Primjena alga u kozmetičkoj industriji

Kristić, Tea

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:826017

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-21**

ODJEL ZA BIOLOGIJU
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Tea Kristić

Primjena alga u kozmetičkoj industriji

Završni rad

Mentor: dr. sc. Dubravka Špoljarić Maronić, docent

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Završni rad
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija

Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

Primjena alga u kozmetičkoj industriji

Tea Kristić

Rad je izrađen: Zavod za ekologiju voda, Odjel za biologiju

Mentor: dr. sc. Dubravka Špoljarić Maronić, docent

Sažetak:

Alge i njihovi ekstrakti sve se više koriste u kozmetičkoj industriji zbog velikog sadržaja bioaktivnih tvari, lake genetske manipulacije i mogućnosti uzgoja u različitim uvjetima. U radu su opisani karakteristični spojevi algalnih ekstrakata i njihova svojstva. Istaknute su najvažnije vrste alga čiji se pripravci koriste u kozmetičkim i kozmeceutičkim proizvodima za oblikovanje tijela, posvjetljivanje kože i ujednačavanje tena, čišćenje kože, zaštitu od UV zračenja te za pomlađivanje kože.

Broj stranica: 18
Broj slika: 6
Broj tablica: 2
Broj literaturnih navoda: 37
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: alge, kozmetika, kozmeceutici, bioaktivne tvari, njega kože

Rad je pohranjen u:
knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i u Nacionalnoj sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, u elektroničkom obliku, te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

BASIC DOCUMENTATION CARD
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Bachelor's thesis
Undergraduate university study programme in Biology

Scientific Area: Natural Sciences
Scientific Field: Biology

The application of algae in cosmetics industry

Tea Kristić

Thesis performed at: Sub-department of Water Ecology, Department of Biology

Supervisor: PhD Dubravka Špoljarić Maronić, Assistant Professor

Abstract:

Algae and their extracts are increasingly used in cosmetics industry due to high content of bioactive substances, easy genetic manipulation and the possibility of culturing in various conditions. This work describes the characteristic compounds found in algal exstracts and their properties. The most important algal species whose preparations are used in cosmetics and cosmeceuticals as slimming agents, skin brighteners and unifiers, in skin cleansing, UV protection and anti-age formulations are highlighted.

Number of pages: 18
Number of figures: 6
Number of tables: 2
Number of references: 37
Original in: Croatian

Key words: algae, cosmetics, cosmeceutics, bioactive compounds, skin care

Thesis deposited in:
the Library of the Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and in the National and University Library in Zagreb in electronic form. It is also available on the website of the Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek.

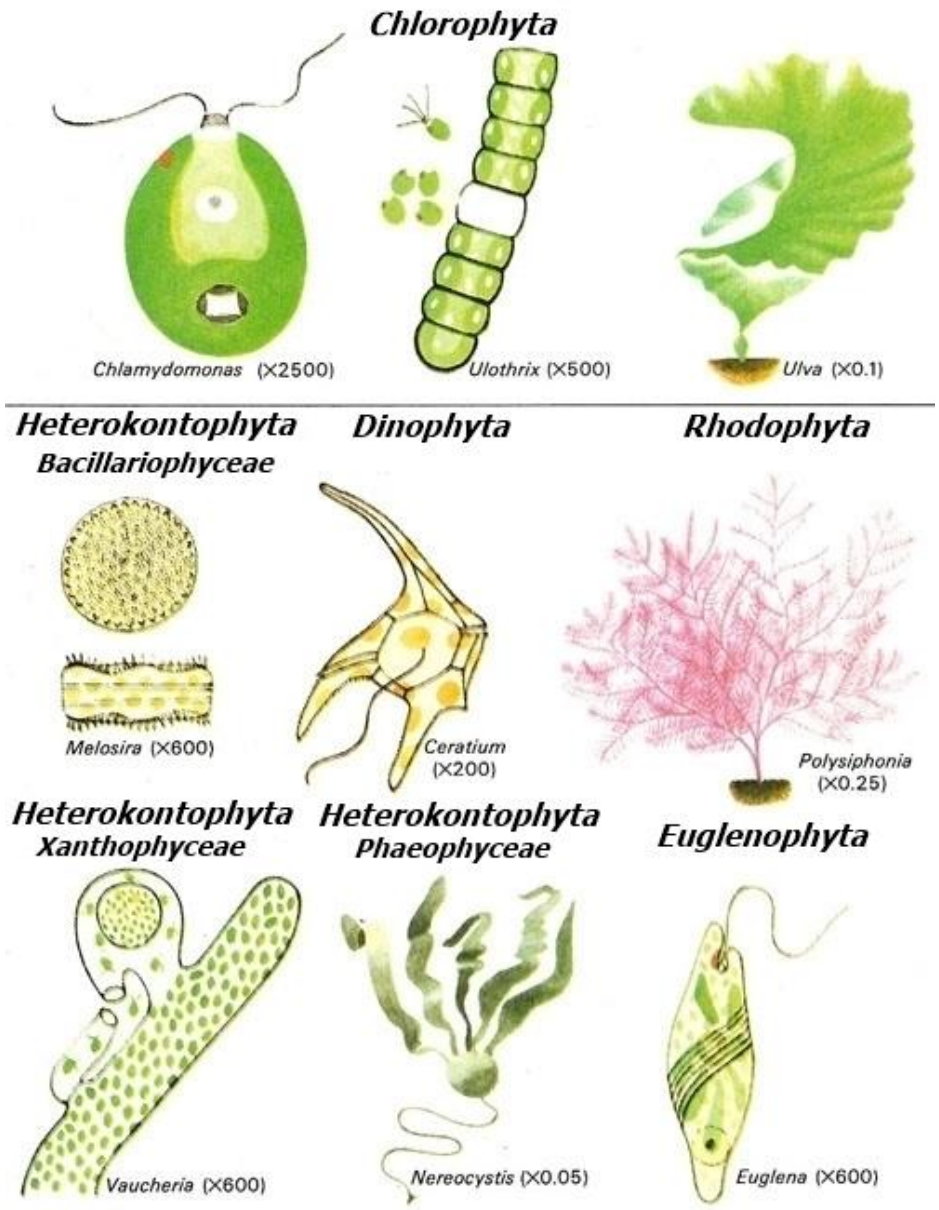
Sadržaj:

1. UVOD..... 1
2. OSNOVNI DIO..... 3
2.1. Alge u kozmetičkoj industriji..... 3
2.2. Aktivne tvari u ekstraktima alga..... 3
2.2.1. Terpenoidi..... 3
2.2.2. Tokoferoli..... 5
2.2.3. Fenolni spojevi..... 5
2.2.4. Polisaharidi..... 6
2.2.5. Nezasićene masne kiseline..... 7
2.2.6. Metaboliti za zaštitu od UV zračenja..... 7
2.3. Ekstrakti alga u kozmetičkim proizvodima i kozmeceuticima..... 8
2.3.1. Aktivni sastojci u proizvodima za oblikovanje tijela..... 10
2.3.2. Ekstrakti alga u proizvodima za njegu kože..... 11
2.3.3. Ekstrakti alga u proizvodima za pomlađivanje kože - „anti-age“ proizvodi..... 12
2.3.4. Ekstrakti alga u proizvodima za zaštitu od UV zračenja..... 13
2.3.5. Proizvodi s dijatomejskom zemljom..... 13
2.3.6. Ekstrakti alga u proizvodima za posvjetljivanje kože i ujednačavanje tena..... 13
3. ZAKLJUČAK..... 15
4. LITERATURA..... 16

1. UVOD

Alge su jednostavni fotosintetski organizami koje nalazimo u različitim tipovima vlažnih i vodenih biotopa. Mogu živjeti u vodenom stupcu kao dio planktona ili u bentosu pričvršćene za dno vodenog ekosustava. Također se na njih referira kao na niže biljke koje nemaju prave biljne organe - stabljiku, korijen i listove (Hallman, 2015). Imaju veliku ulogu kao proizvođači organskih tvari, što predstavlja osnovu svih trofičkih odnosa u vodenim ekosustavima. Uz to, imaju ulogu u prozračivanju vodenih biotopa, a kisik koji oslobađaju fotosintezom koriste vodeni organizmi za disanje (Web 1). Sistematika ovih organizama vrlo je složena, a najčešće se svrstavaju u osnovne taksonomske skupine: Cyanobacteria, Glaucophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Heterokontophyta i Prymnesiophyta (Lee, 2008). Alge imaju veliku brojnost i širok raspon korisnih osobina koje su prepoznate i primjenjuju se u različitim industrijskim djelatnostima (Goswami i sur., 2015). Osobina koja se navodi kao najveća prednost je njihov brzi prirast, jer pojedine vrste mogu udvostručiti biomasu kroz nekoliko sati. Važne su također jer tijekom rasta apsorbiraju jedan od najzastupljenijih stakleničkih plinova, ugljikov dioksid (CO_2), te otpuštaju kisik, a veća količina CO_2 omogućuje im veću produktivnost. Alge pohranjuju energiju u obliku ulja i ugljikohidrata te u usporedbi s biljnim usjevima daju puno veći prinos biogoriva. Njihova staništa su neograničena – mogu se uzgajati u vodi, a čak i u otpadnim vodama te na tlu koje nije pogodno za uzgoj viših biljaka. Biomasa koja preostane nakon ekstrakcije njihovih ulja može se koristiti kao gorivo u energetskim pogonima i industrijskim kotlovima, a također i kao dodatak u prehrani životinja. Kao prilagodbu na različite ekološke uvjete, alge su razvile brojne obrambene mehanizme koji uključuju različite vrste metabolita. To su bioaktivne tvari koje imaju potencijalnu ekonomsku vrijednost, a među njima su najpoznatije masne kiseline, steroidi, karotenoidi, polisaharidi, lektini, specifične aminokiseline, halogenirani spojevi, poliketidi i toksini (Cardozo i sur., 2007). Tijekom posljednja dva do tri desetljeća, biotehnologija alga postala je vrlo važna globalna industrija s raznovrsnim područjima primjene (Cannell, 1990). Alge se najviše primjenjuju u prehrambenoj industriji, medicini i farmaceutskoj industriji, a sve se više njihovi ekstrakti koriste i u kozmetičkoj industriji. Osim u kozmetičkim proizvodima, primjenjuju se i u kozmeceuticima koji predstavljaju oblik prijelaznih proizvoda između lijekova i kozmetičkih proizvoda (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013). U tu svrhu najčešće se koriste predstavnici triju skupina morskih makroalga: Chlorophyta (zelene alge), Phaeophyceae (smeđe alge - pripadnici

Heterokontophyta) i Rhodophyta (crvene alge). Također se koriste i druge skupine alga, uglavnom cijanobakterije ili modrozelene alge (Cyanobacteria) te u manjoj mjeri dijatomeje ili alge kremenjašice (Bacillariophyceae - pripadnici Heterokontophyta) (Slika 1).



Slika 1. Predstavnici alga po skupinama: Chlorophyta – *Chlamydomonas*, *Ulothrix*, *Ulva*; Heterokontophyta: Bacillariophyceae – *Melosira*; Xanthophyceae – *Vaucheria*; Phaeophyceae – *Nereocystis*; Dinophyta – *Ceratium*; Rhodophyta – *Polysiphonia*; Euglenophyta – *Euglena* (Prilagođeno prema Web 2).

