



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ

ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΜΑΛΛΙΑ



ΚΟΚΚΙΝΟΒΑΣΙΛΗ ΕΥΤΥΧΙΑ (Α.Μ 18678372)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ/ΟΥΣΑ: Δρ. ΦΩΤΕΙΝΗ ΜΕΛΛΟΥ, MSc ΧΗΜΙΚΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2023



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

*THESIS*

*TITLE*

*COSMETICS PRODUCTS FOR HAIR*



*KOKKINOVASILI EFTYCHIA (AM 18678372)*

*SUPERVISOR/S: Dr FOTEINI MELLOU, MSc CHEMIST*

*ATHENS, JULY 2023*

Η ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ ΑΠΟ:

Παπαδόπουλο Απόστολο, Λέκτορας Διδακτικό Ερευνητικό Προσωπικό (Δεπ)

Τσότσου Γεωργία , Χημικός, Ακαδημαϊκός Υπότροφος

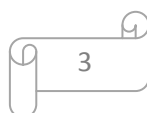
Μέλλου Φωτεινή, Χημικός, Ακαδημαϊκός Υπότροφος

Παπαδόπουλος Απόστολος

Τσότσου Γεωργία

Μέλλου Φωτεινή

**ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**




Η κάτωθι υπογεγραμμένη Κοκκινοβασίλη Ευτυχία του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 18678372, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Αισθητικής και Κοσμητολογίας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής 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 σύνολο 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 εμένα 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

ΕΥΤΥΧΙΑ ΚΟΚΚΙΝΟΒΑΣΙΛΗ

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is written in a cursive style and appears to be 'Euychia Kokkinobasilh'.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτρια κ. Φωτεινή Μέλλου, η οποία συνέβαλλε την καθοδήγηση, τον χρόνο που διέθεσε δίνοντας μου χρήσιμες πληροφορίες για την ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας. Στο ίδιο πλαίσιο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές του Τμήματος Αισθητικής και Κοσμητολογίας, για την συμβολή τους στην επιστημονική συγκρότηση στα χρόνια της φοίτησης μου.*

*Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους συγγενείς μου και τους φίλους μου, που μου συμπαραστάθηκαν σε αυτή την περίοδο της ζωής μου, καθώς και σε όλα τα χρόνια της φοίτησης μου.*

*Ιούλιος 2023*

*Κοκκινοβασίλη Εντυχία*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες.....	5
Περίληψη στα ελληνικά.....	8
Περίληψη στα αγγλικά.....	8
1.Εισαγωγή.....	9
2. Η βιολογία της ανθρώπινης τρίχας.....	9
2.1. Μορφογένεση μαλλιών.....	9
2.2. Κύκλος ζωής των μαλλιών.....	10
2.3. Ανατομία τριχοθυλακίων.....	11
2.4. Δομή ινών μαλλιών.....	12
2.4.1. Επιδερμίδα.....	12
2.4.2. Φλοιός.....	13
2.4.3. Μυελός.....	14
3. Χημική σύνθεση των ινών των μαλλιών.....	14
3.1. Πρωτεΐνες μαλλιών.....	14
3.2. Περιεχόμενο νερού.....	15
3.3. Λιπίδια μαλλιών.....	16
3.4. Ιχνοστοιχεία.....	16
3.5. Χημικές αλληλεπιδράσεις μέσα στις ίνες της τρίχας.....	17
4.Βλάβη της τρίχας των μαλλιών.....	17
5.Τα σαμπουάν.....	18
6. Τα επιφανειοδραστικά καθαριστικά.....	19
6.1. Ανιονικάτασιενεργά.....	20
6.2.Κατιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες.....	20
6.3.Αμφοτερικά τασιενεργά.....	20
6.4.Μη ιονικά επιφανειοδραστικά.....	20
7.Μαλακτικά σαμπουάν.....	21
8.Σιλκόνες.....	22

9.Ορυκτέλαια και φυτικά έλαια.....	23
10.Μαλακτικές κρέμες ξεβγάλματος.....	25
11.Ενίσχυση για δυνατά και υγιή μαλλιά.....	25
12.Καλλυντικά για λεπτά μαλλιά.....	26
13.Ζητήματα που σχετίζονται με το λούσιμο και την περιποίηση των μαλλιών.....	27
14.Ισιωτικά προϊόντα μαλλιών.....	27
15.Καρβοκυστεΐνη .....	29
15.1 Καταστροφή των μαλλιών από την χρήση θερμαντικών συσκευών.....	29
16.Η ασφάλεια της θεραπεία κερατίνης για την υγεία των μαλλιών.....	30
17.Οι βιολογικές αντιδράσεις της τρίχας των μαλλιών στα καλλυντικά.....	31
17.1.Χέννα.....	31
17.2.Βαφή μαλλιών.....	31
17.3.Τεχνική της ισιωτικής θεραπείας και η βαφή μαλλιών.....	32
18.Η ασφάλεια της βαφής μαλλιών.....	33
19.Συμπεράσματα.....	34
20.Βιβλιογραφία.....	35

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα καλλυντικά μαλλιών είναι ένα σημαντικό εργαλείο που συμβάλλει στις θεραπείες της αλωπεκίας και του τριχωτού της κεφαλής ενώ συμβάλει θετικά στην καλή ψυχολογία του ατόμου. Η παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζει τις συνθέσεις και τον τρόπο δράσης και την ασφάλεια των καλλυντικών για τα μαλλιά όπως τα σαμπουάν, τα μαλακτικά, τα προϊόντα ισιώματος μαλλιών, οι βαφές μαλλιών και η χέννα. Οι γνώσεις για τα προϊόντα περιποίησης μαλλιών, τη χρήση τους και τις πιθανές παρενέργειές τους μπορούν να επεκταθούν στην κατανόηση της προέλευσης της πρώτης ύλης των καλλυντικών και να βοηθήσουν στην καλύτερη αντιμετώπιση των παθήσεων των μαλλιών και του τριχωτού της κεφαλής ανάλογα με τον τύπο των μαλλιών και την φυλή του ατόμου .

**Λέξεις κλειδιά:** Μαλλιά, περιποίηση μαλλιών, καλλυντικά μαλλιών

## ABSTRACT

Hair cosmetics are an important tool that contributes to the treatments of alopecia and scalp while contributing positively to the good psychology of the sick person. This thesis will examine the compositions and mechanism of action of hair cosmetics such as: Shampoo, conditioners, hair straighteners, hair dyes and henna. Knowledge of hair care products, their use and possible side effects can be broaden to an understanding of the raw materials of cosmetics and help to better treatment of hair and scalp conditions depending on hair type and the person's nationality.

**Keywords:** Hair, hair care, hair cosmetics



## 1.Εισαγωγή

Αν και οι δερματολόγοι είναι ειδικοί στη διαχείριση των ασθενειών του τριχωτού της κεφαλής και των μαλλιών, η ευεργετική δράση ή μη ορισμένων καλλυντικών θεραπειών εξακολουθεί να παραμένει άγνωστη. Η γνώση σχετικά με τα καλλυντικά μαλλιών και της δομής του στελέχους της τρίχας και της φυσικής της συμπεριφοράς είναι πράγματι σημαντική στη σημερινή ιατρική πρακτική. Αν και τα καλλυντικά μαλλιών είναι ευρέως διαθέσιμα, η ιατρική βιβλιογραφία είναι ελάχιστη και η εξειδικευμένη βιβλιογραφία δεν είναι εύκολα προσβάσιμη. Ένας από τους στόχους αυτής της εργασίας είναι να επιτρέψει την καλύτερη κατανόηση της δομής και της συμπεριφοράς της τρίχας, καθώς και να παράσχει πληροφορίες σχετικά με τα καλλυντικά μαλλιών. Η γνώση του τρόπου δράσης, της ασφάλειας και των συστατικών των καλλυντικών θα επιτρέψει την καλύτερη αξιολόγηση διάφορων δευτερευόντων προβλημάτων που μπορούν να ανακύψουν από τις καλλυντικές θεραπείες. Οι διαδικασίες της καλλυντικής περιποίησης των μαλλιών χρησιμοποιούνται κυρίως από γυναίκες, των οποίων η ευθραυστότητα των μαλλιών έχει συσχετιστεί ότι επιδεινώνεται από τις πρακτικές περιποίησης των μαλλιών τους. Σύμφωνα με τον McMichael ( McMichael 2007) η ευθραυστότητα των μαλλιών που οδηγεί σε σπάσιμο της τρίχας μπορεί να συμβεί λόγω γενετικής προδιάθεσης, λόγω των καιρικών συνθηκών αλλά και από διάφορες πρακτικές περιποίησης των μαλλιών. Πολλοί άνθρωποι έχουν επίσης σγουρά ή πολύ σγουρά μαλλιά που μπορεί κλινικά να παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία όταν εκτίθενται σε διαδικασίες περιποίησης. Αν και δεν υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα για να αποδείξουν εάν τα μαλλιά των γυναικών είναι πραγματικά τόσο ευαίσθητα, είναι συνηθισμένο να βλέπουμε γυναίκες που έχουν ισιωμένα μαλλιά με την χρήση χημικών, να υποφέρουν από σπάσιμο της τρίχας και να ζητούν τη βοήθεια και τη συμβουλή του δερματολόγου για να ξεπεράσουν το πρόβλημα τους ( McMichael 2007).

## 2. Η βιολογία της ανθρώπινης τρίχας

Τα μαλλιά είναι ένα ολοκληρωμένο πολύπλοκο σύστημα πολλών μορφολογικών συστατικών που λειτουργούν ως μονάδα. Το τμήμα της τρίχας που φαίνεται πάνω από το δέρμα ονομάζεται ίνα της τρίχας και, μέσα στο δέρμα, ο θύλακας της τρίχας είναι το ζωντανό τμήμα της τρίχας από το οποίο αναπτύσσονται τα μαλλιά και όπου δημιουργούνται οι ίνες της τρίχας (Bolduc&Shapiro, 2001).

### 2.1. Μορφογένεση μαλλιών

Τα τριχοθυλάκια σχηματίζονται αρχικά στο δέρμα ενός ανθρώπινου εμβρύου ως εισβολές της επιδερμίδας στο χόριο, μεταξύ της 8ης και της 12ης εβδομάδας της κύησης. Κάθε θηλαστικό γεννιέται με έναν σταθερό αριθμό θυλακίων που τυπικά δεν αυξάνεται περαιτέρω, με εξαίρεση την επούλωση του τραύματος, αν και αυτό το εύρημα αποδείχθηκε μόνο στο δέρμα του ποντικού. Η βασική προϋπόθεση για την

ανάπτυξη των τριχοθυλακίων είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ της επιδερμίδας και του υποκείμενου μεσεγχύματος, το οποίο παραμένει σε στενή επαφή καθόλη τη διάρκεια της ζωής της θυλακικής μονάδας. Εμφανίζονται αμοιβαίες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιδερμικών κερατινοκυττάρων, που είναι δεσμευμένα στον θύλακα της τρίχας και που εμπλέκονται σε ειδική διαφοροποίηση, και των μεσεγχυματικών κυττάρων, που σχηματίζουν θυλακιώδη θηλώματα. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις διέπονται από μια σειρά επαγωγικών γεγονότων ή «μηνυμάτων». Μόλις καθοριστεί η κατανομή των θυλακίων, τα επόμενα μοριακά συμβάντα στον αναπτυσσόμενο θύλακα καθορίζουν τον μελλοντικό φαινότυπο κάθε τρίχας (Bolduc&Shapiro, 2001).

Η ανάπτυξη και η διαφοροποίηση των τριχοθυλακίων κατά τη διάρκεια της εμβρυογένεσης χωρίζεται κλασικά σε τρία κύρια στάδια: επαγωγή, οργανογένεση (ή εξέλιξη) και κυτταροδιαφοροποίηση (ή ωρίμανση), τα οποία μορφολογικά χαρακτηρίζονται ως φύτρα, καρφιά και βολβώδη. Κατά τη διάρκεια των αρχικών γεγονότων της επαγωγής των τριχοθυλακίων, η μεταγωγή σήματος γίνεται με τη μεσολάβηση των μονοπατιών σηματοδότησης (Wnt) και εμφανίζεται πρώτα στα μεσεγχυματικά κύτταρα που κατευθύνουν την πάχυνση των υπερκείμενων επιθηλιακών κυττάρων για να σχηματίσουν έναν κώδικα. Ακολουθεί η οργανογένεση και η κυτταροδιαφοροποίηση των τριχοθυλακίων, με κάθε φάση να χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες μοριακές αλληλεπιδράσεις. Η οργανογένεση περιλαμβάνει μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση σημάτων. Τα επιθηλιακά κύτταρα κατευθύνουν τα υποκείμενα δερματικά κύτταρα να πολλαπλασιαστούν και να σχηματίσουν ένα δερματικό συμπύκνωμα, το οποίο με τη σειρά του δίνει σήμα στα επιθηλιακά κύτταρα να πολλαπλασιαστούν και να αναπτυχθούν προς τα κάτω στο χόριο. Κατά τη διάρκεια της κυτταροδιαφοροποίησης, το δερματικό συμπύκνωμα περιβάλλεται από θυλακιώδη επιθηλιακά κύτταρα δημιουργώντας μια ξεχωριστή δερματική θηλή, η οποία δίνει εντολή στο εξώδερμα να διαμορφώσει ολόκληρο τον θύλακα της τρίχας μέσω της δράσης μορφογόνων και αυξητικών παραγόντων (Kamathetall 1982).

## 2.2. Κύκλος ζωής των μαλλιών

Κατά τη μεταγεννητική ζωή, τα τριχοθυλάκια παρουσιάζουν περιοδικές αλλαγές στη δραστηριότητά τους: περιόδους σταθερής ανάπτυξης, περίπου 1 cm το μήνα και συνεχούς ανάπτυξης για τα επόμενα 3-5 χρόνια (φάση αναγέννησης). Στη συνέχεια, η ανάπτυξη σταματά και ακολουθείται από ένα σύντομο μεταβατικό στάδιο και ένα στάδιο ανάπαυσης 2-4 μηνών κατά το οποίο πέφτουν τα παλιά μαλλιά. Επιπλέον, ορισμένοι συγγραφείς υποστηρίζουν την ύπαρξη μιας πρόσθετης φάσης, κατά την οποία η ίνα της τρίχας αποβάλλεται, προτείνοντας ότι η αποβολή του στελέχους της τρίχας είναι μια ενεργή διαδικασία (εξωγενής φάση). Το επόμενο διάστημα του κύκλου της τρίχας, κατά το οποίο ο θύλακας της τρίχας παραμένει άδειος μετά την εξώθηση της τελογενούς τρίχας και πριν αναδυθεί μια νέα τρίχα, ονομάζεται κενογονία. Αυτές οι κυκλικές αλλαγές περιλαμβάνουν ταχεία αναδιαμόρφωση τόσο των επιθηλιακών όσο και των δερματικών συστατικών μέσω της ενεργοποίησης της διαφοροποίησης των βλαστοκυττάρων (Dawber, 1996).

