

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE
SVEUČILIŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ

Ana Zagorec

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE
POVJERENSTVO ZA ZAVRŠNE ISPITE

Kandidatkinja **Ana Zagorec**

Predala je izrađen završni rad dana: 5. rujna 2024.

Povjerenstvo u sastavu:

izv. prof. dr. sc. Iva Movre Šapić, Sveučilište u Zagrebu Fakultet
kemijskog inženjerstva i tehnologije

izv. prof. dr. sc. Vladimir Dananić, Sveučilište u Zagrebu Fakultet
kemijskog inženjerstva i tehnologije

prof. dr. sc. Marijana Kraljić Roković, Sveučilište u Zagrebu Fakultet
kemijskog inženjerstva i tehnologije

izv. prof. dr. sc. Jozefina Katić, Sveučilište u Zagrebu Fakultet
kemijskog inženjerstva i tehnologije (zamjena)

povoljno je ocijenilo završni rad i odobrilo obranu završnog rada pred
povjerenstvom u istom sastavu.

Završni ispit održat će se dana: 10. rujna 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE
SVEUČILIŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ
PRIMIJEJENA KEMIJA

Ana Zagorec

UTJECAJ SASTOJAKA NA DJELOVANJE KOZMETIČKIH PROIZVODA
ZAVRŠNI RAD

Mentor:

znanstveno-nastavno radno mjesto: izv. prof. dr. sc. Iva Movre Šapić, Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije

Članovi ispitnog povjerenstva:

znanstveno-nastavno radno mjesto: izv. prof. dr. sc. Vladimir Dananić, Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije

znanstveno-nastavno radno mjesto: prof. dr. sc. Marijana Kraljić Roković, Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije

znanstveno-nastavno radno mjesto: izv. prof. dr. sc. Jozefina Katić, Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije

Zagreb, rujan 2024.

*Završni rad izrađen je na Zavodu za fiziku Fakulteta kemijskog inženjerstva i
tehnologije Sveučilišta u Zagrebu*

SAŽETAK

Kozmetika je pojam koji se odnosi na proizvode čiji je cilj poboljšanje fizičkog izgleda, odnosno isticanje čovjekove prirodne ljepote, ali isto tako služe i za prekrivanje nedostataka na koži. Dio je svakodnevne njege lica i tijela među milijunima ljudi, a korištenje kozmetičkih proizvoda potječe još iz vremena starih civilizacija. Dijeli se na proizvode za njegu kože, proizvode za njegu kose, proizvode za šminkanje i proizvode za čišćenje. Zbog izrazite popularnosti, kozmetička industrija ima velik utjecaj na samopouzdanje čovjeka. Razvoj kozmetičkih proizvoda svakim danom napreduje te se u proizvodnji koriste razne komponente kako bi nastao što učinkovitiji i dugotrajniji proizvod u njezi kože. Iako se potiče upotrebljavanje prirodnih supstanci poput ulja koja nisu štetna za kožu, sve je veća prisutnost teških metala i sulfata u pripravcima koji imaju negativan utjecaj na kožnu barijeru čovjeka.

Cilj ovog rada je prikazati usporedbu dobrih i loših komponenata od kojih su sastavljeni kozmetički proizvodi te njihov utjecaj na čovjekovu kožu i zdravlje, s naglaskom na upotrebu dekorativne kozmetike.

Ključne riječi: kozmetika, prirodni sastojci, štetni sastojci, povijest kozmetike, dekorativna kozmetika

ABSTRACT

The influence of ingredients on the effect of cosmetic products

Cosmetics is a term that refers to products aimed at improving physical appearance and highlighting people's natural beauty, but they are also used for covering skin imperfections. They take part in daily face and body care routine for millions of people. The use of cosmetic products dates back to ancient civilizations. It is divided into skincare products, haircare products, makeup products and products for cleaning. Because of their massive popularity, cosmetic industry has a significant impact on people's self confidence. The development of cosmetic products advances daily and different components to create more effective and long-lasting skincare products are used. Although the use of natural substances such as oils, which are not harmful to the skin, is encouraged, a presence of heavy metals and sulfates in preparations is increasing. That has negative impact on human skin barrier.

The aim of this thesis is to present comparison of the beneficial and harmful components used in cosmetic products and their impact on human skin and health, with an emphasis on the use of decorative cosmetics.

Key words: cosmetics, natural ingredients, harmful ingredients, history of cosmetics, decorative cosmetics

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆI DIO.....	2
2.1. Koža.....	2
2.2. Povijest dekorativne kozmetike.....	3
2.2.1. Egipat.....	3
2.2.2. Rim.....	4
2.2.3. 19. stoljeće.....	4
3. Dekorativna kozmetika i njen sastav.....	5
3.1. Štetni utjecaj sastojaka dekorativne kozmetike.....	7
3.1.1. Sastojci za stabiliziranje proizvoda.....	7
3.1.1.1. Parabeni.....	7
3.1.1.2. Formaldehidi i njegovi donori.....	9
3.1.2. Teški metali.....	10
3.1.2.1. Olovo.....	11
3.1.2.2. Kadmij.....	12
3.1.2.3. Živa.....	13
3.1.2.4. Arsen.....	14
3.1.3. Mikroplastika.....	15
3.1.4. Ftalati.....	16
3.2. Korisni utjecaj sastojaka dekorativne kozmetike.....	17
3.2.1. Vitamini.....	17
3.2.1.1. Vitamin A.....	18
3.2.1.2. Vitamin B.....	19
3.2.1.3. Vitamin C.....	20
3.2.1.4. Vitamin E.....	21
3.2.2. Ulja.....	22
3.2.2.1. Kokosovo ulje.....	23
3.2.2.2. Arganovo ulje.....	24
3.2.2.3. Maslinovo ulje.....	25
3.2.2.4. Eterična ulja.....	25

3.2.3. Peptidi.....	26
4. ZAKLJUČAK.....	29
5. LITERATURA.....	30

1. UVOD

Prema definiciji Hrvatskog jezičnog portala, riječ "kozmetika" predstavlja vještinu njegovanja i uljepšavanja kože lica i tijela, uz sredstva koja se za to koriste. (1) Prema propisu Ministarstva zdravstva Republike Hrvatske kozmetički proizvod je svaka tvar koja ima ulogu čišćenja, zaštite, promjene izgleda, održavanja i uklanjanja tjelesnih mirisa nakon kontakta sa vanjskim dijelovima ljudskog tijela (koža, kosa, vlasište, nokti, usne, zubi i sluznica usne šupljine). (2) U grčkom prijevodu riječ "kosmētikós" predstavlja umijeće ukrašavanja. Tijekom povijesti prilagođavala se estetici i načinu na koji su ljudi održavali osobnu higijenu u pojedinim razdobljima i životnim sredinama. Mnogi tekstovi pronađeni u drevnom Egiptu sadrže upute za pripremanje kozmetičkih tvari gdje se navode sastojci životinjskog, biljnog i mineralnog podrijetla, a služili su za bojenje kose, uklanjanje bora, jačanje zubi, šminkanje i friziranje. (3) Globalno tržište kozmetike procijenjeno je na 295,95 bilijuna dolara (USD) u 2023. godini. Očekuje se porast od 6,1 % od 2024. do 2030. godine, što ju čini jednom od najbrže rastućih industrija posljednjeg stoljeća. (4)

Kozmetički proizvodi mogu se klasificirati u nekoliko skupina:

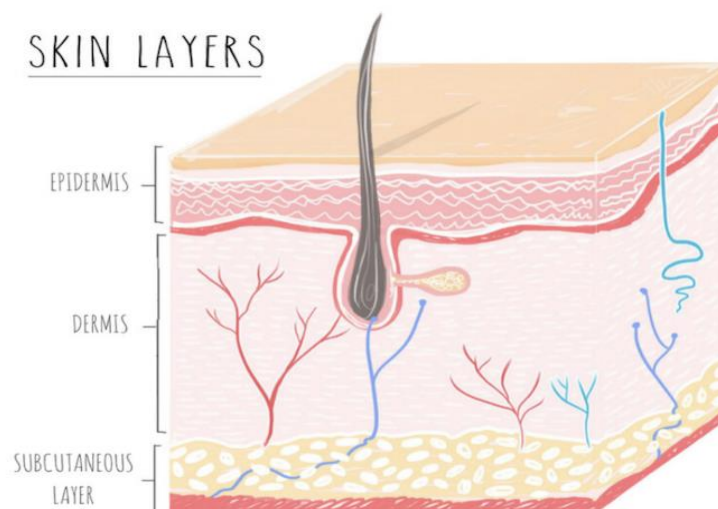
- 1) Proizvodi za njegu kose – šamponi, regeneratori, boje za kosu
- 2) Proizvodi za njegu kože – kreme, losioni, ulja, kreme sa zaštitnim faktorom
- 3) Proizvodi za šminkanje – puderi, ruževi za usne, sjenila za oči, maskare
- 4) Proizvodi za čišćenje – gelovi, sapuni, dezodoransi

Prosječan čovjek koristi najmanje 7 kozmetičkih proizvoda koji sadržavaju više od 500 različitih kemikalija. Utjecaj društvenih mreža i interneta potakli su na razmišljanje o riziku kojem se izlažemo zbog korištenja tih kemikalija. S druge strane, sve se više potiče sinteza prirodnih produkata zbog njihovih korisnih učinaka. (5) Životinjska i biljna ulja, masti i voskovi korišteni su zbog svojih dobrih fizikalnih karakteristika, polimeri se koriste za očuvanje stabilnosti proizvoda, a vitamini su antioksidansi koji pomažu očuvati kožu od štetnih UV zraka. (6) Mnoge komponente dekorativne kozmetike sadrže sulfate, mikroplastiku i teške metale poput arsena, žive i nikla. Sve veća koncentracija navedenih spojeva ima loš utjecaj na zdravlje čovjeka jer može doći do pojave blage iritacije kože pa sve do nastanka raka. (7)