2. OSNOVNI DIO

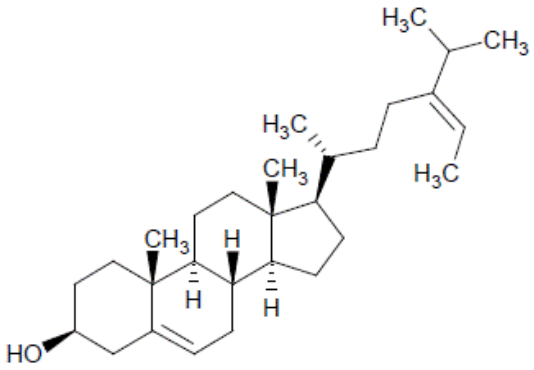
2.1. Alge u kozmetičkoj industriji

Alge se u kozmetičkoj industriji često koriste zbog visokog sadržaja proteina, minerala, vitamina i masnih kiselina (Goswami, 2015). Zbog takvog sastava, njihovi ekstrakti imaju anticelulitno djelovanje, pomažu u povećanju elastičnosti i gipkosti kože te potiču obnovu oštećenih stanica kože (Mohapatra i sur., 2013). Također se koriste u proizvodima za čišćenje, toniranje i hidrataciju kože. Njihovi ekstrakti na licu stvaraju zaštitni hidratantni sloj te smanjuju isušivanje. Poznate su i po protuupalnim svojstvima te mogućnosti obnavljanja stanica kože, zbog čega se koriste i u proizvodima za zaglađivanje bora. Također imaju hidratantni i omekšavajući učinak na kosu.

2.2. Aktivne tvari u ekstraktima alga

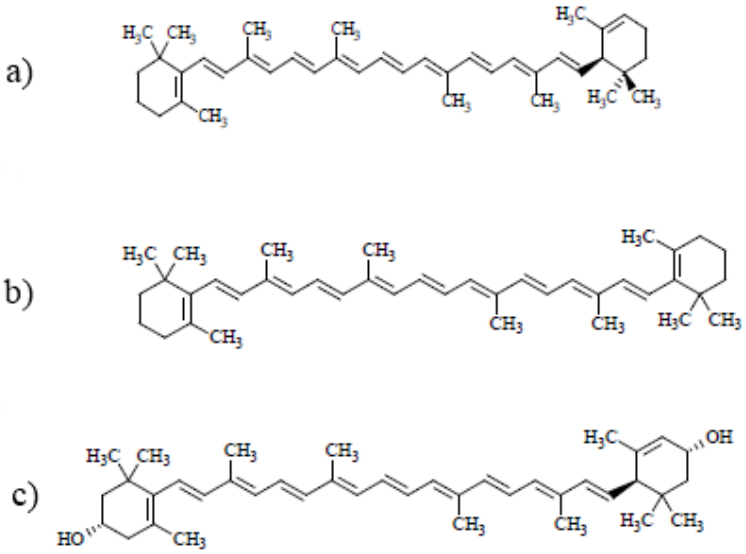
2.2.1. Terpenoidi

Terpenoidi su jedna od najvećih i najrasprostranjenijih skupina sekundarnih metabolita koje nalazimo u višim biljkama i morskim algama (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013). To su analozi terpena nastali premještanjem ili uklanjanjem metilnih slupina ili dodavanjem atoma kisika. Novija istraživanja pokazala su da morske alge obiluju terpenoidima te njihovi ekstrakti mogu predstavljati izvor antioksidansa u kozmetičkim pripravcima. Terpenoidi pokazuju vrlo jako antioksidacijsko djelovanje koje se očituje kroz povećanje aktivnosti enzima superoksid-dismutaze, katalaze i glutation-peroksidaze. To su enzimi uključeni u regulaciju koncentracije vodikovog peroksida u stanicama. Fukosterol (Slika 2) je terpenoid koji je moguće ekstrahirati iz smeđih morskih alga, vrsta *Ecklonia stolonifera*, *Pelvetia siliquosa* i *Sargassum carpophyllum*, a smatra se da ima ulogu u sprječavanju oksidacijskih oštećenja stanične membrane (Lee i sur., 2003).



Slika 2. Strukturna formula fukosterola (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013).

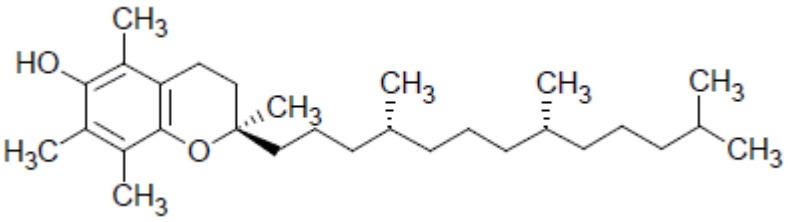
Karotenoidi su prirodne tetraterpenoidne molekule koje također imaju ulogu zaštite stanica i tkiva od oksidacijskog stresa. U biljaka, karotenoidi imaju trostruku ulogu: služe kao pigmenti, stabiliziraju klorofil-proteinski kompleks te štite organizam od UV zračenja. Karotenoidi poput fukoksantina i neoksantina su vrlo zastupljeni u crvenim algama u kojima je pronađeno najmanje 30 vrsta karotenoida. Većina crvenih alga sadrži ksantofile lutein ili zeaksantin iste strukturne formule (Slika 3c), α-karoten (Slika 3a) i/ili β-karoten (Slika 3b) (Schubert i sur., 2006).



Slika 3. Prirodni karoteni dobiveni iz biljaka: (a) α-karoten; (b) β-karoten i (c) ksantofil lutein/zeaksantin (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013).

