

Alge u biokozmetici

Zrnić, Benedeta

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:204522>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-07**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

Benedeta Zrnić

Alge u biokozmetici

Završni rad

Zagreb, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. HIDRATACIJA KOŽE	2
3. STARENJE KOŽE	4
4. ZAŠTITA OD SUNCA	6
5. LITERATURA	7
6. SAŽETAK	9
7. SUMMARY	9
8. ZAKLJUČAK	10

1. UVOD

Alge su fotosintetski organizmi sa složenom taksonomijom (J. H. Kim i sur., 2018). Identificirano je preko 20 000 vrsta algi koje se mogu podijeliti na više načina. Jedna od čestih podjela je ona na temelju veličine na makroalge i mikroalge. Morske makroalge se dalje često dijele na temelju pigmenata koje sadrže na Phaeophyceae - smeđe alge, Chlorophyta- zelene alge i Rhodophyta - crvene alge. Alge sadrže mnoge primarne metabolite poput masnih kiselina, polisaharida, vitamina i esencijalnih masnih kiselina (Hentati i sur., 2020). Ovaj rad posvetit će se ponajviše sekundarnim metabolitima iz algi kao što su fukoksantin, fukoidin, sulfirani polisaharidi, polifenol, fukoesterol koji su pokazali protuupalno, antioksidativno, antibakterijsko, anti-aging (engl. Protiv starenja) djelovanje te njihovoj potencijalnoj primjeni u biokozmetici (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Korištenje algi u biokozmetičke svrhe seže daleko u povijest (Colantonio i Rivers, 2017) kada su mnoge kulture koristile pripravke na bazi algi za razne kožne tegobe, npr. Atopikalni dermatitis. Ova tradicija nastavlja se i danas kada sve više kozmetičkih pripravaka u svom sastavu sadrži spojeve dobivene iz algi bilo kao aktivni sastojak ili za formulaciju željene teksture proizvoda. Morske alge su obilan izvor bioaktivnih spojeva s industrijskom primjenom. Zabilježeno je prisustvo aktivnih tvari primjenjivih u kozmetičke svrhe u 50 smeđih algi (Phaeophyta), 35 crvenih algi (Rhodophyta), 18 zelenih algi (Chlorophyta) te 19 mikroalgi. Među aktivnim tvarima pronađenim u smeđim algama su florotanini, inače fenolni spojevi u čija se djelovanja ubraja antioksidativno, protuupalno, antimelanogeno i anti-aging djelovanje. Fukoidin je sulfirani polisaharid također iz smeđih algi koji pokazuje protuupalno i antimelanogeno djelovanje. Karotenoid fukoksantin koji se može izolirati iz ne samo smeđih već i crvenih, zelenih i raznih mikroalgi također posjeduje djelovanja opisana za prethodno dvije spomenute tvari (Hentati i sur., 2020). Mikosporinske aminokiseline MAAs (engl. Mycosporine-like amino acids) su sekundarni metaboliti crvenih i zelenih algi te se zbog svog aktivnog djelovanja također mogu pronaći u kozmetičkim pripravcima ponajviše zbog njihove sposobnosti upijanja UV zračenja (de la Coba i sur., 2009). Porast upotrebe morskih algi u kozmetičke svrhe se među ostalim može pripisati sigurnošću sastojaka dobivenih iz algi budući da imaju zanemarivu citotoksičnost u ljudi.