2. OPĆI DIO

2.1. Koža

Koža predstavlja najveći ljudski organ i ima ulogu stvoriti zaštitnu barijeru koja će štititi tijelo od djelovanja mikroorganizama, fizikalnih i kemijskih agensa. Takav učinak postiže zbog složene strukture koja se sastoji od nekoliko slojeva (Slika 1). Vanjski rožnati sloj, sastavljen od nakupljenih mrtvih stanica, prekriven je hidrolipidnim zaštitnim filmom. Potkožni epidermis jača obrambenu sposobnost kože osiguravajući kontinuiranu regeneraciju površinskog sloja (keratogeneze) i pigmentacije kože (melanogeneze). Funkcija dermisa također je posebno važna za održavanje, koherentnost, elastičnost i termoregulaciju kože. Na kraju, potkožno tkivo ima zaštitnu funkciju. Prema svojoj obrambenoj sposobnosti, stanju i aktivnosti, koža može imati različite izgleda povezane s količinom vode i masnim sadržajem hidrolipidnog filma. Nedostatak masnoće, neophodne za zadržavanje vode u koži, pogoduje njenom isparavanju i koža se isušuje. Višak lipidnih komponenti pogoduje stanju koje se definira kao masno. Među brojnim klasifikacijama kože, razlikujemo četiri tipa koja su najviše povezana s kozmetološkim zahtjevima: normalna, masna, suha i mješovita koža. (8) Koža također ima sposobnost apsorpiranja raznih tvari u tijelo što može utjecati na fiziološke procese i izazvati neželjene, toksične učinke. Lipofilne molekule bez električnog naboja i male molekulske mase mogu pasivno prodrijeti kroz kožu, a faktori poput temperature mogu olakšati i povećati prodor tvari. Stoga, uzimajući u obzir izloženost kože štetnim sastojcima tijekom nekoliko sati, postoji rizik od transdermalne asporpcije i akumulacije u tijelu. (9)



Slika 1. Slojevi kože (10)

2.2. Povijest dekorativne kozmetike

Dekoratívna kozmetika ima povijest od barem 7.000 godina, a koristila se još od davnina kako bi se naglasila čovjekova prirodna ljepota. Najraniji je oblik rituala u ljudskoj kulturi. Prvi dokazi dolaze od pojave Homo sapiensa u Africi koji su koristili crvene pigmente za bojanje, a riječ "kozmetika" se spominje i u Starom zavjetu (2 Kralja 9:30, Jezebel c. 840. pr. Kr.). (11)

2.2.1. Egipat

Jedna od najstarijih kultura koja je koristila kozmetiku bila je drevni Egipat, a nastala je prije 6.000 godina. Egipćani su je koristili iz različitih razloga: za pogrebne tradicije, mumifikaciju, počast bogovima te kako bi se zaštitili od sunčevih zraka i insekata. Šminka je stvorena korištenjem različitih proizvoda, uključujući metalnu rudu, bakar, vodu, ulje, životinjsku masnoću i dragocjeno kamenje. (12) Prvi balzami su se koristili kako bi se postigao ugodan miris i mekoća kože. Prirodno rumenilo dobivalo se drobljenjem cvjetova. Žene su nanosile bijelu boju kako bi zaštitile lice od sunca. Upotreba praha zvanog kohl kao tuš i sjenilo za oči u tamnim bojama poput crne, plave i crvene, prikazanog na Slici 2. i 3., bila je uobičajena. Ruž sa sjajnim efektom originalno je bio napravljen koristeći bisernu tvar pronađenu u ribljim ljuskama. Drevna egipatska kozmetika smatrala se i antibakterijskim sredstvom koje je pomagalo u sprečavanju infekcija, unatoč opasnoj prirodi nekih kozmetičkih proizvoda. Sredstva za tretiranje bora uključivala su sastojke poput smole tamjanca i svježe moringe. Posebna mast napravljena od crvene okere, kohla i soka platana koristila se za ožiljke i opekline. (11) Kreme za lice pravile su se od ricinusovog i maslinovog ulja, pčelinjeg voska i ružine vodice. Žene su se kupale u kiselom mlijeku, odnosno mliječnoj kiselini (alfa-hidroksi kiselina) koja se nalazi u mnogim današnjim pilinzima za tijelo. (5)



Slika 2. Kohl (13)



Slika 3. Upotreba kohla kao tuš za oči (14)

2.2.2. Rim

Korištenje kozmetike bilo je uobičajeno među imućnim ženama u starom Rimu. Mnogi Rimljani cijeli bi dan proveli u "spa centru" kako bi se posvetili svojoj koži. Žene su često koristile bijelo olovo, izmet krokodila i kredu kako bi posvijetlile izgled svoje kože, a ružičastom šminkom su je isticale. Također su izrađivale maske za lice od jaja i škroba, za koje se vjerovalo da zatežu kožu, smanjuju bore i zadržavaju mladolikost lica. (12)

Također je često bio u upotrebi crni prah kohl kojim su se naglašavale oči. Dekorativnom kanom uljepšavala se mladenka za vrijeme vjenčanja, a muškarci i djeca koristili su je kao prirodno sredstvo za bojanje kose. Plinije Stariji spominje kozmetiku u djelu "Natural History", a Ovidije je napisao knjigu na tu temu. (11)

2.2.3. 19. stoljeće

Iako je kozmetika bila korištena stoljećima, stavovi prema kozmetici mijenjali su se s vremenom, a tijekom povijesti korištenje kozmetike bilo je osuđivano na zapadu. U 19. stoljeću, kraljica Viktorija javno je proglasila da je šminka neprimjerena i vulgarna. Modni ideal žena tada, koji je uključivao ženstvenost i svijetlu kožu, ostvarivao se nanošenjem rozog rumenila na obraze i kapanjem belladonne kapi u oči kako bi izgledale veće (Slika 4). Otkriće netoksičnih kozmetičkih sastojaka, poput cinkovog oksida kojeg je Henry Tetrowov upotrebio kao prah za lice 1866. godine, doprinijelo je razvoju kozmetike u to doba. Također je veliku ulogu u tome imala i distribucija kozmetike poznatih tvrtki poput Rimela, Guerlaina i Hadnotta. (12)



Slika 4. Prikaz načina šminkanja u 19. stoljeću (15)

3. DEKORATIVNA KOZMETIKA I NJEN SASTAV

Popularnost dekorativne kozmetike porasla je u posljednjih tri do četiri desetljeća kod žena i muškaraca. Smatra se neizostavnom komponentom u životu zbog fizičkih, ali i psihičkih učinaka koje pruža.

Najpopularniji oblici dekorativne kozmetike su:

- a)** proizvodi za usne (ruževi, sjajila, olovke, balzami, "lip stain") – koriste se da ujednače crvenilo usnica dajući im određenu boju, sjaj i teksturu
- b)** podloge (eng. primer) – koriste se kako bi se koža lica zagladila, ujednačila i zaštitila, a najvažnija uloga je održavanje šminke dugotrajnom bez zatvaranja pora i nastajanja akni
- c)** puder – koristi se za fiksiranje podloge dajući mat ili sjajan završetak, za prekrivanje akni i ujednačavanje tena, dolazi najčešće u tekućem obliku
- d)** korektor – pomoću njega se prekrivaju bilo kakvi nedostaci na koži kao što su mrlje, ožiljci ili podočnjaci, nije tekući kao puder već ima kompaktniju formulu
- e)** rumenilo – služi za isticanje boje na obrazima, a dolazi u praškastom, tekućem i kremastom obliku
- f)** bronzer – daje licu zlatno-brončani sjaj te ističe crte lica
- g)** maskara – koristi se za produljenje, potamnijavanje i zgrušavanje trepavica, dostupna je u raznim bojama poput crne, smeđe, plave, ružičaste i ljubičaste
- h)** sjenila i olovke za oči – ističu boju i oblik očiju
- i)** olovke, voskovi i gelovi za obrve – definiraju, oblikuju i boje obrve (12)

Sastav dekorativne kozmetike

Sigurnost i kvaliteta kozmetičkih proizvoda dostupnih u Europskoj uniji regulirani su Uredbom 1223/2009/EZ Europskog parlamenta i Vijeća Europske unije od 30. studenog 2009.g.

Navedena regulativa također sadrži popis bojila, konzervansa i tvari za zaštitu od zračenja dopuštenih za upotrebu u kozmetici te popis tvari koje se mogu uključiti u sastav kozmetičkih proizvoda samo ako se poštuju određena ograničenja, uključujući način ili mjesto primjene.

(16)

Kozmetika, koja se svakodnevno nanosi na cijelo tijelo, zahtjeva posebno znanje pri dizajniranju oblika i formacije proizvoda. Sastojci se trebaju kombinirati kako bi se postigle ciljne učinkovitosti i efekti te kako bi odgovarali dijelu tijela na koji se proizvod nanosi. Proizvodi moraju biti otporni na temperaturu, a stabilnost tijekom dužeg vremenskog perioda je nužna. Upotreba konzervansa, regulatora pH vrijednosti, kelacijskih sredstava i antioksidansa treba biti pažljivo iskorištena zbog mogućih štetnih učinaka. Stabilnost je također važan faktor koji se mora kontrolirati kako ne bi došlo do promjene u boji, mirisu i viskoznosti. Antiseptički učinak mora trajati dugo, a sekundarno onečišćenje nakon otvaranja pakiranja treba biti spriječeno.

Kozmetički proizvodi sadržavaju vodu, ulja, silikone, emulgatore, polimere, alkohole, saharide, organske tvari, kiseline i alkalijske soli, anorganske i organske supstance, pigmente, aminokiseline, antioksidanse, oksidirane i reducirane tvari, aromatična esencijalna ulja. Sastojci se kvalificiraju prema tome koji oblik daju proizvodu, kako stabiliziraju proizvod, kakva im je učinkovitost i efekt koji pružaju te kako djeluju na osjetila korisnika. (8)

3.1. Štetni utjecaj sastojaka dekorativne kozmetike

Pregled kozmetičkih sastojaka (CIR) osnovan je 1976. godine od strane Udruženja Kozmetike, Toaletne i Parfemske Industrije, uz podršku Uprave za Hranu i Lijekove (FDA) i Američke Federacije Potrošača (CFA). CIR provodi neovisne, stručne recenzije kako bi se utvrdilo jesu li sastojci korišteni u kozmetičkim proizvodima sigurni. (12) Neki od njih mogu imati jako štetne posljedice na čovjeka, najčešće u obliku alergijskih reakcija, iritacija kože, hormonalnih poremećaja, a može doći i do povećanog rizika od raka kože. (17)

3.1.1. Sastojci za stabiliziranje proizvoda

Sastojci koji služe za stabiliziranje produkta i preventiraju njegovo kvarenje nužni su u proizvodima ako želimo da njihovo trajanje bude što duže i efikasnije nakon njegova otvaranja i početka korištenja. Nazivaju se konzervansima. (5)

Glavni sastojci krema i ostalih često korištenih proizvoda u njezi kože su voda, peptidi i ulja. Takav medij pogodan je za razvoj mikroorganizama i bakterija te može doći do infekcije kože zbog njegova korištenja. Kako bi se to spriječilo, konzervansi poput parabena, formaldehida i drugih nužni su sastojci u kozmetičkim proizvodima. (18)

3.1.1.1. Parabeni

Najčešće korišteni konzervansi u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji su parabeni. Glavna uloga im je da uspre ili spriječe kontaminaciju mikroorganizama u gotovim proizvodima. Zbog lipofilne prirode lako se apsorbiraju na tijelo. Ustanovljeno je da se ponašaju kao hormoni te mogu uzrokovati promjene u djelovanju estrogena što dovodi do povećanja rizika od raka dojke.