2.2.2. Tokoferoli

Tokoferoli su spojevi koji su topljivi u mastima, imaju jaku antioksidacijsku aktivnost te predstavljaju jedan od oblika vitamina E. Fotosintetski organizmi sintetiziraju α-tokoferol kao zaštitu od UV zračenja. Također, smatra se da vitamin E sprječava oštećenje kolagena u koži (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013). Konzumacijom α-tokoferola, koji posjeduje antioksidacijsku aktivnost, sprječava se nastanak različitih bolesti ljudske kože i očiju, uzrokovanih prekomjernim izlaganjem sunčevoj svjetlosti (Hamid i sur., 2008). Alge koje proizvode veće količine α-tokoferola su *Tetraselmis suecica* i *Dunaliella tertiolecta* (Kim i sur., 2008).



Slika 4. Strukturna formula α-tokoferola (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013).

2.2.3. Fenolni spojevi

Morske makroalge su također bogate različitim fenolnim antioksidacijskim spojevima. Ovakvi spojevi se mogu pronaći u nekoliko porodica smeđih alga kao što su Alariaceae, Fucaceae i Sargassaceae. Fenolni spojevi imaju širok raspon fizioloških učinaka: antialergijsko, protuupalno i antimikrobno djelovanje, uzrokuju širenje vena i tako smanjuju krvni pritisak, pružaju zaštitu od foto-oksidacijskog stresa uzrokovanog UV-B zračenjem, a također imaju ulogu i u zaštiti srca (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013).

2.2.4. Polisaharidi

Fukoidani su sulfatirani polisaharidi čija je osnovna građevna jedinica fukoza, a koriste se u velikom broju kozmeceutičkih proizvoda. Nalaze se u različitim vrstama smeđih alga, među kojima su najznačajnije *Undaria pinnatifida*, *Fucus vesiculosus*, *Laminaria japonica*, *Cladosiphon okamuranus* i *Hizikia fusiforme*. Pročišćeni derivati fukoidana lako se mogu inkorporirati u kreme i losione te imaju pozitivan učinak protiv starenja kože jer povećavaju broj dermalnih fibroblasta i pospješuju nakupljanje kolagena. Na taj način djeluju protuupalno te umiruju, zaglađuju i omekšavaju kožu (Fitton i sur. 2007).

Druga skupina važnih polisaharidnih sastojaka koje pronalazimo u algama su galaktani. Galaktani su teško topljivi polisaharidi koji hidrolizom daju galaktozu, a predstavljaju sastavni dio stanične stijenke alga. Osim što se koriste kao dodatak hranjivim podlogama, galaktani imaju i svojstvo zadržavanja vlage te sposobnost emulgiranja i zgušnjavanja. Također pokazuju antioksidacijsku aktivnost i antivirusno djelovanje. Galaktanti se mogu ekstrahirati iz crvenih alga, a najčešće se za to koristi *Gelidium amansii*, jestiva alga za koju se smatra da inducira apoptozu stanica karcinoma *in vitro*. Navedena svojstva omogućuju korištenje ovih polisaharida u širokom spektru kozmeceutičkih proizvoda – tabletama, kapsulama, raspršivačima i antikoagulantima (Chen i sur., 2003).

Važno je spomenuti i karagenan – hidrofilni polisaharid koji ima jaku sposobnost zgušnjavanja te se koristi u brojnim kozmeceuticima radi teksture i konzistencije samog proizvoda. Karagenan se nalazi u staničnim stijenkama alga, a može se ekstrahirati iz talusa crvenih alga rodova *Chondrus*, *Gigartina*, *Eucheuma* i *Hypnea* (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013).

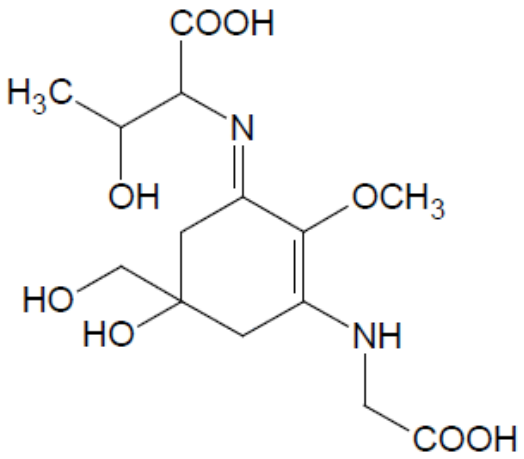
Alginska kiselina i njezine soli predstavljaju strukturne komponente stanične stijenke smeđih alga kao što su *Macrocystis pyrifera*, *Ascophyllum nodosum*, *Eclonia maxima*, *Lessonia nigrescens*, *Durivella antarctica* i vrste roda *Laminaria*. Ovi polisaharidi pružaju mehaničku potporu, ali i fleksibilnost, što omogućuje prilagodbu stanica na promjene u količini vode te pospješuje hidrataciju kože. Imaju široku primjenu u kozmeceuticima poput maski za lice, gelova za tuširanje i losiona za tijelo zbog velikog kapaciteta zadržavanja vode i stabilizacijskih svojstava (Rinaudo, 2008).

2.2.5. Nezasićene masne kiseline

Morske alge *T. suecica*, *Porphyridum cruentum* i *Isochrysis galbana* bogate su nezasićenim masnim kiselinama. Smatra se da primjena masnih kiselina ima dobre terapeutske učinke na kožu, iako su daljna istraživanja potrebna kako bi se u potpunosti dokazala njihova djelotvornost. Nekoliko vrsta nezasićenih masnih kiselina pokazalo je učinak obnavljanja permeabilnih membrana i smanjenja isušivanja kože. Pojedine nezasićene masne kiseline kao što su linolna i arahidonska kiselina (vitamin F) su neophodne za rast, obnavljanje i zaštitu kože, a njihov nedostatak može dovesti do alopecije, ljuštenja epidermisa i ekcema (Servel i sur., 1993).

