



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ  
ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕ  
ΕΝΟΡΓΑΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ**

**DEVELOPMENT OF FOODS AND COSMETICS WITH  
CALENDULA EXTRACT AND ANALYSIS OF KEY  
PARAMETERS BY INSTRUMENTAL METHODS**



**ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ ΑΜ:2819062**

**ΡΡΑΠΑΪ ΕΛΕΝΗ ΑΜ:2819066**

**ΕΠΕΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΤΖΗΜΗΤΑΚΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2024**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε κατά την θερινή περίοδο του Ακαδημαϊκού Έτους 2023 - 2024, στα πλαίσια των Προπτυχιακών Σπουδών στο Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Πρωτίστως, θα θέλαμε να εκφράσουμε την ευγνωμοσύνη η μια στην άλλη για την άψογη συνεργασία μας κατά τη διάρκεια του ερευνητικού μέρους και της συγγραφής . Εκτιμούμε ιδιαίτερα την οικογένεια και τους φίλους μας, για την κατανόηση και συμπαράσταση που έδειξαν καθόλη την περίοδο πραγματοποίησης της εργασίας αυτής.

Επίσης, να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην διεκπεραίωση της πτυχιακής μας μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Χατζημητάκο Θεόδωρο και την υποψήφια διδάκτορα Κωτσού Κωνσταντίνα για την καθοδήγησή τους και την πολύτιμη βοήθεια που προσέφεραν σε κάθε στάδιο εκπόνησης της έρευνας καθώς και τους υπόλοιπους διδάσκοντες και μέλη του εργαστηρίου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τίτλος: Ανάπτυξη τροφίμων και καλλυντικών με εκχύλισμα καλέντουλας και ανάλυση βασικών παραμέτρων με ενόργανες μεθόδους.

Όλο και περισσότερο ενδιαφέρον δίνεται τα τελευταία χρόνια από τη βιομηχανία τροφίμων και καλλυντικών αναφορικά με τη χρήση συστατικών από φυσικές πηγές, τα οποία μπορούν να προσδώσουν επιθυμητά χαρακτηριστικά στα προϊόντα αντικαθιστώντας παράλληλα επιβλαβείς χημικές ουσίες. Η παρούσα προπτυχιακή διπλωματική εργασία περιγράφει τις ευεργετικές ιδιότητες της *Calendula officinalis*, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πολυφαινόλες και αντιοξειδωτικά. Λειτουργεί ως αντιμικροβιακό, αντιοξειδωτικό, αντιφλεγμονώδες, αντισηπτικό, αντι-ιικό, ηπατοπροστατευτικό και αντιδιαβητικό φάρμακο. Παράλληλα, δρα προστατευτικά έναντι κάποιων δερματικών παθήσεων όπως φλεγμονές, ανοιχτές πληγές και αιμορραγούσες πληγές. Εργαστηριακά, αξιολογήθηκαν οι ιδιότητες του φυτού, όπως η ολική περιεκτικότητα πολυφαινολών με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu, η αντιοξειδωτική ικανότητα με τις μεθόδους FRAP και DPPH, η αντηλιακή ικανότητα με φασματοφωτομετρική ανάλυση στο υπεριώδες καθώς και η περιεκτικότητα στη ρουτίνη και σε άλλες φαινολικές ενώσεις με τη μέθοδο της HPLC. Επιπλέον, έγινε παρασκευή σκέτου αλείμματος μελιού αλλά και εμπλουτισμένου με εκχύλισμα καλέντουλας, ενώ και το έλαιο του φυτού αξιοποιήθηκε σε αντηλιακή κρέμα. Τα σκευάσματα αξιολογήθηκαν από το καταναλωτικό κοινό με τη βοήθεια οργανοληπτικού ελέγχου, από όπου προέκυψαν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά συμπεράσματα. Θετικοί στην αγορά του εμπλουτισμένου αλείμματος μελιού και της αντηλιακής κρέμας για χρήση φαίνεται να είναι ένα μεγάλο ποσοστό των δοκιμαστών γεγονός που δικαιολογεί την υψηλή τιμή της γενικής εντύπωσης των προϊόντων. Το φυτό *C.officinalis* διαθέτει ποικίλλες φαρμακολογικές και καλλυντικές δράσεις, είτε σαν απλό έγχυμα, είτε εμπλουτισμένο σε κάποιο καινοτόμο προϊόν, γεγονός που αποδεικνύεται από τα θετικά αποτελέσματα των εργαστηριακών αναλύσεων.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Καλέντουλα, έλαιο, εκχύλισμα, καλλυντική κρέμα, αλείμμα μελιού

## ABSTRACT

Title: Development of foods and cosmetics with Calendula extract and analysis of key parameters by instrumental methods.

More and more interest has been given in recent years by the food and cosmetics industry regarding the use of ingredients from natural sources, which can impart desirable characteristics to products while replacing harmful chemical substances. This thesis describes the beneficial properties of *Calendula officinalis*, due to its high content of polyphenols and antioxidants. It can be described as an antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, antiseptic, antiviral, hepatoprotective and antidiabetic drug. At the same time, it acts protectively against some skin diseases such as inflammations, open wounds and bleeding wounds. In the laboratory, the properties of the plant were evaluated, such as the total polyphenol content with Folin-Ciocalteu method, the antioxidant capacity with FRAP and DPPH methods, the sunscreen capacity with UV spectrophotometric analysis as well as the content of rutin and other phenolic compounds with HPLC method. In addition, a whipped honey spread was made, but also one enriched with calendula extract, while the essential oil of the plant was used in a sunscreen. The preparations were evaluated by the consumer public with the help of organoleptic control, from which particularly encouraging conclusions emerged. A large percentage of testers seem to be positive about the enriched whipped honey spread and sunscreen for use, which justifies the high price of the overall impression of the products. The *C. officinalis* plant has a variety of pharmacological and cosmetic actions, either as a simple infusion, or enriched in some innovative product, which is proven by the positive results of laboratory analyses.

KEYWORDS: Calendula, oils, extract, cosmetic cream, honey spread

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 1: Calendula officinalis<br>( <a href="https://www.quintadosouriques.com/store/seeds/medicinal/calendula-marigold/">https://www.quintadosouriques.com/store/seeds/medicinal/calendula-marigold/</a> ).....                                                                                | 11 |
| Εικόνα 2: Μορφολογία φυτού Calendula officinalis<br>( <a href="https://www.agriamanitaria.gr/calendula-officinalis-καλεντούλα-η-φαρμακευτική/">https://www.agriamanitaria.gr/calendula-officinalis-καλεντούλα-η-φαρμακευτική/</a> ).....                                                         | 12 |
| Εικόνα 3: Λειτουργία ελεύθερων ριζών<br>( <a href="http://chemanthology.blogspot.com/2015/12/blog-post_5.html">http://chemanthology.blogspot.com/2015/12/blog-post_5.html</a> ).....                                                                                                             | 15 |
| Εικόνα 4: Οξειδωτικό στρες στο κύτταρο<br>( <a href="https://www.onmed.gr/ygeia/story/382519/oxeidotiko-stres-poy-ofeiletai-poi-i-paragontes-to-epideinonoun-eikones">https://www.onmed.gr/ygeia/story/382519/oxeidotiko-stres-poy-ofeiletai-poi-i-paragontes-to-epideinonoun-eikones</a> )..... | 16 |
| Εικόνα 5: Κατηγορίες πολυφαινολών<br>( <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a> ).....                                                                                                                                                                  | 18 |
| Εικόνα 6: Χημική δομή φλαβονοειδών<br>( <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a> ).....                                                                                                                                                                 | 19 |
| Εικόνα 7: Χημική δομή υδροξυβενζοϊκού οξέος<br>( <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a> ).....                                                                                                                                                        | 20 |
| Εικόνα 8: Χημική δομή κινναμωμικού οξέος<br>( <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a> ).....                                                                                                                                                           | 20 |
| Εικόνα 9: Χημική δομή στιλβενίων<br>( <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a> ).....                                                                                                                                                                   | 21 |
| Εικόνα 10: Χημική δομή ρεσβερατρόλης<br>( <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a> ).....                                                                                                                                                               | 21 |
| Εικόνα 11: Χημική δομή λιγνανών<br>( <a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a> ).....                                                                                                                                                                    | 22 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 12: Ηλιακή ακτινοβολία στο δέρμα ( <a href="https://2science.gr/uv-radiation-a/">https://2science.gr/uv-radiation-a/</a> ).....                                                                                                                                                                                                                                            | 31 |
| Εικόνα 13: Επίδραση αντιηλιακού στο δέρμα<br>( <a href="https://depositphotos.com/vector/infographic-skin-illustration-uva-and-uvb-penetration-into-the-human-skin-sunscreen-protect-the-skin-145296907.html">https://depositphotos.com/vector/infographic-skin-illustration-uva-and-uvb-penetration-into-the-human-skin-sunscreen-protect-the-skin-145296907.html</a> )<br>..... | 35 |
| Εικόνα 14: Άνθη αποξηραμένης καλέντουλας.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 47 |
| Εικόνα 15: Άλεση αποξηραμένης καλέντουλας.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 47 |
| Εικόνα 16: Πολυπαραγοντικό σύστημα στο ελαιόλουτρο.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 50 |
| Εικόνα 17: Ξήρανση ελαίου .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 50 |
| Εικόνα 18: Παρασκευή αλείμματος μελιού.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 55 |
| Εικόνα 19: Παρασκευή αντιηλιακής κρέμας.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 56 |
| Εικόνα 20: Τελικά αλείμματα μελιού.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 72 |
| Εικόνα 21: Αντιηλιακή κρέμα καλέντουλας.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 72 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Πίνακας 1: Διατροφικές πηγές πολυφαινολών.....                                                           | 30 |
| Πίνακας 2: Ένταση υπεριώδους ακτινοβολίας ανά ώρα.....                                                   | 32 |
| Πίνακας 3: Αναλυτική αναφορά κωδικοποιημένων δειγμάτων και συνθηκών εκχύλισης.....                       | 49 |
| Πίνακας 4: Περιεκτικότητα ολικών πολυφαινολών (TPC).....                                                 | 62 |
| Πίνακας 5: Αποτελέσματα συγκριτικής έρευνας.....                                                         | 64 |
| Πίνακας 6: Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας(FRAP).....                                           | 65 |
| Πίνακας 7: Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας(DPPH).....                                           | 66 |
| Πίνακας 8: Περιεκτικότητα βέλτιστου εκχυλίσματος <i>Calendula officinalis</i> σε φαινολικές ενώσεις..... | 69 |
| Πίνακας 9: Σύγκριση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων στα αλείμματα μελιού.....                               | 73 |
| Πίνακας 10: Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου αντιηλιακής κρέμας.....                                  | 74 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Διάγραμμα 1 :Χρωματογράφημα (HPLC) βέλτιστου εκχυλίσματος <i>Calendula officinalis</i> ..... | 69 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....                             | 1  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....                                | 2  |
| ABSTRACT.....                                | 3  |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....                       | 4  |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....                       | 6  |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....                  | 6  |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....                             | 7  |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....     | 11 |
| 1.1 ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑ.....                          | 11 |
| 1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....                 | 11 |
| 1.1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ.....        | 12 |
| 1.1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ.....                           | 13 |
| 1.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....            | 13 |
| 1.2.1 ΡΟΛΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ.....             | 13 |
| 1.2.2 ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ.....                   | 14 |
| 1.2.3 ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ ΣΤΡΕΣ.....                  | 15 |
| 1.2.4 ΔΡΑΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ.....             | 16 |
| 1.2.5 ΤΡΟΦΙΜΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ..... | 17 |
| 1.3 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ.....                        | 18 |
| 1.3.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ.....           | 18 |
| 1.3.1.1 ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ.....                     | 19 |
| 1.3.1.2 ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ.....                  | 20 |
| 1.3.1.3 ΣΤΙΛΒΕΝΙΑ .....                      | 20 |
| 1.3.1.4 ΛΙΓΝΑΝΕΣ.....                        | 21 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3.2 ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ.....                         | 22 |
| 1.3.3 ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ.....                      | 23 |
| 1.3.3.1 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ.....                              | 23 |
| 1.3.3.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ.....                                            | 24 |
| 1.3.3.3 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ.....                                 | 26 |
| 1.3.3.4 ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....                                     | 26 |
| 1.3.3.5 ΑΝΤΙΓΗΡΑΝΣΗ.....                                         | 27 |
| 1.3.3.6 ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑ.....                                          | 29 |
| 1.3.4 ΤΡΟΦΙΜΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ.....                       | 29 |
| 1.4 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....                                    | 31 |
| 1.4.1 ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ.....                                 | 31 |
| 1.4.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΥΠΕΡΙΩΔΗ<br>ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ..... | 33 |
| 1.4.3 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ UV ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ.....                             | 33 |
| 1.4.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΩΝ.....                                 | 34 |
| 1.4.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ SPF.....                                | 36 |
| 1.5 ΑΝΑΓΚΗ ΧΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ.....                            | 36 |
| 1.5.1 ΦΥΤΙΚΑ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ.....                                    | 36 |
| 1.5.2 ΕΛΑΙΑ.....                                                 | 37 |
| 1.6 ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ.....                        | 37 |
| 1.6.1 ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ.....                                           | 38 |
| 1.6.2 ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ.....                                        | 39 |
| 1.6.3 ΤΕΡΠΕΝΟΕΙΔΗ.....                                           | 39 |
| 1.7 ΘΕΡΑΠΕΥΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ.....                     | 39 |
| 1.7.1 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....                              | 40 |
| 1.7.2 ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΓΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....              | 40 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.7.3 ΚΥΤΤΑΡΟΤΟΞΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....                                      | 41 |
| 1.7.4 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....                                                      | 41 |
| 1.7.5 ΗΠΑΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....                                                       | 42 |
| 1.7.6 ΝΕΥΡΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ .....                                                      | 42 |
| 1.7.7 ΑΝΤΙΕΛΚΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....                                                             | 43 |
| 1.7.8 ΑΝΤΙΒΑΚΤΗΡΙΔΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....                                                         | 43 |
| 1.7.9 ΑΝΤΙΜΥΚΗΤΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ.....                                                                | 44 |
| 1.7.10 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΟΥΛΩΣΗΣ ΠΛΗΓΩΝ.....                                                        | 44 |
| 1.7.11 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ.....                                                              | 44 |
| ΣΚΟΠΟΣ.....                                                                                   | 46 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....                                              | 47 |
| 2.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....                                                               | 47 |
| 2.1.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ.....                                                            | 47 |
| 2.1.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ.....                                                             | 48 |
| 2.1.3 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ.....                                                       | 50 |
| 2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN-CIOCALTEU(TPC).....                                                         | 51 |
| 2.3 ΜΕΘΟΔΟΣ FRAP.....                                                                         | 51 |
| 2.4 ΜΕΘΟΔΟΣ DRPH.....                                                                         | 52 |
| 2.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....                                                    | 52 |
| 2.6 ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC.....                                                                         | 53 |
| 2.7 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΜΕΛΙΟΥ.....                                                          | 54 |
| 2.8 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗΣ ΚΡΕΜΑΣ.....                                                         | 55 |
| 2.9 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....                                             | 56 |
| 2.9.1 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΛΙΟΥ.....                                           | 57 |
| 2.9.2 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΛΙΟΥ<br>ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΟ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ..... | 58 |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.9.3 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗ ΚΡΕΜΑ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΗ ΜΕ ΕΛΑΙΟ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ..... | 59 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> : ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....                                 | 60 |
| 3.1 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ(TPC).....                                  | 60 |
| 3.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ(FRAP-DRPH).....                           | 63 |
| 3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ.....                                                  | 66 |
| 3.4 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ.....                        | 68 |
| 3.5 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ.....                       | 70 |
| 3.6 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....                                                          | 71 |
| 3.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....                                             | 72 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....                                              | 75 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....                                                                        | 77 |

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑ

#### 1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η *Calendula officinalis* (*C.officinalis*) είναι ένα πολύ γνωστό θεραπευτικό βότανο που χρησιμοποιείται εδώ και χιλιάδες χρόνια και ανήκει στο γένος *Calendula* της οικογένειας *Asteraceae*. Η ονομασία της προέρχεται από την Λατινική λέξη «Calend» που σημαίνει η πρώτη μέρα κάθε μήνα, λόγω της μακράς περιόδου ανθοφορίας του φυτού. Η καλλιέργεια της φαίνεται να ξεκίνησε κατά τον 12<sup>ο</sup> αιώνα στην Ευρώπη όπου χρησιμοποιούταν για ιατρικούς σκοπούς και συχνά εμφανίζεται ως English Marigold, Pot Marigold, Holigold ή Mary Bud. Οι καλλιέργειές της απαντώνται σε μεγάλες ποσότητες σε περιοχές της Κεντρικής Ευρώπης και της Μεσογείου, καθώς και σε χώρες της Μέσης Ανατολής όπως η Κύπρος, η Τουρκία και το Ιράν (Riffat John, 2017).



Εικόνα 1: *Calendula officinalis*

### 1.1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Πρόκειται για ένα ενδημικό φυτό που αναπτύσσεται εύκολα κάθε χρόνο με το ύψος της να ανέρχεται στα 50 με 70 εκατοστά. Οι διακλαδώσεις των μίσχων του καλύπτονται με απλά, εναλλασσόμενα φύλλα και κατά τη θερινή περίοδο παράγει μεγάλα λουλούδια. Η κοινή *C.officinalis* εμφανίζεται με ανοιχτά πράσινα φύλλα και κοντούς μίσχους. Τα άνθη της είναι μονά ή διπλά με αποχρώσεις του πορτοκαλί, κίτρινου, ή άσπρου χρώματος και διάμετρο 5-7 εκατοστά. Η σκόνη που προκύπτει έχει ένα κιτρινωπό-καφέ χρώμα με χαρακτηριστική αρωματική μυρωδιά και ελαφρώς πικρή γεύση.



Εικόνα 2: Μορφολογία φυτού *Calendula officinalis*

Η *C.officinalis* θεωρείται ως ένα από τα πιο εύκολα και προσαρμοσίμα άνθη που μπορούν να καλλιεργηθούν σε έναν κήπο, καθώς αντέχει σε πολλά είδη εδαφών. Παρόλο που είναι πολυετές, συνήθως χρησιμοποιείται ως ετήσιο φυτό, ειδικά σε ψυχρότερες περιοχές όπου η επιβίωση το χειμώνα είναι δύσκολη και σε τοποθεσίες με θερμό καλοκαίρι όπου δεν επιβιώνει. Στα εύκρατα κλίματα, οι σπόροι φυτεύονται την άνοιξη για να ανθίσουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινοπώρου. Σε περιοχές με περιορισμένη παγωνιά, οι σπόροι φυτεύονται το φθινόπωρο για χρωματισμό κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ σε περιοχές με υποτροπικό καλοκαίρι τα φυτά

μαραίνονται. Είναι προτιμότερο να φυτεύονται σε ηλιόλουστα, πλούσια και στεγνά εδάφη προκειμένου να αναπτυχθούν κατάλληλα (Kiran Shahane, 2023).

### 1.1.3 ΧΡΗΣΕΙΣ

Η καλέντουλα διατίθεται στο εμπόριο σε διάφορες μορφές όπως φρέσκα φύλλα και πέταλα για σαλάτα, φρέσκα φύλλα για μαγείρεμα, αποξηραμένα άνθη για τσάι, καρυκεύματα αποξηραμένων πετάλων, εκχύλισμα και βάμμα (Παναγιωτοπούλου, 2019).

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) έχει πιστοποιήσει το φυτό *C.officinalis* ως GRAS (Generally Recognized as Safe). Θεωρείται γενικά ένα ασφαλές βότανο, καθώς δεν εμφανίζονται παρενέργειες κατά τη χρήση της. Είναι κατάλληλο τόσο για ανθρώπινη κατανάλωση όσο και για εξωτερική χρήση, αποφεύγοντας όμως την εφαρμογή της σε ανοιχτές πληγές. Η καλέντουλα είναι κατάλληλη για ασφαλή χρήση σε προϊόντα περιποίησης για παιδιά και βρέφη. Τα φυτικά εκχυλίσματα της έχουν αντισηπτικές ιδιότητες και προστατεύουν αποτελεσματικά από δερματίτιδες, ερεθισμούς και εξανθήματα της πάνας. Παρόλα αυτά, συστήνεται η αποφυγή της από ομάδες ατόμων που παρουσιάζουν ευαισθησία στα άνθη της οικογένειας Asteraceae compositae, καθώς ενδέχεται να προκαλέσει ερεθισμό ή φαγούρα, αλλά και από γυναίκες που διανύουν την περίοδο της εγκυμοσύνης και του θηλασμού, λόγω ελλιπών δεδομένων που αφορούν την ασφάλειά της. Τέλος, είναι σημαντικό να μην συνδυάζεται με τη λήψη αντί-υπερτασικής, αντιδιαβητικής αγωγής και ηρεμιστικών σκευασμάτων (Slavon A., 2020).

## 1.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

### 1.2.1 ΡΟΛΟΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Αντιοξειδωτικό ονομάζεται κάθε συστατικό το οποίο όταν βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις αναλογικά με ένα υπόστρωμα προς οξείδωση, έχει την ικανότητα να επιβραδύνει ή να εμποδίσει την οξείδωση (Halliwell & Gutteridge, 2007). Τα αντιοξειδωτικά χωρίζονται σε ενζυμικά και μη ενζυμικά.

Πιο συγκεκριμένα, στα ενζυμικά συμπεριλαμβάνονται: η υπεροξειδική δισμουτάση (SOD), η καταλάση (CAT), η υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (GPX) και η αναγωγή της γλουταθειόνης (GR). Αντίστοιχα, στα μη ενζυμικά: η γλουταθειόνη, το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C), η τοκοφερόλη (βιταμίνη E), το ουρικό οξύ, το συνένζυμο Q10, το σελήνιο και οι μεταλλοθειονίνες (Λαδάς Δ., 2018).

Ο βασικός ρόλος των αντιοξειδωτικών είναι να διατηρούν την ομοιόσταση του οξειδοαναγωγικού περιβάλλοντος και να προστατεύουν τα κυτταρικά συστατικά από τη βλάβη που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες. Η απενεργοποίηση των ελεύθερων ριζών πραγματοποιείται με τους εξής μηχανισμούς (Prior R., 2005):

- Προσφέροντας και μεταφέροντας οξυγόνο
- Προσφέροντας μονήρες ηλεκτρόνιο

### 1.2.2 ΕΛΕΥΘΕΡΕΣ ΡΙΖΕΣ

Ελεύθερη ρίζα ονομάζεται ένα μόριο ή μοριακό θραύσμα που περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα ασύζευκτα ηλεκτρόνια στο εξώτατο ατομικό ή μοριακό τροχιακό. Όταν δημιουργούνται ελεύθερες ρίζες, μπορεί να είναι πολύ αντιδραστικές και να ενεργοποιήσουν μια αλυσιδωτή αντίδραση. Οι πηγές από τις οποίες παράγονται οι ελεύθερες ρίζες διακρίνονται σε ενδογενείς και εξωγενείς. Η ενδογενής παραγωγή ελεύθερων ριζών επηρεάζεται από την ενεργοποίηση των ανοσοκυττάρων, τη φλεγμονή, την ισχαιμία, τη λοίμωξη, τον καρκίνο, την υπερβολική άσκηση, το ψυχικό άγχος και τη γήρανση. Η εξωγενής παραγωγή τους πραγματοποιείται μετά από περιβαλλοντική μόλυνση, επαφή με βαρέα μέταλλα, ορισμένα φάρμακα, χημικούς διαλύτες, μαγείρεμα, καπνό τσιγάρων, αλκοόλ και ακτινοβολία. Όταν οι εξωγενείς ενώσεις εισχωρήσουν στο σώμα, διασπώνται και προκύπτουν ελεύθερες ρίζες ως παραπροϊόντα (Pizzino G., 2017).

