Upotreba morskih vrsta algi

Nemec, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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:181:072219

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Odjel za biologiju

Preddiplomski studij biologije

Petra Nemec

UPOTREBA MORSKIH VRSTA ALGI

Završni rad

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Melita Mihaljević

Osijek, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Odjel za biologiju
Preddiplomski sveučilišni studij Biologija; smjer: znanstveni
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

Upotreba morskih vrsta algi

Petra Nemec

Rad je izrađen: na Zavodu za ekologiju voda, Odjela za biologiju, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: izv. prof. dr. sc. Melita Mihaljević

Sažetak: Alge su široka skupina uglavnom vodenih fotosintetskih organizama koje s obzirom na dimenziju talusa postoje kao makroalge te planktonske mikroalge i široko su rasprostranjene u vodenim ekosustavima. Biomasa morskih vrsta algi predstavlja vrijednu sirovinu za cijelokupno čovječanstvo.
Imaju veliku prehrambenu korist, tradicionalno se koriste kao hrana na Dalekom Istoku, a sve više i u drugim zemljama, gdje se većinom crvene (Rhodophyceae) i smeđe (Phaeophyceae) alge mogu naći u obliku ekstrakata (agara, alginata i karagenana) u gotovim proizvodima. Njihovo bogatstvo različitim organskim molekulama ima pogodan učinak na zdravlje i omogućuje da se koriste u obliku suplemenata, te alternativno za liječenje mnogih bolesti. Omekšavaju, umiriju kožu, a djeluju i antioksidativno stoga su dio mnogih kozmetičkih proizvoda za kožu i kosu. Sadrže za tlo i biljke važne elemente pa se od njihovih ekstrakata proizvodi i biognojivo, a algino brašno se koristi u prehrani stoke. Ovi organizmi imaju sve veći potencijal u proizvodnji biogoriva u nadi da će zamijeniti fosilna goriva, no to je još uvijek izazov budućnosti. Nadalje, njihova sposobnost akumuliranja toksičnih tvari i mogućnost upotrebe u pročišćavanju voda još uvijek je u fazi istraživanja.

Broj stranica: 19
Broj slika: 27
Broj tablica: 1
Broj literaturnih navoda: 37
Jezik izvornika: hrvatski
Ključne riječi: mikroalge, makroalge, biomasa, hrana, ekstrakti, zdravlje, biognojivo, biogorivo, pročišćivači

Rad je pohranjen: knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor's thesis

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Department of Biology
Undergraduate university study programme in Biology
Scientificarea: Natural science
Scientificfield: Biology

Uses of marine species of algae

Petra Nemec

Thesis performed at: Subdepartment of Water Ecology, Department of Biology

Supervisor: Melita Mihaljević, PhD, Associate Professor

Short abstract: Algae are broad group of water based photosynthetic organisms which regard to dimension of thallus exist as macro algae and plankton micro algae which are broadly widespread in underwater ecosystem. Biomass underwater spieces of algae presents valuable raw material for whole humanity.
It has huge nutritive value, traditionaly its used as food on the Far East and more and more in other countries where mostly red (Rhodophyceae) and brown (Phaeophyceae) algae can be found in form of extract (agar, alginate and carrageenan) in finished products.
Being rich in content of various ogranic molecules that has beneficial effect on health and it is suitable to be used as suplements, also its good for alternative way of healing many diseases. They have softening and calming effect on skin, aslo having antioksidant properties makes them part of many cosmetics products for skin and hair. Containing important elements for soil and plants makes good use from their extract to produce biofertilizer and algal flour which is used for feeding livestock.
These organism have more and more potencial in production of biofuels in hope that they will replace fosil fuels but that is still just challange of future.
Their ability for accumulating toxic substances and for filter water is still in phase of research.

Number of pages: 19
Number of figures: 27
Number of tables: 1
Number of references: 37
Original in: Croatian
Keywords: microalgae, macroalgae, biomass, food, extracts, health, biofertillizer, biofuel, wastewater

Thesis deposited: Library of Department of Biology, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

SADRŽAJ

1. **UVOD**.....1

2. **OSNOVNI DIO**.....2

2.1. Upotreba morskih vrsta algi u prehrambene svrhe..... 2

2.2. Upotreba morskih vrsta algi u medicini.....6

2.3.Upotreba morskih vrsta algi u kozmetici.....8

2.4.Upotreba morskih vrsta algi u poljoprivredi.....10

2.5. Alge kao izvor energije.....11

2.6. Alge kao pričišćivači otpadnih voda.....13

3. **ZAKLJUČAK**.....15

4. **LITERATURA**.....16

1. UVOD

Alge su široka, heterogena skupina uglavnom vodenih, fotosintetskih, autotrofnih, nevaskularnih organizama koji mogu biti jednostanični, višestanični ili kolonijalni.
Imaju važnu ulogu u kružnom ciklusu ugljika pomažući ukloniti višak ugljičnog dioksida iz okoliša, a ujedno su najveći proizvođači kisika na Zemlji (Moroney, 2009). Većina algi su eukariotske alge te spadaju u carstvo fototrofnih Protista, dok je manji dio, odnosno prokariotske cijanobakterije u carstvu fototrofnih Monera. Procjenjuje se da postoji više od 25 000 vrsta algi. Naseljavaju različita staništa na Zemlji, poput mora, rijeka i jezera, stijena i zidova, životinja i biljaka (kao simbiotski partneri); zapravo mogu se naći svugdje gdje ima dovoljno svijetla za proces fotosinteze, a uz to je i pogodna vlažnost.

S obzirom na dimenziju talusa morskih algi razlikuju se makroalge (morske trave) koje nastanjuju litoralnu zonu, a uključuju smeđe (Phaeophyceae), crvene (Rhodophyceae) i zelene alge (Chlorophyceae). S druge strane, mikroalge su razvijene u vodenom stupcu slobodne vode kao fitoplankton, te u bentonskim i litoralnim staništima kao fitobentos, a uključuju cijanobakterije (Cyanobacteria), dinoflagelate (Dinoflagellata), dijatomeje (Bacillariophyceae), zelene alge (Chlorophyceae) i neke vrste drugih skupina (Kılınç i sur., 2013).