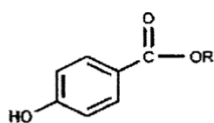
Parabeni su bezbojni, bez mirisa i okusa te se nalaze u obliku higroskopskog kristala ili praha. Potpuno su topljivi u propilen glikolu, alkoholu, glicerinu i eteru, dok su u vodi gotovo netopljivi ili vrlo slabo topljivi. Topljivost u vodi smanjuje se produženjem duljine alkalijskog lanca. Relativno su otporni na saponifikaciju i stabilni su pri hidrolizi. Metilparaben, etilparaben, propilparaben, butilparaben, izopropilparaben, izobutilparaben i benzilparaben

najpoznatiji su predstavnici ove kategorije te su njihove kemijske strukture prikazane na Slici 5. Toksično djelovanje raste povećanjem alkalijskog lanca zbog čega su metil i etilparabeni najmanje štetni, dok je butilparaben izrazito štetan. (19)

U Hrvatskoj je metil i etilparabene dozvoljeno koristiti u koncentraciji od 0,4 % kao samostalni spoj ili 0,8 % ako se nalaze u smjesi. Propil i butilparabeni dozvoljeni su za korištenje u maksimalnoj koncentraciji od 0,14 %. Inertni su i imaju nisku frekvenciju osjetljivosti. (17)

Nađeni su u raznim kozmetičkim proizvodima i šminki kao što su tekući puder, puder u prahu, BB i CC kreme, tekuće i kremasto rumenilo, ruž za usne i maskare. Poznate kozmetičke kompanije u čijim se proizvodima nalaze ovi štetni spojevi su Maybelline, Loreal Paris i Revolution.

Parabeni su derivati para-hidroksibenzojeve kiseline (PHBA) koja se može naći u različitim prirodnim biljkama. Sintetiziraju se tradicionalnim procesom esterifikacije, koristeći p-hidrobenzojevu kiselinu i alkohol uz katalizator poput tionil-klorida ili dodeka-tungstofosforne kiseline. Rezultat ove reakcije su paraben i voda. Metilparaben i propilparaben mogu se provesti esterifikacijom p-hidroksibenzojeve kiseline i metanola i p-hidroksibenzojeve kiseline i n-propanola, uz prisutnost sumporne kiseline kao katalizatora. Postoje neke alternative za parabene poput formaldehida, imidazolidinil uree, diazolidinil uree ili prirodnih konzervansa poput timola, cimetaldehida, alil izotiocijanata, limunske kiseline i ekstrakta ružmarina. Međutim, upotreba prirodnih konzervansa može izazvati problem povezan s alergijama i drugim kožnim oboljenjima. (20)



Methylparaben R = -CH₃
 Ethylparaben R = -CH₂CH₃
 Propylparaben R = -CH₂CH₂CH₃
 Butylparaben R = -CH₂CH₂CH₂CH₃

Isopropylparaben R =
 Isobutylparaben R =
 Benzylparaben R =

Slika 5. Kemijska struktura parabena (21)

3.1.1.2. Formaldehid i njegovi donori

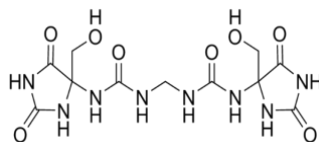
Formaldehid je kemijski spoj koji sadrži karbonilnu (aldehidnu) skupinu. Bezbojni je plin s karakterističnim mirisom. (9) Nije štetan u malim koncentracijama te se koristi u kozmetičkim proizvodima kao konzervans, odnosno štiti proizvode od kontaminacije bakterijama nakon otvaranja proizvoda. (22)

Reagirajući s bakterijskim proteinima, ometa funkciju vitalnih procesa tih patogenih spojeva. Donatori formaldehida, tvari koje oslobađaju formaldehid, kemijski su spojevi koji, u prisutnosti vode, mogu biti izvor molekula aldehida. Njihovo djelovanje ovisno je o vrsti spoja, koncentraciji, sadržaju vode i pH vrijednosti proizvoda. (9)

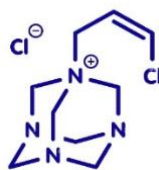
Najčešće se koriste kvaternium-15 (QU), imidazolidinil urea (IU), diazolidinil urea (DU) i 2-bromo-2-nitropropan-1,3-diol. Kemijske strukture imidazolidinil uree i kvaternium-15 prikazane su na Slici 6. i 7.

Formaldehid je klasificiran kao ljudski karcinogen skupine 1 od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka. Znanstveni odbor za zdravstvene i ekološke rizike (SCHER) navodi da je formaldehid, poput ugljičnog monoksida, benzena, dušikovog dioksida, naftalena i organofosfatnih pesticida, spoj koji je vrlo štetan dođe li do njegova širenja u zatvorenom prostoru. Izloženost velikoj količini formaldehida dovodi do pojave glavobolje, iritacije očiju i dišnih puteva, suhog grla i kašlja, krvarenja iz nosa i bolova u prsima.

Uredbom 1223/2009/EC Europskog parlamenta i Vijeća Europske unije, formaldehid se može nalaziti samo u proizvodima za učvršćivanje noktiju (9), s time da proizvod ne smije sadržavati više od 5 % formaldehida. (23) U sastavu proizvoda za šminkanje može služiti samo kao konzervans (9), kao 37-52% vodena otopina, a maksimalna koncentracija formaldehida može biti 0,2 %. (23)



Slika 6. Kemijska struktura imidazolidinil-uree (IU) (24)



Slika 7. Kemijska struktura kvaternium-15 (QU) (25)

3.1.2. Teški metali

Teški metali su elementi koji se uglavnom nalaze u d i p blokovima periodnog sustava, pokazujući metalni karakter i sposobnost formiranja soli. Imaju gustoću veću od 5 g/cm^3 i otrovni su pri niskim koncentracijama. Nisu biorazgradivi u prirodnom okolišu.

Kategorizirani su u dvije skupine. Prva skupina predstavlja toksične metale (Pd, Cd, As,...) koji su nepoželjni, nemaju biološke koristi za ljudsko zdravlje i otrovni su pri svim koncentracijama. U drugu skupinu spadaju esencijalni metali (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Cr,..) koji su poželjni u organizmu i imaju biološke koristi za ljudsko zdravlje pri niskim koncentracijama.

Izvori teških metala mogu biti prirodni i antropogeni. Prirodnim putem oslobađaju se prilikom erupcije vulkana, nakon šumskog požara ili vjetrom koji raznosi čestice zagađenog tla. Antropogeni izvori uključuju industrijske, metalurške i poljoprivredne procese. (20)

Neki od ovih teških metala nakupljaju se u ljudskom tijelu kao posljedica svakodnevne upotrebe kozmetičkih proizvoda poput pudera, ruževa i sjenila za oči koji ih sadržavaju. Nakupljanjem na površini kože uzrokuju štetne učinke te dolazi do pojave alergijskog kontaktnog dermatitisa zbog vezanja nikla i kobalta za keratin koji je glavna komponenta u sastavu kože. Iako mehanizam kojim teški metali oštećuju kožu nije u potpunosti razumljiv, vjeruje se da njihovim djelovanjem može doći do formiranja slobodnih radikala. Drugi metali poput žive, olova i kadmija mogu ući u opću cirkulaciju i tako se putujući kroz slojeve kože transportiraju do različitih organa u tijelu putem znojnih žlijezdi i folikula dlake.

Teški metali poput kadmija, nikla, žive, arsena i olova pronađeni su u sirovim proizvodima koji se koriste za dobivanje prirodne kozmetike, a to su med, maslinovo i arganovo ulje i esencijalna ulja.(26)

3.1.2.1. Olovo

Jedan od najistraženijih teških metala je olovo zbog ozbiljnih štetnih učinaka koje uzrokuje ljudskom zdravlju. Olovo može biti neurotoksično, nefrotoksično i hepatotoksično dođe li u kontakt sa vitalnim organima. Prijenosom preko posteljice majke može doći do komplikacija tijekom fetalnog razvoja. Neka istraživanja pokazala su da se smatra kancerogenim za ljude, a razina olova u krvi ispitanika koji koriste šminku za oči bila je trostruko veća od razine olova u krvi ispitanika koji ne koriste takvu šminku. (26)

Veličine Pb^{2+} iona i Ca^{2+} su vrlo slične, stoga se Pb^{2+} ugrađuje u kosti umjesto Ca^{2+} . To može dovesti do stanja anemije zbog utjecaja na proizvodnju hemoglobina, može doći do ometanja normalne funkcije enzima te do inhibicije sinteze crvenih krvnih stanica i prijenosa kisika. (20)

Svjetska zdravstvena organizacija (Health Canada) uspostavila je dopuštenu granicu od 10 ppm olova u kozmetičkim proizvodima, u SAD-u i Indiji granica je povišena na 20 ppm, dok su olovo i njegove soli zabranjeni u bilo kojem kozmetičkom proizvodu unutar Europske unije od 1976. godine (Direktiva 76/768/EEC). (27)

Proizvodi dekorativne kozmetike u kojima su nađene najveće koncentracije olova su ruževi za usne i sjenila za oči. Ruževi su posebno opasni zbog toga što se nanose na usne, a korisnik ima tendenciju polizati usne i tako progutati proizvod. Većina obojenih pigmenata u ruževima dolazi upravo od obojenih kompleksa teških metala. Prvi ruž ikada napravljen seže u 3500. godinu prije Krista kada je drevna sumerska kraljica Puabi koristila smjesu zdrobljenog crvenog kamena i bijelog olova kako bi obojala usne. Crni prah "kohl", kojeg su Egipćani koristili za iscrtavanje očiju, napravljen je od galene – sivog materijala koji sadržava olovni sulfid. (28)

3.1.2.2. Kadmij

Kadmij je jedan od metala koji se koristi u kozmetici zbog svojih obojenih soli. Nanošenjem proizvoda koji ga sadržava, može se izazvati pojava iritantnog dermatitisa koji je prikazan na Slici 8. Nakupljanjem u ljudskim tkivima polako se oslobađa u opću cirkulaciju tijela te može utjecati na koštani, metabolički, reproduktivni, respiratorni i bubrežni sustav. Često se povezuje sa osteoporozom, dijabetesom, rakom pluća i oštećenjem bubrega. Doprinosi starenju kože jer izaziva oksidativni stres.