Ένα παράδειγμα που αποδεικνύει την επιρροή των ελεύθερων ριζών και των αλλοιώσεων στον άνθρωπο είναι η προβολή του DNA από αυτές, γεγονός που οδηγεί σε καρκινογένεση. Επίσης, η αντίδραση των ελεύθερων ριζών με την LDL χοληστερόλη μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση αθηρωματικής

πλάκας και αθηροσκλήρωσης (Σφλώμος, 2011). Είναι αναγκαίο, να υπάρχει ισορροπία μεταξύ προ-οξειδωτικών και αντιοξειδωτικών μορίων, καθώς η διαταραχή αυτής, έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση οξειδωτικού στρες μέσω της αύξησης των προ-οξειδωτικών μορίων (Δημόπουλος & Αντωνοπούλου, 2009). Το οξειδωτικό στρες συσχετίζεται με την παρουσία χρόνιων ασθενειών στον οργανισμό όπως τον σακχαρώδη διαβήτη, την αρτηριακή υπέρταση, το Alzheimer, το Parkinson, το εγκεφαλικό, την ρευματοειδή αρθρίτιδα και τον καρκίνο (Pisoschi A.M., 2012).

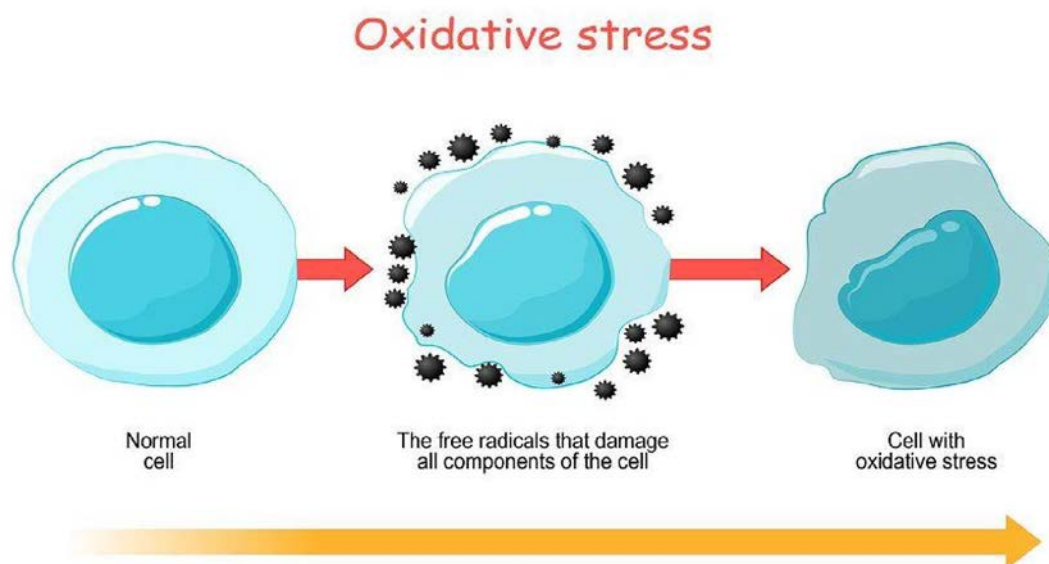


Εικόνα 3: Λειτουργία ελεύθερων ριζών

### 1.2.3 ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ ΣΤΡΕΣ

Το οξειδωτικό στρες προκαλείται από μια ανισορροπία μεταξύ της παραγωγής και της συσσώρευσης δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) σε κύτταρα και ιστούς, καθώς και την ικανότητα ενός οργανισμού να αποτοξινώνει αυτά τα αντιδρώντα προϊόντα. Τα ROS έχουν φυσιολογικούς ρόλους και παράγονται κανονικά από τον μεταβολισμό του οξυγόνου ως υποπροϊόντα. Ωστόσο, περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η υπεριώδης ακτινοβολία, οι ρύποι και τα βαρέα μέταλλα, καθώς και ξενοβιοτικά φάρμακα, συμβάλλουν στην αύξηση της παραγωγής ROS, προκαλώντας έτσι την ανισορροπία που οδηγεί σε βλάβη των κυττάρων και των ιστών (οξειδωτικό στρες). Η κατάσταση αυτή οδηγεί σε μια σειρά αλλαγών στη δομή και τη λειτουργία των κυττάρων, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε απόπτωση ή θάνατο του κυττάρου. Οι παράγοντες που σχετίζονται με οξειδωτικό στρες, όπως το άγχος, η έλλειψη άσκησης, η κακή διατροφή και η παχυσαρκία

μπορεί να προκαλέσουν πρόωρη γήρανση και αθηρωμάτωση, καθώς και σοβαρές ασθένειες όπως ο καρκίνος και οι καρδιαγγειακές παθήσεις (Γεωργακά Γ., 2005).



Εικόνα 4: Οξειδωτικό στρες στο κύτταρο

#### 1.2.4 ΔΡΑΣΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ

Τα αντιοξειδωτικά απελευθερώνουν τους αερόβιους οργανισμούς από το οξειδωτικό στρες και την συνακόλουθη οξειδωτική ζημιά εξουδετερώνοντας τις ελεύθερες ρίζες.

Η κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν αντιοξειδωτικές ουσίες επιφέρει θετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό. Αρχικά, μπορεί να βοηθήσει στην καθυστέρηση της διαδικασίας γήρανσης, προστατεύοντας τις κυτταρικές μεμβράνες και τους ιστούς. Επίσης, χάρη στη δράση των βιταμινών C, E και β-καροτίνη καθυστερούν οφθαλμολογικές παθήσεις που σχετίζονται με την ηλικία. Ορισμένα αντιοξειδωτικά έχουν την ικανότητα να καταστρέφουν τα καρκινικά κύτταρα και να επιβραδύνουν τους μηχανισμούς της καρκινογένεσης. Η περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά χαρακτηρίζει την ποιότητα ενός τρόφιμου καθώς η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων θεωρείται ευεργετική για την ανθρώπινη υγεία. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες συμμετέχουν

στον μηχανισμό άμυνας των φυτών, επηρεάζοντας την εξέλιξη κάποιων φυσιολογικών ανωμαλιών στους καρπούς, παρατείνουν τη ζωή μετά τη συλλογή τους και περιορίζουν τη μόλυνση από παθογόνους μικροοργανισμούς (Pisoschi A.M., 2012).

### 1.2.5 ΤΡΟΦΙΜΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ

Τα φυτά έχουν την ικανότητα παραγωγής των αντιοξειδωτικών τους συστατικών, ενώ οι άνθρωποι χρειάζονται να τα λαμβάνουν μέσω της διατροφής τους. Γενικά, τα φυτικά προϊόντα διακρίνονται για την υψηλότερη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά σε σχέση με τα ζωικά προϊόντα, ενώ ανάμεσα στα φυτικά προϊόντα υπάρχει μεγάλη διαφορά στην αναλογία των αντιοξειδωτικών, με τις τιμές να ξεπερνούν το 1:1000. (Halvorsen etc., 2002).

Τα τρόφιμα που ξεχωρίζουν για την υψηλή περιεκτικότητά τους σε αντιοξειδωτικά είναι τα φρούτα, τα λαχανικά, τα προϊόντα ολικής αλέσεως, οι ξηροί καρποί, τα βότανα και τα μπαχαρικά, το τσάι, η μαύρη σοκολάτα, ο ερυθρός οίνος και το ελαιόλαδο. Τα βότανα και τα μπαχαρικά περιέχουν πολλά ιχνοστοιχεία, βιταμίνες και αντιοξειδωτικά, κάτι που τα καθιστά ωφέλιμα για την υγεία. Κάποια από αυτά έχουν μοναδικές θεραπευτικές ιδιότητες, όπως το δενδρολίβανο, ο κουρκουμάς και η καλέντουλα. Το πράσινο τσάι περιέχει μια ισχυρή μορφή αντιοξειδωτικού, τις κατεχίνες. Η καθημερινή κατανάλωση πράσινου τσαγιού προσφέρει πολλαπλά οφέλη για την υγεία, περιλαμβάνοντας αντικαρκινική δράση και προστασία του καρδιαγγειακού συστήματος. Όταν το παρασκεύασμα του πράσινου τσαγιού καταναλώνεται κατευθείαν επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα. Ο οργανισμός που καταναλώνει μια διατροφή πλούσια σε ελαιόλαδο, προκαλεί αντίσταση των κυττάρων στην οξείδωση από τις ελεύθερες ρίζες και στον εκφυλισμό τους. Το ελαιόλαδο περιέχει βιταμίνη Ε, καροτενοειδή και φαινόλες, τα οποία προλαμβάνουν διάφορες επιβλαβείς καταστάσεις υγείας όπως οι φλεγμονές και η δημιουργία αθηρωματικής πλάκας (Μυλωνάκη Π).

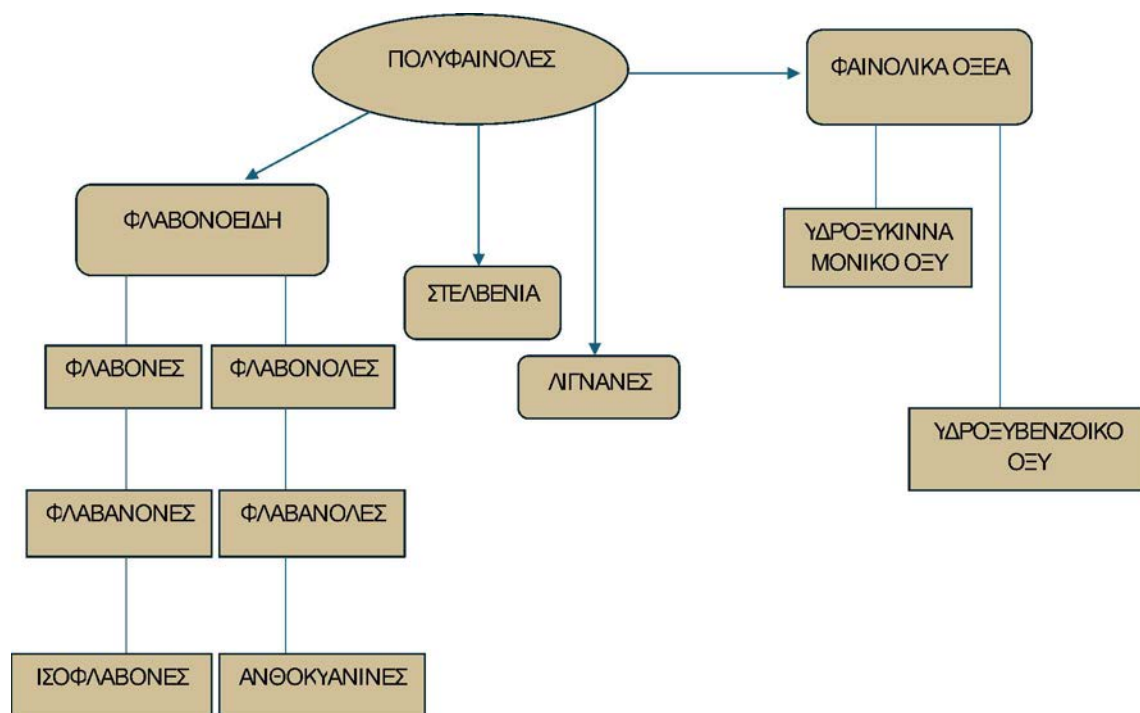
### 1.3 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

Οι πολυφαινόλες είναι μια κατηγορία οργανικών χημικών ενώσεων που περιέχουν πολλές μονάδες φαινόλης, η οποία είναι η κύρια τους χαρακτηριστική ομάδα. Αυτές οι ενώσεις χαρακτηρίζονται από την παρουσία ενός ή περισσότερων υδροξυλικών υποκαταστατών σε ένα αρωματικό δακτύλιο. Υπάρχουν πάνω από 500 μοναδικές πολυφαινόλες οι οποίες είναι γνωστές ως φυτοχημικά (Rong Tsao, 2010).

#### 1.3.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Οι πολυφαινόλες με βάση τη δομή τους ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

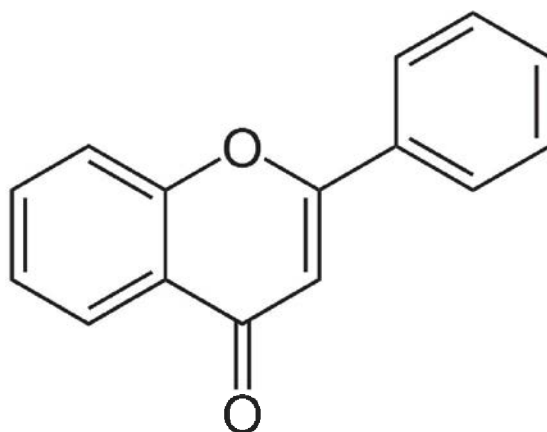
- Φλαβονοειδή
- Φαινολικά οξέα
- Στιλβένια
- Λιγνάνες



Εικόνα 5: Κατηγορίες πολυφαινολών

### 1.3.1.1 ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ

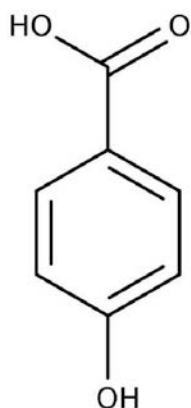
Τα φλαβονοειδή είναι οι πιο κοινές πολυφαινόλες και συνήθως περιέχουν 2-αρωματικούς δακτυλίους που συνδέονται με τρία οξυγονωμένα ανθρακικά άτομα που σχηματίζουν ετερόκυκλο. Τα φλαβονοειδή διακρίνονται ανάλογα με τις μορφές που περιέχουν σε έξι κατηγορίες: ανθοκυανίνες, φλαβόνες, φλαβανόλες, ισοφλαβόνες, φλαβανόλες και φλαβανόνες. Τα φλαβονοειδή παρέχουν τα έντονα χρώματα του κόκκινου, του πορτοκαλί και του μπλε στα φυτά, τα λουλούδια και τα φρούτα, καθώς είναι γλυκοζυλιωμένα παράγωγα πολυφαινόλων. Οι βιολογικές ιδιότητες των φλαβονοειδών, ειδικά η αντιοξειδωτική λειτουργία, επηρεάζονται από τις δομικές διαφορές και τις τάσεις γλυκοζυλίωσης. Έχει αποδειχθεί ότι η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε φλαβονοειδή μπορεί να βελτιώσει την υγεία και τη μακροζωία. Οι ανθοκυανίνες έχουν θετική επίδραση στο ενδοθήλιο, αναστέλλουν τα ένζυμα της κυκλοοξυγενάσης και έχουν αντιπαθογόνες, αντιυπερτασικές, αντιγλυκοζωικές, αντιθρομβωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, ενώ μειώνουν τη δυσλιπιδαιμία και την αρτηριακή ακαμψία. Επίσης, τα φλαβονοειδή διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην διαφοροποίηση των νευρώνων και στην ενίσχυση των μηχανισμών επιβίωσης, οι οποίοι μειώνουν την φλεγμονή στο νευρικό σύστημα, βελτιώνουν τη μνήμη και τη συμπεριφορά και αντιμετωπίζουν το οξειδωτικό στρες με αποτέλεσμα την καταπράυνση των συμπτωμάτων της νόσου Alzheimer (Ananya Rana, 2022).



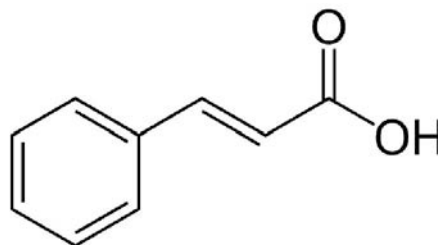
Εικόνα 6: Χημική δομή φλαβονοειδών

### 1.3.1.2 ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

Τα φαινολικά οξέα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: παράγωγα βενζοϊκού οξέος και παράγωγα κινναμωμικού οξέος, τα οποία συνήθως βρίσκονται στα τρόφιμα. Οι πιο δημοφιλείς είναι το γαλλικό, το υδροξυβενζοϊκόβανιλικό οξύ και το πρωτοκατεχοϊκό, που περιέχουν μία καρβοξυλική (COOH) ομάδα που προέρχεται από υδροξυβενζοϊκό οξύ. Τα υδροξυκουμαρικά, υδροξυκινναμικά, φερουλικά και καφεϊκά οξέα ανήκουν στην ομάδα των οξέων που προέρχονται από υδροξυκινναμωμικό οξύ, το οποίο έχει μια αλυσίδα τριών ανθράκων συνδεδεμένη σε πλαίσια δακτυλίου βενζολίου ( $C_6H_5CHCHCOOH$ ) με τουλάχιστον ένα άτομο υδρογόνου που μπορεί να αντικατασταθεί από μια ομάδα υδροξυλίου (-OH). Τα επίπεδα υδροξυβενζοϊκού οξέος στα φυτά είναι συνήθως χαμηλά. Η βιολογική ικανότητα των φαινολικών οξέων είναι πολύπλοκη, καθώς αυτά τα μόρια μπορούν να έχουν αντιυπερτασικές, αντιδιαρροϊκές, αντικαταθλιπτικές, νευροπροστατευτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και αντιυπεργλυκαιμικές ιδιότητες (Ananya Rana, 2022).



Εικόνα 7: Χημική δομή υδροξυβενζοϊκού οξέος

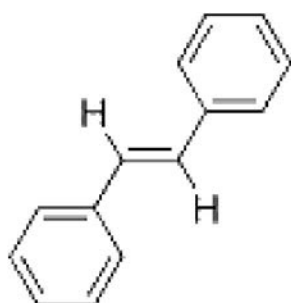


Εικόνα 8: Χημική δομή κινναμωμικού οξέος

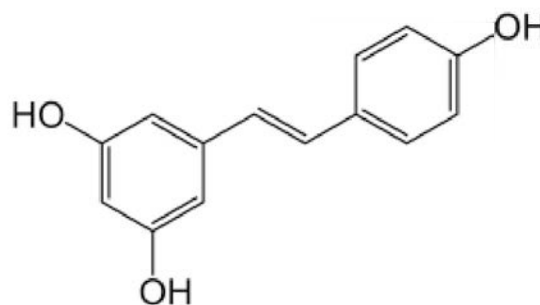
### 1.3.1.3 ΣΤΙΛΒΕΝΙΑ

Τα στιλβένια είναι ένα είδος φαινυλοπροπανοειδών που παράγονται σε διάφορα είδη φυτών όπως το φιστίκι (*Arachis hypogaea*), η άμπελος (*Vitis vinifera*), ο σόργος (*Sorghum bicolor*) και τα γυμνόσπερμα όπως αρκετά είδη

Pinus και Picea. Αποτελούνται από δύο φαινυλομάδες, τις οποίες ενώνει μια αλυσίδα δυο ατόμων άνθρακα ( $C_6-C_2-C_6$ ). Το επίπεδο των στυλβενίων που υπάρχουν στις κοινές δίαιτες είναι πολύ χαμηλό, και αυτό συμβαίνει επειδή αυτές οι ενώσεις λειτουργούν κυρίως ως αντιμικροβιακές φυτοαλεξίνες στα φυτά και παράγονται μόνο ως αντίδραση σε τραυματισμό ή μόλυνση. Η ρεσβερατρόλη ένα φυσικό στυλβένιο της οποίας το χημικό όνομα είναι 3,4',5-τριυδροξυστυλβένιο, ανευρίσκεται στα σταφύλια και κυρίως στα κύτταρα των φλοιών και συμβάλει στην πρόληψη καρδιαγγειακών παθήσεων, ηπατικών διαταραχών, διαβήτη, καρκίνου και φλεγμονών (Ananya Rana, 2022).



Εικόνα 9: Χημική δομή στυλβενίων

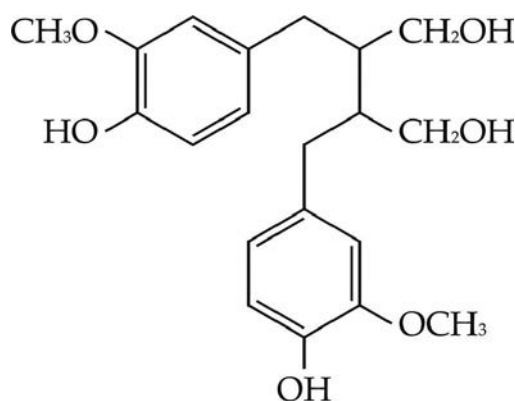


Εικόνα 10: Χημική δομή ρεσβερατρόλης

#### 1.3.1.4 ΛΙΓΝΑΝΕΣ

Οι λιγνάνες είναι διφαινολικές ενώσεις που αποτελούνται από μια δομή 2,3-διβενζυλοβουτανίου που δημιουργείται με διαμερισμό δύο καταλοίπων κινναμωμικού οξέος. Στη φύση, οι λιγνάνες βρίσκονται κυρίως σε ελεύθερη μορφή. Η περιεκτικότητά τους στα τρόφιμα είναι χαμηλή, με τον λιναρόσπορο να αποτελεί την πλουσιότερη διατροφική πηγή τους. Επιπλέον, οι λιγνάνες έχουν ανιχνευθεί σε φύκια, όσπρια (φακές), δημητριακά (σιτάρι), φρούτα και λαχανικά (δαμάσκηνα, αχλάδια, καρότα, σπαράγγια) ως δευτερεύουσες διατροφικές πηγές. Οι λιγνάνες είναι φυτοοιστρογόνα που βελτιώνουν τα συμπτώματα της εμμηνόπαυσης και τις συνέπειες τους (π.χ. κλιματολογικά συμπτώματα, οστεοπόρωση και ορισμένους τύπους καρκίνου που εξαρτώνται από τα οιστρογόνα). Συνεπώς, η διατροφική πρόσληψη τροφών πλούσιων σε λιγνάνες μπορεί να προλάβει ορισμένους τύπους καρκίνου (π.χ. καρκίνο του μαστού σε γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση και καρκίνο του παχέος εντέρου), ενώ υπάρχουν επίσης στοιχεία που υποδεικνύουν ότι η πρόσληψη λιγνάνων

σχετίζεται με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων σε χρόνιες ασθένειες που σχετίζονται με τον τρόπο ζωής (Ananya Rana, 2022).



Εικόνα 11: Χημική δομή λιγνανών

### 1.3.2 ΒΙΟΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Η βιοδιαθεσιμότητα των πολυφαινόλων στον ανθρώπινο οργανισμό είναι σημαντική για τον καθορισμό του βαθμού απορρόφησής τους και των βιοδραστικών μεταβολιτών που ενδεχομένως να παράγονται. Συχνά, οι πολυφαινόλες συνδέονται στα φυτά με σάκχαρα όπως η γλυκόζη και η γαλακτόζη προκειμένου να διατηρήσουν τη σταθερότητά τους. Όσον αφορά τα φλαβονοειδή, μετά την κατανάλωσή τους από τον άνθρωπο, το τμήμα σακχάρου απομακρύνεται στο λεπτό έντερο και στη συνέχεια διάφορα ένζυμα όπως η β-γλυκοσιδάση, υδρολύουν τα γλυκοσυλιωμένα φλαβονοειδή με αποτέλεσμα οι αγλυκόνες να απορροφώνται από τα επιθηλιακά κύτταρα του εντέρου. Ορισμένες πολυφαινόλες είναι αναγκαίο να εισέλθουν στο παχύ έντερο για να απορροφηθούν μετά την υδρόλυσή τους από τη μικροβιακή χλωρίδα, σε αντίθεση με κάποιες άλλες που απορροφούνται δίχως υδρόλυση καθώς δεν είναι γλυκοσυλιωμένες. Μετά την απορρόφησή τους, ακολουθεί μεταβολισμός των αγλυκόνων στα κύτταρα του εντέρου και στη συνέχεια μεταφορά στο ήπαρ διαμέσου της πυλαίας φλέβας για περαιτέρω μεταβολισμό. Αυτή η μεταβολική διαδικασία εμπεριέχει μια σειρά βιοχημικών αντιδράσεων όπως η μεθυλίωση, η θείωση και η γλυκουρονιδίωση μέσω των οποίων οι ενώσεις μεταφέρονται από το ήπαρ στην κυκλοφορία του αίματος

και στη συνέχεια σε άλλα όργανα. Οι πολυφαινόλες και τα παράγωγά τους εκκρίνονται κυρίως μέσω των ούρων και της χολής, ενώ οι μεταβολίτες που δεν απορροφώνται εκκρίνονται μέσω των κοπράνων.