2.2.6. Metaboliti za zaštitu od UV zračenja

Pojedini morski organizmi prilagođeni staništima s izrazito jakim intezitetom sunčeve svjetlosti, a među njima i različite vrste alga i cijanobakterija, proizvode metabolite koji ih štite od negativnog utjecaja UV zračenja. Takvi spojevi su i specifične vrste aminokiselina (npr. MMAs; eng. mycosporine-like amino acids) koje predstavljaju skupinu od 20 različitih spojeva sa sposobnošću apsorpcije UV zračenja. Također, ovi spojevi mogu djelovati kao antioksidansi (Dunlap i Yamamoto, 1995), osmoprotektanti koji štite organizam od solnog stresa, isušivanja i visokih temperatura te predstavljati izvor pričuvnog dušika u stanici (Oren i Gunde-Cimerman, 2007). Ovakvi sekundarni metaboliti pronađeni su u velikom broju vrsta morskih alga. Jedna vrsta MMA pod nazivom porphyra-334 (Slika 5) izolirana je iz crvene alge *Porphyra rosengurttii*. U istraživanjima Conde i sur. (2000), pri izlaganju različitim tipovima zračenja, pokazala je veliku fotostabilnost bez stvaranja neželjenih radikala.



Slika 5. Strukturna formula aminokiseline porphyra-334 izolirane iz alge *Porphyra rosengurttii* (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013).

2.3. Ekstrakti alga u kozmetičkim proizvodima i kozmeceuticima

Pokazalo se da velik broj tvari prisutnih u algama predstavlja učinkovitu prirodnu alternativu za kemijske komponente koje pronalazimo u mnogim kozmetičkim proizvodima. Ekstrakti alga u kozmetičkoj industriji mogu se koristiti kao stabilizatori i emulgatori ili kao sastojci koji imaju terapeutsko djelovanje (Agatonovic-Kustrin i Morton, 2013). Kozmetički proizvod je definiran prema europskoj regulaciji kao „svaka tvar ili smjesa koja je namijenjena dodiru s vanjskim dijelovima ljudskog tijela (koža, kosa i vlasište, nokti, usnice i vanjski spolni organi) ili sa zubima i sluznicom usne šupljine isključivo ili prvenstveno radi njihova čišćenja, parfimiranja, i/ili zaštite i održavanja u dobrom stanju, mijenjanja njihova izgleda i/ili korekcije tjelesnih mirisa“ (Web 3). Pojam „kozmeceutici“ predstavlja hibridnu kategoriju proizvoda koji se prema svom djelovanju nalaze između lijekova i kozmetike te imaju terapeutski učinak, no ne moraju nužno pokazivati i biološku učinkovitost (Janječić, 2016). Najpoznatiji kozmeceutici uključuju tvari koje imaju ulogu zaštite kože od zračenja i oksidacijskog stresa.

Proizvodi za njegu kože u širokoj su upotrebi te se koriste u velikim količinama, stoga su različite kozmetičke tvrtke u stalnoj potrazi za inovativnim sastojcima koji će njihove proizvode izdvojiti od konkurencije. Ekstrakti alga najčešće se koriste kao sastojci kozmetičkih proizvoda namjenjenih za njegu kože lica, ruku ili cijeloga tijela. Kozmetika na bazi algalnih ekstrakata ima različite povoljne učinke na kožu: zateže, tonira, stimulira cirkulaciju i limfu, duboko pročišćava

te povećava hidrataciju i elastičnost kože. Smatra se da su uzrok tome sadržaj nutrijenata i antioksidativna svojstva koji omogućuju zadržavanje minerala u koži (Mohapatra i sur., 2013). Potrebna su dodatna istraživanja koja bi potkrijepila ove tvrdnje, s obzirom da su to većinom pretpostavke temeljene na općem znanju o korištenju prirodnih sastojaka. Postoji veliki broj vrsta alga koje se koriste u kozmetičkoj industriji, a njihova pozitivna svojstva i djelovanje se razlikuju (Tablica 1).

Tablica 1. Alge koje se najčešće koriste u kozmetičkim proizvodima (Goswami, 2015).

Alga	**Skupina**	**Svojstva**
Fucus vesiculosus	Smeđa alga	Usporava starenje kože, protuupalno djelovanje, nutritivno djelovanje, omekšava kožu, daje kosi sjaj, učvršćuje kožu, povećava elastičnost kože, zaglađuje kožu
Palmaria palmata	Crvena alga	Pročišćava, tonira, zaglađuje kožu, nutritivno djelovanje, anticelulitno djelovanje
Chondrus crispus	Crvena alga	Hidratizira, nutritivno djelovanje, zaglađuje kožu, protuupalno djelovanje
Macrocystis pyrifera	Smeđa alga	Protuupalno djelovanje, nutritivno djelovanje, povećava elastičnost kože, omekšava kožu, hidratizira
Laminaria japonica	Smeđa alga	Detoksikacijsko djelovanje, učvršćuje kožu, pročišćava kožu, anticelulitno djelovanje
Porphyra umbilicalis	Crvena alga	Stimulira rast kose, učvršćuje kosu, nutritivno djelovanje, hidratizira, zaštita od UV zračenja
Ulva lactuca	Zelena alga	Antioksidativno djelovanje, protuupalno djelovanje, povećava elastičnost kože, povećava sintezu kolagena, smanjuje bore, hidratizira
Postelisia palmaeformis	Smeđa alga	Omekšava kožu, smanjuje bore, hidratizira, protuupalno djelovanje, povećava sjaj kose
Spirulina maxima	Modrozelena alga	Usporava starenje kože, smanjuje bore, potiče sintezu kolagena, protuupalno djelovanje
Undaria pinnatifida	Smeđa alga	Antioksidativno djelovanje, smanjuje bore, hidratizira, zaglađuje kožu, smanjuje celulit, zaštita od UV zračenja