Όλες οι τρίχες του σώματος υφίστανται έναν παρόμοιο κύκλο ζωής, αν και η έκτασή τους, η διάρκεια των φάσεων και το μήκος των μεμονωμένων ινών ποικίλλουν

μεταξύ διαφορετικών περιοχών του σώματος και μεταξύ ατόμων, ανάλογα με τον γενετικό προγραμματισμό, το φύλο, την ηλικία και την κατάσταση της υγείας του κάθε ατόμου . Επιπλέον, η έκταση των φάσεων του κύκλου καθορίζει το μήκος της τρίχας και τον ρυθμό της αντικατάστασής της . Το μήκος των μαλλιών καθορίζεται από τη διάρκεια της αναγέννησης. Ανά πάσα στιγμή, περίπου το 85% έως το 90% όλων των τριχών του τριχωτού της κεφαλής βρίσκονται στο στάδιο της αναγέννησης . Στον άνθρωπο, ο κύκλος ρυθμίζει τα χαρακτηριστικά της τρίχας σε διάφορα σημεία του σώματος και βοηθά επίσης να εξηγηθεί τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια της τριχόπτωσης και της υπερτρίχωσης(Dawber, 1996) .

Οι κυκλικοί μετασχηματισμοί της τρίχας επηρεάζονται από λεπτομερώς συντονισμένες αλλαγές στο τοπικό περιβάλλον σηματοδότησης. Αυτή η σηματοδότηση βασίζεται στην αλλοιωμένη έκφραση αρκετών αυξητικών παραγόντων, κυτοκινών, ορμονών, νευροδιαβιβαστών και των υποδοχέων τους, καθώς και μεταγραφικών παραγόντων και ενζύμων, που δρουν μέσω ενδοκρινικών, παρακρινών ή αυτοκρινών μονοπατιών. Ο κύκλος των τριχοθυλακίων ως τέτοιος είναι ένα αυτόνομο φαινόμενο που μπορεί να συνεχιστεί ακόμη και σε μεμονωμένα τριχοθυλάκια . Στην πραγματικότητα, ο κύκλος της τρίχας παραλληλίζει τη μορφογένεση ακόμη και σε πολλαπλά συμβάντα σηματοδότησης που ενσωματώνουν αναπτυξιακές οδούς κατά τη διάρκεια των διαφορετικών σταδίων του κύκλου της τρίχας( Robbins ,2013) .

### **2.3. Ανατομία τριχοθυλακίων**

Ο θύλακας της τρίχας είναι μια πολύπλοκη επιθηλιακή δομή και περικλείεται από ένα εξωτερικό περίβλημα , το οποίο βοηθά στην υποστήριξη της ανάπτυξης της τρίχας και ένα περίβλημα εσωτερικά της ρίζας και ακολουθεί την ίνα της τρίχας μέχρι το άνοιγμα του σημηματογόνου αδένου . Τόσο το εξωτερικό όσο και το εσωτερικό περίβλημα της ρίζας της τρίχας χωρίζονται από το συνοδευτικό επίπεδο. Το εξωτερικό περίβλημα μπορεί να υποδιαιρεθεί σε τρία διακριτά κυτταρικά στρώματα: το στρώμα του Henle, το στρώμα του Huxley και το δέρμα του εξωτερικού περιβλήματος . Εκτός από αυτά τα δύο προβληματικά στρώματα, οι θύλακες της τρίχας αποτελούνται από τέσσερα άλλα διαφορετικά επιδερμικά στρώματα: την μήτρα τρίχας, το μυελό, τον φλοιό και την επιδερμίδα, καθώς και από δύο δερματικούς ιστούς: την δερματική θηλή και το δερματικό έλυτρο . Μεταξύ αυτών των στιβάδων, μόνο ο μυελός δεν υπάρχει πάντα, δεδομένου ότι ορισμένες τρίχες δεν έχουν μυελό και άλλες έχουν σχετικά μεγάλο μυελό. Κάθε επίπεδο μπορεί να περιλαμβάνει πολυάριθμα εξατομικευμένα στρώματα κυττάρων που χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένα προγράμματα διαφοροποίησης (Madnani&Khan ,2013).

Μέσα στο δέρμα, η τερματική περιοχή του θύλακα της τρίχας ονομάζεται βολβός τρίχας, η οποία είναι η δομή που σχηματίζεται από τα ενεργά αναπτυσσόμενα κύτταρα που παράγουν τις μακριές, λεπτές και κυλινδρικού σχήματος ίνες της τρίχας. Τα κερατινοκύτταρα του βολβού της τρίχας έχουν τον υψηλότερο ρυθμό πολλαπλασιασμού μεταξύ των κυττάρων του ανθρώπινου σώματος. Ο βολβός της τρίχας περιλαμβάνει τη μήτρα της τρίχας που θα διαφοροποιηθεί στους διαφορετικούς πρόδρομους της ίνας της τρίχας, της δερματικής θηλής και της

περιβάλλουσας δερματικής θήκης. Επιπλέον, ο βολβός της τρίχας περιέχει επίσης πολύ εξειδικευμένα κύτταρα, τα μελανοκύτταρα, τα οποία παράγουν τη χρωστική ουσία μελανίνη που δίνει χρώμα στην ίνα της τρίχας (de SáDias et al 2007).

Σε συνδυασμό με τις σχετιζόμενες δομές του, ο θύλακας της τρίχας σχηματίζει την ηλιολιπώδη μονάδα. Ο θύλακας της τρίχας δρα κυρίως ως εργοστάσιο για χρωματισμένες, πολυλειτουργικές και εξαιρετικά ανθεκτικές πρωτεϊνούχες ίνες – τα μαλλιά (de SáDias et al 2007).

## **2.4. Δομή ινών μαλλιών**

Η ίνα της τρίχας, με διάμετρο περίπου 50–100 μm, έχει τόσο προστατευτικές όσο και καλλυντικές λειτουργίες. Τα μαλλιά προστατεύουν το τριχωτό της κεφαλής από τα ηλιακά εγκαύματα και τη μηχανική τριβή, παρέχουν θερμορύθμιση και «κοινωνική επικοινωνία». Το τριχωτό της κεφαλής, τα φρύδια και οι βλεφαρίδες είναι μακριές, παχιές και χρωματισμένες ίνες τρίχας. Ωστόσο, το σώμα είναι καλυμμένο με τρίχες μήκους 2–4 cm, διαμέτρου κάτω των 40 μm και συχνά χωρίς μελάγχρωση, που ονομάζονται τρίχες vellus. Οι ίνες της ανθρώπινης τρίχας χωρίζονται σε τρία κύρια μορφολογικά συστατικά, επίσης συστατικά του θύλακα της τρίχας: την επιδερμίδα, τον φλοιό και, σε ορισμένες περιπτώσεις, τον μυελό (Swift JA, 1999).

### **2.4.1. Επιδερμίδα**

Η ίνα της τρίχας περικλείεται στην επιδερμίδα, ένα φράγμα που προστατεύει τον υποκείμενο φλοιό από εξωτερικές περιβαλλοντικές βλάβες. Περιέχει 6–10 στρώματα επικαλυπτόμενων φολίδων, με τρόπο που εκτίθεται μόνο το ένα έκτο περίπου κάθε επιφάνειας. Το εγγύς άκρο της επιδερμίδας είναι σταθερά συνδεδεμένο με τον φλοιό και το άπω ανοιχτό άκρο των επικαλυπτόμενων πλακιδίων δείχνει προς την άκρη της ίνας. Οι γειτονικές τρίχες μεγαλώνουν και κινούνται προς τα έξω σε σχέση με την άλλη, διευκολύνοντας την ανύψωση της βρωμιάς και των λεπιών και βοηθώντας την εύκολη τους αφαίρεση. Το σχήμα και ο προσανατολισμός των κυττάρων της επιδερμίδας είναι υπεύθυνα για τον περιορισμό της τριβής μεταξύ των ινών της τρίχας (Syed 1997).

Το εξωτερικό στρώμα των κυττάρων της επιδερμίδας είναι το επικείμενο, ένα λιπιδικό στρώμα που περιλαμβάνει 18-μεθυλο εικοσανοϊκό οξύ (18-MEA) και ελεύθερα λιπίδια, παρέχοντας λίπανση στα μαλλιά και κατά συνέπεια αποτελώντας την πρώτη γραμμή άμυνας ενάντια στις περιβαλλοντικές επιθέσεις. Αμέσως παρακάτω βρίσκεται το στρώμα A, με περιεκτικότητα περίπου 30% σε κυστίνη, πολύ διασταυρωμένο, το οποίο προσδίδει δομική αντοχή και ακαμψία στην επιδερμίδα. Τα ακόλουθα στρώματα έχουν σταδιακά μικρότερη περιεκτικότητα σε κυστίνη και κατά συνέπεια μικρότερη ακαμψία. Η στιβάδα B, ή το εξωκοιτίδιο, είναι αμέσως κάτω με περιεκτικότητα σε κυστεΐνη περίπου 15%. Η τελευταία στιβάδα αντιστοιχεί στο ενδοδερμάτιο, το οποίο αποτελείται κυρίως από τα υπόλοιπα κυτταρικά οργανίδια και αποτελείται από πρωτεΐνες με χαμηλή περιεκτικότητα σε κυστίνη (3% περιεκτικότητα σε κυστεΐνη). Ως εκ τούτου, αυτό το στρώμα διογκώνεται περισσότερο στο νερό από τα πιο πλούσια σε κυστίνη στρώματα, και είναι μηχανικά πιο μαλακό. Τέλος, το σύμπλεγμα της κυτταρικής μεμβράνης είναι το μεσοκυττάριο «τσιμέντο» που

συγκρατεί τα κύτταρα της επιδερμίδας μαζί, και αποτελείται κυρίως από μη κερατινώδη πρωτεΐνη με χαμηλή περιεκτικότητα σε κυστίνη (2%). Το σύμπλεγμα της κυτταρικής μεμβράνης περιλαμβάνει τη στιβάδα που περικλείεται και στις δύο πλευρές από β-στιβάδες προικισμένες με 2 λιπίδια (Syed 1997).

#### 2.4.2. Φλοιός

Η επιδερμίδα περιβάλλει τον φλοιό, το μεγαλύτερο μέρος της μάζας της τρίχας. Ο φλοιός αποτελείται από φλοιώδη κύτταρα και το σύμπλεγμα της κυτταρικής μεμβράνης. Τα επιμήκη φλοιώδη κύτταρα περικλείουν μελανοσώματα που περιέχουν ευμελανίνη (καφέ/μαύρη χρωστική ουσία) και/ή φαιομελανίνη (κόκκινη χρωστική ουσία), υπεύθυνη για το χρώμα των μαλλιών. Αυτά τα κύτταρα διαθέτουν πολύ δυνατή δομή και περιέχουν μακροϊνίδια τα οποία είναι προσανατολισμένα προς τον άξονα των ινών της τρίχας. Κάθε μακροϊνίδιο είναι διατεταγμένο σε σπειροειδή σχηματισμό και περιλαμβάνει πρωτεΐνες ενδιάμεσων νημάτων, που ονομάζονται επίσης μικροϊνίδια, και πρωτεΐνες που σχετίζονται με κερατίνη, γνωστές επίσης ως πρωτεΐνες μήτρας. Η μήτρα σχηματίζεται από κρυσταλλικές πρωτεΐνες υψηλής περιεκτικότητας σε κυστίνη (περίπου 21%). Τα ενδιάμεσα νημάτια, χαμηλής περιεκτικότητας σε κυστεΐνη (~ 6%), περιέχουν υποινηματώδεις μονάδες, πρωτονημάτια, που ενσωματώνουν μικρές τομές α-ελικοειδών πολυπεπτιδικών αλυσίδων σε σχηματισμό περιελιγμένων σπειρών. Ο φλοιός είναι υπεύθυνος για τη μεγάλη αντοχή στον εφελκυσμό των μαλλιών (Shapiroetall 1996).

Τρεις τύποι φλοιωδών κυττάρων έχουν παρατηρηθεί στην ίνα της τρίχας με διαφορετική αναλογία ενδιάμεσων νηματίων και διατάξεων μήτρας: τα ορθοφλοιώδη, τα παραφλοιώδη και τα μεσοφλοιώδη κύτταρα. Τα ορθοφλοιώδη κύτταρα περιέχουν λιγότερη μήτρα μεταξύ των ενδιάμεσων νημάτων που αποτελούνται από κερατίνη και χαμηλή περιεκτικότητα σε κυστίνη (~3%). Τα παραφλοιώδη κύτταρα έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε μήτρα και πιο κανονικά ενδιάμεσα νήματα, έχουν λείες και στρογγυλεμένες άκρες, έχουν μικρότερο διάμετρο και υψηλότερη περιεκτικότητα σε κυστίνη (~5%). Τα μεσοφλοιώδη κύτταρα περιέχουν ένα ενδιάμεσο επίπεδο κυστεΐνης. Η αμφίπλευρη ασύμμετρη δομή αυτών των ινών είναι ένας πιθανός παράγοντας που συμβάλλει στο σχήμα της τρίχας. Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες περιγράφουν τον προσανατολισμό των κερατινών στα ανθρώπινα μαλλιά και τις χωρίζουν σε διαφορετικούς τύπους κυττάρων. Προτείνουν μια διαφορετική ονοματολογία που δεν βασίζεται στους τύπους μαλλί-κυττάρων ορθο, μεσο και παραφλοιώδη, δεδομένου ότι οι σχέσεις μακροϊνιδίου-κυττάρου ανθρώπινης τρίχας είναι λιγότερο σαφείς. Σε αυτές τις μελέτες, οι ταξινομήσεις των φλοιωδών κυττάρων είναι τύπου Α (μικρά διακριτά υψηλής έντασης μακροϊνίδια διπλής συστροφής), τύπου Β (κλειστά συσκευασμένα μακροϊνίδια με μείγμα εντάσεων) και τύπος C (μεγάλα παραμορφωμένα συντηγμένα μακροϊνίδια) (Shapiroetall 1996).

#### 2.4.3. Μυελός

Οι λεπτές ίνες τρίχας αποτελούνται μόνο από την επιδερμίδα και τον φλοιό. Με την αύξηση της διαμέτρου της ίνας της τρίχας, μια τρίτη περιοχή, ο μυελός, μπορεί να βρεθεί στον πυρήνα της ίνας της τρίχας. Τα κύτταρα από το μυελό είναι σφαιρικά κοίλα κενοτόπια, τα οποία συσκευάζονται χαλαρά κατά μήκος της ίνας, συνδεδεμένα μεταξύ τους με ένα πλαίσιο. Αυτά τα κύτταρα αποτελούν μόνο ένα μικρό ποσοστό της μάζας των ιών κερατίνης. Ο μυελός μπορεί να είναι συνεχής, ασυνεχής ή ακόμα και να απουσιάζει εντελώς από την ίνα της τρίχας. Ο μυελός θεωρείται ότι συμβάλλει αμελητέα στις μηχανικές ιδιότητες των ιών της τρίχας (Syed 1997).