Αξίζει να σημειωθεί πως ο παράγοντας που επηρεάζει την ποσότητα των πολυφαινολών που θα φτάσει στους ιστούς είναι η ταχύτητα μεταβολισμού και απέκκρισης τους. Οι μεταβολίτες των πολυφαινολών απομακρύνονται γρήγορα από το πλάσμα, επομένως είναι απαραίτητη η καθημερινή κατανάλωση για να διατηρηθούν υψηλές συγκεντρώσεις στο αίμα. Επίσης, ορισμένες πολυφαινόλες ενώ μπορούν να απορροφηθούν σε μικρότερη ποσότητα συγκριτικά με άλλες, έχουν την ικανότητα να βρίσκονται σε ίσες ποσότητες στο πλάσμα εξαιτίας χαμηλότερου μεταβολισμού και απέκκρισης (Ananya Rana, 2022).

### 1.3.3 ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ

Η προστατευτική δράση των πολυφαινολών, ειδικά αυτών που περιέχουν ορθοδιφαινολική και κατεχολική δομή, οφείλεται στην ικανότητά τους να λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά, εμποδίζοντας τη δράση των ελεύθερων ριζών ή αποδομώντας τις αλυσιδωτές οξειδωτικές αντιδράσεις. Δρουν, εστιάζοντας σε μια ποικιλία κυτταρικών και μοριακών διεργασιών σε όλο το ανθρώπινο σώμα (π.χ. καρδιά, ήπαρ, μύες).

#### 1.3.3.1 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Τα καρδιαγγειακά νοσήματα αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου παγκοσμίως και οι σημαντικότεροι παράγοντες που συμβάλουν στην ανάπτυξη της νόσου είναι το κάπνισμα, η υπερχοληστερολαιμία, ο σακχαρώδης διαβήτης, η νοσογόνος παχυσαρκία, η αρτηριακή υπέρταση και η έλλειψη σωματικής δραστηριότητας. Η συχνότερη μορφή καρδιαγγειακής νόσου είναι η στεφανιαία νόσος, η οποία είναι αποτέλεσμα της αθηροσκλήρωσης, μιας εκφυλιστικής διαδικασίας των αρτηριών που προκαλείται από την χρόνια φλεγμονή και το οξειδωτικό στρες. Η αθηροσκλήρωση είναι μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τη συνεργική

επίδραση γενετικών, περιβαλλοντικών και μεταβολικών παραγόντων για την πρόκληση οξειδωτικού στρες και φλεγμονής. Αυτή η διαδικασία προκύπτει με τον τραυματισμό του ενδοθηλίου με αποτέλεσμα να επιφέρει εισροή και συσσώρευση λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας (LDL) στον υποενδοθηλιακό χώρο. Η LDL όταν υπόκειται σε οξείδωση μετατρέπεται ως οξειδωμένη LDL σε παθολογικές ασθένειες. Έπειτα, η οξειδωμένη πλέον LDL αυξάνει την έκφραση μορίων προσκόλλησης στα ενδοθηλιακά κύτταρα, προκαλώντας την εμφάνιση λευκοκυττάρων (μονοκυττάρων, Τ-λεμφοκυττάρων) και την απελευθέρωση κυτοκινών που οδηγούν σε φλεγμονή και παραγωγή ROS. Η μετανάστευση των μονοκυττάρων στον υποενδοθηλιακό χώρο, που προκαλείται από την οξειδωμένη LDL, είναι υπεύθυνη επίσης για τον τραυματισμό στα ενδοθηλιακά κύτταρα. Η τροποποιημένη LDL απορροφάται από μακροφάγα που μετατρέπονται σε αφρώδη κύτταρα, προκαλώντας τον σχηματισμό αθηρωματικής πλάκας. Αυτή η πλάκα οδηγεί σε στένωση των αρτηριών και η ρήξη της είναι ικανή να προκαλέσει σοβαρά καρδιαγγειακά προβλήματα. Η καταπολέμηση του οξειδωτικού στρες φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα στις καρδιαγγειακές παθήσεις, για αυτό και υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για μια σειρά από αντιοξειδωτικές ενώσεις όπως οι πολυφαινόλες που βρίσκονται στο κρασί. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση πολυφαινόλων μειώνει τη συχνότητα εμφάνισης στεφανιαίων καρδιακών παθήσεων. Οι πολυφαινόλες λειτουργούν ως ισχυροί αναστολείς της οξείδωσης της LDL, η οποία θεωρείται βασικός μηχανισμός για την ανάπτυξη της αθηροσκλήρωσης (Ananya Rana, 2022).

#### 1.3.3.2 ΚΑΡΚΙΝΟΣ

Ο καρκίνος είναι μια πολυπαραγοντική ασθένεια που χαρακτηρίζεται από τον απόλυτο έλεγχο της ανάπτυξης που προκαλεί ανεξέλεγκτο κυτταρικό πολλαπλασιασμό, τη δυσλειτουργία της απόπτωσης, τη παρατεταμένη αγγειογένεση, την εισβολή σε ιστούς και τη μετάσταση. Η φλεγμονή είναι μια βιολογική διαδικασία που προκαλείται από μικροβιακή μόλυνση, τραυματισμό ιστού ή ερεθισμό και αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην ανάπτυξη του καρκίνου. Κατά τη διάρκεια της φλεγμονής, φαγοκύτταρα όπως ουδετερόφιλα

και μονοκύτταρα ενεργοποιούνται και προσφέρουν διαλυτούς παράγοντες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη του καρκίνου. Αυτοί οι φλεγμονώδεις μεσολαβητές περιλαμβάνουν μεταβολίτες αραχιδονικού οξέος, κυτοκίνες, χημειοκίνες και ελεύθερες ρίζες. Τα φαγοκύτταρα παράγουν αντιδραστικά ενδιάμεσα αζώτου και οξυγόνου, τα οποία αναφέρονται ως οξειδωτικά και περιλαμβάνουν το ανιόν σουπεροξειδίου, το υποχλωριώδες οξύ, το υπεροξειδίο του υδρογόνου και τη ρίζα υδροξυλίου. Τα οξειδωτικά που προέρχονται από τα φαγοκύτταρα έχουν ως κύριο ρόλο την προστασία του οργανισμού από εισβολές βακτηρίων και παρασίτων. Ωστόσο, η μακροχρόνια έκθεση σε αυτά μπορεί να προκαλέσει βλάβες στους ιστούς, πολλαπλασιασμό των κυττάρων, μεταλλάξεις και αγγειογένεση. Το οξειδωτικό στρες φαίνεται να συνδέεται με τα τρία στάδια ανάπτυξης του καρκίνου, την έναρξη, την προαγωγή και την εξέλιξη. Η χημειοπροληπτική αντιμετώπιση του καρκίνου, δηλαδή η αναστολή της επαγωγής του καρκίνου κατά την διάρκεια των φάσεων μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση αντιοξειδωτικών και αντιφλεγμονώδων ουσιών. Οι πολυφαινόλες του κρασιού και των σταφυλιών έχουν εξεταστεί εκτενώς για την πιθανή αντικαρκινική τους δράση λόγω των ισχυρών αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι τα πολυφαινολικά εκχυλίσματα άνθεων ελιάς παρουσιάζουν αντιοξειδωτική και αντιμεταλλαξιογόνο δράση στο πλαίσιο του οξειδωτικού στρες και της φλεγμονής. Τα εκχυλίσματα διαθέτουν υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα λόγω των υδροξυλιωμένων φαινολικών ενώσεων, όπως φαίνεται από τη απενεργοποίηση των ελεύθερων ριζών (DPPH, ABTS+) και την αύξηση των επιπέδων γλουταθειόνης, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν τη συγκέντρωση των ROS (δραστικές μορφές οξυγόνου). Επιπλέον, φαίνεται ότι οι φυσικές πολυφαινόλες έχουν την ικανότητα να ρυθμίζουν μοριακούς στόχους και οδούς σηματοδότησης που σχετίζονται με διάφορες βιολογικές διεργασίες, όπως η επιβίωση των κυττάρων, ο πολλαπλασιασμός, η διαφοροποίηση, η μετανάστευση, η αγγειογένεση, οι ορμονικές δραστηριότητες και τα ένζυμα αποτοξίνωσης (Ananya Rana, 2022).

### 1.3.3.3 ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ

Ο σακχαρώδης διαβήτης είναι μια ασθένεια, η οποία περιλαμβάνει μια ομάδα συνδρόμων που χαρακτηρίζονται από αύξηση της γλυκόζης στο αίμα (υπεργλυκαιμία) λόγω έλλειψης ινσουλίνης. Οι διαβητικοί διακρίνονται σε δύο ομάδες, αυτούς με ινσουλινο-εξαρτώμενο διαβήτη (Τύπος 1) και αυτούς με μη ινσουλινο-εξαρτώμενο διαβήτη (Τύπος 2). Υπάρχουν επίσης άλλοι τύποι διαβήτη, όπως ο διαβήτης ωρίμανσης των νέων και ο διαβήτης κύησης. Ο μη ρυθμισμένος διαβήτης προκαλεί διάφορες επιπλοκές, όπως αθηροσκλήρωση, νεφροπάθεια, αμφιβληστροειδοπάθεια και νευρική βλάβη. Έχει αποδειχθεί ότι το οξειδωτικό στρες είναι σημαντικός παράγοντας στην ανάπτυξη του διαβήτη και μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές. Η υπεργλυκαιμία αυξάνει τις ενδοκυτταρικές συγκεντρώσεις γλυκόζης σε διάφορα κύτταρα, όπως το ενδοθήλιο. Αυτή η αύξηση οδηγεί σε επιτάχυνση του ρυθμού της γλυκόλυσης, που αυξάνει τη ροή του πυροσταφυλικού μέσω του κύκλου του Krebs. Έτσι, προκύπτει ότι αυτή η αυξημένη ροή πυροσταφυλικού είναι υπεύθυνη για την υπερπαραγωγή υπεροξειδίων και ROS στα μιτοχόνδρια των ενδοθηλιακών κυττάρων. Θεωρείται ότι οι διατροφικές πολυφαινόλες που περιέχονται στα σταφύλια και το κρασί έχουν την δυνατότητα να επηρεάσουν τον μεταβολισμό των υδατανθράκων, όσον αφορά στην απορρόφηση της γλυκόζης όσο και στην ευαισθησία στην ινσουλίνη, καθώς και στην αντιοξειδωτική τους δράση. Έχει αποδειχθεί ότι η κατανάλωση ρεσβερατρόλης μειώνει το οξειδωτικό στρες και βελτιώνει τον έλεγχο της γλυκόζης στο αίμα σε διαβητικούς μη ινσουλινο-εξαρτώμενους ασθενείς (Ananya Rana, 2022).

### 1.3.3.4 ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Για την σωστή λειτουργία των νευρώνων απαιτείται ισορροπία σε οξυγόνο και γλυκόζη. Η μεταβολική ανισορροπία και η αύξηση ελεύθερων ριζών μπορεί να οδηγήσει σε οξειδωτικό στρες, το οποίο μπορεί να βλάψει τις λιπιδικές μεμβράνες ή το DNA των νευρικών κυττάρων και να προκαλέσει νευροεκφυλιστικές ασθένειες. Αυτές οι ασθένειες προκαλούν απώλεια νευρωνικών κυττάρων σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου, με

ανεπανόρθωτες και προοδευτικές συνέπειες στη γνωστική και συμπεριφορική λειτουργία καθώς και στην κίνηση. Η νόσος του Alzheimer είναι μια νευροεκφυλιστική, πολυπαραγοντική ασθένεια που προοδευτικά καταστρέφει το νευρικό σύστημα και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το κάπνισμα, η σωματική άσκηση, ο τρόπος ζωής, η διατροφή και η εκπαίδευση. Η νόσος Parkinson είναι μια προοδευτική νευρολογική διαταραχή που παρουσιάζει πολλά κινητικά και μη κινητικά συμπτώματα. Σε πολλούς ασθενείς με νόσο Parkinson, παρατηρούνται υψηλά επίπεδα οξειδωτικού στρες και χαμηλά επίπεδα γλουταθειόνης (GSH). Σύμφωνα με μελέτες, έχει παρατηρηθεί ότι άτομα με νόσο Alzheimer έχουν χαμηλά επίπεδα GSH στο αίμα. Η GSH είναι ένα τριπεπτιδίοθειόλης, το οποίο προστατεύει από τις βλάβες που προκαλούνται από το οξειδωτικό στρες, με την αναγωγή των δραστικών μορφών οξυγόνου (ROS) και ενεργεί μόνη της ή σε συνδυασμό με άλλα ένζυμα. Είναι σημαντικό για το κεντρικό νευρικό σύστημα, όχι μόνο λόγω των αντιοξειδωτικών του ιδιοτήτων, αλλά και επειδή διατηρεί την ακεραιότητα του αιματοεγκεφαλικού φραγμού. Η αύξηση των επιπέδων GSH στον εγκέφαλο ασθενών με νόσο Parkinson και Alzheimer, καθώς και η μείωση των ROS, μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματική θεραπεία για την προστασία των νευρώνων από περαιτέρω βλάβες. Η κατανάλωση πολυφαινόλων φαίνεται να βελτιώνει τη γνωστική απόδοση και να προλαμβάνει νευροεκφυλιστικές νόσους που οφείλονται σε οξειδωτικό στρες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με αύξηση της γλουταθειόνης είτε με μείωση των ROS στους νευρικούς ιστούς. Ωστόσο, η διείσδυση των πολυφαινόλων στον εγκέφαλο προϋποθέτει τη δυνατότητά τους να διαπεράσουν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό. Παρόλο που χαρακτηρίζονται από χαμηλό επίπεδο απορρόφησης και βιοδιαθεσιμότητας, μελέτες έχουν δείξει ότι τα φλαβονοειδή και οι μεταβολίτες τους μπορούν να διαπεράσουν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και να καταλήξουν στο νευρικό σύστημα, εξαρτώμενα από τη λιποφιλικότητά τους (Ananya Rana, 2022).

#### 1.3.3.5 ΑΝΤΙΓΗΡΑΝΣΗ

Η γήρανση μπορεί να περιγραφεί ως η συσσώρευση επιβλαβών επιπτώσεων σε ιστούς και κύτταρα με την πάροδο του χρόνου, που αυξάνει τον κίνδυνο καρκίνου και θανάτου. Μια από τις θεωρίες για την εξήγηση της

γήρανσης είναι αυτή των ελεύθερων ριζών και του οξειδωτικού στρες. Πιο συγκεκριμένα, η οξειδωτική βλάβη αυξάνεται με τη μείωση της αποτελεσματικότητας των αντιοξειδωτικών και αναπλαστικών διεργασιών κατά τη διαδικασία γήρανσης. Η ενδογενής β-γλυκοσιδάση, καθώς και άλλα ένζυμα υδρολάσης, έχει αποδειχθεί ότι μπορούν να υδρολύουν φαινολικές και φλαβονοειδείς γλυκοσίδες σε αγλυκόνες στα τρόφιμα. Τα ένζυμα PPO είναι μονο- ή διφαινολοξειδάσες που καταλύουν τη μετατροπή ο-διφαινολών και π-φαινολών σε κινόνες και ημικινόνες, χρησιμοποιώντας μοριακό οξυγόνο. Επιπλέον, μπορούν να συνεργαστούν με ένζυμα υπεροξειδάσης για να βοηθήσουν στην έναρξη της οξείδωσης της πολυφαινόλης, δημιουργώντας αντιδραστικές ρίζες κινόνης και ημικινόνης. Τα ROS και τα είδη δραστικού αζώτου (RNS) συντίθενται κυρίως στα μιτοχόνδρια κατά την οξειδωτική φωσφορυλίωση, ενώ παράγονται και από άλλες εσωτερικές και εξωτερικές πηγές. Αν και ένα δίκτυο ενδογενών και εξωγενών αντιοξειδωτικών εξουδετερώνει τα ROS/RNS, ορισμένες ελεύθερες ρίζες εξακολουθούν να ξεπερνούν αυτές τις άμυνες. Αυτά τα ROS/RNS που διαφεύγουν οξειδώνουν λιπίδια, πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα και άλλα βιολογικά συστατικά. Παρόλο που υπάρχουν μηχανισμοί για την επιδιόρθωση των οξειδωτικά κατεστραμμένων βιομορίων, ορισμένες βλάβες παραμένουν. Η υπόθεση της γήρανσης των ελεύθερων ριζών βασίζεται στο εύρημα ότι τα αντιδραστικά είδη οξυγόνου (ROS) και τα αντιδραστικά είδη αζώτου (RNS) προκαλούν οξειδωτική βλάβη, η οποία οδηγεί σε δυσλειτουργία των κυττάρων και φυσιολογική παρακμή, οδηγώντας τελικά σε γήρανση, εκφυλιστικές ασθένειες και θάνατο. Αυτό υποδηλώνει ότι τα αντιοξειδωτικά που είναι αποτελεσματικά στη απομάκρυνση των ROS/RNS μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην επιβράδυνση της διαδικασίας γήρανσης.

Η κατανάλωση τροφών πλούσιων σε πολυφαινόλες συχνά θεωρείται ότι ενισχύει ορισμένες από τις τυπικές θεραπείες αντιγήρανσης. Αυτές οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν φυσικά στα τρόφιμα θεωρούνται ως πιθανές αντιγηραντικές ενώσεις λόγω της ικανότητάς τους να μειώνουν τη φλεγμονή, τη γήρανση των κυττάρων και την οξειδωτική βλάβη. Τα φρούτα και τα λαχανικά περιέχουν πολυφαινολικές αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές ενώσεις που έχουν αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικοί

αντιγηραντικοί παράγοντες. Τέλος, οι πολυφαινόλες μπορεί να προστατεύουν το κεντρικό νευρικό σύστημα από τις επιπτώσεις της γήρανσης, διασχίζοντας τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό (BBB) των φαινολικών ενώσεων (Ananya Rana, 2022).

#### 1.3.3.6 ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑ

Η νόσος της παχυσαρκίας έχει αυξηθεί ραγδαία τις τελευταίες δεκαετίες σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, της Ευρώπης και ειδικά της Ελλάδας προκαλώντας μια παγκόσμια ανησυχία. Γι' αυτό το λόγο, είναι σημαντικό να προωθηθούν νέες στρατηγικές για την αντιμετώπιση της. Οι πολυφαινόλες φαίνεται να συνδέονται άμεσα με τον έλεγχο του σωματικού βάρους. Αναλυτικότερα, μια μελέτη που εξέτασε την κατανάλωση πολυφαινολών, όπως η κατεχίνη του πράσινου τσαγιού, η γαλλική επικατεχίνη, η ρεσβερατρόλη και η κουρκουμίνη, έδειξε ότι αυτές οι διαιτητικές πολυφαινόλες μειώνουν την επιβίωση των λιποκυττάρων, αναστέλλουν τη διαφοροποίηση των λιποκυττάρων και την αποθήκευση τριγλυκεριδίων, προωθούν τη λιπόλυση και την οξείδωση των λιπαρών οξέων και μειώνουν τη φλεγμονή. Επιπρόσθετα, οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι η αύξηση της κατανάλωσης φλαβονοειδών συνδέεται με μείωση του Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) και της περιφέρειας μέσης. Είναι αποδεδειγμένο ότι το πράσινο τσάι μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του σωματικού βάρους, των τριγλυκεριδίων, της χοληστερόλης και της LDL-χοληστερόλης (Ananya Rana, 2022).

#### 1.3.4 ΤΡΟΦΙΜΑ ΠΛΟΥΣΙΑ ΣΕ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΕΣ

Οι πολυφαινόλες απαντώνται σε υψηλή ποσότητα κυρίως σε δύο ομάδες τροφίμων οι οποίες είναι τα φρούτα και τα λαχανικά. Οι χημικές αυτές ουσίες προσδίδουν στα φυτικά τρόφιμα τα έντονα χρώματά τους και συμβάλλουν στην πικρή γεύση τους καθώς επίσης τα προστατεύουν από την οξειδωτική βλάβη, τις αντίξοες κλιματικές συνθήκες και την υπεριώδη ακτινοβολία. Η ποσότητα των πολυφαινολών σε ένα τρόφιμο μπορεί να ποικίλοι ανάλογα με

τον τόπο καλλιέργειας του τροφίμου, την διαδικασία καλλιέργειας και μεταφοράς, τον βαθμό ωριμότητας, τον τρόπο μαγειρέματος και προετοιμασίας. Πέρα όμως από τα φρούτα και τα λαχανικά οι πολυφαινόλες ανευρίσκονται και σε τρόφιμα όπως τα δημητριακά ολικής άλεσης, το κακάο, τα όσπρια, το τσάι, ο καφές, το κόκκινο κρασί, το ελαιόλαδο, τα μπαχαρικά και τα καρυκεύματα (Σάλζι Λ., 2022).

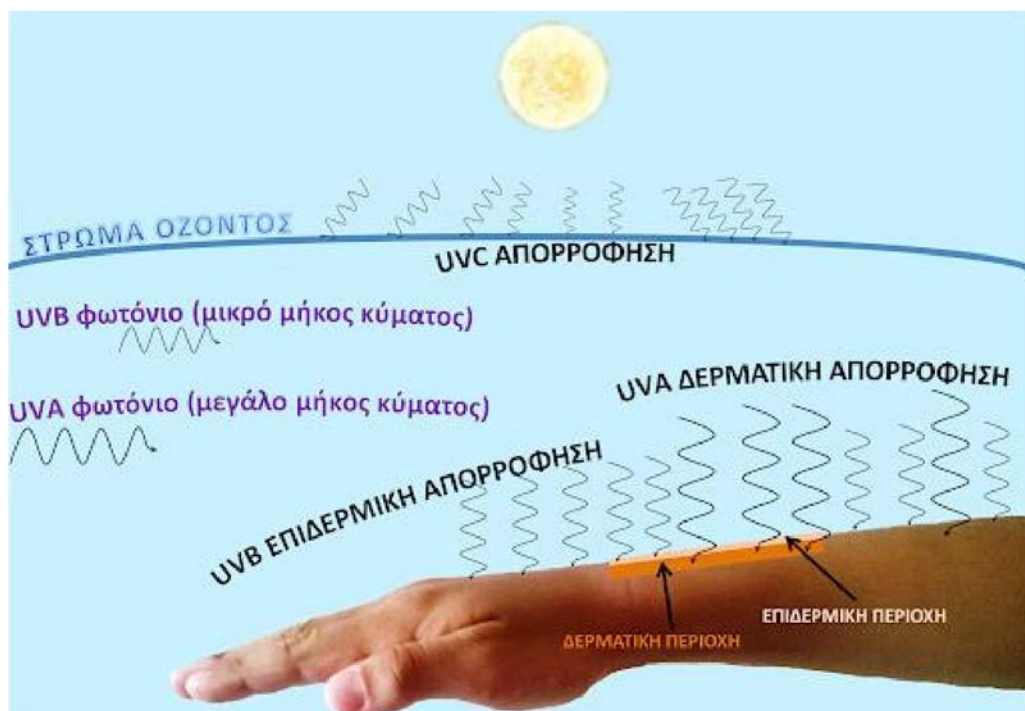
| ΟΜΑΔΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ                      | ΠΗΓΕΣ ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΩΝ                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Φρούτα</b>                       | πορτοκάλια, μήλα, φράουλες, σταφύλια, βερίκοκα, ροδάκινα, grapefruit, κεράσια, βατόμουρα, σμέουρα, cranberry, φραγκοστάφυλα, δαμάσκηνα                                      |
| <b>Λαχανικά</b>                     | σπανάκι, κρεμμύδια, πατάτες, ελιές, αγκινάρες, μπρόκολο, σπαράγγια, καρότα                                                                                                  |
| <b>Δημητριακά ολικής αλέσεως</b>    | αλεύρια σίτου ολικής άλεσης, σίκαλης και βρώμης                                                                                                                             |
| <b>Ξηροί καρποί, Σπόροι, Όσπρια</b> | σόγια, φασόλια, κάστανα, φουντούκια, αμύγδαλα, καρύδια, λιναρόσπορος                                                                                                        |
| <b>Ροφήματα</b>                     | καφές, τσάι, κόκκινο κρασί                                                                                                                                                  |
| <b>Λίπη</b>                         | μαύρη σοκολάτα, παρθένο ελαιόλαδο, σησαμέλαιο                                                                                                                               |
| <b>Μπαχαρικά &amp; Καρυκεύματα</b>  | κακάο σε σκόνη, δεντρολίβανο, ρίγανη, γαρύφαλλο, κανέλα, μέντα, δυόσμος, θυμάρι, βασιλικός, αστεροειδής γλυκάνισος, φασκόμηλο, κάρυ, ginger, κύμινο, κάπαρη, κρόκος Κοζάνης |

*Πίνακας 1: Διατροφικές πηγές πολυφαινολών*

## 1.4 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

### 1.4.1 ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Μερικές από τις ακτίνες που εκπέμπει ο ήλιος δεν μπορούν να διαπεράσουν το στρώμα του όζοντος ενώ άλλες φτάνουν στην επιφάνεια του δέρματος και προκαλούν βιολογικές αντιδράσεις. Τα είδη ακτινοβολίας διακρίνονται με βάση την ενεργειακή τους δράση και το μήκος κύματος, επιδρώντας με ποικίλους τρόπους στο δέρμα.