2. HIDRATACIJA KOŽE

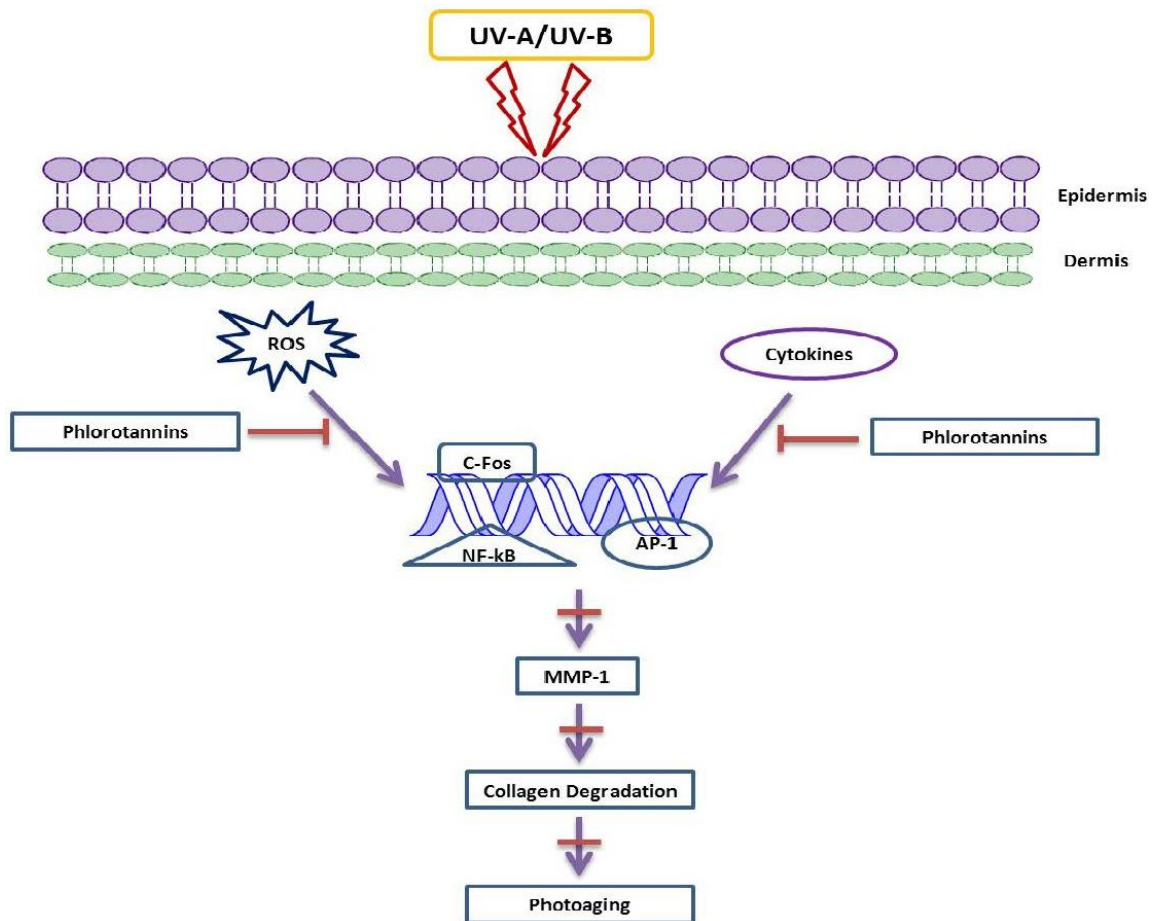
Bitan čimbenik u homeostazi kože je odgovarajuća hidratacija potrebna za njene fiziološke procese. Transepidermalni gubitak vode (engl. Transepidermal water loss TEWL) je pojava u kojoj organizam gubi vodu kroz epidermis u atmosferu procesima difuzije (Mathias i sur., 1981). Primarni uzročnik isušivanja kože je prekomjeren TEWL, a do odstupanja od normalne stope ponajviše dolazi zbog ozljeda i infekcija. Rožnati sloj (lat. Stratum corneum) je krajnji sloj epidermisa sačinjen od keratinocita, slojeva mrtvih stanica bez jezgre i staničnih organela koji obavlja zaštitnu funkciju. Keratinociti u svojoj citoplazmi sadrže filamentozni keratin, a same stanice su uklopljene u lipidnom matriksu sačinjenog od ceramida, kolesterola i masnih kiselina (Grando i sur., 1993). Glicerin je također tvar koja se prirodno nalazi u rožnatom sloju te je ondje zbog metabolizma masti u žlijezdama lojnicama kao i zbog sistemske cirkulacije. Glicerin se kreće kroz epidermis pomoću specifičnih akvaporina, kao na primjer akvaporin 3 koji je poprilično zastupljen u epidermisu te njegovu ekspresiju potiču razne molekule među kojima je i retinoična kiselina (Couteau i Coiffard, 2020). Kada koža nije pravilno hidratizirana podložnija je raznim patološkim stanjima. Tretiranje suhe i dehidrirane kože se najčešće svodi na dvije strategije koje imitiraju mehanizme kojima se koža prirodno protivi isušivanju. Upotreba spojeva koji stvaraju zaštitni sloj na koži koji sprječava gubitak vode iz kože na bazi ulja, voskova, masti i silikona, dok je drugi korak osiguravanje primjerene količine vode u rožnatom sloju pomoću humektanta (Couteau i Coiffard, 2020). To su spojevi s higroskopskim djelovanjem koji povećavaju sposobnost rožnatog sloja da zadrži vlagu koja se nalazi u zraku kao i za prenošenje vode iz dubljih slojeva kože na površinu. Jedan od takvih spojeva je hijaluronska kiselina. Primjer potencijalne upotrebe alge u hidratantne svrhe su polisaharidi izolirani iz smeđe alge *Saccharina japonica* koji su pokazali bolje humektatnsko djelovanje od hijaluronske kiseline (J. H. Kim i sur., 2018). Topikalno nanošenje spojeva koji sadrže lipide čest je način smanjivanja gubitka vode iz kože. Transepidermalni gubitak vode (engl. Transepidermal water loss, TEWL) se obično kontrolira upotrebom omega 6 polinezasićenih masnih kiselina poput linolne i linoleične kiseline (Hentati i sur., 2020). U proizvodima se koriste emulzije ulja i vode kako bi ti okluzivni spojevi spriječili gubitak vode iz kože. Mikroalga iz roda *Nannochloropsis* sadrži veliku koncentraciju linoleične kiseline zbog čega ima potencijal za upotrebu u proizvodima koji smanjuju transepidermalni gubitak vode formiranjem okluzivno lipidnog omotača na koži (Guillerme i sur., 2017). Neki od spojeva dobivenih iz morskih algi s hidratantnim svojstvima su polisaharidi, masne kiseline poput soforolipida, rhamnolipidi i MELs (engl. Mannosylerythritol lipids) te proteini. Polisaharidi

