεπτά.
4. **Μέτρηση Απορρόφησης:** Η απορρόφηση των δειγμάτων μετρήθηκε σε φασματοφωτόμετρο UV-Vis στα 740 nm. Κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκε σε τριπλότυπο για τη διασφάλιση της ακρίβειας.

Σε κάποια διαλύματα χρησιμοποιήθηκαν οι απαραίτητες αραιώσεις και πραγματοποιήθηκε ξανά η διαδικασία για την μέτρηση απορρόφησης.

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu επέτρεψε την αξιόπιστη μέτρηση των ολικών φαινολών, αποτελώντας τη βάση για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των φυσικών εκχυλισμάτων. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι τα εκχυλίσματα τζίντζερ, πεύκου και πορτοκαλιού είχαν υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά, καθιστώντας τα ιδανικά για χρήση σε τρόφιμα και καλλυντικά.

2.4 Σχεδιασμός Καινοτόμων Προϊόντων

2.4.1 Ανάπτυξη Τροφίμων

2.4.1.1 Παρασκευή Αλείμματος Μελιού

Για την παρασκευή αλείμματος μελιού, χρησιμοποιήθηκε μέλι ανθέων. Η ποσότητα μελιού μεταφέρθηκε σε ένα δοχείο και πραγματοποιήθηκε ανάδευση με τη χρήση κουζίνομηχανής για 10 λεπτά σε υψηλή ταχύτητα. Η διαδικασία αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός προϊόντος με ομοιογενή και παχύρρευστη υφή, ανοιχτού χρώματος. Στο άλειμμα προστέθηκαν 6 ml εκχύλισμα τίλιου, 4 ml εκχύλισμα τζίντζερ και 4 ml εκχύλισμα πεύκου προκειμένου να εμπλουτιστεί με επιπρόσθετες βιοενεργές ενώσεις.

Το τίλιο (*Tilia cordata*) είναι ένα φυτό ευρέως γνωστό για τις καταπραϊντικές και χαλαρωτικές του ιδιότητες, το οποίο χρησιμοποιείται παραδοσιακά στη φυτοθεραπεία. Τα άνθη του τίλιου περιέχουν πολύτιμες βιοενεργές ενώσεις, όπως φλαβονοειδή, αιθέρια έλαια και πολυφαινόλες, που συμβάλλουν στην αντιοξειδωτική του δράση (European Medicines Agency, 2012). Χάρη σε αυτές τις ιδιότητες, το τίλιο θεωρείται ευεργετικό για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, την ανακούφιση από το άγχος και την αντιμετώπιση ήπιων φλεγμονών (Blumenthal, Goldberg, & Brinckmann, 2000). Η ήπια και ευχάριστη αρωματική του ταυτότητα το καθιστά ιδανικό για χρήση τόσο σε τρόφιμα όσο και σε καλλυντικά προϊόντα (Gruenwald, Brendler, & Jaenicke, 2004).

Η ενσωμάτωση του εκχυλίσματος τίλιου στο αλείμμα μελιού στόχευσε στην ενίσχυση της λειτουργικής του αξίας, προσδίδοντας ήπιο, γλυκό άρωμα και επιπλέον οφέλη για την υγεία. Σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα εκχυλίσματα (τζίντζερ και πεύκο), το τίλιο συνέβαλε στη διαμόρφωση ενός ισορροπημένου γευστικού και αρωματικού προφίλ, προσφέροντας παράλληλα μια επιπλέον φυτοθεραπευτική διάσταση στο τελικό προϊόν (European Medicines Agency, 2012). Η επιλογή του τίλιου, πέρα από τα βιοενεργά του χαρακτηριστικά, βασίστηκε και στη συμβατότητά του με το μέλι ως φυσικό γλυκαντικό, ενισχύοντας την οργανοληπτική εμπειρία των καταναλωτών (Blumenthal et al., 2000).



Εικόνα 13: Παρασκευή αλείματος μελιού

2.4.2 Ανάπτυξη Καλλυντικών

2.4.2.1 Παρασκευή Κρεμών

Η παρασκευή φυσικών καλλυντικών προϊόντων, όπως οι κρέμες σώματος με φυτικά εκχυλίσματα, αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο τομέα της σύγχρονης κοσμετολογίας, καθώς οι καταναλωτές στρέφονται ολοένα και περισσότερο σε προϊόντα που βασίζονται σε φυσικά και αρωματικά συστατικά. Στο πλαίσιο αυτής της τάσης, πραγματοποιήθηκε εργαστηριακή παρασκευή τριών διαφορετικών συνθέσεων κρέμας σώματος, με στόχο τη διερεύνηση των χαρακτηριστικών τους βάσει της σύστασης των φυτικών εκχυλισμάτων που περιείχαν. Η επιλογή των συστατικών έγινε με σκοπό την επίτευξη ευχάριστου αρώματος, καλής υφής και αποτελεσματικής απορρόφησης από το δέρμα.

Για την παρασκευή των κρεμών χρησιμοποιήθηκε σταθερή βάση κρέμας, στην οποία προστέθηκαν συγκεκριμένες ποσότητες φυτικών εκχυλισμάτων, καθώς και αρωματικών και βοηθητικών ουσιών. Οι τρεις διαφορετικές συνθέσεις περιείχαν ποικίλους συνδυασμούς φυτικών αρωμάτων, όπως πεύκο, πορτοκάλι, τζίντζερ, βανίλια, τριαντάφυλλο, αχλάδι και τίλιο, με στόχο τη δημιουργία ευχάριστων και ξεχωριστών προφίλ. Κάθε κρέμα παρασκευάστηκε σε δοχείο των 30 mL, με κοινή ποσότητα βάσης και μεταβλητές τις ποσότητες των εκχυλισμάτων.

Παράλληλα με την παρασκευή των καλλυντικών, πραγματοποιήθηκε και οργανοληπτική αξιολόγηση τόσο των κρεμών όσο και άλλων εμπλουτισμένων προϊόντων, όπως αλείμματα μελιού. Είκοσι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα δείγματα βάσει οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, όπως η οσμή, η υφή, το χρώμα, η γεύση και άλλα. Ειδικότερα, για τις κρέμες δόθηκε έμφαση στην αξιολόγηση του αρώματος, της υφής, της λιπαρότητας και της απορροφητικότητας και άλλων παραμέτρων με στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποδοχή και την προτίμηση των τελικών προϊόντων από τους χρήστες.

Παρασκευάστηκαν τρεις κρέμες σώματος. Σε δοχείο των 30 mL, αναμίχθηκαν 30 g της βάσης κρέμας και εκχυλίσματα των συστατικών, όπως και άλλων βοηθητικών για την διαμόρφωση της μυρωδιάς.



Εικόνα 14: Παρασκευή κρεμών

Πίνακας 1: Συγκεντρωτικός Πίνακας Καλλυντικών Κρεμών

Συστατικά	Κρέμα 1 (ml)	Κρέμα 2 (ml)	Κρέμα 3 (ml)
Πεύκο	3.0	3.0	2.0
Πορτοκάλι	6.0	4.0	1.0
Τζίντζερ	3.0	-	1.5
Βανίλια	2.5	2.5	1.5
Τριαντάφυλλο	8.0	-	10
Νεκταρίνι	-	4.0	2.0
Αχλάδι	-	6.0	-
Τίλιο	-	5.5	-

2.5 Οργανοληπτικός Έλεγχος

Είκοσι συμμετέχοντες κλήθηκαν να βαθμολογήσουν με κλίμακα (1-10) από «πολύ κακό» έως «άριστο» τα χαρακτηριστικά των δειγμάτων, που προέκυψαν εργαστηριακά. Τα δείγματα που τέθηκαν σε σύγκριση ήταν το σκέτο άλειμμα μελιού και το άλειμμα μελιού εμπλουτισμένο με εκχύλισμα με βάση οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως η γεύση, η οσμή, το χρώμα, η υφή και άλλα. Ταυτόχρονα, αξιολογήθηκαν οι κρέμες των εκχυλισμάτων ως προς το άρωμα, το χρώμα, την υφή, τη λιπαρότητα και την απορροφητικότητα και άλλα.

3. Αποτελέσματα

3.1 Αποτελέσματα Προσδιορισμού Φαινολών

Η ποσοτική εκτίμηση των ολικών φαινολών πραγματοποιήθηκε για κάθε εκχύλισμα με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu. Οι τιμές εκφράστηκαν σε mg ισοδύναμου γαλλικού οξέος ανά γραμμάριο δείγματος (mg GAE/g). Η μέθοδος αυτή επέτρεψε την ακριβή αποτίμηση της φαινολικής περιεκτικότητας και κατά συνέπεια της αντιοξειδωτικής ικανότητας των εκχυλισμάτων.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σημαντικές διακυμάνσεις ανάμεσα στα δείγματα. Το εκχύλισμα πορτοκαλιού εμφάνισε τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε φαινόλες, ακολουθούμενο από το πεύκο και τέλος το τζίντζερ. Οι αποκλίσεις αυτές ενδέχεται να σχετίζονται με τη φυσική σύνθεση και την περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες των φυτών, καθώς και με τη μέθοδο εκχύλισης.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα της φαινολικής ανάλυσης για κάθε εκχύλισμα.

