Alge u prehrani čovjeka

Matović, Doris

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:181:876949

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

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 sveučilišni studij: Biologija

Doris Matović

ALGE U PREHRANI ČOVJEKA

Završni rad

Mentor: doc. dr. sc. Filip Stević

Osijek, 2016.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

ALGE U PREHRANI ČOVJEKA

Doris Matović

Rad je izrađen: na Zavodu za ekologiju voda
Mentor: doc. dr. sc. Filip Stević

Sažetak: Alge su fotosintetski, kozmopolitski organizmi koji nastanjuju gotovo sva staništa. Osim što su najveći proizvođači kisika, njihova jedinstvena svojstva omogućuju im široku primjenu u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Izvrstan su izvor proteina, minerala, vlakana, ugljikohidrata i vitamina te se zbog svojih bioaktivnih sastojaka sve češće koriste kao funkcionalna hrana. Njihovo antioksidativno, antiviralno, antibakterijsko i antikancerogeno djelovanje ima veliki utjecaj na zdravlje kao što su uloga u prevenciji raka, kontroliranju težine i održavanju imunološkog sustava.

U ovom radu opisane su najznačajnije vrste algi koje se koriste u prehrani te utjecaj njihovih funkcionalnih sastojaka na zdravlje čovjeka.

Broj stranica: 17
Broj slika: 13
Broj tablica: 1
Broj literaturnih navoda: 43
Jezik izvornika: hrvatski
Ključne riječi: alge, funkcionalna hrana, biološki aktivne tvari
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 DOCUMENTARY CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijeku
Department of Biology
Undergraduate Study of Biology
Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Biology

ALGAE AS A FOOD SOURCE FOR HUMANS

Doris Matović

Thesis performed at: Subdepartment of Water Ecology
Supervisior: Filip Stević, Assistant Professor
Short abstract: Algae are photosynthetic, cosmopolitan organisms that inhabit almost all habitat types. In addition to being the largest oxygen producers, their unique properties allow them to be widely applied in food and pharmaceutical industries. They are excellent source of proteines, minerals, fibers, carbohydrates and vitamins, and because of their bioactive compounds, they are being used as a functional food more often than before. Their antioxidant, antiviral antibacterial and anticancer activity has a major impact on human health, such as prevention of cancer, weight control and immune system maintenance. This paper describes the most important types of algae used for human nutrition and the impact of their functional ingredients on human health.

Number of pages: 17
Number of figures: 13
Number of tables: 1
Number of references: 43
Originalin: Croatian
Key words: algae, functonal food, biologically active compounds
Thesis deposited in: Library of Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek and in National university library in Zagreb in electronic form. It is also available on the web site of Department of Biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Sadržaj

1. UVOD 1
2. OSNOVNI DIO 1
2.1. Funkcionalna hrana 2
2.2. Alge kao funkcionalna hrana 2
2.3. Kemijski sastav algi 3
2.4. Zašto koristiti alge 4
2.5. Alge u prehrani 4
2.5.1. *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevis 5
2.5.2. *Chlorella* sp. 5
2.5.3. *Chondrus crispus* Stackh. 6
2.5.4. Fucus vesiculosus L. 6
2.5.5. *Gracilaria* sp. 7
2.5.6. *Laminaria digitata* (Huds.) Lamouroux 8
2.5.7. *Palmaria palmata* (L.) F. Weber & D. Mohr 9
2.5.8. *Postelsia palmaeformis* Ruprecht 9
2.5.9. *Ulva lactuca* L. 10
2.5.10. *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar 11
2.5.11. *Saccharina japonica* Druehl & G. W. Saunders 11
2.5.12. *Arthrospira platensis* Gomont 12
2.5.13. *Aphanizomenon flos-aquae* 13
3. ZAKLJUČAK 14
4. LITERATURA 15

