



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Προχωρημένη Δισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη,
Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων»**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Φυσικά συστατικά στα αντηλιακά. Τοπικές συνθέσεις και
αξιολόγηση *in vitro* του δείκτη SPF**

της

ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

A.M 202133

Παρουσιάστηκε για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απονομή του
Μεταπτυχιακού Τίτλου Σπουδών στο Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών
του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

Επιβλέπουσα: ΠΑΝΑΓΟΥΛΑ ΠΑΥΛΟΥ

ΑΘΗΝΑ, 2022



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF HEALTH AND CARE SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES**

**Master of Science in
Advanced Aesthetics and Cosmetic Science: Development-Quality
Control and Safety of new cosmetic products**

**Master Thesis
Natural ingredients in sunscreens. Topical compositions and *in vitro*
evaluation of SPF**

By

GEORGIA GIANNAKOPOULOU

Registration Number of Student in the Program: 202133

Presented for the partial fulfillment of the obligations for the award of the
Master's Degree in the Department of Biomedical Sciences
of the University of West Attica

Supervisor: PANAGOULA PAVLOU

Athens, 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Φυσικά συστατικά στα αντηλιακά. Τοπικές συνθέσεις και αξιολόγηση
in vitro δείκτη SPF

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔ/ΛΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΠΑΝΑΓΟΥΛΑ ΠΑΥΛΟΥ	PhD, MSc ΑΚΑΔ. ΥΠΟΤΡΟΦΟΣ ΠΑΔΑ/ ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΟΣ	
2	ΑΘΑΝΑΣΙΑ ΒΑΡΒΑΡΕΣΟΥ	ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ/ ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΟΣ	

3	ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ	ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ/ ΧΗΜΙΚΟΣ	
---	--------------------------	------------------------------------	--

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **ΓΕΩΡΓΙΑ ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ** του **ΠΕΡΙΚΛΗ**, με αριθμό μητρώου **202133** φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων» του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

**Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα
(Υπογραφή)**

Πνευματική ιδιοκτησία © 2022 Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Όλα τα δικαιώματα διατηρούνται

Copyright © 2022 University of West Attica

All rights reserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Φυσικά συστατικά στα αντηλιακά. Τοπικές συνθέσεις και αξιολόγηση *in vitro* δείκτη SPF

ΓΕΩΡΓΙΑ ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, 2022

Η συνεχής έκθεση στη UV (Ultraviolet-Υπεριώδης) ακτινοβολία έχει δυσάρεστες συνέπειες στην υγεία του ατόμου, όπως η καταστροφή του DNA, το οξειδωτικό stress εξ αιτίας του σχηματισμού ελευθέρων ριζών κ.ο.κ. Για την προστασία από την UV ακτινοβολία, πολλές φορές δεν επαρκούν τα απλά προστατευτικά μέσα (γυαλιά, καπέλο, ρούχα), συνεπώς απαιτείται η τοπική χρήση αντηλιακών προϊόντων, τα οποία περιέχουν αντηλιακά φίλτρα που απορροφούν, σκεδάζουν ή ανακλούν την UV ακτινοβολία. Οι ουσίες αυτές αποτελούν τα δραστικά συστατικά των αντηλιακών προϊόντων, ωστόσο πολλές από αυτές μπορεί να προκαλέσουν ανεπιθύμητες ενέργειες τόσο στους χρήστες όσο και στο περιβάλλον. Ως εκ τούτου, έχει δημιουργηθεί η ανάγκη να βρεθούν φυσικά συστατικά, όπως φυτικά εκχυλίσματα, τα οποία εφόσον προστεθούν στα αντηλιακά προϊόντα, μπορεί να ενισχύσουν την προστασία απέναντι στην UV ακτινοβολία, μέσω της αύξησης του SPF (Sun Protection Factor-Αντηλιακός Δείκτης). Το όφελος από την προσθήκη αυτών των συστατικών είναι η μείωση της συγκέντρωσης των UV φίλτρων και του περιβαλλοντικού αποτυπώματος που προκύπτει. Στην παρούσα μελέτη, εξετάστηκε η επίδραση που έχει η προσθήκη ελαίου πρόπολης και εκχυλίσματος από το φυτό *Echinacea purpurea* σε μια σύνθεση με οργανικά και ανόργανα UV φίλτρα. Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε η επίδραση του ελαίου πρόπολης και του εκχυλίσματος από το φυτό *Echinacea purpurea* καθώς και του συνδυασμού τους στην αύξηση του SPF.

Λέξεις κλειδιά: αντηλιακό, εκχύλισμα *Echinacea purpurea*, πρόπολη, ενισχυτικό SPF

ABSTRACT

Natural ingredients in sunscreens. Topical composition and in vitro evaluation of SPF

GEORGIA GIANNAKOPOULOU

Department of Biomedical Sciences
University of West Attica, 2022

Long-term exposure to UV radiation has unpleasant consequences for individual's health such as DNA damage, oxidative stress etc. Simple protective means (glasses, hat, and clothes) often are not enough to protect against UV radiation. In addition, it is necessary to use sunscreens, which contain UV filters that absorb, scatter or reflect UV radiation. These substances (UV filters) are the active ingredients of sunscreens, however many of them are able to cause unwanted effects for humans and the environment. Therefore, there is a need to find natural ingredients, such as plant extracts, which can enhance protection against UV radiation by increasing SPF. The benefit of these ingredients is reducing the concentration of UV filters and the environmental footprint of these substances. In this study, we investigated the effect of propolis oil and Echinacea purpurea extract into a formula containing organic UV filters.

Keywords: sunscreen, Echinacea purpurea extract, Propolis oil, SPF booster

Αφιέρωση

Στην οικογένεια και στους φίλους μου.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ Παύλου Παναγούλα, για την βοήθεια και τις συμβουλές που μου έδωσε από την ημέρα της ανάθεσης μέχρι και σήμερα, αλλά και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ Παπαγεωργίου Σπυρίδωνα για την προμήθεια με τις απαιτούμενες πρώτες ύλες και για την συμβολή του στον σχεδιασμό του πειράματος. Επίσης, ευχαριστώ την Διευθύντρια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος κ Βαρβαρέσου Αθανασία για την γενικότερη στήριξη κατά την διάρκεια του Μεταπτυχιακού. Τέλος, ευχαριστώ όσους με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Βιβλιογραφικό CV

ΓΕΩΡΓΙΑ ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

Μεταπτυχιακός Τίτλος Σπουδών

«Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων»

Τίτλος: Φυσικά συστατικά στα αντηλιακά. Τοπικές συνθέσεις και αξιολόγηση in vitro του δείκτη SPF

Επιστημονικό Πεδίο: Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία

Βιογραφικά Στοιχεία: Φαρμακοποιός

Προσωπικά Στοιχεία: Ελεύθερη

Εκπαίδευση: Πτυχίο Φαρμακευτικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου (2018)

Εκπλήρωσε τις απαιτήσεις για το Μεταπτυχιακό Τίτλο Σπουδών «Προχωρημένη Αισθητική και Κοσμητολογία: Ανάπτυξη, Ποιοτικός Έλεγχος και Ασφάλεια νέων καλλυντικών προϊόντων» στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών, τον Ιούλιο του 2022.

ΕΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΟΣ: ΠΑΝΑΓΟΥΛΑ ΠΑΥΛΟΥ

Πίνακας περιεχομένων

Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας.....	v
Περίληψη.....	vii
Abstract.....	viii
Αφιέρωση.....	ix
Ευχαριστίες.....	x
Βιογραφικό CV.....	xi
Κατάλογος Πινάκων.....	xv
Κατάλογος Σχημάτων.....	xvi
Κατάλογος Εικόνων.....	xvi
1 Εισαγωγή.....	2
2 Ηλιακή ακτινοβολία και φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας.....	3
2.1 Γενικά περί ηλιακής ακτινοβολίας.....	3
2.2 Υπεριώδης ακτινοβολία.....	3
2.2.1 UVA.....	3
2.2.2 UVB.....	4
2.2.3 UVC.....	4
2.3 Επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας.....	4
2.4 Φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας.....	5
2.4.1 Ορισμός.....	5
2.4.2 Ανόργανα φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας.....	5
2.4.3 Οργανικά φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας.....	6
2.4.4 Σύγκριση Οργανικών-Ανόργανων φίλτρων.....	12
2.4.5 Μειονεκτήματα οργανικών φίλτρων.....	13
3 Αντηλιακά προϊόντα.....	14

3.1 Ιστορία αντηλιακών.....	14
3.2 Ορισμός αντηλιακών.....	14
3.3 Ιδιότητες αντηλιακών προϊόντων.....	14
3.4 Αποτελεσματικότητα αντηλιακών προϊόντων.....	15
3.5 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αντηλιακών προϊόντων έναντι της UVB ακτινοβολίας (Sun Protection Factor-SPF).....	16
3.5.1 Μέθοδος COLIPA.....	16
3.5.2 Προσδιορισμός SPF προϊόντων ανθεκτικών στο νερό.....	17
3.5.3 Μέθοδος FDA (Food and Drug Administration)	17
3.5.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τον προσδιορισμό του SPF.....	18
3.5.5 Πιθανά σφάλματα κατά τον προσδιορισμό του SPF και απόκλιση από την πραγματική τιμή.....	19
3.6 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αντηλιακών προϊόντων έναντι της UVA ακτινοβολίας.....	19
3.6.1 <i>In vivo</i> μέθοδοι.....	20
3.6.1.1 IPD (Immediate Pigment Darkening)	20
3.6.1.2 PPD (Persistent Pigment Darkening)	20
3.6.1.3 APF (Erythematous UVA Protection factor).....	20
3.6.1.4 PPF (Phototoxic Protection Factor)	20
3.6.2 Μειονεκτήματα <i>in vivo</i> μεθόδων.....	20
3.6.3 <i>In vitro</i> μέθοδοι.....	21
3.6.3.1 Μέθοδος Diffey and Robson.....	21
3.6.3.2 Μέθοδος κρίσιμου μήκους κύματος (Critical Wavelength, λctitical).....	21
3.6.4 Σύγκριση <i>in vivo</i> και <i>in vitro</i> μεθόδων.....	22
3.7 Ετικέτες αντηλιακών προϊόντων.....	22
4 SPF booster (Ενισχυτές)	24

4.1 Βελτίωση της αποτελεσματικότητας του συστήματος απορρόφησης υπεριώδους ακτινοβολίας.....	24
4.1.1 Προστασία απέναντι στην UVA.....	24
4.1.2 Χρήση υδατοδιαλυτών και λιποδιαλυτών φίλτρων στην ίδια σύνθεση.....	25
4.1.3 Αύξηση οπτικής διαδρομής.....	25
4.1.4 Φωτοσυμβατότητα UV φίλτρων.....	25
4.2 Βελτίωση του σχηματισμού στρώματος κατά το άπλωμα του προϊόντος.....	26
4.2.1 Χρήση ειδικά διασκορπισμένων UV φίλτρων	26
4.2.2 Χρήση Film Former	26
4.2.3 Τύπος γαλακτώματος και ιξώδες.....	26
4.3 Προσθήκη αντιοξειδωτικών ουσιών και φυτικών εκχυλισμάτων.....	26
4.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες.....	27
4.3.2 Φυτικά εκχυλίσματα.....	28
4.3.3 Φυτικά έλαια.....	28
4.4 Πρόπολη.....	29
4.5 Echinacea extract	31
5 Υλικά και Μέθοδοι.....	34
5.1 Υλικά και σκεύη εργαστηρίου.....	34
5.1.1 Υλικά	34
5.1.2 Σκεύη εργαστηρίου.....	35
5.1.3 Όργανα.....	35
5.2 Μέθοδοι.....	36
5.2.1 Παρασκευή αντηλιακών προϊόντων.....	36
5.2.2 <i>In vitro</i> μέτρηση του SPF με ταινία Transpore.....	46
5.2.3 <i>In vitro</i> μέτρηση του SPF με πλακίδια PMMA.....	53
6 Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	54

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Θετικές και αρνητικές επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας

Πίνακας 2.2: Δημοφιλή φίλτρα και η προστασία τους απέναντι στην UV ακτινοβολία

Πίνακας 2.3: Λίστα με τα οργανικά φίλτρα UV που επιτρέπονται στην Ευρώπη

Πίνακας 2.4: Λίστα με τα 16 UV φίλτρα που επιτρέπονται από τον F.D.A

Πίνακας 3.1: Ομοιότητες μεταξύ του πρωτόκολλου COLIPA και FDA στην μέτρηση του SPF

Πίνακας 3.2: Διαφορές μεταξύ του πρωτόκολλου COLIPA και FDA στην μέτρηση του SPF

Πίνακας 4.1: Ενδογενή αντιοξειδωτικά συστήματα

Πίνακας 4.2: Γνωστά έλαια με αντηλιακές ιδιότητες

Πίνακας 5.1: Συστατικά που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία

Πίνακας 5.2: Σύνθεση 1 (CONTROL)

Πίνακας 5.3: Σύνθεση 2 (EHMC)

Πίνακας 5.4: Σύνθεση 3 (PROPOLIS)

Πίνακας 5.5: Σύνθεση 4 (ECHINACEA)

Πίνακας 5.6: Σύνθεση 5 (COMBINATION)

Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα δείκτη SPF με χρήση ταινίας Transpore

Πίνακας 5.8: Τιμή p και ποσοστιαίες μεταβολές μεταξύ των δειγμάτων

Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα δείκτη SPF με χρήση πλάκας PMMA

Πίνακας 6.1: Θεωρητική τιμή SPF σύμφωνα με την BASF για την σύνθεση που περιέχει το φίλτρο Heliovisor

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 5.1: Διαγραμματική απεικόνιση του SPF για κάθε δείγμα με χρήση ταινίας Transpore

Σχήμα 5.2: Διαγραμματική απεικόνιση του SPF για κάθε δείγμα με χρήση πλάκας PMMA

Σχήμα 6.1: Διαφορά στις τιμές SPF μεταξύ της ταινίας Transpore και της πλάκας PMMA

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Φάσμα ηλιακής ακτινοβολίας

Εικόνα 2.2: Μηχανισμός δράσης οργανικών φίλτρων

Εικόνα 2.3: Χημικές δομές των φίλτρων που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία

Εικόνα 2.4: Διαφορά στον μηχανισμό δράσης μεταξύ οργανικών και ανόργανων φίλτρων

Εικόνα 4.1: Δραστικά συστατικά πρόπολης με αντιοξειδωτικές ιδιότητες

Εικόνα 4.2: Τοπικές δράσεις της πρόπολης

Εικόνα 4.3: Χημική δομή καφεϊκού οξέος και παραγώγων του που συναντάμε σε αρκετά είδη Echinacea

Εικόνα 5.1: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με Έλαιο πρόπολης

Εικόνα 5.2: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με το εκχύλισμα Echinacea purpurea

Εικόνα 5.3: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με το αντηλιακό φίλτρο EHMC

Εικόνα 5.4: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με τον συνδυασμό ελαίου πρόπολης και εκχυλίσματος Echinacea purpurea

Συντμήσεις, ακρωνύμια, σύμβολα και ορισμοί

SPF	Sun Protection Factor
UV	Ultra Violet
UVA	Ultra Violet A
UVB	Ultra Violet B
UVC	Ultra Violet C
ZnO	Οξείδιο του ψευδαργύρου
TiO ₂	Διοξείδιο του Τιτανίου
PABA	Πάρα άμινο βενζοϊκό οξύ
EHT	Ethylhexyl Triazone
OCR	Octocrylene Diethylamino
DHMB	Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate
MBBT	Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol
EHMC	Ethylhexyl Methoxycinnamate
Bp-1	Βενζοφαινόνη 1
Bp-2	Βενζοφαινόνη 2
Bp-3	Βενζοφαινόνη 3

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ

ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχής έκθεση στη UV ακτινοβολία έχει δυσάρεστες συνέπειες στην υγεία του ατόμου όπως η καταστροφή του DNA, το οξειδωτικό stress, η φωτογήρανση κ.ο.κ. Για την προστασία από την UV ακτινοβολία, πολλές φορές δεν επαρκούν τα απλά προστατευτικά μέσα (γυαλιά, καπέλο, ρούχα). Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται η χρήση προστατευτικών καλλυντικών προϊόντων στο δέρμα ή τα μαλλιά των ατόμων, που ονομάζονται αντηλιακά προϊόντα.

Τα αντηλιακά περιέχουν δραστικές ουσίες που ονομάζονται αντηλιακά φίλτρα. Τα αντηλιακά φίλτρα διακρίνονται σε οργανικά και ανόργανα. Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνουν την αντηλιακή προστασία είναι να απορροφούν, σκεδάζουν ή ανακλούν την UV ακτινοβολία. Αν και η σημασία καθώς και η χρησιμότητα των UV φίλτρων είναι μεγάλη, πολλές από αυτές μπορεί να προκαλέσουν ανεπιθύμητες ενέργειες τόσο στους χρήστες όσο και στο περιβάλλον. Αυτές οι ανεπιθύμητες ενέργειες έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία και έχουν δημιουργήσει κατά καιρούς ανησυχία στην παγκόσμια κοινότητα.

Η τάση είναι η δημιουργία καλλυντικών προϊόντων που να παρέχουν επαρκή αντηλιακή προστασία με όσο το δυνατόν μικρότερη συγκέντρωση UV φίλτρων για να περιοριστούν οι ανεπιθύμητες ενέργειες που τα συνοδεύουν. Ως εκ τούτου, έχει δημιουργηθεί η ανάγκη να βρεθούν φυσικά συστατικά, όπως φυτικά εκχυλίσματα και φυτικά έλαια, τα οποία εφόσον προστεθούν στα αντηλιακά προϊόντα μπορεί να ενισχύσουν την προστασία απέναντι στην UV ακτινοβολία, μέσω της αύξησης του SPF. Η πρόκληση είναι να επιτευχθεί ο επιθυμητός SPF με την παράλληλη προσθήκη χαμηλότερων συγκεντρώσεων UV φίλτρων.