2.3.1. Aktivni sastojci u proizvodima za oblikovanje tijela

Veliki broj proizvoda za mršavljenje u svom sastavu sadrži ekstrakte alga, većinom smeđih makroalga roda *Fucus* i *Laminaria*. Navedene vrste se izdvajaju jer su osobito bogate jodom. Jod je uključen u metabolizam tiroidne žlijezde čiji hormoni potiču proces razlaganja lipida pospješujući prijenos masnih kiselina u mitohondrije. To se događa zbog povećane sinteze karnitin-palmitoil-transferaze (Couteau i Coiffard, 2016). Količina joda varira ovisno o vrsti alge i njenom staništu (Tablica 2).

Tablica 2. Sadržaj joda u pojedinim vrstama smeđih alga (Couteau i Coiffard, 2016).

Alga	**Udio joda (mg/kg)**
Codium fragile	154 ± 9
Ulva pertusa	12.9 ± 0.2
Monostroma nitidum	63.6 ± 2.5
Gracilaria conferoides	353 ± 24
Sargassum kjellmanianum	273 ± 6
Dictyopteris divaricata	28.8 ± 0.5
Laminaria japonica	3040 ± 32

Osim alga rodova *Fucus* i *Laminaria*, koje se već tradicionalno koriste u kozmetičkim proizvodima za oblikovanje tijela, koristi se i crvena alga *Jania rubens*. Iako mnoga njezina pozitivna svojstva nisu znanstveno dokazana, smatra se da ekstrakti ove alge imaju sposobnost razgradnje masnog tkiva, povećavaju sintezu kolagena te pospješuju zaglađivanje kože i uklanjanje celulita (Couteau i Coiffard, 2016).

Smeđa alga *Cystoseira baccata* je također poznata po svojoj primjeni u kozmetičkoj industriji. Na tržištu već više od 50 godina postoji linija proizvoda za uklanjanje celulita i masnih naslaga koji sadrže njezin ekstrakt u kombinaciji s ekstraktom *J. rubens* i kofeinom (Slika 6a). Kao i mnoge druge vrste alga, *C. baccata* ima sposobnost apsorpcije žive, kadmija i olova (Lodeiro i sur., 2006) te se njezin uzgoj, sastav i svojstva moraju pratiti kako primjena njezinih ekstrakata ne bi imala negativne posljedice na ljudsko zdravlje.

Slika 6 . Proizvodi s ekstraktima alga: a) anticelulitna krema (Web 4); b) proizvodi za čišćenje i njegu kože (Web 5); c) piling s dijatomejskom zemljom (Web 6); proizvodi za posvjetljivanje kože (Web 7).

2.3.2. Ekstrakti alga u proizvodima za njegu kože

Različite vrste alga koriste se u proizvodima za hidrataciju kože, a najčešće se upotrebljavaju vrste roda *Laminaria* i *Undaria* koje su bogate aminokiselinama, osobito serinom (Cardozo i sur., 2007). Vrsta *Blidingia minima* sadrži polisaharid koji ima hidratacijsko djelovanje i poboljšava stanje kože, a DNA ekstrahirana iz *U. pinnatifida*, *D. antarctica* i *A. nodosum* također se može koristiti u svrhu vlaženja kože i zadržavanja vode u stanicama (Couteau i Coiffard, 2016). Koncentracija molekula od interesa, u ovom slučaju polisaharida, varira ovisno o sezoni i mjestu uzgoja, a posebno se mora paziti na količinu neželjenih elemenata, posebice teških metala, u biomasi alga (Davis i sur., 2003).

Ekstrakti vrste *F. vesiculosus* koriste se u tretmanima problematične kože (Slika 6b) jer utječu na metabolizam masti i djeluju antioksidacijski te na taj način djeluju na smanjivanje upalnih procesa kod masne kože i kože sklone aknama, a ujedno imaju i hidratantni učinak (Web 8).

2.3.3. Ekstrakti alga u proizvodima za pomlađivanje kože - „anti-age“ proizvodi

Izlaganje suncu i UV zrakama te pušenje samo su neki od brojnih razloga zbog kojih dolazi do ubrzanog starenja kože. Stimulacija sinteze kolagena najčešći je mehanizam koji se koristi u „anti-age“ proizvodima. Na tržištu postoje proizvodi koji sadrže lipofilni ekstrakt smeđe alge *Alaria esculenta*, a djeluju upravo na principu sinteze kolagena (Verdy i sur., 2011). Također je dostupna i kombinacija ekstrakata dviju alga, *Meristotheca dakarensis* i *J. rubens* sa sposobnošću rekonstrukcije epidermisa stimuliranjem sinteze keratina, glikozaminoglikana i kolagena tipa I i III (Couteau i Coiffard, 2016). Smatra se također da askorbinska kiselina, kojom pojedine vrste obiluju, ima sposobnost stimuliranja sinteze prokolagena tipa I i II te da na taj način prirodnim putem pruža antioksidacijsku zaštitu (Tajima i Pinnel, 1996).

Ekstrakt smeđe alge *M. pyrifera* djeluje tako da stimulira sintezu hijaluronske kiseline koja je dio ekstracelularnog matriksa kože i ima ulogu zaglađivanja kože, a postiže maksimalnu učinkovitost tek ulaskom u dermis (Price i sur., 2007).

Među „anti-age“ proizvodima se mogu pronaći i oni koji sadrže ekstrakt zelene makroalge *Caulerpa lentillifera*, poznate po velikom udjelu polifenola, vitamina i minerala (Matanjun i sur., 2010), čije pozitivno djelovanje na kožu još uvijek nije potkrijepljeno znanstvenim istraživanjima.