1. UVOD

Alge su heterogena skupina organizama kojima pripadaju jednostanični, kolonijalni i složeno građeni oblici, a svojim oblikom podsjećaju na kopnene biljne organizme. Tijelo eukariotskih algi nazivamo steljka (talus) na kojoj se nalaze vegetativni organi: listići (filoidi), stabalce (kauloid) i korijenčići (rizoidi). Samo se kod najrazvijenijih vrsta algi u steljci pojavljuju oblici nekih biljnih tkiva, poput sitastih stanica, koje imaju ulogu kao floem u vaskularnim biljkama. U prehrani se, osim eukariotskih algi, koriste i cijanobakterije kao što su AFA alga te *Spirulina* sp. Postoji 25 000 do 30 000 vrsta algi s velikom raznolikošću oblika i veličina. Međusobno se razlikuju po vrstama pigmenata u stanicama, skladišnim molekulama, broju i izgledu bičeva te načinu razmnožavanja (Castro i Huber, 2005). Ovakva je raznolikost podijelila eukariotske alge u sljedeće odjeljke: Euglenophyta, Cryptophyta, Pyrrophyta (Dinophyta), Haptophyta (Prymnesiophyta), Chrysophyta (Heterokontophyta), Rhodophyta te Chlorophyta.

Najpoznatije, a ujedno i najcjenjenije jestive alge su: *Chlorella pyrenoidosa*, *Athrospira platensis* (Spirulina), *Aphanizomenon flos-aquae* (AFA alga), *Ulva lactuca*, *Undaria pinnatifida* (wakame alga) te *Saccharina japonica* (kombu alga) (web 1).

2. OSNOVNI DIO

Chlorophyta (zelene alge), prekursori su za razvoj prvih kopnenih biljaka, a brojna arheološka otkrića pokazuju nam da su alge bile važan izvor hrane u prošlosti čovječanstva. Osim pretpovijesnog špiljskog čovjeka, jeli su ih i Egipćani, Vikinzi i Kelti. Također se smatra da se kultura Azteka toliko razvila, usprkos skromnoj prehrani koja nije sadržavala životinje koje bi bile izvor bjelančevina, zbog velike količine alga bogatih potrebnim hranjivim tvarima u meksičkim gorskim jezerima. Alge su omiljena namirnica u Sjevernoj Americi, Kanadi i na Filipinima te u istočnoj Africi, a domoroci se na otocima Tihog oceana i danas hrane s čak 70 vrsta crvenih alga (web 2). Alge su se najviše zadržale u prehrani Japanaca koji ih koriste kao bazu mnogim jelima među kojima je najpoznatiji suši. Četvrtina hrane japanske kuhinje sadrži alge za poboljšavanje okusa salata, juha i slanih jela. No, vrlo je važno pripaziti da područje s kojeg se alge skupljaju u svrhu prehrane nije zagađeno. Mnoge su alge izvrstan izvor joda, minerala važnog za pravilan rad žlijezde štitnjače, zatim, bakra i željeza za zdravlje krvi, magnezija za funkcioniranje mišića, kalcija za zdrave kosti, kalija, cinka te mnogih drugih (Skupina urednika Reader's Digest-a, 2006). Sve su brojnija istraživanja temeljena na ekstrakciji novih prirodnih sastojaka s biološkom aktivnošću koju

posjeduju alge pa je i njihova upotreba sve češća. Nutritivna i zdravstvena funkcija alga omogućuje im raznovrsnu upotrebu u zdravstvenoj i prehrambenoj industriji.

2.1. Funkcionalna hrana

Dobro poznata povezanost između prehrane i zdravlja omogućuje hrani da sa svojim aktivnim sastojcima održava naš organizam vitalnim i štiti ga od različitih bolesti. Brojna istraživanja u posljednje vrijeme temeljena su na povezivanju bolesti s načinom ishrane. Ta činjenica dovodi do velikog interesa potrošača i prehrambene industrije za traženjem novih proizvoda koji će doprinijeti poboljšanju zdravlja (Palanca i Rodriguez, 2006). Naime, hrana se može smatrati „funkcionalnom“ ako pokraj svojih hranjivih vrijednosti ima jedan ili više pozitivnih učinaka na čovjekov organizam, poboljšava zdravlje ili smanjuje rizik od bolesti (Diplocki i sur., 1999). Glavni cilj funkcionalne hrane je identificirati pozitivne interakcije između hrane, ili određenog sastojka te jedne ili više uloga u organizmu. Smatra se da možemo odabrati hranu prema našem genomu s ciljem da smanjimo genetski rizik od određenih bolesti (Marriott, 2000). Gospodarski, kulturni i znanstveni razvoj društva doveo je do brojnih promjena u prehrambenim navikama i stilu života. Na primjer, dijete u razvijenim zemljama visoko su kalorične, bogate zasićenim mastima i šećerima, a potrošnja složenih ugljikohidrata i dijetetskih vlakana je niska. Ta činjenica, zajedno sa smanjenjem fizičke aktivnosti, dovela je do povećanja pretilosti, a uz to, do porasta bolesti srca, dijabetesa i hipertenzije u populaciji (Geslain-Lane elle, 2006).