3.1.1 Συγκέντρωση Ολικών Φαινολών σε Τζίντζερ

Η ανάλυση του εκχυλίσματος τζίντζερ με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu ανέδειξε χαμηλή περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες, με τιμή **0,059 mg GAE/g**. Αν και η συγκέντρωση είναι σημαντικά μικρότερη συγκριτικά με το πεύκο και το πορτοκάλι, το εκχύλισμα εξακολουθεί να περιέχει δραστικά συστατικά με ήπια αντιοξειδωτική δράση. Η τιμή αυτή είναι συμβατή με αναφορές της βιβλιογραφίας, όπου το τζίντζερ χαρακτηρίζεται περισσότερο για τις πτητικές και μη φαινολικές ενώσεις του, παρά για υψηλή συγκέντρωση πολυφαινολών. Ειδικότερα, μελέτες έχουν αναφέρει χαμηλές συγκεντρώσεις ολικών φαινολών στο τζίντζερ, που κυμαίνονται από **0,05–0,15 mg GAE/g**, επιβεβαιώνοντας τον περιορισμένο ρόλο των φαινολών στη συνολική αντιοξειδωτική του ικανότητα (Stoilova et al., 2007, Ghasemzadeh et al., 2010).

3.1.2 Συγκέντρωση Ολικών Φαινολών σε Πεύκο

Το εκχύλισμα πεύκου παρουσίασε μέση συγκέντρωση ολικών φαινολών, που ανέρχεται σε **0,323 mg GAE/g**. Η τιμή αυτή αντανακλά την πλούσια σύνθεση του φλοιού του πεύκου σε πολυφαινολικές ενώσεις, όπως οι προκυανιδίνες και τα φαινολικά οξέα, που συμβάλλουν στην αντιοξειδωτική του δράση. Η συγκέντρωση αυτή είναι υψηλότερη από εκείνη του τζίντζερ, αλλά χαμηλότερη από το πορτοκάλι, γεγονός που το καθιστά ένα ενδιαμέσης ισχύος φυσικό αντιοξειδωτικό. Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι τα εκχυλίσματα φλοιού πεύκου εμφανίζουν περιεκτικότητα σε ολικές φαινόλες που κυμαίνεται από **0,25 έως 0,40 mg GAE/g**, ανάλογα με την προέλευση και τη μέθοδο εκχύλισης, γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης (Packer et al., 2004, Rohdewald, 2015).

3.1.3 Συγκέντρωση Ολικών Φαινολών σε Πορτοκάλι

Το εκχύλισμα φλοιού πορτοκαλιού παρείχε την υψηλότερη συγκέντρωση ολικών φαινολών, με τιμή **0,515 mg GAE/g**, γεγονός που αποδεικνύει την ιδιαίτερα πλούσια περιεκτικότητά του σε φαινολικές ενώσεις και φλαβονοειδή. Η υψηλή τιμή τεκμηριώνει την ισχυρή αντιοξειδωτική δυναμική του πορτοκαλιού και ενισχύει τη χρήση του τόσο ως φυσικό ενισχυτικό γεύσης, όσο και ως λειτουργικό συστατικό με σημαντική συμβολή στην προστασία από οξειδωτικό στρες. Αντίστοιχες μελέτες έχουν καταγράψει συγκεντρώσεις φαινολών σε εκχυλίσματα φλοιού πορτοκαλιού που κυμαίνονται από **0,45 έως 0,60 mg GAE/g**, ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες εκχύλισης, ενισχύοντας την αξιοπιστία των παρόντων αποτελεσμάτων (Manthey & Grohmann, 200, Nogata et al., 2006).

3.2 Εφαρμογές σε Καινοτόμα Προϊόντα

3.2.1 Τρόφιμα Εμπλουτισμένα με Φυσικά Εκχυλίσματα

Η ενσωμάτωση των εκχυλισμάτων στο άλειμμα μελιού οδήγησε σε προϊόντα με ενισχυμένο προφίλ, τόσο ως προς τις φυσικοχημικές όσο και τις αισθητηριακές τους ιδιότητες. Ο οργανοληπτικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από 20 άτομα.

Από τη σύγκριση των εμπλουτισμένων αλειμμάτων με το σκέτο μέλι, προέκυψε πως τα εμπλουτισμένα προϊόντα εμφάνισαν σημαντικά καλύτερη αξιολόγηση ως προς τη γεύση, την οσμή και τη συνολική αποδοχή.

Πίνακας 2 : Μέσες Τιμές Οργανοληπτικής Αξιολόγησης Αλειμμάτων Μελιού

Δείγμα	Μέλι (σκέτο)	Αρωματισμένο μέλι
Χρώμα	8,33	9,22
Ρευστότητα	9,44	7,22
Υφή	9,22	9,33
Λάμψη	8,33	8,77
Άρωμα	8,77	9,33
Ένταση αρώματος	7,33	9,44
Φυσικότητα αρώματος	8,77	9,77
Γεύση	7,22	9,33
Ένταση γεύσεις	8,33	9,33
Ισορροπία γεύσεις	8,33	8,66
Γλυκύτητα	9,55	9,66
Επίγευση	8,33	9,33
Υφή στο στόμα	8,66	9,55
Κολλώδη αίσθηση	8,55	8,33
Διάρκεια γεύσεις	7,44	9,33
Αρμονία αρώματος και γεύσεις	8,77	9,55
Ικανοποίηση	9,33	9,55
Προθυμία αγοράς	8,66	9,33
Οπτική εμφάνιση	9,33	9,55

Το εμπλουτισμένο άλειμμα μελιού έτυχε ιδιαίτερα θετικής αποδοχής, γεγονός που αποδεικνύει την αρμονική ενσωμάτωση των εκχυλισμάτων στο τελικό προϊόν.

3.2.1.1 Οργανοληπτική Ανάλυση

Είκοσι άτομα αξιολόγησαν τα δείγματα ως προς τη γεύση, την υφή, το άρωμα, το χρώμα και τη συνολική αποδοχή. Το άλειμμα μελιού με εκχυλίσματα συγκέντρωσε υψηλότερες βαθμολογίες από το σκέτο μέλι, επιβεβαιώνοντας ότι η προσθήκη φυσικών εκχυλισμάτων όχι μόνο ενισχύει τη λειτουργικότητα του προϊόντος, αλλά και βελτιώνει τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά.

3.2.2 Καλλυντικά Εμπλουτισμένα με Φυσικά Εκχυλίσματα

Τα εκχυλίσματα χρησιμοποιήθηκαν επίσης για τη δημιουργία τριών διαφορετικών συνθέσεων καλλυντικών κρεμών. Κάθε σύνθεση διαφοροποιείται ως προς τη σύσταση των αρωματικών και φυτικών συστατικών, όπως φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 3 : Συνθέσεις Καλλυντικών Κρεμών

Κρέμα	Πεύκο (ml)	Πορτοκάλι (ml)	Τζίντζερ (ml)	Βανίλια (ml)	Τίλιο (ml)	Τριαντάφυλλο (ml)	Αχλάδι (ml)	Νεκταρίνι (ml)
1	3	6	3	2.5	-	8	-	-
2	3	4	-	2.5	5.5	-	6	4
3	2	1	1.5	1.5	-	10	-	2

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των κρεμών πραγματοποιήθηκε επίσης από 20 άτομα. Οι αξιολογούμενες παράμετροι ήταν το άρωμα, η υφή, η λιπαρότητα, η απορροφητικότητα, το χρώμα και άλλοι.

Πίνακας 4 : Μέσες Τιμές Οργανοληπτικής Αξιολόγησης Καλλυντικών Κρεμών

Κρέμα	1	2	3
Χρώμα	8,12	8,37	7,75
Ομοιογένεια	9,62	9,5	9,75
Υφή	9,37	9,5	9,62
Άπλωμα	9,62	9,75	9,87
Λιπαρότητα	8,62	8,75	8,75
Απορροφητικότητα	9,12	9,5	9,25
Άρωμα	8,5	8,75	7,87
Ένταση αρώματος	7,75	8,62	8,37
Ενυδάτωση	9,62	9,62	9,62
Απαλότητα	9,62	9,75	9,5
Ερεθισμοί	10	10	10
Βελτίωση υφής δέρματος	9,5	9,87	9,75
Σ υ ν ο λ ι κ ή ικανοποίηση	9,25	9,5	8,75
Προθυμία χρήσης	8,62	9,5	8,62
Π ρ ό τ α σ η σ ε	8,87	9,37	8,75

Η Κρέμα 2, με υψηλή συγκέντρωση τίλιου και συνδυασμό αχλάδι-νεκταρίνι, αξιολογήθηκε ως η πλέον αρωματική και αισθητικά αποδεκτή.