Kada se govori o morskim algama koje danas imaju široku primjenu kod ljudi najčešće se misli upravo na makroalge. Njihova steljka podsjeća na više biljke. One općenito nastanjuju litoralnu zonu te mogu biti različitih veličina, oblika, boja i sastava. Sve to zavisi od vrste do vrste, staništu i nekim vanjskim uvjetima, poput temperature vode, intenziteta svjetlosti i koncentraciji nutrijenata u vodi. Jednostavnost ovih organizama čovjeku je omogućila da ih upotrebljava u mnogim aspektima života. One su pokazatelj stanja okoliša, pročišćivači voda, predmet različitih istraživanja (testovi toksičnosti,genetički inžinjering, populacijska ekologija), koristite se kao hrana, visokovrijedno biognojivo, a naveliko se koriste i u mnogim industrijama (prehrambenoj, farmaceutskoj, kemijskoj, kozmetičkoj, tekstilnoj...). Za takve potrebe mogu biti sakupljene u divljini, no danas se već naveliko kulrtiviraju, tj. uzgajaju.

Mikroalge također imaju primjenu u svakodnevnom životu, no one za razliku od makroalgi najčešće dolaze iz slatkih voda, npr. jezera (iako uspijevaju i u morskoj vodi poput spiruline (*Spirulina* sp.) koja se uzgaja u mješavini oceanske i izvorske vode). Danas se mikroalge koriste kao dodaci prehrani, a većinom su u obliku tableta ili praha koje se dobivaju isušivanjem biomase.

Povrh svega, morske se alge smatraju jedinim adekvatnim alternativnim izvorom biogoriva. Kao najperspektivniji obnovljivi izvor energije imaju potencijal u potpunosti zamijeniti dizelsko gorivo (Richardson, 2012).

Cilj ovog rada je istražiti i pregledno iznijeti dostupne podatke o upotrebi morskih vrsta algi u svakodnevnom životu čovjeka te njihovog značaja za cijelokupni život na Zemlji.

2. OSNOVNI DIO

2.1.Upotreba morskih vrsta algi u prehrambene svrhe

Alge se često nazivaju namirnicama suvremenog doba, no dio su ljudske prehrane otkako je čovjeka. U mnogim krajevima planeta „morska trava“, kako još nazivaju alge, tradicionalno se vadila i konzumirala na različite načine. Mogu se dodavati juhama, salatama pa čak i desertima, svakom jelu dajući poseban okus. Za njihov je karakterističan okus odgovoran natrijev glutamat, poznatiji kao pojačivač okusa koji se dodaje u začinske mješavine i gotova jela (web 1). Taj okus ne odgovara ni jednom od 4 poznata okusa, već je to jedan novi, ugodan okus, kojeg u Japanu nazivaju *umami*.

Alge su prava riznica hranjivih sastojaka. Sadrže oko 50% složenih šećera, 7% bjelančevina, 30% minerala i vitamina, oko 20% vode i svega do 5% masti, odnosno za zdravlje korisnih omega masnih kiselina. Bogate su vitaminima A, C, E i niacinom, sa približno istim koncentracijama u sva tri tipa algi. Dok su koncentracije vitamina B12, B1, pantotenske i folne kiseline uglavnom više u crvenim i zelenim algama, a smeđe alge sadrže veliku koncentraciju joda (Kılınç i sur., 2013). Većinski sastav je voda, što znači da sadrže i minerale iz morske vode, sveukupno gledajući 10-20 puta više nego obične biljke. Ovo morsko povrće od velike je prehrambene važnosti jer je niskokalorično, no bogato vitaminima, mineralima i dijetalnim vlaknima.

Morske makroalge su posebno važne namirnince u prehrani stanovništva obalnih dijelova Azije, poput Kine, Koreje i Japana, gdje su ujedno i specifično nacionalno jelo. Također, u mnogim drugim zemljama poput Havaja, Kalifornije, Irske, Islanda, Francuske koriste se u ishrani kao svježe, osušene ili kao sastojak u gotovoj hrani, dok su u našim krajevima alge uglavnom hrana makrobiotičara (web 1).

U prehrani se najviše koriste crvene alge roda *Porphyra* - poznatija kao Nori (slika 1.a), *Palmaria palmata* - Dulse, potom smeđe *Eisenia bicyclis* – Arame, *Laminaria japonica* - Kombu, *Undaria pinnatifida* – Wakame (slika 2.a), *Hizikia fusiforme* - Hijiki, a nešto manje zelene alge *Enteromorpha sp., Monostroma sp.* - Aonori (slika 3.a), *Caulerpa lentillifera* (Tablica 1).

Tablica 1. Jestive vrste algi (izvor: Gómez-Ordóñez E i sur., 2010)

Odjeljak	Rod	Zajedničko ime
Smeđe alge (Phaeophyta)	*Alaria*	Kelp
	Himanthalia	Morski špageti
	Laminaria	Kelp/ kombu
	Saccharina	Šećerna olupina
	Undaria	Wakame
	Ascophyllum	Jajasta olupina
	Fucus	Mjehurasta olupina
	Sargassum	Morska božikovina
	Dictyotales	
	Eisenia	Arame
Crvene alge (Rhodophyta)	*Palmaria*	Dulse
	Porphyra	Nori
	Chondrus	Irska mahovina
	Mastocarpus	
	Gracilaria	
	Asparagopsis	Limu Kohu
	Grateloupia	
Zelene alge (Chlorophyta)	*Enteromorpha*	Morska salata

Od svih navedenih možda je najpoznatija upotreba crvene alge *Nori* koja se masovno uzgaja za potrebe japanske kuhinje. Ona se suši, preša u listove i koristi u pripremi tradicionalnog japanskog sushija, gdje se omotava s vanjske strane kuhane riže i sirove ribe (slika 1.b). *Wakame* alge se najčešće koriste u pripremi juha (slika 2.b), a mogu se koristiti i u salatama te se mogu peći u pećnici pa samljeti u ukusan slani prah koji se može pomiješati s prženim sjemenkama sezama u odličan začin.