### 3. Χημική σύνθεση των ιών των μαλλιών

Οι ίνες της ανθρώπινης τρίχας αποτελούνται από διαφορετικά μορφολογικά συστατικά και πολλά διαφορετικά χημικά είδη, που δρουν μαζί. Το κύριο συστατικό είναι η πρωτεΐνη, που αντιστοιχεί στο 65%-95% του βάρους της τρίχας. Άλλα συστατικά είναι το νερό, τα λιπίδια, οι χρωστικές και τα ιχνοστοιχεία (Deekshaetall, 2014).

#### 3.1. Πρωτεΐνες μαλλιών

Τα κύρια συστατικά της ανθρώπινης τρίχας είναι οι πρωτεΐνες κερατίνης. Οι κερατίνες είναι πολύπλοκα φυσικά σύνθετα με ετερογενή μορφολογική δομή που ανήκουν στην οικογένεια των ινωδών δομικών πρωτεϊνών. Αποτελούν το δομικό στοιχείο των ιών όπως τα μαλλιά και αποτελούν μέρος του δομικού υλικού του ανθρώπινου δέρματος και των νυχιών (Draelos, 2005).

Κατά τη διάρκεια του σχηματισμού της τρίχας, η κερατίνη που υπάρχει μέσα στα κύτταρα γίνεται πιο κρυσταλλική καθώς τα κύτταρα διαφοροποιούνται, δημιουργώντας την ίνα της τρίχας. Αυτά τα κερατινοποιημένα κύτταρα αποτελούν ένα εξαιρετικά οργανωμένο υλικό που προορίζεται να παρέχει σημαντική αντίσταση σε αμέτρητους περιβαλλοντικούς παράγοντες και διαδικασίες, όπως η τριβή, η τάση, η κάμψη, έκθεση σε χημικές ενώσεις και η υπεριώδης ακτινοβολία (Draelos, 2005).

Οι κερατίνες έχουν μοριακό βάρος που κυμαίνεται από 40 έως 70 kDa. Οι άλφα-κερατίνες βρίσκονται σε ιστούς όπως τα μαλλιά, τα νύχια, τα νύχια των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου και είναι κυρίως σε διαμόρφωση α-έλικας. Οι βήτα-κερατίνες βρίσκονται σε ερπετά και πτηνά σε ιστούς όπως νύχια, κοχύλια, φτερά και ράμφη και είναι κυρίως σε διαμορφώσεις β-φύλλων. Ωστόσο, και οι δύο διαμορφώσεις δευτεροταγών πρωτεϊνών μπορούν να βρεθούν και στις α- και στις β-κερατίνες. Οι άλφα-κερατίνες μπορούν να χωριστούν σε τύπου I και τύπου II. Οι κερατίνες τύπου I έχουν, γενικά, μικρότερο μέγεθος (μοριακό βάρος 44 έως 46 kDa) με όξινα ισοηλεκτρικά σημεία (pI) (εύρος pI: 4,5–5,5) σε σύγκριση με τις κερατίνες τύπου II, οι οποίες είναι μεγαλύτερες (50 έως 60 kDa) και ουδέτερο έως ελαφρώς βασικό (εύρος pI: 6,5–7,5). Οι Conway και Parry πρότειναν την περαιτέρω διαίρεση των κερατινών σε "a" (τύπου Ia και τύπου IIa) για "σκληρές" κερατίνες, όπως στα μαλλιά και στα νύχια, και "b" (τύπου Ib και IIb) για επιδερμικές και άλλες "μαλακές" κερατίνες, όπως στην επιδερμίδα. Οι πρωτεΐνες του ενδιάμεσου νήματος στις ίνες

κερατίνης σχηματίζονται από «σκληρές» αλυσίδες κερατίνης τύπου Ia και τύπου IIa, διατεταγμένες παράλληλα μεταξύ τους και στον αξονικό καταχωρητή, για να σχηματίσουν ένα διμερές ( Draelos ,2005) .

Η σύνθεση αμινοξέων των κερατινών ανθρώπινων μαλλιών είναι τυπικά διαφορετική από τις υπόλοιπες κερατίνες. Η πιο σημαντική διαφορά αντιστοιχεί στην περιεκτικότητα σε υπολείμματα κυστεΐνης (7,6% στην κερατίνη των ανθρώπινων μαλλιών και 2,9% στην κερατίνη της κερατίνης στιβάδας ) και στην περιεκτικότητα σε γλυκίνη. Διάφοροι παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην περιεκτικότητα των μαλλιών σε αμινοξέα, όπως το φύλο, η γενετική παραλλαγή, οι καιρικές συνθήκες, η διατροφή, η καλλυντική θεραπεία, καθώς και οι μέθοδοι εξαγωγής και ανάλυσης που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, γενικά, τα αρσενικά μαλλιά περιέχουν περισσότερη κυστίνη από τα γυναικεία μαλλιά και η άκρη της τρίχας του τριχωτού της κεφαλής περιέχει, λόγω των καιρικών συνθηκών, σημαντικά λιγότερη κυστίνη από το άκρο της ρίζας. Το αντίστροφο ισχύει για το κυστεϊκό οξύ ( Draelos ,2005) .

Τα μικροϊνίδια έχουν χαρακτηριστεί λιγότερο από τις κερατίνες, καθώς δεν περιλαμβάνουν καλά καθορισμένη χωρική οργάνωση στα μαλλιά. Περιλαμβάνουν πρωτεΐνες υψηλής περιεκτικότητας σε θείο, που περιέχουν κατά μέσο όρο 20% υπολείμματα κυστίνης και έχουν πολύ υψηλό μοριακό βάρος (50–75 kDa) πρωτεΐνες εξαιρετικά υψηλής περιεκτικότητας σε θείο, με υψηλότερη περιεκτικότητα σε κυστίνη (30%–40%) και χαμηλότερο μοριακό βάρος (15–50 kDa)( Draelos ,2005) .

### 3.2. Περιεχόμενο νερού

Το νερό είναι ένας ουσιαστικός παράγοντας για τη σταθεροποίηση της δομής των πρωτεϊνών. Επομένως, η περιεκτικότητα των μαλλιών σε νερό είναι μια σημαντική παράμετρος όσον αφορά τις φυσικές και καλλυντικές τους ιδιότητες. Η περιεκτικότητα σε νερό των ινών κερατίνης εξαρτάται από τις συνθήκες ξηρότητας της ίνας καθώς και από τη σχετική υγρασία του αέρα (RH) . Τα μαλλιά είναι υγροσκοπικά, ικανά να απορροφούν μεγάλες ποσότητες νερού . Τα μαλλιά απορροφούν εύκολα νερό, καθώς το 75% της μέγιστης ποσότητας νερού απορροφάται μέσα σε τέσσερα λεπτά . Τα μαλλιά εμποτισμένα με νερό έχουν αύξηση βάρους κατά 12%-18% . Το «πρήξιμο» των μαλλιών είναι αντίστροφο , καθώς το μήκος των ινών της τρίχας αυξάνεται περίπου κατά 2%, ενώ η διάμετρος της τρίχας αυξάνεται περισσότερο από 15% . Αυτό συμβαίνει επειδή το νερό θεωρείται ότι προσροφάται στην υδρόφιλη μήτρα των κυττάρων του φλοιού, στο όριο με τα μικροϊνίδια. Ως εκ τούτου, το νερό μπορεί να παραμορφώσει ελαφρώς τη δομή των μικροϊνιδίων: αντιτίθενται στη διαμήκη διόγκωση της μήτρας και έτσι ο όγκος των ινών της τρίχας αυξάνεται από τη διαμετρική διόγκωση . Αν και το νερό διαπερνά εύκολα τα μαλλιά, υπάρχει κάποια δεσμευτική επιλεκτικότητα εντός της μοριακής δομής του φλοιού της τρίχας. Η απορρόφηση νερού σχετίζεται επίσης με την ποσότητα των λιπιδίων στα μαλλιά, καθώς και με το επίπεδο pH ( Deekshaetall, 2014).

### 3.3. Λιπίδια μαλλιών

Τα λιπίδια της τρίχας κατανέμονται σε όλη την ίνα της τρίχας, η μέση περιεκτικότητά τους είναι της τάξης του 4% του βάρους της ίνας. Μπορεί να είναι εξωτερικά ή εσωτερικά λιπίδια και τα τελευταία μπορεί να είναι ελεύθερα ή μέρος της δομής του CMC ( σύμπλεγμα κυτταρικών μεμβρανών). Τα εσωτερικά λιπίδια πιστεύεται ότι βρίσκονται στους μεσοκυττάριους χώρους, ως μέρος των β-στιβάδων . Η πλειοψηφία των λιπιδίων είναι χοληστερόλη, εστέρες χοληστερόλης, θειική χοληστερόλη, ελεύθερα λιπαρά οξέα, τριγλυκερίδια, παραφίνες, σκουαλένιο και κεραμίδια . Ένα κύριο συστατικό των εξωγενών λιπιδίων είναι το 18-MEA, ομοιοπολικά συνδεδεμένο στην επιφάνεια της επιδερμίδας. Αυτό το λιπίδιο λειτουργεί ως λιπαντικό μειώνοντας την τριβή μεταξύ των ινών της τρίχας και η απουσία του επηρεάζει την αισθητηριακή αντίληψη των μαλλιών όπως ξηρά μαλλιά ή δυσκολία στο χτένισμα. Η περιεκτικότητα σε λιπίδια μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, όπως η εθνικότητα, το φύλο και η ηλικία (Madnani&Khan ,2013) .

### 3.4. Ιχνοστοιχεία

Εκτός από τα στοιχεία που έχουν ήδη αναφερθεί, τα μαλλιά περιέχουν επίσης μια μεταβλητή ποσότητα ανόργανων στοιχείων, συνήθως μικρότερη από το 1% της περιεκτικότητας . Τα πιο συχνά είναι αλκάλια (K και Na), μέταλλα αλκαλικών γαιών (Mg, Ca και Sr), άλλα μέταλλα (Zn, Fe, Mn, Hg, Cd, Pb, As και Se) και μεταλλοειδή (Si ) και αμέταλλα (P) (Madnani&Khan ,2013) .

Η ανίχνευση ιχνοστοιχείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαγνωστική ιατρική, καθώς η συσσώρευση πολλών στοιχείων μπορεί να είναι σύμπτωμα συστηματικής νόσου και να σχετίζεται με την ποσότητα αυτών των ιχνοστοιχείων στα εσωτερικά όργανα. Επίσης, η ανάλυση των μαλλιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση ναρκωτικών, όπως η κοκαΐνη, το όπιο, οι αμφεταμίνες και οι περιβαλλοντικές τοξικές ουσίες, καθώς η συλλογή είναι μη επεμβατική και σχετικά εύκολη. Τα μαλλιά μπορεί να παρέχουν μια μακροπρόθεσμη πληροφόρηση σχετικά με τη λήψη φαρμάκων και την έκθεση σε τοξίνες, που εκτείνεται από μήνες ή και χρόνια εάν τα μαλλιά του τριχωτού της κεφαλής είναι μακριά . Ωστόσο, τα όρια τέτοιων μεθόδων εξακολουθούν να είναι αμφιλεγόμενα και μπορεί να επηρεαστεί από τις πρακτικές περιποίησης των μαλλιών. Τα μαλλιά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, καθώς οι ρύποι μπορούν να απορροφηθούν από τις ίνες των μαλλιών. Ομοίως, τα καλλυντικά μαλλιών μπορεί να παρέχουν πρόσθετα ιχνοστοιχεία στην ίνα της τρίχας (Madnani&Khan ,2013) .

Η ενσωμάτωση φαρμάκων στα μαλλιά μπορεί να οφείλεται σε τρεις διαφορετικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένων των εξωγενών ή ενδογενών διεργασιών . Όταν η ενσωμάτωση λαμβάνει χώρα από εσωτερική προέλευση, η ένωση μπορεί να περάσει μέσω παθητικής διάχυσης από το αίμα στη μήτρα της τρίχας, ενσωματωμένη στην ίνα της τρίχας κατά την κερατινοποίηση, όπου συνδέονται με πρωτεΐνες, λιπίδια ή χρωστικές. Μια άλλη διαδικασία, εξωτερική, αντιστοιχεί στη μεταφορά από το σμήγμα και τον ιδρώτα. Τοξικές ουσίες μπορούν επίσης να προσληφθούν από τα



μαλλιά μέσω της επαφής με το περιβάλλον, όπως η ατμοσφαιρική σκόνη, τα ιόντα νερού και στοιχεία από καλλυντικά (Madhani&Khan ,2013) .

### **3.5. Χημικές αλληλεπιδράσεις μέσα στις ίνες της τρίχας**

Η σταθερότητα της μακρομοριακής δομής των κερατινών προέρχεται από μια ποικιλία αλληλεπιδράσεων μεταξύ και εντός των πρωτεϊνικών αλυσίδων, που τις συγκρατούν μαζί. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις κυμαίνονται από ομοιοπολικούς δεσμούς, όπως δισουλφιδικούς δεσμούς και πεπτιδικούς, έως ασθενέστερες αλληλεπιδράσεις όπως δεσμούς υδρογόνου, διαμοριακές δυνάμεις vanderWaals και υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις. Αυτές οι αλληλεπιδράσεις εξαρτώνται από την παρουσία δραστικών ομάδων στην ίνα, αλλά και από τη διαθεσιμότητά τους λόγω της μορφολογίας και της μοριακής δομής της ίνας ( Robbins ,2013) .

Οι δεσμοί υδρογόνου που είναι ασθενείς σπάνε από το νερό, είναι οι πιο συχνοί δεσμοί στα μαλλιά και ο δεσμός υδρογόνου μεταξύ των αλυσίδων κατά μήκος της πολυπεπτιδικής αλυσίδας είναι απαραίτητος για τη σταθερότητα της δομής της ακερατίνης. Οι αλληλεπιδράσεις Coulomb, λόγω του μεγάλου αριθμού όξινων και βασικών πλευρικών αλυσίδων, είναι σχετικά σταθερές σε υδατικό περιβάλλον αλλά διασπώνται εύκολα από οξέα ή βάσεις . Υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις, συμβαίνουν μεταξύ μη πολικών ομάδων κατά μήκος της κερατίνης ( Robbins ,2013) .