Kadmij i njegove soli zabranjeni su u bilo kojem kozmetičkom proizvodu unutar Europske unije, a Health Canada uspostavio je dopuštenu granicu do 3 ppm. Iako se kadmij smatra jednim od najčešćih i najštetnijih metala, njegova upotreba u kozmetici svedena je na minimum. (26)



Slika 8. Pojava iritantnog dermatitisa (29)

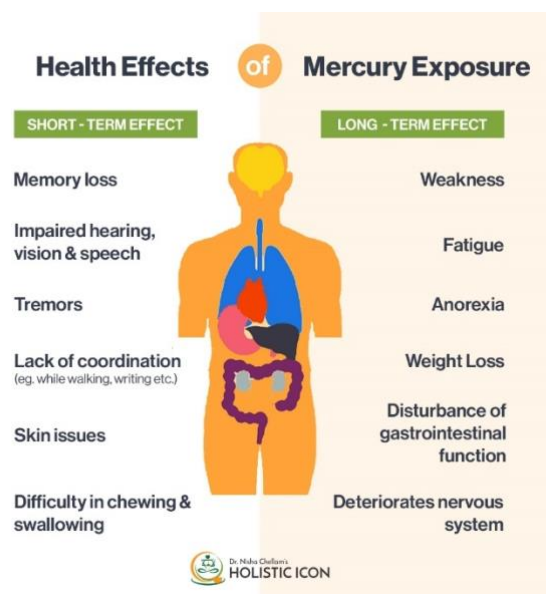
3.1.2.3. Živa

Živa je jedini metal koji se na sobnoj temperaturi nalazi u tekućem stanju. Sjajna, srebrna i gusta tekućina može se pojaviti u organskim i anorganskim spojevima.

U anorganskom obliku koristi se u proizvodima za izbjeljivanje kože, a u organskom može poslužiti kao konzervans u maskarama. (26) Živini spojevi koji su topljivi u vodi izrazito su opasni jer se živa veže uz bjelančevine i tako nakuplja u organizmu. (30) Nakon nanošenja proizvoda koji sadrži živu, ona prodire duboko u kožu putem znojnih žlijezda i folikula dlake. Na taj način izaziva inhibiciju enzima za stvaranja melanina i zbog toga se koristi u proizvodima za izbjeljivanje kože. Loše utječe na funkciju živčanog i osjetilnog sustava, rad bubrega, a može izazvati umor, gubitak pamćenja i razdražljivost. Popis kratkotrajnih i dugotrajnih posljedica nakon izlaganja tijela živinim spojevima prikazane su na Slici 9.

Agencija za hranu i lijekove Sjedinjenih Američkih Država (FDA) dopušta maksimalnu koncentraciju od 1 ppm-a kad se živa koristi kao bojilo u kozmetici. U Europskoj uniji, živa i njene soli nisu dopuštene, a Health Canada također ima granicu od 1 ppm-a. Upotreba živinih spojeva u kozmetici poput ruževa sa usne minimalna je. No, proizvodi za njegu lica i kože poput krema za izbjeljivanje nerijetko ju imaju u svom sastavu. (26)

Odjel za Farmaciju King's College-a u Londonu analizirao je osam marki takvih krema za izbjeljivanje. Uz pomoć instrumenta zvanog "Direct Mercury Analyser" (DMA) dobiveni su rezultati koncentracija žive koje variraju od 0,00 ppma do čak 3,373 ppma. (31)



Slika 9. Posljedice izlaganja živinim spojevima (32)

3.1.2.4. Arsen

Arsen po svojoj prirodi spada u polumetale, no ekolozi ga svrstavaju pod teške metale zbog njegove toksičnosti. (33) Smatra se velikim zagađivačem okoliša, no među ostalim teškim metalima poput žive, kadmija i olova, najmanje je štetan. (26) Tijekom dužeg nanošenja arsenovih spojeva na površinu kože, melanociti prisutni u koži potiču stvaranje melanina. Kao rezultat toga, dolazi do pojave hiperpigmentacije, keratoze i Bowenove bolesti (Slika 10). Zbog mehanizma djelovanja arsena može doći do nastanka raka kože, bubrega i pluća. Naime, arsenovi spojevi moduliraju signalne puteve odgovorne za rast i razmnožavanje stanica. Time dolazi do povećane transkripcije gena, stanice se prekomjerno razmnožavaju i rezultat toga je pojava raka mnogih organa.

Klasificiran je kao ljudski karcinogen skupine 1 od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka. (16) Dozvoljeni limit arsena u kozmetičkim proizvodima postavljen od strane Health Canada iznosi 3 ppm-a, dok je u SAD-u bilo koja koncentracija arsena i njegovih soli zabranjena. (26)

Istraživanje provedeno 2011. godine u Kanadi pokazalo je da je koncentracija arsena u testiranim proizvodima za bojanje usana iznosila čak 70 ppm-a. (16) Zabrinjavajuća koncentracija ovog spoja također je pronađena u već spomenutoj crnoj boji "kohl". U drugim proizvodima dekorativne kozmetike, razina arsena rijetko je prelazila granicu od 3 ppm-a. (26)



Slika 10. Pojava keratoze i Bowenove bolesti na koži (34)

3.1.3. Mikroplastika

Mikroplastikom se nazivaju čestice plastike veličine od 100 nm do 5 mm čiji je izgled prikazan na Slici 11. Primarna mikroplastika je ona koja se namjerno dodaje u već gotove proizvode, a sekundarna nastaje razgradnjom većih dijelova plastike kemijskim, biološkim i fizikalnim procesima. (35) Neki od primarnih izvora mogu biti: polietilen (PE), polipropilen (PP) i polistiren (PS).(36)

Koristi se u proizvodnji boja, kozmetike, deterdženata i sredstva za čišćenje. U proizvodima za čišćenje kože, sastavna je komponenta pilinga za lice, odnosno eksfolirajućih sredstva za uklanjanje mrtvih stanica kože. Sferičan oblik zrnca pogodan je za kožu pošto joj ta okrugla zrnca neće naštetiti kao što to čine oštri rubovi prirodnih sjemenki, voćnih koštica i školjki. Posebnost mikroplastike očituje se u njenoj učinkovitosti, otpornosti i isplativosti. (37)

Njezina sve veća prisutnost u gotovo svim ekosustavima ukazuje na to koliko se brzo širi, a time i zagađuje okoliš. Prema UN-u, 51 trilijun čestica mikroplastike pronađeno je u morima. Pošto su čestice vrlo male, razne morske životinje mogu je progutati. (35) Istraživanja su pokazala da se čestice na taj način akumuliraju u organizmu, dolazi do bioakumulacije i biomagnifikacije kroz hranidbeni lanac do sve viših razina pa se na kraju nalaze i u hrani i pitkoj vodi. (37) Mogu sadržavati i prenositi toksične tvari, a djeluju slično kao teški metali. Najviše su pogođeni probavni i imunološki sustavi. Inhalacijom kroz dišni put dolazi do pojave astme, alergijskih reakcija pa čak i raka. (38)

Zbog lošeg utjecaja na okoliš, prodaja kozmetičkih proizvoda koji u sebi imaju mikroplastiku zabranjena je u nekim državama (SAD, Kanada). (36) Pošto je broj čestica prisutnih u kozmetičkim proizvodima između 4594 i 94500, sve se više ulaže u istraživanja novih, održivih izvora koji će zamijeniti mikroplastiku. Primjer biopolimera koji imaju pozitivne karakteristike su hitin i hitozan. To su prirodni i učinkoviti sastojci koji omogućavaju hidrataciju, regeneraciju i zaštitu kože. (37)



Slika 11. Čestice mikroplastike (39)

3.1.4. Ftalati

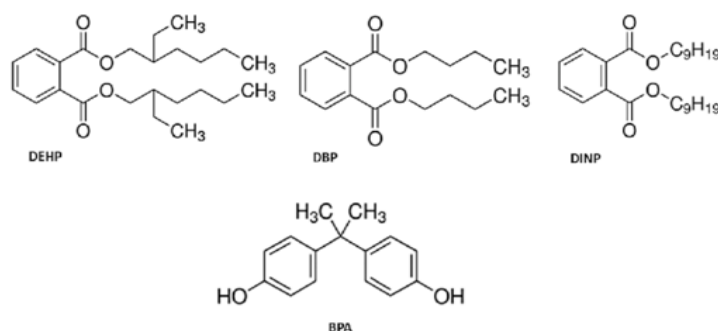
Ftalati su uljasti, bezbojni i bezmirisni kemijski spojevi. Imaju raznoliku primjenu, a najčešće se nalaze u sastavu plastičnih pakiranja gdje su odgovorni za produživanje njihovih trajanja. (40)

Di-(2-etil-heksil)-ftalat (DEHP), dibutil-ftalat (DBP), dietil-ftalat (DEP), dimetil-ftalat (DMP), diizononil-ftalat (DiNP), diizodecil-ftalat (DiDP) i di-n-butil-ftalat (DnBP) najčešće se koriste u proizvodnji plastike, odnosno plastičnih pakiranja za kozmetičke proizvode. Ftalati male molekulske mase poput di-(2-etil-heksil)-ftalata (DEHP) dodaju se polivinil-kloridnim (PVC) spojevima kao plastifikatori i aditivi. Oni s većom masom, poput dimetil (DMP) i dietil (DEP)-ftalata, koriste se u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji. (41) Na Slici 12. možemo vidjeti kemijske strukture molekula DEHP, DBP, DiNP te strukturu spoja bisfenol-A (BPA).

Još se mogu koristiti kao otapala i stabilizatori u parfemima. (40) Uzrokuju poremećaj djelovanja hormona i cijelog endokrinog sustava zbog čega dolazi do negativnih posljedica tijekom trudnoće, a kasnije i u razvoju djeteta. Istraživanja su pokazala da može doći do oštećenja bubrega i jetre, sluznice usne i nosne šupljine i iritacije kože.