Arame se najčešće poslužuju kao malo jelo, kuhaju se ili pirjaju s različitim vrstama povrća te kao dodatak salatama ili juhama.

Kombu alge se koriste kao dodatak težim jelima (poput mahunarki) radi lakše probavljivosti. Mogu se koristiti za pripremu s povrćem, pržiti za čips, a posebno su poznate i ukusne za pripremu temeljca dashi.

Aonori, zelene alge koje se često mogu naći u obliku sitnih zelenih pahuljica, a mogu se koristit kao začin za posipavanje gotovih jela te dodatak mnogim jelima (slika 3.b).

a)  b) 

Slika 1. Crvena alge *Porphyra tenera* (a) (WEB 1) i njena primjena u pripremi sushija (b) (WEB 2)

a)  b) 

Slika 2. Smeđa alga *Undaria pinnatifida* (a) (WEB 3) i pripremljena u juhi (b) (WEB 4)

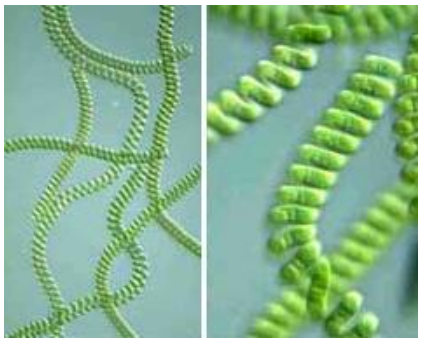
a) 

b) 

Slika 3. Zelena alga *Monostroma grevillei* (a) (WEB 5) i u desertu Tamagoyaki (b) (WEB 6)

Ljudi ih danas sve više kosite kao dodatke prehrani u obliku tableta ili praha (slika 4.b) s izuzetno povoljnim učincima na zdravlje zbog čega ih često nazivaju superhranom.
Takve alge su mikroalge koje se uzgajaju upravo za tu svrhu na farmama algi. Najčešće su to vrste koje su izvorno slatkovodne, no mogu se uzgajati i u morskoj vodi te u mješavini morske i slatke vode. Vrste koje se mogu naći na policama mnogih trgovina zdravom hranom u obliku suplemenata su pirmjerice *Spirulina* sp. (slika 4.a) i *Chlorella* sp.

Spirulina je alga izuzetno bogata hranjivim sastojcima. Sadrži puno lako apsorbirajućeg željeza te gama – linolenske kiseline, a bogat je izvor fitonutrijenata i antioksidansa, što znači da obnavlja i jača organizam.

a)  b) 

Slika 4. a) *Arthrospira platensis* (havajska spirulina) (WEB 7) i b) kao dodatak prehrani u obliku tableta i praha (WEB 8)

Naime, alge se ujedno uzgajaju u korist industrije kako bi se iz njih izolirali moćni hidrokoloidi – agar, karagenan i alginati – želatinozne tvari koje alge obilato nakupljaju.
Oni se koriste kao sastojci u hrani, farmaceutskim i drugim različitim proizvodima i industrijskim procesima (Renn, 1997). Danas, oko milion tona svježih morskih algi se sakupi za ekstrakciju ovih triju hidrokoloida.
Alginat, agar i karagenan su u vodi topljivi ugljikohidrati koji se koriste za zgušnjavanje (povećanje viskoznosti) vodene otopine kako bi se dobio gel (žele) različitog stupnja čvrstoće, da se dobije folija „filma“, i za stabilizaciju nekih proizvoda, npr. sladoleda (inhibiraju stvaranje velikih kristala leda, pa tako sladoled može zadržati glatku teksturu) (Kılınç i sur., 2013). Ovim hidrokoloidima bogate su smeđe i crvene alge.
Za izolaciju agara najčešće se koriste crvene alge rodova *Gelidium, Gracilaria, Pterocladis*. Oko 90% ukupne proizvodnje agara može se naći u prehrambenim proizvodima, poput pekarskih proizvoda, umaka i mesnih proizvoda te kao tvar za želiranje, a općenito poboljšava teksturu mliječnih proizvoda poput jogurta i krem sira. Ostalih 10% iskorištava se za mikrobiološke i druge biotehnološke potrebe.
U izolaciji karagenana najznačajnije su crvene alge *Chondrus crispus* i *Gigartina mamillosa,* zatim nekoliko vrsta rodova *Eucheuma* i *Kappaphycus*, uključujući *K. alvarezii* (Lobban i Harrison, 1994). Karagenan je sastavni dio mliječnih proizvoda poput sladoleda, mliječnih šejkova i dr., a također ga se može naći u različitim mesnim prerađevinama te hrani za kućne ljubimce (web 2). Alginat je sol alginske kiseline pisutna u staičnim membranama smeđih algi, poput kelpa *Macrocystis pyrifera, Ascophyllum nodosum* i nekoliko vrsta rodova

Laminaria i *Lessonia.* Njegova upotreba u prehrani uključuje guste voćne napitke, čokoladno mlijeko, juhe i umake, žele i nadjeve u pekarskim proizvodima (web 3).
Sirovi ekstrakti algi koriste se u nekim njemačkim pivima za poboljšanje fermentacije (Kılınç i sur., 2013).