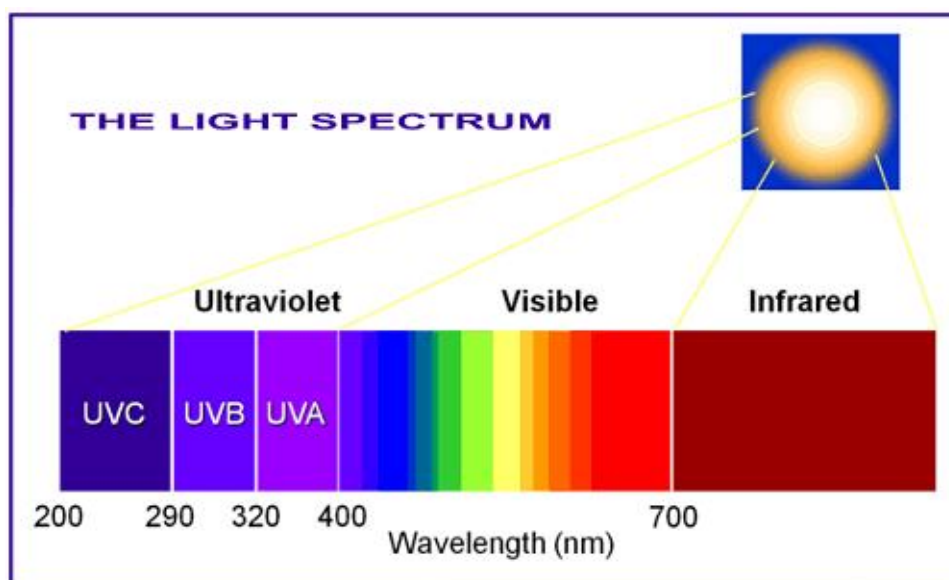
Στην παρούσα μελέτη, επιλέχθηκαν δύο δημοφιλή φυσικά προϊόντα, το έλαιο πρόπολης και το φυτικό εκχύλισμα του φυτού *Echinacea purpurea*. Ο σκοπός ήταν να εξακριβωθεί κατά πόσο αυτά τα συστατικά κατά την προσθήκη σε μια αντηλιακή σύνθεση με γνωστό SPF, μπορούν να προκαλέσουν αύξηση του αντηλιακού δείκτη. Δηλαδή, θέλαμε να διερευνήσουμε κατά πόσο μπορεί να λειτουργήσουν ως SPF boosters (ενισχυτές). Δοκιμάστηκαν και τα δύο συστατικά μεμονωμένα αλλά και ο συνδυασμός τους σε μια αντηλιακή σύνθεση που περιείχε γνωστά UV φίλτρα όπως Octocrylene, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate και Ethylhexyl triazone. Για να διευκρινιστεί η αποτελεσματικότητα των επιλεγμένων προϊόντων έπρεπε να μετρηθεί ο SPF. Οι μετρήσεις του SPF έγιναν με *in vitro* μέθοδο κατά Diffey and Robson.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο θεωρητικό και το πειραματικό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος αρχικά θα μιλήσουμε για την ηλιακή ακτινοβολία και τα αντηλιακά φίλτρα, στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα αντηλιακά προϊόντα και τις μεθόδους με τις οποίες μπορούμε να μετρήσουμε τον SPF και τέλος θα γίνει αναφορά στους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε τον SPF ενός προϊόντος. Στο πειραματικό μέρος, θα μιλήσουμε για όλη την πειραματική διαδικασία που ακολουθήσαμε στο εργαστήριο και για τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΚΑΙ ΦΙΛΤΡΑ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η ηλιακή ακτινοβολία, δηλαδή το φως του ήλιου που φτάνει στη Γη, έχει ένα ευρύ φάσμα και διαιρείται σε τμήματα. Αν και δεν υπάρχουν σαφή διαχωριστικά όρια η ηλιακή ακτινοβολία διακρίνεται σε υπέρυθρη (μήκη κύματος μεγαλύτερα από 700nm), ορατή (μήκη κύματος 400-700nm) και υπεριώδης (μήκη κύματος 200-400nm). Το φάσμα της υπεριώδους ακτινοβολίας διακρίνεται σε τρεις ζώνες UVA (320-400nm), UVB (290-320nm) και UVC (100-290nm) και αποτελεί το 5% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε σχηματικά την διάκριση της ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 2.1: Φάσμα ηλιακής ακτινοβολίας

2.2 ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

2.2.1 UVA (320-400nm)

Είναι γνωστή και ως υπεριώδης ακτινοβολία μεγάλων μηκών κύματος. Αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της υπεριώδους ακτινοβολίας που τελικά φτάνει στη Γη (περίπου 95%). Έχει μικρή διεισδυτικότητα, φτάνει μέχρι την βασική στιβάδα αν και σε ποσοστό 70-80% απορροφάται από την επιδερμίδα. Η UVA ακτινοβολία θεωρείται υπεύθυνη για το άμεσο

μαύρισμα της επιδερμίδας, σπανιότερα προκαλεί ερύθημα και θεωρείται ότι η παρατεταμένη έκθεση σε αυτή οδηγεί σε εκφύλιση των ελαστικών ινών και τελικά σε πρόωρη γήρανση του δέρματος.

2.2.2 UVB (290-320nm)

Πρόκειται για μεσαίου μήκους κύματος ακτινοβολία η οποία φιλτράρεται μερικώς από τη στιβάδα του όζοντος. Διεισδύει μέχρι την βασική στιβάδα της επιδερμίδας, προκαλεί επιβραδυνόμενου τύπου μελάγχρωση και πιθανότατα ηλιακό έγκαυμα. Βοηθά στο σχηματισμό της βιταμίνης D, που είναι πολύ σημαντική για τον οργανισμό, σε παρατεταμένη έκθεση οδηγεί σε πάχυνση της κεράτινης στιβάδας και συμβάλει στη γήρανση του δέρματος.

2.2.3 UVC (100-290nm)

Η υπεριώδης ακτινοβολία μικρών μηκών κύματος απορροφάται επιτυχώς από το όζον που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα να μην φθάνει στη Γη, ωστόσο είναι πιθανό να εκπέμπεται από τεχνητές πηγές υπεριώδους ακτινοβολίας. Είναι πολύ ισχυρή και έχει την δυνατότητα να καταστρέφει μονοκύτταρους οργανισμούς όταν εκτεθούν σε αυτή. Δεν είναι ικανή να προκαλέσει παραγωγή μελανίνης αλλά μπορεί να προκαλέσει από ερύθημα ως και έγκαυμα (1).

2.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία έχει μια σειρά από θετικές αλλά και αρνητικές συνέπειες για τον άνθρωπο. Αρχικά, συμβάλει στην παραγωγή της βιταμίνης D₃, η οποία είναι χρήσιμη τόσο στον μεταβολισμό των οστών όσο και στην καλή κατάσταση του ανοσοποιητικού μας συστήματος. Εκτός από τη σύνθεση της βιταμίνης D₃ συμβάλει και στη σύνθεση ενδορφινών στο δέρμα. Επίσης, η υπεριώδης ακτινοβολία είτε μόνη της είτε σε συνδυασμό με ουσίες που αυξάνουν την ευαισθησία στην ακτινοβολία (πχ φουρανοκουμαρίνες) χρησιμοποιείται στην θεραπεία διαφόρων δερματικών παθήσεων όπως η λεύκη και η ψωρίαση. Άλλες θετικές επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι η ισχυρή αντιμικροβιακή δράση (UVB), και η γενικότερη συναισθηματική και σωματική σταθερότητα.

Δυστυχώς η υπεριώδης ακτινοβολία κατατάσσεται ως καρκινογόνος και μεταλλαξιογόνος. Η UV επηρεάζει την φυσιολογία του δέρματος και συνδέεται με διάφορα είδη δερματικών παθήσεων. Συγκεκριμένα, συνδέεται και με τα τρία είδη καρκίνου του δέρματος (βασικοκυτταρικό, ακανθοκυτταρικό, μελάνωμα), με την φλεγμονή καθώς και την γήρανση του δέρματος. Η UVB προκαλεί έναν καταρράκτη από κυτοκίνες και άλλους μεσολαβητές στο δέρμα, που καταλήγει σε μια φλεγμονώδη απόκριση προκαλώντας ηλιακό έγκαυμα. Η συνεχής έκθεση στον ήλιο μπορεί να επιδεινώσει ήδη υπάρχουσες δερματικές παθήσεις όπως ο ερυθρηματώδης λύκος, οι πορφυρίες και τα πομφολυγώδη νοσήματα ενώ η πολύωρη συνεχόμενη έκθεση μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε ηλίαση ή και θερμοπληξία (2).

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι θετικές και οι αρνητικές επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας.

ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ
Σύνθεση βιταμίνης D	Καρκίνος του δέρματος
Αντιμικροβιακή δράση	Μεταλλαξιγένεση
Θεραπευτική δράση δερματικών παθήσεων(ψωρίαση, λεύκη, ακμή)	Φωτοδερματίτιδες
Σωματική και συναισθηματική σταθερότητα	Ηλιακό έγκαυμα
	Θερμοπληξία
	Ηλίαση
	Επιδείνωση δερματικών παθήσεων(λύκος, πορφυρίες)
	Φωτογήρανση

Πίνακας 2.1: Θετικές και αρνητικές επιδράσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας (2)

2.4 ΦΙΛΤΡΑ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

2.4.1 Ορισμός

Φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας ονομάζονται οι χημικές ενώσεις που περιορίζουν την δίοδο της υπεριώδους ακτινοβολίας προς το δέρμα. Οι ενώσεις αυτές μπορεί να είναι είτε οργανικές είτε ανόργανες και αποτελούν τα βασικά συστατικά ενός αντηλιακού προϊόντος. Οι μηχανισμοί με τους οποίους δρουν γενικά τα φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας είναι η απορρόφηση, η σκέδαση καθώς και η ανάκλαση της υπεριώδους ακτινοβολίας (3).

2.4.2 Ανόργανα Φίλτρα Υπεριώδους ακτινοβολίας

Τα φίλτρα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία ανακλούν ή σκεδάζουν την υπεριώδη ακτινοβολία αλλά νέες μελέτες έχουν δείξει ότι μπορεί και να την απορροφούν σε μικρότερο βαθμό (4). Αν και υπάρχουν διάφορες ενώσεις οι οποίες μπορούν να υπαχθούν στην κατηγορία των ανόργανων φίλτρων, όπως ο τάλκης, ο καολίνης, η κόκκινη κτηνιατρική βαζελίνη και η καλαμίνη, οι μόνες ουσίες που είναι αποδεκτές τόσο από τον FDA όσο και από την Ευρωπαϊκή Ένωση είναι δύο: το διοξείδιο του τιτανίου (TiO_2) και το οξείδιο του ψευδαργύρου (ZnO). Τα ανόργανα φίλτρα ανακλούν τόσο την UVA όσο και την UVB ακτινοβολία. Το μήκος κύματος

ανάκλασης εξαρτάται από το μέγεθος των σωματιδίων καθώς και από το είδος και τη μορφή του πιγμέντου. Το διοξείδιο του τιτανίου είναι πιο αποτελεσματικό απέναντι στην UVB ακτινοβολία ενώ το οξείδιο του ψευδαργύρου είναι πιο αποτελεσματικό απέναντι στην UVA ακτινοβολία γι' αυτό ο συνδυασμός τους σε μια σύνθεση μας δίνει ένα αντηλιακό ευρέος φάσματος (5).

Το βασικότερο μειονέκτημα αυτών των φίλτρων είναι το γεγονός ότι αφήνουν λευκότητα και αδιαφάνεια στο δέρμα, η οποία είναι ιδιαίτερα αισθητή σε σκούρους φυτότυπους. Το πρόβλημα με την λευκότητα ξεπεράστηκε με την πάροδο των χρόνων καθώς άρχισαν να κυκλοφορούν συνθέσεις με σωματίδια μικρότερου μεγέθους με αποκορύφωμα την χρήση νανοσωματιδίων ZnO και TiO₂ (6).

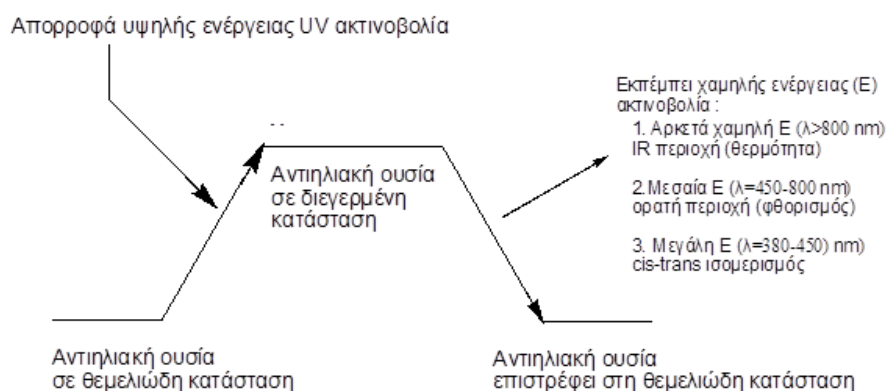
Τα νανοσωματίδια είναι σωματίδια με μέγεθος μικρότερο από 100nm. Παρόλο που η γνώση για τις βιολογικές επιδράσεις που μπορεί να έχουν τα νανοσωματίδια είναι περιορισμένη, τα συναντάμε σε ένα μεγάλο αριθμό αντηλιακών προϊόντων. Στην Αυστραλία για παράδειγμα εκτιμάται ότι το 70% των αντηλιακών προϊόντων περιέχουν νανοσωματίδια TiO₂ και το 30% περιέχει νανοσωματίδια ZnO (7). Αξίζει να σημειωθεί ότι μειώνοντας το μέγεθος των σωματιδίων παρατηρείται και απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας εκτός από σκέδαση και ανάκλαση. Επίσης, τα ανόργανα φίλτρα σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν αίσθημα ξηρότητας στο δέρμα και είναι δύσκολο να μορφοποιηθούν.

Τα ανόργανα φίλτρα έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχάς, παρέχουν ευρύτερο φάσμα προστασίας περιλαμβάνοντας τόσο την UVA όσο και την UVB ακτινοβολία, είναι φωτοσταθερά και προκαλούν λιγότερες αλλεργίες γεγονός που δικαιολογεί και την χρήση τους σε μικρά παιδιά (8).

Εξ αιτίας του υψηλού δείκτη διάθλασης καθώς και της υψηλής φωτοκαταλυτικής δραστηριότητας των δύο ευρέως χρησιμοποιούμενων ανόργανων φίλτρων γίνονται προσπάθειες για την χρήση εναλλακτικών ανόργανων συστατικών όπως του CePO₄ (9) και του Ca₂SiO₄ (10). Τα φίλτρα αυτά αφήνουν λιγότερη λευκότητα στο δέρμα και είναι σταθερά ωστόσο ακόμα βρίσκονται υπό διερεύνηση.

2.4.3 Οργανικά Φίλτρα Υπεριώδους ακτινοβολίας

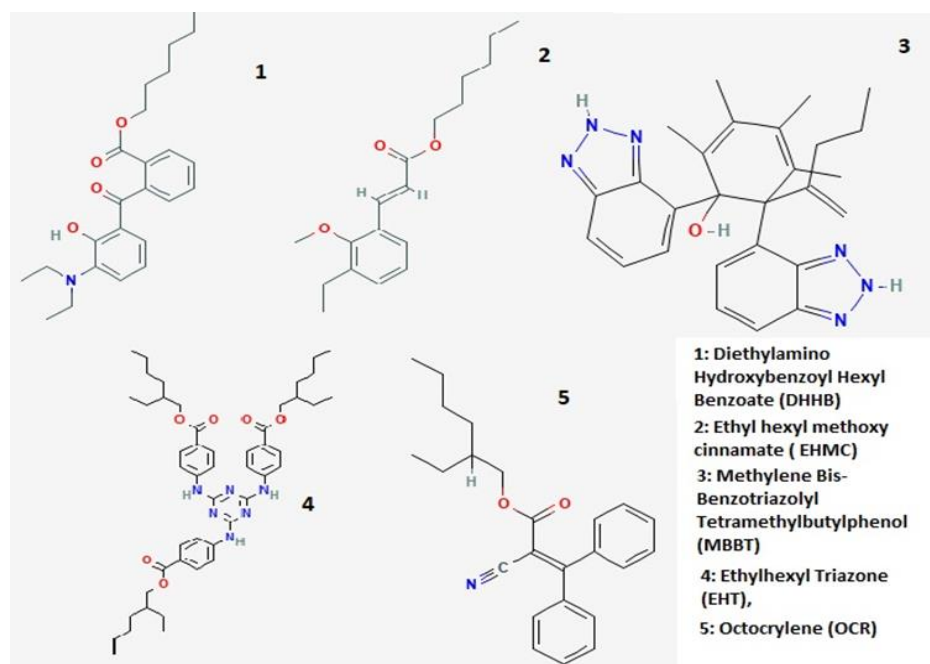
Τα οργανικά φίλτρα είναι ενώσεις με πολλαπλούς διπλούς δεσμούς ή αρωματικά συστήματα που έχουν την δυνατότητα να απορροφούν την ακτινοβολία. Συνήθως, είναι αρωματικές ενώσεις που διαθέτουν καρβοξυλομάδες σε όρθο ή παρα θέση, οι οποίες συχνά είναι συνδεδεμένες με έναν δότη ηλεκτρονίων, συνήθως αμίνη ή μεθοξύλιο. Εξ αιτίας αυτής της δομής που έχουν αυτά τα μόρια, μπορούν να απορροφούν την υψηλής ενέργειας υπεριώδη ακτινοβολία και να μεταπηδούν από τη θεμελιώδη κατάσταση σε μια κατάσταση υψηλότερης ενέργειας (διεγερμένη κατάσταση). Η ενέργεια που αποκτούν απελευθερώνεται με εκπομπή σε υψηλότερα μήκη κύματος ή μετάπτωση μέσω κάποιας φωτοχημικής διαδικασίας όπως για παράδειγμα ισομερισμό. Αποτέλεσμα είναι η επιστροφή στην θεμελιώδη κατάσταση και ταυτόχρονα η απελευθέρωση θερμότητας όπως φαίνεται στην εικόνα 2.2 (11).



Εικόνα 2.2: Μηχανισμός δράσης οργανικών φίλτρων

Τα οργανικά φίλτρα μπορεί να είναι είτε υδατοδιαλυτά είτε λιποδιαλυτά. Διακρίνονται με βάση το είδος της υπεριώδους ακτινοβολίας που απορροφούν σε:

- 1) **UVA** φίλτρα (αβοβενζόνη, ανθρανιλικός μενθυλεστέρας, τερεφθαλυλιδενικό δικαμφορικό σουλφονικό οξύ)
- 2) **UVB** φίλτρα (παράγωγα του π-αμινοβενζοϊκού οξέος, παράγωγα κινναμωμικού οξέος, παράγωγα σαλικυλικού οξέος, παράγωγα βενζιμιδαζολίου, παράγωγα οκτοκρυλενίου, παράγωγα τριαζίνης και τριαζόνης)
- 3) **UVA και UVB** φίλτρα (βενζοφαινόνη, οξυβενζόνη)



Εικόνα 2.3: Χημικές δομές των φίλτρων που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται ορισμένα δημοφιλή φίλτρα και η προστασία τους απέναντι στην UV ακτινοβολία.

ΑΝΤΗΛΙΑΚΟ ΦΙΛΤΡΟ	ΕΥΡΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
PABA	UVB
Octisalate	UVB
Homosalate	UVB
Octinoxate	UVB
Oxybenzophenone	UVB και UVA
Avobenzone	UVA
Terephthalidene-dicamphor sulfonic acid	UVA και UVB
Drometriazole trisiloxane	UVA και UVB
Methylene-bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol	UVA και UVB
Bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenol triazine	UVA και UVB

Πίνακας 2.2: Δημοφιλή φίλτρα και η προστασία τους απέναντι στην UV ακτινοβολία (11)

Στα περισσότερα αντηλιακά προϊόντα χρησιμοποιείται συνδυασμός οργανικών φίλτρων καθώς από μόνα τους δεν φαίνεται να δίνουν υψηλό SPF ούτε δίνουν ευρέος φάσματος αντηλιακή προστασία (12).

Στον πίνακα 2.3 βλέπουμε τα οργανικά UV φίλτρα που επιτρέπονται στην Ευρώπη και στον πίνακα 2.4 τα UV φίλτρα που επιτρέπονται από τον FDA.