Prevelika potrošnja plastike u svijetu uzrokuje stvaranje više od 3 tone ftalata po godini. Zbog prekomjernog oslobađanja tih štetnih spojeva koji imaju loš odraz na zdravlje, mnogi su zabranjeni diljem svijeta. (41)

Na primjer, Europska unija zabranila je upotrebu DEHP i DnBP u kozmetičkim proizvodima i proizvodima za njegu tijela (SCCP, 2007.g) zato što spadaju u kategoriju 2 za reprodukciju (takve tvari štetne su za plod i uzrokuju poremećaj u u razvoju kod ljudi). DEHP se još nalazi na listi „Cosmetic Ingredient Hotlist“, izdanoj od strane Health Canada, gdje je naveden kao zabranjeni sastojak kozmetičkih proizvoda. (42)



Slika 12. Kemijska struktura DEHP, DBP, DiNP i BPA (43)

3.2. Koristan utjecaj sastojaka dekorativne kozmetike

Proizvođači u kozmetičkoj industriji sve su više potaknuti za formuliranjem proizvoda koji u svom sastavu imaju prirodne sastojke poput vitamina, minerala i ulja. Navedeni spojevi posjeduju različite kemijske karakteristike koje imaju pozitivan utjecaj na kožu u usporedbi sa sintetički proizvedenim komponentama lošeg sastava.

Pojam "zelena kozmetika" postao je vrlo popularan na tržištu. Vrlo je teško formulirati proizvod načinjen u cijelosti od prirodnih, sirovih sastojaka, no zbog mnogih pozitivnih rezultata potiče se pronalazak prirodnih alternativa koje će funkcionirati kao umjetne. Iako su one manje stabilne i veća je opasnost od kontaminacije proizvoda bakterijama i gljivicama, nisu toksične za zdravlje te ne onečišćuju okoliš kao gore navedeni štetni sastojci.

3.2.1. Vitamini

Vitamini su organski spojevi koji su u malim količinama nužni za pravilno funkcioniranje ljudskog organizma. Pošto ih čovjek ne može samostalno sintetizirati, potrebno ih je unijeti u organizam putem hrane. Dijele se u dvije skupine: vitamini koji su topljivi u vodi (B,C,F,H) i oni koji su topljivi u uljima (A,K,E,D). (44) Jedni su od najčešće korištenih aktivnih komponenta u kozmetici. Veoma su korisni za kožu pošto pružaju obnavljajuće i umirujuće efekte, a uz to kontroliraju izlučivanje prekomjernog sebuma. Najvažnije od svega, prirodni su antioksidansi te pomažu u očuvanju kože od štetnih UV zraka. (45) Na Slici 13. prikazani su najčešće korišteni vitamini u njezi kože.



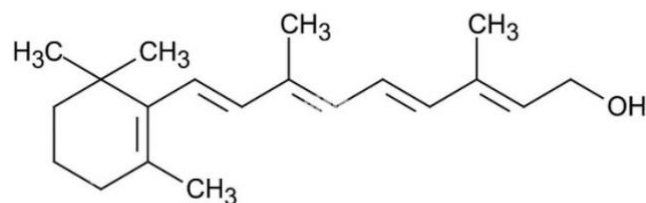
Slika 13. Prikaz učinaka vitamina A, B, C i E na kožu (46)

3.2.1.1. Vitamin A

Vitamin A je vitamin topljiv u ulju i pripada skupini retinoida. Prvi je vitamin kojeg je FDA odobrio kao sredstvo protiv starenja u kozmetičkim proizvodima. Ima ulogu u jačanju zaštitnog epidermisa, smanjuje gubitak vode i sprječava razgradnju kolagena.

Vitamin A i njegovi derivati poput beta-karotena godinama se koriste kao sastojci u kozmetičkim proizvodima. (47) Beta-karoten spada u skupinu karotenoida koji se sastoje od žutih, narančastih i crvenih pigmenata, a nalaze se u isto obojenom voću i povrću poput mrkve i rajčice. (48) Koriste se kao zaštitno sredstvo od štetnih UVA zraka, a mogu prevenirati nastanak raka kože. (47)

Svi oblici vitamina A slične su molekulske strukture i imaju istu funkciju u organizmu čovjeka. Čovjek je sposoban metabolizirati prirodne oblike vitamina A u biološki aktivne oblike poput retinola, retinala i retinoične kiseline. (49) Retinol (Slika 14) je jedan od najučinkovitijih sredstva protiv starenja, odnosno koristi se za smanjivanje bora na licu. (48) Korištenjem proizvoda koji ga sadržavaju potiče se sinteza kolagena, smanjuje se oksidativni stres i izjednačuje se ton kože ukoliko korisnik ima nepravilnu pigmentaciju. (50)



Slika 14. Kemijska struktura vitamina A (retinol) (51)

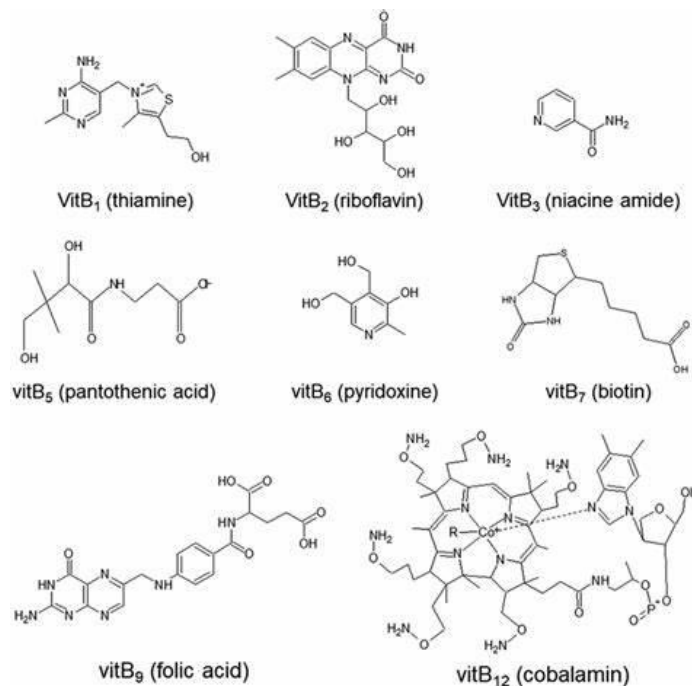
3.2.1.2. Vitamin B

Osam B vitamina topljivih u vodi nazivaju se B kompleksom, a to su: tiamin (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), pantotenska kiselina (B5), piridoksin (B6), biotin (B7), folna kiselina (B9) i kobalamin (B12), prikazani na Slici 15. Vitamin B djeluje kao koenzim u enzimskim procesima važnim za pravilno funkcioniranje živčanog sustava. (52)

Pantotenska kiselina nalazi se u mnogim proizvodima za njegu kose jer povećava elastičnost kose. Također je koristan sastojak u kremi za lice jer privlači vodu i čini kožu mekom.

Niacinamid je vrlo važan hidrofilni amid vitamina B3. Uloga mu je inhibiranje reverzibilnog prijenosa melanosoma iz melanocita u keratinocite, a na taj se način smanjuje pigmentacija kože. (47)

Ima antimikrobna i protuupalna svojstva, smanjuje hiperpigmentaciju, bore, crvenilo i poboljšava kožnu barijeru. Također se nalazi u kremama za lice sa zaštitnim faktorom gdje sudjeluje u obnovi oštećene DNA nakon štetnog djelovanja UV zraka. (53)



Slika 15. Kemijska struktura 8 B vitamina (B kompleks) (54)

3.2.1.3. Vitamin C

Vitamin C, odnosno askorbinska kiselina kemijske formule $C_6H_8O_6$, bijela je kristalna tvar lako topljiva u vodi. (55) Oksidacijskim procesima u tijelu oslobađaju se slobodni radikali.

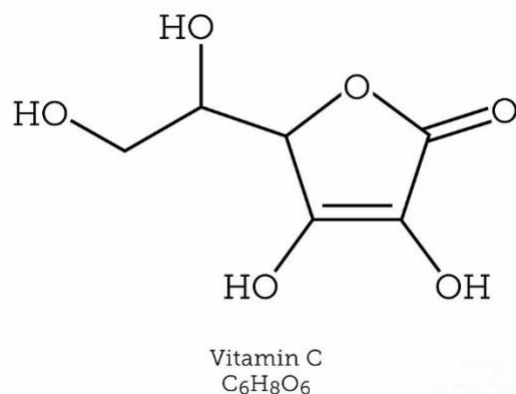
Mehanizam njihova djelovanja obuhvaća niz lančanih reakcija čime dolazi do oštećenja stanica kože, a time i same kožne barijere čovjeka. Rezultat toga je starenje kože, pojava bora i nastanak hiperpigmentacije. Vitamin C kao antioksidans ima važnu ulogu u sprječavanju štetnih učinaka tih radikala jer izazivanjem terminacije lančanih reakcija zaustavlja procese oksidacije. (56) Kemijska struktura ove molekule prikazana je na Slici 17.

Svojim djelovanjem potiče stvaranje kolagena u koži. Smanjuje hiperpigmentaciju (Slika 16), odnosno pojavu tamnih mrlja koje nastaju zbog prekomjernog izlaganja suncu i štetnim UV zrakama. Također smanjuje nastanak akni pošto ima protuupalni učinak. Često se kombinira s vitaminom E radi boljeg efekta, a nalazi se u sastavu mnogih krema za sunčanje s UV zaštitnim faktorom.

U kremama se koristi u 10-20 postotnoj koncentraciji, jer viša koncentracija izaziva iritaciju kože, a pH medija mora biti ispod 3,5. Negativna strana vitamina C i drugih antioksidansa je ta što su izrazito nestabilni u proizvodima. (57)



Slika 16. Hiperpigmentacija kože (58)



Slika 17. Kemijska struktura vitamina C (59)

3.2.1.4. Vitamin E

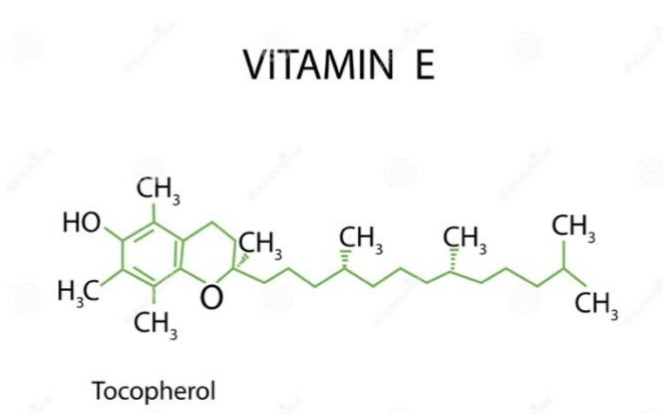
Vitamin E pripada skupini vitamina koji su topljivi u ulju. Obuhvaća osam prirodnih oblika označenih kao α , β , γ , δ te uključuje četiri tokoferola i četiri tokotrienola (Slika 18).