Εικόνα 12: Ηλιακή ακτινοβολία στο δέρμα

Η υπεριώδης ακτινοβολία αναφέρεται στην περιοχή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος από περίπου 380-600nm στο κενό. Αυτή η ακτινοβολία αποτελεί τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που εκπέμπει ο ήλιος.

Η υπεριώδης ακτινοβολία διακρίνεται σε 3 επιμέρους ζώνες:

- UV-A ζώνη (320-400nm)

Η UV-A αποτελεί πηγή ισχυρής ηλιακής ακτινοβολίας που προσεγγίζει την επιφάνεια της γης και διεισδύει στις επιφανειακές στοιβάδες του δέρματος. Παρόλο που θεωρείται το πιο ακίνδυνο είδος, σε υπερβολικές δόσεις μπορεί

να επιφέρει σημαντικά προβλήματα. Ευθύνεται για το άμεσο μαύρισμα χωρίς την εμφάνιση φλεγμονών, λόγω της υπάρχουσας λευκομορφής της μελανίνης του δέρματος που οξειδώνεται. Επιπλέον, διεισδύει στην επιδερμίδα περισσότερο από την UV-B ακτινοβολία και σχηματίζει ελεύθερες ρίζες οξυγόνου.

- UV-B ζώνη (290-320nm)

Η UV-B ακτινοβολία απορροφάται κατά μεγάλο μέρος από τη στοιβάδα του όζοντος, γεγονός που μειώνει το ποσοστό της στο σύνολο της υπεριώδους ακτινοβολίας. Αυτή η ακτινοβολία προκαλεί εγκαύματα, δερματικές καρκινογενέσεις και καθυστερεί τον σχηματισμό μελανίνης και την ανάπτυξη χρώματος. Παράλληλα, το επιφανειακό στρώμα του δέρματος απορροφά τις ακτίνες UV-B με αποτέλεσμα να εκδηλώνονται ερυθρήματα δηλαδή θερμότητα, κοκκινίλες και φλύκταινες κυρίως σε άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα. Συγκριτικά με την UV-A, η UV-B βιοσυνθέτει σε μεγαλύτερο ποσοστό την ύψιστης σημασίας για τον ανθρώπινο οργανισμό, βιταμίνη D.

- UV-C ζώνη (200-290 nm)

Η UV-C ακτινοβολία είναι άκρως επικίνδυνη για τους ιστούς και δεν προκαλεί την παραγωγή μελανίνης. Απορροφάται πλήρως από το στρώμα του όζοντος και, ως εκ τούτου, δεν πλησιάζει την επιφάνεια της γης. Αποτελεί το πιο βλαβερό είδος υπεριώδους ακτινοβολίας, καθώς έχει προκαλέσει μεταλλάξεις σε εργαστηριακές συνθήκες (Podlaskina G., 2012).

| ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΩΡΑΣ | ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΛΙΑ |
|-----------------|----------------------|
| <09:30          | 6%                   |
| 09:30-10:30     | 8%                   |
| 10:30-11:30     | 12%                  |
| 11:30-12:30     | 15%                  |
| 12:30-13:30     | 17%                  |
| 13:30-14:30     | 15%                  |
| 14:30-15:30     | 12%                  |
| 15:30-16:30     | 8%                   |
| 16:30-17:30     | 4%                   |
| 17:30-18:30     | 2%                   |
| >18:30          | 1%                   |

Πίνακας 2: Ένταση υπεριώδους ακτινοβολίας ανά ώρα

#### 1.4.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΥΠΕΡΙΩΔΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

- Εποχή: Το καλοκαίρι η ένταση της UV ακτινοβολίας είναι υψηλότερη από ό,τι τον χειμώνα.
- Διάστημα ημέρας: Το μεσημέρι η ένταση της UV είναι υψηλότερη σε σχέση με το πρωί ή το απόγευμα. Καθώς ο ήλιος πλησιάζει στον ορίζοντα, η ένταση της UV ακτινοβολίας μειώνεται, με αποτέλεσμα να μειώνεται και ο κίνδυνος.
- Υψόμετρο: Όσο αυξάνεται η απομάκρυνση από την επιφάνεια της θάλασσας τόσο ισχυρότερη είναι η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο έδαφος.
- Σύννεφα: Τα σύννεφα απορροφούν διαφορετικά ποσοστά ακτινοβολίας ανάλογα με το ύψος, την πυκνότητα και άλλες παραμέτρους. Τα αραιά ή διασκορπισμένα σύννεφα απορροφούν περίπου το 10% της ακτινοβολίας, ενώ τα χαμηλά και μαύρα σύννεφα μέχρι και το 80%.
- Γεωγραφικό πλάτος: Η ένταση της ακτινοβολίας είναι ισχυρότερη στον ισημερινό σε σχέση με τους πόλους της γης.
- Αντανakλάσεις: Το είδος της επιφάνειας του εδάφους επηρεάζει σημαντικά το ποσοστό της αντανakλώμενης ακτινοβολίας, με τα δέντρα, το γρασίδι, το χώμα και το νερό να αντανakλούν λιγότερο από 10%. Αντίθετα, το χιόνι αντανakλά μέχρι 80% και η άμμος 20%.
- Ατμοσφαιρική ρύπανση: Η ρύπανση αποδυναμώνει σημαντικά την διερχόμενη UV ακτινοβολία (Παρίσης Π., 2015).

#### 1.4.3 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ UV ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Η έκθεση στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου μπορεί να οδηγήσει σε χρόνιες παθήσεις στο δέρμα, στα μάτια και στο ανοσοποιητικό σύστημα. Παρόλο που τα μαλλιά και τα νύχια υφίστανται μεγαλύτερη έκθεση, δεν θεωρούνται τόσο σημαντικά από ιατρικής άποψης. Η άμεση έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα στο δέρμα και φωτοκερατίτιδα στο μάτι. Τα χρόνια προβλήματα υγείας περιλαμβάνουν οφθαλμολογικές ασθένειες όπως καταρράκτη, πτερύγιο και κερατοπάθεια

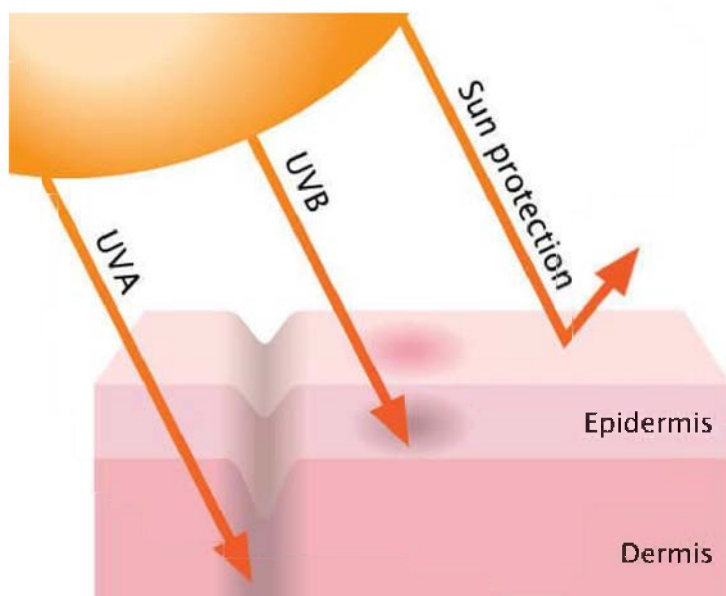
καθώς επίσης καρκίνο και κακοήγη δερματική βλάβη. Πιο συγκεκριμένα, η κακοήγης δερματική βλάβη είναι αποτέλεσμα δερματικών αλλοιώσεων όπως οι σπίλοι ,το δερματικό κέρας και οι ακτινικές υπερκερατώσεις. Αξίζει να αναφερθεί ότι το δέρμα μπορεί να παράγει μελανίνη για προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ το μάτι δεν έχει αυτή τη δυνατότητα (Thisson V., 2008).

Το ηλιακό έγκαυμα καθώς και η ανοσοκαταστολή και ο καρκίνος είναι απόρροια της έκθεσης του δέρματος στη UV-B ακτινοβολία. Ταυτόχρονα, η UV-A ακτινοβολία επηρεάζει τον υποδόριο ιστό και μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στη δομή του κολλαγόνου και των ινών ελαστίνης του δέρματος, οδηγώντας σε πρόωρη γήρανση του (Στρατηγός & Αντωνίου, 2002). Οι σημαντικότερες επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στο ανθρώπινο δέρμα περιλαμβάνουν το μελάνωμα, το ακανθοκυτταρικό καρκίνωμα και το βασικό κυτταρικό καρκίνωμα. Από τα παραπάνω, το μελάνωμα θεωρείται η πιο επιθετική μορφή καρκίνου και χαρακτηρίζεται από ισχυρή ικανότητα μετάστασης και υψηλή θνησιμότητα παγκοσμίως. Η εμφάνιση του μελανώματος προκύπτει από βλάβη στο DNA των κυττάρων, εξαιτίας της επαφής του δέρματος με την υπεριώδη ακτινοβολία. Έτσι, προκύπτουν μεταλλάξεις που οδηγούν στον αυξημένο πολλαπλασιασμό των κυττάρων και τη δημιουργία κακοήθων όγκων. Στα πρώτα στάδια, το μελάνωμα εμφανίζεται με τη μορφή ενός μεταλλαγμένου σπίλου, ο οποίος συνήθως είναι ένα μικρό καφέ ή μαύρο σημάδι στο δέρμα (Abbasi N.R., 2004).

#### 1.4.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΩΝ

Τα αντιηλιακά είναι καλλυντικά προϊόντα που περιέχουν αρωματικές οργανικές ενώσεις, γνωστές ως χημικά φίλτρα υπεριώδων ακτινοβολιών. Εξαιτίας της χημικής τους δομής, αυτές οι ουσίες έχουν την ικανότητα να απορροφούν την ηλιακή ενέργεια. Έπειτα, μετατρέπουν τη βλαβερή υπεριώδη ακτινοβολία υψηλής ενέργειας και μικρού μήκους κύματος σε αβλαβή ακτινοβολία χαμηλής ενέργειας και μεγάλου μήκους κύματος. Τα προϊόντα αυτά περιέχουν ενεργά συστατικά ανόργανης ή οργανικής φύσεως που ονομάζονται αντιηλιακά φίλτρα. Συχνά, η σύνθεση των αντιηλιακών προϊόντων

περιλαμβάνει τόσο ανόργανα όσο και οργανικά φίλτρα, προκειμένου να προστατεύονται οι δερματικοί ιστοί από ολόκληρο το φάσμα της υπεριώδους ακτινοβολίας (Βέγκος, 2004)



Εικόνα 13 : Επίδραση αντιηλιακού στο δέρμα

Τα αντιηλιακά προϊόντα έχουν ως στόχο να μειώσουν τις ανεπιθύμητες βλάβες που προκαλεί η ακτινοβολία (Τσιρίβας Ε., 2016). Τα φίλτρα UV λειτουργούν με τους εξής δύο τρόπους. Αρχικά, όταν χρησιμοποιούνται αντιηλιακά προϊόντα με ανόργανα φίλτρα πραγματοποιείται η σκέδαση και η ανάκλαση της υπεριώδους ενέργειας από την επιδερμίδα. Απεναντίας, όταν το καλλυντικό περιέχει οργανικό αντιηλιακό φίλτρο, η υπεριώδης ενέργεια απορροφάται και μετατρέπεται σε εκλυόμενη θερμική ενέργεια. Με αυτόν τον τρόπο αποδυναμώνεται η ικανότητα δημιουργίας βλάβης λόγω της βαθιάς εισχώρησης της επιβλαβούς ακτινοβολίας (Sambandan D.R., 2011).

Για να θεωρηθεί ένα αντιηλιακό αποτελεσματικό πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες (Παπαϊωάννου, 2018):

- Απορρόφηση της ακτινοβολίας μήκους κύματος 290-320nm.
- Πλήρης διαπερατότητα της ακτινοβολίας στα 320-400nm για την επίτευξη άμεσου μαυρίσματος.
- Μη πτητικότητα.
- Ανθεκτικότητα στο νερό.
- Συμβατότητα και διαλυτότητα στα έκδοχα (βελτιωτικές ουσίες).

- Έλλειψη τοξικότητας και ερεθισμών.
- Απουσία οσμής ή ελαφρώς ευχάριστη οσμή.

Διατίθεται σε ποικίλες μορφές, όπως λοσιόν, κρέμες, γέλες (gels), spray και sticks (Τσιρίβας Ε., 2016). Οι δυο τύποι γαλακτωμάτων, οι κρέμες και οι λοσιόν, μπορούν να παρασκευαστούν είτε ως λάδι σε νερό (Oil in Water, O/W), είτε ως νερό σε λάδι (Water in Oil, W/O), ανάλογα με τη σύστασή τους και την τιμή του ιξώδους (Ngoc LTN., 2019).

#### 1.4.5 ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ SPF

Ως δείκτης προστασίας SPF ορίζεται η αποτελεσματικότητα ενός αντιηλιακού προϊόντος στην προστασία της επιδερμίδας από τον ηλιακές ακτίνες. Αυτός ο δείκτης ορίζεται ως το πηλίκο της υπεριώδους ακτινοβολίας που απαιτείται για να προκαλέσει ελάχιστο ερύθημα σε δέρμα προστατευμένο από αντιηλιακό, σε σχέση με την ποσότητα υπεριώδους ακτινοβολίας που απαιτείται για να προκαλέσει ελάχιστο ερύθημα σε μη προστατευμένο δέρμα (Ho, 2007). Η ικανότητα αντιηλιακής προστασίας του προϊόντος αυξάνεται αναλογικά με τον δείκτη SPF. Η διακύμανση του SPF παρουσιάζεται μεταξύ 5 έως 50 και η επιλογή του κατάλληλου αντιηλιακού εξαρτάται από τον κάθε τύπο του δέρματος (Βέγκος, 2004).

### 1.5 ΑΝΑΓΚΗ ΧΡΗΣΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

#### 1.5.1 ΦΥΤΙΚΑ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΑ

Τα φυτικά εκχυλίσματα αποτελούν ενώσεις προερχόμενες από διάφορα μέρη των φυτών, άνθη, φύλλα, μίσχοι και ρίζες, και παράγονται με τη χρήση διαφόρων τεχνικών εκχύλισης. Αυτά τα εκχυλίσματα έχουν ευρεία χρήση σε πολλές βιομηχανίες τροφίμων και ποτών, φαρμάκων και καλλυντικών λόγω των θεραπευτικών και λειτουργικών δυνατοτήτων τους. Με σκοπό την εκχύλιση επιθυμητών ενώσεων το φυτικό υλικό εμβαπτίζεται σε διάφορους διαλύτες και προκύπτει το τελικό εκχύλισμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες μορφές, όπως σκόνη, υγρό ή συμπύκνωμα. Η

χρήση φυτικών εκχυλισμάτων αυξάνεται στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών λόγω των φυσικών ιδιοτήτων τους και των οφελών τους για την υγεία. Ανευρίσκονται σε διάφορα προϊόντα διατροφής με την μορφή φυσικών αρωμάτων, χρωστικών ή συντηρητικών. Επιπλέον, αποτελούν μια οικολογική και βιώσιμη λύση έναντι των συνθετικών συστατικών. Η συνεχής ζήτηση των καταναλωτών για υγιεινά τρόφιμα οδηγεί στην ραγδαία αύξηση παραγωγής προϊόντων με φυτικά συστατικά.

### 1.5.2 ΕΛΑΙΑ

Τα έλαια είναι ιδιαίτερα σημαντικά στη βιομηχανία καλλυντικών λόγω των φυσικών και θεραπευτικών τους ικανοτήτων. Προέρχονται από αρωματικά φυτά και παραλαμβάνονται με μεθόδους, όπως απόσταξη με ατμό, ψυχρή έκθλιψη ή εκχύλιση με διαλύτη. Τα έλαια είναι ιδανικά για προϊόντα περιποίησης και αρώματα, καθώς παρέχουν θρέψη, ενυδάτωση, αναζωογόνηση και ευχάριστη μυρωδιά στο δέρμα και τα μαλλιά. Τα έλαια θεωρούνται πιο ασφαλή και βιώσιμα σε σχέση με τα συνθετικά χημικά και αρώματα που συχνά χρησιμοποιούνται σε καλλυντικά προϊόντα. Επιπλέον, τα έλαια διαθέτουν αντιμικροβιακές, αντιφλεγμονώδεις και αντιοξειδωτικές δράσεις, καθιστώντας τα αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση προβλημάτων δέρματος και μαλλιών (Exactitude Consultancy, 2023).

### 1.6 ΦΥΤΟΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ

Η *C.officinalis* περιέχει μεγάλη ποικιλία φυτοχημικών συστατικών, η ποιότητα και η ποσότητα των οποίων ανευρίσκονται σε διαφορετικά τμήματα κατά μήκος όλου του φυτού. Τα ενεργά αυτά συστατικά εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, μερικοί από τους οποίους είναι το έδαφος που καλλιεργείται το φυτό, η σύνθεσή του, η ωριμότητά του καθώς επίσης και ο χρόνος συγκομιδής του (Verma P.K., 2018). Τα φυτοχημικά συστατικά που περιέχονται στην καλέντουλα περιλαμβάνουν καροτενοειδείς ενώσεις, ελεύθερες και εστεροποιημένες αλκοόλες και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, όπως καλεντικό οξύ, καλεντουλίνη και γλυκοσίδες ολεανολικού οξέος.

Επιπλέον, απαντώνται σε μεγάλες ποσότητες φλαβονοειδή, καροτίνες, σαπωνίνες, ρητίνη και στεροειδείς ενώσεις. Στο εκχύλισμα της καλέντουλας βρίσκεται πληθώρα θρεπτικών συστατικών όπως οι πρωτεΐνες, τα αμινοξέα, οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, η βιταμίνη C και ανόργανες ουσίες. Τα σημαντικότερα φλαβονοειδή του φυτού είναι η ισοραμνετίνη και η κερσετίνη που παρουσιάζονται ως κύριες γλυκόνες, ενώ τα άνθη του φυτού περιέχουν ενώσεις με φαρμακολογική επίδραση όπως το λυκοπένιο, τη λουτεΐνη, τη β-καροτίνη, τη φλαβοξανθίνη και τη λουτεοξανθίνη, τα οποία αποτελούν το 0,3% έως και το 1,5% του συνολικού περιεχομένου του φυτού (Verma P.K., 2018).

### 1.6.1 ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ

Η ταξιανθία του *C.officinalis* περιέχει διάφορα φλαβονοειδή, όπως ισοραμνετίνη, κερκετίνη και ισοκερσετίνη. Η κερκετίνη έχει σημαντική επουλωτική δράση λόγω της αντιοξειδωτικής της ικανότητας. Επιπλέον, τα φλαβονοειδή καταπολεμούν την πλάκα και την ουλίτιδα. Αυτό εξηγείται μέσω ενός μηχανισμού ο οποίος περιλαμβάνει την αφαίρεση της πλάκας μέσω της αναστολής της λυσοσωμικής υδρολάσης, τη μείωση της αποικοδόμησης του κολλαγόνου και την επακόλουθη αύξηση της συγκέντρωσής του. Επίσης, κάποια συστατικά του CO που ανήκουν στην κατηγορία των φλαβονοειδών, όπως η ρουτίνη, η απιγενίνη, η καεμπφερόλη, η βιτεξίνη και η λουτεολίνη έχουν προστατευτική δράση στο δέρμα μέσω του αντιοξειδωτικού τους μηχανισμού. Σημαντικές είναι οι φλαβονοειδείς ενώσεις κερκετίνη και ρουτίνη οι οποίες έχει αποδειχθεί ότι έχουν αντικαταθλιπτική δράση μέσω της αναστολής των μονοαμινικών οξειδασών και της μείωσης των επιπέδων GABA. Η ισοραμνετίνη με παράγωγα κερκετίνης όπως 3-O-(2"-ραμνοσυλ)-ραμνοσίδες, 3-O-(2"-ραμνοσυλ)-γλυκοσίδες και 3-O-(2",6"-δι-ραμνοσυλ)-γλυκοσίδες δρουν κατά της ακετυλοχολινεστεράσης και αυτό χημικά οφείλεται στην παρουσία ομάδων ακετυλίου και ραμνοσυλίου στη δομή των φλαβονοειδών. Η υπεροσίδη, μια άλλη ένωση της κατηγορίας των φλαβονοειδών, έχει καθοριστική επίδραση στη διαχείριση του οστεοσαρκώματος μέσω του περιορισμού του πολλαπλασιασμού και της διέγερσης της οστεογονικής διαφοροποίησης των κυττάρων του σαρκώματος (Shahane K., 2023).

### 1.6.2 ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

Τα φαινολικά οξέα που βρίσκονται στο φυτό *C.officinalis*, όπως το βανιλικό οξύ, το καφεϊκό οξύ, το κουμαρικό οξύ και το χλωρογενικό οξύ έχουν την ικανότητα να θεραπεύουν οξειδωτικές διαταραχές καθώς και την μείωση του οξειδωτικού στρες που προκαλείται από την έντονη άσκηση. Επιπλέον, το φυτό περιέχει διάφορα λιπαρά οξέα όπως καλεντικό οξύ, ελαϊκό οξύ, παλμιτικό οξύ, λινολεϊκό οξύ και διμορφεκολικό οξύ τα οποία έχουν καθοριστικό ρόλο στις βασικές σωματικές ανθρώπινες λειτουργίες του οργανισμού. Από τα προαναφερθέντα λιπαρά οξέα το καλεντικό οξύ φαίνεται να είναι το κυρίαρχο λιπαρό οξύ που βρίσκεται στην καλέντουλα εμφανίζοντας σημαντική κυτταροτοξική ικανότητα με μηχανισμό δράσης την μείωση της ρύθμισης του γονιδίου *Icf1* και την υπεροξείδωση των λιπιδίων. Κάποια ενδεικτικά παράγωγα λιπαρών οξέων στο φυτό της καλέντουλας είναι το 28-O-β-D-γλυκοπυρανοσυλελανολικό οξύ, 3-O-β-D-γαλακτοπυρανοσύλιο, (1→3)-β-D-γλυκουρονοπυρανοσίδη, 28-O-β-D-γλυκοπυρανοσυλ-ολεανολικό οξύ, 3-O-β-D-γλυκουρονοπυρανοσίδη (Shahane K., 2023).

### 1.6.3 ΤΕΡΠΕΝΟΕΙΔΗ

Τα τερπενοειδή συναντώνται στα άνθη και τις ρίζες της *C.officinalis* έχοντας ισχυρή αντιφλεγμονώδη και αντιοξειδωτική δράση. Μερικά τερπενοειδή όπως η τ-καδινόλη, η α-καδινόλη και η τ-μουουρολόλη, επιδεικνύουν την αντιοξειδωτική τους δράση μέσω ενός μηχανισμού που συνδέεται με την απορρόφηση των ελεύθερων ριζών. Συνεπώς, έχουν καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση ασθενειών και διαταραχών που σχετίζονται με οξειδωτικές αντιδράσεις, όπως η νόσος του Alzheimer, η υπερμελάγχρωση του δέρματος και οι διάφοροι τύποι του διαβήτη (Shahane K., 2023).