Χημική ονομασία/ INN / XAN	Κοινή ονομασία	Μέγιστη συγκέντρωση στο τελικό προϊόν
N,N,N-Trimethyl-4-(2-oxoborn-3-ylidene)methyl) anilinium methyl sulphate	CAMPHOR BENZALKONIUM METHOSULFATE	6%
Benzoic acid, 2-hydroxy-, 3,3,5-trimethylcyclohexyl ester / Homosalate	HOMOSALATE	10%
2-Hydroxy-4-methoxybenzophenone / Oxybenzone	BENZOPHENONE-3	6%
2-Phenylbenzimidazole-5-sulphonic acid and its potassium, sodium and triethanolamine salts / Ensulizole	PHENYLBENZIMIDAZOLE SULFONIC ACID	8% (ως οξύ)
3,3'-(1,4-Phenylenedimethylene) bis (7,7-dimethyl-2-oxobicyclo-[2.2.1]hept-1-ylmethanesulphonic acid) and its salts / Ecamsule	TEREPHTHALYLIDENE DICAMPHOR SULFONIC ACID	10% (ως οξύ)
1-(4-tert-Butylphenyl)-3-(4-methoxyphenyl) propane-1,3-dione / Avobenzone	BUTYL METHOXYDIBENZOYLMETHANE	5%
alpha-(2-Oxoborn-3-ylidene)toluene-4-sulphonic acid and its salts	BENZYLIDENE CAMPHOR SULFONIC ACID	6% (ως οξύ)
2-Cyano-3,3-diphenyl acrylic acid 2-ethylhexyl ester / Octocrilene	OCTOCRYLENE	10% (ως οξύ)
Polymer of N-((2 and 4)-[(2-oxoborn-3-ylidene)methyl]benzyl)acrylamide	POLYACRYLAMIDOMETHYL BENZYLIDENE CAMPHOR	6%
2-Ethylhexyl 4-methoxycinnamate / Octinoxate	ETHYLHEXYL METHOXYCINNAMATE	10%
Ethoxylated Ethyl-4-Aminobenzoate	PEG-25 PABA	10%
Isopentyl-4-methoxycinnamate / Amiloxate	ISOAMYL P-METHOXYCINNAMATE	10%
2,4,6-Triamino-(p-carbo-2'-ethylhexyl-1'-oxy)- 1,3,5-triazine	ETHYLHEXYL TRIAZONE	5%
Phenol, 2-(2H-Benzotriazol-2-yl)-4-Methyl-6-(2-Methyl-3-(1,3,3,3-Tetramethyl-1-(Trimethylsilyl)Oxy)-Disiloxanyl)Propyl	DROMETRIZOLE TRISILOXANE	15%
Benzoic acid, 4,4-[[[6-[[[(1,1-dimethylethyl)amino]carbonyl]phenyl]amino]-1,3,5-triazine-2,4-diyl]diimino]bis-, bis(2-ethylhexyl)ester / Iscotrizinol	DIETHYLHEXYL BUTAMIDO TRIAZONE	10%
3-(4'-Methylbenzylidene)-dl-camphor / Enzacamene	4-METHYLBENZYLIDENE CAMPHOR	4%
2-Ethylhexyl salicylate / Octisalate)	ETHYLHEXYL SALICYLATE	5%
2-Ethylhexyl 4-(dimethylamino)benzoate / Padimate O (USAN: BAN)	ETHYLHEXYL DIMETHYL PABA	8%
2-Hydroxy-4-methoxybenzophenone-5-sulfonic acid (Benzophenone-5) and its sodium salt / Sulisobenzone	BENZOPHENONE-4; BENZOPHENONE-5	5% (ως οξύ)
2,2'-Methylene bis(6-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenol) / Bisotrizole	METHYLENE BIS-BENZOTRIAZOLYL TETRAMETHYLBUTYLPHENOL	10%
Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (nano)	METHYLENE BIS-BENZOTRIAZOLYL TETRAMETHYLBUTYLPHENOL (NANO)	10 %

Sodium salt of 2,2'-bis(1,4-phenylene)-1H-benzimidazole-4,6-d isulfonic acid / Bisdisulizole disodium (USAN)	DISODIUM PHENYL DIBENZIMIDAZOLE TETRASULFONATE	10% (ως οξύ)
2,2'-(6-(4-Methoxyphenyl)-1,3,5-triazine-2,4-di yl)bis(5-((2-ethylhexyl)oxy)phenol) / Bemotrizinol	BIS-ETHYLHEXYLOXYPHENOL METHOXYPHENYL TRIAZINE	10%
Dimethicodiethylbenzalmalonate	POLYSILICONE-15	10%
Benzoic acid, 2-[4-(diethylamino)-2-hydroxybenzoyl]-, hexylester	DIETHYLAMINO HYDROXYBENZOYL HEXYL BENZOATE	10%
1,3,5-Triazine, 2,4,6-tris(1,1'-biphenyl)-4-yl-, including as nanomaterial	TRIS-BIPHENYL TRIAZINE / TRIS-BIPHENYL TRIAZINE (NANO)	10%
3,3#-(1,4-Phenylene)bis(5,6-diphenyl-1,2,4-triaz ine)	PHENYLENE BIS-DIPHENYLTRIAZINE	5%
2-ethoxyethyl (2Z)-2-cyano-2-[3-(3-methoxypropylamino) cyclohex-2-en-1-ylidene]acetate	METHOXYPROPYLAMINO CYCLOHEXENYLIDENE ETHOXYETHYLCYANOACETATE	3%

Πίνακας 2.3: Λίστα με τα οργανικά φίλτρα UV που επιτρέπονται στην Ευρώπη (13)

Τα οργανικά φίλτρα που έχουν εγκριθεί στις ΗΠΑ μέχρι σήμερα διακρίνονται σε κατηγορίες ενώσεων ή παράγωγα τους και είναι οι εξής:

- Παράγωγα π-αμινοβενζοϊκού οξέος (PABA derivatives)
- Σαλικυλικοί εστέρες (Salicylates)
- Κινναμωμικοί εστέρες (Cinnamates)
- Βενζοφαινόνες
- Ανθρανιλικί εστέρες (Anthranilates)
- Παράγωγα καμφοράς (Camphor derivatives)
- Διβενζοϋλομεθάνια (Dibenzoylmethanes)

UV ΦΙΛΤΡΑ
Aminobenzoic acid
Avobenzene
Cinoxate
Dioxybenzone
Homosalate
Meradimate
Octocrylene
Octinoxate
Octisalate
Oxybenzone
Padimate O
Ensulizole
Sulisobenzene
Titanium dioxide
Trolamine salicylate
Zinc oxide

Πίνακας 2.4: Λίστα με τα 16 UV φίλτρα που επιτρέπονται από τον F.D.A (14) (15)

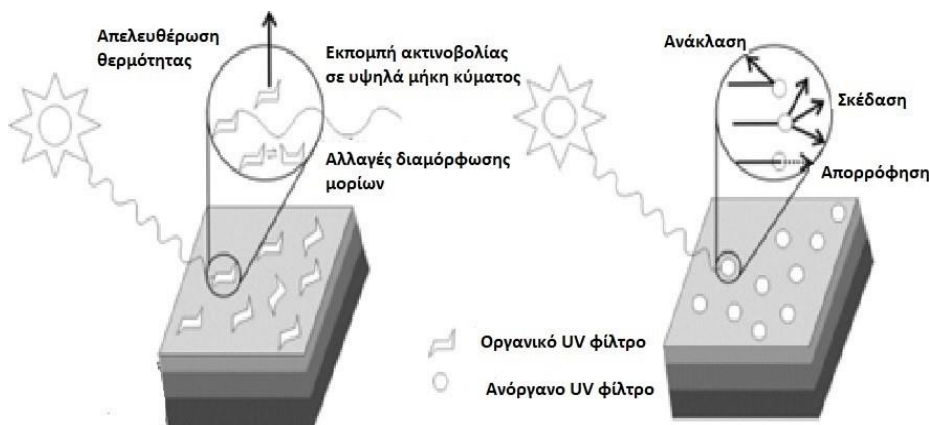
2.4.4 Σύγκριση Οργανικών-Ανόργανων φίλτρων

Τα φίλτρα ηλιακής ακτινοβολίας όπως έχουμε ήδη αναφέρει διακρίνονται σε οργανικά και ανόργανα. Οι δύο κατηγορίες παρουσιάζουν τις εξής διαφορές:

- **Μηχανισμός δράσης:** Τα ανόργανα φίλτρα δρουν μέσω ανάκλασης ή σκέδασης της υπεριώδους ακτινοβολίας και σπανιότερα μέσω απορρόφησης. Αντίθετα, τα οργανικά φίλτρα δρουν αποκλειστικά μέσω απορρόφησης της υπεριώδους ακτινοβολίας (εικόνα 2.3)
- **Φάσμα υπεριώδους ακτινοβολίας στο οποίο είναι αποτελεσματικά:** Τα ανόργανα φίλτρα είναι αποτελεσματικά τόσο απέναντι στην UVA όσο και απέναντι στην UVB

ακτινοβολία. Από την άλλη πλευρά, τα οργανικά φίλτρα συνήθως είναι αποτελεσματικά μόνο απέναντι στην UVA ή την UVB ακτινοβολία και σπανιότερα και στις δύο μαζί. Αυτός είναι και ο λόγος που συνήθως χρησιμοποιείται συνδυασμός οργανικών φίλτρων για την επίτευξη ευρέος φάσματος προστασίας.

- **Άτομα στα οποία χρησιμοποιούνται:** Τα ανόργανα φίλτρα είναι η πρώτη επιλογή σε παιδιά και ευαίσθητα άτομα γιατί έχουν μικρές πιθανότητες πρόκλησης αλλεργιών.
- **Αίσθηση τελικού προϊόντος:** Τα ανόργανα φίλτρα οφείλονται για την λευκότητα και την αδιαφάνεια που αφήνουν μερικά τελικά προϊόντα στον καταναλωτή. Το φαινόμενο αυτό διορθώνεται με την χρήση nano μορφών των ανόργανων φίλτρων.



Εικόνα 2.4: Διαφορά στον μηχανισμό δράσης μεταξύ οργανικών και ανόργανων φίλτρων

2.4.5 Μειονεκτήματα οργανικών φίλτρων

Τα οργανικά UV φίλτρα βρίσκονται στα περισσότερα αντηλιακά προϊόντα. Συνήθως σε μία σύνθεση χρησιμοποιείται συνδυασμός δύο ή και περισσότερων UV φίλτρων για να επιτευχθεί ο επιθυμητός SPF. Ωστόσο η χρήση τους δεν περιορίζεται μόνο σε προϊόντα προσωπικής φροντίδας. Ένας μεγάλος αριθμός αντηλιακών φίλτρων χρησιμοποιείται σε βιομηχανικά προϊόντα, όπως για παράδειγμα σε πλαστικά και χρώματα, με σκοπό την προστασία τους από την φωτοαποικοδόμηση. Ύστερα από μελέτες που έχουν γίνει φαίνεται ότι η έκθεση τόσο των ανθρώπων όσο και διαφόρων χερσαίων και κυρίως θαλάσσιων οργανισμών σε οργανικά φίλτρα είναι μεγάλη. Πολλά φίλτρα είναι λιπόφιλα και συσσωρεύονται σε λιπώδεις ιστούς και ζώντες οργανισμούς δρώντας ως ενδοκρινικοί διαταράκτες (16). Επίσης τα φίλτρα UV κατατάσσονται στα πιο κοινά αλλεργιογόνα, ιδιαίτερα οι βενζοφαινόνης (17). Τα οργανικά UV φίλτρα μπορούν να προκαλέσουν φωτοαλλεργική δερματίτιδα εξ επαφής. Επιπλέον, πολλά οργανικά UV φίλτρα όταν απορροφούν την UV ακτινοβολία μετατρέπονται σε φωτοασταθή προϊόντα που έρχονται σε άμεση επαφή με το δέρμα.

Μελέτη έχει δείξει ότι τρία παράγωγα βενζοφαινόνης (Bp-1, Bp-2, Bp-3) που χρησιμοποιούνται συχνά, παρουσιάζουν οιστρογονική δράση *in vitro* σε ανθρώπινα κύτταρα

MCF-7 (human tumor mammary cells) οδηγώντας στον πολλαπλασιασμό τους. Η οιστρογονική τους δραστηριότητα αξιολογήθηκε επίσης *in vivo* σε αρουραίους. Άλλα *in vitro* πειράματα που εστίαζαν στο PABA έδειξαν ότι προκαλεί σχηματισμό ROS και διμερών θυμίνης στο DNA σε υδατικό διάλυμα που υπό την επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΤΗΛΙΑΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

3.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΑΝΤΗΛΙΑΚΩΝ

Το αρχαιότερο γνωστό ηλιακό σύμβολο βρέθηκε στο Ισραήλ περίπου πριν από 6.000 χρόνια. Τότε η ανθρωπότητα αντιλαμβάνονταν τον ήλιο ως θεό καθώς παρείχε ζεστασιά και έδινε φως. Με το πέρασμα των χρόνων η λατρεία του ήλιου συνεχίστηκε, όμως οι άνθρωποι άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι εκτός από θετικά έχει και αρνητικά αποτελέσματα (κυρίως στο δέρμα). Ως εκ τούτου κατευθύνθηκαν σε μια πιο ορθολογική σκέψη σχετικά με την λατρεία του ήλιου. Οι Αιγύπτιοι ήταν ο πρώτος λαός που συνειδητοποίησε τις αρνητικές επιδράσεις του ήλιου και παρείχε φωτοπροστατευτικές μεθόδους το 4.000 π.Χ. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούσαν εκχυλίσματα από ρύζι, γιασεμί και λούπινο, συστατικά που ακόμα και σήμερα χρησιμοποιούνται σε καλλυντικά προϊόντα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο βασικός λόγος για την ανάπτυξη αντηλιακών ήταν η ανάγκη το δέρμα να φαίνεται πιο χλωμό, αφού κατά τα πρότυπα ομορφιάς τότε το ανοικτό χρώμα δέρματος ήταν πιο ελκυστικό από το σκούρο.

Στην αρχαία Ελλάδα, οι αθλητές κάλυπταν το σώμα τους με ένα μείγμα από λάδι και άμμο καθώς προπονούσαν κάτω από τον ήλιο για τους Ολυμπιακούς αγώνες. Εκείνη την εποχή (περίπου το 500π.Χ) άρχισαν να γίνονται γνωστές οι επιδράσεις του οξειδίου του ψευδαργύρου, όπως φαίνεται από ινδικό ιατρικό κείμενο με το όνομα “The Charaka Samhita” (18) .

Παρατηρούμε λοιπόν ότι η χρήση αντηλιακών προϊόντων είχε απασχολήσει πολλούς αιώνες πιο πριν τους ανθρώπους, και ουσίες όπως το οξείδιο του ψευδαργύρου χρησιμοποιούνται εδώ και πάρα πολλούς αιώνες.

3.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΑΝΤΗΛΙΑΚΩΝ

Σύμφωνα με την σύσταση της επιτροπής της 22ας Σεπτεμβρίου 2006 ως «αντηλιακό προϊόν» νοείται κάθε παρασκεύασμα (όπως κρέμα, έλαιο, ζελέ ή σπρέι) που προορίζεται να έρθει σε επαφή με το ανθρώπινο δέρμα με αποκλειστικό ή κύριο σκοπό να το προστατεύσει από την ακτινοβολία UV μέσω της απορρόφησης, της διασποράς ή της αντανάκλασης της ακτινοβολίας (19) .

3.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΝΤΗΛΙΑΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Όπως όλα τα προϊόντα έτσι και τα αντηλιακά πρέπει να έχουν ορισμένες ιδιότητες για να είναι αποτελεσματικά και να εξυπηρετούν τον σκοπό τους. Αυτές οι ιδιότητες είναι οι εξής:

1. Να απορροφούν της ερυθματογόνο περιοχή UVB
2. Να απορροφούν λίγο ή καθόλου την UVA ακτινοβολία

3. Να έχουν φίλτρα με μεγάλο μοριακό συντελεστή απορρόφησης ϵ , για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρές συγκεντρώσεις
4. Το μέγιστο μήκος κύματος απορρόφησης των φίλτρων δεν πρέπει να μετατοπίζεται από την επίδραση συστατικών που βρίσκονται στο τελικό προϊόν
5. Να μην είναι πτητικά και υδατοδιαλυτά ώστε να είναι ανθεκτικά στον ιδρώτα και το νερό
6. Να είναι άοσμα και να μην παράγουν δυσάρεστες οσμές όταν έρθουν σε επαφή με το δέρμα
7. Να είναι συμβατές οι ουσίες που χρησιμοποιούνται στο προϊόν
8. Να μην είναι τοξικά ή ερεθιστικά
9. Να μην επηρεάζουν το χρώμα των ρούχων
10. Να μην ξηραίνουν το δέρμα
11. Να είναι σταθερά, ασφαλή και χημικά αδρανή
12. Να μην έχουν απορρόφηση από το δέρμα (20)

3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΝΤΗΛΙΑΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά ενός καλλυντικού προϊόντος είναι η αποτελεσματικότητά του, γι' αυτό και αξιολογείται πριν από την κυκλοφορία του στην αγορά. Για ένα αντηλιακό προϊόν, η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από την ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που έχει την ικανότητα να απορροφά και εξαρτάται από:

1. Την περιοχή και την κορυφή απορρόφησης του δραστικού συστατικού
2. Την συγκέντρωση του δραστικού συστατικού που χρησιμοποιείται
3. Την προσκολλητικότητα των φίλτρων στην κεράτινη
4. Τον βαθμό απορρόφησης των αντηλιακών ουσιών από την κεράτινη. Γενικά η προσκολλητικότητα των φίλτρων πρέπει να είναι μεγάλη ενώ ο βαθμός απορρόφησης μικρός
5. Την αντοχή στο νερό και τον ιδρώτα
6. Το είδος του διαλύτη που χρησιμοποιείται. Ένα παράδειγμα αποτελεί το p-αμινοβενζοϊκό οξύ που σε ισοπροπανόλη έχει κορυφή απορρόφησης στα 187,5nm ενώ σε νερό στα 266,7nm
7. Το pH
8. Το πάχος του στρώματος του προϊόντος που παραμένει στο δέρμα μετά την εφαρμογή που συνήθως εξαρτάται από το ιξώδες του
9. Την ευκολία εφαρμογής και την ομοιογένεια του στρώματος
10. Την χημική σταθερότητα των αντηλιακών φίλτρων
11. Τα έκδοχα (21)

3.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΝΤΗΛΙΑΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΤΗΣ UVB ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ (SUN PROTECTION FACTOR-SPF)

Ο συντελεστής ηλιακής προστασίας SPF (Sun Protection Factor) εκφράζει την αποτελεσματικότητα ενός αντηλιακού προϊόντος και ορίζεται ως εξής:

$$\text{SPF} = \frac{\text{MED προστατευμένου με αντηλιακό προϊόν δέρματος}}{\text{MED μη προστατευμένου με αντηλιακό προϊόν με δέρματος}}$$

Όπου MED ορίζεται η χαμηλότερη δόση UV που παράγει ορατό ερύθημα μετά από 24 ώρες, ονομάζεται ελάχιστη ερυθματώδης δόση (ΕΕΔ, Minimal Erythema Dose, MED) και μετριέται σε J.m^{-2} , mJ.cm^{-2} , μονάδες MED. Επίσης ορίζεται και ως ελάχιστος απαιτούμενος χρόνος έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία ώστε να δημιουργηθεί ερύθημα μετά από 24 ώρες και μετριέται σε μονάδες χρόνου (second) (22).

Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του SPF τόσο μεγαλύτερη η προστασία που παρέχει απέναντι στην ηλιακή ακτινοβολία. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι προσδιορισμού τους SPF τους οποίους θα αναλύσουμε παρακάτω.

3.5.1 Μέθοδος COLIPA

Για τον προσδιορισμό του SPF σύμφωνα με την COLIPA (The European Cosmetic And Perfumery Association) χρησιμοποιείται *in vivo* μέθοδος. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται εθελοντές στους οποίους μια μικρή περιοχή (συνήθως η πλάτη), ακτινοβολείται πριν και μετά την τοποθέτηση του εξεταζόμενου αντηλιακού προϊόντος και στη συνέχεια προσδιορίζονται οι τιμές MED τόσο της περιοχής που δέρματος που ακτινοβολήθηκε, όσο και της περιοχής που δεν ακτινοβολήθηκε. Για την ακτινοβολήση του δέρματος των εθελοντών, χρησιμοποιείται ηλιακός προσομοιωτής. Ο ηλιακός προσομοιωτής είναι πηγή ακτινοβολίας εξοπλισμένη με λαμπτήρα Xenon. Ο ρόλος του ηλιακού προσομοιωτή είναι η παραγωγή φάσματος παρόμοιου με του ήλιου, αλλά μεγαλύτερης έντασης έτσι ώστε να απαιτείται μικρότερη χρονική διάρκεια ακτινοβολήσης. Μια μικρή περιοχή της πλάτης του εθελοντή ακτινοβολείται με αυξανόμενη ένταση ακτινοβολίας και για μικρό χρονικό διάστημα. Την επόμενη μέρα παρατηρείται το προκαλούμενο ερύθημα και υπολογίζεται η ατομική ελάχιστη τιμή MED του εθελοντή. Μια μέρα μετά τον προσδιορισμό της ελάχιστης MED του εθελοντή, εφαρμόζεται το αντηλιακό προϊόν σε περιοχή κοντά στην μη προστατευμένη. Αφού περάσουν 15 λεπτά ακτινοβολείται τόσο η μη προστατευμένη περιοχή όσο και η προστατευμένη με αντηλιακό προϊόν. Η εκτίμηση της τιμής MED και για τις δύο περιοχές γίνεται 16 έως 24 ώρες μετά την ακτινοβολήση είτε με την συσκευή Mexameter, είτε με οπτική αξιολόγηση από εξειδικευμένο άτομο. Οι δύο μέθοδοι θεωρούνται ισοδύναμες αρκεί το άτομο που αξιολογεί οπτικά να μην γνωρίζει την αναμενόμενη τιμή του SPF.