koji se nalaze u algama poput alginata, agara, karagenana i fukoidina mogu pomoći u regulaciji distribucije vode u koži (Guillerme i sur., 2017). Navedeni polisaharidi zastupaju veliku količinu biomase dobivene iz algi, mogu se koristiti kao zamjena za neke od sastojaka koji su trenutno u upotrebi poput acetinlog alkohola i drugih sastojaka na bazi silikona. Također nisu toksični za ljudsku uporabu. Za tu svrhu također može poslužiti alga *Undaria pinnatifida* i alge roda *Thalassiosira* zbog serina kojim su bogate (Guillerme i sur., 2017). Istraživanja su pokazala da polisaharidi iz algi poput *Saccharina japonica*, *Chondrus crispus* i *Codium tomentosum* pomažu u apsorpciji vode u kožu (Joshi i sur., 2018). Vrsta *Cladophora glomerata* je filamentozna zelena mikroalga koja sadrži zasićene (palmitinska kiselina C16:0) i nezasićene masne kiseline (C16:1 (n-7) i C18:1(n-3)) zajedno sa sulfiranim polisaharidima koje štite kožu od isušivanja (Couteau i Coiffard, 2020). Soforolipidi, ramnolipidi i MELs dobiveni iz morskih algi se istražuju kao biosurfaktanti zbog sposobnosti emulgiranja i pjenjenja što može pomoći u otapanju hidrofobnih sastojaka i na taj način pomoći prijenosu sastojaka kroz kožu (Guillerme i sur., 2017).