2.2. Alge kao funkcionalna hrana

Alge su vrlo zanimljivi izvori prirodnih spojeva s biološkom aktivnošću koji mogu biti korišteni kao funkcionalni sastojci. Neke alge žive na kompleksnim staništima gdje podnose ekstremne uvjete (promjene saliniteta, temperature, nutrijenata, UV-VIS zračenja), stoga, moraju se brzo prilagoditi novim uvjetima okoliša da bi preživjele i producirale biološki aktivne sekundarne metabolite kojih nema u drugim organizmima (Carlucci i sur. 1999). Također, s obzirom na njihovu taksonomsku raznolikost, istraživanja novih biološki aktivnih spojeva iz alga, održavaju se na gotovo neograničenom području. Alge i mikroalge dobri su prirodni reaktori pa su u nekim slučajevima dobra alternativa za kemijsku sintezu određenih spojeva. Također je potrebno razviti prikladnije, brže i povoljnije ekstrakcijske postupke pogodne za izolaciju sastojaka iz algi (Plaza i sur., 2008).

Tablica 1. Funkcionalna svojstva alga i njihov utjecaj na zdravlje

VRSTA ALGE	FUNKCIONALNI SASTOJCI	UTJECAJ NA ZDRAVLJE
Sargassum vulgare	alginska kiselina ksilofukani	antivirusno djelovanje
Himanthalia elongate	PUFAs α-tokoferol steroli topiva vlakna	Smanjuje se rizik od srčanih bolesti, antioksidativno djeluje, smanjuje količinu kolesterola
Undaria pinnatifida	PUFAs steroli topiva vlakna folati sulfatirani polisaharidi fukoksantin	smanjuje rizik od srčanih bolesti, smanjuje kolesterol, smanjuje rizik od dobivanja raka, antivirusno djeluje, preventivno utječe na krvožilni sustav
Porphyra spp.	PUFAs steroli topiva vlakna	smanjuju rizik od srčanih bolesti, smanjuju kolesterol
Chondrus crispus	PUFAs (n-3) masne kiseline steroli topiva vlakna sulfatirani polisaharidi (porfirani)	smanjuje rizik od srčanih bolesti, smanjuje kolesterol, ima apoptičnu aktivnost
Cystoseira spp.	terpeni steroli sulfatirani polisaharidi	vrijedna ljekovita svojstva, smanjuju kolesterol, reguliraju aktivnost faktora rasta i citokina
Ulva spp.	steroli	smanjuju kolesterol

2.3. Kemijski sastav alga

Kemijski sastav alga pokazuje da su ti organizmi zanimljiv prirodni izvor funkcionalnih sastojaka. U konačnici, svi sastojci pokazuju dobru nutritivnu vrijednost koja ih čini odličnim izvorom proteina, ugljikohidrata, vlakana, minerala i vitamina s vrlo malim udjelom lipida. Zanimljivo je da se njihov udio može mijenjati pod utjecajem rastućih parametara (temperatura vode, salinitet, svijetlost, nutrijenti)., uključujući i to da su alge izvrsni bioreaktori sposobni za davanje različitih spojeva u različitim količinama. Rod *Cystoseira* se, uz ostale smeđe alge, izdvaja kao izvrstan izvor proteina, ugljikohidrata, minerala, vitamina i ostalih hranjivih tvari. Same alge produciraju mnogobrojne hranjive sastojke. Uz navedeno sadrže i terpene, diterpene, usneidon E, sulfatirane polisaharide, etanolne ekstrakte, itd. Terpeni se sastoje od arilnih skupina te su znanstveno i tehnički vrlo važni jer su karakteristični proizvodi životnih procesa i sastojci većine prirodnih i umjetnih mirisnih tvari. Mnogi su važni u medicini (npr. borneol, geraniol, kamfor, linalol, mentol, limonen, pinen), te se uvelike rabe u parfemima i kao dodaci hrani (začini). Diterpeni su važni