Οι δισουλφιδικοί δεσμοί είναι υπεύθυνοι για τη σταθερότητα της κερατίνης. Δύο γειτονικές κυστεΐνες συνδέονται μεταξύ τους, δημιουργώντας κυστίνη .Οι δεσμοί αυτοί είναι η βάση των περισσότερων χημικών τροποποιήσεων της τρίχας και οι επακόλουθες αλλαγές στις φυσικοχημικές της ιδιότητες. Μερικές από αυτές τις αλλαγές είναι το επιθυμητό αποτέλεσμα των αισθητικών επεμβάσεων, όπως ο κυματισμός των μαλλιών ή το ίσιωμα. Ορισμένες άλλες καλλυντικές διεργασίες, όπως, η λεύκανση και η φθορά των μαλλιών, περιλαμβάνουν αλλαγές στους δισουλφιδικούς δεσμούς ως ανεπιθύμητη παρενέργεια. Και στις δύο περιπτώσεις, σκόπιμα ή όχι, κατά τη διάρκεια των διαδικασιών που περιλαμβάνουν αντιδράσεις οξειδοαναγωγής, επηρεάζονται οι φυσικοχημικές ιδιότητες των μαλλιών ( Robbins ,2013) .

### **4.Βλάβη της τρίχας των μαλλιών**

Ο υδρόφοβος χαρακτήρας της τρίχας, είναι δυνατή χάρη στο λιπιδικό στρώμα 18-MEA ( 18-Methyl Eicosanoic Acid). Η αφαίρεση αυτού του ομοιοπολικά συνδεδεμένου λιπαρού οξέος καθιστά την ίνα υδρόφιλη. Όταν είναι βρεγμένα, τα παρθένα μαλλιά μπορούν να τεντωθούν κατά 30% του αρχικού τους μήκους χωρίς ζημιά. Ωστόσο, μη αναστρέψιμες αλλαγές συμβαίνουν όταν τα μαλλιά τεντώνονται μεταξύ 30% και 70%. Το τέντωμα στο 80% προκαλεί σπάσιμο. Η απορρόφηση νερού προκαλεί διόγκωση του στελέχους της τρίχας. Η υπερβολική ή επαναλαμβανόμενη χημική θεραπεία, οι συνήθειες περιποίησης και η περιβαλλοντική έκθεση προκαλούν αλλαγές στην υφή της τρίχας και εάν είναι ακραίες μπορεί να οδηγήσει σε σπάσιμο της τρίχας. Αυτές οι αλλαγές προκαλούν προοδευτικό εκφυλισμό από τη ρίζα μέχρι

την άκρη της τρίχας και συμβάλλουν στο μπέρδεμα και το φριζάρισμα. Όταν τα μαλλιά είναι εξαιρετικά φθαρμένα και έχουν υποστεί χημική επεξεργασία, μπορεί να υπάρξει απολέπιση των στρωμάτων της επιδερμίδας με αφαίρεση του 18-MEA. Εάν αφαιρεθεί η επιδερμίδα, η έκθεση του φλοιού και περαιτέρω βλάβη μπορεί να οδηγήσει σε σπάσιμο των ινών της τρίχας (de SáDias et al 2007).

## **5. Τα σαμπουάν**

Τα σαμπουάν δεν είναι μόνο καθαριστικά του τριχωτού της κεφαλής, αλλά αναμφίβολα λειτουργούν αποτρέποντας τη φθορά του στελέχους της τρίχας. Πολλές ασθένειες του τριχωτού της κεφαλής αντιμετωπίζονται επίσης με ενεργά συστατικά που προστίθενται στις συνθέσεις του σαμπουάν. Είναι επιθυμητό, όποια κι αν είναι η ασθένεια ή πάθηση (δερματίτιδα, σηγγατόρροια, αλωπεκία, ψωρίαση), οι τρίχες να διατηρούνται αισθητικά εμφανίσιμες, διατηρώντας την απαλότητα, το εύκολο χτένισμα τους και τη λάμψη τους κατά τη θεραπεία του τριχωτού της κεφαλής (McMichael 2007).

Τα σαμπουάν αποτελούνται συνήθως από 10-30 συστατικά, αν και είναι διαθέσιμα και προϊόντα με μόλις τέσσερα συστατικά. Τα προϊόντα ομαδοποιούνται σε: (1) Μέσα καθαρισμού. (2) πρόσθετα που συμβάλλουν στη σταθερότητα και την άνεση του προϊόντος. (3) μαλακτικοί παράγοντες, που προορίζονται να προσδώσουν απαλότητα και στιλπνότητα, να μειώσουν το πτερύγιο και να ενισχύσουν την ευκολία του ξεμπλεξίματος, και (4) συστατικά ειδικής φροντίδας, που προορίζονται για τη θεραπεία συγκεκριμένων προβλημάτων, όπως την πιτυρίδα και τα λιπαρά μαλλιά (McMichael 2007).

Οι καταστάσεις που επηρεάζονται περισσότερο από τη χρήση σαμπουάν με επιφανειοδραστικά συστατικά είναι: η δυσκολία στο ξέμπλεγμα των μαλλιών και το φριζάρισμα. Η τριβή, η κύρια αιτία του φριζαρίσματος, μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την κατάλληλη σύνθεση των προϊόντων καθαρισμού. Από την άλλη πλευρά, εάν οι συνθέσεις του σαμπουάν δεν παρουσιάζουν την επαρκή σύνθεση, η τριβή των ινών επιδεινώνεται.

Αν και θεωρούνται ασφαλή προϊόντα, τα σαμπουάν μπορεί να προκαλέσουν δερματίτιδα εξ επαφής. Τα κοινά αλλεργιογόνα στα σαμπουάν είναι: η κοκαμιδοπροπυλικήβεταΐνη, η μεθυλοχλωροϊσοθειαζολιόνη, συντηρητικά που απελευθερώνουν φορμαλδεΐδη, η προπυλενογλυκόλη, η βιταμίνη E (τοκοφερόλη), τα parabens και οι βενζοφαινόνες (McMichael 2007).

## **6. Τα επιφανειοδραστικά καθαριστικά**

Τα επιφανειοδραστικά είναι καθαριστικά που υποκαθιστούν τους σάπωνες . Δρουν μέσω της αποδυνάμωσης των φυσικοχημικών δυνάμεων προσκόλλησης που δεσμεύουν τις ακαθαρσίες και τα υπολείμματα στα μαλλιά. Οι επιφανειοδραστικές ουσίες διαλύουν αυτές τις ακαθαρσίες, εμποδίζοντάς τις να δεσμευτούν στον άξονα ή στο τριχωτό της κεφαλής. Η καθαριστική ικανότητα ενός σαμπουάν εξαρτάται από το πόσο καλά αφαιρεί το λίπος καθώς και από τον τύπο και την ποσότητα των επιφανειοδραστικών που χρησιμοποιούνται (Bolduc&Shapiro, 2001) .

Τα υπολείμματα είναι αδιάλυτα λίπη (σμήγμα) που δεν διαλύονται με το νερό. Προκειμένου να αφαιρεθούν από το στέλεχος της τρίχας, τα επιφανειοδραστικά παρουσιάζουν ένα υδρόφοβο μοριακό τμήμα και ένα άλλο υδρόφιλο. Το πρώτο θα συνδεθεί χημικά με το λίπος, ενώ το δεύτερο με το νερό. Οι επιφανειοδραστικές ουσίες αποτελούνται γενικά από μια αλυσίδα λιπαρών υδρογονανθράκων (ουρά) και μια πολική κεφαλή. Το πολικό άκρο είναι ικανό να δώσει σε αυτό το τμήμα του μορίου υδρόφιλα χαρακτηριστικά που του επιτρέπουν να διαλύεται στο νερό και να ξεπλένει τα υπολείμματα. Τα επιφανειοδραστικά σε επαφή με το νερό επιτυγχάνουν τον δομικό σχηματισμό ενός μικκυλίου. Η δομή τους γίνεται σφαιρική με ένα υδρόφιλο εξωτερικό τμήμα, το οποίο μπορεί να ξεπλυθεί με νερό, και ένα υδρόφοβο εσωτερικό τμήμα, όπου δεσμεύονται τα λίπη και οι ρύποι. Ανάλογα με το ηλεκτρικό φορτίο του πολικού άκρου, οι επιφανειοδραστικές ουσίες ταξινομούνται σε τέσσερις ομάδες: ανιονικές, κατιονικές, αμφοτερικές και μη ιονικές. Οι κύριοι καθαριστικοί παράγοντες είναι ανιονικοί. Το σαπούνι, το οποίο είναι επίσης ανιονικό απορρυπαντικό, εμφανίζει ανεπιθύμητες ενέργειες στο δέρμα και στα μαλλιά αφήνοντάς τα αδιαφανή και μπερδεμένα. Τέτοια αποτελέσματα δεν συμβαίνουν με τις νέες ανιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες που προέρχονται από τη θείωση λιπαρών οξέων και αναλόγων πολυοξυαιθυλενίων . Η τρέχουσα έκφραση «σαμπουάν χωρίς θειικά» αναφέρεται σε ένα παρασκεύασμα χωρίς ανιονικά επιφανειοδραστικά ( Draelos ,2005) .

Κατιονικά, αμφοτερικά και μη ιονικά επιφανειοδραστικά προστίθενται σε ορισμένες φόρμουλες σαμπουάν για τη μείωση των επιδράσεων που δημιουργούν στατικό ηλεκτρισμό που προκαλούνται από τα ανιονικά τασιενεργά. Δεδομένου ότι φέρουν θετικό φορτίο, τα κατιονικά επιφανειοδραστικά συνδέονται γρήγορα με τους θύλακες της τρίχας που είναι αρνητικά φορτισμένοι λόγω της χρήσης ανιονικών τασιενεργών και μειώνουν το φαινόμενο φριζαρίσματος. Επιπλέον, βελτιστοποιούν το σχηματισμό αφρού και το ιξώδες του τελικού προϊόντος. Ο στατικός ηλεκτρισμός που προκαλείται μετά τη χρήση του σαμπουάν είναι ακριβώς το αποτέλεσμα της εξισορρόπησης μεταξύ των ηλεκτρικών φορτίων κατά την απομάκρυνση του σμήγματος και των υπολειμμάτων. Το αρνητικό φορτίο της ίνας της τρίχας απωθεί το επίσης αρνητικό φορτίο του μικκυλίου. Αν και οι κατιονικοί παράγοντες προσπαθούν να εξαλείψουν αυτό το αποτέλεσμα, υπάρχει η δράση του pH του σαμπουάν, που μπορεί να αυξήσει τον στατικό ηλεκτρισμό ( Draelos ,2005).

## 6.1. Ανιονικά τασιενεργά

Τα ανιονικά τασιενεργά χαρακτηρίζονται από μια αρνητικά φορτισμένη υδρόφιλη πολική ομάδα. Παραδείγματα ανιονικών επιφανειοδραστικών είναι το λαυρυλοθειικό αμμώνιο, το λαουρεθειικό νάτριο, το λαουρυλοσαρκοσινικό νάτριο, το θειικό παρεθικό νάτριο, το στεατικό νάτριο, το λαυρυλοθειικό νάτριο, η σουλφονική άλφα-ολεφίνη, το λαουρεθειικό αμμώνιο. Αν και πολύ καλά στην απομάκρυνση του σμήγματος και της βρωμιάς, τα ανιονικά τασιενεργά είναι ισχυρά καθαριστικά και μπορεί να προκαλέσουν αύξηση των ηλεκτρικών αρνητικών φορτίων στην επιφάνεια της τρίχας και να αυξήσουν το φριζάρισμα και την τριβή. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η ζημιά, άλλα επιφανειοδραστικά που ονομάζονται δευτερογενή επιφανειοδραστικά, όπως τα μη ιονικά και τα αμφοτερικά τασιενεργά προστίθενται στη σύνθεση (Deekshaetall, 2014).

### **6.2. Κατιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες**

Τα κατιονικά τασιενεργά έχουν θετικά φορτισμένο υδρόφιλο άκρο. Τυπικά παραδείγματα είναι τα χλωριούχο τριμεθυλαλκυλαμμώνιο και τα χλωρίδια ή βρωμίδια των ιόντων βενζαλκονίου και αλκυλοπυριδινίου. Όλα είναι παραδείγματα quat, που ονομάζονται έτσι επειδή περιέχουν όλα ένα ιόν τεταρτοταγούς αμμωνίου. Τείνουν να εξουδετερώνουν το αρνητικά φορτισμένο δίχτυ της επιφάνειας της τρίχας και να ελαχιστοποιούν το φριζάρισμα. Συχνά χρησιμοποιούνται ως μαλακτικά σαμπουάν.

### **6.3. Αμφοτερικά τασιενεργά**

Για τα αμφοτερικά επιφανειοδραστικά, το φορτίο του υδρόφιλου μέρους ελέγχεται από το pH του διαλύματος. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να δράσουν ως ανιονικά τασιενεργά σε αλκαλικό διάλυμα ή ως κατιονικά επιφανειοδραστικά σε όξινο διάλυμα. Είναι πολύ ήπια και έχουν εξαιρετικές δερματολογικές ιδιότητες. Υπάρχουν δύο τύποι αμφοτερικών ενώσεων: τα αλκυλοιμινοπροπιονικά και οι (αμιδο) βεταΐνες (Deekshaetall, 2014).

### **6.4. Μη ιονικά επιφανειοδραστικά**

Τα μη ιονικά επιφανειοδραστικά δεν έχουν ηλεκτρικό φορτίο και δεν ιονίζονται σε υδατικά διαλύματα. Πολλές αλκοόλες μακράς αλυσίδας εμφανίζουν ορισμένες επιφανειοδραστικές ιδιότητες. Εξέχουσες μεταξύ αυτών είναι οι λιπαρές αλκοόλες, η κητυλική αλκοόλη, η στεαρυλική αλκοόλη και η κετοστεαρυλική αλκοόλη (που αποτελείται κυρίως από κητυλικές και στεαρυλικές αλκοόλες) και η ελαϊλική αλκοόλη (Deekshaetall, 2014).