U organizmu ima važnu ulogu kao lančani antioksidans gdje sprječava cikličku propagaciju lipidne peroksidacije, odnosno uništava slobodne radikale koji su nastali tom reakcijom. (60) Lipidna peroksidacija uzrokuje oštećenje membrana stanica, lipoproteina i ostalih molekula koje sadržavaju lipide. (61)

CIR je 2002. godine objavio listu od 14 tokoferola i tokotrienola koji se smatraju kao sigurni sastojci u kozmetici. Najčešći oblik vitamina E korištenog u kozmetičkim proizvodima je antioksidans α -tokoferol acetat. Njegova lipofilna priroda zahtjeva uljnu ili alkoholnu fazu u formulaciji proizvoda, stoga se proizvodi u obliku seruma, tonika, ulja i emulzija. (62)

Kreme protiv starenja sadrže 0,5-1,0 % ovog vitamina. (63) Vitamin E ima protuupalno djelovanje, štiti kožu od UV zraka i smanjuje rizik od nastanka tumora. (49)

Najpoznatiji izvori ovog vitamina su orašasti plodovi, suncokretovo i maslinovo ulje, špinat i razne žitarice. (63)



Slika 18. Kemijska struktura vitamina E (64)

3.2.2. Ulja

Sastavne komponente kozmetičkih proizvoda u njezi kože i kose upravo su ulja i voskovi. Njihovim korištenjem postiže se efekt mekoće, hidratacije i nahranjenosti. Mogu nastati prirodnim ili sintetskim putem, a međusobno se još razlikuju po fizikalnim i kemijskim svojstvima. Izvori prirodnih ulja i voskova mogu biti biljni ili životinjski.

Pošto u sebi sadržavaju vitamine, antioksidanse i masne kiseline, doprinose zdravlju kože i kose. Najpoznatiji pripadnici skupine prirodnih ulja su kokosovo ulje, bademovo ulje, maslinovo ulje, arganovo ulje, ulje jojobe i shea maslac.

Sintetička ulja sadržavaju dimetikon, izopropil miristat i gliceril stearat te su stabilnija i jeftinija od prirodnih. Balzami za usne u svojem sastavu nerijetko imaju kokosovo ulje, bademovo ulje i med za postizanje efekta hidratacije.(65)

U kontaktu sa kožom navedeni spojevi stvaraju barijeru kojom se sprječava izlazak vode te se također potiče sinteza keratinocita prisutnih u koži. (66)

3.2.2.1. Kokosovo ulje

Kokosovo ulje je proizvod dobiven iz ploda kokosove palme koja se uzgaja u Africi. Bogato je masnim kiselinama, a sadrži i vitamine E i K. Zbog mogućnosti zadržavanja vode u dubokim slojevima kože, ona ostaje duže hidratizirana te je njeno starenje usporeno. U odnosu na druga ulja, kokosovo ima najveći zaštitni faktor. Također posjeduje protuupalno, antibakterijsko i antioksidativno djelovanje. (67)

Najčešće se koristi u proizvodima poput hidratantnih krema za lice i tijelo, šampona i ulja za kosu koja su od posebne važnosti. U sastavu prirodnih balzama za usne nalaze se kokosovo ulje, shea maslac, maslinovo ulje, vitamin E i biljni ekstrakti poput aloe vere. Sve se manje koriste komponente poput parabena, ftalata i umjetnih bojila zbog njihovog toksičnog učinka. (68) U krutom stanju, kokosovo ulje poprima bijelu, zrnastu strukturu (Slika 19).



Slika 19. Kokosovo ulje (69)

3.2.2.2. Arganovo ulje

Arganovo ulje zlatne je boje i specifičnog okusa po lješnjacima. Dobiveno je hladnim prešanjem sjemenki argana koje potječu iz Maroka prikazanih Slikom 20. Bogato je nezasićenim masnim kiselinama, vitaminom E i bioaktivnim komponentama kao što su tokoferoli i polifenoli. (70)

Sadržavajući omega 6 i omega 9 masne kiseline, pomaže u obnavljanju hidrolipidnog sloja kože i jačanju kožne barijere. (71)

Zbog svojih korisnih učinaka, koristi se u mnogim dermatološkim i kozmetičkim proizvodima poput ulja i šampona za kosu, krema za tijelo i sjajila za usne. Arganovo ulje prisutno u šamponu za kosu pohranjuje se u folikulama dlaka kose te čini kosu sjajnom i zdravom. U sastavu hidratantne kreme sprječava nastanak bora i daje svježiji izgled lica. (70)

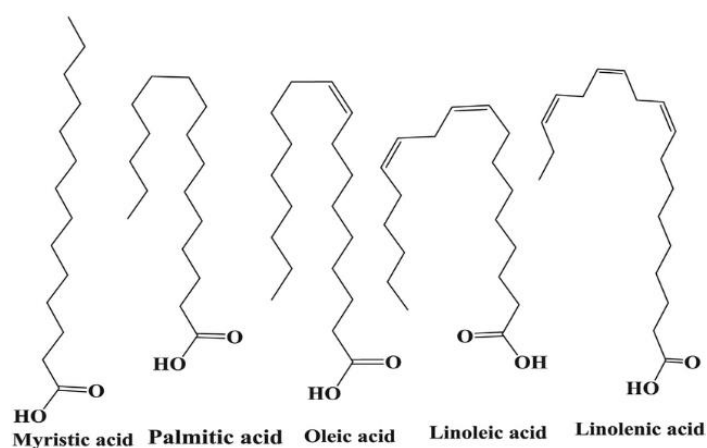


Slika 20. Arganovo ulje (72)

3.2.2.3. Maslinovo ulje

Maslinovo ulje dobiva se iz drveća porodice *Olea europaea*. Većinom se sastoji od pet masnih kiselina: oleinske, palmitinske, linolne, miristinske i linoleinske kiseline (Slika 21). (73) Fenoli i polifenoli također prisutni u ovom ulju važni su antioksidansi. Polifenoli su većinom prisutni kao hidrofilne komponente, dok su masne kiseline, vitamini i skvalan lipofilne komponente ovog ulja. (74)

Maslinovo ulje ima protuupalno djelovanje, smanjuje oštećenja kože nastala procesima oksidacije, potiče obnovu kože i povećava njenu elastičnost. (73) Šamponi, regeneratori i maske za kosu često ga imaju u svom sastavu pošto čini kosu gušćom, jačom i sjajnijom. (74)



Slika 21. Kemijska struktura masnih kiselina prisutnih u maslinovom ulju (75)

3.2.3.4. Eterična ulja

Eterična ulja hidrofobne su tekućine dobivene ekstrakcijom iz raznih dijelova aromatičnih biljaka. Mogu se miješati sa eterima, mastima i alkoholima. Imaju širok raspon primjene pa se koriste u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji.

Jedno eterično ulje smatra se mješavinom mnogih bioaktivnih spojeva. (76) Može sadržavati 20-60 komponenti vrlo različitih koncentracija. (77) Vrsta eteričnog ulja koje nastaje ovisi o metodi ekstrakcije, sušenja i skladištenja, o vrsti biljke i dijelovima koji su korišteni za ekstrakciju te o vremenu žetve i klimatskim uvjetima. (76)

Mirisi, često dobiveni iz prirodnih i sintetičkih izvora, ključna su komponenta mnogih kozmetičkih proizvoda. Koriste se kako bi pružili ugodan miris, poboljšali osjetilni doživljaj i prikriji neugodne mirise sastojaka poput masnih kiselina i ulja. Najzastupljeniji prirodni i ekološki prihvatljivi mirisi u kozmetičkim proizvodima su upravo eterična ulja. Na tržištu je dostupno oko 300 različitih eteričnih ulja dobivenih iz 3000 biljaka. Pretežito se koriste ulja od naranče, eukaliptusa, metvice, limuna, lavande i kamilice (Slika 22).

Koriste se u raznim kozmetičkim proizvodima poput krema i losiona kao prirodni konzervansi jer onemogućuju stvaranje bakterija, gljivica i drugih mikroorganizama. (76) FDA ne zahtjeva specifično odobrenje za prodaju mirisa koji u sebi sadržavaju eterična ulja. (77)



Slika 22. Prikaz najčešće korištenih eteričnih ulja (78)

3.2.3. Peptidi

Kemijski spojevi koji se sastoje od dvije ili više aminokiselina međusobno povezanih peptidnom vezom nazivaju se peptidi. Peptidna veza nastaje povezivanjem karboksilne skupine jedne aminokiseline sa amino skupinom druge aminokiseline. (79)

Peptidi su relativno kratki lanci najčešće građeni od 50 aminokiselina. Zbog svoje biološke aktivnosti, sve se više spominju i koriste u kozmetičkoj industriji. (80) Kao i drugi aktivni spojevi, imaju antioksidativno, antimikrobno i protuupalno djelovanje. Glavni prirodni izvori ovih komponenata su biljke, životinje i mikroorganizmi.

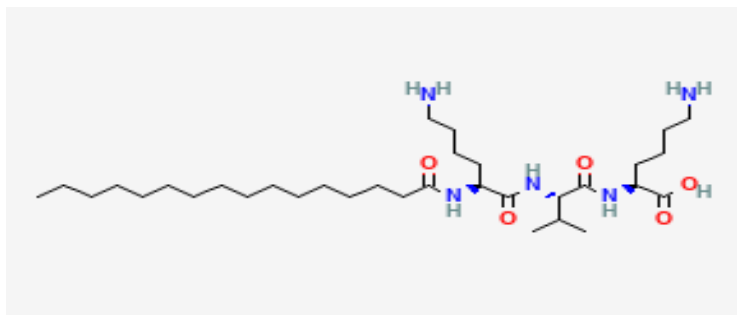
Poticanjem stvaranja kolagena, glavni su sastojak u kremama za zacjeljivanje rana, kremama protiv starenja i hidratantnim kremama za lice. (81)

Kozmetičke peptide možemo podijeliti u četiri skupine: signalni peptidi, transportni peptidi, peptidi koji inhibiraju enzime i peptidi koji inhibiraju neurotransmitere. (80)

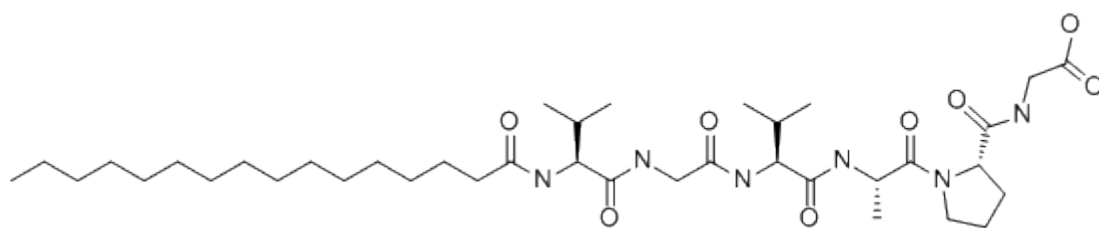
Signalni peptidi odgovorni su za stimuliranje fibroblasta, stanica vezivnog tkiva, kako bi se aktivirala proizvodnja kolagena i elastina u koži te kako bi se smanjila razgradnja istih.