2.2. Upotreba morskih vrsta algi u medicini

Istraživanja provedena na morskim algama otkrila su brojne za zdravlje pogodne učinke, uključujući antioksidativno, protuupalno, antimikrobno i antikancerogeno djelovanje (Brownlee i sur., 2012).
Biološki aktivni sastojci morskih algi (karotenoidi, alginati, fukoidani, peptidi) igraju značajnu ulogu u prevenciji pojedinih degenerativnih bolesti, poput tumora, upala, dijabetesa i hipertenzije. Između ostalog, morske alge imaju ljekovitu moć protiv tuberkuloze, artritisa, gripe i prehlade, infekcije parazitima, a mogu čak i poboljšati seksualnu moć, odnosno djelovati kao afrodizijak. To im omogućuje široku primjenu u alternativnoj medicini.
Primjerice, rod *Digene,* proizdvodi učinkovitu protuparazitsku tvar (kainsku kiselinu) i koristi se u liječenju zarazama parazitima (web 4).
Nedavno je dokazano da ekstrakt (karagenan) dviju crvenih algi (slika 5.b) iz porodice Dumontiaceae (slika 5.a) inhibira *herpes simplex* virus (Thanh-Sang Vo i sur., 2011). Fukoidan također ima potencijalna antivirusna svojstva na viruse poput, virusa respiratornog trakta (Malhotra i sur., 2003), HIV (Sugawara i sur., 1989) i dr.

a)  b) 

Slika 5. Crvena alga *Dumontia contorta* (a) (WEB 9) i ekstrakt crvenih algi iz porodice Dumontiacea u obliku kapsula (b) (WEB 10)

Prethodna istraživanja pokazala su da neki antioksidansi u algama, poput β-karotena, mogu biti korisni u liječenju prekancerioznih tvorevina poput oralne leukoplakije, moguće preteče oralnog karcinoma (Boopathy, N.S. i Kathiresan, K., 2010).

Korisne su i iskoristive za prevenciju i suzbijanje mnogih tegoba. Primjerice, visoka koncentracija joda u pojedinim vrstama smeđih algi pozitivno djeluje na štitnjaču što omogućuje povoljnu regulaciju metabolizma (web 5)

Konzumiranje algi pomaže održavanju lužnatosti krvi što je neophodno za zdravlje. Isto tako, bogatstvo biljnim pigmentima, poput klorofila, omogućuje detoksikaciju organizma i pročišćuje krv.

Pojedine sadrže veliku količinu kalcija, a to ih čini neprocjenjivom namirnicom za kvalitetu i zdravlje kostiju. Paste od morskih algi napravljene hladnim mljevenjem ili prešanjem koriste se u talasoterapiji. Talasoterapija je tretman u kojem se alge stavljaju na tijelo osobe, a potom zagrijavaju infracrvenim zračenjem (slika 6.). Ovaj tretaman u kombinaciji s morskom vodom olakšava tegobe reumatizma i osteoporoze (De Roeck-Holtzhauer, 1991).



Slika 6. Primjena algi u talasoterapiji (WEB 11)

Pogodne su u liječenju bolesti modernog doba, pretilosti, te se zbog visokog sadržaja dijetalnih vlakana mogu koristiti kao zdrava dijeta. Polisaharidi, alginat, fukoidin i laminarin sposobni su upiti veliku količinu vode dajući osjećaj sitosti i djelujući blago laksativno. Kao dodatak dijetama obično se koriste smeđe alge rodova *Laminaria i Ascophylium*, te vrsta *Fucus vesiculosus.*

Visoka koncentracija magnezija dokazano snižava visoki krvni tlak i sprječava srčani udar, prema tome, imaju povoljni učinak u prevenciji kardiovaskularnih bolesti.

Na Dalekom Istoku smatra se da alge posebno podržavaju endokrini i živčani sustav što pridonosi zdravlju kose, kože i većoj otpornosti na stres.

2.3. Upotreba morskih vrsta algi u kozmetici

Ove morske biljke zbog svog bogatstva mineralima i elementima u tragovima osobito su pogodne za upotrebu u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji (Chapman, 1970).
Već tisućama godina koriste se za njegu kože i kose, a osim toga njihovih ekstrakata može se naći i u pastama za zube (web 6). U kozmetici alge i maske od algi se često koriste u tretmanima za cijelo tijelo, a najčešće za lice, kao što je prikazano na slici 7.



Slika 7. Maska za lice od algi (WEB 12)

Kozmetički proizvodi, poput krema, losiona, šampona, maski za lice (slika 8.a, b i c) često na listama sastojaka navode da sadrže morske ekstrakte, ekstrakte algi ili slično (Kılınç i sur., 2013). Pri tome se obično misli da je dodan jedan od hidrokoloidnih ekstrakata.
Većina njih su korisni za kožu, kao omekšivači kože, sredstva za umirivanje ili antioksidansi jer pomažu u borbi protiv slobodnih radikala i korisno pomažu u proizvodnji kolagena i elastina, bitnih za čvrstoću kože . Primjerice, alginat ili karagenan mogu poboljšati svojstvo zadržavanja vlažnosti kože, jer reguliraju proizvodnju sebuma, a imaju i antimikrobna svojstva.
Ekstrakti algi u kozmetičkim proizvodima dobivaju sve veći značaj u tretiranju kožnih problema, poput starenja, boranja i poremećaja pigmentacije. Pošto su alge dobar izvor omega-3 i omega-6 masnih kiselina pomažu smanjiti stvaranje bora, a osim toga pomažu u prevenciji suhoće kože i borbi protiv ekcema i akni.

a) 

b) 

c) 

Slika 8. Različiti kozmetički proizvodi s dodacima morskih algi; šampon (a) (WEB 13), maska (b) (WEB 14), krema (c) (WEB 15)

Najpoznatije alge koje se koriste u kozmetici su zelena alga *Codium fragile* (slika 9.a), smeđa *Sargassum muticum* (slika 9.b), spoj smeđih *Ascophyllum nodosum* i *Stypocaulon scoparium*, crvene *Porphyra umbilicalis* i *Ahnfeltia concinna* (slika 9.c).

a) 

b) 
c) 

Slika 9. Primjeri algi koji se koriste u kozmetici; a) *Codium fragile* (WEB 16), b) *Sargassum muticum* (WEB 17) i c) *Ahnfeltia concinna* (WEB 18)

Codium fragile, bogata je aminokiselinama te sadrži i magnezij, kalij i kalcij. Korisna je u regeneraciji kože pošto potiče diobu stanica i okrepljuje metabolizam te ima zaštitnu ulogu jer pomaže u eliminaciji slobodnih radikala (web 7).