## **7. Μαλακτικά σαμπουάν**

Τα μαλακτικά χρησιμοποιούνται για να μειώσουν την τριβή, να ξεμπερδέψουν τα μαλλιά, να ελαχιστοποιήσουν το φριζάρισμα και να βελτιώσουν το χτένισμα. Τα μαλακτικά δρουν εξουδετερώνοντας το ηλεκτρικό αρνητικό φορτίο της ίνας της τρίχας προσθέτοντας θετικά φορτία και λιπαίνοντας την επιδερμίδα που μειώνει την υδροφιλικότητα των ινών. Περιέχουν αντιστατικές και λιπαντικές ουσίες που χωρίζονται σε 5 κύριες ομάδες: τα πολυμερή, τα έλαια, τα κεριά, τα υδρολυμένα αμινοξέα και τα κατιονικά μόρια. Ο πιο δραστικός και χρησιμοποιούμενος μαλακτικός παράγοντας είναι η σιλικόνη. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι σιλικόνης με διαφορετική ικανότητα εναπόθεσης, πρόσφυσης και εκπλύσεως που θα οδηγήσουν σε διαφορετικές επιδόσεις του conditioner. Το ιδανικό conditioner είναι ικανό να αποκαταστήσει την υδροφοβικότητα της ίνας και να εξουδετερώσει τον στατικό ηλεκτρισμό. Ανάλογα με την ικανότητα εισόδου στην ίνα, το κοντίσιονερ μπορεί να φτάσει στην επιφάνεια της επιδερμίδας ή στο εσωτερικό μέρος του φλοιού. Μικρότερα μόρια μπορούν να φτάσουν στον φλοιό. Τα μεγαλύτερα δρουν στην επιδερμίδα. Πολυπεπτίδια χαμηλού μοριακού βάρους (<10.000 Da) μπορούν να διαχέονται στα μαλλιά. Μεγαλύτερα μόρια (500.000 Da) μπορούν να διαχέονται στην επιδερμίδα. Η προτιμώμενη οδός είναι η μεσοκυττάρια διάχυση ή διάχυση μέσω των μη κερατινών περιοχών, αν και μπορεί επίσης να συμβεί και ενδοκυτταρική διάχυση. Πολυμερή υψηλότερου μοριακού βάρους (<600.000 Da) μπορεί να προσροφηθούν στην επιφάνεια του στελέχους της τρίχας. Τα κατιονικά συστατικά όπως τα κατιονικά πολυμερή είναι πολύ δημοφιλή στα προϊόντα μαλλιών. Μπορεί να είναι τόσο σημαντικά για τα μαλλιά που μπορεί να είναι δύσκολο να αφαιρεθούν. Είναι πολύ σημαντικά για τα μαλλιά λόγω του χαμηλού ισοηλεκτρικού σημείου της τρίχας (pH - 3,67). Οποιοδήποτε καλλυντικό με υψηλότερο pH φέρει καθαρό αρνητικό φορτίο στην επιφάνεια της τρίχας, και επομένως κατιονικά φορτία (θετικά) έλκονται σε αυτήν. Παραδείγματα τέτοιων πολυμερών είναι: το χλωριούχο βενζυλδιμεθυλαμμώνιο και το χλωριούχο διστεαρυλδιμόνιο. Η καλή συσχέτιση μεταξύ της σταθερότητας των σταγονιδίων λαδιού σιλικόνης, της εναπόθεσης στα μαλλιά και της επακόλουθης τριβής της τρίχας, το μέγεθος και η ομοιομορφία των σταγονιδίων είναι σημαντικοί παράγοντες για τον έλεγχο της σταθερότητας και της ιδιότητας εναπόθεσης προϊόντων με βάση το γαλάκτωμα, όπως το σαμπουάν και το μαλακτικό (Madnani & Khan, 2013).

Είναι σύνηθες να χρησιμοποιούνται κατιονικά συστατικά σε πολλές συνθέσεις σαμπουάν με ανιονικά επιφανειοδραστικά, προκειμένου να καταλήξουν σε εξουδετέρωση του φορτίου σχηματίζοντας ένα κατιονικό-ανιονικό σύμπλεγμα, ένα ουδέτερο υδρόφοβο συστατικό. Επομένως, μπορούμε να καταλάβουμε ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ των συστατικών είναι πιο σημαντική από το συστατικό μόνο του. Είναι πολύ συνηθισμένο να πιστεύουμε ότι ένα προϊόν νέας κυκλοφορίας που περιέχει ένα συγκεκριμένο συστατικό έχει τη μαγική ικανότητα να μεταμορφώνει τα θαμπά μαλλιά σε λαμπερά και λεία μαλλιά. Τις περισσότερες φορές, τα κύρια συστατικά δεν αλλάζουν και μερικές φορές η ικανότητα των συστατικών να αλληλεπιδρούν μέσα στο πλαίσιο ή το σύστημα του σαμπουάν ή του conditioner είναι αυτό που κάνει το προϊόν να δρα καλύτερα (Madnani & Khan, 2013).

Οι λειτουργίες του προϊόντος αυτού είναι να :

- Βελτιώνει τη δυνατότητα χτενίσματος
- Μιμείται το φυσικό λιπιδικό εξωτερικό στρώμα της τρίχας: 18-MEA
- Αποκαθιστά την υδροφοβικότητα
- Σταθεροποιεί την επιδερμίδα
- Αποφεύγει ή ελαχιστοποιεί το φριζάρισμα, την τριβή: Εξουδετερώνει το αρνητικό φορτίο των μαλλιών.
- Ενισχύει τη λάμψη, την απαλότητα και τη διαχείριση των μαλλιών (Madnani&Khan ,2013) .

### 8.Σιλικόνες

Οι σιλικόνες είναι υβριδικά (ανόργανα-οργανικά) αδρανή, ανθεκτικά στη θερμότητα πολυμερή. Το πυρίτιο είναι το βασικό στοιχείο από το οποίο παράγονται οι σιλικόνες (Bolduc&Shapiro, 2001).

Η διμεθικόνη είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη σιλικόνη στη βιομηχανία περιποίησης των μαλλιών. Η διμεθικόνη είναι το κύριο συστατικό των σαμπουάν δύο σε ένα. Άλλα παρόμοια συστατικά είναι: οι αμινοσιλικόνες, τα σιλοξυπυριτικά, οι ανιονικέςσιλικόνεςκτλ . Διαφέρουν ως προς την εναπόθεση και τη διαλυτότητα, επομένως δρουν διαφορετικά στα μαλλιά. Ορισμένες σιλικόνες μπορούν ακόμη και να ενισχύσουν τη λάμψη των ινών των μαλλιών αντανακλώντας το φως. Η διμεθικόνη έχει ως αποτέλεσμα την προστασία του στελέχους της τρίχας από λειαντικές δράσεις ενώ τα σιλοξυπυριτικά ενισχύουν το σώμα της τρίχας (deSá Diasetal 2007) .

Τα πολυμερή του πολυσιλοξανίου μπορεί να κολλήσουν εκ νέου τις φολίδες της επιδερμίδας που έχουν ανυψωθεί και να αποτρέψουν τη ζημιά από τη θερμότητα. Οι αμινολειτουργικέςσιλικόνες είναι κατιονικές ουσίες, αλλά δεν είναι πιο σημαντικές για τα μαλλιά από τη διμεθικόνη. Οι διμεθικόνες είναι υδρόφοβες, επομένως απορροφώνται καλύτερα σε ακατέργαστα μαλλιά και ιδίως από την ρίζα παρά από τις άκρες. Για να ενισχυθεί η εναπόθεση διμεθικόνης σε χημικά επεξεργασμένα και κατεστραμμένα μαλλιά, τα προϊόντα χρησιμοποιούν κατιονικούς παράγοντες γεφύρωσης που δρουν αυξάνοντας την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαλλιών και της σιλικόνης (Bolduc&Shapiro, 2001) .

Άλλα πολυμερή είναι τα πολυπεπίδια και οι πρωτεΐνες και είναι και αυτά πολύ σημαντικά συστατικά για τα μαλλιά επειδή έχουν πολλές ιοντικές και πολικές θέσεις για σύνδεση και είναι μεγάλα μόρια που προσκολλώνται στην επιφάνεια της τρίχας. Τα μικρά μόρια μπορούν ακόμη και να διαχυθούν στα μαλλιά , ειδικά στα

κατεστραμμένα μαλλιά. Τα υδρολύματα πρωτεϊνών, ιδιαίτερα εκείνα με χαμηλή κατανομή μοριακού βάρους, είναι γνωστό ότι προστατεύουν τα μαλλιά από χημικές και περιβαλλοντικές βλάβες. Πολλά προϊόντα είδη πρωτεϊνικών υδρολύσεων από φυτά και ζώα έχουν χρησιμοποιηθεί στην περιποίηση των μαλλιών και στην προσωπική περιποίηση, όπως τα υδρολύματα κερατίνης που προέρχονται από νύχια και μαλλιά. Τα περισσότερα από αυτά τα υδρολύματα λαμβάνονται με χημική υδρόλυση και υδροθερμικές μεθόδους. Η υδρολυμένη πρωτεΐνη που εναποτέθηκε στις φολίδες της επιδερμίδας, βοήθησε στη βελτίωση της επιδερμίδας ειδικά μετά από την χρήση θερμαντικού εργαλείου ισιώματος μαλλιών, βελτιώνοντας το χρώμα και τη λάμψη των μαλλιών. Καθώς τα υδρολυμένα αμινοξέα είναι θετικά φορτισμένα, είναι πιθανό το αρνητικό φορτίο των κατεστραμμένων μαλλιών να έλκει τα θετικά φορτισμένα μόρια εξουδετερώνοντας τα ηλεκτρικά φορτία και μειώνοντας το φριζάρισμα και την τριβή (Deekshaetall, 2014).

Τα υδρολύματα κερατίνης συνήθως παρασκευάζονται από ζωικά μέρη που περιέχουν κερατίνη, όπως φτερά, κέρατα, οπλές, τρίχες και μαλλί, που συλλέγονται από απορριπτόμενα υλικά. Ορισμένες βιομηχανίες έχουν αναπτύξει προϊόντα που χρησιμοποιούν ένα σύμπλεγμα μη ζωικών ελεύθερων αμινοξέων που προέρχονται από πρωτεΐνες σίτου, καλαμποκιού και σόγιας για να μιμηθούν τη φυσική σύνθεση της κερατίνης. Ωστόσο, η κερατίνη είναι μια αναντικατάστατη πρωτεΐνη όσον αφορά τις μηχανικές και προστατευτικές της ιδιότητες και η χρήση αμινοξέων δεν αντικαθιστά ή αποκαθιστά την κατεστραμμένη δομή του μορίου (Deekshaetall, 2014).

## 9. Ορυκτέλαια και φυτικά έλαια

Υπάρχουν λίγα άρθρα που έχουν δημοσιευτεί σχετικά με την επίδραση των ορυκτελαίων και φυτικών ελαίων στα ανθρώπινα μαλλιά. Η κύρια φυσική ιδιότητα αυτής της κατηγορίας συστατικών είναι η υδροφοβικότητα του ελαίου. Τα κορεσμένα και μονοακόρεστα έλαια διαχέονται στα μαλλιά πολύ καλύτερα από τα πολυακόρεστα έλαια (Swift, 1999).

Τα έλαια παίζουν σημαντικό ρόλο στην προστασία των μαλλιών από τη φθορά. Μερικά έλαια μπορούν να διεισδύσουν στα μαλλιά και να μειώσουν την ποσότητα του νερού που απορροφάται από τα μαλλιά, οδηγώντας σε μείωση της διόγκωσής τους. Το λάδι μπορεί να γεμίσει το κενό μεταξύ των κυττάρων της επιδερμίδας και να αποτρέψει τη διείσδυση επιθετικών ουσιών, όπως τα επιφανειοδραστικά, μέσα στο θυλάκιο. Η εφαρμογή λαδιού σε τακτική βάση μπορεί να ενισχύσει τη λίπανση του στελέχους και να βοηθήσει στην πρόληψη του σπασίματος των μαλλιών. Οι Rele και Mohile το 2003, μελέτησαν τις ιδιότητες του ορυκτελαίου, του λαδιού καρύδας και του ηλιελαίου στα μαλλιά. Μεταξύ των τριών ελαίων, το λάδι καρύδας ήταν το μόνο λάδι που βρέθηκε ότι μειώνει την απώλεια πρωτεΐνης τόσο στα υγιή όσο και στα κατεστραμμένα μαλλιά όταν χρησιμοποιείται ως προϊόν περιποίησης πριν το λούσιμο και μετά το λούσιμο. Τόσο το ηλιέλαιο όσο και το ορυκτέλαιο δεν βοηθούν στη μείωση της απώλειας της πρωτεΐνης από τα μαλλιά. Αυτή η διαφορά στα αποτελέσματα θα μπορούσε να προκύψει από τη σύνθεση του καθενός από αυτά τα έλαια. Το λάδι καρύδας, που είναι ένα τριγλυκερίδιο του λαυρικού οξέος (κύριο

λιπαρό οξύ), έχει υψηλή συγγένεια με τις πρωτεΐνες των μαλλιών και λόγω του χαμηλού μοριακού του βάρους και της ευθείας γραμμικής αλυσίδας του, μπορεί να διεισδύσει στο εσωτερικό του στελέχους της τρίχας. Το ορυκτέλαιο, το οποίο είναι ένας υδρογονάνθρακας, δεν διεισδύει στις ίνες της τρίχας. Το ηλιέλαιο είναι ένα τριγλυκερίδιολινολεϊκού οξέος με ογκώδη δομή και διπλούς δεσμούς και έχει περιορισμένη διείσδυση στις ίνες, μη φθάνοντας στον φλοιό (Deekshaetal, 2014).

Οι Keisetal (2005) μελέτησαν την επίδραση του έλαιου της καρύδας, του ελαιολάδου, του ηλιελαίου και του ορυκτέλαιου στα μαλλιά, αφήνοντας μια λεπτή στρώση στην επιφάνεια των μαλλιών. Αν και οι παχιές μεμβράνες λαδιού μπορούν να καλύψουν τα ανυψωμένα "λέπια" της επιδερμίδας, μπορεί να αφήσουν μια λιπαρή και βαριά όψη στα μαλλιά. Προτιμάται η επαναχρησιμοποίηση ελαίων που αφήνουν ένα λεπτό στρώμα στην επιφάνεια και απορροφώνται καλά από τις ίνες.

Το 2009, τα έλαια για την περιποίηση των μαλλιών μελετήθηκαν από τους Fregonesietal (2009), οι οποίοι εντόπισαν και ανέλυσαν τις ακόλουθες ουσίες: Σπόροι φρούτων του πάθους (77% λινολεϊκό οξύ), καρύδα (38% ελαϊκό οξύ και 35% λινελαϊκό οξύ), φοινικέλαιο (47% ελαϊκό οξύ), μπουρίτι (79% ελαϊκό οξύ) και στεαρίνη φοίνικα (42% παλμιτικό οξύ και 41% ελαϊκό οξύ). Η χρήση ελαίων μείωσε την δυσκολία στο χτένισμα σε υγρά μαλλιά και μείωσε τον σχηματισμό ψαλίδας στις άκρες των μαλλιών.

Το 2007 οι Keisetal (2007) μελέτησαν την επίδραση του ελαίου της καρύδας στην αναδόμηση της τρίχας. Αν και το λάδι καρύδας διεισδύει στην ίνα της τρίχας, ενώ οι φυτικές ίνες και το ορυκτέλαιο όχι, υπάρχει η ισοδύναμη μείωση στην απορρόφηση νερού και για τα δύο έλαια. Η αύξηση του πάχους του στρώματος λαδιού στην επιφάνεια των ινών αύξησε την ανάκτηση της υγρασίας των μαλλιών. Το λάδι που παραμένει στο στρώμα της επιδερμίδας και όχι το λάδι που διεισδύει στον φλοιό είναι αυτό που ευθύνεται για τη μείωση της απορρόφησης του νερού από την ίνα της τρίχας.