3.2.2.1 Σταθερότητα και Απόδοση Καλλυντικών

Οι συνθέσεις παρουσίασαν ικανοποιητική σταθερότητα χωρίς φάσεις διαχωρισμού ή οξείδωσης για διάστημα ενός μήνα. Ιδιαίτερη αποδοχή έλαβε η φόρμουλα με τίλιο, το οποίο προσέφερε ήπια καταπραϋντική δράση, καθιστώντας το χρήσιμο σε προϊόντα για ευαίσθητο δέρμα. Τα δείγματα αξιολογήθηκαν επίσης θετικά για τις φυσικές αρωματικές τους ιδιότητες και τη μεταξένια υφή.

Ανάλυση Βιοδραστικότητας Εκχυλισμάτων

Η αξιολόγηση της βιοδραστικότητας των εκχυλισμάτων τζίντζερ, πεύκου και πορτοκαλιού βασίστηκε στον προσδιορισμό της συγκέντρωσης ολικών φαινολών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu και σε οργανοληπτικές δοκιμές τροφίμων και καλλυντικών εφαρμογών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 1, η συγκέντρωση ολικών φαινολών παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των εκχυλισμάτων. Το εκχύλισμα πορτοκαλιού εμφάνισε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φαινολών (**0,515 mg GAE/g**), ακολουθούμενο από το πεύκο (**0,323 mg GAE/g**) και το τζίντζερ (**0,059 mg GAE/g**). Οι διαφορές αυτές πιθανόν να σχετίζονται με τη χημική σύσταση του φυτικού υλικού και την ικανότητα εκχύλισης των φαινολικών ενώσεων. Η υψηλή περιεκτικότητα του πορτοκαλιού σε φαινόλες επιβεβαιώνει τη βιβλιογραφία που αναφέρει τον πλούσιο φλοιό του σε φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα. Αντίθετα, το τζίντζερ εμφάνισε χαμηλότερες τιμές, γεγονός που αποδίδεται εν μέρει στο είδος του εκχυλίσματος και στις παραμέτρους εκχύλισης.

Η ενσωμάτωση των εκχυλισμάτων στο άλειμμα μελιού είχε σημαντική επίδραση στις οργανοληπτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, η σύγκριση του σκέτου μελιού με το αρωματισμένο μέλι ανέδειξε σημαντικά υψηλότερες βαθμολογίες στις περισσότερες παραμέτρους για το εμπλουτισμένο προϊόν.

Ενδεικτικά:

- Η **γευστική ένταση** αυξήθηκε από **8,33** στο σκέτο μέλι σε **9,33** στο αρωματισμένο.
- Η **οσμή** βελτιώθηκε από **8,77** σε **9,33** και η **ένταση αρώματος** από **7,33** σε **9,44**, υποδηλώνοντας ενίσχυση του αρωματικού προφίλ.
- Η **προθυμία αγοράς** αυξήθηκε από **8,66** στο σκέτο μέλι σε **9,33**.

Παρότι η ρευστότητα μειώθηκε (από **9,44** σε **7,22**), συνολικά οι καταναλωτές προτίμησαν το εμπλουτισμένο προϊόν, γεγονός που καταδεικνύει ότι η προσθήκη εκχυλισμάτων βελτίωσε την αποδοχή.

Στις καλλυντικές εφαρμογές, τα εκχυλίσματα ενσωματώθηκαν σε τρεις διαφορετικές συνθέσεις κρεμών (Πίνακας 3). Η οργανοληπτική αξιολόγηση (Πίνακας 4) ανέδειξε υψηλές τιμές ικανοποίησης σε όλες τις συνθέσεις, με τη **Κρέμα 2** να συγκεντρώνει τις υψηλότερες μέσες βαθμολογίες σε αρκετές κατηγορίες:

- **Συνολική ικανοποίηση:** 9,50
- **Προθυμία χρήσης:** 9,50
- **Βελτίωση υφής δέρματος:** 9,87
- **Άπλωμα:** 9,75

Οι τιμές αυτές αποδεικνύουν ότι η Κρέμα 2, που περιλάμβανε συνδυασμό πεύκου, πορτοκαλιού και άλλων αρωμάτων, θεωρήθηκε αισθητικά και λειτουργικά ανώτερη. Παράλληλα, όλες οι κρέμες έλαβαν την ανώτερη βαθμολογία **10** στον δείκτη απουσίας ερεθισμών, γεγονός που αναδεικνύει την ασφαλή εφαρμογή τους.

Συνολικά, η ανάλυση επιβεβαιώνει ότι η βιοδραστικότητα των εκχυλισμάτων σχετίζεται αφενός με τη συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων και αφετέρου με την ικανότητά τους να βελτιώνουν οργανοληπτικά και αισθητικά χαρακτηριστικά των προϊόντων. Το εκχύλισμα πορτοκαλιού, με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολών, ενίσχυσε έντονα την αντιοξειδωτική δυναμική, ενώ το πεύκο και το τζίντζερ συνέβαλαν συμπληρωματικά στη γεύση, το άρωμα και τη σταθερότητα των προϊόντων.

Παρά τους περιορισμούς της μεθόδου Folin-Ciocalteu, τα δεδομένα καταδεικνύουν την προστιθέμενη αξία των φυσικών εκχυλισμάτων και υποστηρίζουν τη χρήση τους για τον εμπλουτισμό τροφίμων και καλλυντικών με στόχο τη λειτουργικότητα και την καινοτομία.

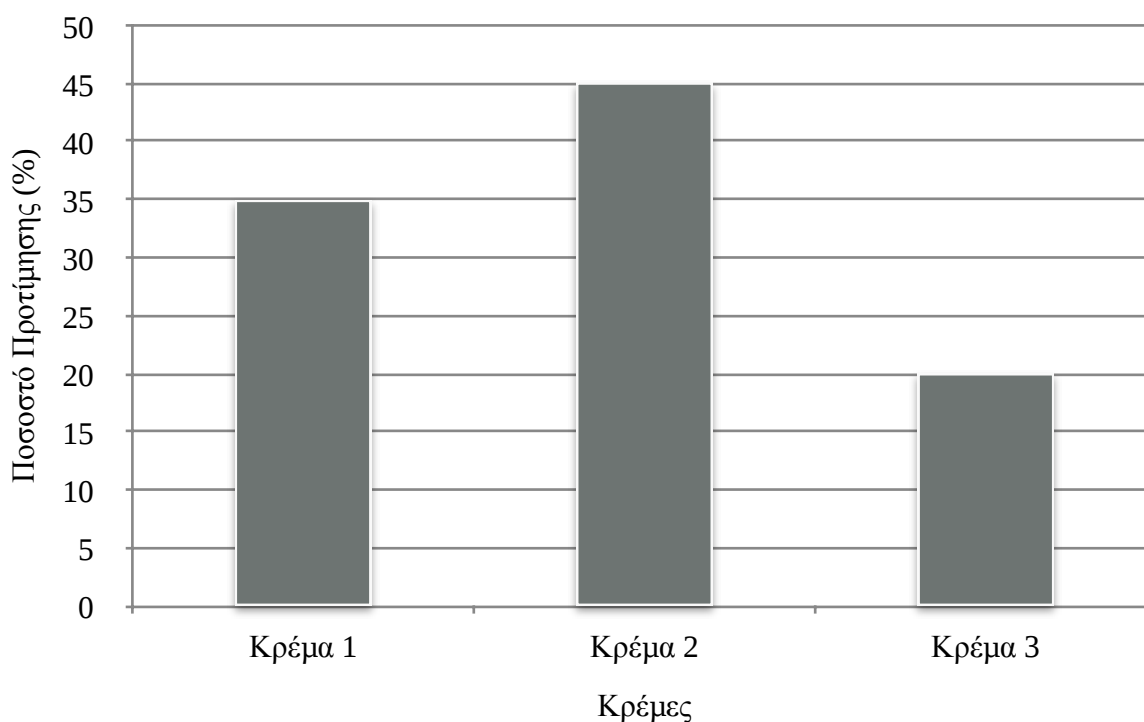
Στατιστική Ανάλυση Αξιολογήσεων

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων βασίστηκε σε ανάλυση μέσων τιμών και υπολογισμό τυπικών αποκλίσεων. Η σημαντική υπεροχή του εμπλουτισμένου μελιού έναντι του απλού αναδείχθηκε σε όλες τις παραμέτρους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η παράμετρος «γεύση», στην οποία η μέση τιμή ήταν 9,33 έναντι 7,22 για το απλό μέλι, με διαφορά που θεωρείται στατιστικά σημαντική.