Ekstrakti smeđe morske makroalge *F. vesiculosus* se zbog velikog sadržaja hidratizirajućih šećera, polifenola te mikroelemenata i minerala, posebice joda, željeza i kalcija, koriste u brojnim proizvodima za njegu kože. Svojim djelovanjem povećavaju elastičnost kože te potiču mikrocirkulaciju. Fujimura i sur. (2001) su istraživali učinak primjene gela s 1%-tnim ekstraktom alge *F. vesiculosus.* Rezultati su pokazali značajno poboljšanje elastičnosti kože, što upućuje na to da ova alga posjeduje „anti-age“ svojstva. Ovakvo djelovanje povezano je s poticanjem kontrakcije fibroblasta povezanih s kolagenom i povećanom ekspresijom molekula integrina.

2.3.4. Ekstrakti alga u proizvodima za zaštitu od UV zračenja

Sastojci od interesa za zaštitu od štetnog UV zračenja su već spomenute MMAs, specifične aminokiseline koje se mogu pronaći u različitim vrstama morskih alga. Proizvodi koji sadrže ekstrakt vrste *Porphyra umbilicalis* nalaze se na kozmetičkom tržištu upravo zbog velikog udjela MMA. Trenutno se istražuje zaštitni potencijal ekstrakata vrsta *Palmaria palmata* i *Dolieria chordalis* (Carreto i Carignan, 2011) te brojnih drugih alga koje bi mogle koristiti u ovu svrhu.

2.3.5. Proizvodi s dijatomejskom zemljom

Dijatomeje predstavljaju skupinu jednostaničnih (često kolonijalnih) alga kremenjašica (Bacillariophyceae) koje nalazimo u svim tipovima vodenih ekosustava. Taloženjem njihovih skeletnih ostataka (frustula) nastaju silikatne sedimentne stijene dijatomejske zemlje. Dijatomejska zemlja sastoji se od 90% silikata, dok ostatak većinom čine aluminijev i željezov oksid (Web 9). Silikati se nalaze u velikom broju kozmetičkih proizvoda čija je cijena vrlo visoka, stoga dijatomejska zemlja predstavlja odličnu prirodnu, jeftiniju alternativu. Dijatomejska zemlja se u kozmetici koristi kao vanjsko abrazivno sredstvo. Može se pronaći u zubnim pastama gdje ima učinak poliranja ili kao sastojak za uklanjanje mrtvih stanica kože u različitim proizvodima za piling kože lica ili tijela (Slika 6c) te u proizvodima kao što su soli za kupke (Web 10).

2.3.6. Ekstrakti alga u proizvodima za posvjetljivanje kože i ujednačavanje tena

Ova vrsta proizvoda koristi se za ublažavanje poremećaja pigmentacije kože. Izlaganje suncu povećava sintezu tirozinaze i melanosoma. Tirozinaza katalizira reakcije sinteze melanina pa se ovakvi proizvodi formuliraju koristeći inhibitore tirozinaze kao što su kojična kiselina i arbutin (Noh i sur., 2009). Istraživanja Thomasa i Kima (2013) pokazala su da ekstrakt fukoksantina iz *L. japonica* djeluje kao inhibitor tirozinaze te ima antioksidacijsko djelovanje. Ekstrakt alge *Dictyopteris membranacea* je aktivni sastojak linije proizvoda koji se koriste za posvjetljivanje tamnih mrlja na koži (Slika 6d). Još se veliki broj vrsta alga koristi u ovu svrhu, a neke od njih su: *Endarachne binghamiae*, *Schizymenia dubyi*, *Ecklonia cava*, *Sargassum*

siliquastrum, *Ascophyllum nodosum*, *Halidrys siliquosa* i *Undaria pinnatifida* (Couteau i Coiffard, 2016).

3. ZAKLJUČAK

Kozmetička industrija u stalnoj je potrazi za novim sastojcima proizvoda zbog konkurencije i potrebe zamjene sintetičkih sastojaka prirodnim tvarima koje su dostupnije, jefinije i lakše za obradu. Alge su bogate bioaktivnim tvarima (terpenodi, tokoferoli, fenolni spojevi, polisaharidi, nezasićene masne kiseline, specifične aminokiseline i dr.) koje mogu koristiti kao funkcionalni sastojci te se njihovi ekstrakti sve češće nalaze u sastavu različitih kozmeceutičkih i kozmetičkih proizvoda. Koriste se u proizvodima za oblikovanje tijela, pripravcima za pomlađivanje kože, losionima i kremama za zaštitu od UV zračenja, gelovima za čišćenje i piling kože te u sredstvima za posvjetljivanje i ujednačavanje tena. Prema dosadašnjim istraživanjima i praksi, alge su važan dio kozmetičke industrije, a njihov udio u proizvodima i primjena će se zasigurno povećavati. Međutim, potrebna su daljnja istraživanja koja će konkretno dokazati i potvrditi njihovu djelotvornost.

4. LITERATURA

Agatonovic-Kustrin S, Morton DW. 2013. Cosmeceuticals Derived from Bioactive Substances Found in Marine Algae. *Oceanography* 1:106.

Cannell RJ. 1990. Algal biotechnology. *Appl Biochem Biotechnol* 26: 85-105.

Cardozo KHM, Guaratini T, Barros MP, Falcão VR, Tonon AP, Lopes NP, Campos S, Torres MA, Souza AO, Colepicolo P, Pinto E. 2007. Metabolites from algae with economical impact. *Comp Biochem Physiol* 146: 60-78.