3.5.2 Προσδιορισμός SPF προϊόντων ανθεκτικών στο νερό

Στην περίπτωση που το αντηλιακό προϊόν έχει στους ισχυρισμούς του την ανθεκτικότητα στο νερό τότε αυτή η ιδιότητα πρέπει να επιβεβαιώνεται και η μέθοδος τροποποιείται. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

1. Εφαρμόζεται το εξεταζόμενο προϊόν στην πλάτη του εθελοντή και αφήνεται για 15 λεπτά
2. Ο εθελοντής εισέρχεται σε ειδική δεξαμενή νερού και παραμένει εντός αυτής για 20 λεπτά
3. Αφού εξέλθει από την δεξαμενή παραμένει έτσι για 20 λεπτά
4. Μετράτε ο δείκτης SPF

Η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να διαπιστωθεί ο συνολικός χρόνος εμβροχής του εθελοντή όπου η τιμή του SPF παραμένει η ίδια (23).

3.5.3 Μέθοδος FDA (Food and Drug Administration)

Στις Ηνωμένες Πολιτείες ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων της Αμερικής (Food and Drug Administration) θεωρεί τα αντηλιακά ως φάρμακα και καλλυντικά, τα οποία διέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία του FDA για τα μη συνταγογραφούμενα φάρμακα (Over The Counter-OTC). Η μέθοδος προσδιορισμού του SPF που προτείνει ο FDA είναι ανάλογη με αυτή που προτείνει η COLIPA. Στους παρακάτω πίνακες συνοψίζονται οι ομοιότητες και οι διαφορές που παρουσιάζουν τα δύο πρωτόκολλα.

Φωτότυπος εθελοντών	I II και III
Ανατομική περιοχή	Πλάτη
Επιφάνεια	$\geq 1 \text{ cm}^2$
Ποσότητα προϊόντος	2 mg/cm^2
Πηγή ακτινοβολίας	Ηλιακός προσομοιωτής
Αξιολόγηση ερυθήματος	16-24 ώρες απ' την ακτινοβολήση

Πίνακας 3.1: Ομοιότητες μεταξύ του πρωτόκολλου COLIPA και FDA στην μέτρηση του SPF

	COLIPA	FDA
Αριθμός εθελοντών	10 έως 20	20 έως 25
Αριθμός δόσεων	≥7	7
Προϊόν αναφοράς	2	1

Πίνακας 3.2: Διαφορές μεταξύ του πρωτόκολλου COLIPA και FDA στην μέτρηση του SPF

3.5.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τον προσδιορισμό του SPF

Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον προσδιορισμό του SPF και βασίζονται κυρίως στον τύπο και τον αριθμό των εθελοντών. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι εξής:

I. Φωτότυπος των εθελοντών

Οι φωτότυποι κατά Fitzpatrick είναι:

- Φωτότυπος I: Καίγεται πάντα και δεν μαυρίζει ποτέ
- Φωτότυπος II: Συνήθως καίγεται και μαυρίζει λιγότερο από το μέσο όρο
- Φωτότυπος III: Κάποιες φορές καίγεται και μαυρίζει σύμφωνα με τον μέσο όρο
- Φωτότυπος IV: Σπάνια καίγεται και μαυρίζει πάνω από τον μέσο όρο
- Φωτότυπος V: Σκούρο δέρμα
- Φωτότυπος VI: Πολύ σκούρο δέρμα

Από τους παραπάνω φωτότυπους για την μέτρηση του SPF επιλέγονται οι φωτότυποι I έως III. Αυτό συμβαίνει γιατί οι πιο σκούροι φωτότυποι παρουσιάζουν υψηλές τιμές MED του μη προστατευμένου δέρματος άρα η πειραματική τιμή SPF που προκύπτει είναι χαμηλότερη (24).

II. Αριθμός εθελοντών

Ο ελάχιστος αριθμός εθελοντών για να είναι στατιστικά αποδεκτή η μέτρηση είναι 10. Αν το διάστημα εμπιστοσύνης δεν είναι στο 95% που είναι το επιθυμητό τότε αυξάνεται ο αριθμός των εθελοντών και μπορεί να φτάσει μέχρι 20. Αν και πάλι το αποτέλεσμα δεν είναι το επιθυμητό η δοκιμασία απορρίπτεται.

3.5.5 Πιθανά σφάλματα κατά τον προσδιορισμό του SPF και απόκλιση από την πραγματική τιμή

Η πειραματική τιμή SPF που προκύπτει από την *in vivo* μέθοδο με την χρήση ηλιακού προσομοιωτή συνήθως παρουσιάζει απόκλιση σε σχέση με την πειραματική τιμή που θα παίρναμε αν αντί για ηλιακό προσομοιωτή χρησιμοποιούσαμε πραγματική ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό είναι πολύ φυσιολογικό αφού δεν μπορούμε να αντιγράψουμε απόλυτα το ηλιακό φάσμα. Από την άλλη δεν χρησιμοποιείται ηλιακή ακτινοβολία διότι αυτές οι διαδικασίες που γίνονται με συγκεκριμένο πρωτόκολλο απαιτούν καθορισμένες συνθήκες έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων όπου και αν διεξάγονται ανά τον κόσμο.

Πολλές φορές παρατηρείται διασπορά ερυθματογόνων μηκών κύματος στο φάσμα εκπομπής του προσομοιωτή. Ως εκ τούτου η εκπομπή του προσομοιωτή θα πρέπει να ρυθμίζεται έτσι ώστε να υπάρχει διαρκώς συγκεκριμένη αναλογία συμμετοχής των ισχυρά ερυθματογόνων μηκών κύματος στο φάσμα εκπομπής. Σύμφωνα με την COLIPA η ερυθματογόνος περιοχή 290-310nm πρέπει να συμμετέχει αυστηρά από 46-67% στο φάσμα εκπομπής του προσομοιωτή.

Τέλος, η πειραματική τιμή SPF τείνει να είναι μικρότερη από την πραγματική όταν ο προσομοιωτής εκπέμπει σε μεγαλύτερα μήκη κύματος και μεγαλύτερη όταν ο προσομοιωτής εκπέμπει σε μικρότερα μήκη κύματος. Το σφάλμα αυτό ελαχιστοποιείται όταν η εκπομπή του προσομοιωτή είναι σε ενδιάμεσα μήκη κύματος του φάσματος απορρόφησης του προϊόντος.

3.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΝΤΗΛΙΑΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΤΗΣ UVA ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η προστασία ενός αντηλιακού προϊόντος απέναντι στην UVA ακτινοβολία είναι ζωτικής σημασίας. Υπάρχει απαίτηση η προστασία απέναντι στην UVA ακτινοβολία (UVA-PF) να είναι ίση με το 1/3 της προστασίας απέναντι στην UVB ακτινοβολία (SPF). Επίσης, το κρίσιμο μήκος κύματος *in vitro* πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 370nm. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας απέναντι στην UVA ακτινοβολία μπορεί να γίνει είτε με *in vivo* είτε με *in vitro* μεθόδους.

IN VIVO ΜΕΘΟΔΟΙ

- 1) Άμεση μελάχρωση (IPD)
- 2) Καθυστερημένη μελάχρωση (PPD)
- 3) Προσδιορισμός ερυθήματος (APF)
- 4) Προσδιορισμός της προστασίας σε φωτοευαίσθητους ή φωτοευαισθητοποιημένους εθελοντές (PPF)

IN VITRO ΜΕΘΟΔΟΙ

- 1) Μέθοδος Diffey and Robson
- 2) Μέθοδος κρίσιμου μήκους κύματος

3.6.1 *In vivo* μέθοδοι

3.6.1.1 IPD (Immediate Pigment Darkening)

Με την μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η μελάγχρωση που προκαλείται αμέσως μετά την έκθεση των εθελοντών στην UVA ακτινοβολία. Η μέθοδος είναι γρήγορη αφού τα αποτελέσματα παρατηρούνται αμέσως μετά την ακτινοβολία και απαιτούνται σχετικά χαμηλές δόσεις ακτινοβολίας (25).

3.6.1.2 PPD (Persistent Pigment Darkening)

Στην μέθοδο της καθυστερημένης μελάγχρωσης, χρησιμοποιείται κυρίως η UVA ακτινοβολία για την πρόκληση καθυστερημένης μελάγχρωσης και όχι ερυθήματος. Η καθυστερημένη μελάγχρωση παρατηρείται κάποιες ώρες μετά την ακτινοβολία. Ο δείκτης προστασίας ορίζεται ως το πηλίκο που έχει ως αριθμητή την δόση που απαιτείται για να προκληθεί ελάχιστα αντιληπτή μελάγχρωση στο δέρμα που προστατεύεται με αντηλιακό προϊόν και παρονομαστή την δόση που απαιτείται για να προκαλέσει την ίδια μελάγχρωση σε δέρμα που δεν προστατεύεται. Σύμφωνα με μελέτη που πραγματοποιήθηκε βρέθηκε ότι οι τιμές που προκύπτουν με την μέθοδο PPD είναι συνήθως χαμηλότερες από εκείνες που προκύπτουν με την μέθοδο IPD (26).

3.6.1.3 APF (Erythematous UVA Protection factor)

Οι εθελοντές εκτίθενται σε σχετικά χαμηλές δόσεις ακτινοβολίας και προσδιορίζεται το ερυθήμα 4 με 6 ώρες μετά.

3.6.1.4 PPF (Phototoxic Protection Factor)

Στη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται το ερυθήμα ή η μελάγχρωση που προκαλείται από υψηλή δόση UVA σε εθελοντές με ανθεκτικό δέρμα ή από χαμηλότερη δόση UVA σε εθελοντές που είναι φωτοευαίσθητοι ή γίνονται για τις ανάγκες των μετρήσεων φωτοευαίσθητοι με την λήψη μεθόξυψωραλενίου (φωτοευαισθητοποιός ουσία).

3.6.2 Μειονεκτήματα *in vivo* μεθόδων

Στα μειονεκτήματα των *in vivo* μεθόδων περιλαμβάνονται:

- 1) Η χρήση εθελοντών που δημιουργεί ηθικούς προβληματισμούς

- 2) Ο ηλιακός προσομοιωτής εκπέμπει μόνο UVA ακτινοβολία ενώ στις πραγματικές συνθήκες υπάρχει και UVB
- 3) Σε όλες τις *in vivo* μεθόδους χρησιμοποιούνται αρκετά υψηλές δόσεις UVA ακτινοβολίας. Η έκθεση των εθελοντών σε τέτοιες δόσεις ακτινοβολίας έχει άγνωστες μακροπρόθεσμες συνέπειες.
- 4) Λόγω των υψηλών δόσεων που χρησιμοποιούνται δημιουργούνται μη ρεαλιστικές συνθήκες μελέτης τόσο της χημικής σταθερότητας όσο και των ιδιοτήτων απορρόφησης των αντηλιακών φίλτρων
- 5) Οι υψηλές δόσεις UVA μπορεί να προκαλέσουν αλλοίωση ορισμένων αντηλιακών φίλτρων γεγονός που οδηγεί σε υποτίμηση της προστασίας που παρέχει το προϊόν
- 6) Η χρήση ψωραλενίων σε συνδυασμό με UVA ακτινοβολία για πρόκληση φωτοευαισθησίας είναι επίφοβη διότι τέτοιου είδους ουσίες έχουν ενοχοποιηθεί για την προαγωγή ακανθοκυτταρικού καρκινώματος καθώς και μελανώματος
- 7) Το ερύθημα ή η μελάγχρωση λαμβάνονται ως κλινικά σημεία για τον προσδιορισμό ενώ άλλα κλινικά σημεία όπως η ανοσοκαταστολή, η γήρανση, οι καρκινικές βλάβες και ο σχηματισμός διμερών πυριμιδίνης δεν υπολογίζονται.

3.6.3 *In vitro* μέθοδοι

3.6.3.1 Μέθοδος Diffey and Robson

Η μέθοδος εισήχθη πρώτη φορά το 1989 από τους Diffey και Robson. Η ιδέα ήταν να αντικατασταθεί το ανθρώπινο δέρμα από μια ταινία πλαστικού. Στην συγκεκριμένη μέθοδο χρησιμοποιείται φωτόμετρο διπλής δέσμης. Το αντηλιακό προϊόν απλώνεται πάνω στην πλαστική ταινία σχηματίζοντας ένα λεπτό υμένιο. Στη συνέχεια λαμβάνεται το φάσμα απορρόφησης του προϊόντος στην υπεριώδη περιοχή πριν και μετά την ακτινοβολία του με καθορισμένη δόση υπεριώδους ακτινοβολίας. Με την εν λόγω μέθοδο υπολογίζονται *in vitro* η τιμή SPF, ο παράγοντας προστασίας από την UVA ακτινοβολία καθώς και ο λόγος της απορρόφησης UVA/UVB. Με την εξέλιξη της μεθόδου η πλαστική ταινία αντικαταστάθηκε από πλάκες πολυμεθυλομεθακρυλικού πολυμερούς (PMMA) και βελτιώθηκε η προσομοίωση της πραγματικής ηλιακής ακτινοβολίας. Γενικά, η μέθοδος προτείνεται από την COLIPA και τα αποτελέσματα που δίνει θεωρούνται συγκρίσιμα με αυτά που προκύπτουν από την *in vivo* PPD μέθοδο. Τέλος, μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε υγρά όσο και σε στερεά προϊόντα όμως για τα στερεά πρέπει να προηγηθεί η κατάλληλη επεξεργασία (26)

3.6.3.2 Μέθοδος κρίσιμου μήκους κύματος (Critical Wavelength, λctitical)

Σ' αυτή τη μέθοδο το αντηλιακό προϊόν απλώνεται σε ένα ειδικά διαμορφωμένο υπόστρωμα και λαμβάνεται το φάσμα απορρόφησης του από τα 290nm έως και τα 400nm. Στη συνέχεια, υπολογίζεται το ολοκλήρωμα της απορρόφησης από τα 290nm έως τα 400nm. Το μήκος

κύματος που αντιστοιχεί στο 90% του ολοκληρώματος της απορρόφησης ή αλλιώς στο 90% του εμβαδού της καμπύλης απορρόφησης ονομάζεται κρίσιμο μήκος κύματος ($\lambda_{critical}$, λ_c) και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\int_{290}^{\lambda_c} A(\lambda)d\lambda = 0.9 \int_{290}^{400} A(\lambda)d\lambda$$

Το κρίσιμο μήκος κύματος πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο του 370nm και όσο μεγαλύτερο είναι τόσο μεγαλύτερη είναι η προστασία απέναντι στη UVA ακτινοβολία. Αξίζει να σημειωθεί ότι δύο προϊόντα που έχουν το ίδιο λ_c δεν σημαίνει ότι προσφέρουν την ίδια προστασία απέναντι στην UVA ακτινοβολία. Για την σωστή εκτίμηση πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο SPF.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι ο υπολογισμός του λ_c δεν εξαρτάται από το πάχος του στρώματος αντηλιακού που θα απλωθεί πάνω στο υπόστρωμα και ότι δεν εξετάζονται χωριστά τα αποτελέσματα της UVA και UVB ακτινοβολίας. Τέλος, ένα από τα αρνητικά της μεθόδου είναι ότι το υμένιο που σχηματίζεται πάνω στο υπόστρωμα μπορεί να μην είναι ομοιογενές (27).

3.6.4 Σύγκριση *in vivo* και *in vitro* μεθόδων

Οι *in vitro* μέθοδοι είναι πιο οικονομικές, πιο γρήγορες και πιο απλές σε σχέση με τις *in vivo* μεθόδους. Το βασικό πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν απαιτείται η συμμετοχή εθελοντών γεγονός που οδηγεί σε ηθικούς προβληματισμούς. Επίσης με τις *in vitro* μεθόδους προσδιορίζεται ταυτόχρονα και η φωτοχημική σταθερότητα του προϊόντος. Ωστόσο, στις *in vitro* μεθόδους τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι και τόσο ρεαλιστικά διότι δεν γίνεται αξιολόγηση πάνω σε ανθρώπινο δέρμα οπότε δεν βασίζονται σε κλινικές ενδείξεις όπως για παράδειγμα το ερύθημα. Τέλος, είναι πιθανό να υπάρχει αλληλεπίδραση του αντηλιακού με το υπόστρωμα γεγονός που επηρεάζει το αποτέλεσμα (28).

3.7 Ετικέτες αντηλιακών προϊόντων

Σύμφωνα με τη σύσταση της επιτροπής της 22ας Σεπτεμβρίου 2006 σχετικά με τους ισχυρισμούς των αντηλιακών προϊόντων υπάρχουν ισχυρισμοί που απαγορεύεται να αναγράφονται στις ετικέτες των αντηλιακών προϊόντων. Πιο συγκεκριμένα απαγορεύονται ισχυρισμοί που αποδίδουν στο προϊόν χαρακτηριστικά όπως:

- 100 % προστασία από την ακτινοβολία UV (όπως «sunblock», «απόλυτη προστασία»)
- δεν χρειάζεται επανεπίλειψη του προϊόντος υπό οποιεσδήποτε συνθήκες (όπως «πρόληψη που διαρκεί όλη την ημέρα»)

Επίσης, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση επιτρέπεται να αναγράφεται στην ετικέτα του προϊόντος ότι το προϊόν διαθέτει UVA προστασία μόνον όταν επισυνάπτεται στο φάκελο του προϊόντος μελέτη που αποδεικνύει ότι ο παράγοντας προστασίας απέναντι στην UVA, ο οποίος έχει προσδιοριστεί είτε *in vivo* είτε *in vitro*, είναι το 1/3 του SPF ή ότι το κρίσιμο μήκος κύματος είναι μεγαλύτερο ή ίσο με 370 nm.

Εκτός από τους ισχυρισμούς που δεν επιτρέπονται, τα αντηλιακά προϊόντα πρέπει να φέρουν προειδοποιήσεις που να δηλώνουν ότι δεν παρέχουν προστασία 100 %, να παρέχουν συμβουλές σχετικά με μέτρα προφύλαξης που πρέπει να λαμβάνονται πέρα από τη χρήση τους καθώς και οδηγίες χρήσης που να διασφαλίζουν την αλήθεια του ισχυρισμού που διατυπώνεται σχετικά με την αποτελεσματικότητα του προϊόντος. Οι προειδοποιήσεις αυτές μπορεί να είναι:

«Μην εκτίθεστε για πολύ ώρα στον ήλιο, ακόμα και αν χρησιμοποιείτε αντηλιακό»

«Τα βρέφη και τα μικρά παιδιά δεν πρέπει να εκτίθενται καθόλου στο άμεσο ηλιακό φως»

«Η υπερβολική έκθεση στον ήλιο αποτελεί σοβαρή απειλή για την υγεία»

«Χρησιμοποιείτε αντηλιακό πριν από κάθε έκθεση στον ήλιο»

«Επαναλάβετε τη χρήση συχνά για να διατηρείτε την προστασία, ιδιαίτερα μετά από εφίδρωση, κολύμπι ή σκούπισμα»

Τα αντηλιακά προϊόντα πρέπει να φέρουν οδηγίες χρήσης, ούτως ώστε να χρησιμοποιείται επαρκής ποσότητα στο δέρμα για να επιτυγχάνεται η αποδιδόμενη στο προϊόν αποτελεσματικότητα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, δηλώνοντας την απαιτούμενη ποσότητα με ένα διάγραμμα, μια απεικόνιση ή ένα όργανο μέτρησης. Τα αντηλιακά προϊόντα πρέπει να φέρουν επεξήγηση των κινδύνου που απορρέει από τη χρήση μειωμένης ποσότητας, όπως «προειδοποίηση: η μείωση της ενδεικνυόμενης ποσότητας περιορίζει σημαντικά το επίπεδο προστασίας» (29) (30).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: SPF BOOSTER (Ενισχυτές)

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον ως προς την εύρεση ουσιών ή άλλων μέσων μέσω των οποίων μπορεί να μειωθεί η συγκέντρωση των UV φίλτρων σε ένα αντηλιακό προϊόν. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους κρίνεται απαραίτητο να μειωθεί η συγκέντρωση των UV φίλτρων στα τελικά προϊόντα. Σε πολλές χώρες το ανώτατο επιτρεπτό όριο SPF είναι 50⁺ ενώ υπάρχουν και χώρες όπως η Νότια Αφρική που το όριο αυτό φτάνει μέχρι και 99. Είναι φανερό ότι υπάρχει μια συνεχής ανάγκη της αγοράς για προϊόντα με ολοένα και υψηλότερο SPF όμως για να επιτευχθούν τέτοιες τιμές SPF, οι συγκεντρώσεις των UV φίλτρων πρέπει να είναι υψηλές. Κάτι τέτοιο όμως είναι εξαιρετικά δύσκολο. Όλα τα UV φίλτρα έχουν ανώτατα επιτρεπτά όρια που θεσπίζονται από τις διάφορες νομοθεσίες (Ευρώπη, Αμερική, Καναδάς, Αυστραλία-Νέα Ζηλανδία) και τα όρια αυτά πρέπει σε πολλές περιπτώσεις να ξεπεραστούν για να επιτευχθεί ο ζητούμενος SPF.