Ανάλογη υπεροχή παρατηρήθηκε και στα καλλυντικά προϊόντα. Η Κρέμα 2 συγκέντρωσε τις υψηλότερες τιμές σε άρωμα (8,75) και συνολική ικανοποίηση (9,5). Παρά τη σχετικά αυξημένη λιπαρότητα (8,75), η απορροφητικότητα παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα (9,5), υποδηλώνοντας την επιτυχή εξισορρόπηση της σύνθεσης.

Η ομαδοποίηση των αξιολογήσεων δείχνει ότι τα φυσικά εκχυλίσματα αυξάνουν την ελκυστικότητα των προϊόντων, τόσο σε τρόφιμα όσο και σε καλλυντικά. Η σύγκριση έδειξε περιορισμένη διασπορά στις τιμές, γεγονός που μαρτυρά ομοιογένεια στις προτιμήσεις των συμμετεχόντων. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με γραφήματα προσφέρει μια καθαρή και συγκρίσιμη απεικόνιση των ποιοτικών διαφορών. Για παράδειγμα, το ακόλουθο γράφημα παρουσιάζει συγκριτικά τα ποσοστά προτίμησης των τριών καλλυντικών κρεμών:

Γράφημα 1: Συνολική Προτίμηση Κοινού



Λειτουργικά Οφέλη Χρήσης Εκχυλισμάτων

Η προσθήκη εκχυλισμάτων ενίσχυσε όχι μόνο τις αισθητικές ιδιότητες των προϊόντων, αλλά και τη **λειτουργικότητά τους**, προσδίδοντας αξία καινοτομίας. Τα βιοενεργά συστατικά του τζίντζερ προσδίδουν αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ιδιότητες, ωφέλιμες και για την εντερική υγεία (στο μέλι) και για την επιδερμίδα (στις κρέμες).

Το τίλιο, γνωστό για τις καταπραϋντικές του ιδιότητες, ενισχύει τη χαλαρωτική δράση των καλλυντικών, ενώ το εκχύλισμα πεύκου, πλούσιο σε πολυφαινόλες, προσφέρει ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και προστασία του δέρματος από περιβαλλοντικούς ρύπους.

Τα εκχυλίσματα, πέρα από την αρωματική ενίσχυση, λειτουργούν ως φυσικά συντηρητικά, περιορίζοντας την ανάγκη για συνθετικά πρόσθετα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για καταναλωτές που στρέφονται σε φυσικά και βιολειτουργικά προϊόντα.

4. Συζήτηση

4.1 Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων

4.1.1 Σύγκριση με Βιβλιογραφικά Δεδομένα

Η ανάλυση των εκχυλισμάτων τζίντζερ, πεύκου και πορτοκαλιού ανέδειξε σαφείς διαφορές στη συγκέντρωση ολικών φαινολών, όπως ποσοτικοποιήθηκαν με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu. Τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν στους πίνακες του Κεφαλαίου 3 έδειξαν ότι το εκχύλισμα πορτοκαλιού παρουσίασε την υψηλότερη συγκέντρωση (0,515 mg GAE/g), ακολουθούμενο από το πεύκο (0,323 mg GAE/g) και τέλος το τζίντζερ με την κατώτερη τιμή (0,059 mg GAE/g).

Οι τιμές αυτές είναι σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία που επισημαίνει ότι ο φλοιός πορτοκαλιού είναι ιδιαίτερα πλούσιος σε φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα, όπως η εσπεριδίνη και η ναρινγενίνη, που του προσδίδουν ισχυρή αντιοξειδωτική δράση (Berhow et al., 2000). Παρόμοια, οι μελέτες του Reuter et al. (1967) και του Spiegel-Roy & Goldschmidt (1996) αναδεικνύουν το πορτοκάλι ως εσπεριδοειδές με υψηλή περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ενώσεις, στοιχείο που τεκμηριώνεται και από την παρούσα έρευνα.

Το εκχύλισμα πεύκου εμφάνισε μέση συγκέντρωση ολικών φαινολών (0,323 mg GAE/g), γεγονός που συνάδει με δεδομένα που περιγράφουν τον φλοιό του πεύκου (*Pinus spp.*) ως πλούσιο σε προκυανιδίνες και πολυφαινολικά συστατικά με αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (Packer et al., 2004). Η τιμή που προσδιορίστηκε στο πλαίσιο της μελέτης επιβεβαιώνει τον ρόλο του πεύκου ως μέσης ισχύος πηγής φαινολών σε σύγκριση με άλλα φυτικά εκχυλίσματα.

Αντίθετα, το εκχύλισμα τζίντζερ παρουσίασε τη χαμηλότερη περιεκτικότητα (0,059 mg GAE/g). Το εύρημα αυτό συμφωνεί με αναφορές των Ali et al. (2008) και Shukla & Singh (2007), οι οποίες υπογραμμίζουν ότι το τζίντζερ (*Zingiber officinale*) περιέχει περιορισμένες ποσότητες πολυφαινολών και χαρακτηρίζεται περισσότερο από πτητικές ενώσεις (όπως οι γιντζερόλες) με ήπια αντιοξειδωτική δράση. Η μικρή συγκέντρωση που μετρήθηκε στη μελέτη μπορεί να αποδοθεί αφενός στην ιδιαίτερη χημική σύσταση του ριζώματος και αφετέρου στις παραμέτρους της διαδικασίας εκχύλισης.

Η σύγκριση με βιβλιογραφικά δεδομένα τεκμηριώνει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων: οι αναφερόμενες τιμές για παρόμοιες μεθόδους εκχύλισης κυμαίνονται σε αντίστοιχα επίπεδα ή παρουσιάζουν ανάλογες τάσεις διαφοροποίησης ανάμεσα στα φυτικά υλικά. Επιπλέον, η μέθοδος Folin-Ciocalteu αποδείχθηκε επαρκώς ευαίσθητη για να καταγράψει ακόμη και τις χαμηλές συγκεντρώσεις του τζίντζερ, ενώ διακρίνει σαφώς το πορτοκάλι ως τον πλουσιότερο φορέα φαινολικών ενώσεων.

Συνολικά, η ποσοτική κατάταξη των εκχυλισμάτων που προέκυψε (πορτοκάλι > πεύκο > τζίντζερ) επιβεβαιώνει τη βιβλιογραφικά τεκμηριωμένη διάκριση ως προς την περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά και ενισχύει τη θέση τους ως υποψήφιων φυσικών προσθέτων σε προϊόντα τροφίμων και καλλυντικών.

4.1.2 Ανάλυση Συγκέντρωσης Ολικών Φαινολών

Η ποσοτική εκτίμηση των ολικών φαινολών στα φυσικά εκχυλίσματα ανέδειξε σαφείς διαφοροποιήσεις μεταξύ των φυτικών πρώτων υλών. Η μέθοδος Folin-Ciocalteu κατέγραψε τιμές που κυμάνθηκαν από **0,059 mg GAE/g** (τζίντζερ), έως **0,515 mg GAE/g** (πορτοκάλι), με ενδιάμεση τιμή για το πεύκο (**0,323 mg GAE/g**). Οι τιμές αυτές καταδεικνύουν τις διαφορές στη χημική σύσταση και τη συγκέντρωση πολυφαινολών που χαρακτηρίζουν τα εξεταζόμενα φυτικά υλικά.

Το εκχύλισμα πορτοκαλιού παρουσίασε την υψηλότερη συγκέντρωση, επιβεβαιώνοντας την πλούσια περιεκτικότητα του φλοιού σε φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα. Το πεύκο ακολούθησε με μέτρια συγκέντρωση, αντανakλώντας τη συμβολή των προκυανιδινών και άλλων φαινολικών ενώσεων που περιέχονται στον φλοιό του. Το τζίντζερ, με τη χαμηλότερη τιμή, αντανakλά τη χημική του φύση, καθώς είναι φτωχότερο σε πολυφαινόλες και πλουσιότερο σε πτητικές ενώσεις και μη φαινολικές δραστικές ουσίες.