Sargassum muticum, djeluje protiv oksidativih i ozonskih radikala, što znači da štiti DNA od oksidativnog stresa, UV zračenja i kemijskog stresa. Idealan je aktivni sastojak za detoksikaciju i pročišćavanje kože (web 8).

Smeđe alge, *Ascophyllum nodosum* i *Stypocaulon scoparium* pomažu u regeneraciji kože nakon sunčanja i djeluju protiv starenja uz pomoć svojih hormona (web 9).

Porphyra umbilicalis je crvena alga koja štiti od UVA zračenja (web 10).

Ahnfeltia concinna je posebno zanimljiva jer sadrži aminokiselinu koja se ujedno nalazi u ljudskom kolagenu, 4-hidroksi-prolin. Ta aminokiselina potiče stvaranje, tj. regeneraciju kolagena, a na taj način koža je elastičnija. Aktivni je sastojak u šamponima za kosu te joj

daje mekoću i sprječava elektriziranost (web 11). Za njegu kose još se upotrebljava ekstrakt alge *Chondrus crispus*.

2.4. Upotreba morskih vrsta algi u poljoprivredi

Početak korištenje algi kao biognojiva datira još iz 19. stoljeća. Za dobivanje gnojiva sakupljaju se krupne alge, poput kelpa *Macrocystis, Sargassum, Ascophyllum* i *Nereocystis*. Sadrže biljne hormone; citokinin, auksin i giberelin, potom, organske kiseline, manitol, polisaharide, aminokiseline i proteine, koji su od ključne važnosti za zdrav rast biljaka u poljoprivredi i hortikulturi. Također, sadrže za tlo važne makro elemente (N, P, K, Ca, Mg, S) i mikro elemente (Mn, Cu, Fe, Zn...) (web 12).

Upotreba gnojiva od morskih algi uglavnom se odnosi na primjenu tekućih ekstrakata od morskih algi, na slici 10.a prikazana je crvena alga *Chondrus crispus* te na slici 10.b gnojivo od njezinih ekstrakata. Alge kao gnojivo mogu se primjenjivati i kao suhe i usitnjene (slika 10.c).

a)  b) 

c) 

Slika 10. *Chondrus crispus* (a) (WEB 19) i primjer tekućeg gnojiva od crvene morske alge *Chondrus crispus* (b) (WEB 20) i primjer krutog osušenog gnojiva (b) (WEB 21)

Tekuća gnojiva mogu biti proizvedena u koncentriranom obliku i razrjeđivati se prema potrebi. Namakanjem sjemena biljke ovim gnojivom prije sadnje poboljšava se klijavost sjemena, rast korijena i početna snaga sadnice.

Takva gnojiva mogu se aplicirati u tlo ili primijeniti folijarno. Pri folijarnoj aplikaciji, morske alge pomažu biljci da uzme elementarne hranjive tvari preko lista, a pri aplikaciji u tlo morske alge povećavaju broj korisnih mikroorganizama za biljku (web 12).
Odlična su hrana za biljke jer za razliku od običnih kemijskih gnojiva (poput NPK), alge sadrže puno enzima, minerala i vitamina koje biljke apsorbiraju i koriste kao prirodni stimulans rasta. Ti nutrijenti hrane biljne stanice, što rezutira zdravijom, jačom te na gljivice i bolesti otpornijom biljkom (web 13).
Morske alge ujedno poboljšavaju strukturu tla i obogaćuju ga elementima u tragovima i aktivatorima rasta. One su dobar prirodni pesticid, što znači da zbog svoje slanosti odbijaju štetnike, poput puževa, kukaca, pa čak i ptica.
U posljednje vrijeme ovakav način gnojidbe je sve popularniji, posebno u organskom uzgoju, gdje je posebno učinkovit za rast povrća i voća (LópezMosquera i sur., 2011).

Osim za prehranu ljudi morske alge se koriste još i kao dodatak prehrani životinja, odnosno stoke. Takvi dodaci napravljeni su od smeđih algi koje su sakupljaju, suše i melju u algino brašno (kaša). Alge koje se najčešće koriste u te svrhe su vrste roda *Ascophyllum i Laminaria (*Kılınç i sur., 2013).

2.5. Alge kao izvor energije

Alge su predmet opsežnog istraživanja zasnovanog na svojem potencijalu kao izvor biogoriva još od 1970. godine (Chynoweth, 2002). Povećanje cijena fosilnih goriva i ciljeva za smanjenje emisije stakleničkih plinova uvjetovalo je razvojem obnovljivih izvora energije, posebno tekućih biogoriva za prijevoz (Huesemann, 2006). Opsežno istraživanje i razvoj „biogoriva nove generacije“ - etanola iz lignoceluloze i biodizela iz nekonvencionalnih uljarica i algi već je nekoliko godina u tijeku.

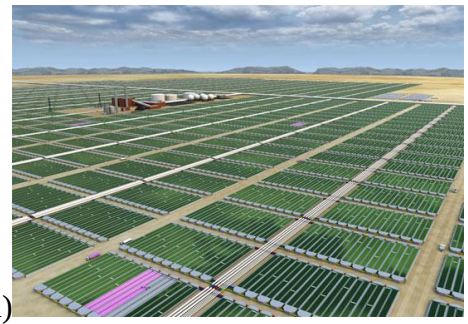
Za razliku od neke druge biomase, poput žitarica, kukuruza ili šećerne trske kao izvora za dobivanje biogoriva, alge ne zahtijevaju svježu pitku vodu, a ni zemljište da bi rasle, a imaju i veću efikasnost fotosinteze. Prednost im je što rastu 50 do 100 puta brže od tradicionalnih kultura za proizvodnju biogoriva (web 14). Takva biogoriva za razliku od nafte ne sadrže sumpor, nisu toksična i visoko su biorazgradiva (web 15).
Za proizvodnju biogoriva danas se naveliko uzgajaju mikroalge na ogromnim farmama (slika 12.a), i to uglavnom one slatkovodne, a sve više takav značaj dobivaju i morske mikroalge,

poput vrsta *Chlorella marina* i *Skeletonema costatum* (slika 11.) (Rekha V i sur., 2011.), a osim njih i rodovi *Isochrysis, Nannochloropsis, Chaetoceros.*