Το έλαιο αργκάν έχει γίνει πολύ δημοφιλές ως κύριο συστατικό των καλλυντικών μαλλιών, που αναφέρεται ως ικανό να διατηρεί τα μαλλιά ενυδατωμένα. Το λάδι αργκάν είναι πλέον το πιο ακριβό βρώσιμο λάδι στον κόσμο. Το δέντρο αργκάν (*Arganiaspinosa L. Skeels*), ένα ενδημικό δέντρο στο Μαρόκο, είναι το πιο αξιόλογο είδος στη Βόρεια Αφρική, λόγω του βοτανικού και βιοοικολογικού του ενδιαφέροντος καθώς και της κοινωνικής του αξίας. Το λάδι είναι πλούσιο σε τοκοφερόλες και πολυφαινόλες, ισχυρά αντιοξειδωτικά. Το έλαιο argan εξάγεται από τους πυρήνες των φρούτων argan που έχουν αποξηρανθεί στον ήλιο για μερικές ημέρες ή έως και αρκετές εβδομάδες. Ο χρόνος ξήρανσης των καρπών επηρεάζει την ποιότητα του εξαγόμενου ελαίου. Αν και υπάρχει επιστημονική βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση του μαροκινικού ελαίου για χρόνιες παθήσεις, υπάρχει έλλειψη δεδομένων σχετικά με τα οφέλη για τη φροντίδα των μαλλιών (Draelos, 2010).



## 10.Μαλακτικές κρέμες ξεβγάλματος

Οι μαλακτικές κρέμες ξεβγάλματος περιέχουν βασικά κατιονικά επιφανειοδραστικά, αλκοόλες μακράς αλυσίδας ή άλλα λιπιδικά συστατικά. Επίσης χρησιμοποιούνται κατιονικά πολυμερή. Μερικά παραδείγματα που μπορούμε να βρούμε μεταξύ αυτών των συστατικών είναι το χλωριούχο cetrimonium και το chloridestearalkonium. Παραδείγματα λιπιδίων είναι η κητυλική αλκοόλη, η στεαρυλική αλκοόλη ή οι σιλκόνες όπως η διμεθικόνη. Οι μαλακτικές κρέμες ξεβγάλματος περιέχουν πιο συμπυκνωμένα συστατικά. Ορισμένα πολυμερή αναφέρεται ότι δεσμεύονται από τα μαλλιά και συνδέονται με τα ανιονικάτασιενεργά. Οι κρέμες ξεβγάλματος θεωρούνται ότι ξεπλένονται με νερό. Οι σταθεροποιητικές λοσιόν έχουν σχεδιαστεί για να εφαρμόζονται σε βρεγμένα ή στεγνά μαλλιά και να αφήνονται χωρίς ξέβγαλμα, καθώς περιέχουν συστήματα υδατικής βάσης(O'Lenick, 2011).

## 11.Ενίσχυση της τρίχας για δυνατά και υγιή μαλλιά

Είναι επιθυμητό τα μαλλιά να είναι ανθεκτικά στο σπάσιμο χωρίς σπασμένες άκρες. Η δύναμη των μαλλιών είναι ένας συνδυασμός της μάζας του σώματος της τρίχας και της αντοχής στο σπάσιμο. (GavazzoniDias,2015).

Είναι γνωστό ότι οι σπασμένες άκρες είναι πιο πιθανό να εμφανιστούν σε ταιλωρημένα και οξειδωμένα μαλλιά. Η αντοχή της τρίχας εξαρτάται από την ακεραιότητα της επιδερμίδας και την ποσότητα νερού στις ίνες, καταστάσεις που σχετίζονται με την χημική βλάβη που έχει υποστεί η τρίχα από διάφορες επεξεργασίες. Η χημική ζημιά από βαφές, ισιωτικά και ακόμη και το φως του ήλιου μπορεί να αποδυναμώσει τα μαλλιά και να αυξήσει την τριβή μεταξύ των ινών, οδηγώντας σε σπάσιμο. Ένας σημαντικός παράγοντας που εμπλέκεται στο σπάσιμο των μαλλιών είναι η εμφάνιση μπερδέματος που δημιουργείται από τις δυνάμεις του ασκούνται κατά την διαδικασία του χτενίσματος. Όπου υπάρχει το σπάσιμο κατά μήκος της ίνας, στο σημείο αυτό ασκείται η υψηλότερη δύναμη. Ο τύπος του σπασίματος της τρίχας εξαρτάται από την κατάσταση των μαλλιών και από το βρεγμένο έναντι του στεγνού χτενίσματος ή βουρτσίσματος. Το χτένισμα των στεγνών μαλλιών σχετίζεται περισσότερο με μικρά σπασίματα ενώ το χτένισμα σε βρεγμένα μαλλιά σχετίζεται με μεγάλα σπασίματα. Τα μικρά σπασίματα της τρίχας σχετίζονται περισσότερο με τα διαχωρισμένα άκρα. Το χτένισμα σε στεγνά ίσια ή ελαφρώς κυματιστά μακριά μαλλιά, παράγει υψηλότερες δυνάμεις σε σχέση με τις δυνάμεις που αναπτύσσονται με μαλλιά ίδιας ποιότητας αλλά μικρότερου μήκους. Το χτένισμα των πολύ μπερδεμένων μαλλιών είναι καλύτερο να γίνεται σε βρεγμένα παρά στεγνά μαλλιά. Το αντίστροφο ισχύει για τα κυματιστά προς ίσια μαλλιά. Οι σπασμένες άκρες δημιουργούνται πιο εύκολα από την τριβή σε συνδυασμό με την χρήση προϊόντων περιποίησης και διαμόρφωσης. Το σπάσιμο της τρίχας συμβαίνει όταν η επιδερμίδα είναι κατεστραμμένη και εξασθενημένη. Σχηματίζεται "ρωγή" στον φλοιό. Τα στρώματα της επιδερμίδας δεν συγκρατούν τις άκρες των ινών της τρίχας μαζί. Τα μαλλιά που έχουν υποστεί επεξεργασία με καλλυντικά ελεύθερων

ρίζων και εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία είναι ευαίσθητα στο σπάσιμο(GavazzoniDias,2015) .

Τα δυνατά μαλλιά συνίστανται σε :

### Πυκνότητα τρίχας

- ✓ διάμετρος
- ✓ αντοχή στο σπάσιμο (χωρίς σπασμένες άκρες)
- ✓ μήκος
- ✓ ομαλή αλληλεπίδραση ινών (χωρίς φριζάρισμα)
- ✓ χωρίς μπερδέματα (εύκολο χτένισμα, διαχειρισιμότητα)
- ✓ ακεραιότητα των στρωμάτων της επιδερμίδας
- ✓ ακεραιότητα φλοιού του τριχωτού της κεφαλής
- ✓ ακεραιότητα των λιπιδίων της επιφάνειας της επιδερμίδας (18-MEA)
- ✓ υγιή θύλακα της τρίχας (για την παραγωγή μιας κανονικής υγιούς ίνας μαλλιών) (Draelos ,2010).

Τα δυνατά μαλλιά εμφανίζονται ως μακριά, γεμάτα, λαμπερά και εύκολα διαμορφώσιμα. Τα διαχειρίσιμα μαλλιά είναι τα ίδια με τα εύκολα χτενιζόμενα μαλλιά, τα οποία γίνονται αντιληπτά ως "απαλά" μαλλιά, που χτενίζονται εύκολα με τα δάχτυλα. Τα αδύναμα μαλλιά εμφανίζονται θαμπά, με ακανόνιστο μήκος (λόγω σπασμένων άκρων), φριζαρισμένα, τραχιά, μερικές φορές με χαμηλή πυκνότητα στο τριχωτό της κεφαλής, μπλεγμένα και δύσκολα να χτενιστούν με τα δάχτυλα(Draelos ,2010) .

### **12.Καλλυντικά για λεπτά μαλλιά**

Τα συνταγογραφούμενα φάρμακα συχνά επικεντρώνονται στη βελτίωση της πυκνότητας των τριχών του τριχωτού της κεφαλής. Οι δερματολόγοι συνταγογραφούν την μινοξιδίλη και την φιναστερίδη προκειμένου να διεγείρουν την αναγέννηση της τρίχας. Αλλά δεν είναι πάντα δυνατό να επανακτηθεί η πυκνότητα των μαλλιών. Πολλές γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση μπορεί να επιτύχουν καλύτερη αισθητική εμφάνιση εάν η ιατρική θεραπεία συνδυαστεί με καλλυντικά προϊόντα περιποίησης των μαλλιών που μπορεί να αυξήσουν τη διάμετρο των ινών της τρίχας με μη μόνιμο τρόπο ( Deekshaetal, 2014).

Η διάμετρος των ινών είναι ένας άλλος βασικός παράγοντας που συμβάλλει στην αραιώση των μαλλιών, αλλά λιγότερο συχνά είναι το επίκεντρο των ιατρικών ή

καλλυντικών θεραπειών. Κάποιο ακρυλικό πολυμερές σε συνδυασμό με τη διμεθικόνη μπορεί να επηρεάσει τη διάμετρο και τη συμπεριφορά των ινών τρίχας του τριχωτού της κεφαλής και να μειώσει την διάμετρο της ίνας της τρίχας . Η διμεθικόνη μπορεί να εφαρμοστεί το πρωί, ενώ η μινοξιδίλη πριν τον ύπνο ( Deekshaetal, 2014) . Σε μελέτη των Davisetal (2020) , ανέφεραν ότι οι υπάρχουσες ίνες της τρίχας του τριχωτού της κεφαλής απέδωσαν μια αύξηση στην περιοχή της διατομής κατά περίπου 10% .

### **13.Ζητήματα που σχετίζονται με το λούσιμο και την περιποίηση των μαλλιών**

Το σαμπουάν πρέπει να στοχεύει στην κατάλληλη περιποίηση του συνόλου του τριχωτού της κεφαλής. Ολόκληρο το τριχωτό της κεφαλής πρέπει να τρίβεται με το σαμπουάν από μπροστά προς τα πίσω και μικρές ποσότητες σαμπουάν πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περιοχή του κεφαλιού κάτω από τα μαλλιά. Η εφαρμογή του σαμπουάν στην κορυφή του κεφαλιού θα αυξήσει την τριβή των μαλλιών και θα προκαλέσει μπέρδεμα των μαλλιών. Μετά το πλήρες ξέπλυμα του σαμπουάν, τα μαλλιά πρέπει να στεγνώνουν απαλά με πετσέτα και η μαλακτική κρέμα ξεμπερδέματος θα πρέπει να εφαρμόζεται στο μήκος των μαλλιών αποφεύγοντας το τριχωτό της κεφαλής. Η μαλακτική κρέμα ξεμπερδέματος πρέπει να ξεπλυθεί εντελώς. Η εφαρμογή μαλακτικών κρεμών μετά το σαμπουάν θα μειώσει την τριβή μεταξύ των ινών και θα μειώσει τις δυνάμεις που ασκούνται στα μαλλιά κατά την διαδικασία του χτενίσματος. Η χρήση μαλακτικής κρέμας σε ίσια ακατέργαστα μαλλιά μπορεί να προκαλέσει λιπαρή όψη και να θαμπώσει τα μαλλιά. Τα ευαίσθητα /αδύναμα μαλλιά χρειάζονται μόνο απαλό λούσιμο, απαλό στέγνωμα με πετσέτα και απαλό βούρτσισμα ή χτένισμα. Πολλά προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λίπανση της επιδερμίδας, όπως οι σιλικόνες (η διμεθικόνη και οι αμινοτελικέςσιλικόνες) και τα φυτικά έλαια. Η περιποίηση με πιστολάκι μαλλιών ή σίδερο απαιτεί ένα προστατευτικό θερμότητας (που συνήθως είναι μια σιλικόνη θερμότητας ) που θα επιτρέπει την ομοιόμορφη μεταφορά της θερμότητας κατά μήκος της επιφάνειας των ινών της τρίχας αποφεύγοντας την πλήρη αφυδάτωση των μαλλιών και την ανάπτυξη φυσαλίδων (Draelos ,2013).

### **14.Ισιωτικά προϊόντα μαλλιών**

Η ισιωτική των μαλλιών είναι μια πολύ δημοφιλής διαδικασία επεξεργασίας μαλλιών σε όλο τον κόσμο. Τα ίσια μαλλιά θεωρούνται ένδειξη ομορφιάς από πολλούς. Οι μέθοδοι ισιώματος των μαλλιών έχουν επίσης εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου. Με την αστικοποίηση, οι άνθρωποι επιλέγουν διάφορες μεθόδους να επιτύχουν την εύκολη περιποίηση των μαλλιών τους , ενώ η πιο συνηθισμένη από αυτές είναι ισιωτική θεραπεία . Αν και είναι μια πολύ συνηθισμένη διαδικασία, συνδέεται με διάφορα ανεπιθύμητα συμβάντα. Με τις νέες μεθόδους, οι παρενέργειες μειώνονται επίσης. Μια μελέτη που έγινε στη Σαουδική Αραβία αποκάλυψε ότι το 33,5% όσο είχαν πραγματοποιήσει αυτή την θεραπεία την επανέλαβαν ( Keiset al,2005).

### Τύποι ισιώματος μαλλιών

- Μόνιμη/ Ημι-μόνιμη Κερατίνη
- Βραζιλιάνικη θεραπεία με κερατίνη
- Θεραπεία με κυστεΐνη
- Botox Μαλλιών (La Torre et al,2006)

### Τα συστατικά διαφόρων προϊόντων ισιώματος των μαλλιών είναι :

- Lye χαλαρωτικό
- No-Lye χαλαρωτικά
- Ίσιωμα με αναγωγικούς παράγοντες
- Thioglycolic Acid και τα άλατά του
- Ίσιωμα χρησιμοποιώντας φορμαλδεΐδη
- Γλυοξυλικό οξύ και παραλλαγές του
- Καρβοκυστεΐνη
- Σωματίδια βασισμένα σε κερατίνη ( Keiset al,2007)

Πριν την επιλογή της κατάλληλης ισιωτικής θεραπείας εξετάζονται οι ανάγκες του ατόμου , ο χρόνος που διαθέτει για την θεραπεία αλλά και οι προηγούμενες θεραπείες στις οποίες έχει υποβληθεί . Αφού γίνει η επιλογή της θεραπείας τα μαλλιά λούζονται με κατάλληλο σαμπουάν για να αφαιρεθεί το σμήγμα ή τα προϊόντα που μπορεί να παρεμποδίσουν τη δράση της θεραπείας . Τα αυτιά προστατεύονται με ειδικά καλύμματα ή βαμβάκι για να αποφευχθούν εγκαύματα στο δέρμα από το εξαιρετικά αλκαλικό διάλυμα. Τα μαλλιά χωρίζονται σε τμήματα. Τα χημικά ισιωτικά προϊόντα εφαρμόζονται σε καθαρά μαλλιά. Μόλις εφαρμοστεί η κρέμα, χτενίζεται έκαστο τμήμα του κεφαλιού μέχρι να ισιώσουν τα μαλλιά. Ο χρόνος που χρειάζεται για να ισιώσουν τα μαλλιά καθορίζεται από το πορώδες των μαλλιών και τις οδηγίες του κατασκευαστή της θεραπείας. Η κρέμα θα πρέπει να ξεπλυθεί εντελώς πριν τα μαλλιά λουστούν ξανά με σαμπουάν. Τέλος, χρησιμοποιείται ένα σαμπουάν εξουδετέρωσης για να φέρει το pH στη φυσιολογική τιμή (Naziretal, 2011).