3. STARENJE KOŽE

Starenje kože događa se kao kombinacija intrinzičnih i ekstrinzičnih čimbenika. Rezultat je suha i krhka, naborana koža s proširenim porama. Neki od intrinzičnih faktora su genetika te fiziološka stanja u kojoj se osoba nalazi, dok su neki od ekstrinzičnih faktora okolno zagađenje, UV zračenje te patogeni (Krutmann, 2003). Starenje kože prirodna je pojava potaknuta progerinom, proteinom zaslužnim za staničnu senescenciju u ljudskim fibroblastima (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Kolagen je najzastupljeniji protein u ljudskom tijelu te je sastavni dio potpornog sustava te je zadužen sa strukturalni integritet i stabilnost tih tkiva. Boranje kože može se pripisati manjku proteina kolagena tipa 1, kojega degradiraju gelatinaze MMP-2 i MMP-9 (engl. MMPs – matrix metalloproteinase) (J. A. Kim i sur., 2013). Boranje kože obično se pojavljuje pod utjecajem reaktivnih kisikovih vrsta (engl. ROS – reactive oxygen species) koji uzrokuju oksidativni stres. U tom slučaju stimuliraju se mitogenom aktivirane proteinske kinaze koje fosforiliraju transkripcijski faktor aktivacijskog proteina 1 (engl. AP-1- activator protein 1). Ovaj proces povećava koncentraciju matriks metaloproteinaza koje degradiraju kolagen u koži (Thomas i Kim, 2013). MMP proizvode keratinociti, makrofagi, fibroblasti, neutrofil i mastociti. Djeluje kao intersticijska kolagenaza degradirajući tip 1, tip 2, i tip 3 kolagena i kao gelatinaza degradirajući tip 4 i tip 5 kolagena. Također djeluje kao enzim stromelizin degradirajući proteoglikane, laminin i fibronektin (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Tako izlaganje UV zračenju koje povećava koncentraciju reaktivnih metabolita kisika stimulira enzime poput MMP-2 i MMP-9 koji uzrokuju oštećenja kože. Potvrda tomu je razlika u koncentraciji spomenutih enzima između osoba čija se koža oštetila isključivo starenjem i onima kod kojih se radi o oštećenjima izazvanih izlaganjem UV zračenju (Thomas i Kim, 2013). U *in vitro* studijama na stanicama ljudskog dermalnog fibroblasta ekstrakt metanola morske alge *Corallina pilulifera* otkriveno je njegovo preventivno djelovanje na oksidativni stres uzrokovan UV zračenjem te ekspresiju MMP-2 i MMP-9. Ovo istraživanje sugerira poveznicu fenolnih spojeva poput onih koji se nalaze u algama s potencijalnom inhibicijom MMP-a (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Neregulirana ekspresija MMP-a na prethodno spomenut način uzrokuje fotostarenje kože koje je moguće prevenirati. Reaktivni metaboliti kisika višestruko štete organizmu primjerice u metaboličkim poremećajima pogotovo kroničnim upalama gdje proupalni citokini pokreću MMP-ove koji degradiraju ekstracelularni matriks i uzrokuju upalne procese (Thomas i Kim, 2013). Istraživanja na algi *Pyropia yezoensis* su pokazala da njen peptid PYP1-5 stimuliraju sintezu kolagena i elastina te da smanjuje ekspresiju MMP-1 proteina što se može primijeniti na anti-aging u kozmetici (Thiyagarasaiyar i sur.,

2020). Florotanini diekol i ekol iz alge *Ecklonia stolonifera* u laboratorijskim su uvjetima na ljudskim dermalnim fibroblastima pokazali inhibicijsko djelovanje na ekspresiju MMP-1 ometajući ekspresiju AP-1 te potičući sintezu kolagena, inhibiciju ROS-a i blokirajući citokine te na taj način usporavajući starenje kože (Thomas i Kim, 2013)(Slika1).



Slika 1. Mehanizam protuupalnog djelovanja florotanina (Thomas i Kim, 2013)