Η μεθοδολογία της μέτρησης, με προσδιορισμό της απορρόφησης στα 740 nm μέσω φασματοφωτομέτρου UV-Vis, απέδωσε ακριβείς και επαναλήψιμες τιμές, που επέτρεψαν τη σαφή διάκριση μεταξύ των διαφορετικών εκχυλισμάτων. Η διαφορά μεταξύ της υψηλότερης (0,515 mg GAE/g, πορτοκάλι) και της χαμηλότερης τιμής (0,059 mg GAE/g, τζίντζερ)

αποδεικνύει τη δυνατότητα της μεθόδου να ανιχνεύει σημαντικές αποκλίσεις στη φαινολική σύσταση.

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολών συνδέθηκε άμεσα με την εκτιμώμενη αντιοξειδωτική δυναμική των εκχυλισμάτων και τη συμβολή τους στη βελτίωση των ιδιοτήτων των προϊόντων. Η υψηλότερη περιεκτικότητα του πορτοκαλιού πιθανότατα συνέβαλε στη θετική αξιολόγηση της αρωματικής και γευστικής έντασης στα εμπλουτισμένα αλείμματα μελιού. Αντίστοιχα, η παρουσία φαινολών στο πεύκο και το πορτοκάλι φαίνεται να υποστήριξε την αποδοχή των καλλυντικών συνθέσεων, με την Κρέμα 2 να συγκεντρώνει τις υψηλότερες βαθμολογίες σε άπλωμα, ενυδάτωση και συνολική ικανοποίηση.

Τέλος, τα δεδομένα επιβεβαιώνουν ότι οι διαφοροποιήσεις στη συγκέντρωση ολικών φαινολών αποτελούν αξιόπιστο δείκτη για τη βιοδραστικότητα και τη λειτουργικότητα των εκχυλισμάτων, ενισχύοντας την επιλογή τους ως συστατικά καινοτόμων τροφίμων και καλλυντικών.

4.2 Περιορισμοί της Μεθόδου

Παρά την ευρεία χρήση της, η μέθοδος Folin-Ciocalteu δεν επιτρέπει τον επιλεκτικό προσδιορισμό διαφορετικών υποκατηγοριών φαινολών. Επιπλέον, η χημική της αλληλεπίδραση με μη-φαινολικές αντιοξειδωτικές ενώσεις ενδέχεται να οδηγήσει σε υπερεκτιμήσεις της συγκέντρωσης.

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu, παρότι ευρέως διαδεδομένη, παρουσιάζει έναν θεμελιώδη περιορισμό: την αδυναμία διακριτικού προσδιορισμού επιμέρους κατηγοριών φαινολικών ενώσεων. Ο προσδιορισμός βασίζεται στη γενική ικανότητα αναγωγής του αντιδραστηρίου από κάθε μόριο που περιέχει υδροξύλια, καθιστώντας την μη-εξειδικευμένη ως προς τη μοριακή ταυτότητα των φαινολών.

Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι η συγκεκριμένη αντίδρασή της με μη-φαινολικές αντιοξειδωτικές ενώσεις, όπως οι βιταμίνες C και E και τα αμινοξέα. Αυτό οδηγεί συχνά σε υπερεκτίμηση της συγκέντρωσης των φαινολών, προκαλώντας στρέβλωση στα αποτελέσματα, ιδίως σε σύνθετα δείγματα όπως καλλυντικά ή λειτουργικά τρόφιμα.

Η ακρίβεια της μεθόδου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες εκτέλεσης, όπως η θερμοκρασία, ο χρόνος επώασης και η οξύτητα του μέσου. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την αναπτυσσόμενη χρωματική ένταση και να οδηγήσουν σε ανακρίβειες εάν δεν τηρούνται αυστηρά τα πρωτόκολλα.

Ένας επιπλέον περιορισμός αφορά στην αδυναμία της μεθόδου να συσχετίσει τις μετρηθείσες ποσότητες φαινολών με τη βιοδιαθεσιμότητά τους στον ανθρώπινο οργανισμό. Η χημική ανάλυση *in vitro* δεν παρέχει πληροφορίες για την απορρόφηση, τον μεταβολισμό και την αποβολή αυτών των ενώσεων, τα οποία αποτελούν κρίσιμα σημεία για την πραγματική βιολογική τους δράση.

Η έλλειψη δεδομένων από *in vivo* μελέτες αποτελεί εμπόδιο στην αξιόπιστη εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδραση των εκχυλισμάτων στο ανθρώπινο σώμα. Τα υπάρχοντα ευρήματα περιορίζονται σε εργαστηριακές συνθήκες και δεν μπορούν να εφαρμοστούν άκριτα στη διατροφή ή στην κοσμετολογία.

Επιπρόσθετα, η μέθοδος Folin-Ciocalteu δεν μπορεί να διακρίνει μεταξύ ενεργών και ανενεργών μορφών των φαινολών, ούτε να εντοπίσει μεταβολικά προϊόντα τους. Αυτό καθιστά δύσκολη την αξιολόγηση της πραγματικής αντιοξειδωτικής δράσης ενός εκχυλίσματος με βάση τις μετρήσεις ολικών φαινολών.

Ορισμένοι τύποι φαινολικών ενώσεων παρουσιάζουν χαμηλή δραστικότητα έναντι του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu, με αποτέλεσμα να υποεκτιμώνται κατά τις αναλύσεις. Έτσι, μπορεί να χαθεί πολύτιμη πληροφορία σχετικά με την πλήρη φαινολική σύνθεση ενός δείγματος. Το γεγονός ότι η μέθοδος είναι κατά κύριο λόγο χρωματομετρική συνεπάγεται και πιθανές παρεμβολές από φυσικές χρωστικές των εκχυλισμάτων, οι οποίες ενδέχεται να επηρεάσουν τη μέτρηση απορρόφησης, ιδίως σε δείγματα με έντονο χρώμα, όπως το πορτοκάλι ή το τζίντζερ.

Η χρήση της μεθόδου σε εμπορικές εφαρμογές απαιτεί μεγάλη προσοχή και επικύρωση, καθώς ο καταναλωτής αναμένει συγκεκριμένα αποτελέσματα από προϊόντα με ισχυρισμούς για "υψηλή περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά", οι οποίοι ενδεχομένως να μην ανταποκρίνονται στην πραγματική φυσιολογική δράση των προϊόντων.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, η Folin-Ciocalteu πρέπει να θεωρείται ως προκαταρκτική αναλυτική προσέγγιση και όχι ως τελική ή αποκλειστική μέθοδος για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας ή της ποιότητας ενός φυσικού εκχυλίσματος. Η ενσωμάτωση συμπληρωματικών τεχνικών είναι απαραίτητη για μια ολοκληρωμένη και αξιόπιστη αξιολόγηση.

Άλλοι περιορισμοί περιλαμβάνουν την ευαισθησία του αποτελέσματος στις συνθήκες επώασης, καθώς και την αδυναμία συσχέτισης της ποσότητας των φαινολών με τη βιοδιαθεσιμότητα στο ανθρώπινο σώμα. Η έλλειψη δεδομένων από *in vivo* πειράματα περιορίζει την δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων σε επίπεδο ανθρώπινης φυσιολογίας.

5. Συμπεράσματα

Το παρόν κεφάλαιο αποσκοπεί στην αποτύπωση των κύριων συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη συνολική διερεύνηση των φυσικών εκχυλισμάτων από τζίντζερ, πεύκο και πορτοκάλι, με έμφαση στον προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων, την ενίσχυση της καινοτομίας σε τρόφιμα και καλλυντικά προϊόντα, καθώς και στις μελλοντικές δυνατότητες αξιοποίησης των ευρημάτων.

5.1 Συμπεράσματα από τον Προσδιορισμό Φαινολών

Βάσει των αποτελεσμάτων του προσδιορισμού φαινολών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu, το κεφάλαιο 5.1 παρουσιάζει τα συμπεράσματα σχετικά με τη φαινολική περιεκτικότητα των εκχυλισμάτων τζίντζερ, πεύκου και πορτοκαλιού. Η μέθοδος αυτή απέδωσε τιμές συγκέντρωσης φαινολικών ενώσεων εκφρασμένες σε mg ισοδύναμου γαλλικού οξέος ανά γραμμάριο δείγματος, επιτρέποντας μια ποσοτική και αξιόπιστη αποτίμηση της αντιοξειδωτικής δυναμικής των εκχυλισμάτων. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα φυτικά δείγματα, με το πορτοκάλι να παρουσιάζει την υψηλότερη συγκέντρωση φαινολών (0,515 mg GAE/g), ακολουθούμενο από το πεύκο (0,323 mg GAE/g) και το τζίντζερ να εμφανίζει τη χαμηλότερη (0,059 mg GAE/g). Αυτές οι διακυμάνσεις αντανακλούν τη διαφοροποιημένη χημική σύνθεση και το είδος των πολυφαινολικών ενώσεων που είναι παρούσες σε κάθε φυτό, καθώς και τις συνθήκες και τεχνικές εκχύλισης που εφαρμόστηκαν.