zbog svoje dokazane antimikrobne aktivnosti, a pronađeni su kod vrste *Cystoseiraspinosa var. squarrosa*. Usneidon E je tvar pronađena kod vrste *C. usneoides,* a ima antiviralnu i antitumorsku djelatnost. Sulfatirani polisaharidi su kompleksne makromolekule koje reguliraju aktivnost biofaktora rasta kao što su fibroblasti i interferoni, a pronađeni su kod vrste *C. canariensis*. Kod vrste *C. tamariscifolia* pronađeni su različiti etanolni ekstrakti koji imaju antifungalnu i anti-aflatoksinogensku aktivnost, tj. djeluju na gljivice i plijesni. Antioksidativno djelovanje algi ima značajnu ulogu u prevenciji bolesti raka. Najznačajniju nutritivnu ulogu kod algi ima jod koji djeluje na normalno funkcioniranje štitne žlijezde.

2.4. Zašto koristiti alge

Svjetska zdravstevena organizacija (SZO) preporuča upotrebu alga u svakodnevnoj prehrani kao jedan od najboljih načina za rješavanje zdravstvenih problema. Smatra se da alge sadrže mnoštvo bioaktivnih spojeva koji imaju antioksidacijsko, antivirusno, antibakterijsko i antikarcinogeno djelovanje. Djeluju na imunološki sustav tako što aktiviraju limfocite i omogućuju njihov prelazak iz krvnih žila u tjelesna tkiva u kojima uništavaju viruse i bakterije. Potrošnja dijetetskih vlakana iz alga smanjuje rizik od raka debelog crijeva, smanjena je razina kolesterola, a samim time i opasnost od dijabetesa i pretilosti. Također, smanjuju opasnost od tumora zbog viokog sadržaja antioksidansa, poboljšavaju probavu i čišćenje od toksina. *U. pinnatifolia* (wakame) pokazuje pozitivan učinak na nekoliko srčanih bolesti poput hipertenzije i hiperkolersterolemije. Alginska kiselina sudjeluje u smanjenju hipertenzije, a sulfatirani galaktofukani imaju antiviralno djelovanje protiv virusa HSV-1, HSV-2 i HCMV (Ikeda i sur, 2003). Ostali važni spojevi zajednički većini alga su polisaharidi s antivirusnim djelovanjem. *S. vulgare* također sadrži alginsku kiselinu i dvije vrste fukana koji imaju antikoagulacijsko djelovanje kojim smanjuju opasnost od stvaranja ugrušaka u krvi. Alge imaju primjenu i u kozmetičkoj industriji tako što sa svojim antioksidansima, mineralima, aminokiselinama i klorofilom prodiru u kožu i poboljšavaju joj cirkulaciju što rezultira ljepšim i zdravijim izgledom kože.

2.5. Alge u prehrani

Zbog visoke nutritivne vrijednosti, makroalge ili eukariotske alge s pravom jezgrom koriste se za pripravu glavnih jela, salata ili kao različiti dodaci koji poboljšavaju okus hrane. Osim njih, koriste se i mikroalge ili prokariotske alge, ali samo u obliku praha i tablete. U ovom radu su predstavljene neke poznate jestive alge.

2.5.1. *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevis.

Asparagopsis taxiformis (slika 1) je jestiva crvena alga s Havaja, poznata po svojim esencijalnim uljima, vrlo je cijenjena zbog svoje arome i okusa te je glavni sastojak havajskih ribljih salata (web 3).