## 1.7 ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ

Η καλέντουλα, ένα φυτό που συχνά χρησιμοποιείται στην ομοιοπαθητική ιατρική, έχει χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση πολλών ασθενειών. Διαθέτει

κυτταροτοξικές ιδιότητες και μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη όγκων. Λειτουργεί ως αντιμικροβιακό, αντιοξειδωτικό, αντιφλεγμονώδες, αντισηπτικό, αντι-ιικό, ηπατοπροστατευτικό και αντιδιαβητικό φάρμακο. Επιπλέον, δρα προστατευτικά έναντι κάποιων δερματικών παθήσεων όπως φλεγμονές, ανοιχτές πληγές και αιμορραγούσες πληγές.

### 1.7.1 ANTIOΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Οι φυτικές πολυφαινόλες όπως τα флаβονοειδή είναι από τις πιο σημαντικές φυσικές ενώσεις με ενεργές αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η υψηλή περιεκτικότητα της καλέντουλας σε флаβονοειδή και φαινολικά φυτοχημικά συμβάλλει στην αντιοξειδωτική του δράση, η οποία μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω την ικανότητα δέσμευσης ριζών και να προσφέρει προστατευτικά αποτελέσματα. Τα φύλλα και τα πέταλα του φυτού περιέχουν φυσικές πηγές αντιοξειδωτικών με την δράση των πετάλων να παρουσιάζεται υψηλότερη. Το ανθικό εκχύλισμα του *C.officinalis* παρέχει προστασία ενάντια στις εκφυλιστικές αλλαγές που σχετίζονται με τις κυτταρικές βλάβες που προκαλούνται από ελεύθερες ρίζες, όπως η γήρανση και ο καρκίνος, ενώ είναι ωφέλιμο στη θεραπεία παθήσεων όπως το AIDS, ο διαβήτης, το εγκεφαλικό, η αρτηριοσκλήρωση. Παράλληλα, βελτιώνει τη ποιότητα των τροφίμων με την επιβράδυνση του οξειδωτικού εκφυλισμού των λιπιδίων των τροφίμων ενεργώντας ως φυσικό αντιοξειδωτικό (Shahane K., 2023).

### 1.7.2 ΑΝΤΙΦΛΕΓΜΟΝΩΔΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΓΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Τα άνθη του *C.officinalis* περιέχουν υψηλή συγκέντρωση флаβονοειδών, καροτενοειδών και λυκοπένιο τα οποία διαθέτουν ισχυρό αντιφλεγμονώδες δυναμικό σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Αναστέλλοντας ή διεγείροντας διάφορα μονοπάτια σηματοδότησης, τα флаβονοειδή σε χαμηλή συγκέντρωση μπορούν να επηρεάσουν τις κυτταρικές λειτουργίες. Τα καροτενοειδή φαίνεται να απενεργοποιούν τις δραστικές μορφές οξυγόνου, ενώ το λυκοπένιο μειώνει τα επίπεδα μεταγραφής των φλεγμονωδών κυτοκινών. Τα αποξηραμένα λουλούδια καλέντουλας είναι φυτικά συστατικά που χρησιμοποιούνται στην

ιατρική και στα καλλυντικά. Μια κρέμα που περιέχει εκχύλισμα καλέντουλας μπορεί να είναι αποτελεσματική σε οιδήματα και εγκαύματα. Το ακατέργαστο εκχύλισμα εμφανίζει επίσης σημαντικό αντιπυρετικό και αναλγητικό χαρακτήρα. Το λάδι που εξάγεται από την καλέντουλα, μπορεί να εφαρμοστεί εξωτερικά στο αυτί, ανακουφίζοντας από τον πόνο, ενώ το βάμμα έχει την ικανότητα να καταπολεμά την φλεγμονή των ούλων (Verma P.K., 2018).

### 1.7.3 ΚΥΤΤΑΡΟΤΟΞΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Το ενδιαφέρον για την αντικαρκινική δράση των εκχυλισμάτων και συστατικών του φυτού *C.officinalis* έχει αυξηθεί με την άνοδο της συμπληρωματικής και εναλλακτικής ιατρικής που βασίζεται σε βότανα ως θεραπεία του καρκίνου. Φαίνεται ότι προσφέρει θετικά αποτελέσματα στην πρόληψη και θεραπεία του καρκίνου, καθώς και στην ανακουφιστική φροντίδα για καρκινοπαθείς. Τα εκχυλίσματα καλέντουλας μπορούν να ασκήσουν αντικαρκινική δράση προκαλώντας απόπτωση, ενεργοποιώντας την κασπάση 3 και κασπάση 7 σε επίπεδο πρωτεΐνης και ρυθμίζοντας κάποιες κυκλίνες και κινάσες. Επίσης, η σαπωνίνη, μία από τις διαχωρισμένες δραστικές ενώσεις του *C.officinalis*, έχει αποδειχθεί ότι παρουσιάζει αντιμεταλλαξιογόνο δράση. Η αλοιφή καλέντουλας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επικουρική θεραπεία για την οξεία δερματίτιδα κατά τη διάρκεια της ακτινοβόλησης στη θεραπεία του καρκίνου του μαστού. Παράλληλα, σε περιπτώσεις στοματικής λευκοπλακίας ή βλεννογονίτιδας, υπάρχουν σκευάσματα σε μορφή γέλης ή στοματικού διαλύματος που έχουν θετικά αποτελέσματα στην καταπολέμηση αυτών των προβλημάτων (Shahane K., 2023).

### 1.7.4 ΚΑΡΔΙΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Τα συμπληρώματα εκχυλισμάτων *C.officinalis* διακρίνονται για την προστατευτική τους δράση κατά της ισχαιμικής καρδιακής νόσου. Η καρδιοπροστατευτική δράση μπορεί να οφείλεται στην τόνωση της πίεσης της αριστερής κοιλίας και της αορτικής ροής καθώς και στη μείωση του μεγέθους

του εμφράγματος του μυοκαρδίου και της απόπτωσης καρδιομυοκυττάρων (Verma P.K., 2018).

#### 1.7.5 ΗΠΑΤΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Οι περισσότερες ουσίες που εισέρχονται στο σώμα επεξεργάζονται από το συκώτι, το οποίο είναι υπεύθυνο για την αποτοξίνωση. Οι κύριες αιτίες της ηπατικής τοξικότητας περιλαμβάνουν ηπατίτιδα, ιογενείς λοιμώξεις, διαιτητικά πρόσθετα, αλκοόλ, τοξικές χημικές ουσίες, ατμοσφαιρική ρύπανση και ρύπανση του νερού. Τα εκχυλίσματα *C.officinalis*, λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και της ικανότητας δέσμευσης ριζών, μπορούν να προστατεύσουν το ήπαρ από την κυτταροτοξικότητα και το οξειδωτικό στρες που προκαλείται από τον τετραχλωράνθρακα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας της ολικής αιμοσφαιρίνης. Επίσης μπορούν να δράσουν ως αντιγονοτοξικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε ολικές φαινολικές ενώσεις. Με δοσοεξαρτώμενο τρόπο, το εκχύλισμα του φυτού βελτιώνει την ιστολογική εικόνα του ήπατος, τις βιοχημικές παραμέτρους καθώς και τις φλεγμονώδεις κυτοκίνες (Shahane K., 2023).

#### 1.7.6 ΝΕΥΡΟΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Φυτοχημικά από φαρμακευτικά φυτά παίζουν ζωτικό ρόλο στη διατήρηση της χημικής ισορροπίας του εγκεφάλου επηρεάζοντας τη λειτουργία των υποδοχέων για τους κύριους νευροδιαβιβαστές. Ο εγκέφαλος, λόγω της υψηλής ζήτησης οξυγόνου, θεωρείται το πιο ευαίσθητο όργανο σε οξειδωτική βλάβη. Τα φυτοχημικά που υπάρχουν στα φυτά δρουν ενάντια των ελεύθερων ριζών με αποτέλεσμα την καταπολέμηση του οξειδωτικού στρες που προκαλεί νευρολογικές παθήσεις. Εκχυλίσματα του φυτού *C.officinalis* καθώς και συμπληρώματα πολυφαινολικών ενώσεων ή φλαβονοειδή όπως η κερσετίνη και η κατεχίνη συνεισφέρουν στη προστασία και την ενίσχυση των νευρώνων του εγκεφάλου, βελτιώνοντας τη μνήμη και τη μάθηση (Verma P.K., 2018).

### 1.7.7 ANTIEΛΚΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Τα τοπικά μέρη, το ρίζωμα και τα άνθη των φυτών χρησιμοποιούνται συχνά για τη θεραπεία γαστρεντερικών διαταραχών. Το αιθανολικό εκχύλισμα *C.officinalis* φαίνεται να έχει αντιόξινη και αντιελκωτική δραστηριότητα στον οργανισμό λόγω της γαστροπροστατευτικής και αντiekκριτικής δυνατότητας. Ολόκληρο το φυτό έχει σημαντικό αντίκτυπο έναντι στην παθολογία διαφορετικών μοντέλων έλκους όπως αυτά που προκαλούνται από ασπιρίνη ή αιθανόλη, έλκη ανθεκτικά στο ψύχος και έλκη πυλωρικής απολίνωσης. Η χορήγηση εκχυλίσματος *C.officinalis* διεγείρει την έκκριση βλέννας και τα μειωμένα επίπεδα γλουταθειόνης, ενώ καταστέλλει το επίπεδο πεψίνης, δημιουργώντας έτσι ένα δυνατό μηχανισμό γαστροπροστασίας. Επίσης, η καλέντουλα είναι ικανή να ανακουφίζει από τον ερεθισμό του στομάχου που συνδέεται με τα πεπτικά έλκη και άλλες φλεγμονώδεις καταστάσεις (Verma P.K., 2018).

### 1.7.8 ANTIBAKTΗΡΙΔΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Οι αντιβακτηριακές ιδιότητες μιας ποικιλίας φυτών, που προκαλούνται από την παραγωγή φυτοχημικών κατά τον δευτερογενή μεταβολισμό του φυτού, έχουν οδηγήσει στην υιοθέτησή τους στο ευρύ φάσμα της φαρμακευτικής. Οι τανίνες, τα αλκαλοειδή, οι φαινολικές ενώσεις και τα φλαβονοειδή είναι παραδείγματα των δευτερογενών μεταβολιτών που υπάρχουν σε αφθονία στα φυτά. Τμήματα της *C.officinalis* χρησιμοποιούνται σε διάφορα παρασκευάσματα λόγω του αντιβακτηριακού δυναμικού των συστατικών που υπάρχουν στο εκχύλισμα, όπως οι τερπενικές αλκοόλες και οι τερπενικές λακτόνες. Τα πέταλα θεωρούνται τα μέρη του φυτού με την μεγαλύτερη αντιμικροβιακή ισχύ. Το έλαιο του φυτού βοηθά στην αναστολή της ανάπτυξης gram-θετικών και αρνητικών βακτηρίων συμπεριλαμβανομένων του *Staphylococcus aureus* και της *Escherichia coli*. Παράλληλα, το αφέψημα και το μεθανολικό εκχύλισμα της φαίνεται να έχουν αντιβακτηριακή δράση έναντι διαφόρων προαιρετικών αερόβιων και υποχρεωτικά αναερόβιων βακτηρίων (Shahane K., 2023).

### 1.7.9 ANTIMYKΗΤΙΑΚΗ ΔΡΑΣΗ

Η συχνότητα και ο επιπολασμός μεγάλων μυκητιασικών λοιμώξεων αποτελεί μεγάλη ανησυχία για τη δημόσια υγεία. Όσο συχνότερα λαμβάνονται αντιμυκητιακές θεραπείες, εμφανίζονται όλο και περισσότερα στελέχη μυκήτων που είναι ανθεκτικά σε αυτά τα φάρμακα. Το εκχύλισμα λουλουδιών *C.officinalis* φαίνεται να διαθέτει σημαντικές αντιμυκητιακές ιδιότητες έναντι διαφορετικών παθογόνων στελεχών, όπως του *Aspergillus niger* και του *Candida albicans*. Πτητικά έλαια του φυτού *C.officinalis* αποσταγμένα με ατμό έχουν επίσης αντιμυκητιακή δράση σε κάποια στελέχη του *Candida spp.* (Verma P.K., 2018).

### 1.7.10 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΟΥΛΩΣΗΣ ΠΛΗΓΩΝ

Τα σκευάσματα που παρασκευάζονται από τα άνθη της *C.officinalis* φαίνεται να έχουν βοηθητικό ρόλο στη θεραπεία ήπιων δερματικών φλεγμονών και τραυμάτων βραδείας επούλωσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την ενίσχυση της ποσότητας αίματος και οξυγόνου που παρέχεται στο σημείο του τραύματος, κάτι που ενθαρρύνει το σώμα να παράγει νέο ιστό. Τα αποξηραμένα πέταλα του φυτού χρησιμοποιούνται για την παρασκευή βαμμάτων, αλοιφών και πλύσεων για τη θεραπεία ήπιων λοιμώξεων, γρατζουνιών, μωλώπων και εγκαυμάτων. Παράλληλα, συμβάλλει στη διατήρηση της λαμπερής, ενυδατωμένης επιδερμίδας λόγω της ανάπτυξης του κολλαγόνου. Η θεραπεία τοπικά σε χρόνιες πληγές, όπως τα φλεβικά έλκη φαίνεται να μειώνει την επιφάνεια της βλάβης, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη επιθηλιοποίηση σε λιγότερο χρόνο και επιταχύνοντας τον χρόνο επούλωσης (Shahane K., 2023).

### 1.7.11 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

Έχει αποδειχθεί ότι η φλεγμονώδης απόκριση του δέρματος μετά από οξεία υπεριώδη ακτινοβολία και οι εκφυλιστικές διεργασίες που συμβαίνουν επηρεάζονται πρωτίστως από την αυξημένη παραγωγή δραστικών μορφών οξυγόνου και ελεύθερων ριζών, καθώς και από τη αποδυνάμωση των

αντιοξειδωτικών συστημάτων (Aquino et al., 2002). Επομένως, πολλές έρευνες έχουν επικεντρωθεί στην ανάπτυξη και αξιολόγηση αντιοξειδωτικών που μπορούν να ενισχύσουν το ενδογενές σύστημα προστασίας του δέρματος και, συνεπώς, να προλάβουν ή να θεραπεύσουν τη βλάβη που προκαλείται από την ακτινοβολία UV. (Atoui et al., 2005). Τα άνθη *C.officinalis* περιέχουν υψηλές ποσότητες αντιοξειδωτικών ενώσεων, υποδηλώνοντας τη δυνατότητά τους να προστατεύουν το δέρμα από τη βλάβη που προκαλεί η υπεριώδης ακτινοβολία. Εδώ και πολλά χρόνια, οι άνθρωποι διαφόρων πολιτισμών χρησιμοποιούν τα άνθη του *C.officinalis* ως θεραπευτικό βότανο για διάφορα είδη εγκαυμάτων, συμπεριλαμβανομένων των ηλιακών εγκαυμάτων και των δερματικών τραυμάτων (Duke J.A., 2002).

## ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιοποίηση των βιοδραστικών ιδιοτήτων της καλέντουλας (*C.officinalis*) σε προϊόντα διατροφής και καλλυντικά. Η καλέντουλα, γνωστή για τα θεραπευτικά της χαρακτηριστικά λόγω των ευεργετικών συστατικών της όπως καροτενοειδή, στερόλες και φλαβονοειδή, εξετάζεται για την αντιμετώπιση δερματικών προβλημάτων όπως φλεγμονές και μολύνσεις. Μέσω διαφορετικών μεθόδων εκχύλισης, αναμένεται η παραγωγή εκχυλισμάτων και ελαίων με ενισχυμένες βιοδραστικές ιδιότητες, τα οποία θα ενσωματωθούν σε τρόφιμα και καλλυντικά προϊόντα.

## 2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 2.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Δείγμα αποξηραμένων άνθων καλέντουλας (*Calendula officinalis*), βιολογικής γεωργίας προμηθεύτηκε από τοπικό κατάστημα. Τα άνθη της αλέστηκαν σε λεπτή σκόνη και αποθηκεύτηκαν σε κατάψυξη (-40°C) μέχρι να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω αναλύσεις.



Εικόνα 14: Άνθη αποξηραμένης καλέντουλας



Εικόνα 15: Άλεση αποξηραμένης καλέντουλας

#### 2.1.1 ΥΛΙΚΑ & ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ

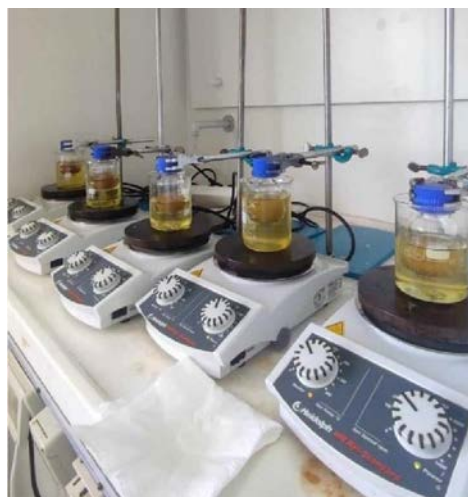
Όλοι οι διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν καθαρότητας HPLC και αγοράστηκαν από την Carlo Erba (Val de Reuil, France). Υδροχλωρικό οξύ, χλωριούχος σίδηρος (III), αιθανόλη, μεθανόλη και εξάνιο ελήφθησαν από τη Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany). Ανθρακικό νάτριο, αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζύλιο (DPPH) και 2,4,6-τρι-2-πυριδινυλ-1,3,5-τριαζίνη (TPTZ) προμηθεύτηκαν από την Penta (Prague, Czech Republic). Για όλα τα πειράματα χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό.

### 2.1.2 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ

Οι εκχυλίσες πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με το σχεδιασμό σχέδιο που περιγράφεται στον Πίνακα 3, το οποίο περιλαμβάνει διάφορες συνθέσεις διαλύτη (%EtOH/%H<sub>2</sub>O), διαφορετικές θερμοκρασίες (T, °C) και χρόνους εκχύλισης (t, min). Οι διαδικασίες εκχύλισης έλαβαν χώρα υπό συνεχή ανάδευση σε ταχύτητα 500 rpm με τη χρήση μαγνητικού αναδευτήρα (Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Schwabach, Germany) και με αναλογία μάζας διαλυμένης ουσίας προς όγκο διαλύτη 1:50. Συγκεκριμένα, σε δοχεία Duran των 50 mL προστέθηκαν 0,5 g ξηρής σκόνης καλέντουλας και 25 mL του αντίστοιχου διαλύτη. Τα δείγματα που ελήφθησαν από την υπερκείμενη φάση στους προκαθορισμένους χρόνους εκχύλισης υποβλήθηκαν σε φυγοκέντρωση σε συσκευή Remi Elektrotechnik Ltd. (Palghar, India) για 5 λεπτά στις 10.000 στροφές ανά λεπτό και ακολούθως αποθηκεύτηκαν σε συνθήκες βαθιάς κατάψυξης για περαιτέρω ανάλυση.

| Δείγμα | Σύσταση<br>Διαλύτη<br>(%EtOH) | Θερμοκρασία<br>Εκχύλισης (°C) | Χρόνος<br>Εκχύλισης<br>(min) |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1α     | 0                             | 20                            | 30                           |
| 1β     | 0                             | 20                            | 60                           |
| 1γ     | 0                             | 20                            | 90                           |
| 2α     | 0                             | 50                            | 30                           |
| 2β     | 0                             | 50                            | 60                           |
| 2γ     | 0                             | 50                            | 90                           |
| 3α     | 0                             | 80                            | 30                           |
| 3β     | 0                             | 80                            | 60                           |
| 3γ     | 0                             | 80                            | 90                           |
| 4α     | 25                            | 20                            | 30                           |
| 4β     | 25                            | 20                            | 60                           |
| 4γ     | 25                            | 20                            | 90                           |
| 5α     | 25                            | 50                            | 30                           |
| 5β     | 25                            | 50                            | 60                           |
| 5γ     | 25                            | 50                            | 90                           |
| 6α     | 25                            | 80                            | 30                           |
| 6β     | 25                            | 80                            | 60                           |
| 6γ     | 25                            | 80                            | 90                           |
| 7α     | 50                            | 20                            | 30                           |
| 7β     | 50                            | 20                            | 60                           |
| 7γ     | 50                            | 20                            | 90                           |
| 8α     | 50                            | 50                            | 30                           |
| 8β     | 50                            | 50                            | 60                           |
| 8γ     | 50                            | 50                            | 90                           |
| 9α     | 50                            | 80                            | 30                           |
| 9β     | 50                            | 80                            | 60                           |
| 9γ     | 50                            | 80                            | 90                           |
| 10α    | 75                            | 20                            | 30                           |
| 10β    | 75                            | 20                            | 60                           |
| 10γ    | 75                            | 20                            | 90                           |
| 11α    | 75                            | 50                            | 30                           |
| 11β    | 75                            | 50                            | 60                           |
| 11γ    | 75                            | 50                            | 90                           |
| 12α    | 75                            | 80                            | 30                           |
| 12β    | 75                            | 80                            | 60                           |
| 12γ    | 75                            | 80                            | 90                           |
| 13α    | 100                           | 20                            | 30                           |
| 13β    | 100                           | 20                            | 60                           |
| 13γ    | 100                           | 20                            | 90                           |
| 14α    | 100                           | 50                            | 30                           |
| 14β    | 100                           | 50                            | 60                           |
| 14γ    | 100                           | 50                            | 90                           |
| 15α    | 100                           | 80                            | 30                           |
| 15β    | 100                           | 80                            | 60                           |
| 15γ    | 100                           | 80                            | 90                           |

Πίνακας 3: Αναλυτική αναφορά κωδικοποιημένων δειγμάτων και συνθηκών εκχύλισης



Εικόνα 15: Πολυπαραγοντικό σύστημα στο ελαιόλουτρο

### 2.1.3 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ

Σε δοχείο τύπου Duran αναμίχθηκαν 1 g σκόνης και 10 mL εξανίου, και τοποθετήθηκαν σε πλάκα ανάδευσης (Heidolph Instruments GmbH & Co. KG, Schwabach, Germany) για 1 ώρα, με ταχύτητα ανάδευσης 850 rpm, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το εκχύλισμα που προέκυψε υποβλήθηκε σε φυγοκέντρηση με χρήση φυγοκέντρου (Remi Elektrotechnik Ltd., Palghar, India) στις 4,500 rpm για 5 λεπτά, επιτυγχάνοντας διαχωρισμό. Η ίδια διαδικασία εκχυλίσσεως επαναλήφθηκε δύο επιπλέον φορές για το υπόλειμμα, χρησιμοποιώντας συνολικό όγκο 20 mL εξανίου. Η οργανική φάση που συλλέχθηκε μεταφέρθηκε σε ογκομετρική φιάλη, ζυγίστηκε και τοποθετήθηκε σε περιστροφικό εξατμιστήρα (Heidolph Laborota 4000 Rotary Evaporator) για την πλήρη εξάτμιση του εξανίου. Το τελικό προϊόν, το έλαιο καλέντουλας, αποθηκεύτηκε σε συνθήκες κατάψυξης για περαιτέρω ανάλυση.



Εικόνα 17: Ξήρανση ελαίου

## 2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ FOLIN-CIOCALTEU (TPC)

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών συστατικών (Total Phenolic Content, TPC) των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω της αντίδρασής τους με το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, το οποίο αποτελείται από διάλυμα φωσφορομολυβδενικού και φωσφοροβολφραμικού οξέος. Αρχικά, τα δείγματα υποβλήθηκαν σε φυγοκέντρηση χρησιμοποιώντας τη συσκευή Remi Elektrotechnik Ltd. (Palghar, India) στις 10,000 στροφές ανά λεπτό για 5 λεπτά, και στη συνέχεια αραιώθηκαν κατάλληλα. Συγκεκριμένα, 100  $\mu\text{L}$  του αραιωμένου δείγματος καλέντουλας αναμίχθηκαν με 100  $\mu\text{L}$  αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu σε σωληνάρια Eppendorf και επωάστηκαν για 2 λεπτά. Ακολούθως, προστέθηκαν 800  $\mu\text{L}$  διαλύματος ανθρακικού νατρίου ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), το μείγμα αναδεύτηκε στο Vortex και επωάστηκε σε υδατόλουτρο στους  $40^\circ\text{C}$  για 20 λεπτά. Μετά την ολοκλήρωση του χρόνου επώασης, πραγματοποιήθηκε μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου (Shimadzu UV-1700, Shimadzu Europa GmbH, Duisburg) με το τυφλό δείγμα, και η απορρόφηση κάθε δείγματος μετρήθηκε στα 740 nm. Η πειραματική διαδικασία και οι προσδιορισμοί επαναλήφθηκαν τρεις φορές για κάθε δείγμα, προκειμένου να διασφαλιστεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Για την ποσοτικοποίηση των ολικών φαινολικών συστατικών (TPC), κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη βαθμονόμησης και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE) ανά λίτρο (L).