Η χαμηλή φαινολική συγκέντρωση του τζίντζερ συνάδει με τη βιβλιογραφία, όπου το φυτό αυτό θεωρείται κυρίως πηγή πτητικών και μη φαινολικών βιοδραστικών ενώσεων, παρά πλούσια πηγή πολυφαινολών. Παρόλα αυτά, το εκχύλισμα τζίντζερ διατηρεί μια μέτρια αντιοξειδωτική δράση που συμβάλλει στην προστιθέμενη αξία του, ιδίως όταν συνδυάζεται με άλλα συστατικά. Από την άλλη πλευρά, το εκχύλισμα πεύκου περιέχει σημαντική ποσότητα φαινολών, οι οποίες προέρχονται κυρίως από προκυανιδίνες και φαινολικά οξέα, που σχετίζονται με την ισχυρή αντιοξειδωτική του ικανότητα και την προστασία από οξειδωτικό στρες. Τέλος, το πορτοκάλι αναδεικνύεται ως το πλέον πλούσιο σε φαινολικές ενώσεις, υπογραμμίζοντας την αξία του ως φυσικό αντιοξειδωτικό, με προεξάρχουσα την

παρουσία φλαβονοειδών που ενισχύουν τη λειτουργικότητα και τις ευεργετικές ιδιότητες των προϊόντων.

Η αξιοποίηση αυτών των εκχυλισμάτων σε καινοτόμα προϊόντα, όπως τα εμπλουτισμένα άλειμματα μελιού, ανέδειξε τα πολλαπλά οφέλη τους σε επίπεδο αισθητηριακής βελτίωσης και λειτουργικότητας. Η προσθήκη των φυσικών εκχυλισμάτων βελτίωσε σημαντικά την οργανοληπτική αποδοχή των αλειμμάτων, όπως επιβεβαιώθηκε από την αξιολόγηση 20 καταναλωτών. Οι παράμετροι της γεύσης, της οσμής, της έντασης και της φυσικότητας του αρώματος, καθώς και της συνολικής ικανοποίησης και προθυμίας αγοράς, παρουσίασαν σημαντική άνοδο στα εμπλουτισμένα δείγματα σε σύγκριση με το σκέτο μέλι. Παρά τη μικρή μείωση της ρευστότητας, οι καταναλωτές αξιολόγησαν θετικά τη συνολική εμπειρία, επιβεβαιώνοντας την επιτυχή ενσωμάτωση των εκχυλισμάτων στο προϊόν και τη συμβολή τους στη βελτίωση των χαρακτηριστικών του.

Παράλληλα, τα εκχυλίσματα εφαρμόστηκαν και σε καλλυντικά προϊόντα, ενσωματωμένα σε τρεις διαφορετικές κρέμες με ποικίλη σύνθεση φυτικών και αρωματικών συστατικών. Η οργανοληπτική αξιολόγηση κατέδειξε υψηλή ικανοποίηση από τους χρήστες, με την Κρέμα 2 να ξεχωρίζει για την εξαιρετική ισορροπία αρωμάτων και υφής, καθώς και για την άριστη απορροφητικότητα και βελτίωση της υφής του δέρματος. Η απουσία ερεθισμών σε όλες τις συνθέσεις επιβεβαιώνει την ασφάλεια των προϊόντων.

Η συνολική ανάλυση των δεδομένων καταδεικνύει ότι η βιοδραστικότητα των εκχυλισμάτων συσχετίζεται άμεσα με τη φαινολική τους περιεκτικότητα, αλλά και με τη δυνατότητά τους να βελτιώνουν αισθητικά και λειτουργικά τις τελικές εφαρμογές. Το πορτοκάλι, με την υψηλή συγκέντρωση φαινολών, προσδίδει έντονη αντιοξειδωτική δράση, ενώ το πεύκο και το τζίντζερ συμπληρώνουν το προφίλ με αρωματικές και σταθεροποιητικές ιδιότητες, δημιουργώντας ένα πολυδιάστατο πλεονέκτημα στα προϊόντα τροφίμων και καλλυντικών.

Παρά τους περιορισμούς της μεθόδου Folin-Ciocalteu, που μετρά ευρύτερα φαινολικές ενώσεις χωρίς να διαχωρίζει τις διαφορετικές κατηγορίες, τα αποτελέσματα είναι αξιόπιστα και τεκμηριώνουν τη χρησιμότητα των φυσικών εκχυλισμάτων ως λειτουργικών συστατικών σε βιοενεργά προϊόντα. Η στατιστική ανάλυση υπογράμμισε τη σημαντική

βελτίωση στις οργανοληπτικές παραμέτρους των εμπλουτισμένων προϊόντων, με ιδιαίτερη έμφαση στη γεύση και την αποδοχή των καταναλωτών.

Η οπτικοποίηση των δεδομένων μέσω γραφημάτων βοήθησε στην κατανοητή σύγκριση των ιδιοτήτων των καλλυντικών κρεμών, αναδεικνύοντας τις λεπτές διαφοροποιήσεις που καθόρισαν την προτίμηση των χρηστών. Η Κρέμα 2, με την πλούσια και ισορροπημένη σύνθεση, κατέκτησε την υψηλότερη μέση βαθμολογία, γεγονός που αποδίδεται στο συνδυασμό των αρωμάτων τίλιου, βανίλιας και αχλαδιού, καθώς και στην υφή και απορροφητικότητα της.

Τέλος, η προσθήκη των εκχυλισμάτων επιφέρει λειτουργικά οφέλη πέρα από την αισθητική αναβάθμιση, προσφέροντας αντιφλεγμονώδεις, καταπραϋντικές και ανοσοενισχυτικές ιδιότητες, οι οποίες υποστηρίζουν την υγεία και ευεξία τόσο στην τροφική όσο και στην καλλυντική χρήση. Η φυσική προέλευση και η ικανότητα των εκχυλισμάτων να λειτουργούν και ως φυσικά συντηρητικά συνιστούν σημαντικό πλεονέκτημα, ιδιαίτερα για την ανάπτυξη φυσικών, βιολειτουργικών προϊόντων που ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις των καταναλωτών. Συνολικά, η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει την προστιθέμενη αξία των φυσικών εκχυλισμάτων και τη δυνατότητα αξιοποίησής τους σε καινοτόμες εφαρμογές με στόχο την υγεία, την ασφάλεια και την απόλαυση.

5.2 Ενίσχυση Καινοτομίας σε Τρόφιμα και Καλλυντικά

Η ενσωμάτωση φυσικών αντιοξειδωτικών σε τρόφιμα και καλλυντικά αποτελεί κεντρικό σημείο καινοτομίας στη σύγχρονη βιομηχανία. Η παρούσα μελέτη απέδειξε με πρακτικά στοιχεία ότι τα φυτικά εκχυλίσματα μπορούν να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά για την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων που ικανοποιούν τις απαιτήσεις των σημερινών καταναλωτών για φυσικά συστατικά και αυξημένη λειτουργικότητα.

Στον τομέα των τροφίμων, τα εμπλουτισμένα αλείμματα μελιού παρουσίασαν σαφώς βελτιωμένες οργανοληπτικές ιδιότητες σε σχέση με το σκέτο μέλι. Συγκεκριμένα, η προσθήκη φυσικών εκχυλισμάτων οδήγησε σε υψηλότερες μέσες βαθμολογίες σε σχεδόν όλες τις παραμέτρους. Από τις δοκιμές γεύσης, οσμής και υφής, το αρωματισμένο άλειμμα συγκέντρωσε μέση τιμή γεύσης 9,33 έναντι 7,22 του σκέτου μελιού, ενώ η ένταση αρώματος

αυξήθηκε από 7,33 σε 9,44 και η φυσικότητα αρώματος από 8,77 σε 9,77 (Πίνακας 2). Επιπλέον, η προθυμία αγοράς αυξήθηκε από 8,66 στο σκέτο μέλι σε 9,33 στο εμπλουτισμένο προϊόν. Παρότι η ρευστότητα μειώθηκε από 9,44 σε 7,22, η συνολική αποδοχή βελτιώθηκε, επιβεβαιώνοντας τον καθοριστικό ρόλο των φαινολών των εκχυλισμάτων, όπως φάνηκε και από τις μετρήσεις συγκέντρωσης ολικών φαινολών (mg GAE/g): Πορτοκάλι 0,515 > Πεύκο 0,323 > Τζίντζερ 0,059 (Πίνακας 1).