Η αύξηση της συγκέντρωσης των UV φίλτρων διαταράσσει την αισθητική και την σταθερότητα των αντηλιακών προϊόντων και δημιουργεί ζητήματα οικονομίας, οικολογίας αλλά και υγείας του τελικού χρήστη. Είναι γνωστό ότι πολλά από τα UV φίλτρα, ιδιαίτερα τα οργανικά, μπορεί να δημιουργήσουν αλλεργίες, ευαισθησία και άλλες ανεπιθύμητες ενέργειες στον καταναλωτή.

Ως απόρροια όλων των παραπάνω έχει δημιουργηθεί η ανάγκη για την χρήση ενισχυτικών του SPF (SPF booster) στα αντηλιακά προϊόντα. Γενικά ως ενισχυτικό (booster) ορίζεται μια συσκευή ή ένα «πράγμα» που μπορεί να αυξήσει της ισχύς ή την αποτελεσματικότητα. Για τα αντηλιακά προϊόντα η ενίσχυση των UV φίλτρων οδηγεί στην επίτευξη μιας καλής αναλογίας προστασίας UV ως προς την συγκέντρωση UV φίλτρων (31).

Η ενίσχυση του SPF μπορεί να πραγματοποιηθεί συνήθως με δύο τρόπους. Ο ένας τρόπος είναι η ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του συστήματος απορρόφησης UV και ο άλλος τρόπος είναι η βελτίωση του σχηματισμού στρώματος κατά το άπλωμα του προϊόντος. Τέλος, ενίσχυση του SPF μπορεί να γίνει με τη χρήση αντιοξειδωτικών ουσιών, φυτικών εκχυλισμάτων και άλλων ουσιών (32).

4.1 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

4.1.1 Προστασία απέναντι στην UVA

Παλαιότερα υπήρχε η αντίληψη ότι ένα αντηλιακό προϊόν πρέπει να απορροφά επιτυχώς την UVB ακτινοβολία και να επιτρέπει την πλήρη διαπερατότητα της UVA ακτινοβολίας για την επίτευξη μαυρίσματος. Η UVB ακτινοβολία είναι σε μεγαλύτερο βαθμό υπεύθυνη για το ερύθημα, μια άμεση απάντηση του δέρματος στην ηλιακή ακτινοβολία. Ωστόσο σε ένα μικρότερο αλλά όχι αμελητέο ποσοστό η UVA ακτινοβολία είναι επίσης υπεύθυνη. Γι' αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητος ο συνδυασμός UVA και UVB φίλτρων για την επίτευξη υψηλών SPF και την αποφυγή ερυθθήματος.

4.1.2 Χρήση υδατοδιαλυτών και λιποδιαλυτών φίλτρων στην ίδια σύνθεση

Τα περισσότερα αντηλιακά προϊόντα που κυκλοφορούν στο εμπόριο διατίθεται σε μορφή water in oil (W/O) δηλαδή η συνεχής φάση είναι η ελαιώδης και η διεσπαρμένη φάση το νερό. Αυτό συμβαίνει γιατί τα περισσότερα UV φίλτρα διαλύονται καλύτερα στην ελαιώδη φάση οπότε στην περίπτωση των W/O αντηλιακών προϊόντων τα φίλτρα έχουν διαλυθεί στην εξωτερική φάση του γαλακτώματος και έρχονται σε άμεση επαφή με το δέρμα κατά την διάρκεια του απλώματος. Αυτό εξηγεί γιατί τα W/O γαλακτώματα δίνουν μεγαλύτερες τιμές SPF. Ωστόσο, τα W/O γαλακτώματα δεν είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στους περισσότερους καταναλωτές. Οι περισσότεροι χρήστες προτιμούν τα O/W γαλακτώματα που έχουν πιο ευχάριστη υφή. Σ' αυτά τα γαλακτώματα όμως τα ελαιοδιαλυτά UV φίλτρα βρίσκονται στην διεσπαρμένη φάση και δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το δέρμα όταν απλώνονται. Ύστερα από μελέτες που έγιναν οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα την έχουμε όταν χρησιμοποιηθούν UV φίλτρα και στις δύο φάσεις.

4.1.3 Αύξηση οπτικής διαδρομής

Η χρήση σωματιδίων με ιδιότητες σκέδασης μπορεί να αυξήσει το μήκος της οπτικής διαδρομής της UV ακτινοβολίας λόγω των εγγενών ιδιοτήτων σκέδασης τους. Πιο συγκεκριμένα όταν συνδυαστούν με ένα φίλτρο UV αυξάνεται η πιθανότητα να συναντήσει η υπεριώδης ακτινοβολία ένα διαλυμένο μόριο φίλτρου UV πριν φτάσει στην επιφάνεια του δέρματος. Τέτοια σωματίδια μπορεί να είναι ορισμένες σφαίρες πολυμερών που αποτελούνται από συμπολυμερές στυρενίου-ακρυλικού. Αξίζει τα σημειωθεί ότι ορισμένα UV φίλτρα όπως το ανόργανο φίλτρο TiO_2 και το οργανικό φίλτρο Bisotrizole παρουσιάζουν ιδιότητες σκέδασης οπότε μπορούν να ενισχύσουν το σύστημα απορρόφησης UV χωρίς την χρήση άλλων συστατικών.

4.1.4 Φωτοσυμβατότητα UV φίλτρων

Πολλά UV φίλτρα αν και είναι φωτοσταθερά όταν χρησιμοποιηθούν από μόνα τους, παρουσιάζουν έντονη φωτοχημική αστάθεια όταν συνδυαστούν με άλλα UV φίλτρα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το UVA φίλτρο avobenzonone και το UVB φίλτρο octinoxate. Κατά την παρασκευή ενός αντηλιακού προϊόντος παλαιότερα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί είτε το ένα είτε το άλλο φίλτρο που αναφέραμε προηγουμένως. Βρέθηκαν ωστόσο συστατικά τα οποία αποτρέπουν αυτό το φαινόμενο. Τα συστατικά αυτά μπορεί να είναι διαφορετικά φίλτρα UV όπως για παράδειγμα το φίλτρο bemotrizinol για την avobenzonone. Επιπλέον, υπάρχουν και ορισμένα μαλακτικά, όπως τα diethylhexyl 2,6-naphthalate, butyloctyl salicylate, tridecyl salicylate, polyester-8, diethylhexyl syringylidene malonate, benzotriazolyl dodecyl p-cresol, and undecylcrylene dimethicone.

4.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΑΠΛΩΜΑ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

4.2.1 Χρήση ειδικά διασκορπισμένων UV φίλτρων

Για να είναι αποτελεσματικά τα UV φίλτρα πρέπει να είναι καλά διαλυμένα και να απλώνονται με την κατάλληλη ομοιογένεια κατά την εφαρμογή του προϊόντος. Κάτι τέτοιο είναι δύσκολο όταν χρησιμοποιούνται μεγάλες συγκεντρώσεις UV φίλτρων για να επιτευχθούν υψηλές τιμές SPF. Η λύση που έχει προταθεί είναι η διάλυση και διασπορά των UV φίλτρων σε μια “μήτρα”, η οποία λόγω της ελαστικότητας της κατά τη διάρκεια του απλώματος προωθεί την ομοιόμορφη κατανομή των μορίων ενός UV φίλτρου.

4.2.2 Χρήση Film Former

Τα film formers είναι ουσίες που έχουν την ικανότητα να βελτιώνουν τον σχηματισμό υμενίου κατά τη διάρκεια απλώματος ενός αντηλιακού προϊόντος. Η χρήση τους πολλές φορές ενισχύει και την ανθεκτικότητα μιας σύνθεσης στο νερό και κατά συνέπεια στον ιδρώτα. Οι πιο γνωστές ουσίες που δρουν ως film formers είναι οι εξής:

- Κεριά
- Παράγωγα βυνιλοπυρολλιδίνης
- Ακρυλικά πολυμερή
- Μηλεϊνικά παράγωγα
- Σιλικόνες

4.2.3 Τύπος γαλακτώματος και ιξώδες

Το είδος του γαλακτώματος και το ιξώδες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον σχηματισμό φιλμ και στο SPF ενός αντηλιακού προϊόντος. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα W/O γαλακτώματα και φόρμουλες με μεγαλύτερο ιξώδες δίνουν υψηλότερες τιμές SPF.

4.3 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΚΧΥΛΙΣΜΑΤΩΝ

Για να βελτιωθεί η απόδοση ενός αντηλιακού προϊόντος και να μειωθεί η συγκέντρωση των χρησιμοποιούμενων UV φίλτρων πολλές φορές χρησιμοποιούνται ουσίες όπως διάφορα αντιοξειδωτικά, βοτανικά εκχυλίσματα ή τοπικά ένζυμα επιδιόρθωσης του DNA. Η αξία της χρήσης αυτών των ουσιών πολλές φορές δεν μπορεί να αξιολογηθεί με απλά μέσα, όπως είναι για παράδειγμα η μέτρηση του SPF πριν και μετά την προσθήκη τους σε μια φόρμουλα. Αυτό συμβαίνει γιατί οι ουσίες αυτές, προστατεύουν τον χρήστη με διαφορετικούς τρόπους από τα UV φίλτρα. Πιο συγκεκριμένα, τα συστατικά αυτά μπορεί προστατεύουν το DNA από τις

βλάβες που προκαλεί η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία και την ανοσοκαταστολή, μέσω της μείωσης του οξειδωτικού stress. Ουσίες όπως οι βιταμίνες C και E, έχει βρεθεί ότι μειώνουν την πάχυνση της επιδερμίδας που προκαλείται από την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία, αναστέλλουν την υπερέκφραση MMP-1 και MMP-9 (μεταλλοπρωτεϊνάσες της εξωκυττάριας ουσίας) και την εξάντληση των CD1a⁺ κυττάρων Langerhans (32).

4.3.1 Αντιοξειδωτικές ουσίες

Οι ελεύθερες ρίζες είναι γνωστό ότι συνεισφέρουν στην γήρανση του δέρματος. Η ενδογενής παραγωγή ριζών από τον κυτταρικό μεταβολισμό και εξωγενείς πηγές όπως η υπεριώδης ακτινοβολία και η ρύπανση μπορεί να βλάψει το δέρμα σε επίπεδο ιστών και κυττάρων. Το ανθρώπινο δέρμα διαθέτει ενδογενή αντιοξειδωτικά συστήματα (Πίνακας 4.1)

Ενδογενή αντιοξειδωτικά συστήματα	
Ενζυμικά	Μη ενζυμικά
Υπεροξειδική δισμουτάση (Superoxide dismutase, SOD)	Γλουταθειόνη
Υπεροξειδάση της γλουταθειόνης	Βιταμίνη C
Glutathione peroxidase, GSH peroxidase)	Βιταμίνη E
Καταλάση (Catalase)	Ουβικινόνη
Αναγωγή της γλουταθειόνης (Glutathione reductase, GSH reductase)	α-λιποϊκό οξύ

Πίνακας 4.1: Ενδογενή αντιοξειδωτικά συστήματα

Ως αντιοξειδωτικό χαρακτηρίζεται κάθε ουσία, η οποία βρίσκεται σε μικρές συγκεντρώσεις σε σχέση με το υπόστρωμα που οξειδώνεται και μπορεί να καθυστερεί σημαντικά ή να αποτρέπει την οξείδωση αυτού. Γενικά, τα αντιοξειδωτικά μπορεί να δράσουν με δύο τρόπους:

1. Παρεμποδίζουν την δημιουργία δραστικών ειδών οξυγόνου
2. Σταματούν τη διάδοση ελευθέρων ριζών που προκαλείται από τις αλυσιδωτές αντιδράσεις

Τα πιο γνωστά αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται στα καλλυντικά προϊόντα είναι:

- **Φαινολικά παράγωγα:** Quercetin, Resveratrol, Caffeic acid, Ferulic acid, Apigenin, Genistein, Silybin, Silidianin, Silicristin, Tea polyphenols, Pycnogenol
- **Καροτενοειδή:** b-carotene, lutein, lycopene

- **Άλλα:** Vitamin C, Vitamin E, ubiquinol

4.3.2 Φυτικά εκχυλίσματα

Τα φυτικά εκχυλίσματα χρησιμοποιούνται στα αντηλιακά και γενικότερα στα καλλυντικά προϊόντα γιατί περιέχουν μεγάλη ποικιλία δραστικών συστατικών με πολλές ευεργετικές ιδιότητες για τον άνθρωπο. Μερικά από τα πιο γνωστά φυτικά εκχυλίσματα που χρησιμοποιούνται είναι:

- **Pomegranate (Ρόδι):** Η λατινική ονομασία του φρούτου είναι *Punica granatum*. Αποτελεί πηγή δύο τύπων πολυφαινολικών ουσιών, τις ανθοκυανιδίνες και τις υδρολυμένες τανίνες. Το εκχύλισμα του φυτού παρουσιάζει έντονη αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινική δράση.
- **Turmeric:** Η λατινική ονομασία του φυτού είναι *Curcuma longa*. Το δραστικό του συστατικό ονομάζεται κουρκουμίνη και είναι υπεύθυνο για τις δράσεις του (αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδης).
- **Aloe vera:** Πρόκειται για φυτό με έντονη ενυδατική και επανορθωτική δράση. Τα εκχυλίσματα αλόης και αλοΐνης παρουσιάζουν κορυφή στα 297nm γεγονός που επιβεβαιώνει την αντηλιακή του δράση (33).
- **Grape:** Τα σταφύλια είναι πλούσια πηγή πολυφαινολών (70-80%) όπως κατεχίνες, επικατεχίνες και προανθοκυανιδίνες. Περιέχουν επίσης ρεσβερατρόλη που προσδίδει στο φυτό εξαιρετικές αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (34).
- **Fernblock:** Το φυτό *Polypodium leucotomos* είναι ένα τροπικό φυτό που χρησιμοποιείται ευρέως στη Νότια Αφρική. Το υδρόφιλο εκχύλισμα των φύλλων του φυτού περιέχει κουμαρινικό οξύ, φερουλικό οξύ, καφεϊκό οξύ, βανιλλικό οξύ και χλωρογενικό οξύ. Παρουσιάζει απορρόφηση στα 290nm και σε συγκέντρωση μόλις 1% από μόνο μπορεί να δώσει ένα SPF γύρω στις 2 μονάδες (35).

4.3.3 Φυτικά έλαια

Τα φυτικά έλαια που χρησιμοποιούνται στα καλλυντικά όπως το ελαιόλαδο, το καστορέλαιο, το έλαιο καρύδας, το αμυγδαλέλαιο και το σησαμέλαιο παρουσιάζουν αντηλιακή προστασία *in vitro*. Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται ορισμένα έλαια με αντηλιακές ιδιότητες.

Έλαιο	Λατινική ονομασία
Basil oil	Ocimum basilicum
Soybean oil	Glycine max
Nigella sativa seed oil	Nigella sativa
Commiphora mukul oil	Commiphora mukul
Buriti oil	Mauritia flexuosa

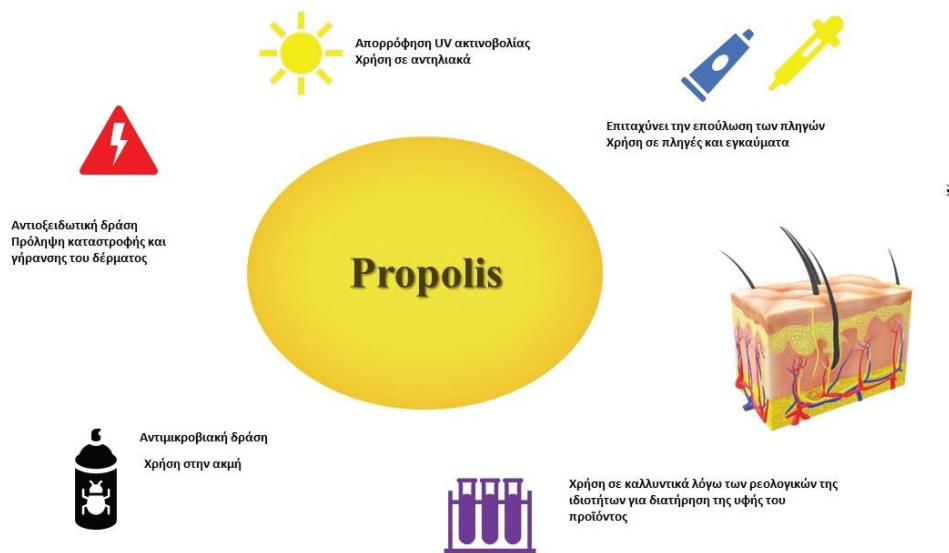
Πίνακας 4.2: Γνωστά έλαια με αντηλιακές ιδιότητες

4.4 ΠΡΟΠΟΛΗ

Η πρόπολη είναι ένα προϊόν ρητίνης που συλλέγεται από τις μέλισσες (*Apis mellifera* L.) από διάφορες φυτικές πηγές (36). Οι μέλισσες το χρησιμοποιούν για να σφραγίζουν τρύπες στις κηρήθρες τους και να τις προστατεύσουν από εισβολείς και μικροοργανισμούς. Η σύσταση της πρόπολης είναι:

- 50% ρητίνη και βάλσαμο
- 30% κήροι
- 10% αιθέρια και αρωματικά έλαια
- 5% γύρη
- 5% ποικιλία άλλων συστατικών (37)

Αυτό το πολύπλοκο μείγμα που λέγεται πρόπολη περιέχει μια ποικιλία δραστικών συστατικών όπως φλαβονοειδή, φαινολικές ενώσεις (38) και τερπένια (39) με γνωστές αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Η χημική σύσταση της πρόπολης εξαρτάται από την προέλευση και την εποχή συλλογής της. Είναι πολύ δύσκολο να απομονωθούν τα επιμέρους δραστικά συστατικά. Πολλές φορές η αποτελεσματικότητα τέτοιων πολύπλοκων φυσικών μειγμάτων, οφείλεται στην συνέργεια των διαφόρων συστατικών. Στην παρακάτω εικόνα συνοψίζονται οι χημικές δομές ορισμένων από τα δραστικά συστατικά της πρόπολης με αντιοξειδωτική δράση.



Εικόνα 4.2: Τοπικές δράσεις της πρόπολης

4.5 ECHINACEA EXTRACT

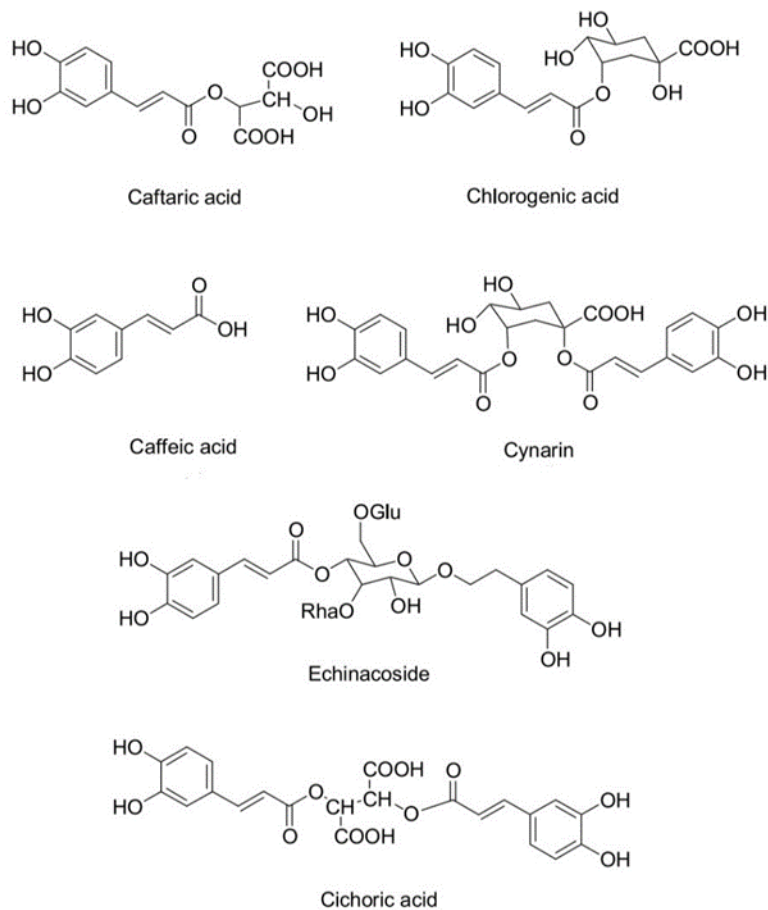
Το φυτό *Echinacea purpurea* της οικογένειας Compositae φύεται στην Βόρεια Αφρική. Είναι γνωστό με το όνομα κόκκινο ηλιοτρόπιο. Το εκχύλισμα του συγκεκριμένου φυτού περιέχει μια πληθώρα συστατικών όπως αλκαμίδες, κιχροϊκό οξύ πολυσακχαρίτες, φλαβονοειδή, αιθέρια έλαια και πολυακετυλένια. Το φυτικό εκχύλισμα χρησιμοποιείται στην θεραπεία χρόνιων λοιμώξεων του αναπνευστικού καθώς και του κατώτερου ουροποιητικού συστήματος. Λόγω των πολυσακχαριτών που περιέχει χρησιμοποιείται για την βιοκτόνο δράση του έναντι του σταφυλλόκοκκου. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί ως υδατικό διάλυμα για την παρασκευή νανοσωματιδίων TiO_2 (40).