## 2.3 ΜΕΘΟΔΟΣ FRAP

Το ολικό αντιοξειδωτικό δυναμικό των εκχυλισμάτων προσδιορίστηκε με τη μέθοδο FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). Αρχικά, τα δείγματα υποβλήθηκαν σε φυγοκέντρηση με χρήση φυγοκέντρου Remi Elektrotechnik Ltd. (Palghar, India) στις 10,000 στροφές ανά λεπτό για 5 λεπτά, και στη συνέχεια αραιώθηκαν κατάλληλα. Στη συνέχεια, 50  $\mu\text{L}$  του αραιωμένου εκχυλίσματος καλέντουλας αναμίχθηκαν με 50  $\mu\text{L}$  διαλύματος χλωριούχου σιδήρου ( $\text{FeCl}_3$ , 4 mM σε 0,05 M HCl) σε σωληνάρια Eppendorf και επωάστηκαν σε υδατόλουτρο στους  $37^\circ\text{C}$  για 30 λεπτά. Ακολούθως, προστέθηκαν 900  $\mu\text{L}$  διαλύματος TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine, 1 mM σε

0,05 M HCl), το μείγμα αναδεύτηκε χρησιμοποιώντας Vortex και παρέμεινε σε θερμοκρασία δωματίου για 5 λεπτά. Η απορρόφηση των δειγμάτων μετρήθηκε στα 620 nm, τρεις φορές για κάθε δείγμα, μετά από μηδενισμό του φασματοφωτόμετρου (Shimadzu UV-1700, Shimadzu Europa GmbH, Duisburg) με το τυφλό δείγμα. Η αντιοξειδωτική ικανότητα των εκχυλισμάτων, όπως προσδιορίστηκε με τη μέθοδο FRAP, εκφράστηκε σε  $\mu\text{mol}$  ασκορβικού οξέος ανά 100 γραμμάρια ξηρού βάρους ( $\mu\text{mol Asc}/100 \text{ g dw}$ ), με βάση την πρότυπη καμπύλη βαθμονόμησης.

## 2.4 ΜΕΘΟΔΟΣ DPPH

Η μέθοδος DPPH (2,2-διφαινυλο-1-πικρυλυδραζύλιο) χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, βασιζόμενη στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών μορίων να αλληλοεπιδρούν με τη σταθερή αζωτούχα ελεύθερη ρίζα DPPH. Το διάλυμα DPPH, λόγω της φωτοευαισθησίας του, διατηρήθηκε σε σωλήνες τύπου Falcon καλυμμένους με αλουμινόχαρτο και αποθηκεύτηκε στην κατάψυξη για να προστατευθεί από την έκθεση στο φως. Για την ανάλυση, 25  $\mu\text{L}$  του αραιωμένου εκχυλίσματος καλέντουλας αναμίχθηκαν με 975  $\mu\text{L}$  διαλύματος DPPH, το μείγμα αναδεύτηκε σε Vortex και αφέθηκε στο σκοτάδι για 30 λεπτά, ώστε να ολοκληρωθεί η αντίδραση. Στη συνέχεια, η απορρόφηση μετρήθηκε σε φασματοφωτόμετρο (Shimadzu UV-1700, Shimadzu Europa GmbH, Duisburg) στα 515 nm. Το δείγμα ελέγχου (control) περιείχε 975  $\mu\text{L}$  διαλύματος DPPH και 25  $\mu\text{L}$  μεθανόλης (MeOH). Το φασματοφωτόμετρο μηδενίστηκε με μεθανόλη πριν από κάθε μέτρηση, και οι μετρήσεις εκτελέστηκαν τρεις φορές για κάθε δείγμα. Η διαφορά απορρόφησης ( $\Delta A$ ) υπολογίζεται βάση της εξίσωσης:

$$\Delta A\% = (A_{\text{control}} - A_{\text{δείγματος}}) \times 100 / A_{\text{control}}$$

## 2.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Για τον προσδιορισμό της αντιηλιακής προστασίας ενός εκχυλίσματος, χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτομετρική ανάλυση για τη μέτρηση της απορρόφησης σε συγκεκριμένα μήκη κύματος που αντιστοιχούν στο φάσμα

της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-B (290–320 nm). Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την εκτίμηση της ικανότητας του εκχυλίσματος να απορροφά ή να εμποδίζει την υπεριώδη ακτινοβολία, προσδιορίζοντας έτσι την αντηλιακή του δράση. Το υπό εξέταση εκχύλισμα παρασκευάστηκε σε κατάλληλη συγκέντρωση διαλυμένο σε νερό. Το διάλυμα αναδεύτηκε καλά ώστε να εξασφαλιστεί ομοιόμορφη κατανομή της ουσίας. Ως δείγμα μηδενισμού χρησιμοποιήθηκε νερό. Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε σε κυψελίδα χαλαζία μήκους οπτικής διαδρομής 1 cm και μετρήθηκε η απορρόφηση σε κάθε ένα από τα προαναφερόμενα μήκη κύματος (290, 295, 300, 305, 310, 315, 320 nm). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Κάθε μέτρηση απορρόφησης επαναλήφθηκε τουλάχιστον τρεις φορές για την εξασφάλιση της ακρίβειας και επαναληψιμότητας των αποτελεσμάτων. Με όμοιο τρόπο έγιναν μετρήσεις και για το έλαιο καλέντουλας το οποίο διαλύθηκε σε εξάνιο. Ο δείκτης SPF υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο προτεινόμενη από τον Mansur et al. (1986), με την εξίσωση:

$$SPF = CF * \sum_{290}^{320} EE(\lambda) * I(\lambda) * Abs(\lambda)$$

όπου:

- $EE(\lambda)$  είναι το σχετικό φασματικό ενεργειακό πρότυπο ερυθήματος της ηλιακής ακτινοβολίας.
- $I(\lambda)$  είναι η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- $CF$  ο παράγοντας διόρθωσης.
- $Abs(\lambda)$  είναι η απορρόφηση του εκχυλίσματος στα αντίστοιχα μήκη κύματος.
- $\Delta\lambda$  είναι το βήμα του μήκους κύματος.

## 2.6 ΜΕΘΟΔΟΣ HPLC

Η περιεκτικότητα των εκχυλισμάτων σε ρουτίνη και άλλες φαινολικές ενώσεις (συμπεριλαμβανομένων της καμπφερόλης-3-γλυκοσίδης, της κατεχίνης, του φερουλικού οξέος, του συριγικού οξέος, του χλωρογενικού οξέος, της κερκετίνης 3-D-γαλακτοσίδης και του νεοχλωρογενικού οξέος)

προσδιορίστηκε μέσω ανάλυσης υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση ανιχνευτή συστοιχίας διόδων (SPD-M20A) σε συνδυασμό με χρωματογράφο υγρής φάσης CBM-20A (Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Γερμανία). Για τον διαχωρισμό των ενώσεων, χρησιμοποιήθηκε στατική φάση [στήλη Phenomenex Luna C18(2) (100 Å, 5 µm, 4,6 × 250 mm; Phenomenex, Inc., Torrance, CA, USA)], η οποία τοποθετήθηκε σε κλίβανο με σταθερή θερμοκρασία στους 40°C. Ως κινητή φάση χρησιμοποιήθηκαν (Α) υδατικό διάλυμα μυρμηκικού οξέος (0,5% v/v) και (Β) μίγμα ακετονιτριλίου/νερού (6:4 v/v) με προσθήκη μυρμηκικού οξέος (0,5% v/v), ενώ ο ρυθμός ροής ορίστηκε στα 1 mL/min. Το πρόγραμμα βαθμίδωσης για την έκλουση των ενώσεων είχε ως εξής: από 5% Β έως 40% Β σε 40 λεπτά, ακολούθως από 40% Β σε 50% Β σε 10 λεπτά, και τέλος από 50% Β σε 70% Β σε 10 λεπτά, με διατήρηση σταθερού του 70% Β για 10 λεπτά. Ο συνολικός χρόνος εκτέλεσης της ανάλυσης ήταν 70 λεπτά. Η ταυτοποίηση των ενώσεων επιτεύχθηκε με σύγκριση των χρόνων κατακράτησης και των φασμάτων απορρόφησης με εκείνα των αντίστοιχων καθαρών χημικών προτύπων. Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων χρησιμοποιήθηκαν καμπύλες βαθμονόμησης, οι οποίες καλύπτουν συγκεντρώσεις από 0 έως 500 µg/mL.

## 2.7 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΜΕΛΙΟΥ

Για την παρασκευή αλείμματος μελιού, χρησιμοποιήθηκε μέλι άνθεων που προερχόταν από ορεινές περιοχές της Μακεδονίας. Η συνολική ποσότητα μελιού μεταφέρθηκε σε ένα δοχείο και υποβλήθηκε σε ανάδευση με τη χρήση κουζινομηχανής για 10-13 λεπτά σε υψηλή ταχύτητα. Η διαδικασία αυτή είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός προϊόντος με ομοιογενή και παχύρρευστη υφή, μπεζ χρώματος και με γεύση καραμέλας. Το παραγόμενο άλειμμα διαχωρίστηκε σε δύο ίσα μέρη. Στο ένα από αυτά τα μέρη προστέθηκε συμπυκνωμένο εκχύλισμα καλέντουλας, προκειμένου να εμπλουτιστεί με επιπρόσθετες βιοενεργές ενώσεις.



*Εικόνα 18: Παρασκευή αλείμματος μελιού*

## 2.8 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗΣ ΚΡΕΜΑΣ

Τα γαλακτώματα αποτελούν συστήματα που περιλαμβάνουν δύο υγρές φάσεις, το έλαιο και το νερό, στις οποίες η μία φάση είναι διασκορπισμένη στην άλλη. Τα γαλακτώματα τύπου Water-in-Oil (W/O) αποτελούνται από υδατική φάση που διασπάται σε μικρά σταγονίδια εντός μιας συνεχούς ελαιώδους φάσης. Αυτά τα γαλακτώματα χρησιμοποιούνται ευρέως για την ενθυλάκωση φαρμακευτικών ουσιών, την ακινητοποίηση ενζύμων, καθώς και για τη δημιουργία πρωτεϊνικών φαρμάκων. Η δομή τους είναι κατάλληλη για την ενσωμάτωση υδρόφιλων ενώσεων, οι οποίες προσδίδουν διάφορες λειτουργικές ιδιότητες στο γαλακτωματοποιημένο σύστημα, όπως αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική δράση. Οι βάσεις κρεμών τύπου ελαίου/νερού παρέχουν ενυδατικές ιδιότητες που είναι κατάλληλες για όλους τους τύπους δέρματος, συμπεριλαμβανομένου του ξηρού, του κανονικού και του μεικτού δέρματος. Επιπλέον, απορροφώνται εύκολα από την επιδερμίδα χωρίς να αφήνουν λιπαρή αίσθηση. Για την παρασκευή της αντιηλιακής κρέμας, προμηθεύτηκε λιπόφιλη βάση κρέμας από φαρμακείο, η οποία περιλάμβανε τα εξής συστατικά: νερό, βαζελίνη, αμυγδαλέλαιο, φυτικό έλαιο, τοκοφερόλη, παραφίνη, υδρογονωμένο και αιθοξυλιωμένο καστορέλαιο, κετυλική και κετυλοστεαρυλική αλκοόλη, λανολίνη, μικροκρυσταλλικό κηρό, ιμιδαζολιδινυλουρία, μεθυλπαραμπέν (μεθυλικός εστέρας 4-υδροξυβενζοϊκού οξέος), προπυλοπαραμπένιο και βουτυλυδροξυτολουόλιο (BHT). Σε δοχείο

των 25 mL, ζυγίστηκαν και αναμίχθηκαν 25 g της λιπόφιλης βάσης κρέμας και 0,2 g ελαίου καλέντουλας. Το παραγόμενο προϊόν ήταν μια αντιηλιακή κρέμα με παχύρευστη υφή, έντονο κίτρινο χρώμα και λουλουδένια οσμή.



Εικόνα 19: Παρασκευή αντιηλιακής κρέμας

## 2.9 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Είκοσι συμμετέχοντες κλήθηκαν να βαθμολογήσουν με κλίμακα (1-5) 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 *C.officinalis* με βάση οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως η γεύση, η οσμή, το χρώμα, η υφή, η στυφότητα και η ένταση καλέντουλας. Παράλληλα αξιολογήθηκε η αντιηλιακή κρέμα με έλαιο *C.officinalis* ως προς το άρωμα, το χρώμα, την υφή, τη λιπαρότητα και την απορροφητικότητα.

### 2.9.1 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΛΙΟΥ

Αξιολογήστε το προϊόν με κλίμακα 1-5 (πολύ κακό έως άριστο) με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

#### 1. Γεύση

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 2. Οσμή

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 3. Χρώμα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 4. Υφή

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 5. Στυφότητα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 6. Γενική εντύπωση προϊόντος

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 7. Θα αγοράζατε αυτό το προϊόν για κατανάλωση;

- ☐ ΝΑΙ  
☐ ΟΧΙ

#### 8. Παρατηρήσεις και σχόλια για το προϊόν

---

## 2.9.2 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΛΙΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΟ ΜΕ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ

Αξιολογήστε το προϊόν με κλίμακα 1-5 (πολύ κακό έως άριστο) με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

### 1.Γεύση

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

### 2.Ένταση καλέντουλας

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

### 3.Οσμή

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

### 4.Χρώμα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

### 5.Υφή

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

### 6.Στυφότητα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

### 7.Γενική εντύπωση προϊόντος

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

### 8.Θα αγοράζατε αυτό το προϊόν για κατανάλωση;

- ☐ ΝΑΙ  
☐ ΟΧΙ

### 9.Ποιο από τα 2 προϊόντα θα προτιμούσατε:

- ☐ Σκέτο άλειμμα μελιού  
☐ Άλειμμα μελιού εμπλουτισμένο με εκχύλισμα καλέντουλας

### 10.Παρατηρήσεις και σχόλια για το προϊόν

---

### 2.9.3 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΗ ΚΡΕΜΑ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΕΝΗ ΜΕ ΕΛΑΙΟ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ

Αξιολογήστε το προϊόν με κλίμακα 1-5 (πολύ κακό έως άριστο) με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

#### 1.Αρωμα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 2.Χρώμα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 3.Υφή

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 4.Λιπαρότητα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 5.Απορροφητικότητα

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 6.Γενική εντύπωση προϊόντος

|             |        |          |        |          |
|-------------|--------|----------|--------|----------|
| 1→Πολύ κακό | 2→Κακό | 3→Μέτριο | 4→Καλό | 5→Άριστο |
|             |        |          |        |          |

#### 7.Θα αγοράζατε αυτό το προϊόν για χρήση;

- ☐ ΝΑΙ  
☐ ΟΧΙ

#### 8. Παρατηρήσεις και σχόλια για το προϊόν

---

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 ΠΟΛΥΦΑΙΝΟΛΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ (TPC)

Οι διαφορετικές παράμετροι εκχύλισης είχαν σημαντική επίδραση στην περιεκτικότητα σε ολικές πολυφαινόλες (TPC) στα εκχυλίσματα του φυτού *C.officinalis*. Όπως αναφέρεται αναλυτικά στον Πίνακα 4, η περιεκτικότητα των TPC κυμάνθηκε από 0,53 mg ισοδύναμα γαλλικού οξέος ανά γραμμάριο εκχυλίσματος (GAE/g) έως 24,96 mg GAE/g. Η μέγιστη συγκέντρωση ολικών πολυφαινολών παρατηρήθηκε με τη χρήση αιθανόλης (EtOH) 25% ως διαλύτη, σε θερμοκρασία εκχύλισης 80°C και για διάρκεια εκχύλισης 90 λεπτών. Αυτές οι συνθήκες φαίνεται να βελτιστοποιούν την απόδοση των φαινολικών ενώσεων, υποδηλώνοντας ότι η επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων εκχύλισης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας.

Προηγούμενες μελέτες που αξιολόγησαν την εκχύλιση φαινολικών ενώσεων από το φυτό *C.officinalis* επιβεβαιώνουν την επίδραση των διαφορετικών διαλυτών και συνθηκών εκχύλισης στα αποτελέσματα. Σύμφωνα με την έρευνα των Sytar et al. (2018), τα εκχυλίσματα φύλλων της *C.officinalis* είχαν την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες μεταξύ των μεθανολικών εκχυλισμάτων φύλλων φυτών της οικογένειας Asteraceae, φθάνοντας τα  $1,125 \pm 0,153$  mg/g. Η μελέτη των Olennikov και Kashchenko (2014) ανέφερε ότι η συνολική περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις στο αιθανολικό εκχύλισμα των φύλλων *C. officinalis* κυμάνθηκε από 29,21 έως 50,24 mg/g, ανάλογα με την ποικιλία. Αντίθετα, η έρευνα του Piekut (2018) έδειξε ότι το αιθανολικό εκχύλισμα από τα άνθη του φυτού είχε σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις, μόλις 6,19 mg/g. Επιπλέον, η μελέτη των Petkova et al. έδειξε ότι τα εκχυλίσματα *C. officinalis* είχαν περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις  $16,49 \pm 0,20$  mg/g, ενώ το αφέψημα του φυτού είχε υψηλότερη συγκέντρωση,  $19,44 \pm 0,04$  mg/g. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι Mubashar Sabir et al. (2015) παρατήρησαν υψηλότερες τιμές TPC στα υδατικά εκχυλίσματα λουλουδιών και φύλλων, που έφθασαν τα  $72,91 \pm 2,1$  mg/g και  $23,1 \pm 0,8$  mg/g, αντίστοιχα. Τέλος, οι Krochmal-Marczak και Kiełtyka-Dadasiewicz (2018) αναφέρουν σημαντική διακύμανση στην

περιεκτικότητα πολυφαινολών, που κυμαίνεται από 0,06 έως 3,64 mg/g, ανάλογα με τον χρόνο εκχύλισης και τη θερμοκρασία.

Τα δεδομένα από τον Πίνακα 4 δείχνουν ότι η περιεκτικότητα σε TPC ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των δειγμάτων, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στις διαφοροποιήσεις των συνθηκών εκχύλισης, όπως η συγκέντρωση του διαλύτη, η θερμοκρασία, η διάρκεια της εκχύλισης και ο τύπος του χρησιμοποιούμενου διαλύτη. Για παράδειγμα, οι υψηλότερες τιμές TPC (24,96 mg GAE/g) παρατηρήθηκαν στο δείγμα 6γ, το οποίο εκχυλίστηκε με 25% αιθανόλη σε θερμοκρασία 80°C για 90 λεπτά. Αυτό το αποτέλεσμα πιθανώς οφείλεται στην αυξημένη ικανότητα διάλυσης των φαινολικών ενώσεων από την αιθανόλη σε συνδυασμό με την υψηλότερη θερμοκρασία. Η αιθανόλη είναι γνωστή για την ικανότητά της να διαλύει ένα ευρύ φάσμα φαινολικών ενώσεων, και η θερμοκρασία των 80°C πιθανώς προάγει την απελευθέρωση και διάλυση των φαινολικών ενώσεων από τα φυτικά κύτταρα.

Αντίθετα, τα εκχυλίσματα που χρησιμοποιούν μόνο νερό (0% EtOH), είτε σε θερμοκρασία 20°C είτε σε υψηλότερες θερμοκρασίες, παρουσίασαν γενικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε TPC. Για παράδειγμα, το δείγμα 13α, το οποίο εκχυλίστηκε μόνο με νερό σε θερμοκρασία 20°C για 30 λεπτά, παρουσίασε την χαμηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες, μόλις 0,53 mg GAE/g. Το νερό ως διαλύτης, σε συνδυασμό με χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενδέχεται να έχει περιορισμένη ικανότητα διάλυσης των πολυφαινολών, λόγω της περιορισμένης διάλυσης και διαπερατότητας που προσφέρει στους φυτικούς ιστούς.

Τα αποτελέσματα για τα δείγματα που χρησιμοποιούν υψηλές συγκεντρώσεις αιθανόλης (50% και 75%) ή πλήρη αιθανόλη (100%) αποδεικνύουν την επίδραση της συγκέντρωσης του διαλύτη στην περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες. Τα εκχυλίσματα με 50% αιθανόλη παρουσίασαν μεταβλητές τιμές TPC, με την υψηλότερη τιμή να επιτυγχάνεται στο δείγμα 9γ (24,96 mg GAE/g), ενώ τα εκχυλίσματα με 75% και 100% αιθανόλη παρουσίασαν επίσης σημαντικές μεταβολές, με υψηλότερες περιεκτικότητες να παρατηρούνται συνήθως με την αύξηση της διάρκειας εκχύλισης. Ειδικότερα, το δείγμα 15γ, που εκχυλίστηκε με 100% αιθανόλη σε 80°C για 90 λεπτά, έφθασε σε περιεκτικότητα 24,96 mg GAE/g,

επιβεβαιώνοντας την ισχυρή επίδραση της συγκέντρωσης του διαλύτη και της θερμοκρασίας στην αποδοτικότητα εκχύλισης.

Σημαντική είναι η παρατήρηση ότι οι μικρές αλλαγές στις συνθήκες εκχύλισης, όπως η διάρκεια της εκχύλισης και η θερμοκρασία, μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες. Για παράδειγμα, η αύξηση της διάρκειας εκχύλισης από 30 σε 90 λεπτά σε συνδυασμό με 25% αιθανόλη (από δείγμα 4α σε 4γ) οδήγησε σε αύξηση της περιεκτικότητας σε TPC, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας εκχύλισης. Η ίδια τάση παρατηρήθηκε και με αυξημένες συγκεντρώσεις αιθανόλης, με τα εκχυλίσματα των δειγμάτων που περιέχουν 50% και 75% αιθανόλη να παρουσιάζουν επίσης υψηλότερες περιεκτικότητες σε TPC με την αύξηση της διάρκειας εκχύλισης.