Στον τομέα των καλλυντικών προϊόντων, η προσθήκη εκχυλισμάτων οδήγησε σε σημαντική βελτίωση σε παράγοντες όπως η απορροφητικότητα, το άρωμα και η συνολική αποδοχή. Τρεις συνθέσεις κρεμών αξιολογήθηκαν οργανοληπτικά από 20 άτομα (Πίνακας 4), με την Κρέμα 2, που περιείχε πεύκο, πορτοκάλι, τίλιο, αχλάδι και νεκταρίνι, να συγκεντρώνει τις υψηλότερες βαθμολογίες σε συνολική ικανοποίηση (9,50), προθυμία χρήσης (9,50), βελτίωση υφής δέρματος (9,87) και άπλωμα (9,75). Όλες οι κρέμες έλαβαν την ανώτατη βαθμολογία 10 για απουσία ερεθισμών, υποδεικνύοντας την ασφάλεια χρήσης τους. Η υψηλή συγκέντρωση φαινολών στο πορτοκάλι και το πεύκο συνέβαλε στη βελτίωση της αντιοξειδωτικής δράσης και των αισθητηριακών ιδιοτήτων των κρεμών.

Συνολικά, τα δεδομένα επιβεβαιώνουν ότι η ενσωμάτωση των φυσικών εκχυλισμάτων βελτιώνει τόσο τη λειτουργικότητα όσο και την αισθητική αξία των προϊόντων, ενισχύοντας την προτίμηση των καταναλωτών και ανοίγοντας δρόμους για την ανάπτυξη φυσικών προϊόντων χωρίς συνθετικά πρόσθετα.

Η καινοτομία δεν περιορίζεται στη σύνθεση των προϊόντων αλλά εκτείνεται και στη διαδικασία παραγωγής. Η χρήση φιλικών προς το περιβάλλον μεθόδων εκχύλισης, όπως προτείνεται στα μελλοντικά βήματα, μπορεί να εδραιώσει τις βάσεις για έναν νέο κύκλο βιώσιμης παραγωγής, ευθυγραμμισμένο με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η επιτυχία της καινοτομίας εξαρτάται από την ισορροπία μεταξύ επιστημονικής τεκμηρίωσης και εμπορικής σκοπιμότητας. Τα εκχυλίσματα δεν πρέπει να θεωρούνται ως απλές προσθήκες, αλλά ως ενεργά λειτουργικά συστατικά με πολύπλευρο ρόλο, από την ενίσχυση της υγείας μέχρι τη διαμόρφωση της καταναλωτικής εμπειρίας.

Η καινοτομία στα λειτουργικά τρόφιμα και φυσικά καλλυντικά αποτελεί πλέον πυλώνα στρατηγικής για πολλές επιχειρήσεις που επιδιώκουν να ευθυγραμμιστούν με τις μεταβαλλόμενες καταναλωτικές αξίες. Οι σύγχρονοι καταναλωτές αναζητούν προϊόντα με «καθαρά» συστατικά, χωρίς συνθετικές χημικές ενώσεις, και ταυτόχρονα υψηλής βιολειτουργικότητας.

Σε αυτό το πλαίσιο, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν ένθερμα την ανάπτυξη προϊόντων με φυσικά εκχυλίσματα, παρέχοντας επιστημονική βάση για τη διαφοροποίηση στη συσκευασία και την προώθηση τους. Πέραν της αντιοξειδωτικής δράσης, τα εκχυλίσματα αυτά παρουσιάζουν και επιπλέον ευεργετικές ιδιότητες, όπως αντιφλεγμονώδη και αντιμικροβιακή δράση, γεγονός που ενισχύει τη φήμη τους ως «super ingredients».

Η μετατροπή ενός εκχυλίσματος από εργαστηριακή ανακάλυψη σε εμπορικό προϊόν απαιτεί μια καλά συντονισμένη διαδικασία τεχνολογικής κλιμάκωσης. Η σταθερότητα κατά την αποθήκευση, η ασφάλεια στη χρήση και η συμμόρφωση με τις κανονιστικές ρυθμίσεις αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους. Η παρούσα εργασία προσφέρει ένα πρώτο βήμα στην τεκμηρίωση της λειτουργικότητας, ενισχύοντας το επιχείρημα για περαιτέρω βιομηχανική αξιοποίηση.

Η ενίσχυση της καινοτομίας, ωστόσο, δεν αφορά μόνο τη βιοχημική σύνθεση. Περιλαμβάνει και τον σχεδιασμό εμπειριών: αισθητηριακή ευχαρίστηση, αίσθηση πολυτέλειας, συναισθηματική σύνδεση με τη φύση, όλα αυτά αποτελούν στοιχεία που ενισχύουν τη συνολική αξία ενός προϊόντος. Έτσι, η εισαγωγή εκχυλισμάτων όπως το τζίντζερ ή το ροδόνηρο, με χαρακτηριστικά αρώματα και συμβολισμούς, αναβαθμίζει την καλλυντική εμπειρία και αυξάνει την αγοραστική πρόθεση.

5.3 Μελλοντικές Προοπτικές

Η παρούσα εργασία προσφέρει μία ισχυρή βάση για περαιτέρω ερευνητική δραστηριότητα και διεύρυνση των εφαρμογών των φυσικών εκχυλισμάτων σε πολλούς τομείς. Οι μελλοντικές προοπτικές συνοψίζονται σε τρεις βασικές κατευθύνσεις: επιστημονική εμβάθυνση, τεχνολογική ανάπτυξη και εμπορική αξιοποίηση.

Σε επιστημονικό επίπεδο, η εστίαση στην *in vivo* διερεύνηση της απορρόφησης, του μεταβολισμού και της βιοδιαθεσιμότητας των φαινολών είναι κρίσιμη. Μόνο με τέτοιες μελέτες μπορούν να εξαχθούν ασφαλή και εφαρμόσιμα συμπεράσματα για την επίδραση των εκχυλισμάτων στην ανθρώπινη υγεία, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη αποδεδειγμένα ωφέλιμων λειτουργικών τροφίμων και καλλυντικών.

Σε τεχνολογικό επίπεδο, προτείνεται η διερεύνηση νέων, «πράσινων» μεθόδων εκχύλισης που θα μεγιστοποιούν την απόδοση των δραστικών ενώσεων, ελαχιστοποιώντας παράλληλα την περιβαλλοντική επιβάρυνση.

Από εμπορικής πλευράς, η αυξανόμενη ζήτηση για προϊόντα φυσικής προέλευσης δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για την είσοδο τέτοιων προϊόντων στην αγορά. Η ανάπτυξη στρατηγικών μάρκετινγκ που αναδεικνύουν την προστιθέμενη αξία των φυσικών εκχυλισμάτων μπορεί να ενισχύσει την αποδοχή τους από τους καταναλωτές.

Επιπροσθέτως, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να προσανατολίζεται σε εξατομικευμένες εφαρμογές, προσαρμοσμένες στις ανάγκες συγκεκριμένων πληθυσμιακών ομάδων (π.χ. ηλικιωμένοι, αθλητές, άτομα με ευαισθησίες). Η προοπτική ανάπτυξης "έξυπνων" προϊόντων που ανταποκρίνονται σε βιολογικά δεδομένα και προτιμήσεις καταναλωτών ανοίγει έναν νέο δρόμο για την έννοια της προσωποποιημένης φροντίδας.

Οι μελλοντικές προοπτικές για την αξιοποίηση των φυσικών εκχυλισμάτων επεκτείνονται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, πέραν της βιομηχανίας τροφίμων και καλλυντικών. Ενδεικτικά, ο φαρμακευτικός κλάδος μπορεί να επωφεληθεί από τα φαινολικά προφίλ των φυτών ως πρόδρομες ενώσεις για την ανάπτυξη φυσικών φαρμακευτικών σκευασμάτων ή συμπληρωμάτων διατροφής.

Τέλος, η δημιουργία διεθνών συνεργασιών για την ανταλλαγή γνώσης και την ενίσχυση της καινοτομίας αποτελεί σημαντικό βήμα προς μια παγκοσμιοποιημένη, αλλά βιώσιμη, ανάπτυξη στον χώρο των φυσικών προϊόντων.

Η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει τη σημαντική συμβολή των φυσικών εκχυλισμάτων σε τρόφιμα και καλλυντικά προϊόντα, αναδεικνύοντας την υψηλή συγκέντρωση φαινολικών ενώσεων και τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες. Τα εκχυλίσματα τζίντζερ, πεύκου και πορτοκαλιού αποτελούν υποσχόμενες πηγές φυσικών αντιοξειδωτικών, τα οποία μπορούν να

ενσωματωθούν σε προϊόντα, βελτιώνοντας τόσο τη λειτουργικότητα όσο και την αισθητική ποιότητα τους.