Slika 11. *Skeletonema costatum* (WEB 22)

Mnoge mikroalge, uglavnom zelene i dijatomeje mogu akumulirati značajne količine neutralnih lipida, prvenstveno triacilglicerola (Sheehan i sur., 1998). Ti lipidi mogu biti izlučeni iz biomase i pretvoreni u biodizel i zeleni dizel (slika 12.b) kao zamjena za naftu i naftne derivate. Biosinteza lipida je uglavnom izazvana pod uvjetima kada je stanični rast ograničen, primjerice deficitom nutrijenata (Roessler, 1990).

a)  b) 

Slika 12. Uzgajalište algi za proizvodnju biogoriva(a) (WEB 23) i alge kao zeleni dizel (b) (WEB 24)

Za neke priobalne europske zemlje, kao što je Velika Britanija (House of Commons, 2006), makroalge se također gleda kao moguću opciju koja bi zadovoljila ciljeve smanjenja CO_2. Takav interes postoji i u Japanu, Koreji i drugim dijelovima Azije. Među makroalgama, važnu ulogu u energetskom pogledu igraju *Laminaria* spp i *Ulva* spp. Iako, za razliku od mikroalgi, makroalge ne sadrže izlučiva ulja, no njihov visok sadržaj ugljikohidrata (škrob i celuloza) sugerira da se koristite kao sirovina za bioetanol, butanol, ili druge fermentirane proizvode. Alge koje se mogu koristiti za proizvodnju bioetanola su primjerice *Gracilaria* i *Sargassum* (web 16).

2.6. Alge kao pročišćivači otpadnih voda

Postoje dva glavna područja gdje morske alge imaju potencijala za pročišćavanje vode. Prvi je tretman otpadnih voda kao i pojedinog poljoprivrednog otpada da bi se smanjio ukupni sadržaj dušika i fosfora prije otpuštanja u rijeke i oceane. Drugi je uklanjanje toksičnih metala iz industrijske vode.

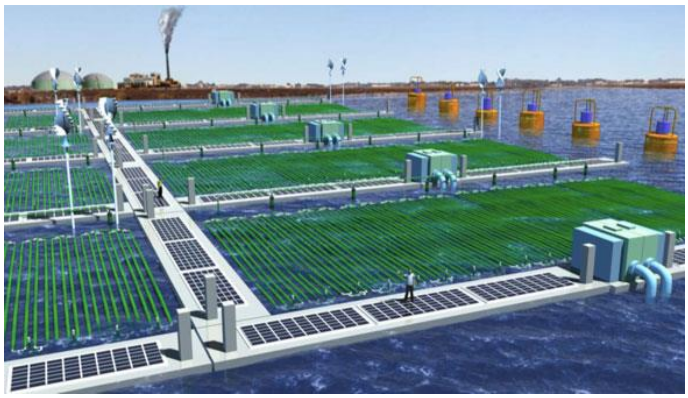
Eutrofikacija je obogaćivanje vode nutrijentima poput minerala i materijala koji sadrže fosfor i dušik. To često vodi neželjenim i pretjeranom rastu slatkovodnih ili morskih alga; cvjetanje cijanobakterija je primjer, koji je nažalost sve učestaliji. Eutrofikacija se može pojaviti prirodno, no može biti ubrzana uz prisustvo vode, obogaćena otopljenim gnojivima, cijediti se u obližnja jezera i potoke, ili izlijevanjem kanalizacije u rijeke i obalne vode.
Morske alge mogu se koristiti kako bi smanjile udio dušika i fosfora otpadnih voda iz kanalizacije. Mnoge alge imaju sposobnost preuzeti amonijak kao oblik dušika za svoj rast, a upravo je amonijak prevladavajući oblik dušika u mnogim domaćinskim i poljoprivrednim otpadnim vodama. Važna osobina mnogih morskih algi je njihova sposobnost da uzimaju više fosfora nego što trebaju za maksimalan rast. Moraju biti sposobne tolerirati široke varijacije slanosti zbog slabljenja slanosti kanalizacijom ili otpadnim vodama. Estuarijske vrste su najtolerantnije, osobito zelene alge poput rodova *Enteromorpha* i *Monostroma*. Od crvenih i smeđih alga koje su zanimljive zbog svoje komercijalne vrijednosti, uglavnom se uspješno koriste tropski i subtropski oblici, dok su vrste hladnih voda uglavnom preosjetljive.

Sposobnost alga za akumulaciju teških metala (poput bakra, nikla, olova, cinka i kadmija) postala je očita kada su prvi puta analizirane one koje su se koristile u ljudskoj ishrani. Sastav teških metala, posebno u velikim smeđim algama, bio je različit prema njihovom geografskom položaju i blizini industrije. To je uspješno ispitano korištenjem smeđih algi poput rodova *Sargassum, Laminaria* i *Ecklonia* i zelenih algi roda *Enteromorpha*. Osušene, usitnjene vrste smeđih alga *Ecklonia, Macrocystis* i *Laminaria* sposobne su apsorbirati ione bakara, cinka i kadmija iz otopine (Pan, J.F i sur., 2000). Drugi laboratorijski pokusi pokazali su da *Ecklonia maxima* (slika 13.a), *Durvillaea potatorum* (slika 13.b) i *Lessonia flavicans* apsorbiraju ione cinka, bakra, nikla, olova i kadmija kroz različite opsege ovisno o tipu alge i koncentraciji iona metala (Valdman, E. i Leite, S.G.F, 2000).

a)  b) 

Slika 13. a) *Ecklonia maxima* (WEB 25) i b) *Durvillaea potatorum* (WEB 26) kao primjer algi koje imaju sposobnost apsorbirati ione teških metala

Dok mnoga istraživanja demonstriraju prikladnost algi za pročišćavanje otpadnih voda, njihova korist na šire vidike još nije ostvarena, iako se to može promijeniti povećanjem potreba za zaštitu morskog okoliša (slika 14.).