Chen YW, Tu CJ, Wu HT. 2004. Growth-inhibitory effects of the red alga *Gelidium amansii* on cultured cells. *Biol Pharm Bull* 27: 180-184.

Conde FR, Churio MS, Previtali CM. 2000. The photoprotector mechanism of mycosporine-like amino acids. Excited-state properties and photostability of porphyra-334 in aqueous solution. *J Photochem Photobiol B* 56: 139-144.

Couteau C, Coiddard L. 2016. *Seaweed Application in Cosmetics.* U: Fleurence, J, Levine, I (Ur). Seaweed in health and disease prevention. Academic Press, San Diego, USA.

Davis TA, Volesky B, Mucci A. 2003. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. *Water Res* 37: 4311-4330.

Dunlap WC, Yamamoto Y. 1995. Small-molecule antioxidants in marine organisms: antioxidant activity of mycosporine-glycine. *Comp Biochem Physiol* 112: 105-114.

Fitton JH, Irhimeh M, Falk N. 2007. Macroalgal Fucoidan Extracts: A new opportunity for marine cosmetics. *Cosmetics & Toiletries* 122: 55-64.

Fujimura T, Tsukahara K, Moriwaki S, Kitahara T, Sano T, Takema Y. 2001. Treatment of human skin with an extract of *Fucus vesiculosus* changes its thickness and mechanical properties. *J Cosmet Sci* 53: 1-9.

Goswami G. 2015. Diverse apllications of algae. *Int J Adv Res Sci Eng Technol* 4: 1102-1109.

Hallmann A. 2015. Algae biotechnology – green cell-factories on the rise. *Curr Biotechnol* 4: 389-415.

Hamid AA, Aiyelaagbe O, Usman LA, Ameen OM, Lawal A. 2010. Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications. *Afr J Pure Appl Chem* 4: 142-151.

Janječić K. 2016. Peptidni kozmeceutici. Diplomski rad. Zagreb : Farmaceutsko-biokemijski fakultet.

Kim SK, Ravichandran D, Khan SB, Kim YT. 2008. Prospective of the cosmeceuticals derived from marine organisms. *Biotechnol Bioprocess Eng* 13: 511-523.

Lee S, Lee YS, Jung SH, Kang SS, Shin KH. 2003. Anti-oxidant activities of fucosterol from the marine algae *Pelvetia siliquosa*. *Arch Pharm Res* 26: 719-722.

Lee RE. 2008. *Phycology*. Cambridge University Press, New York

Lodeiro P, Barriada JL, Herrero R, Sastre de Vicente ME. 2006. The marine macroalga *Cystoseira baccata* as biosorbent for cadmium(II) and lead(II) removal: Kinetic and equilibrium studies. *Environ Pollut* 142: 264-273.

Matanjun P, Mohamed S, Muhammad K, Mustapha NM. 2010. Comparison of cardiovascular protective effects of tropical seaweed, *Kappaphycus alvarezii*, *Caulerpa lentillifera*, and *Sargassum polycystum*, on high-cholesterol/high-fat diets in rats. *J Med Food* 13: 792-800.

Mohapatra L, Pati P, Panigrahy R, Bhattamisra SK. 2013. Therapeutic health booster: seaweeds against several maladies. *Indian J Mar Sci* 42: 538-546.

Noh JM, Kwak SY, Seo HS, Seo JH, Kim BG, Lee YS. 2009. Kojic acid-amino acid conjugates as tyrosinase inhibitors. *Bioorg Med Chem Lett* 19: 5586-5589.

Oren A, Gunde-Cimerman N. 2007. Mycosporines and mycosporine-like amino acids: UV protectans or multipurpose secondardary metabolites?. *FEMS Microbiol Lett* 269: 1-10.

Price RD, Berry MG, Navsaria HA. 2007. Hyaluronic acid: the scientific and clinical evidence. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 60: 1110-1119.

Rinaudo M. 2008. Main properties and current applications of some polysaccharides as biomaterials. *J Polym Sci* 57: 397-430.

Schubert N, Garcia-Mendoza E. 2006. Carotenoid composition of marine red algae. *J Phycol* 42: 1208-1216.

Servel MO, Claire C, Derrien A, Coiffard L, De Roeck-Holtzhauer Y. 1993. Fatty acid composition of some marine microalgae. *Phytochemistry* 36: 691-693.

Tajima S, Pinnell SR. 1996. Ascorbic acid preferentially enchances type I and III collagen gene transcription in human skin fibroblasts. *J Dermatol Sci* 11: 250-253.

Web izvori

1. http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=1687
   Preuzeto 23.07.2017.
2. http://dev.nsta.org/evwebs/2126R/typesofalgae.html
   Preuzeto 23.07.2017.
3. https://zdravlje.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug-1297/sanitarna-inspekcija/predmeti-opce-uporabe-i-zastita-od-buke/kozmeticki-proizvodi-1832/1832
   Preuzeto 24.07.2017.
4. https://www.cocooncenter.co.uk/somatoline-cosmetic-50-plus-slimming-treatment-250ml/22806.html
   Preuzeto 25.07.2017.
5. https://www.thebodyshop.in/brands/seaweed/bid-40829.aspx
   Preuzeto 12.09.2017
6. https://www-laroche-posay.co.uk/ultra-fine-scrub
   Preuzeto 6.9.2017.
7. http://www.firstluxemag.com/algoblanc-cx-le-pouvoir-anti-taches-des-algues/
   Preuzeto 25.07.2017.
8. http://www.naobay.com/en/ingrediente/fucus-extract/
   Preuzeto 12.09.2017.
9. https://glossary.periodni.com/glosar.php?hr=dijatomejska+zemlja
   Preuzeto 6.9.2017.
10. https://www.diatomaceousearth.com/diatomaceous-earth-human/
    Preuzeto 6.9.2017.