Στο botox μαλλιών, τα μαλλιά πλένονται, παρακάμπτοντας το μαλακτικό, με ένα σαμπουάν που βοηθά στην αφαίρεση οποιουδήποτε υπολείμματος από τα μαλλιά και καθαρίζει πλήρως το τριχωτό της κεφαλής . Στη συνέχεια, το μίγμα του botox θα εφαρμοστεί και θα παραμείνει για περίπου 45 λεπτά, πριν ξεπλυθεί με ένα απαλό, σαμπουάν. Για να αποφευχθεί ο ερεθισμός, οι κομμωτές συνιστάται να φορούν γάντια (Madnani et al, 2013).

Η βαφή των μαλλιών είτε με υδροξειδία είτε με θειογλυκόλη, μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα μαλλιά και θραύση ειδικά σε ισιωμένα μαλλιά (με θεραπεία) , καθώς και τα δύο είναι ιδιαίτερα αλκαλικά. Ως εκ τούτου, οι ημιμόνιμες βαφές μαλλιών

προτιμώνται σε σχέση με τις μόνιμες. Η θειογλυκαξείλη αμμωνίου ή το υδροξείδιο της γουανιδίνης προκαλεί μικρή αύξηση της απώλειας πρωτεϊνών, γεγονός που υποδηλώνει ότι αυτά τα προϊόντα ισώματος θα μπορούσαν να είναι καλύτερα από τα προϊόντα που περιέχουν υδροξείδια για άτομα που επιθυμούν να συνδυάσουν και τις δύο θεραπείες. Σε άλλες μεθόδους, όπως το Botox, είναι δυνατόν να συνδυαστούν και τα δύο χωρίς να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες στα μαλλιά. Δεν συνιστάται η βαφή των μαλλιών αμέσως μετά από μια θεραπεία botox και θα πρέπει να μεσολαβήσει ένα κενό τουλάχιστον δύο εβδομάδων πριν την βαφή των μαλλιών. Οι χημικές ουσίες που υπάρχουν στις μόνιμες βαφές μπορούν να καταστρέψουν το botox μαλλιών. Ως εκ τούτου, είναι καλύτερο το Botox να γίνεται μετά την βαφή εάν ο πελάτης επιθυμεί να συνδυάσει και τα δύο. Αυτό που πρέπει όμως να σημειωθεί σε αυτό το σημείο είναι ότι το botox μπορεί να επηρεάσει τον τόνο των ήδη βαμμένων μαλλιών (Naziretal,2012).

Παρά το γεγονός ότι είναι μια πολύ συνηθισμένη διαδικασία, η ισιωτική θεραπεία των μαλλιών συνδέεται με πολλαπλές παρενέργειες. Τα συστατικά της ερεθίζουν το τριχωτό της κεφαλής εξαιτίας του υδροξειδίου του νατρίου. Οι πιο συνηθισμένες ανεπιθύμητες ενέργειες που αναφέρθηκαν μετά από μια ισιωτική θεραπεία είναι τα σκληρά μαλλιά, η πιτυρίδα, η απώλεια μαλλιών, η αραίωση και η αποδυνάμωση των μαλλιών, το γκριζάρισμα των μαλλιών και τα σπασμένα άκρα της τρίχας. Οι παρενέργειες δεν παρατηρούνται μόνο στους πελάτες, αλλά και στους κομμωτές. Οι θεραπείες αυτές έχουν κατηγορηθεί για την εμφάνιση διάφορων τύπων καρκίνου και βλαβών DNA, κάτι το οποίο δεν επιβεβαιώθηκε ποτέ επισήμως (Madnanietal, 2013).

### **15.Καρβοκυστεΐνη**

Η καρβοκυστεΐνη είναι μια ένωση που ονομάζεται οξοακεταμιδικήκαρβοκυστεΐνη. Η καρβοκιστεΐνη παράγεται με αλκυλίωση της κυστεΐνης με χλωροοξικό οξύ. Η ένωση που ονομάζεται καρβοκυστεΐνη αντιπροσωπεύει τον συνδυασμό γλυοξυλικού οξέος + κιστεΐνης + οξικού οξέος. Το γλυοξυλικό οξύ περιέχει μια λειτουργική ομάδα αλδεϋδης. Γενικά οι αλδεϋδες με υποκαταστάτες που αποσπούν ηλεκτρόνια συχνά υπάρχουν για λόγους ενυδάτωσης. Παρόλο που η αλδεϋδη είναι ένα πολύ δευτερεύον συστατικό των διαλυμάτων, το γλυοξυλικό οξύ συμπεριφέρεται ως αλδεϋδη στις αντιδράσεις του και θεωρείται ευαισθητοποιητής και τοξική ουσία. Θα μπορούσε κανείς να συμπεράνει ότι η καρβοκιστεΐνη δεν είναι προϊόν ισώματος μαλλιών από μόνη της, αλλά σε συνδυασμό με μια αλδεϋδη όπως το γλυοξυλικό οξύ (Villaetal, 2013).

#### **15.1 Καταστροφή των μαλλιών από την χρήση θερμαντικών συσκευών**

Οι θερμικές επεξεργασίες προκαλούν αποσύνθεση της τρυπτοφάνης σε προϊόντα οξειδωσης τύπου κυνουρενίνης. Μετά τη θερμική επεξεργασία με την προσθήκη λιπιδικών προϊόντων, τα μαλλιά μπορεί να φαίνονται ευκολότερα στο χτένισμα. Ωστόσο, μετά το λούσιμο και την αφαίρεση των λιπιδίων, τα μαλλιά εμφανίζουν τη ζημιά που προκαλείται από την υπερβολική θερμότητα (McMichael 2007).

Αν και η χρήση του σεσουάρ μαλλιών προκαλεί μεγαλύτερη ζημιά στην επιφάνεια από το φυσικό στέγνωμα, πολλές μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση

σεσουάρ σε απόσταση 15 cm με συνεχή κίνηση προκαλεί λιγότερη ζημιά από το φυσικό στέγνωμα των μαλλιών. Ωστόσο, η χρήση επίπεδου καυτού σίδερου που εφαρμόζεται στην επιφάνεια της τρίχας 15-20 φορές στο ίδιο σημείο όπου έχει απλωθεί και ειδικό προϊόν θερμοπροστασίας , είναι προφανώς μια πολύ επιθετική διαδικασία για την ακεραιότητα των πρωτεϊνών των ινών της τρίχας (McMichael 2007).

## **16.Η ασφάλεια της θεραπεία κερατίνης για την υγεία των μαλλιών**

Οι θεραπείες μαλλιών με κερατίνη λειαίνουν τα μαλλιά, κάνοντάς τα να φαίνονται λαμπερά και χωρίς φριζάρισμα. . Αν και αυτές οι θεραπείες είναι δαπανηρές, τα αποτελέσματα μπορεί να διαρκέσουν έως και μερικούς μήνες (XuWetal. ,2017).

Ωστόσο, παρά τη δημοτικότητά τους, οι θεραπείες μαλλιών με κερατίνη περιέχουν και κινδύνους. Οι περισσότερες θεραπείες περιέχουν φορμαλδεΰδη ή άλλα συστατικά που μπορεί να απελευθερώσουν φορμαλδεΰδη. Αυτές οι χημικές ουσίες μπορεί να προκαλέσουν παρενέργειες, όπως αλλεργικές αντιδράσεις, βήχα και έμετο(XuWetal. ,2017).

Εδώ και χρόνια υπήρχε διαμάχη γύρω από τις θεραπείες κερατίνης, επειδή χρησιμοποιούν φορμαλδεΰδη ή άλλες χημικές ουσίες που απελευθερώνουν φορμαλδεΰδη. Η φορμαλδεΰδη είναι ένα άχρωμο, αέριο που έχει τοξικές ιδιότητες. Η φορμαλδεΰδη μπορεί να έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία εάν κάποιος την εισπνεύσει ή εάν έρθει σε επαφή με τα μάτια ή το δέρμα του . Οι επιβλαβείς επιπτώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν :

- ερεθισμό
- βήχα
- ναυτία
- έμετο
- πονοκεφάλους
- ζάλη
- αλλεργικές αντιδράσεις
- πόνο στο στήθος(XuWetal. ,2017).

Οι ειδικοί συσχετίζουν επίσης την επανειλημμένη έκθεση σε υψηλά επίπεδα φορμαλδεΰδης με ορισμένους τύπους καρκίνου , συμπεριλαμβανομένης της λευχαιμίας. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ λευχαιμίας και της έκθεσης σε φορμαλδεΰδη (Villaetal ,2013).

Ορισμένα προϊόντα αναφέρουν ότι δεν περιέχουν φορμαλδεΰδη. Ωστόσο, χρησιμοποιούν μεθυλενογλυκόλη ή άλλες χημικές ουσίες, οι οποίες μπορεί να απελευθερώσουν φορμαλδεΰδη όταν θερμανθούν. Αυτό σημαίνει ότι παρόλο που η

φορμαλδεΐδη δεν περιλαμβάνεται στη λίστα των συστατικών, οι άνθρωποι μπορεί να εξακολουθούν να διατρέχουν κίνδυνο έκθεσης στη χημική ουσία (Villaetal ,2013).

Η επιτροπή ειδικών για την αναθεώρηση των συστατικών των καλλυντικών έχει ορίσει τη μέγιστη ασφαλή συγκέντρωση φορμαλδεΐδης σε μικρότερη από 0,2% .Ωστόσο, ορισμένες θεραπείες βραζιλιάνικης κερατίνης μπορεί να περιέχουν πολύ υψηλότερα επίπεδα - σε ορισμένες περιπτώσεις, περισσότερο από πέντε φορές υψηλότερα - από το συνιστώμενο επίπεδο (Villaetal ,2013) .

Επιπλέον, οι θεραπείες μαλλιών με κερατίνη μπορεί να βλάψουν τα μαλλιά. Γι' αυτό οι άνθρωποι πρέπει να τα χρησιμοποιούν όχι συχνά και να αποφεύγουν την επανειλημμένη έκθεση σε χημικές ενώσεις και θερμαντικά στοιχεία. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι έγκυες δεν πρέπει να χρησιμοποιούν θεραπείες μαλλιών με κερατίνη (Agora,2011).

## **17.Οι βιολογικές αντιδράσεις της τρίχας των μαλλιών στα καλλυντικά.**

Οι αντιδράσεις σε συστατικά καλλυντικών με φθίνουσα σειρά συχνότητας είναι: σε αρώματα, σε χρωστικές ουσίες μαλλιών (p-φαινυλενοδιαμίνη) και σε συντηρητικά , όπως η φορμαλδεΐδη, η μιδαζολιδινυλουρία και η δαντοΐνη Τα καλλυντικά σύντομης επαφής συνήθως δεν προκαλούν ερεθισμό ή αλλεργία

### **17.1.Χέννα**

Η κόκκινη χέννα είναι το αποξηραμένο και κονιοποιημένο φύλλο του φυτού *Lawsoniainermis* . Η χέννα έχει χρησιμοποιηθεί ως βαφή για το δέρμα, τα μαλλιά και τα νύχια. Η χρήση της κόκκινης χέννας έχει μερικές αναφορές αλλεργικής δερματίτιδας εξ επαφής που προκαλείται από αυτήν και/ή το δραστικό συστατικό της λαγοσόνης (2-υδροξυ-1,4-ναφθοκινόνη, CI 75480, NaturalOrange 6). Η αλλεργία τύπου I είναι σπάνια και αποτελεί κυρίως επαγγελματικό κίνδυνο στα κομμωτήρια (φτάρνισμα, επιπεφυκίτιδα, ρινική καταρροή, ξηρός βήχας, δύσπνοια, πρήξιμο του προσώπου ή γενικευμένη κνίδωση). (Maneliatal ,2014) .

### **17.2.Βαφή μαλλιών**

Υπάρχουν πολλά είδη βαφών μαλλιών που ταξινομούνται ανάλογα με τη διείσδυση της βαφής στην επιφάνεια ή σε βαθιά μέρη του στελέχους της τρίχας. Σε αυτή την ενότητα , θα προσεγγίσουμε τους δύο πιο χρησιμοποιούμενους τύπους βαφής μαλλιών: τις ημιμόνιμες και τις μόνιμες βαφές (Gallietal , 2015).

Η κύρια διαφορά μεταξύ των βαφών είναι η ικανότητά τους να φτάνουν στον φλοιό και να παραμένουν εκεί με μόνιμο τρόπο ή να μην φτάνουν στον φλοιό και να παραμένουν στην επιφάνεια της επιδερμίδας και να ξεπλένονται μετά από περίπου 10-15 λουσίματα με σαμπουάν. Αυτές είναι οι ημιμόνιμες βαφές. Για να ξεπεράσει την επιδερμίδα και να φτάσει στον φλοιό, το προϊόν πρέπει να έχει αλκαλικό pH ικανό να ανοίξει τα "λέπια". Τις περισσότερες φορές οι μόνιμες βαφές χρησιμοποιούν

αμμωνία για να αυξήσουν το pH. Ορισμένα προϊόντα αναφέρονται ότι δεν περιέχουν αμμωνία, αλλά αντ' αυτού, περιέχουν αιθανολαμίνη για το σκοπό αυτό. Και οι δύο ουσίες αφαιρούν το φυσικό λιπίδιο της επιδερμίδας, το οποίο προσδίδει υδροφοβικότητα στην ίνα. Η χρήση μόνιμων βαφών μπορεί να προκαλέσει βλάβη στην επιδερμίδα αφαιρώντας το 18-MEA και καθιστώντας τα μαλλιά υδρόφιλα (Gallietal , 2015) .

Οι μόνιμες βαφές μαλλιών είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενες βαφές, λόγω της μεγάλης διάρκειάς τους και της ικανότητάς τους να ανοίγουν το αρχικό πιο σκούρο χρώμα. Αυτές είναι επίσης καταλληλότερες για να καλύψουν τα γκρι ή τα λευκά μαλλιά. Η μελάγχρωση είναι μόνιμη και η λευκή τρίχα που εμφανίζεται μετά από 10-15 ημέρες μετά την εφαρμογή δεν οφείλεται σε αφαίρεση της βαφής με το σαμπουάν αλλά, αντίθετα, οφείλεται σε νέα τριχοφυΐα. Η μόνιμη βαφή είναι μια αντίδραση οξειδωσης που επιτρέπει στις χρωστικές να εισχωρήσουν στο εσωτερικό του φλοιού. Οι χρωστικές ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι: η παρα-φαινυλενοδιαμίνη, η παρα-τολουολοδιαμίνη , η παρα-αμινοφαινόλη, και η παρα-αμινοφαινόλη. Οι παραπάνω ουσίες περιέχουν επίσης και ρεσορκινόλη, αλλά αυτή η ουσία σταδιακά αφαιρείται από τα συστατικά σε ορισμένες αγορές, για λόγους ασφαλείας. Οι προαναφερόμενες ουσίες μόλις εισέλθουν στον φλοιό, παράγουν τα απαιτούμενα μόρια χρώματος. Οι ρίζες πρέπει να ανανεωθούν μετά από 15-30 ημέρες και το προϊόν πρέπει να εφαρμόζεται μόνο σε αυτό το μέρος (Gallietal , 2015).