Το φυτικό εκχύλισμα του φυτού έχει πολλές φαρμακολογικές δράσεις όπως:

- Αντιοξειδωτική δράση
- Αντιφλεγμονώδης δράση
- Ανοσορυθμιστική δράση
- Αντιμυκητιασική δράση
- Αντιϊική δράση (41)

Σε μια μελέτη συγκρίθηκε μια αντιηλιακή σύνθεση με SPF 25 σε σχέση με μια άλλη σύνθεση που περιείχε τα ίδια συστατικά και επιπλέον διάφορα αντιοξειδωτικά, συμπεριλαμβανομένου του εκχυλίσματος *Echinacea purpurea* βρέθηκε ότι η προσθήκη αντιοξειδωτικών και εκχυλίσματος του εν λόγω φυτού σε μια φόρμουλα μπορεί να ενισχύσει την προστασία απέναντι στη UV ακτινοβολία (32).

Το αιθανολικό εκχύλισμα του φυτού επίσης, έχει μελετηθεί για την δράση του απέναντι στην ακμή. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση του κατάφερε να μειώσει τον πληθυσμό του *Propionibacterium acnes*, κατά 4 λογαριθμικές μονάδες (42). Στην εικόνα 4.3 βλέπουμε τις χημικές δομές του καφεϊκού οξέος και των παραγώγων του που συναντάμε σε αρκετά είδη του φυτού *Echininacea*.



Εικόνα 4.3: Χημική δομή καφεϊκού οξέος και παραγώγων του που συναντάμε σε αρκετά είδη *Echinacea* (43)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΣΚΕΥΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

5.1.1 Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΟΝΟΜΑΤΑ)	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (INCI ΟΝΟΜΑΤΑ)	ΟΙΚΟΣ
Disodium EDTA	<i>Disodium EDTA</i>	BTC
CORN PO4 PH B	<i>Distarch Phosphate</i>	AGRANA STARKE
Glycerin	<i>Glycerin</i>	GLACONCHEMIE
Rhodicare T	<i>Xanthan Gum</i>	EVOMIK
Plantasens® Emulsifier HP 30	<i>Glyceryl Stearate (and) Cetearyl Alcohol (and) Sodium Stearoyl Lactylate</i>	CLARIANT
Cithrol GMS/AS	<i>Glyceryl Stearate</i>	CRODA
Xalifin-15	<i>C12-20 Acid PEG-8 Ester</i>	VEVY EUR PE
Sabowax ST-2	<i>Steareth-2</i>	SABO
Sabowax ST-21	<i>Steareth-21</i>	SABO
Crillet 3	<i>Polysorbate 60</i>	CRODA
Dermofeel TC-7	<i>Triheptanoin</i>	EVOMIK
Cetiol CC	<i>Dicaprylyl Carbonate</i>	BTC
DC 200/5	<i>Dimethicone</i>	DOW
Vivox-4	<i>Rossmarinus Officinalis (Rosemary) Extract</i>	VITIVA
Vitamin E acetate	<i>Tocopheryl Acetate</i>	BTC
DC 345	<i>Cyclopentasiloxane (and) Cyclohexasiloxane</i>	DOW
Sharomix 702	<i>Dehydroacetic Acid (and) Benzoic Acid (and) Phenoxyethanol</i>	SHARON
Kobo MSS 500W	<i>Silica</i>	KOBO
Unimoist U125 NP	<i>Glycerin (and) Urea (and) Saccharide Hydrolysate (and) Magnesium Aspartate (and) Glycine (and) Alanine (and) Creatine</i>	GIVAUDAN LUCASMEYER
Lecigel	<i>Sodium Acrylates Copolymer (and) Lecithin</i>	COSMETICS BY IFF
Uvivol A plus	<i>Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate</i>	BTC
Univol T150	<i>Ethylhexyl triazone</i>	BTC
Heliovisor OMC	<i>Ethylhexyl Methoxycinnamate</i>	BTC
Heliopan 303	<i>Octocrylene</i>	SYMRISE
Tinosorb M	<i>MethyleneBis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (and) Aqua (and) Decyl Glucoside (and) Propylene Glycol (and) Xanthan Gum</i>	BTC
Echinacea extract	<i>Echinacea purpurea extract</i>	SONIAM
Propolis oil	<i>Propolis extract</i>	ESPERIS

Πίνακας 5.1: Σύστατικά που χρησιμοποιήθηκαν στην πειραματική διαδικασία

5.1.2 Σκεύη εργαστηρίου

Τα εργαστηριακά σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

Ογκομετρικός κύλινδρος 10ml

Ποτήρι ζέσεως 500ml

Ύαλος ωρολογίου

Μεταλλική σπάτουλα

Ταινία Transpore 5cm*9,1m της εταιρείας 3M

Πλακίδια PMMA επιφάνειας 25 cm²

Πλαστικοί αποστειρωμένοι περιέκτες

Γάντια latex

Ετικέτες

Μαρκαδόρος

5.1.3 Όργανα

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας της εταιρείας KERN

Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας Mettler PE 3000

Ομογενοποιητής IKA T25 digital Ultra-turrax

Φασματοφωτόμετρο UV-Vis Jasco V-630

Ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης pH INOLAB

Εστία θέρμανσης

Ηλεκτρονικός υπολογιστής

Θερμόμετρο

5.2 ΜΕΘΟΔΟΙ

Παρακάτω θα περιγράψουμε όλες τις διαδικασίες που ακολουθήσαμε τόσο για την παρασκευή των αντηλιακών προϊόντων όσο και για τις μετρήσεις του SPF.

5.2.1 Παρασκευή αντηλιακών προϊόντων

Αρχικά, παρασκευάστηκαν πέντε διαφορετικές συνθέσεις αντηλιακών. Η **σύνθεση 1** (πίνακας 5.2) αποτελεί το control, περιέχει δυο UVA φίλτρα **Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate** και **Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylpheno** καθώς και δύο UVB/UVA φίλτρα **Ethylhexyl triazone** και **Octocrylene**. Η **σύνθεση 2** (πίνακας 5.3) περιέχει τα ίδια συστατικά με τη σύνθεση 1 και **επιπλέον** το UVB φίλτρο **Ethylhexyl Methoxycinnamate**. Η **σύνθεση 3** (πίνακας 5.4) περιέχει τα ίδια συστατικά με το control και **επιπλέον έλαιο πρόπολης στη λιπαρή φάση με συγκέντρωση 5%**. Η **σύνθεση 4** (πίνακας 5.5) περιέχει τα ίδια συστατικά με το control και **επιπλέον το εκχύλισμα του φυτού Echinacea purpurea με συγκέντρωση 5%**. Η **σύνθεση 5** (πίνακας 5.6) περιέχει και εκείνη τα ίδια συστατικά με το control και **επιπλέον έλαιο πρόπολης και εκχύλισμα του φυτού Echinacea purpurea με συγκέντρωση 5% το καθένα**. Με κόκκινο χρώμα φαίνονται στους πίνακες 5.3 έως 5.6 τα διαφορετικά συστατικά που περιέχει η κάθε φόρμουλα σε σχέση με το control. Στους πίνακες 5.2 έως 5.6 επίσης φαίνονται τα συστατικά της κάθε φόρμουλας, η ποσότητα στην οποία χρησιμοποιήθηκε το κάθε συστατικό καθώς και η δράση του κάθε συστατικού στη σύνθεση.

Τα αντηλιακά προϊόντα παρασκευάστηκαν με την γνωστή διαδικασία παρασκευής γαλακτωμάτων o/w η οποία είναι η εξής:

1. Παρασκευή υδατικής φάσης (Φάση Α) και θέρμανση στους 75°C
2. Παρασκευή λιπαρής φάσης (Φάση Β) και θέρμανση στους 75°C
3. Μεταφορά της φάσης Β στη φάση Α με ταυτόχρονη ομογενοποίηση και TURBO για περίπου 7 λεπτά
4. Σταδιακή προσθήκη των συστατικών της φάσης Γ
5. Σταδιακή ψύξη στους 28°C
6. Προσθήκη απώλειας νερού
7. Έλεγχος pH και ρύθμιση κοντά στο 6
8. Συσκευασία του προϊόντος σε αποστειρωμένους περιέκτες

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (TRADE NAME)	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (INCI NAME)	ΔΡΑΣΗ	ΒΑΡΟΣ (%)	
<u>ΦΑΣΗ Α (ΥΔΑΤΙΚΗ ΦΑΣΗ)</u>		<u>ΦΑΣΗ Α</u>		
1	AQUA	Aqua	55.65	
2	DISODIUM EDTA	Disodium EDTA	Χηλικός παράγοντας	0.100
3	CORN PO4 PH "B"	Distarch Phosphate	Παράγοντας υφής	1.000
4	GLYCERIN	Glycerin	Ενυδατικός παράγοντας	2.000
5	RHODICARE T	Xanthan Gum	Παράγοντας ιξώδους	0.200
<u>ΦΑΣΗ Β (ΛΙΠΑΡΗ ΦΑΣΗ)</u>		<u>ΦΑΣΗ Β</u>		
6	Plantasens® Emulsifier HP 30	Glyceryl Stearate (and) Cetearyl Alcohol (and) Sodium Stearoyl Lactylate	Γαλακτωματοποι ητής	3.000
7	CITHROL GMS/AS	Glyceryl Stearate	Γαλακτωματοποι ητής	1.000
8	XALIFIN-15	C12-20 Acid PEG-8 Ester	Γαλακτωματοποι ητής	3.000
9	SABOWAX ST-2	Steareth-2	Γαλακτωματοποι ητής	0.600
10	SABOWAX ST-21	Steareth-21	Γαλακτωματοποι ητής	1.800
11	CRILLET-3	Polysorbate 60	Γαλακτωματοποι ητής	0.500
12	UVINUL A PLUS	Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	UVA Φίλτρο	3.000
13	UVINUL T150	Ethylhexyl triazone	UVB Φίλτρο	3.000
14	DERMOFEEL TC-7	Triheptanoin	Μαλακτικό	4.000
15	OCTOCRYLENE (HELIOPAN 303)	Octocrylene	UVB Φίλτρο	6.000
15B	CETIOL CC	Dicaprylyl Carbonate	Μαλακτικό	3.000
16	DC 200/5	Dimethicone	Μαλακτικό	1.000
17	VIVOX-4	Rosmarinus Officinalis (Rosemary) Extract	Αντιοξειδωτικό	0.050

18	VITAMIN E ACETATE	Tocopheryl Acetate	Αντιοξειδωτικό	0.300
	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>		
19	DC 345	Cyclopentasiloxane (and) Cyclohexasiloxane	Παράγοντας απλώματος	2.000
20	TINOSORB M	Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (and) Aqua (and) Decyl Glucoside (and) Propylene Glycol (and) Xanthan Gum	Ευρέος φάσματος UV φίλτρο	5.000
21	PERFUME	Parfum	Άρωμα	0.400
22	SHAROMIX 702	Dehydroacetic Acid (and) Benzoic Acid (and) Phenoxyethanol	Συντηρητικό	0.900
23	KOBO MSS 500W	Silica	Μεταξένια υφή	1.000
24	UNIMOIST U125NP	Glycerin (and) Urea (and) Saccharide Hydrolysate (and) Magnesium Aspartate (and) Glycine (and) Alanine (and) Creatine	Ενυδατικός παράγοντας	1.000
25	LECIGEL	Sodium Acrylates Copolymer (and) Lecithin	Παράγοντας ιξώδους	0.500
				100,00

Πίνακας 5.2: Σύνθεση 1 (Control)

A/A	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (TRADE NAME)	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (INCI NAME)	ΔΡΑΣΗ	ΒΑΡΟΣ (%)
	<u>ΦΑΣΗ Α (ΥΔΑΤΙΚΗ ΦΑΣΗ)</u>	<u>ΦΑΣΗ Α</u>		
1	AQUA	Aqua		50.650
2	DISODIUM EDTA	Disodium EDTA	Χηλικός παράγοντας	0.100
3	CORN PO4 PH "B"	Distarch Phosphate	Παράγοντας υφής	1.000
4	GLYCERIN	Glycerin	Ενυδατικός παράγοντας	2.000
5	RHODICARE T	Xanthan Gum	Παράγοντας ιξώδους	0.200
	<u>ΦΑΣΗ Β (ΛΙΠΑΡΗ ΦΑΣΗ)</u>	<u>ΦΑΣΗ Β</u>		

6	Plantasens®Emulsifier HP30	Glyceryl Stearate (and) Cetearyl Alcohol (and) Sodium Stearoyl Lactylate	Γαλακτωματοποιητής	3.000
7	CITHROL GMS/AS	Glyceryl Stearate	Γαλακτωματοποιητής	1.000
8	XALIFIN-15	C12-20 Acid PEG-8 ester	Γαλακτωματοποιητής	3.000
9	SABOWAX ST-2	Steareth-2	Γαλακτωματοποιητής	0.600
10	SABOWAX ST-21	Steareth-21	Γαλακτωματοποιητής	1.800
11	CRILLET-3	Polysorbate 60	Γαλακτωματοποιητής	0.500
12	UVINUL A PLUS	Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	UVA φίλτρο	3.000
13	UVINUL T150	Ethylhexyl triazone	UVB φίλτρο	3.000
14	DERMOFEEL TC-7	Triheptanoïn	Μαλακτικό	4.000
15	HELIOVISOR OMC	Ethylhexyl Methoxycinnamate	UVB Φίλτρο	5.000
16	OCTOCRYLENE(HEL IOPAN 303)	Octocrylene	UVB Φίλτρο	6.000
16 B	CETIOL CC	Dicaprylyl Carbonate	Μαλακτικό	3.000
17	DC 200/5	Dimethicone	Μαλακτικό	1.000
18	VIVOX-4	Rossmarinus Officinalis (Rosemary) Extract	Αντιοξειδωτικό	0.050
19	VITAMIN ACETATE	E Tocopheryl Acetate	Αντιοξειδωτικό	0.300
	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>		
20	DC 345	Cyclopentasiloxane (and) Cyclohexasiloxane	Παράγοντας απλώματος	2.000
21	TINOSORB M	MethyleneBis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (and) Aqua (and) Decyl Glucoside (and) Propylene Glycol (and) Xanthan Gum	Ευρέος φάσματος UV φίλτρο	5.000
22	PERFUME	Parfum	Άρωμα	0.400

23	SHAROMIX 702	Dehydroacetic Acid (and) Benzoic Acid (and) Phenoxyethanol	Συντηρητικό	0.900
24	KOBO MSS 500W	Silica	Μεταξένια υφή	1.000
25	UNIMOIST U125NP	Glycerin (and) Urea (and) Saccharide Hydrolysate (and) Magnesium Aspartate (and) Glycine (and) Alanine (and) Creatine	Ενυδατικός παράγοντας	1.000
26	LECIGEL	Sodium Acrylates Copolymer (and) Lecithin	Παράγοντας ιξώδους	0.500
				100.000

Πίνακας 5.3: Σύνθεση 2

A/A	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (TRADE NAME)	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (INCI NAME)	ΔΡΑΣΗ	Βάρος (%)
<u>ΦΑΣΗ Α</u> <u>(ΥΔΑΤΙΚΗ</u>		<u>ΦΑΣΗ Α</u>		
<u>ΦΑΣΗ)</u>				
1	AQUA	Aqua		50.650
2	DISODIUM EDTA	Disodium EDTA	Χηλικός παράγοντας	0.100
3	CORN PO4 PH "B"	Distarch Phosphate	Παράγοντας υφής	1.000
4	GLYCERIN	Glycerin	Ενυδατικός παράγοντας	2.000
5	RHODICARE T	Xanthan Gum	Παράγοντας ιξώδους	0.200
<u>ΦΑΣΗ Β</u> <u>(ΛΙΠΑΡΗ ΦΑΣΗ)</u>		<u>ΦΑΣΗ Β</u>		
6	Plantasens® Emulsifier HP30	Glyceryl Stearate (and) Cetearyl Alcohol (and) Sodium Stearoyl Lactylate	Γαλακτωματοπ οιητής	3.000
7	CITHROL GMS/AS	Glyceryl Stearate	Γαλακτωματοπ οιητής	1.000
8	XALIFIN-15	C12-20 Acid PEG-8 Ester	Γαλακτωματοπ οιητής	3.000
9	SABOWAX ST-2	Steareth-2	Γαλακτωματοπ οιητής	0.600

10	SABOWAX ST-21	Steareth-21	Γαλακτωματοποιητής	1.800
11	CRILLET-3	Polysorbate 60	Γαλακτωματοποιητής	0.500
12	UVINUL A PLUS	Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	UVA Φίλτρο	3.000
13	UVINUL T150	Ethylhexyl triazone	UVB Φίλτρο	3.000
14	DERMOFEEL TC-7	Triheptanoin	Μαλακτικό	4.000
15	PROPOLIS OIL	Propolis extract	Αντιοξειδωτικό	5.000
16	OCTOCRYLENE (HELIOPAN 303)	Octocrylene	UVB Φίλτρο	6.000
16 B	CETIOL CC	Dicaprylyl Carbonate	Μαλακτικό	3.000
17	DC 200/5	Dimethicone	Μαλακτικό	1.000
18	VIVOX-4	Rossmarinus Officinalis (Rosemary) Extract	Αντιοξειδωτικό	0.050
19	VITAMIN E ACETATE	Tocopheryl Acetate	Αντιοξειδωτικό	0.300
	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>		
20	DC 345	Cyclopentasiloxane (and) Cyclohexasiloxane	Παράγοντας απλώματος	2.000
21	TINOSORB M	MethyleneBis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (and) Aqua (and) Decyl Glucoside (and) Propylene Glycol (and) Xanthan Gum	Ευρέος φάσματος UV φίλτρο	5.000
22	PERFUME	Parfum	Άρωμα	0.400
23	SHAROMIX 702	Dehydroacetic Acid (and) Benzoic Acid (and) Phenoxyethanol	Συντηρητικό	0.900
24	KOBO MSS 500W	Silica	Μεταξένια υφή	1.000
25	UNIMOIST U125NP	Glycerin (and) Urea (and) Saccharide Hydrolysate (and) Magnesium Aspartate (and) Glycine (and) Alanine (and) Creatine	Ενυδατικός παράγοντας	1.000
26	LECIGEL	Sodium Acrylates Copolymer (and) Lecithin	Παράγοντας ιξώδους	0.500