Συνολικά, τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν ότι η βελτιστοποίηση των παραμέτρων εκχύλισης είναι κρίσιμη για την αύξηση της περιεκτικότητας των πολυφαινολών στα εκχυλίσματα της *C. officinalis*. Καθώς οι φαινολικές ενώσεις έχουν αποδεδειγμένες αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις και αντικαρκινικές ιδιότητες, η ενίσχυση της αποδοτικότητας της εκχύλισης είναι ζωτικής σημασίας για την αξιοποίηση αυτών των βιοδραστικών συστατικών σε εφαρμογές τροφίμων, καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων.

| Δείγματα | Σύσταση Διαλύτη (%EtOH) | Θερμοκρασία Εκχύλισης (°C) | Χρόνος Εκχύλισης (min) | TPC (mg GAE/g) |
|----------|-------------------------|----------------------------|------------------------|----------------|
| 1α       | 0                       | 20                         | 30                     | 16,2           |
| 1β       | 0                       | 20                         | 60                     | 18,25          |
| 1γ       | 0                       | 20                         | 90                     | 17,54          |
| 2α       | 0                       | 50                         | 30                     | 17,57          |
| 2β       | 0                       | 50                         | 60                     | 22,39          |
| 2γ       | 0                       | 50                         | 90                     | 18,27          |
| 3α       | 0                       | 80                         | 30                     | 17,37          |
| 3β       | 0                       | 80                         | 60                     | 14,55          |
| 3γ       | 0                       | 80                         | 90                     | 12,72          |
| 4α       | 25                      | 20                         | 30                     | 22,66          |
| 4β       | 25                      | 20                         | 60                     | 20,34          |
| 4γ       | 25                      | 20                         | 90                     | 19,68          |
| 5α       | 25                      | 50                         | 30                     | 18,42          |
| 5β       | 25                      | 50                         | 60                     | 14,77          |
| 5γ       | 25                      | 50                         | 90                     | 24,39          |

|     |     |    |    |       |
|-----|-----|----|----|-------|
| 6α  | 25  | 80 | 30 | 14,49 |
| 6β  | 25  | 80 | 60 | 10,71 |
| 6γ  | 25  | 80 | 90 | 24,96 |
| 7α  | 50  | 20 | 30 | 16,39 |
| 7β  | 50  | 20 | 60 | 12,55 |
| 7γ  | 50  | 20 | 90 | 15,90 |
| 8α  | 50  | 50 | 30 | 17,37 |
| 8β  | 50  | 50 | 60 | 12,56 |
| 8γ  | 50  | 50 | 90 | 12,84 |
| 9α  | 50  | 80 | 30 | 10,51 |
| 9β  | 50  | 80 | 60 | 6,27  |
| 9γ  | 50  | 80 | 90 | 12,35 |
| 10α | 75  | 20 | 30 | 8,52  |
| 10β | 75  | 20 | 60 | 9,24  |
| 10γ | 75  | 20 | 90 | 9,87  |
| 11α | 75  | 50 | 30 | 12,76 |
| 11β | 75  | 50 | 60 | 13,93 |
| 11γ | 75  | 50 | 90 | 13,66 |
| 12α | 75  | 80 | 30 | 11,62 |
| 12β | 75  | 80 | 60 | 13,44 |
| 12γ | 75  | 80 | 90 | 13,08 |
| 13α | 100 | 20 | 30 | 0,53  |
| 13β | 100 | 20 | 60 | 1,34  |
| 13γ | 100 | 20 | 90 | 2,00  |
| 14α | 100 | 50 | 30 | 3,59  |
| 14β | 100 | 50 | 60 | 4,86  |
| 14γ | 100 | 50 | 90 | 5,44  |
| 15α | 100 | 80 | 30 | 2,58  |
| 15β | 100 | 80 | 60 | 3,37  |
| 15γ | 100 | 80 | 90 | 3,61  |

Πίνακας 4: Περιεκτικότητα ολικών πολυφαινολών (TPC)

### 3.2 ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ (FRAP-DPPH)

Η προσδιορισμένη αντιοξειδωτική δράση των εκχυλισμάτων του φυτού *C.officinalis* αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας τη μέθοδο FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), με τα αποτελέσματα να καταγράφονται στον Πίνακα 6. Οι τιμές της αντιοξειδωτικής ικανότητας κυμάνθηκαν από 9,45 μmol AAE/g έως 81,51 μmol AAE/g. Η βέλτιστη απόδοση επιτεύχθηκε με χρήση αιθανόλης (EtOH) 25% σε θερμοκρασία 50°C και διάρκεια εκχύλισης 90 λεπτά. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δείχνει σημαντικές διακυμάνσεις στην αντιοξειδωτική δράση ανάλογα με τις παραμέτρους εκχύλισης. Τα δείγματα που εκχυλίστηκαν με 25% EtOH σε θερμοκρασία 50°C παρουσίασαν υψηλές

τιμές FRAP, με το δείγμα 6γ να φτάνει τη μέγιστη τιμή των 81,51  $\mu\text{mol AAE/g}$ . Αυτό υποδεικνύει ότι η συγκεκριμένη σύσταση διαλύτη και θερμοκρασίας είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στη διάσπαση των φαινολικών ενώσεων και στη βελτίωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας. Στον Πίνακα 7, παρατίθεται η αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας με τη μέθοδο DPPH (2,2-διφαινυλ-1-πικρυλχινυδιδράζυλο). Το δείγμα που παρουσίασε τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση μέσω της μεθόδου DPPH ήταν το εκχύλισμα που είχε μέση τιμή 42,03  $\mu\text{mol AAR/g}$ . Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν εν μέρει με τα ευρήματα από τη μέθοδο FRAP, επιβεβαιώνοντας την ισχυρή αντιοξειδωτική δράση των εκχυλισμάτων με συγκεκριμένες παραμέτρους εκχύλισης.

Συγκριτική ανάλυση μελέτης των Graziela Bragueto Escher et al. (2019) παρουσιάζεται στον Πίνακα 5. Οι αναλογίες των διαλυτών νερού ( $\text{H}_2\text{O}$ ) και αιθανόλης (EtOH) επηρεάζουν την αντιοξειδωτική ικανότητα των εκχυλισμάτων. Στην έρευνα αυτή, το λυοφιλοποιημένο εκχύλισμα που παρασκευάστηκε με αναλογία 75%  $\text{H}_2\text{O}$  και 25% EtOH παρουσίασε υψηλότερες τιμές τόσο στη μέθοδο DPPH όσο και στη μέθοδο FRAP, γεγονός που υποδηλώνει την αποτελεσματικότητα αυτής της αναλογίας στη διάλυση των πολυφαινολών.

| Δείγματα | $\text{H}_2\text{O}$ (%) | EtOH (%) | Total Phenolic Content (mg GAE/100g) | DPPH (mg AAE/100g) | FRAP (mg AAE/100g) |
|----------|--------------------------|----------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1        | 100                      | 0        | 180±2c                               | 113±0b             | 272±13b            |
| 2        | 75                       | 25       | 207±3b                               | 129±2a             | 326±2a             |
| 3        | 50                       | 50       | 217±3a                               | 113±2b             | 315±10a            |
| 4        | 25                       | 75       | 206±6b                               | 102±6c             | 285±3b             |
| 5        | 0                        | 100      | 123±4d                               | 29±1d              | 133±2c             |

Πίνακας 5: Αποτελέσματα συγκριτικής έρευνας

| Δείγματα | Σύσταση<br>Διαλύτη<br>(%EtOH) | Θερμοκρασία<br>Εκχύλισης<br>(°C) | Χρόνος<br>Εκχύλισης<br>(min) | M.O   |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------|
| 1α       | 0                             | 20                               | 30                           | 37,98 |
| 1β       | 0                             | 20                               | 60                           | 34,44 |
| 1γ       | 0                             | 20                               | 90                           | 24,04 |
| 2α       | 0                             | 50                               | 30                           | 44,53 |
| 2β       | 0                             | 50                               | 60                           | 42,73 |
| 2γ       | 0                             | 50                               | 90                           | 30,18 |
| 3α       | 0                             | 80                               | 30                           | 55,51 |
| 3β       | 0                             | 80                               | 60                           | 67,03 |
| 3γ       | 0                             | 80                               | 90                           | 48,44 |
| 4α       | 25                            | 20                               | 30                           | 19,86 |
| 4β       | 25                            | 20                               | 60                           | 14,32 |
| 4γ       | 25                            | 20                               | 90                           | 19,15 |
| 5α       | 25                            | 50                               | 30                           | 56,51 |
| 5β       | 25                            | 50                               | 60                           | 76,01 |
| 5γ       | 25                            | 50                               | 90                           | 81,51 |
| 6α       | 25                            | 80                               | 30                           | 79,44 |
| 6β       | 25                            | 80                               | 60                           | 81,02 |
| 6γ       | 25                            | 80                               | 90                           | 70,10 |
| 7α       | 50                            | 20                               | 30                           | 57,45 |
| 7β       | 50                            | 20                               | 60                           | 57,56 |
| 7γ       | 50                            | 20                               | 90                           | 51,62 |
| 8α       | 50                            | 50                               | 30                           | 58,51 |
| 8β       | 50                            | 50                               | 60                           | 61,35 |
| 8γ       | 50                            | 50                               | 90                           | 72,05 |
| 9α       | 50                            | 80                               | 30                           | 62,68 |
| 9β       | 50                            | 80                               | 60                           | 64,20 |
| 9γ       | 50                            | 80                               | 90                           | 59,39 |
| 10α      | 75                            | 20                               | 30                           | 42,02 |
| 10β      | 75                            | 20                               | 60                           | 32,87 |
| 10γ      | 75                            | 20                               | 90                           | 34,04 |
| 11α      | 75                            | 50                               | 30                           | 48,84 |
| 11β      | 75                            | 50                               | 60                           | 49,13 |
| 11γ      | 75                            | 50                               | 90                           | 56,52 |
| 12α      | 75                            | 80                               | 30                           | 46,09 |
| 12β      | 75                            | 80                               | 60                           | 60,72 |
| 12γ      | 75                            | 80                               | 90                           | 59,14 |
| 13α      | 100                           | 20                               | 30                           | 12,57 |
| 13β      | 100                           | 20                               | 60                           | 9,45  |
| 13γ      | 100                           | 20                               | 90                           | 11,02 |
| 14α      | 100                           | 50                               | 30                           | 24,40 |
| 14β      | 100                           | 50                               | 60                           | 18,54 |
| 14γ      | 100                           | 50                               | 90                           | 20,74 |
| 15α      | 100                           | 80                               | 30                           | 12,84 |
| 15β      | 100                           | 80                               | 60                           | 9,46  |
| 15γ      | 100                           | 80                               | 90                           | 14,08 |

Πίνακας 6: Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας(FRAP)

|                              |                                          |
|------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Δείγμα</b>                | <b>AAR(<math>\mu\text{mol/g}</math>)</b> |
| <b>Εκχύλισμα καλέντουλας</b> | <b>42,03</b>                             |

*Πίνακας 7: Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας(DPPH)*

Η μεταβλητότητα στις αντιοξειδωτικές ικανότητες των εκχυλισμάτων οφείλεται πιθανώς στην ικανότητα των διαφορετικών διαλυτών να διαλύουν και να απομακρύνουν διάφορες ομάδες φαινολικών ενώσεων με διαφορετική πολικότητα. Η υψηλότερη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ενώσεις παρατηρείται συνήθως σε εκχυλίσματα που χρησιμοποιούν συνδυασμό νερού και αιθανόλης, καθώς αυτή η αναλογία συνδυάζει τα πλεονεκτήματα και των δύο διαλυτών. Επιπλέον, η διάρκεια εκχύλισης φαίνεται να παίζει κρίσιμο ρόλο στη μέγιστη αποδοτικότητα. Τα δείγματα που εκχυλίστηκαν για 90 λεπτά παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές FRAP και DPPH, υποδεικνύοντας ότι η μακρύτερη διάρκεια επιτρέπει την πλήρη απελευθέρωση των αντιοξειδωτικών ενώσεων από τα φυτικά κυτταρικά τοιχώματα. Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η βέλτιστη στρατηγική για την επίτευξη υψηλής αντιοξειδωτικής δράσης περιλαμβάνει τη χρήση αιθανόλης σε συνδυασμό με θερμοκρασία 50°C και διάρκεια εκχύλισης 90 λεπτών. Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη νέων φυσικών προϊόντων με ενισχυμένη αντιοξειδωτική ικανότητα, προωθώντας την υγιεινή διατροφή και την ανάπτυξη προϊόντων υγείας.

### 3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΟΣ

Η συγκέντρωση των φυτικών ενώσεων σε ένα εκχύλισμα επηρεάζεται από μια σειρά παραμέτρων, οι οποίες περιλαμβάνουν τον τύπο και την αναλογία των διαλυτών, τον χρόνο και τη θερμοκρασία εκχύλισης, καθώς και τη χημική σύνθεση και τις φυσικές ιδιότητες του φυτικού υλικού. Επιπλέον, οι κλιματικές συνθήκες και η περιοχή ανάπτυξης του φυτού έχουν σημαντική επίδραση στις χημικές ενώσεις που περιέχει το φυτό. Αυτές οι μεταβλητές συνιστούν σημαντικές παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ανάπτυξη και τη χρήση φυτικών εκχυλισμάτων, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά τροφίμων, καθώς η μεταβλητότητα στη

χημική σύνθεση μεταξύ διαφορετικών παρτίδων μπορεί να προκαλέσει σημαντικές διακυμάνσεις στην αποτελεσματικότητα (Kryszczukil.P., 2023).

Οι πολυφαινόλες, οι οποίες είναι βιοδραστικές ενώσεις με μέτρια πολικότητα, απαιτούν την επιλογή του κατάλληλου διαλύτη για την αποδοτική εκχύλιση. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι το μείγμα αιθανόλης-νερού σε αναλογία 25% αιθανόλη και 75% νερό είναι ο καταλληλότερος διαλύτης για την εκχύλιση πολυφαινολών από το φυτό. Η θερμοκρασία αποτελεί κρίσιμο παράγοντα που επηρεάζει την απόδοση της εκχύλισης, καθώς οι υψηλότερες θερμοκρασίες (50°C και 80°C) φαίνεται να ενισχύουν την απομόνωση των βιοδραστικών ενώσεων, ενώ οι χαμηλές θερμοκρασίες (20°C) δεν είναι εξίσου αποτελεσματικές.

Αναλύοντας τα αποτελέσματα από τις τρεις μεθόδους αξιολόγησης (Folin-Ciocalteu, FRAP, DPPH), οι βέλτιστες συνθήκες εκχύλισης διαπιστώθηκαν να είναι 80°C για διάρκεια 60 λεπτών, χρησιμοποιώντας 100% νερό ως διαλύτη. Υπό αυτές τις συνθήκες, το επιλεγμένο δείγμα παρουσίασε περιεκτικότητα ολικών πολυφαινολών 14,55 mg ισοδύναμα γαλλικού οξέος (GAE/g). Ειδικότερα, η μέθοδος FRAP ανέδειξε μια τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας 67,03  $\mu\text{mol AAE/g}$ , ενώ η μέθοδος DPPH παρουσίασε ικανότητα δέσμευσης ελεύθερων ριζών 42,03  $\mu\text{mol AAE/g}$ .

Η ανάλυση των δεδομένων επιβεβαιώνει ότι η βελτιστοποίηση των συνθηκών εκχύλισης είναι κρίσιμη για την εξαγωγή και αξιολόγηση φυτικών εκχυλισμάτων. Η αποτελεσματικότητα του διαλύτη, της θερμοκρασίας και του χρόνου εκχύλισης είναι αλληλένδετες και πρέπει να ρυθμιστούν προσεκτικά για την επίτευξη υψηλής απόδοσης και σταθερότητας των φυτικών εκχυλισμάτων. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για την ανάπτυξη προτύπων για την παρασκευή φυτικών εκχυλισμάτων με αυξημένη βιοδραστικότητα και αντιοξειδωτικές ιδιότητες, παρέχοντας έτσι σημαντική συμβολή στην εφαρμογή των φυτικών εκχυλισμάτων σε βιομηχανικές και θεραπευτικές χρήσεις.

### 3.4 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑ

Αναλύοντας το χρωματογράφημα (Διάγραμμα 1), προκύπτει ότι το φυτό *C.officinalis* περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις σε τρεις σημαντικές φυτικές ενώσεις: ρουτίνη, κατεχίνη και καμφερόλη-3-γλυκοσίδη. Αυτές οι ενώσεις είναι γνωστές για τις ισχυρές βιολογικές τους δραστηριότητες και τις ευεργετικές τους επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία. Η ρουτίνη, ένα φλαβονοειδές που εντοπίζεται σε ποικιλία φρούτων και λαχανικών, είναι αναγνωρίσιμη για τις αντιοξειδωτικές της ιδιότητες. Ενισχύει την κυκλοφορία του αίματος, προστατεύει τα αιμοφόρα αγγεία και έχει αντιφλεγμονώδη δράση. Επιπλέον, διαθέτει αντικαρκινικές ιδιότητες και συμβάλλει στη διατήρηση της φυσιολογικής λειτουργίας του ανοσοποιητικού συστήματος. Η παρουσία της ρουτίνης στο φυτό *C. officinalis* ενισχύει την αναγνώριση του φυτού ως πηγή φυσικών ενώσεων με πιθανές θεραπευτικές εφαρμογές.

Οι κατεχίνες, οι οποίες ανήκουν επίσης στην οικογένεια των φλαβονοειδών, είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά λόγω της παρουσίας πολυάριθμων υδροξυλομάδων στη χημική τους δομή. Αυτές οι ενώσεις συμβάλλουν στην απομάκρυνση των ενεργών ειδών οξυγόνου, στην αναστολή του σχηματισμού ελεύθερων ριζών και στην πρόληψη της υπεροξειδωσης λιπιδίων. Η προστατευτική τους δράση επεκτείνεται στην καρδιά και τα αγγεία, όπου ενισχύουν τους αντιοξειδωτικούς μηχανισμούς του σώματος και ρυθμίζουν το λιπιδικό προφίλ. Επιπλέον, οι κατεχίνες προσφέρουν αντιφλεγμονώδη και νευροπροστατευτική δράση κατά της εγκεφαλικής ισχαιμίας, προάγουν τη θερμογένεση και βελτιώνουν την ευαισθησία στην ινσουλίνη, σύμφωνα με τις έρευνες του Musial (2020).

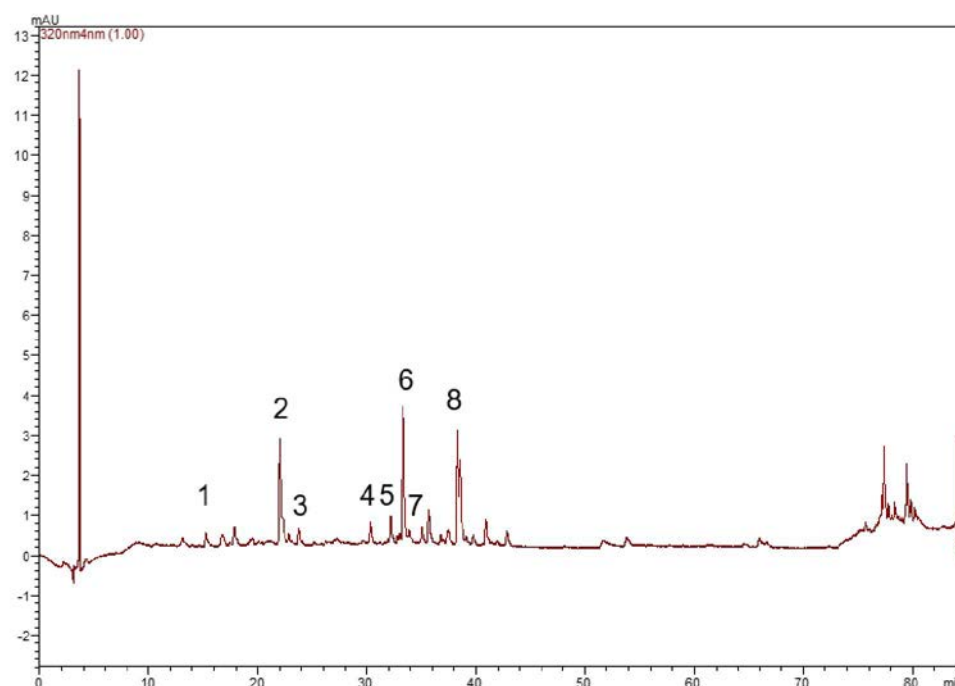
Η καμφερόλη είναι ένα άλλο φλαβονοειδές που βρίσκεται συχνά σε διάφορα λαχανικά, φρούτα και παραδοσιακά φάρμακα. Στην καμφερόλη, η οποία συχνά συναντάται στη γλυκοσιδική της μορφή, δεσμεύεται με γλυκόζη, τηραμνόζη, γαλακτόζη και ρουτινόζη. Τα θεραπευτικά της αποτελέσματα είναι ποικίλα και περιλαμβάνουν αντιφλεγμονώδη, αντιοξειδωτική, καρδιοπροστατευτική, αντικαρκινική, αντιδιαβητική και νευροπροστατευτική δράση. Η παρουσία της καμφερόλης-3-γλυκοσίδης στο φυτό *C.officinalis*

ενισχύει τη βιολογική αξία του φυτού, κάνοντάς το σημαντική πηγή αυτών των ευεργετικών φλαβονοειδών (Rashed, 2020).

Συνολικά, οι υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των φυτικών ενώσεων στο φυτό *C.officinalis* επιβεβαιώνουν τις διαδεδομένες γνώσεις για την πλούσια χημική σύνθεση του φυτού και υπογραμμίζουν τις δυνατότητές του για εφαρμογές στη φυσική θεραπεία και στην ανάπτυξη προϊόντων υγείας. Η παρουσία και η συνδυασμένη δράση της ρουτίνης, των κατεχινών και της καμφερόλης συμβάλλουν στην αναγνωρίσιμη βιολογική αξία του φυτού, προσφέροντας ενδείξεις για μελλοντικές έρευνες και εφαρμογές.

|   |                           |          |
|---|---------------------------|----------|
| 1 | Neochlorogenic acid       | 0,188627 |
| 2 | Catechin                  | 3,050912 |
| 3 | Chlorogenic acid          | 0,285194 |
| 4 | Syringic acid             | 0,318754 |
| 5 | Ferulic acid              | 0,38561  |
| 6 | Rutin                     | 4,036214 |
| 7 | Quercetin 3-D-galactoside | 0,245973 |
| 8 | Kaempferol-3-glucoside    | 3,304763 |
|   | Total intedified          | 11,81605 |

Πίνακας 8: Περιεκτικότητα βέλτιστου εκχυλίσματος *Calendula officinalis* σε φαινολικές ενώσεις



Διάγραμμα 1:Χρωματογράφημα(HPLC) βέλτιστου εκχυλίσματος *Calendula officinalis*

### 3.5 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΙΟΥ ΚΑΛΕΝΤΟΥΛΑΣ

Η αντιηλιακή δράση των εκχυλισμάτων φυτών και των φυσικών ελαίων έχει αναγνωριστεί ως σημαντικός παράγοντας για την προστασία του δέρματος από τις βλαπτικές επιδράσεις της ηλιακής ακτινοβολίας. Στην παρούσα μελέτη, εξετάστηκε η αντιηλιακή δράση ενός σκευάσματος με βάση το έλαιο καλέντουλας, μέσω της αξιολόγησης της ικανότητάς τους να προσφέρουν προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία. Η αξιολόγηση της αντιηλιακής δράσης πραγματοποιήθηκε μέσω δοκιμών που περιλάμβαναν μετρήσεις του δείκτη προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία (SPF) και της ικανότητας απορρόφησης των υπεριωδών ακτινών.

Αξιολογώντας τα αποτελέσματα απορρόφησης υπεριώδους ακτινοβολίας και χρησιμοποιώντας την εξίσωση Mansur, το αναραίωτο έλαιο καλέντουλας παρουσιάζει εξαιρετικό δείκτη SPF 638. Αυτός ο υψηλός δείκτης SPF υποδεικνύει την ικανότητα του ελαίου καλέντουλας να προσφέρει ενισχυμένη προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία, καθιστώντας το ένα χρήσιμο συστατικό για την παρασκευή αντιηλιακής κρέμας με υψηλό δείκτη προστασίας.

Σύμφωνα με τη μελέτη των A.K. Mishra et al. (2012), παρασκευάστηκε κρέμα με 5% περιεκτικότητα σε απομονωμένο έλαιο από άνθη *C.officinalis*, και προσδιορίστηκε in vitro η αντιηλιακή της δράση. Η κρέμα, αραιωμένη με αιθανόλη, υποβλήθηκε σε φασματοφωτομετρική ανάλυση υπεριώδους ακτινοβολίας στο εύρος 290-320 nm, και ο δείκτης SPF προσδιορίστηκε μέσω της εξίσωσης Mansur. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν μια ικανοποιητική αντιηλιακή δράση με δείκτη SPF  $14,84 \pm 0,16$ , επισημαίνοντας την αξιοσημείωτη ικανότητα του ελαίου να προσφέρει προστασία από τις υπεριώδεις ακτίνες. Επιπλέον, η έρευνα των Alka Lohani et al. (2019) εξετάζει τον προσδιορισμό του SPF για διάλυμα ελαίου *C.officinalis* συγκέντρωσης 0,1%, το οποίο αραιώθηκε σε αιθανόλη. Η απορρόφηση του δείγματος καταγράφηκε με φασματοφωτόμετρο υπεριώδους ακτινοβολίας στην περιοχή 290-320 nm, χρησιμοποιώντας αιθανόλη ως τυφλό. Οι τρεις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε σημείο οδήγησαν στον υπολογισμό του SPF με

την εξίσωση Mansur, προκύπτοντας δείκτης SPF 8,36. Παρά τον χαρακτηρισμό του SPF ως χαμηλό, η μελέτη υπογραμμίζει τη δυνατότητα του ελαίου να ενσωματωθεί σε αντιηλιακές συνθέσεις λόγω της αντιηλιακής του δράσης. Συνολικά, τα αποτελέσματα των ερευνών υποδεικνύουν ότι το έλαιο καλέντουλας έχει την ικανότητα να προσφέρει προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία, και η χρήση του σε αντιηλιακές κρέμες μπορεί να είναι ευεργετική για την ενίσχυση της προστασίας του δέρματος από τις βλαβερές επιδράσεις του ήλιου.