Slika 14. Primjer obalne instalacije za pročišćavanje otpadnih voda i kanalizacije u budućnosti (WEB 27)

3. ZAKLJUČAK

Važnost algi u ekosustavu izuzetno je bitna. Primarni su producenti i upravo alge u oceanima uzimaju najviše ugljikova dioksida i proizvode najviše kisika na Zemlji. Dakle, iz tog su aspekta naizmjerno važne za cijelokupni život.

Sastavnica su vodenih ekosustava, te je njihova hranjiva vrijednost tek nedavno otkrivena. Iz tog se razloga danas alge sve više istražuju. Tako, hranjiv potencijal ovih morskih organizama bi se uvelike mogao iskoristiti u smanjenju globalne gladi. Također, trebalo bi se još više orijentirati na njihove ekstrakte kao prirodne stabilizatore hrane koju svakodnevno konzumiramo.

Zbog svoje hranjive vrijednosti sve se više koriste u tekućim gnojivima, a imaju potencijala u regeneraciji iscrpljenih zemljišta i obradivih površina, a samim time i upotrebi u ekološkom uzgoju te poboljšanju kvalitete uroda.

Biogorivo proizvedeno iz morskih algi sve je perspektivniji izvor energije za različite vrste prometnih sredstava. Njegova korist i vrijednost bila bi izuzetna kada bi zamijenilo fosilna goriva, a samim time i smanjilo emisije stakleničkih plinova. Nažalost, velika mana proizvodnje ovakvog oblika goriva je to što je izgradnja postrojenja za uzgoj algi još uvijek skupa.

Istraživanja su također potvrdila da alge imaju sposobnost akumulirati štetne tvari koje čovjek ispušta u vodeni okoliš, poput teških metala i onečišćenja iz industrija i kanalizacija. Osposobljavanje sustava s algama za pročišćavanje voda bio bi veliki korak u očuvanju voda, i cijelokupnog živog svijeta u vodama.

LITERATURA

Knjige:

Boban Pejić J. 2009. Alge. 2. izd. Planetopija, Zagreb, pp 4-61.

McHugh D.J. 2003. A guide to the seaweed industry: Other uses of seaweeds. FAO Fisheries Technical Paper, No. 441, Rome, Italy, pp 91-98.

Reference:

Boopathy, NS and Kathiresan, K. 2010. Anticancer drugs from marine flora: An overview. J.Oncol. 1-18.

Brownlee I, Fairclough A, Hall A and Paxman J. 2012. The potential health benefits of seaweed and seaweed extract. In: Pomin, Vitor H., (ed.) Seaweed : ecology, nutrient composition and medicinal uses. Marine Biology : Earth Sciences in the 21st Century . Hauppauge, New York, Nova Science Publishers, 119-136.

Chapman, VJ. 1970. Seaweeds and Their Uses, Chapman & Hall. London, 334.

Chynoweth DP. 2002. Review of Biomethane from Marine Biomass. A report prepared for Tokyo Gas Company, Ltd.

De Roeck-holtzhauer, J. 1991. Uses of Seaweeds in Cosmetics. In: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. M. G. Guiry and G. Blunden (editors). John Wiley and Sons, Ltd. England, 83-93.

Gómez-Ordóñez E, Jiménez-Escrig A, Rupérez P. 2010. Dietary fibre and physicochemical properties of several edible seaweeds from the nortwestern Spanish coast. Food Res. Int. 43: 2289-2294.

House of Commons, Environment, Food and Rural Affairs Committee. 2006. Climate change: the role of bioenergy. Eighth Report of Session 2005-06, HC 965-I

Huesemann M.H. 2006. Can advances in science and technology prevent global warming? A critical review of limitations and challenges. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 11: 539–577.

Kılınç B., Cirik S., Turan G., Tekogul H. and Koru E. 2013. Seaweeds for Food and Industrial Applications. Intech: 735-745

Lobban, S. C. 2000. Seaweed Ecology and Physiology, Cambridge University Press, The Edinburg Bulding, Cambridge CB2 2RU, UK, ISNB-0521403340., 359.

López-mosquera, M. E, Fernández-lema, E, Villares, R, Corral, R, Alonso, B, & Blanco, C. 2011. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. Procedia Environmental Sciences, 9, 113-117.

Malhotra R, Ward M, Bright H, Priest R, Foster MR, Hurle M, Blair E, Bird M 2003. Isolation and characterisation of potential respiratory syncytial virus receptor(s) on epithelial cells. Microbes Infect. 5: 123–133

Melis A, Happe T, 2001. Hydrogen Production. Green Algae as a Source of Energy, Plant Physiology vol.127 no.3 740-748

Moroney JV, Ynalvez RA, 2009. Algal photosynthesis, Wiley and Sons, DOI: 10.1002/9780470015902.a0000322. pub2

Renn DW 1997. Biotechnology and the red seaweed polysaccharide industry: status, needs and prospects. Tibtech 15: 9–14.

Rehka V, Gurusamy R, Santhanam P, Shenbaga Devi A, Ananth S. 2012. Culture and biofuel production efficiency of marine microalgae *Chlorella marina* and *Skeletonema costatum*. Indian Journal of Geo-Marine Sciences Vol.41(2): 152-158

Richardson J.W., Johnson M.D., Outlaw J.L.2012. Economic comparison of open pond raceways to photo bio-reactors for profitable production of algae for transportation fuels in the Southwest, Texas A&M University, Department of Agricultural Economics, VOL 1. Issue 1 Algal research 93 – 100.

Sithranga Boopathy N, Kathiresan K, 2010. Anticancer drugs from marine flora: An overview. Journal of Oncology, 214186, Epub 2011 Feb 27.