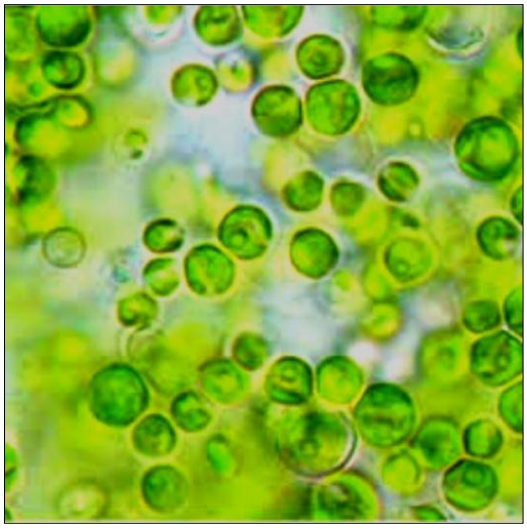
Slika 1. *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevis. (web 9)

2.5.2. *Chlorella* sp.

Rod *Chlorella* (slika 2) smatra se dobrim izvorom hrane jer sadrži visoki udio proteina i ostalih esencijalnih nutrijenata. Sušena se sastoji od oko 45% proteina, 20% masti, 20% ugljikohidrata, 5% vlakana i 10% vitamina i minerala. Danas je pažnja usmjerena i na druge prednosti ovih alga, poput prevencije raka, kontroliranja tjelesne težine te održavanja imunološkog sustava. Zbog globalnog straha od nekontroliranog rasta ljudske populacije tijekom kasnih 40-tih i 50-tih godina prošlog stoljeća, *Chlorella* se pokazala kao obećavajući izvor hrane i moguće rješenje za tadašnju svjetsku glad zbog svoje relativno niske cijene. Konzumira se prije svega kao lijek u SAD-u i Kanadi te kao nadomjestak prehrani u Japanu (Belasco i Warren, 1997). Istraživanja iz 2002. godine pokazala su kako stanične stijenke ove alge sadrže lipopolisaharide i endotoksine pronađene u Gram-negativnim bakterijama koji utječu na imunološki sustav i mogu izazvati upalu. Međutim, novija su istraživanja dokazala da se ti lipopolisaharidi znatno razlikuju i da *Chlorella* sadrži peptid poznat pod imenom Chlorella-11, koji zapravo inhibira upale uzrokovane lipopolisaharidima iz Gram-negativnih bakterija (Cherng i sur., 2010). *Chlorella pyrenoidosa* je slatkovodna zelena mikroalga koja sadrži vrlo veliku koncentraciju klorofila. Bogata je proteinima, beta-karotenom, vitaminima

(C, E i B kompleksa), mineralima (željezo, magnezij, kalij, cink), enzimima, te velikim brojem aminokiselina.

Chlorella pomaže u detoksikaciji organizma, jača imunološki sustav te je uspješna u regulaciji krvnog tlaka i šećera (web 1).



Slika 2. *Chlorella pyrenoidosa* (web 4)

2.5.3. *Chondrus crispus* Stackh.

Ova alga, čestog imena „irska mahovina“, vrsta je crvene alge na stjenovitim dijelovima obale Atlantskog oceana koja se većinom sastoji od polisaharida karagenana (55% mase). Osim toga, sastoji se od oko 10% proteina i 15% mineralnih stvari te je bogata sumporom i jodom. Polisaharid karagenan se obično koristi kao zgušnjivač i stabilizator u mliječnim proizvodima poput sladoleda i prerađenom mesu (Roeck-Holtzhauer, 1991), a ostali izvori ovog polisaharida se nalaze u rodovima *Kappaphycus* i *Eucheuma* (Bixler, 2011).

2.5.4. *Fucus vesiculosus* L.

Fucus vesiculosus (slika 3) je česta smeđa alga Atlantskog oceana čije se stanište proteže od obala Sjeverne Amerike sve do Baltika (Taylor, 1957). Njezini su primarni kemijski sastojci algin, tipičan polisaharid staničnih stijenki smeđih alga, manitol, beta-karoten, jod, brom, kalij te zeaksantin koji djeluje kao antioksidans. Znanstvenici su nedavno otkrili kako primjena 1%-tnog ekstrakta ove „morske trave“ na kožu ljudskog lica tijekom pet tjedana pokazuje značajno povećanje elastičnosti kože. Budući da se inače debljina kože