4. ZAŠTITA OD SUNCA

Prekomjerno izlaganje suncu, a time i UV zračenju izaziva mnoge neželjene posljedice unutar stanica kao što je oštećenje DNK, crvenilo i upaljenost na površini kože, prijevremeno starenje te rak kože. UV zračenje sastoji se ponajviše od tri dijela UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm), UVC (100-280 nm) (Lyons i O'Brien, n.d.). UVA može prodrijeti kroz površinski sloj kože epidermis, u dublji sloj kože dermis gdje povećava količinu reaktivnih kisikovih vrsta (ROS) što indirektno potiče DNK mutagenozu što se očituje u vizualno starijoj i naboranijoj koži. UVA djeluje kao kancerogen skraćujući telomere kromosoma umanjujući sposobnost stvaranja melanina što ostavlja kožu crvenom, tamnijom te s pjegama (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). UVB prodire u prvi sloj kože, epidermis, gdje oštećuje DNK u stanicama i potiče nastanak raka. UVC ne predstavlja veliku opasnost budući da ozonski omotač adsorbira većinu tog zračenja (Lyons i O'Brien, n.d.). Reaktivne kisikove vrste su tvari koje štete organizmu na staničnoj razini. To su vodikov peroksid, hidroksilni radikal (OH⁻), singletni kisik i superoksidi. Ovi spojevi uzrokuju apoptozu, odnosno programiranu staničnu smrt te igraju veliku ulogu u starenju kože što može dovesti do upalnih poremećaja i raka (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Antioksidansi su od velike važnosti u homeostazi. Prisustvo antioksidativnih enzima poput katalaze, superoksid dismutaze, glutation reduktaze glutation peroksidaze i tioredoksin oksidaze u koži pruža zaštitu od oksidativnog stresa uzrokovanog UV zračenjem štiteći membranske lipide, DNK i proteine koji bi u suprotnom bili oštećeni (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Alge *Dunaliella salina* i *Spirulina platensis* prirodno sadrže antioksidanse primjerice karotenoide koji štite kožu od štetnih posljedica UV zračenja (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Kao što je ranije spomenuto u poglavlju o starenju kože ekstrakt metanola iz alge *Corallina pilulifera* smanjuje oksidativni stres i ekspresiju gelatinaze (Thomas i Kim, 2013). To je moguće zbog florotanina, fenolnog spoja koji se ponaša kao MMP inhibitor. Jednostanične crvene alge roda *Porphyridium* su bogate sulfiranim polisaharidima koji sprečavaju formaciju reaktivnih kisikovih vrsta te inhibiraju lipidnu peroksidaciju, a time i oksidativna oštećenja (Guillerme i sur., 2017). Sekundarni metaboliti smeđih algi *Macrocystis pyrifera* i *Turbinaria conoides* kao što su florotanini, laminarin, fukoidini te alginat, pokazuju antioksidativno djelovanje te sprječavaju prijevremeno starenje kože (Thiyagarasaiyar i sur., 2020). Crvena alga *Porphyra umnilicalis* te mikroalga *Chlorella sp.* sadrže MAAs pigment s mogućnošću upijanja UV zračenja (Joshi i sur., 2018).

5. LITERATURA

- Colantonio, S., & Rivers, J. K. (2017). Botanicals with dermatologic properties derived from first nations healing: Part 2—plants and algae. In *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery* (Vol. 21, Issue 4, pp. 299–307). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/1203475416683390>
- Couteau, C., & Coiffard, L. (2020). Phycocosmetics and other marine cosmetics, specific cosmetics formulated using marine resources. In *Marine Drugs* (Vol. 18, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/md18060322>
- de la Coba, F., Aguilera, J., de Gálvez, M. V., Álvarez, M., Gallego, E., Figueroa, F. L., & Herrera, E. (2009). Prevention of the ultraviolet effects on clinical and histopathological changes, as well as the heat shock protein-70 expression in mouse skin by topical application of algal UV-absorbing compounds. *Journal of Dermatological Science*, 55(3), 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2009.06.004>
- Grando, S. A., Kist, D. A., Qi, M., & Dahl, M. V. (1993). Human keratinocytes synthesize, secrete, and degrade acetylcholine. *Journal of Investigative Dermatology*, 101(1), 32–36. <https://doi.org/10.1111/1523-1747.ep12358588>
- Guillerme, J. B., Couteau, C., & Coiffard, L. (2017). Applications for marine resources in cosmetics. In *Cosmetics* (Vol. 4, Issue 3). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/cosmetics4030035>
- Hentati, F., Tounsi, L., Djomdi, D., Pierre, G., Delattre, C., Ursu, A. V., Fendri, I., Abdelkafi, S., & Michaud, P. (2020). Bioactive polysaccharides from seaweeds. In *Molecules* (Vol. 25, Issue 14). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/molecules25143152>
- Joshi, S., Kumari, R., Upasani, V. N., & Student, B. S. (2018). Engineering and Technology (A High Impact Factor). *International Journal of Innovative Research in Science*, 7(2). <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2018.0702038>
- Kim, J. A., Ahn, B. N., Kong, C. S., & Kim, S. K. (2013). The chromene sargachromanol e inhibits ultraviolet A-induced ageing of skin in human dermal fibroblasts. *British Journal of Dermatology*, 168(5), 968–976. <https://doi.org/10.1111/bjd.12187>
- Kim, J. H., Lee, J. E., Kim, K. H., & Kang, N. J. (2018). Beneficial effects of marine algae-derived carbohydrates for skin health. In *Marine Drugs* (Vol. 16, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/md16110459>
- Krutmann, J. (2003). Skin aging. *Hautarzt*, 54(9), 803–803. <https://doi.org/10.1007/s00105-003-0610-6>
- Lyons, N. M., & O'brien, N. M. (n.d.). *Modulatory effects of an algal extract containing astaxanthin on UVA-irradiated cells in culture*. www.elsevier.com/locate/dermsci
- Mathias, C. G. T., Wilson, D. M., & Maibacj, H. I. (1981). Transepidermal water loss as a function of skin surface temperature. *Journal of Investigative Dermatology*, 77(2), 219–220. <https://doi.org/10.1111/1523-1747.ep12479939>
- Thiyagarasaiyar, K., Goh, B. H., Jeon, Y. J., & Yow, Y. Y. (2020). Algae metabolites in cosmeceutical: An overview of current applications and challenges. In *Marine Drugs* (Vol.

18, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/md18060323>

Thomas, N. V., & Kim, S. K. (2013). Beneficial effects of marine algal compounds in cosmeceuticals. In *Marine Drugs* (Vol. 11, Issue 1, pp. 146–164). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/md11010146>

6. SAŽETAK

Alge imaju velik potencija za primjenu u biokozmetici. Proizvodi formulirani s ekstraktom algi mogu pomoći s hidratacijom kože zbog svojih polisaharida koji imaju humektantno djelovanje te masnih kiselina koje smanjuju transepidermalni gubitak vode okluzivnim djelovanjem. Povezano je preventivno djelovanje na oksidativni stres uzrokovan UV zračenjem i korištenje ekstrakta metanola iz morskih algi što se može prevesti na proizvode za zaštitu od štetnog utjecaja sunca odnosno njegov utjecaj na vidljive znakove prijevremenog starenja. Peptidi i florotanini iz algi se također može koristiti u antiaging svrhe zbog stimuliranja sinteze kolagena i elastina. Karotenoidi su samo neki od spojeva iz algi koji su pokazali antioksidativno djelovanje koje je iznimno povoljno za zdravlje kože. Sve prethodno spomenuto ohrabruje nastavak istraživanja na koje se sve načine alge mogu ukomponirati u ljudsku upotrebu naravno obraćajući pozornost na istraživanje mehanizma djelovanja kao i na sigurnost i etičnost korištenja prirodnih sastojaka.

7. SUMMARY

The potential for use of algae in biocosmetics is vast. Products formulated with algae extract can help hydrate the skin. This is made possible by the polysaccharides which act as humectants. Fatty acids reduce transepidermal water loss by providing an occlusive barrier to the skin. A link between the prevention of oxidative stress caused by UV radiation and the use of methanol extract from seaweed has been established. This is could be applied in products whose aim is protection against the harmful effects of the sun as well as its effect on visible signs of premature aging. Peptides and phlorotannins from algae can be used for antiaging purposes since they stimulate collagen and elastin synthesis. Carotenoids are just some of the algae compounds that have shown antioxidant activity which is extremely beneficial to skin health. All of the above encourages that the research on ways algae can be incorporated into human use continues, of course paying attention to the mechanism of action as well as safety and ethics of using natural ingredients.

8. ZAKLJUČAK

Alge obitavaju na raznim staništima te ih karakterizira njihova raznolikost i obilnost u biomasi. Mnogi spojevi koji su pronađeni u njihovim stanicama su pokazali veliki potencijal da ljudsku upotrebu. Širok spektar bioaktivnih spojeva kao što su pigmenti, polisaharidi, fenolni spojevi lipidi i aminokiseline se mogu izolirati iz algi i koristiti u biokozmetičke svrhe zbog antioksidativnog, protuupalnog i anti-aging djelovanja. Kozmetička industrije je samo jedna od mnogih potencijalnih primjena algi. Danas se alge među ostalim koriste i u prehrambenoj, farmaceutskoj industriji kao i za proizvodnju biogoriva i gnojiva. Važno je za napomenuti da točan mehanizam djelovanja za mnoge spojeve iz algi na čovjeka nije još u potpunosti poznat te da su daljnja istraživanja nužna ne samo za formulaciju što učinkovitijih kozmetičkih preparata već i sigurnijih i održivih proizvoda na tržištu.