Οι ημιμόνιμες βαφές δεν περιέχουν αμμωνία ή αιθανολαμίνη και για το λόγο αυτό είναι πιο "φιλικές" για τα μαλλιά σε σχέση με τα μόνιμα χρώματα. Περιέχουν επίσης υπεροξειδίο του υδρογόνου, ρεσορκινόλη και παρα-χρωστικές. Η συγκέντρωση του υπεροξειδίου του υδρογόνου είναι χαμηλότερη (2%) σε σύγκριση με τις μόνιμες βαφές μαλλιών (6%). Δεν είναι τόσο αποτελεσματικές στην κάλυψη των γκριζών ή λευκών μαλλιών γιατί φτάνουν μόνο στην επιδερμίδα. Δεν ανοίγουν την απόχρωση των μαλλιών. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται ως προϊόντα για να προσθέσουν λάμψη και να μετατρέψουν το φυσικό χρώμα των μαλλιών σε πιο έντονο και λαμπερό (Gallietal , 2015).

### **17.3.Τεχνική της ισιωτικής θεραπείας και η βαφή μαλλιών**

Τα χημικά ισιωτικά μαλλιών είναι εξαιρετικά αλκαλικά. Για το λόγο αυτό, η αλλαγή του χρώματος μιας χημικά ισιωμένης τρίχας, είτε με υδροξείδια είτε μεθειογλυκολικό, είναι μια διαδικασία που μπορεί να προκαλέσει φθορά και σπάσιμο της τρίχας. Ως εκ τούτου, αντί για τις μόνιμες ενδείκνυνται οι ημιμόνιμες βαφές μαλλιών. Η έλλειψη αμμωνίας ή αιθανολαμίνης είναι υπεύθυνη για μια πιο ήπια δράση χωρίς να ανοίγουν τα λέπια της επιδερμίδας και τη διατήρηση της ακεραιότητας της ίνας. Ενδείκνυται, ωστόσο, η αναμονή 15 ημερών μετά το ίσιωμα για να γίνει η βαφή των μαλλιών με ημιμόνιμες βαφές. Οι ανταύγειες ή οι ανοιχτόχρωμες αποχρώσεις είναι απολύτως ασυμβίβαστες με τις ήπιες ημιμόνιμες βαφές . Η συνδυασμένη χρήση τους μπορεί να οδηγήσει σε σπάσιμο του στελέχους της τρίχας (Mirandaetal , 2014).



Τα χημικά επεξεργασμένα μαλλιά είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα και επιρρεπή στο σπάσιμο. Η δερματολογική πρακτική που περιλαμβάνει τη χρήση σαμπουάν και λοσιόν κατά της πιτυρίδας και της ψωρίασης περιέχουν συστατικά που βλάπτουν τα μαλλιά, καθώς και η μινοξιδίλη, είναι δύσκολο να αποφευχθεί η φθορά των μαλλιών λόγω των χημικών παρεπεμβάσεων σε συνδυασμό με τις ιατρικές θεραπείες των μαλλιών. Η χρήση μαλακτικών για τα μαλλιά είναι πράγματι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση της τριβής και του φριζαρίσματος που προκαλούνται από τα δερματολογικά συνταγογραφούμενα φάρμακα. Η επιλογή των σωστών συστατικών σχετίζεται απόλυτα με την επίτευξη της πλήρους συμμόρφωσης του ασθενούς. Η κατανόηση της διαφοράς μεταξύ των επιφανειοδραστικών καθώς και του τρόπου δράσης των μαλακτικών παραγόντων, θα βοηθήσουν στην επιλογή του κατάλληλου προϊόντος. Η περίσσεια των υπολειμμάτων των προϊόντων περιποίησης είναι ένα θέμα μεγάλου ενδιαφέροντος λόγω της συχνής χρήσης των προϊόντων αυτών και ειδικά για όσους διαθέτουν μακριά μαλλιά. Η αφαίρεση των υπολειμμάτων χωρίς απογύμνωση της ίνας είναι δυνατή εάν το σαμπουάν κατά των υπολειμμάτων ακολουθείται από την εφαρμογή μιας παχύρρευστης ενυδατικής μάσκας μαλλιών που περιέχει κατά προτίμηση υδρολυμένα αμινοξέα, σιλικόνες και φυτικά έλαια. Το ορυκτέλαιο αντικαθίσταται επί το πλείστον από σιλικόνες που σχηματίζουν ένα λεπτό φιλμ πάνω στην τρίχα, αλλά μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα κατιονικά συστατικά. Το σαμπουάν κατά των υπολειμμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανά 10 λουσίματα, ή ακόμα πιο συχνά, ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Τα εξαιρετικά επεξεργασμένα μαλλιά είναι τα πιο ευαίσθητα στις συνθέσεις κατά των υπολειμμάτων. Σε αυτόν τον τύπο μαλλιών, μπορεί να χρησιμοποιηθεί λιγότερο συχνά ή και καθόλου το σαμπουάν κατά των υπολειμμάτων (Mirandaetal , 2014).]

### **18.Η ασφάλεια της βαφής μαλλιών**

Οι μελέτες που έχουν γίνει δεν έχουν εντοπίσει κίνδυνο καρκινογένεσης από τα συστατικά των βαφών που χρησιμοποιούνται σήμερα. Η δερματίτιδα εξ επαφής είναι η κύρια αντίδραση. Οι Turatietal (2006) στην μετα-ανάλυση τους απέκλεισαν οριστικά την εκδήλωση κάθε σημαντικού τύπου καρκίνου λόγω της χρήσης βαφών από τους ανθρώπους. Διάφορες μελέτες προσπάθησαν να βρουν κάποια σχέση μεταξύ των συστατικών της βαφής μαλλιών και του κινδύνου εμφάνισης καρκίνου, αλλά μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καμία οριστική μελέτη που να επιβεβαιώνει αυτή την υπόθεση (Matamá etal , 2015).

## 19.Συμπεράσματα

Τα μαλλιά είναι ένα πολύ ξεχωριστό προσωπικό χαρακτηριστικό που ασκεί σημαντικό ρόλο στην αυτοαντίληψη. Είναι ένα από τα φυσικά χαρακτηριστικά που μπορούν εύκολα να αλλάξουν ως προς το μήκος, το χρώμα ή το σχήμα. Ωστόσο, οι κοινές χημικές διαδικασίες περιποίησης και διαμόρφωσης είναι επίσης γνωστό ότι προκαλούν αλλαγές στην επιδερμίδα και στον φλοιό της τρίχας, βλάπτοντας τις ίνες και σε ορισμένες περιπτώσεις την υγεία του ατόμου ή του επαγγελματία περιποίησης μαλλιών.

Η βιομηχανία καλλυντικών έχει παραδοσιακά επικεντρωθεί στην ανάπτυξη προϊόντων ή διαδικασιών για τον καθαρισμό των μαλλιών και τη διαμόρφωση του σχήματος των ινών της τρίχας στοιχεία που αποτέλεσαν μέρος της παρούσας μελέτης και αναφέρθηκαν αναλυτικά στις παραπάνω ενότητες. Λόγω της πιθανής βλάβης στην ίνα της τρίχας που προκαλείται από πολλές παραδοσιακές μεθόδους, κυρίως της διαμόρφωσης του σχήματος των μαλλιών, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κατανόηση της γενετικής βάσης που σχετίζεται με το σχήμα των μαλλιών, διερευνώντας εάν η εμφάνιση των μαλλιών μπορεί να τροποποιηθεί με την χρήση κατάλληλων προϊόντων και μεθόδων περιποίησης καθώς η ίνα δημιουργείται στα θυλάκια της τρίχας των μαλλιών. Οι μελέτες για τη βιολογία των τριχοθυλακίων και τις ίνες της τρίχας, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη βελτιωμένων προϊόντων και συστατικών, θα είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη νέων και ασφαλέστερων καλλυντικών προϊόντων για τα μαλλιά .

## Βιβλιογραφία

1. Bolduc C, Shapiro J. Hair care products: Waving, straightening, conditioning, and coloring. *ClinDermatol.* 2001;19:431–6.
2. McMichael AJ. Hair breakage in normal and weathered hair: Focus on the black patient. *J Invest Dermatol Symp Proc.* 2007;12:6–9.
3. Kamath YK, Weigmann HD. Fractography of human hair. *J Appl Polym Sci.* 1982;27:2809–3833.
4. Dawber R. Hair: Its structure and response to cosmetic preparations. *ClinDermatol.* 1996;14:105–12.
5. Robbins CR. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair.* 4th ed. New York: Springer; 2013.
6. Madnani N, Khan K. Hair cosmetics. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2013;79:654–67.
7. de Sá Dias TC, Baby AR, Kaneko TM, Robles Velasco MV. Relaxing/straightening of Afro-ethnic hair: Historical overview. *J Cosmet Dermatol.* 2007;6:2–5.
8. Swift JA. The mechanics of fracture of human hair. *Int J Cosmet Sci.* 1999;21:227–39.
9. Deeksha, Malviya R, Sharma PK. Advancement in shampoo (a dermal care product): Preparation methods, patents and commercial utility. *Recent Pat Inflamm Allergy Drug Discov.* 2014;8:48–58.
10. Draelos ZD. Essentials of Hair Care often Neglected: Hair Cleansing. *Int J Trichology.* 2010;2:24–9.
11. Draelos ZD. Shampoos, conditioners, and camouflage techniques. *Dermatol Clin.* 2013;31:173–8.
12. Abraham LS, Moreira AM, Moura LH, Dias MF. Hair care: A medical overview: Part 1. *Surg Cosmet Dermatol.* 2009;1:130–6.
13. Abraham LS, Moreira AM, Moura LH, Dias MF. Hair care: A medical overview: Part 2. *Surg Cosmet Dermatol.* 2009;1:178–85.
14. O'Lenick T. Anionic/cationic complexes in hair care. *J Cosmet Sci.* 2011;62:209–28.
15. La Torre C, Bhushan B. Nanotribological effects of silicone type, silicone deposition level, and surfactant type on human hair using atomic force microscopy. *J Cosmet Sci.* 2006;57:37–56.

16. Nazir H, Lv P, Wang L, Lian G, Zhu S, Ma G. Uniform-sized silicone oil microemulsions: Preparation, investigation of stability and deposition on hair surface. *J Colloid Interface Sci.* 2011;364:56–64.
17. Nazir H, Wang L, Lian G, Zhu S, Zhang Y, Liu Y, et al. Multilayered silicone oil droplets of narrow size distribution: Preparation and improved deposition on hair. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2012;100:42–9.
18. Villa AL, Aragão MR, Dos Santos EP, Mazotto AM, Zingali RB, de Souza EP, et al. Feather keratin hydrolysates obtained from microbial keratinases: Effect on hair fiber. *BMC Biotechnol.* 2013;13:15.
19. Gode V, Bhalla N, Shirhatti V, Mhaskar S, Kamath Y. Quantitative measurement of the penetration of coconut oil into human hair using radiolabeled coconut oil. *J Cosmet Sci.* 2012;63:27–31.
20. Keis K, Persaud D, Kamath YK, Rele AS. Investigation of penetration abilities of various oils into human hair fibers. *J Cosmet Sci.* 2005;56:283–95.
21. Fregonesi A, Scanavez C, Santos L, De Oliveira A, Roesler R, Escudeiro C, et al. Brazilian oils and butters: The effect of different fatty acid chain composition on human hair physicochemical properties. *J Cosmet Sci.* 2009;60:273–80.
22. Keis K, Huemmer CL, Kamath YK. Effect of oil films on moisture vapor absorption on human hair. *J Cosmet Sci.* 2007;58:135–45.
23. López LC, Cabrera-Vique C, Venegas C, García-Corzo L, Luna-Sánchez M, Acuña-Castroviejo D, et al. Argan oil-contained antioxidants for human mitochondria. *Nat Prod Commun.* 2013;8:47–50.
24. Harhar H, Gharby S, Kartah BE, El Monfalouti H, Charrouf Z, Guillaume D. Long argan fruit drying time is detrimental for argan oil quality. *Nat Prod Commun.* 2010;5:1799–802.
25. Aidoud A, Ammouche A, Garrido M, Rodriguez AB. Effect of lycopene-enriched olive and argan oils upon lipid serum parameters in Wistar rats. *J Sci Food Agric.* 2014;94:2943–50.
26. El Abbassi A, Khalid N, Zbakh H, Ahmad A. Physicochemical characteristics, nutritional properties, and health benefits of argan oil: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2014;54:1401–14.
27. Arora, P.; Arun, N.; Karan, M. Shampoos based on synthetic ingredients vis-à-vis shampoos based on herbal ingredients: A review. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2011, 7, 41–46.
28. Gavazzoni Dias, M.F.R. Hair Cosmetics: An Overview. *Int. J. Trichol.* 2015, 7, 2–15.

29. Nayak, S.B.; Ann, C.Y.; Azhar, A.B.; Ling, E.C.S.; Yen, W.H.; Aithal, P.A. A Study on Scalp Hair Health and Hair Care Practices among Malaysian Medical Students. *Int. J. Trichol.* 2017, 9, 58–62.
30. Balsam, S.M., Gershon, S.D., Rieger, M.M., Sagarin, E., and Strianse, S.J.: *COSMETICS– Science and Technology*, 2nd edition, Vol- 2, John Wiley India, New Delhi, 2008
31. Xu W, et al. (2017). Association between formaldehyde exposure and miscarriage in Chinese women.
32. Maneli, M.H.; Smith, P.; Khumalo, N.P. Elevated formaldehyde concentration in Brazilian keratin type hair-straightening products: A cross-sectional study. *J. Am. Acad. Dermatol.* 2014 ,70, 276–280.
33. Galli, C.L.; Bettin, F.; Metra, P.; Fidente, P.; de Dominicis, E.; Marinovich, M. Novel analytical method to measure formaldehyde release from heated hair straightening cosmetic products: Impact on risk assessment. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 2015,72, 562–568.
34. Matamá, T.; Gomes, A.C.; Cavaco-Paulo, A. Hair Coloration by Gene Regulation: Fact or Fiction? *Trends Biotechnol.* 2015,33, 707–711.
35. Miranda AL, Botelho AJ, Muehlmann LA. An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fibre and health and legal issues. *Int J Cosmet Sci.* 2014;36:2-11.