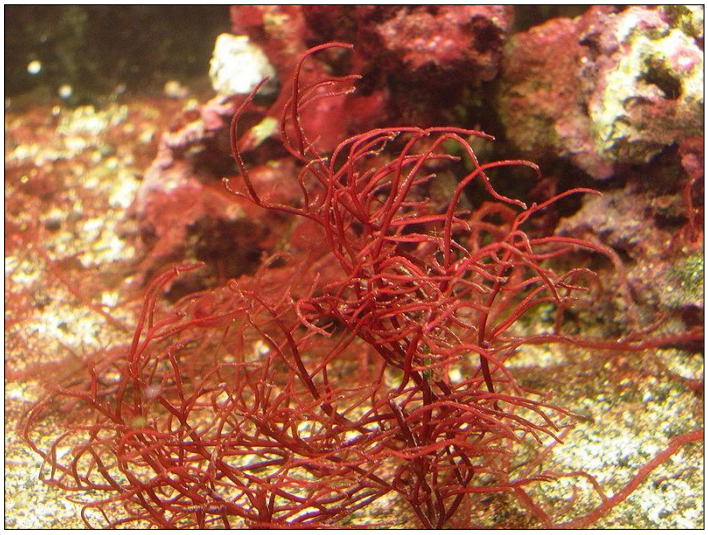
obraza s godinama povećava, a elastičnost smanjuje, ovi rezultati pokazuju da ekstrakt ove alge ima povoljno djelovanje protiv starenja kože i da se može upotrijebiti u kozmetici (Fujimura i sur. 2005).



Slika 3. *Fucus vesiculosus* L. (web 5)

2.5.5. *Gracilaria* sp.

Gracilaria (slika 4) je rod crvenih algi koji je osim po svojoj ekonomskoj važnosti u proizvodnji agara, poznat i po upotrebi u ljudskoj prehrani. Različite vrste ovog roda uzgajaju se u Aziji, Južnoj Americi, Africi. Kao hrana se najčešće koristi u japanskoj, havajskoj i filipinskoj kuhinji (Davidson, 2004). U Japanu se naziva „ogonori“ ili „ogo“, a na Filipinima „gulaman“ gdje se također koristi i za pravljenje želatine. Sulfatni saharidi ove alge inhibiraju infekcije virusa japanskog encefalitisa (JEV) blokiranjem ulaska u stanicu što ju čini potencijalnom vrstom za daljnji razvoj kao antivirusnog sredstva (Kazlowski i sur. 2012).



Slika 4. *Gracilaria* sp. (web 6)

2.5.6. *Laminaria digitata* (Huds.) Lamouroux

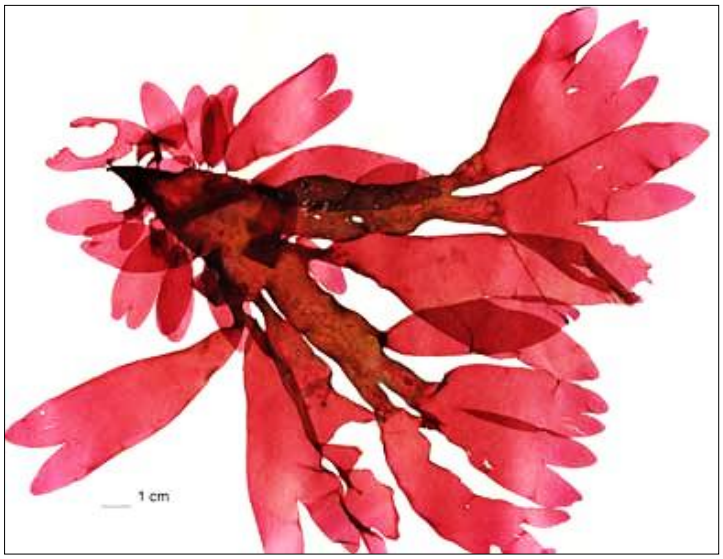
Laminaria digitata (slika 5) je smeđa alga iz porodice *Laminariaceae*, česta u sublitoralnoj zoni sjevernog Atlantika. Tradicionalno se koristila kao gnojivo, u 18. stoljeću koristila se u staklarskoj industriji, dok se u 19. stoljeću koristila za ekstrakciju joda. Obje namjene su prestale kada su postali dostupni jeftiniji izvori navedenih svojstava. I dalje se koristi kao organsko gnojivo, ali i za ekstrakciju alginske kiseline, u proizvodnji pasta za zube i kozmetici te u prehrambenoj industriji za zgušnjavanje i oblikovanje. U Japanu i Kini rabi se za pravljenje dashi-ja (web 7).