Πίνακας 5.4: Σύνθεση 3

A/A	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (TRADE NAME)	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (INCI NAME)	ΔΡΑΣΗ	Βάρος (%)
<u>ΦΑΣΗ Α (ΥΔΑΤΙΚΗ ΦΑΣΗ)</u>		<u>ΦΑΣΗ Α</u>		
1	AQUA	Aqua		50.650
2	DISODIUM EDTA	Disodium EDTA	Χηλικός παράγοντας	0.100
3	CORN PO4 PH "B'	Distarch Phosphate	Παράγοντας υφής	1.000
4	GLYCERIN	Glycerin	Ενυδατικός παράγοντας	2.000
5	RHODICARE T	Xanthan Gum	Παράγοντας ιξώδους	0.200
<u>ΦΑΣΗ Β (ΛΙΠΑΡΗ ΦΑΣΗ)</u>		<u>ΦΑΣΗ Β</u>		
6	Plantasens® Emulsifier HP30	Glyceryl Stearate (and) Cetearyl Alcohol (and) Sodium Stearoyl Lactylate	Γαλακτωματοπ οιητής	3.000
7	CITHROL GMS/AS	Glyceryl Stearate	Γαλακτωματοπ οιητής	1.000
8	XALIFIN-15	C12-20 Acid PEG-8 Ester	Γαλακτωματοπ οιητής	3.000
9	SABOWAX ST-2	Steareth-2	Γαλακτωματοπ οιητής	0.600
10	SABOWAX ST-21	Steareth-21	Γαλακτωματοπ οιητής	1.800
11	CRILLET-3	Polysorbate 60	Γαλακτωματοπ οιητής	0.500
12	UVINUL A PLUS	Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	UVA Φίλτρο	3.000
13	UVINUL T150	Ethylhexyl triazone	UVB Φίλτρο	3.000
14	DERMOFEEL TC-7	Triheptanoin	Μαλακτικό	4.000
15	OCTOCRYLENE (HELIOPAN 303)	Octocrylene	UVB Φίλτρο	6.000

15β	CETIOL CC	Dicaprylyl Carbonate	Μαλακτικό	3.000
16	DC 200/5	Dimethicone	Μαλακτικό	1.000
17	VIVOX-4	Rossmarinus Officinalis (Rosemary) Extract	Αντιοξειδωτικό	0.050
18	VITAMIN E ACETATE	Tocopheryl Acetate	Αντιοξειδωτικό	0.300
	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>		
19	DC 345	Cyclopentasiloxane (and) Cyclohexasiloxane	Παράγοντας απλώματος	2.000
20	TINOSORB M	Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (and) Aqua (and) Decyl Glucoside (and) Propylene Glycol (and) Xanthan Gum	Ευρέος φάσματος UV φίλτρο	5.000
21	PERFUME	Parfum	Άρωμα	0.400
22	SHAROMIX 702	Dehydroacetic Acid (and) Benzoic Acid (and) Phenoxyethanol	Συντηρητικό	0.900
23	KOBO MSS 500W	Silica	Μεταξένια υφή	1.000
24	UNIMOIST U125NP	Glycerin (and) Urea (and) Saccharide Hydrolysate (and) Magnesium Aspartate (and) Glycine (and) Alanine (and) Creatine	Ενυδατικός παράγοντας	1.000
25	LECIGEL	Sodium Acrylates Copolymer (and) Lecithin	Παράγοντας ιξώδους	0.500
26	ECHINACEA EXTRACT	Echinacea purpurea extract	Ενυδατικός παράγοντας	5.000
				100.000

Πίνακας 5.4: Σύνθεση 4

A/A	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ(TRADE NAME)	ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ (INCI NAME)	ΔΡΑΣΗ	Βάρος (%)
<u>ΦΑΣΗ Α</u> <u>(ΥΔΑΤΙΚΗ ΦΑΣΗ)</u>				
1	AQUA	Aqua		45.650
2	DISODIUM EDTA	Disodium EDTA	Χηλικός παράγοντας	0.100
3	CORN PO4 PH "B"	Distarch Phosphate	Παράγοντας υφής	1.000
4	GLYCERIN	Glycerin	Ενυδατικός παράγοντας	2.000
5	RHODICARE T	Xanthan Gum	Παράγοντας ιξώδους	0.200
<u>ΦΑΣΗ Β</u> <u>(ΛΙΠΑΡΗ ΦΑΣΗ)</u>				
6	Plantasens® Emulsifier HP30	Glyceryl Stearate (and) Cetearyl Alcohol (and) Sodium Stearoyl Lactylate	Γαλακτωματοποιητής	3.000
7	CITHROL GMS/AS	Glyceryl Stearate	Γαλακτωματοποιητής	1.000
8	XALIFIN-15	C12-20 Acid PEG-8 Ester	Γαλακτωματοποιητής	3.000
9	SABOWAX ST-2	Steareth-2	Γαλακτωματοποιητής	0.600
10	SABOWAX ST-21	Steareth-21	Γαλακτωματοποιητής	1.800
11	CRILLET-3	Polysorbate 60	Γαλακτωματοποιητής	0.500
12	UVINUL A PLUS	Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	UVA Φίλτρο	3.000
13	UVINUL T150	Ethylhexyl triazone	UVB Φίλτρο	3.000
14	DERMOFEEL TC-7	Triheptanoin	Μαλακτικό	4.000
15	PROPOLIS OIL	Propolis extract	Αντιοξειδωτικό	5.000
16	OCTOCRYLENE (HELIOPAN 303)	Octocrylene	UVB Φίλτρο	6.000
16B	CETIOL CC	Dicaprylyl Carbonate	Μαλακτικό	3.000

17	DC 200/5	Dimethicone	Μαλακτικό	1.000
18	VIVOX-4	Rosmarinus Officinalis (Rosemary) Extract	Αντιοξειδωτικό	0.050
19	VITAMIN E ACETATE	Tocopheryl Acetate	Αντιοξειδωτικό	0.300
	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>	<u>ΦΑΣΗ Γ</u>		
20	DC 345	Cyclopentasiloxane (and) Cyclohexasiloxane	Παράγοντας απλώματος	2.000
21	TINOSORB M	Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (and) Aqua (and) Decyl Glucoside (and) Propylene Glycol (and) Xanthan Gum	Ευρέος φάσματος UV φίλτρο	5.000
22	PERFUME	Parfum	Άρωμα	0.400
23	SHAROMIX 702	Dehydroacetic Acid (and) Benzoic Acid (and) Phenoxyethanol	Συντηρητικό	0.900
24	KOBO MSS 500W	Silica	Μεταξένια υφή	1.000
25	UNIMOIST U125NP	Glycerin (and) Urea (and) Saccharide Hydrolysate (and) Magnesium Aspartate (and) Glycine (and) Alanine (and) Creatine	Ενυδατικός παράγοντας	1.000
26	LECIGEL	Sodium Acrylates Copolymer (and) Lecithin	Παράγοντας ιξώδους	0.500
27	ECHINACEA EXTRACT	Echinacea purpurea extract	Ενυδατικός παράγοντας	5.000
				100.000

Πίνακας 5.6: Σύνθεση 5

5.2.2 *In vitro* μέτρηση του SPF με ταινία Transpore

Αφού παρασκευάστηκαν οι απαραίτητες φόρμουλες στη συνέχεια μετρήσαμε τον δείκτη ηλιακής προστασίας. Ο προσδιορισμός της ηλιακής προστασίας έγινε *in vitro* με φασματοφωτόμετρο UV-Vis Jasco V630. Σε αυτή τη φάση τα δείγματα μετρήθηκαν με τη βοήθεια χειρουργικής ταινίας Transpore™ ως υπόστρωμα. Αρχικά, τοποθετούνται δύο “καθαρές” ταινίες Transpore (ταινία χωρίς δείγμα) διαστάσεων 4x5cm. Η μια ταινία τοποθετείται στο παράθυρο αναφοράς και η άλλη στο παράθυρο του δείγματος με σκοπό να γίνει διόρθωση της γραμμής βάσης (baseline correction) του οργάνου. Στη συνέχεια, αφού κόψουμε ένα κομμάτι ταινίας Transpore επιφάνειας 20cm² και το τοποθετήσουμε πάνω σε ένα ειδικό πλακίδιο, ζυγίζουμε πάνω σε αυτό 40mg δείγματος (η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 2mg/cm²). Κατά την ζύγιση το προϊόν τοποθετείται με την μορφή μικρών κουκίδων στην επιφάνεια της ταινίας για πιο ομοιόμορφη κατανομή. Αφού το προϊόν ζυγιστεί και τοποθετήσουμε γάντι στο χέρι μας με τη βοήθεια του δείκτη απλώνουμε ομοιόμορφα το δείγμα πάνω στην ταινία με κατακόρυφες ή οριζόντιες κινήσεις προσέχοντας την πίεση που ασκούμε. Η ταινία με το δείγμα πάνω της τοποθετείται στην θύρα του ανιχνευτή δείγματος και συλλέγονται φάσματα από έξι διαφορετικές περιοχές της ταινίας, λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο αυτών των φασμάτων.

Ο *in vitro* υπολογισμός του δείκτη ηλιακής προστασίας (SPF) έγινε από τη σχέση:

$$In\ vitro\ SPF = \frac{\int_{\lambda=290\text{ nm}}^{\lambda=400\text{ nm}} E(\lambda)I(\lambda)d(\lambda)}{\int_{\lambda=290\text{ nm}}^{\lambda=400\text{ nm}} E(\lambda)I(\lambda)10^{-A(\lambda)}d(\lambda)}$$

Όπου $E(\lambda)$ το φάσμα ερυθματογόνου δράσης σε μήκος κύματος λ , $I(\lambda)$ το φάσμα ακτινοβολίας που λαμβάνεται από την πηγή UV ακτινοβολίας σε μήκος κύματος λ , $A(\lambda)$ η μονοχρωματική απορρόφηση του προϊόντος δοκιμής σε μήκος κύματος λ και $d(\lambda)$ το βήμα μήκους κύματος (1nm). Για κάθε δείγμα γίνονται τουλάχιστον πέντε μετρήσεις με τον τρόπο που περιγράψαμε προηγουμένως οι οποίες συνοψίζονται στον πίνακα 5.7. Στον πίνακα 5.7 επίσης φαίνεται ο μέσος όρος των μετρήσεων για κάθε προϊόν καθώς και η τυπική απόκλιση.

Στατιστική ανάλυση

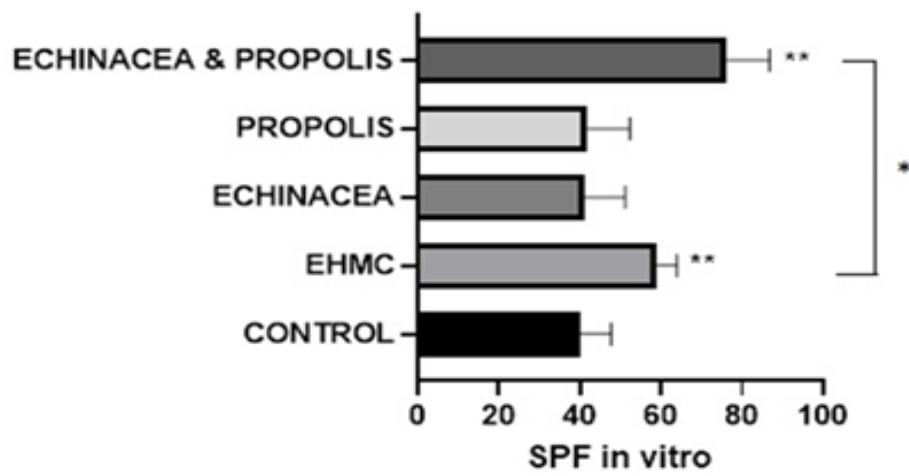
Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως μέση τιμή \pm SD όπου SD η τυπική απόκλιση. Οι στατιστικές διαφορές υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας Ανάλυση διακύμανσης κατά έναν παράγοντα (ANOVA test) και θεωρήθηκαν σημαντικές όταν $p < 0.1$ (*) και $p < 0.05$ (**). Οι στατιστικές διαφορές υπολογίστηκαν για την σύνθεση 5 (COMBINATION) με τις υπόλοιπες συνθέσεις και για την σύνθεση 2 (EHMC) με την σύνθεση 1 (CONTROL) όπως φαίνεται παρακάτω.

CONTROL	HELIOVISOR	ECHINACEA	PROPOLIS	COMBINATION
47.7	62.1	51.5	42.2	58.1
31.3	55.4	47	38	73.2
36	52.5	46.4	36.3	93.1
37.2	61.4	30.7	35.4	72
48.4	64	29.9	35.2	89.7
			62.8	68.9
				53
				70.3
				66.2
40.12	59.08	41.1	41.65	72.57 AVERAGE
7.57	4.89	10.06	10.68	14.84 ST

Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα δείκτη SPF με χρήση ταινίας Transpore

	p	% ΜΕΤΑΒΟΛΗ
EHMC-COMBIN	0,063917	22,83
CONTROL-COMBIN	0,000361	80,88
CONTROL-EHMC	0,001533	47,26
ECHINACEA-COMBIN	0,000711	76,57
PROPOLIS-COMBIN	0,000441	74,24

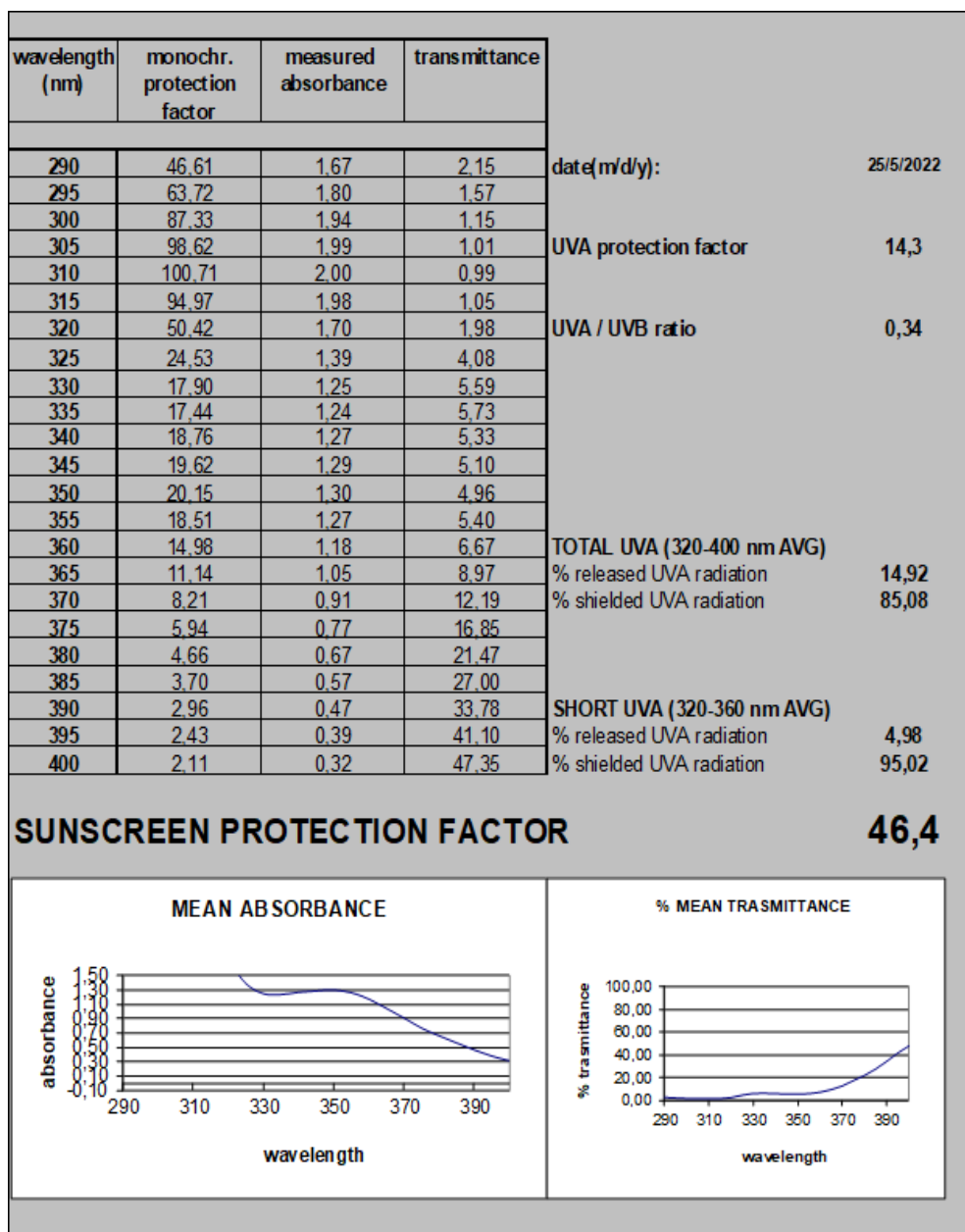
Πίνακας 5.8: Τιμή p και ποσοστιαίες μεταβολές μεταξύ των δειγμάτων



Σχήμα 5.1: Διαγραμματική απεικόνιση του SPF για κάθε δείγμα με χρήση ταινίας Transpore

wavelength (nm)	monochr. protection factor	measured absorbance	transmittance		
290	32,12	1,51	3,11	date(m/d/y):	25/5/2022
295	44,13	1,64	2,27		
300	58,56	1,77	1,71	UVA protection factor	13,4
305	67,60	1,83	1,48		
310	71,54	1,85	1,40	UVA / UVB ratio	0,45
315	70,83	1,85	1,41		
320	45,45	1,66	2,20		
325	23,40	1,37	4,27		
330	16,49	1,22	6,06	TOTAL UVA (320-400 nm AVG)	
335	15,82	1,20	6,32	% released UVA radiation	16,39
340	17,10	1,23	5,85	% shielded UVA radiation	83,61
345	18,63	1,27	5,37		
350	19,37	1,29	5,16		
355	18,04	1,26	5,54		
360	14,68	1,17	6,81	SHORT UVA (320-360 nm AVG)	
365	10,78	1,03	9,27	% released UVA radiation	5,29
370	8,13	0,91	12,31	% shielded UVA radiation	94,71
375	5,57	0,75	17,95		
380	4,33	0,64	23,07		
385	3,39	0,53	29,53		
390	2,64	0,42	37,89		
395	2,13	0,33	46,94		
400	1,85	0,27	53,99		
SUNSCREEN PROTECTION FACTOR				38,0	

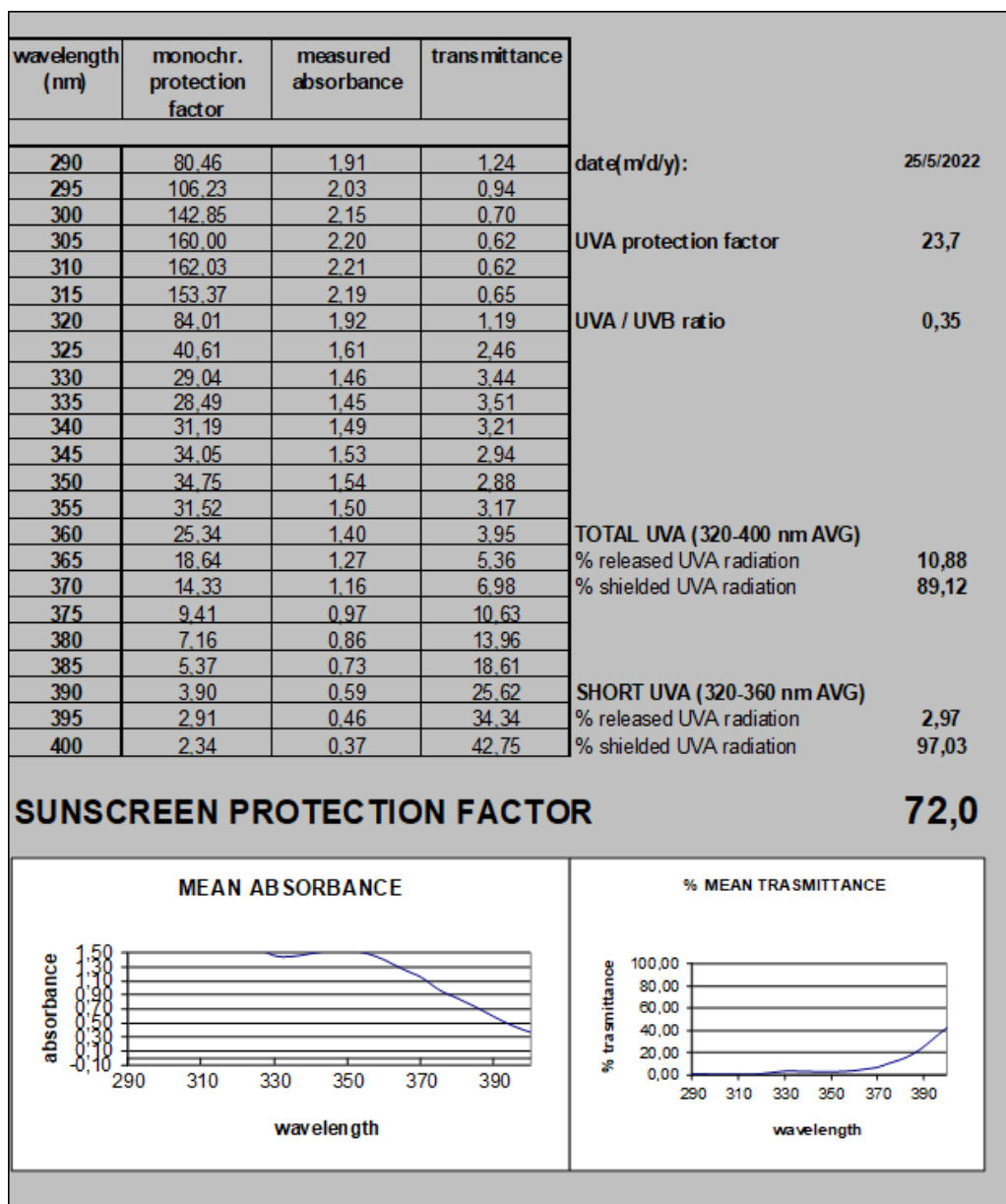
Εικόνα 5.1: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με Έλαιο πρόπολης