### 3.6 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Με βάση τα παρακάτω αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν, οι αναλύσεις των εκχυλισμάτων από το φυτό *C.officinalis* οδήγησαν στην επιλογή του βέλτιστου εκχυλίσματος, το οποίο επιλέχθηκε για την παρασκευή δύο διαφορετικών προϊόντων με βασικό στόχο την αξιολόγηση των αντιηλιακών του ιδιοτήτων.

Το βέλτιστο εκχύλισμα καλέντουλας, το οποίο παρουσίασε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και αντιοξειδωτική δραστηριότητα, χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή ενός εμπλουτισμένου αλείμματος μελιού. Η επιλογή του συγκεκριμένου εκχυλίσματος βασίστηκε στις βέλτιστες τιμές που προέκυψαν κατά τις αναλύσεις και την ικανότητά του να συνδυάζεται με το μέλι, προσφέροντας επιπλέον θρεπτικά και αντιοξειδωτικά οφέλη. Το αλείμμα μελιού με εκχύλισμα καλέντουλας σχεδιάστηκε με σκοπό να επωφεληθεί από τις βιοδραστικές ενώσεις του καλέντουλας, προσφέροντας πλούσιο προφίλ αντιοξειδωτικών συστατικών και ενισχύοντας τις θρεπτικές του ιδιότητες. Το προϊόν έχει αξιοσημείωτες δυνατότητες ως λειτουργικό τρόφιμο που ενισχύει τη διατροφή και την ευεξία.

Το έλαιο καλέντουλας, το οποίο εμφάνισε υψηλό δείκτη SPF, χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή μιας αντιηλιακής κρέμας με στόχο την αποτελεσματική προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία. Η κρέμα σχεδιάστηκε να ενσωματώνει τις ευεργετικές ιδιότητες του ελαίου καλέντουλας, το οποίο συνδυάζει ισχυρές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Η επιλογή του ελαίου βασίστηκε στην ανάλυση

των αποτελεσμάτων που ανέδειξαν την ικανότητά του να παρέχει υψηλό δείκτη SPF, καθιστώντας την κρέμα κατάλληλη για καθημερινή χρήση και έκθεση στον ήλιο. Η κρέμα αυτή προσφέρει προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία ενώ ενισχύει την υγεία του δέρματος, αξιοποιώντας τις πλούσιες βιοδραστικές ουσίες του καλέντουλας.

Συνολικά, η παρασκευή και η αξιολόγηση των προϊόντων με βάση τα επιλεγμένα εκχυλίσματα της καλέντουλας αναδεικνύει τη σημαντική συνεισφορά των φυτικών συστατικών σε διάφορους τομείς εφαρμογής, από τη διατροφή μέχρι την προστασία του δέρματος. Η στρατηγική αυτή εξασφαλίζει την αξιοποίηση των βιολογικών ιδιοτήτων των εκχυλισμάτων για τη δημιουργία προϊόντων που συνδυάζουν την αποτελεσματικότητα με τη φυσική προέλευση.

Τα προϊόντα που παρασκευάστηκαν φαίνονται στις εικόνες 20 και 21.



*Εικόνα 20: Τελικά αλείμματα μελιού*



*Εικόνα 21: Αντιηλιακή κρέμα καλέντουλας*

### 3.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η οργανοληπτική αξιολόγηση των αλειμμάτων μελιού, όπως αποτυπώνεται στον Πίνακα 9, αποκαλύπτει διαφοροποιήσεις στη γεύση, την οσμή, το χρώμα, την υφή, τη στυφότητα και τη γενική εντύπωση μεταξύ του σκέτου αλείμματος μελιού και του εμπλουτισμένου αλείμματος με εκχύλισμα καλέντουλας.

|                           | Σκέτο αλείμμα μελιού | Εμπλουτισμένο αλείμμα μελιού με εκχύλισμα καλέντουλας |
|---------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------|
| Γεύση                     | 4,4                  | 4,65                                                  |
| Ένταση καλέντουλας        | -                    | 3,5                                                   |
| Οσμή                      | 4,2                  | 4,0                                                   |
| Χρώμα                     | 4,2                  | 4,3                                                   |
| Υφή                       | 4,6                  | 4,5                                                   |
| Στυφότητα                 | 4,6                  | 4,65                                                  |
| Γενική εντύπωση προϊόντος | 4,55                 | 4,55                                                  |

Πίνακας 9: Σύγκριση οργανοληπτικών αποτελεσμάτων στα αλείμματα μελιού

Αναλύοντας τα αποτελέσματα, παρατηρείται ότι το εμπλουτισμένο αλείμμα με εκχύλισμα *C. officinalis* διακρίνεται για τη βελτιωμένη γεύση, το χρώμα και τη στυφότητα, αποδεικνύοντας τη θετική επίδραση του εκχυλίσματος στην αίσθηση του τελικού προϊόντος. Από την άλλη πλευρά, το σκέτο αλείμμα μελιού αξιολογήθηκε καλύτερα όσον αφορά την οσμή και την υφή. Η ένταση της καλέντουλας στο εμπλουτισμένο δείγμα εκτιμήθηκε ως μέτρια προς καλή, γεγονός που υποδεικνύει ότι το εκχύλισμα ενσωματώνεται ευχάριστα χωρίς να υπερκαλύπτει τη φυσική γεύση του μελιού.

Οι διαφορές μεταξύ των δύο τύπων αλείμματος είναι σχετικά μικρές, γεγονός που καταδεικνύει ότι η γενική εντύπωση των δοκιμαστών είναι συνεπής, με μέση τιμή 4,55 για και τα δύο προϊόντα. Παρά την οριακή υπεροχή του εμπλουτισμένου αλείμματος στις παραμέτρους της γεύσης, του χρώματος και της στυφότητας, παρατηρήθηκε ότι η ρευστότητα του εμπλουτισμένου αλείμματος ήταν ελαφρώς υψηλότερη, γεγονός που οδήγησε στην πρόταση για αύξηση της έντασης του εκχυλίσματος καλέντουλας στο μείγμα.

Επιπλέον, η υψηλότερη συνολική αποδοχή του εμπλουτισμένου αλείμματος με εκχύλισμα καλέντουλας αποδεικνύεται και από την προτίμηση του 75% των δοκιμαστών για το συγκεκριμένο προϊόν. Αυτή η προτίμηση υποδεικνύει ότι, παρά τις μικρές διαφορές, οι καταναλωτές εκτίμησαν τα ενισχυμένα χαρακτηριστικά του αλείμματος καλέντουλας, κάνοντάς το μια ελκυστική επιλογή για μελλοντική εμπορική διάθεση.

Η εφαρμογή της αντιηλιακής κρέμας εμπλουτισμένης με έλαιο *C.officinalis* στους δοκιμαστές παρήγαγε τα εξής αποτελέσματα:

| Αντιηλιακή κρέμα εμπλουτισμένη με έλαιο καλέντουλας |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Άρωμα                                               | 3,9 |
| Χρώμα                                               | 4,4 |
| Υφή                                                 | 4,6 |
| Λιπαρότητα                                          | 3,9 |
| Απορροφητικότητα                                    | 4,3 |
| Γενική Εντύπωση προϊόντος                           | 4,3 |

Πίνακας 10: Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου αντιηλιακής κρέμας

Η αξιολόγηση της κρέμας έδειξε ότι το προϊόν συγκέντρωσε θετικά σχόλια κυρίως λόγω της υφής και του χρώματος του. Η υφή της κρέμας, που αξιολογήθηκε με μέση τιμή 4,6, χαρακτηρίστηκε ως απαλή και ευχάριστη, ενισχύοντας την αίσθηση άνεσης κατά την εφαρμογή. Το έντονο κίτρινο χρώμα του προϊόντος έλαβε υψηλή βαθμολογία (4,4), το οποίο εκτιμήθηκε ως ευχάριστο και οπτικά ελκυστικό.

Αντίθετα, το άρωμα και η λιπαρότητα του προϊόντος αξιολογήθηκαν με μέση τιμή 3,9. Οι δοκιμαστές ανέφεραν ότι αν και το άρωμα της κρέμας είναι ευχάριστο, η προσθήκη επιπλέον ποσότητας ελαίου για ενίσχυση του αρώματος δεν είναι ενδεδειγμένη, καθώς θα μπορούσε να αυξήσει τη λιπαρότητα της κρέμας, κάτι που θα επηρεάσει αρνητικά την εφαρμογή και την αίσθηση στο δέρμα. Επίσης, η απορροφητικότητα της κρέμας, με μέση τιμή 4,3, εκτιμήθηκε ως πολύ καλή, καθώς η κρέμα απορροφάται γρήγορα χωρίς να αφήνει λιπαρό υπόλειμμα.

Συνολικά, οι δοκιμαστές εκτίμησαν θετικά την αντιηλιακή κρέμα με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Η υψηλή βαθμολογία της γενικής εντύπωσης (4,3) υποδεικνύει ότι όλοι οι δοκιμαστές ήταν θετικοί προς την αγορά του προϊόντος. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητα και την αποδοχή της κρέμας στην κατηγορία των αντιηλιακών προϊόντων, καθιστώντας την ελκυστική για τους καταναλωτές που αναζητούν προϊόντα με φυσικά συστατικά και βελτιωμένη απόδοση.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής και αντιηλιακής δράσης των εκχυλισμάτων του φυτού *Calendula officinalis*, με στόχο την ανάπτυξη βρώσιμων και κοσμητολογικών προϊόντων, όπως αλείμματα μελιού και αντιηλιακές κρέμες. Τα εκχυλίσματα καλέντουλας παρουσίασαν σημαντική ποικιλία στην αντιοξειδωτική τους δράση, η οποία εξαρτάται από τις συνθήκες εκχύλισης, όπως η θερμοκρασία και η συγκέντρωση του διαλύτη. Συγκεκριμένα, η χρήση διαλύτη αιθανόλης 25% σε θερμοκρασία 50°C και διάρκεια εκχύλισης 90 λεπτών αποδείχθηκε η βέλτιστη για την επίτευξη των υψηλότερων επιδόσεων αντιοξειδωτικής δράσης, όπως καταγράφηκε με τις μεθόδους FRAP και DPPH. Οι πολυφαινόλες, κυρίως οι ρουτίνη, κατεχίνη και καμφερόλη, διαπιστώθηκε ότι είναι οι κυριότερες δραστικές ενώσεις που συνεισφέρουν στην αντιοξειδωτική δράση των εκχυλισμάτων. Αυτές οι ενώσεις έχουν γνωστές βιολογικές δράσεις, περιλαμβάνοντας προστασία από ελεύθερες ρίζες, αντιφλεγμονώδεις και καρδιοπροστατευτικές ιδιότητες. Το έλαιο καλέντουλας παρουσίασε υψηλούς δείκτες SPF, με το αναραίωτο έλαιο να κατατάσσεται σε δείκτη SPF 638, υποδεικνύοντας ότι είναι κατάλληλο για τη χρήση σε αντιηλιακές κρέμες με υψηλό επίπεδο προστασίας. Η σύγκριση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των αλειμμάτων μελιού, με και χωρίς εκχύλισμα καλέντουλας, έδειξε ότι το εμπλουτισμένο άλειμμα υπερτερεί ως προς τη γεύση, το χρώμα και τη στυφότητα, αν και παρουσίασε μικρότερη αποδοχή ως προς την οσμή και την υφή. Ωστόσο, η γενική εντύπωση των δοκιμαστών ήταν θετική και για τα δύο αλείμματα, με προτίμηση για το εμπλουτισμένο προϊόν. Στην περίπτωση της αντιηλιακής κρέμας, η κρέμα με έλαιο καλέντουλας έλαβε υψηλή βαθμολογία για την υφή και την απορροφητικότητα, αν και η λιπαρότητα και το άρωμα κρίθηκαν ως μέτρια. Η γενική εντύπωση του προϊόντος ήταν θετική, επιβεβαιώνοντας την αποδοχή της από τους δοκιμαστές.

Η έρευνα αυτή αναδεικνύει τη σημαντικότητα των φυσικών προϊόντων, όπως το έλαιο και το εκχύλισμα καλέντουλας, στη βελτίωση της αντιοξειδωτικής και αντιηλιακής δράσης προϊόντων. Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι τα φυσικά εκχυλίσματα μπορούν να προσφέρουν υψηλές

επιδόσεις προστασίας και υγείας, καθιστώντας τα κατάλληλα για χρήση σε εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα. Η εφαρμογή αυτών των φυσικών ενώσεων προσφέρει όχι μόνο πρόσθετα οφέλη για την υγεία και την προστασία της επιδερμίδας, αλλά και ενισχύει την αποδοχή των προϊόντων από τους καταναλωτές.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A.K. Atoui, A. Mansouri, G. Boskou, P. Kefalas (2005), Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile

A.K. Mishra, A. Mishra, P.Chattopadhyay(2012), Assessment of In vitro Sun Protection Factor of Calendula Officinalis L. (Asteraceae) Essential Oil Formulation

Alka Lohani, Arun Kumar Mishra, Anurag Verma(2019), Cosmeceutical potential of geranium and calendula essential oil: Determination of antioxidant activity and in vitro sun protection factor

Ananya Rana, Mrinal Samtiya, Tejpal Dhewa, Vijendra Mishra, Rotimi E. Aluko(2022), Health benefits of polyphenols: A concise review, Journal of Food Biochemistry

Claudia Musial, Alicja Kuban-Jankowska, Magdalena Gorska-Ponikowska(2020), Beneficial Properties of Green Tea Catechins, International Journal of Molecular Sciences

Dharambir Kashyap, Ajay Sharma, Hardeep Singh Tuli, Katrin Sak, Sandeep Punia, Tapan K. Mukherjeec (2017), Kaempferol – A dietary anticancer molecule with multiple mechanisms of action: Recent trends and advancements

Divya R Sambandan, Desiree Ratner(2011), Sunscreens: an overview and update, JAAD

Gabriele Pizzino, Natasha Irrera, Mariapaola Cucinotta, Giovanni Pallio, Federica Mannino, Vincenzo Arcoraci, Francesco Squadrito, Domenica Altavilla, Alessandra Bitto(2017), Oxidative Stress: Harms and Benefits for Human Health, Oxidative Medicine and Cellular longevity

Giovana Colucci, Arantzazu Santamaria-Echart, Samara C. Silva, Isabel P. M. Fernandes, Caroline C. Sipoli, Maria F. Barreiro(2020), Development of Water-in-Oil Emulsions as Delivery Vehicles and Testing with a Natural Antimicrobial Extract, Molecules

Graziela Bragueto Escher, Lorena do Carmo Cardoso Borges, Jânio Sousa Santos, Thiago Mendanha Cruz, Mariza Boscacci Marques, Mariana Araújo Vieira do Carmo, Luciana Azevedo, Marianna M. Furtado, Anderson S. Sant'Ana, Mingchun Wen, Liang Zhang, Daniel Granato(2019), From the Field to the Pot: Phytochemical and Functional Analyses of *Calendula officinalis* L. Flower for Incorporation in an Organic Yogurt

Halliwell B, Gutteridge J. (2007), *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford University Press, New York

Halvorsen, B., Holte, K., Myhrstad, M., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S., Wold, A., Haffner, K., Baugerød, H., Andersen, L., Moskaug, J., Jacobs, D., Jr. & Rune Blomhoff (2002), A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants, *Journal of Nutrition*, 132: 461-47

Ho T. (2007), Factors affecting the clinical efficacy of sunscreens, *Hong Kong Journal of Dermatology and Venereology*, 15(3), 118–127

Izabela Podgórska-Kryszczuk, Urszula Pankiewicz (2023), Assessment of the Fungistatic Properties of *Calendula officinalis* L. Water Extract and the Effect of Its Addition on the Quality of Wheat Bread

J.A. Duke, M.J. Bogenschutz-Godwin, J. Du Celliar, P.A.K. Duke (2002), *HandBook of Medicinal Herbs 2<sup>η</sup> έκδοση* CRC Press, Boca Raton σελ.139–140

Khaled Rashed (2020), Kaempferol-3-D-glucoside bioactivities: A review, Department of Pharmacognosy

Kiran Shahane, Madhuri Kshirsagar, Srushti Tambe, Divya Jain, Srutee Rout, Maria Karolina Martins Ferreira, Suraj Mali, Purnima Amin, Prem Prakash Srivastav, Jorddy Cruz, Rafael Rodrigues Lima(2023), An Updated Review on the Multifaceted Therapeutic Potential of *Calendula officinalis* L.

Krochmal-Marczak B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Wpływ Temperatury Wody i Czasu Parzenia Na Właściwości Antyoksydacyjne Naparów z Nagietka Lekarskiego (*Calendula officinalis* L.). *Herbalism* (2018), 4, 43–51

LTN Ngoc, VV Tran, J-Y Moon, M Chae, D Park, Y-C Lee. (2019), Recent trends of sunscreen cosmetic: An update review. *Cosmetics*. 2019;6(4):64

Magdalena Birsan (2022), Development and evaluation of hydrophilic cream bases suitable for custom cosmetic skincare or compounding pharmaceutical dermal products, *Farmacia* 70(5):880-889

Mubashar Sabir, S., Khan, M.F., Rocha J.B.T., Boligon A.A., Athayde M.L.(2015), Phenolic Profile, Antioxidant Activities and Genotoxic Evaluations of *Calendula officinalis*. *J. Food Biochem* 39, 316–324

Naheed R. Abbasi, Helen M. Shaw, Darrell S. Rigel(2004) , Early Diagnosis of Cutaneous Melanoma. *JAMA*, 292(22), 2771

Olennikov D.N., Kashchenko N.I. (2014), Componential Profile and Amylase Inhibiting Activity of Phenolic Compounds from *Calendula officinalis* L. Leaves. *Sci. World J.* 654193

Pawan Kumar Verma, Rajinder Raina, Sanjay Agarwal, Harpreet Kour (2018), Phytochemical ingredients and pharmacological potential of *Calendula officinalis* Linn., PBR

Petkova D., Mihaylova D., Denev P., Krastanov A. (2020), Antioxidant Activity of Some Edible Flowers Water Extracts from Bulgaria. *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca. Food Sci. Technol* 77, 54

Piekut, J. Ocena Wybranych Ekstraktów Roślin Przyprawowych Pod Względem Ich Właściwości Przeciwdrobnoustrojowych Oraz Zawartości Fenolokwasów. *Zesz. Probl. Postępów Nauk Rol.* (2018), 588, 103–111

Pisoschi A.M. and Negulescu G.P. (2012), Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review, *Biochemistry and Analytical Biochemistry*

Prior, R., Wu, X., & Schaich, K. (2005), Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (10), 4290-4302

Podlaskina Galina (2012), Οι επιπτώσεις της υπερϊώδους ακτινοβολίας στην εμφάνιση μελανώματος του δέρματος, Πάτρα

R. Aquino, S. Morelli, A. Tomaino, M. Pellegrino, A. Saija, L. Grumetto, C. Puglia, D. Ventura, F. Bonina (2002), Antioxidant and photoprotective activity of a crude extract of *Culcitium reflexum* H.B.K. leaves and their major flavonoids

Riffat John, Dr Nelofer Jan (2017), *Calendula officinalis*, An Important Medicinal Plant with Potential Biological Properties

Rong Tsao(2010), *Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols*, Nutrients

Slavov, A.; Ognyanov, M.; Vasileva, I. (2020), Pectic polysaccharides extracted from pot marigold (*Calendula officinalis*) industrial waste. *Food Hydrocoll.*, 101, 105545

Sytar O., Hemmerich I. Zivcak, M. Rauh, C. Brestic M. (2018), Comparative Analysis of Bioactive Phenolic Compounds Composition from 26 Medicinal Plants. *Saudi J. Biol. Sci.* 25, 631–641

Thissov V., Darialova C. (2008), Κλινικές συμβουλές, Ογκολογία, GEOTAR-Media, σελ. 587-595, Μόσχα

<https://www.mednutrition.gr/portal/efarmoges/leksiko-diatrofis/16476-kalentoyla-i-farmakeftiki-i-katifes>. Ευαγγελία Παναγιωτοπούλου, Καλέντουλα η φαρμακευτική, 24 Σεπτεμβρίου 2019

<https://www.fda.gov/>

<https://www.hygeia.gr/diatrofi-o-polytimos-rolos-ton-antiox/> .Πολυξένη Κουτκιά – Μυλωνάκη, Διατροφή: Ο πολύτιμος ρόλος των αντιοξειδωτικών

[https://exactitudeconsultancy.com/el/reports/22767/plant-extracts-market/?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR3klxfcP4FehrSpXk4aRy1BmO6PBdhSwaHzZgtSkpgwVpkmr1\\_luVjycYk\\_aem\\_ATyexLislni0l6M2a4gzCdaLERLqyX5le2F5YXV4NHGvgvGAckUB3YZ8\\_jlfqy\\_2K1bYghMlgluJzZLcLsxc1a](https://exactitudeconsultancy.com/el/reports/22767/plant-extracts-market/?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR3klxfcP4FehrSpXk4aRy1BmO6PBdhSwaHzZgtSkpgwVpkmr1_luVjycYk_aem_ATyexLislni0l6M2a4gzCdaLERLqyX5le2F5YXV4NHGvgvGAckUB3YZ8_jlfqy_2K1bYghMlgluJzZLcLsxc1a). Exactitude Consultancy, Παγκόσμια αγορά φυτικών εκχυλισμάτων ανά τύπο (φυτοφάρμακα και φυτικά εκχυλίσματα, αιθέρια έλαια, μπαχαρικά, γεύσεις και αρώματα), ανά εφαρμογή (φαρμακευτικά προϊόντα, συμπληρώματα διατροφής, τρόφιμα και ποτά, καλλυντικά) και περιοχή, παγκόσμιες τάσεις και προβλέψεις από το 2022 έως το 2029, 2023

Βέγκος, Α. Σ.(2004), Κοσμητολογία. Αθήνα, Interbooks

Γεωργακά Γεωργία(2005), Εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας in vitro καθαρών φυτικών φαινολικών ουσιών, εκχυλισμάτων και κλασμάτων των

ελληνικών ποικιλιών αμπέλου Ασσύρτικο και Μανδηλαριά Σαντορίνης: έλεγχος για πιθανή συνεργική δράση μεταξύ των φαινολικών ουσιών, Λάρισα

Δημόπουλος Κ. και Αντωνοπούλου Σ.(2009), Βασική Βιοχημεία, 2η έκδοση, σελ: 217-218, 63-69 (παράρτημα), Αθήνα

Λαδάς Δημήτριος(2018), Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης σε εκχυλίσματα από *Coniumdivaricatum*, *Rutagraveolens* και *Artemisiaarborescens*, Λάρισα

Παπαϊωάννου, Γ. Θ.(2018), Κοσμητολογία: συστατικά, παρασκευή, χρήση καλλυντικών (6<sup>η</sup> έκδοση), Αθήνα

Παρίσης Παναγιώτης(2015), Η ηλιακή ακτινοβολία

Σάλζι Λίβια (2022), Πολυφαινόλες: Τι είναι και γιατί είναι τόσο σημαντικές για την υγεία μας

Στρατηγός, Α.Ι. και Αντωνίου, Χ.(2002), Οι φωτοχημικές βλάβες του DNA και ο ρόλος τους στις βιολογικές επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας στο δέρμα, Αρχεία ελληνικής ιατρικής 19, 2, 141-152

Σφλώμος Κ.(2011), Χημεία Τροφίμων με Στοιχεία Διατροφής. Β΄ Έκδοση , Τόμος Ι, Κεφ. 4 Σελ. 267-276,Κεφ. 7 Σελ. 505-515

Τσιρίβας Ε, Βαρβαρέσου Α, Παπαγεωργίου Σ.(2016), Σημειώσεις Κοσμητολογίας ΙΙΙ., Αθήνα