Palmitol-tripeptid-5 (Pal-Lys-Val-Lys) (Slika 23), palmitol-peptid (Pal-Lys-Thr-Thr-Lys-Ser) i palmitol-oligopeptid (Slika 24) primjeri su signalnih peptida korištenih u proizvodima protiv starenja i u kremama za zacjeljivanje rana.

Provedeno je istraživanje učinka jedne takve kreme tijekom 4 tjedna korištenja. U sastavu kreme nalazilo se sljedeće: vitamin E, Silybum marianum ulje, 1% palmitol oligopeptid i drugi slični aktivni sastojci. Nakon što je prošao zadan period vremena, dobiveni su vrlo pozitivni rezultati. Bore oko očiju ispitanika smanjile su se za 14,07 %, a elastičnost kože povećala se za 8,79%. Možemo zaključiti da je vrlo korisno imati sastojke poput ovih u svakodnevnoj rutini njege kože.



Slika 23. Kemijska struktura spoja palmitol-tripeptid-5 (Pal-Lys-Val-Lys) (82)

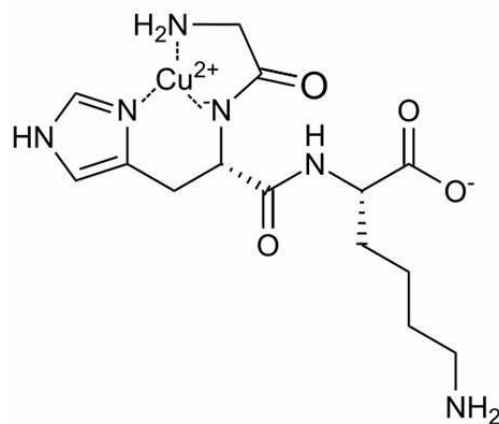


Slika 24. Kemijska struktura palmitol-oligopeptida (83)

Transportni peptidi imaju glavnu ulogu u zacjeljivanju rana. Formulirani su tako da prenose element bakar čija je prisutnost nužna za odvijanje staničnih i enzimskih procesa. Bakrov peptid Cu-GHK potiče sintezu kolagena, elastina i proteoglikana (Slika 25).

Ima snažno protuupalno djelovanje te smanjuje nadraženost kože. Doprinosi sjajnom i glatkom izgledu lica čime se smanjuje pojava bora.

Transport mangana jednako je važan kao i transport bakra. Manganijev peptid zvan Mn-tripeptid-1 (Mn-GHK) ima ulogu u zaštiti stanica od štetnog UV zračenja i na taj način smanjuje nastanak hiperpigmentacije kože.



Slika 25. Kemijska struktura peptida Cu-GHK (84)

Peptidi koji inhibiraju enzime primarno se koriste za inhibiciju enzima koji su odgovorni za razgradnju kolagena. Najpoznatiji pripadnici ove skupine su peptidi dobiveni iz riže, peptidi fibroina svile i sojini oligopeptidi. Posjeduju protuupalna svojstva, usporavaju starenje kože i potiču stvaranje novih stanica.

Starenje kože potaknuto je kontrakcijama mišića za koje su odgovorni neurotransmiteri. Peptidi koji inhibiraju neurotransmitere na taj način usporavaju taj proces. Najpoznatiji pripadnik ove skupine je acetil-heksapeptid-3. Korištenje ovih peptida preporuča se u koncentracijama od 1-5%. (81)

4. ZAKLJUČAK

Brzi napredak kozmetičke industrije doveo je do masovne proizvodnje svakojakih proizvoda koji imaju različite učinkovitosti u njezi i ukrašavanju kože. Kozmetika je postala dostupna velikoj populaciji ljudi koji žele dobiti što bolje rezultate u što kraćem vremenu. Upravo su se zbog toga primarno koristili sintetički sastojci koji posjeduju određene prednosti nad prirodnim sastojcima. Stabilniji su tijekom proizvodnje, jeftiniji su, lakše je njima eksperimentirati te je moguće stvoriti razne oblike proizvoda u kratkom vremenu.

Usprkos tome, iritacija kože, pojava alergija i dermatitisa pa čak i raka mnogih organa u tijelu, postala je svakodnevna. Kako bi se to spriječilo, naglasak je stavljen na prirodne, čiste, "zelene" sastojke kojima se mogu postići isti efekti, ali ne škode zdravlju. Bitno je formulirati proizvode koji u sebi sadržavaju prirodne antioksidanse, ulja i peptide. Korištenjem eteričnih ulja kao konzervansa umjesto toksičnih parabena sačuvat ćemo vlastiti organizam, ali i okoliš u kojem se nalazimo.

Svakim se danom otkrivaju nove i bolje metode i spojevi kojima se može zamijeniti upotreba parabena, ftalata, mikroplastike i ostalih štetnih komponenata, a da se pritom i dalje možemo uljepšati korištenjem prirodne dekorativne kozmetike.

5. LITERATURA

1. <https://hjp.znanje.hr/index.php?show=search-kozmetika> (pristup 28. prosinca 2023.)
2. <https://zdravlje.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-1297/javnozdravstvena-zastita/predmeti-opce-uporabe-1358/kozmeticki-proizvodi-1832/1832> (pristup 28. prosinca 2023.)
3. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/kozmetika> (pristup 28. prosinca 2023.)
4. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cosmetics-market> (pristup 5. srpnja 2024.)
5. Liu, JK., "Natural products in cosmetics", *Nat.Prod.Bioprospect.* 12,40, 2022.
6. Iwata H., Shimada K., "Formulas, Ingredients and Production of Cosmetics", *Technology of Skin-and Hair-Care Products in Japan*, 2013., str. 21-22
7. Marie-Carole Kouassi, Michel Grisel, Ecaterina Gore, "Multifunctional active ingredient-based delivery systems for skincare formulations: A review", *Colloids and Surfaces B:Biointerfaces*, Volume 217, 2022.
8. Andre´ O. Barel, Marc Paye, Howard I. Maibach, "Handbook of cosmetic science and technology", 3. izdanje, 2009., str.5
9. Balwierz R., Biernat P., Jasinska-Balwierz A., Siodłak D., Kusakiewicz-Dawid A., Kurek-Górecka A., Olczyk P., Ochedzan-Siodłak W., "Potential Carcinogens in Makeup Cosmetics", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023., str. 1
10. https://cdn.shopify.com/s/files/1/0663/9760/2006/files/Skin-layers-dermis_480x480.png?v=1674691934 (pristup 27.srpnja 2024.)
11. <https://academic-accelerator.com/encyclopedia/history-of-cosmetics> (pristup 18. veljače 2024.)
12. Mohiuddin A.K., "Chemistry behind Cosmetics: An Extensive Review", *Scholars International Journal of Chemistry and Material Sciences*, 2019., str. 54-62
13. https://www.smith.edu/hsc/museum/ancient_inventions/images/eyeliner1.jpg (pristup 27.srpnja 2024.)
14. <https://www.desiblitiz.com/wp-content/uploads/2011/10/kohl-egypt.jpg> (pristup 27.srpnja 2024.)

- 15.** <https://vintagemakeupguide.com/wp-content/uploads/2011/11/1930s-makeup-looks-400x194.jpg> (pristup 27.srpnja 2024.)
- 16.** Balwierz R., Biernat P., Jasinska-Balwierz A., Siodłak D., Kusakiewicz-Dawid A., Kurek-Górecka A., Olczyk P., Ochedzan-Siodłak W., "Potential Carcinogens in Makeup Cosmetics", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023., str. 3
- 17.** Batinić A., Tegeltija A., Stolica M., Škorput G., Veršić-Bratinčević M., Sutlović D., "Harmful substances in cosmetic preparations: The difference between declared and analyzed", *Hrvat. čas. zdr. znan.*; 1: 70-75, 2021., str. 70
- 18.** https://www.academia.edu/8971969/preservative_in_cosmetic (pristup 12. srpnja 2024.)
- 19.** Pierce Adrienne A. Alaba, Edjay D. Canete, Bin Salih S. Pantalan, Joanna Marie C. Taguba, Lovely Dianne I. Yu, Erwin M. Faller, "Toxic Effects of Paraben and its Relevance in Cosmetics: A Review", *International Journal of Research Publication and Reviews*, Vol 3, no 5, 2022., str. 3425-3431
- 20.** Lincho, J., Martins R.C., Gomes, J., "Paraben Compounds-Part I: An Overview of Their Characteristics, Detection, and Impacts", *Egypt. J. Chem.* Vol. 65, No. 1, 2021., str. 421
- 21.** <https://www.researchgate.net/profile/Robert-Golden-4/publication/7663616/figure/fig1/AS:365987523252233@1464269633911/Structures-of-paraben-compounds.png> (pristup 27.srpnja 2024.)
- 22.** Asare-Donkor N.K., Kusi Appiah J., Torve V., Voegborlo R.B., Adimado A.A., "Formaldehyde Exposure and Its Potential Health Risk in Some Beauty Salons in Kumasi Metropolis", *Journal of Toxicology*, 2020., doi: 10.1155/2020/8875167
- 23.** Liebert M. A., *Journal of the American College of Toxicology*, Volume 3, Number 3, "Final Report on the Safety Assessment of Formaldehyde", 1984., str.1-4
- 24.** https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Imidazolidinyl_urea_correct_formula.png (pristup 27.srpnja 2024.)
- 25.** <https://c8.alamy.com/comp/2BMPRMX/quaternium-15-surfactant-and-preservative-molecule-formaldehyde-releaser-skeletal-formula-2BMPRMX.jpg> (pristup 27.srpnja 2024.)