Εικόνα 5.2: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με το εκχύλισμα *Echinacea purpurea*

wavelength (nm)	monochr. protection factor	measured absorbance	transmittance		
290	109.53	2.04	0.91	date(m/d/y):	25/5/2022
295	134.65	2.13	0.74		
300	159.79	2.20	0.63	UVA protection factor	19,0
305	167.86	2.22	0.60		
310	167.77	2.22	0.60	UVA / UVB ratio	0,27
315	149.29	2.17	0.67		
320	93.88	1.97	1.07		
325	47.45	1.68	2.11		
330	26.87	1.43	3.72	TOTAL UVA (320-400 nm AVG)	
335	19.93	1.30	5.02	% released UVA radiation	14,36
340	18.22	1.26	5.49	% shielded UVA radiation	85,64
345	18.45	1.27	5.42		
350	18.97	1.28	5.27		
355	18.27	1.26	5.47		
360	15.73	1.20	6.36	SHORT UVA (320-360 nm AVG)	
365	12.21	1.09	8.19	% released UVA radiation	4,44
370	8.94	0.95	11.18	% shielded UVA radiation	95,56
375	6.82	0.83	14.66		
380	5.32	0.73	18.81		
385	4.07	0.61	24.55		
390	3.04	0.48	32.86		
395	2.35	0.37	42.51		
400	1.95	0.29	51.36		
SUNSCREEN PROTECTION FACTOR				61,4	

Εικόνα 5.3: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με το αντηλιακό φίλτρο **EHMC**



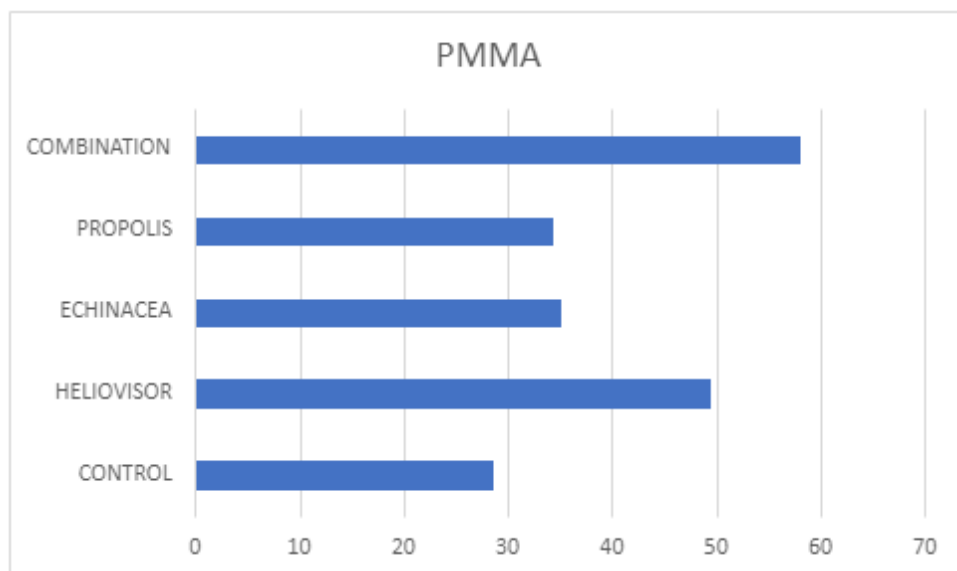
Εικόνα 5.4: Αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα (SPF, UVA PF, UVA/UVB Ratio) που λήφθηκαν από την σύνθεση με τον συνδυασμό ελαίου πρόπολης και εκχυλίσματος *Echinacea purpurea*

5.2.3 *In vitro* μέτρηση του SPF με πλακίδια PMMA

Σ' αυτή τη φάση έγινε προσδιορισμός του SPF των δειγμάτων έχοντας ως υπόστρωμα πλάκες PMMA επιφάνειας 25 cm² αντί για ταινία Transpore επιφάνειας 20cm². Πριν από κάθε μέτρηση δείγματος, τοποθετούνται δύο κενές πλάκες PMMA, η μία στο παράθυρο αναφοράς και η άλλη στο παράθυρο του δείγματος με σκοπό την διόρθωση της γραμμής βάσης του οργάνου. Στη συνέχεια, ζυγίζονται 50mg δείγματος (ποσότητα που αντιστοιχεί σε 2mg/cm²). Κατά την ζύγιση το προϊόν τοποθετείται με την μορφή μικρών κουκίδων στην επιφάνεια της ταινίας για πιο ομοιόμορφη κατανομή. Αφού το προϊόν ζυγιστεί και τοποθετήσουμε γάντι στο χέρι μας με τη βοήθεια του δείκτη απλώνουμε ομοιόμορφα το δείγμα πάνω στην πλάκα PMMA με κατακόρυφες ή οριζόντιες κινήσεις. Η πλάκα με το δείγμα πάνω της τοποθετείται στην θύρα του ανιχνευτή δείγματος και συλλέγονται φάσματα από έξι διαφορετικές περιοχές της, λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο αυτών των φασμάτων. Για κάθε δείγμα έγινε μια μέτρηση αυτή τη φορά. Στον πίνακα 5.9 βλέπουμε τις τιμές SPF που προέκυψαν για κάθε δείγμα με αυτή τη μέθοδο.

CONTROL	HELIOVISOR	ECHINACEA	PROPOLIS	COMBINATION
28.6	49.55	35.1	34.3	58.1

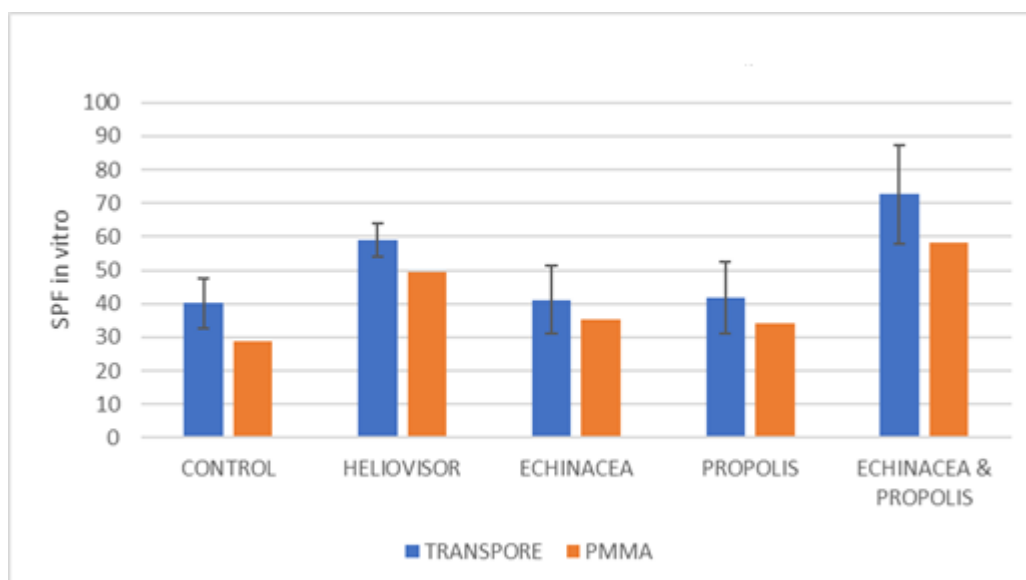
Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα δείκτη SPF με χρήση πλάκας PMMA



Σχήμα 5.2: Διαγραμματική απεικόνιση του SPF για κάθε δείγμα με χρήση πλάκας PMMA

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Με βάση τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας τις δύο μεθόδους, παρατηρούμε ότι με τη χρήση του ελαίου πρόπολης και του εκχυλίσματος του φυτού *Echinacea purpurea* βλέπουμε σημαντική αύξηση της τιμής του SPF σε σχέση με το control. Στην σύνθεση δε που υπήρξε συνδυασμός των δύο αυτών συστατικών βλέπουμε ότι η τιμή του SPF ξεπέρασε την τιμή της σύνθεσης 2 που περιέχει το αντηλιακό φίλτρο Heliovisor με θεωρητική τιμή SPF να είναι ίση με 52 (Πίνακας 6.1). Πιο συγκεκριμένα η μέση τιμή SPF με τη χρήση του συνδυασμού ελαίου πρόπολης και εκχυλίσματος από το φυτό *Echinacea purpurea* είναι 72,57. Παρατηρούμε ότι η όταν χρησιμοποιείται ο συνδυασμός των δύο φυσικών ενισχυτών έχουμε αύξηση της μέσης τιμής SPF κατά 80,88% σε σχέση με το control, όπου η μέση τιμή SPF είναι 40,12 και κατά 22,83% σε σχέση με τη σύνθεση EHMC όπου η μέση τιμή SPF είναι 59,08. Κάτι που παρατηρείται επίσης είναι ότι με αυτές τις δύο μεθόδους παρατηρούνται διαφορές στις τιμές SPF που προκύπτουν (Σχήμα 6.1). Πιο συγκεκριμένα με την μέθοδο που χρησιμοποιείται το πλακίδιο PMMA οι τιμές SPF όλων των δειγμάτων είναι αναλογικά πιο χαμηλές.



Σχήμα 6.1: Διαφορά στις τιμές SPF μεταξύ της ταινίας Transpore και της πλάκας PMMA

UV ΦΙΛΤΡΟ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ %
Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate	3
Ethylhexyl triazone	3
Octocrylene	6
Ethylhexyl Methoxycinnamate	5
MethyleneBis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (and) Aqua (and) Decyl Glucoside (and) Propylene Glycol (and) Xanthan Gum	5
SPF KATA BASF	52

Πίνακας 6.1: Θεωρητική τιμή SPF σύμφωνα με την **BASF** για την σύνθεση που περιέχει το φίλτρο **Heliovisor**

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις *in vitro* μετρήσεις του SPF παρατηρούμε ότι τα φυτικά συστατικά που επιλέξαμε μπορούν να λειτουργήσουν ως SPF boosters. Η δράση τους οφείλεται στα συστατικά που περιέχουν, τα οποία έχουν αντιοξειδωτική δράση. Ορισμένα από τα δραστικά συστατικά τους επίσης έχουν χημικές δομές με αρωματικά συστήματα που προσομοιάζουν με τις δομές ορισμένων οργανικών UV φίλτρων. Αυτό είναι σημαντικό γιατί όπως έχουμε ήδη αναφέρει η εύρεση τέτοιων φυτικών συστατικών με επιβεβαιωμένη αντηλιακή δράση μπορεί να φανεί χρήσιμη στην παρασκευή νέων αντηλιακών προϊόντων, τα οποία θα έχουν μικρότερες συγκεντρώσεις UV φίλτρων και θα είναι πιο φιλικά τόσο για τον χρήστη όσο και για το περιβάλλον. Η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων και με *in vivo* μεθόδους θα ήταν πολύ χρήσιμη γιατί τα πλεονεκτήματα της χρήσης φυσικών συστατικών πολλές φορές δεν αντικατοπτρίζονται απόλυτα με *in vitro* μεθόδους. Κάποιες ιδιότητες αυτών των συστατικών, όπως για παράδειγμα η αντιφλεγμονώδης δράση επιβεβαιώνονται κυρίως μέσω των *in vivo* μεθόδων που το προϊόν έρχεται σε επαφή απευθείας με το δέρμα του χρήστη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Dupont E, Gomez J, Bilodeau D. Beyond UV radiation: A skin under challenge. *Int J Cosmet Sci* 2013;35(3):224-32.
- 2) Orazio J, Jarrett S, Amaro-Ortiz, Scott T. UV Radiation and the Skin. *Int J Mol Sci* 2013;14(6):12222-48.
- 3) Kiriiri G, Mwangi A.N, Maru S.M. Sunscreen products: Rationale for use, formulation development and regulatory considerations. *Saudi Pharm J* 2019;27(7):1009-1018.
- 4) Cole C, Shyr T, Ou-Yanh H. Metal oxide sunscreens protect skin by absorption, not by reflection or scattering. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2016;32(1):5-10.
- 5) Smijs T, Stanislav P. Titanium dioxide and zinc oxide nanoparticles in sunscreens: focus on their safety and effectiveness. *Nanotechnology, Science and Applications* 2011;2011(4):95-112.
- 6) Schneider S.L, Henry W.L. A review of inorganic UV filters zinc oxide and titanium dioxide. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2019;35(6):442-446.
- 7) Gilbert E, Pirot F, Bertholle V, Roussel L, Falson F, Padois K. Commonly used UV filter toxicity on biological functions: review of last decade studies. *International Journal of Cosmetic Science* 2013;35(3):208-219.
- 8) Manaia E.B, Kiatkoski Kaminski R.C, Corrêa M.A, Chiavacci L.A. Inorganic UV filters. *BJPS*. 2013;49(2):201-209.
- 9) Seixas V.C, Serra O.A. Stability of Sunscreens Containing CePO₄: Proposal for a New Inorganic UV Filter. *Molecules* 2014;19(7):9907-9925.
- 10) Abbas N, Manzoor S, Saeed S, Syed M.H, Tariq M, Akhtar Z et al. Investigation of calcium silicate as a natural clay-based sunblock: Formulation and characterization. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2020;37(1):39-48.
- 11) Antoniou C, Kosmadaki M.G, Stratigos A.J, Katsambas A.D. Sunscreens – what’s important to know. *JEADV* 2008;22(9):110-1119.
- 12) Serpone N, Dondi D, Albini A. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and sun care products 2006;360(3):794-802.
- 13) European Commission. Annex VI, List of UV filters allowed in cosmetic products, 2021.
- 14) Narla S, Lim HW. Sunscreen: FDA regulation, and environmental and health impact. *Photochem Photobiol Sci* 2020;19(1):66-10.
- 15) Pavlou P, Siamidi A, Vlachou M, Varvaresou A. UV Filters and Their Distribution on the Skin through Safe, Non-Penetrating Vehicles. *J. Cosmet. Sci* 2021;72(2):298-324.
- 16) Huang Y, Law J, Lam TK, Leung K. Risks of organic UV filters: a review of environmental and human health concern studies. *Sci Total Environ* 2021;755(Part1).
- 17) Ricci C, Pazzaglia M, Tosti A. Photocontact dermatitis from UV filters. *Contact Dermatitis* 2007;38(6):343-344.
- 18) Yoo J. History of sunscreen: An updated review. *JCD* 2021;20(4):1045-1049
- 19) Επιτροπή 22ας Σεπτεμβρίου, Αποτελεσματικότητα αντιηλιακών προϊόντων και σχετικών ισχυρισμών. Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 29/06/2006;
- 20) Goswami P, Samant M, Srivastava R. Natural Sunscreen Agents: A Review. *Sch. Acad. J. Pharm* 2013;2(6):458-463.
- 21) Παπαϊωάννου Γ. Κοσμητολογία. Ε' έκδοση. Εκδόσεις: Γ. Γκέλυμπεσης, 2010

- 22) Τσιρίβας Ε. Βαρβαρέσου Α. Εργαστηριακές Ασκήσεις Κοσμητολογίας ΙΙΙ, Αθήνα 2004, ΤΕΙ Αθήνας.
- 23) Cosmetics Europe. Guidelines for evaluating sun product water resistant. 2005.
- 24) Vinod V, Sharma K. Skin typing: Fitzpatrick grading and others. *Clinics in Dermatology* 2019;37(5):430-436.
- 25) Hwang Y.J, Park H.J, Hahn H.J, Kim J.Y, Ko J.H, Lee Y.W et al. Immediate pigment darkening and persistent pigment darkening as means of measuring the ultraviolet. A protection factor in vivo: a comparative study. *BJD* 2010;164(6):1356-1361.
- 26) Moyal D, Chardon A, Kollias N. UVA protection efficacy of sunscreens can be determined by the persistent pigment darkening (PPD) method. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2000;16:250–255.
- 27) Diffey B.L. A method for broad spectrum classification of sunscreens. *International Journal of Cosmetic Science* 1994;16(2):47-52.
- 28) Βαρβαρέσου Α. Ειδική Κοσμητολογία. Αθήνα: Εκδόσεις Καυκάς, 2011.
- 29) Επιτροπή 22ας Σεπτεμβρίου, Αποτελεσματικότητα αντιηλιακών προϊόντων και σχετικών ισχυρισμών. Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης 29/06/2006;
- 30) Lionetti N, Rigano L, Cartigliani C, Bonfigli A. In vivo and in vitro evaluation methods: a comparison. 2014; 27-31.
- 31) Wang SQ, Lim HW. Principles and Practice of Photoprotection. New York: Springer International Publishing Switzerland, 2016.
- 32) Matsui MS, Hsia A, Miller JD, Hanneman K, Scull H, Cooper KD et al. Non-Sunscreen Photoprotection: Antioxidants Add Value to a Sunscreen. *J Investig Symp Proc* 2009;14(1):56-9.
- 33) Aburjai T, Tayseer I. Green Sunscreens. *Nova* 2019;245-276.
- 34) Saewan N, Jimtaisong A. Natural products as photoprotection. *J Cosmet Dermatol* 2015;14(1):47-63.
- 35) Aguilera J, Vicente-Manzanares M, Gálvez MV, Herrera-Ceballos E, Rodríguez-Luna A, González S. Booster Effect of a Natural Extract of *Polypodium leucotomos* (Fernblock®) That Improves the UV Barrier Function and Immune Protection Capability of Sunscreen Formulations. *Front Med* 2021;8:684665.
- 36) Couteau C, Pommier M, Papisaris E, Coiffard L. Photoprotective activity of propolis. *Nat Prod Res* 2008;22(3):264-8.
- 37) Silva MV, Moura NG, Motoyama A, Ferreira VM. A review of the potential therapeutic and cosmetic use of propolis in topical formulations. *J App Pharm Sci* 2020;10(1):131-141.
- 38) Banskota AH, Tezuka Y, Kadota S. Recent Progress in Pharmacological Research of Propolis. *Phytother Res* 2001;15:561-571.
- 39) Sahlan M, Dienayati D, Hamdi D, Zahra S, Hermansyah H. Encapsulation Process of Propolis Extract by Casein Micelle Improves Sunscreen Activity. *MJT* 2017;21(1):1-6.
- 40) Dobrucka R. Synthesis of Titanium Dioxide Nanoparticles Using *Echinacea purpurea* Herba. *IJPR* 2017;16(2):756-762.
- 41) Kumar KM, Ramaiah S. Pharmacological importance of *Echinacea purpurea*. *IJPBC* 2011;2(4):304-314.
- 42) Sharma M, Schoop R, Suter A, Hudson JB. The Potential Use of *Echinacea* in Acne: Control of *Propionibacterium acnes* Growth and Inflammation. *Phytother Res* 2011;25(4):517-521.

43) Bruni R, Brighenti V, Ceasar LK, Bertelli D, Cech NB, Pellati F. Analytical methods for the study of bioactive compounds from medicinally used Echinacea species. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2018;160(Special issue):443-477.