Sugawara I, Itoh W, Kimura S, Mori S, Shimada K. 1989. Further characterization of sulfated homopolysaccharides as anti-HIV agents. Experientia 45: 996–998

Web izvori:

Stranice:

web 1 http://zdravakrava.24sata.hr/hrana/ocisti-organizam-uz-alge-3273 (20.8.2016.)

web 2 https://nutristo.com/sastojci/karagenan/1207 (20.8.2016.)

web 3 https://en.wikipedia.org/wiki/Alginic_acid (20.8.2016.)

web 4 http://www.seaweed.ie/uses_general/medicinaluses.php (20.8.2016.)

web 5 https://matrixworldhr.com/2012/09/17/zdravlje-iz-jestivih-algi/ (20,8.2016.)

web 6 http://marinelife.about.com/od/marinelife101/tp/algaehumanuses.htm (20.8.2016.)

web 7 http://www.biosiltech.com/sites/default/files/Mirual.pdf (21.8.2016.)

web 8 http://www.biosiltech.com/sites/default/files/Phyactyl.pdf (21.8.2016.)

web 9 http://www.biosiltech.com/sites/default/files/Actiseane.pdf (21.8.2016.)

web 10https://www.ulprospector.com/en/eu/PersonalCare/Detail/15394/365433/HELIONORI (21.8.2016.)

web 11 http://www.plantagea.hr/prirodna-kozmetika/v-gelovi-2/sastojci-gelova-2/ http://www.oilgae.com/algae/types/marine_algae/marine_algae.html (21.8.2016.)

web 12 http://anturija.com/morske-alge-ekstrakt/ (23.8.2016.)

web 13 http://www.makarska-post.com/index.php/poljoprivredni-savjetnik-ekstrakt-morskih-algi-kao-gnojivo/ (23.8.2016.)

web 14 http://www.izvorienergije.com/proizvodnja_biogoriva_iz_algi.html (1.9.2016.)

web 15 http://www.oilgae.com/algae/algae.html (1.9.2016.)

web 16 https://en.wikipedia.org/wiki/Algae_fuel (1.9.2016.)

Slike:

WEB1http://www.fao.org/figis/servlet/ServerFileServlet?f=figis/species/images/Porphyra/por_ten_2790_1.jpg (9.9.2016.)

WEB 2 http://www.allaboutsushiguide.com/images/bigstock-Maguro-Maki-Sushi--Roll-with-250.jpg (3.9.2016.)

WEB3https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/CSIRO_ScienceImage_905_Undaria_pinnatifida_Japanese_kelp.jpg (9.9.2016.)

WEB 4 http://www.teara.govt.nz/files/p-4598-enz.jpg (3.9.2016.)

WEB 5 http://www.seaweedsofalaska.com/photos/seaweed/Monostroma_grevillei_003.jpg (9.9.2016.)

WEB 6 https://foodsaketokyo.files.wordpress.com/2014/01/aonori-tamago.jpg (3.9.2016.)
WEB 7 http://phytomedica.co.uk/images/spirulina-platensis.jpg (9.9.2016.)

WEB8http://freebies2deals.com/wp-content/uploads/2013/06/freebies2deals-hawaiisupplements.png (9.9.2016.)

WEB 9 https://anbollenessor.files.wordpress.com/2013/04/img_2513.jpg (9.9.2016.)

WEB 10 http://www.herpes.com/images/redmarine.gif (4.9.2016.)

WEB11https://s.zumzi.com/zp/e/f/efbc94a6697aa5626c9e0107487c51af_1_large.jpg (4.9.2016.)

WEB 12 http://f.tqn.com/y/marinelife/1/L/C/L/-/-/seaweed-mask-getty.jpg (4.9.2016.)

WEB13http://www.bumbleandbumble.com/media/images/products/250x430/B006_250x430.png (4.9.2016.)

WEB 14 http://livingprettynaturally.com/wp-content/uploads/2013/05/mask2.jpg (4.9.2016.)

WEB 15 https://beautynproducts.files.wordpress.com/2015/01/seaweed.jpg (4.9.2016.)

WEB16http://img.algaebase.org/images/AC100CF20f0ab1B5B1qOR3FE9D13/rY4vjHqVXwQk.jpg (9.9.2016.)

WEB 17 http://www.exoticsguide.org/sites/default/files/species_images/s_muticum_lg_c.jpg (9.9.2016.)

WEB18https://cdn.shopify.com/s/files/1/0834/3901/files/ingredients-ahnfeltia-concinna.jpg?9239832728999460430 (9.9.2016.)

WEB19http://www.horta.uac.pt/species/newSite/Algae/Chondrus_crispus/Chondrus_crispus_a.jpg (9.9.2016.)

WEB20http://hawaiipharm.com/components/com_mijoshop/opencart/image/cache/data/HealthP/4oz/irish-moss-4oz-autoxauto.jpg (4.9.2016.)

WEB21http://www.popsci.com/sites/popsci.com/files/styles/large_1x_/public/import/2013/images/2010/05/algae%20gunk.jpg?itok=ebbVZono (9.9.2016.)

WEB22http://cfb.unh.edu/phycokey/Choices/Bacillariophyceae/Centric/Centric_Filaments/SKELETONEMA/Skeletonema_05_500x371_costatum.jpg (9.9.2016.)

WEB 23 http://d3ux6s8yj4izvp.cloudfront.net/wp-content/uploads/2009/03/algae-farm-growing-biofuel.jpg (4.9.2016.)

WEB24http://www.izvorienergije.com/pictures/static_content/biofuel_production_from_algae/biodiesel_algae.jpg (4.9.2016.)

WEB25http://www.floresyplantas.net/wp-content/uploads/alga-ecklonia-maxima.jpg (9.9.2016.)

WEB26http://img.algaebase.org/images/AC100CF10ccbb2592FJpJ1795F82/AvS5qSyk5D6k.jpg (9.9.2016.)

WEB 27 http://www.algaeindustrymagazine.com/wp-content/uploads/OMEGArendering.jpg (4.9.2016.)