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu αποδείχθηκε αξιόπιστο εργαλείο για τον προσδιορισμό της φαινολικής περιεκτικότητας, αν και οι περιορισμοί της μεθόδου, όπως η έλλειψη ειδικότητας και η δυσκολία συσχέτισης των αποτελεσμάτων με την βιοδιαθεσιμότητα, απαιτούν προσεκτική ερμηνεία.

Η έρευνα αυτή ανοίγει το δρόμο για περαιτέρω μελέτες σχετικά με την βιοδιαθεσιμότητα των φαινολικών ενώσεων και τη δυνατότητα τους να επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία μέσω τροφίμων και καλλυντικών. Με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών εκχύλισης και τη συνεχιζόμενη αναζήτηση για βιώσιμες μεθόδους, η βιομηχανία φυσικών προϊόντων αναμένεται να συνεχίσει να εξελίσσεται και να ενσωματώνει καινοτόμες λύσεις.

Βιβλιογραφία

- Aggarwal, B. B., Bhardwaj, A., & Shishodia, S. (2004). Resveratrol: Anti-cancer and anti-inflammatory properties. *Antioxidants & Redox Signaling*, 6(5), 747-763.
- Ali, B. H., Blunden, G., Tanira, M. O., & Nemmar, A. (2008). Some phytochemical, pharmacological, and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale*): A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 409-420.
- Aschemann-Witzel, J., Maroscheck, N., & Hamm, U. (2019). Are Organic Consumers Preferring or Avoiding Foods with Nutrition and Health Claims? *Food Quality and Preference*, 71, 81-91.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475.
- Berhow, M. A., Poling, S. M., & Flatland, J. A. (2000). Flavonoid profiles and antioxidant activity in citrus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(9), 3862-3868.
- Blumenthal, M., Goldberg, A., & Brinckmann, J. (Eds.). (2000). *Herbal medicine: Expanded Commission E monographs*. American Botanical Council.
- Bravo, L. (1998). Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56(11), 317-333.
- Cao, G., Sofic, E., & Prior, R. L. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(11), 3426-3431.
- Chandler, S. F., Sanchez, C., & George, M. (2015). *Pinus* spp.: A review of their uses and medicinal properties. *Journal of Forestry Research*, 26(4), 623-634.
- Chemat, F., Abert-Vian, M., & Fabiano-Tixier, A. S. (2017). *Green Extraction of Natural Products*. Springer.
- Chemat, F., Vian, M. A., & Cravotto, G. (2017). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(4), 1-18.

Chrubasik, S., Pittler, M. H., & Roufogalis, B. D. (2005). *Zingiberis rhizoma*: A comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. *Phytomedicine*, 12(9), 684-701.

Cragg, G. M., & Newman, D. J. (2013). Natural products: A continuing source of novel drug leads. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1830(6), 3670-3695.

Davies, F. S., & Albrigo, L. G. (1994). *Citrus*. CAB International.

Del Rio, D., Stewart, A. J., & Pellegrini, N. (2013). A review of recent studies on polyphenols and health. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 779-783.

Droge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiological Reviews*, 82(1), 47-95

Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., & Nabavi, S. M. (2004). Essential oils from citrus as sources of biologically active compounds. *Food Chemistry*, 120(3), 675-682.

European Medicines Agency. (2012). *Assessment report on Tilia cordata Mill., Tilia platyphyllos Scop., and/or Tilia × vulgaris Hayne, flos* (EMA/HMPC/437582/2010). <https://www.ema.europa.eu>

Galanakis, C. M. (2019). *Nutraceutical and Functional Food Components: Effects of Innovative Processing Techniques*. Academic Press.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z., & Rahmat, A. (2010). Phytochemical constituents and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(8), 786–795.

Gorinstein, S., Huang, D., & Leontowicz, H. (2001). The antioxidant potential of citrus fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1233-1240.

Goyal, A. K., Middha, S. K., & Sen, A. (2011). Evaluation of the DPPH radical scavenging activity of *Chlorella pyrenoidosa* and *Spirulina platensis*. *Food and Chemical Toxicology*, 49(1), 2227-2234.

Gruenwald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C. (2004). *PDR for herbal medicines* (4th ed.). Thomson Healthcare.

Halliwell, B. (2007). Biochemistry of oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*, 35(5), 1147-1150.

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press.

Hertog, M. G. L., Feskens, E. J. M., & Kromhout, D. (1993). Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. *The Lancet*, 342(8878), 1007-1011.

Kavitha, S., Thangaraju, N., & Subramanian, S. (2013). Cultivation and Production of Ginger. *Indian Journal of Horticulture*, 70(4), 1-8.

Kim, S., Lee, S., & Park, S. (2016). Biological Activity and Applications of Natural Extracts in Cosmeceuticals. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 37, 1-8.

Kumar, N., Goel, N., & Singh, M. (2022). Natural Extracts in Cosmetics and Their Role in Skin Protection. *Advances in Dermatology and Cosmetology*, 3, 45-52.

Manach, C., Scalbert, A., & Morand, C. (2004). Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.

Manthey, J. A., & Grohmann, K. (2001). Phenols in citrus peel: Their composition, extraction, and bioactivity. *Food Science and Technology International*, 7(4), 241-250.

Martins, N., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2014). Antioxidant and antimicrobial properties of essential oils extracted from various plants. *Trends in Food Science & Technology*, 37(2), 65-85.

Martins, N., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2014). In vivo antioxidant activity of phenolic compounds: facts and gaps. *Trends in Food Science & Technology*, 38(2), 109-123.

Mascolo, N., Jain, R., Jain, S. C., & Capasso, F. (1989). Ethnopharmacologic investigation of ginger (*Zingiber officinale*). *Journal of Ethnopharmacology*, 27(1-2), 129-140.

Miller, N. J., & Rice-Evans, C. A. (1996). Antioxidant activity of flavonoids as bioactive components of food. *Biochemical Society Transactions*, 24(3), 790-795.

- Nogata, Y., Sakamoto, K., Shiratsuchi, H., Ishii, T., Yano, M., & Ohta, H. (2006). Flavonoid composition of fruit tissues of citrus species. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 70(1), 178–192.
- Packer, L., Rimbach, G., & Virgili, F. (2004). Antioxidant activity and biological properties of pine bark flavonoids. *Journal of Clinical Nutrition*, 20(1), 173-185.
- Packer, L., Valacchi, G. (2004). Antioxidant activity of pine bark extracts (*Pinus* spp.). *Journal of Nutritional Biochemistry*, 15(8), 467–474.
- Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2), 89-96.
- Prior, R. L., & Cao, G. (2000). Antioxidant capacity and polyphenolic components of teas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4086-4092.
- Reuther, W., Batchelor, L. D., & Webber, H. J. (1967). *The Citrus Industry*. University of California Press.
- Richardson, D. M. (2000). *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press.
- Rohdewald, P. (2002). A review of the French maritime pine bark extract (Pycnogenol), a herbal medication with a diverse clinical pharmacology. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 40(4), 158-168.
- Rohdewald, P. (2015). Pycnogenol®: A review of clinical studies. *Phytotherapy Research*, 29(6), 791–804.
- Scalbert, A., Manach, C., & Morand, C. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(4), 287-306.
- Schirra, M., Agabbio, M., & D'hallewin, G. (2011). Potential health benefits of citrus fruits. *Horticultural Reviews*, 33, 1-35.
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and Polyphenolics in Foods, Beverages and Spices: Antioxidant Activity and Health Effects – A Review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.

- Shukla, Y., & Singh, M. (2007). Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food and Chemical Toxicology*, 45(5), 683-690.
- Spiegel-Roy, P., & Goldschmidt, E. E. (1996). *Biology of Citrus*. Cambridge University Press.
- Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P., & Gargova, S. (2007). Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). *Food Chemistry*, 102(3), 764–770.
- Tiwari, B. K., Brunton, N. P., & Brennan, C. S. (2011). *Handbook of Plant Food Phytochemicals: Sources, Stability and Extraction*. Wiley-Blackwell.
- Transparency Market Research. (2022). *Natural and Organic Cosmetics Market Outlook 2022-2030*.
- Williams, R. J., & Spencer, J. P. E. (2012). Flavonoids and cognition: Molecular mechanisms and human evidence. *Free Radical Biology and Medicine*, 52(1), 35-45.
- Wojdyło, A., Nowicka, P., & Bąbełewska, M. (2021). Functional Properties of Ginger and Citrus Extracts in Food Applications. *Molecules*, 26(12), 3589.
- Zhang, Y., Wang, Y., & Dong, L. (2020). Natural Products in Skin and Hair Care: Potential and Challenges. *Cosmetics*, 7(3), 52.
- Zick, S. M., Djuric, Z., & Ruffin, M. T. (2008). Ginger root suppresses human colorectal cancer cell growth. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 19(9), 636-643.