- 26.** Attard T., Attard E., "Heavy Metals in Cosmetics", *Environmental Impact and Remediation of Heavy Metals*, 2022. , str. 2-10
- 27.** Al-Saleh I., Al-Enazi S., Shinwari N., "Assessment of lead in cosmetic products", *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, Volume 54, Issue 2, 2009.
- 28.** Lewis J., " True Colors: Unmasking Hidden Lead in Cosmetics from Low- and Middle-Income Countries", *Environ. Health Perspect*, 2022., doi: 10.1289/EHP9220
- 29.** <https://thumbs.dreamstime.com/z/seborrheic-dermatitis-face-seborrheic-dermatitis-adult-face-isolated-white-background-111929973.jpg> (pristup 30.7.2024.)
- 30.** <https://www.enciklopedija.hr/clanak/67759> (pristup 6. srpnja 2024.)
- 31.** Elhag DE et al., "Investigation of Mercury Content in Cosmetic Products by Using Direct Mercury Analyzer", *American Journal of PharmTech Research*, 2015., str. 206-210
- 32.** <https://holisticicon.com/wp-content/uploads/2021/08/SM-Post-1.jpg> (pristup 30.7.2024.)
- 33.** <https://hrcak.srce.hr/file/384271> (pristup 12. srpnja 2024.)
- 34.** <https://th.bing.com/th/id/OIP.jT26AjEA1CBjvf9ci1TNXQHaER?rs=1&pid=ImgDetMain> (pristup 30.7.2024.)
- 35.** <https://www.europarl.europa.eu./topics/hr/article/20181116sto19217/mikroplastika-izvori-posljedice-rjesenja> (pristup 11. srpnja 2024.)
- 36.** Akdogan Z., Guven B., "Microplastics in the environment: A critical review of current understanding and identification of future research needs", *Environmental Pollution*, Volume 254, Part A, 2019.
- 37.** Zhou Y., Ashokkumar V., Amobonye A., Bhattacharjee G., Sirohi R., Singh V., G. Flora, Kumar V., Pillai S., Zhang Z., Awasthi M.K., "Current research trends on cosmetic microplastic pollution and its impacts on the ecosystem: A review", *Environmental Pollution*, Volume 320, 2023.

- 38.** C. Guerranti, T. Martellini, G. Perra, C. Scopetani, A. Cincinelli, "Microplastics in cosmetics: Environmental issues and needs for global bans", *Environmental Toxicology and Pharmacology*, Volume 68, 2019.
- 39.** <https://www.greenqueen.com.hk/wp-content/uploads/2022/12/Untitled-design.jpg> (pristup 27.srpnja 2024.)
- 40.** <https://www.fda.gov/cosmetics/cosmetic-ingredients/phthalates-cosmetics> (pristup 12.srpnja 2024.)
- 41.** Wang Y, Qian H., Phthalates and Their Impacts on Human Health, *Healthcare (Basel)*; 9(5): 603, 2021., doi: 10.3390/healthcare9050603
- 42.** Koniecki D., Wang R., Moody R.P., Zhu J., "Phthalates in cosmetic and personal care products: Concentrations and possible dermal exposure", *Environmental Research*, Volume 111, Issue 3, 2011.
- 43.**
https://www.researchgate.net/profile/Daniele_Marcoxia/publication/313792100/figure/fig3/AS:462441667665922@1487266093284/Chemical-structure-of-some-plasticizers-DEHP-di2-ethylhexyl-phthalate-DBP.png (pristup 27.srpnja 2024.)
- 44.** Wargala E., Sławska M., Zalewska A., Toporowska M., "Health Effects of Dyes, Minerals, and Vitamins Used in Cosmetics", *Women*, 1(4), 2021.
- 45.** <https://www.forbes.com/health/supplements/best-vitamins-for-healthy-skin/#:~:text=Vitamins%20and%20minerals%20impact%20skin%20health%20in%20several,wound%20healing%204%20Helping%20maintain%20adequate%20skin%20hydration> (pristup 31.srpnja 2024.)
- 46.** <https://i.pinimg.com/originals/b8/bf/3b/b8bf3b03c2f69e15192299de849d6880.jpg> (pristup 31.srpnja 2024.)
- 47.** Hoang H.T., Moon J.Y., Lee Y.C., "Natural Antioxidants from Plant Extracts in Skincare Cosmetics: Recent Applications, Challenges and Perspectives", *Cosmetics*, 2021.
- 48.** <https://www.enciklopedija.hr/clanak/karotenoidi> (pristup 23.srpnja 2024.)

49. Carazo A., Macáková K., Matoušová K., Krčmová L.K., Protti M., Mladěnka P., "Vitamin A Update: Forms, Sources, Kinetics, Detection, Function, Deficiency, Therapeutic Use and Toxicity", *Nutrients*;13(5): 1703, 2021., doi: 10.3390/nu13051703

50. Quan T., "Human Skin Aging and the Anti-Aging Properties of Retinol", *Biomolecules*; 13(11): 1614, 2023., doi: 10.3390/biom13111614

51.

<https://th.bing.com/th/id/R.b8a223530fe8a24aca041ac24a858a01?rik=tfqAX%2ft7b6hTQg&pid=ImgRaw&r=0> (pristup 28.srpnja 2024.)

52. Hanna M., Jaqua E., Nguyen V., Clay J., "B Vitamins: Functions and Uses in Medicine", *Perm J.*; 26(2): 89–97, 2022., doi: 10.7812/TPP/21.204

53. Levin .J, Momin S.B., "How much do we really know about our favorite cosmeceutical ingredients?" , *J Clin Aesthet Dermatol.*; 3(2): 22–41, 2010.

54. <https://www.researchgate.net/profile/Moehninsi-2/publication/327073891/figure/fig1/AS:674457840525314@1537814688681/Chemical-structures-of-eight-B-vitamins-The-chapter-focuses-on-vitamins-B-1-B-3-B-5.ppm> (pristup 28.srpnja 2024.)

55. https://en.wikipedia.org/wiki/Vitamin_c (pristup 12. srpnja 2024.)

56. Kusumawati I., Indrayanto G., "Natural Antioxidants in Cosmetics, Studies in Natural Products Chemistry", Chapter 15, Elsevier, Volume 40, 2013.

57. <https://www.health.harvard.edu/blog/why-is-topical-vitamin-c-important-for-skin-health-202111102635> (pristup 13. srpnja 2024.)

58. https://betterpet.com/wp-content/uploads/2022/08/AdobeStock_448965592.jpg (pristup 31. srpnja 2024.)

59. <https://images.fineartamerica.com/images/artworkimages/mediumlarge/2/1-molecular-structure-of-vitamin-c-greg-williamsscience-photo-library.jpg> (pristup 28.srpnja 2024.)

- 60.** Mustacich D.J., Bruno R.S., Traber M.G., "Vitamin E", *Vitam Horm*; 76:1-21, 2007., doi: 10.1016/S0083-6729(07)76001-6
- 61.** <https://encyclopedia.pub/entry/11948> (pristup 23. srpnja 2024.)
- 62.** Aparecida Sales de Oliveira Pinto C., Elyan Azevedo Martins T., Miliani Martinez R., "Vitamin E in Human Skin: Functionality and Topical Products", *Vitamin E in Health and Disease-Interactions, Diseases and Health Aspects*, 2021.
- 63.** Keen MA, Hassan I., "Vitamin E in dermatology", *Indian Dermatol Online J.* ;7:311-5, 2016., str. 311
- 64.**
<https://th.bing.com/th/id/OIP.KOSzJoMvS0Hxa2QDtbbDDwHaFW?rs=1&pid=ImgDetMain>
(pristup 28.srpnja 2024.)
- 65.** Sharma S., Ahmad U., Akhtar J., "The Art and Science of Cosmetics: Understanding the Ingredients, Cosmetic Products and Industry-New Advances and Applications", 2023.
- 66.** Dini I., Laneri S., "The New Challenge of Green Cosmetics: Natural Food Ingredients for Cosmetic Formulations", *Molecules*; 26(13): 3921, 2021., doi: 10.3390/molecules26133921
- 67.** Piotrowska A., Totko-Borkusiewicz N., Klucznik A., "Coconut oil-the possibilities of cosmetic applications", *Post Fitoter*; 20(2), 2019., doi: 10.25121/PF.2019.20.2.136
- 68.** Pandiselvam R., Ramarathinam M., Beegum S., "Virgin Coconut Oil infused healthy cosmetics", *Indian Coconut Journal*, 2019.
- 69.** <https://cdn.shopify.com/s/files/1/1144/9326/files/which-coconut-oil-is-best.jpg> (pristup 30.7.2024.)
- 70.** Gharby S., Charrouf Z., "Argan Oil: Chemical Composition, Extraction Process, and Quality Control", *Front Nutr.*; 8: 804587, 2022., doi: 10.3389/fnut.2021.804587
- 71.** <https://www.cosmeticsandtoiletries.com/formulas-products/skin-care/article/22820419/inside-ingredients-argan-oil> (pristup 24. srpnja 2024.)

- 72.** https://www.homenaturalcures.com/wp-content/uploads/What_Is_Argan_Oil.png
(pristup 30.7.2024.)
- 73.** Lin T.-K., Zhong L., Santiago J.L., "Anti-Inflammatory and Skin Barrier Repair Effects of Topical Application of Some Plant Oils", *Int. J. Mol. Sci.*, 19, 70, 2018., str. 1-4
- 74.** Dauber, C.; Parente, E.; Zucca, M.P.; Gambaro, A.; Vieitez, I., "Olea europea and By-products: Extraction Methods and Cosmetic Applications", *Cosmetics* 2023., 10, 112, str. 1-5
- 75.**
<https://www.researchgate.net/publication/313349404/figure/fig1/AS:961118470168578@1606159908342/Chemical-Structure-of-Major-Types-of-Fatty-Acids-in-Olive-Oil.ppm> (pristup 28.srpnja 2024.)
- 76.** Guzman, E.; Lucia, A., "Essential Oils and Their Individual Components in Cosmetic Products", *Cosmetics*; 8, 114, 2021., str.1-5
- 77.** Sharmeen J.B., Mahomoodally F.M., Zengin G., Maggi F., "Essential Oils as Natural Sources of Fragrance Compounds for Cosmetics and Cosmeceuticals", *Molecules*; 26(3): 666, 2021., doi: 10.3390/molecules26030666
- 78.** <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71NU5fK3OGL.jpg> (pristup 31.srpnja 2024.)
- 79.** Peptidi, Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024., pristup 27. srpnja 2024.
- 80.** Skibska A., Perlikowska R., "Signal Peptides - Promising Ingredients in Cosmetics", *Curr Protein Pept Sci.*;22(10), 2021., doi: 10.2174/1389203722666210812121129
- 81.** Ngoc L.T.N., Moon J.Y., Lee Y.C., "Insights into Bioactive Peptides in Cosmetics", *Cosmetics*, 10(4), 111, 2023.
- 82.** <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/image/imgsrv.fcgi?cid=11950477&t=l> (pristup 28.srpnja 2024.)

83. http://www.rosewellchem.com/pic/big/5338_0.gif (pristup 28.srpnja 2024.)

84.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/48/GHK_Copper.svg/2341px-GHK_Copper.svg.png (pristup 30. srpnja 2024.)