Slika 5. *Laminaria digitata*(Huds.) Lamouroux (web 10)

2.5.7. *Palmaria palmata* (L.) F. Weber & D. Mohr

Palmaria palmata (slika 6) poznata je i pod nazivom dulsa, crvena je alga sjevernih obala Atlantika i Pacifika te poznata jestiva alga s dijetalnim vlaknima na Islandu. U usporedbi s povrćem sadrži visoki udio proteina, vitamina i minerala te elemenata u tragovima važnih za ljudski organizam, a ima i svojstva pojačivača okusa i može se koristiti umjesto natrijeva glutamata koji često uzrokuje alergije (Indergaard i Minsaas, 1991). Alga se stalno konzumira u Irskoj, gdje se koristi za pripravu posebne vrste kruha, zatim, na Islandu, u Kanadi i SAD-u kao lijek i hrana. Može ju se lako nabaviti u prodavaonicama zdrave prehrane i ribarnicama ili izravnom narudžbom, a jede se sušena i sirova. Također je značajna jer sadrži jod koji sprječava gušavost.



Slika 6. *Palmaria palmata*(L.) F. Weber & D. Mohr (web 7)

2.5.8. *Postelsia palmaeformis* Ruprecht

Postelsia palmaeformis (slika 7) je smeđa alga koja se ubraja u kelpove, pronađena je na zapadnim obalama Sjeverne Amerike na stjenovitim obalama sa stalnim valovima. Kao i ostale smeđe alge, u fotosintezi kao pigmente koristi klorofile a i c, fukoksantin te karotene. Stanična stijenka joj se sastoji od alginata, a kao pričuvne tvari koristi laminarin i manitol. *Postelsia* je zaštićena vrsta jer rezanje ispod meristema onemogućuje razmnožavanje, a skupljanje je ilegalno u većini područja rasprostranjena (Oehm, 1999). Kako bi se skupljačima ove alge pokazalo jesu li njihove metode skupljanja pravilne proveden je

eksperiment te je dokazano da oporavak između prikupljanja algi uvelike ovisi o dobu godine (Thompson i sur., 2007).



Slika 7. *Postelsia palmaeformis* Ruprecht (web 8)

2.5.9. *Ulva lactuca* L.

Ulva lactuca (slika 8) je kod nas poznatija kao morska salata. To je jestiva zelena alga koja je rasprostranjena po svim svjetskim oceanima. Konzumiraju je različite morske životinje poput morskih krava i puževa, a mnoge su vrste izvor hrane ljudima u Skandinaviji, Velikoj Britaniji, Irskoj, Kini i Japanu (ondje je poznata pod nazivom „aosa“). U prehrani ljudi priprema se sirova u salatama ili kuhana u juhi. Sadrži visok udio proteina, topljivih vlakana, raznolike vitamine i minerale te željezo. Međutim, moguća kontaminacija otrovnim teškim metalima na određenim područjima na kojima se može prikupiti čini ju opasnom za ljudsku prehranu (Yaich i sur., 2011).



Slika 8. *Ulva lactuca* L. (web 11)

2.5.10. *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar

Undaria pinnatifida (slika 9) poznata kao wakame, nježno slatkastog okusa, najčešće je servirana u juhama i salatama. Prema bazi podataka globalnih invazivnih vrsta svrstana je u 100 najinvazivnijih vrsta. Istraživanja u Japanu otkrila su da spoj fukoksantin pomaže u sagorijevanju masnog tkiva (Maeda i sur., 2005). Wakame se također koristi i u salonima ljepote. Bogat je izvor eikosapentaenoične kiseline (EPA), natrija, kalcija, joda, tiamina i niacina, a u orijentalnoj se medicini koristi za pročišćavanje krvi, zdravlje crijeva, kožu, kosu te reproduktivne organe (Turner, 1996). U Japanu i Europi wakame se distribuira ili sušena ili posoljena, a najviše se koristi u miso juhi, tofu salatama i kao prilog uz salate od krastavaca najčešće u umaku od soje i rižinog octa. Ova je alga odličan izvor vitamina A, C, E, K i D te je poznata po svojim antibakterijskim svojstvima, pomaže u snižavanju visokog krvnog tlaka, ublažava srčane tegobe, osvježava i okrepljuje organizam (web 1).



Slika 9. *Undaria pinnatifida*(Harvey) Suringar (web 12)

2.5.11. *Saccharina japonica* Druehl & G. W. Saunders

Saccharina japonica ili kombu (slika 10) je smeđa alga koja se ubraja u kelp, intenzivno se uzgaja u Kini, Japanu i Koreji. Vrsta originalno potječe iz Japana, ali se uzgaja i u Kini, Koreji, Rusiji i Francuskoj. Osim za prehranu, skuplja se i za proizvodnju alginata koje Kina godišnje proizvede oko 10 000 tona (Guiry, 2008). Konzumiranje prevelike količine ovih algi smanjuje pravilno funkcioniranje štitnjače (Miyai i sur., 2008). Kombu se prodaje sušena ili se može jesti sirova u sashimiju i sushiju, a u japanskoj kuhinji se također koristi kao jedno od tri glavna sastojka dashija te se može nasjeckana sirova jesti uz zeleni čaj. Odličan je izvor glutamata (aminokiseline odgovorne za umami okus koji Japanci smatraju osnovnim okusom), joda i dijetalnih vlakana, a sadrži i enzime koji mogu cijepati šećere koji

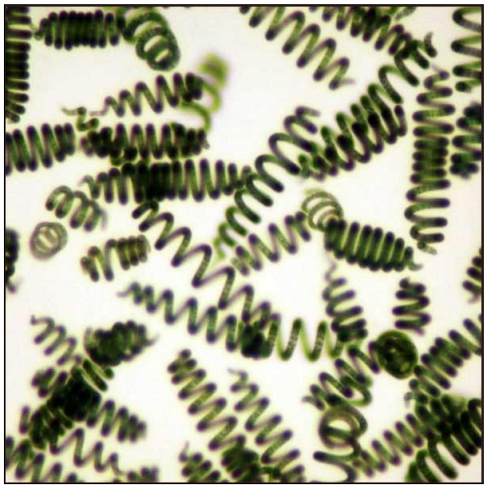
su inače neprobavljivi u ljudskom tijelu (Bakunina i sur., 2012). Osim što pospješuje probavu, pozitivno djeluje i na živčani sustav i funkcije mozga, zatim, jača krvne žile, snižava krvni tlak, pospješuje rad jetre i štitnjače, a zaslužna je i za zdravi izgled kože (web 1).



Slika 10. *Saccharina japonica* Druehl & G. W. Saunders (web 13)

2.5.12. *Arthrospira platensis* Gomont

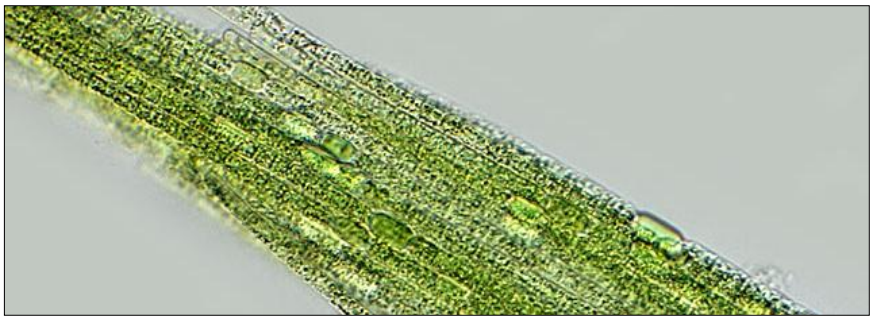
Arthrospira platensis (slika 11) slobodnoplivajuća je vlaknasta cijanobakterija koja je poznata pod nazivom *Spirulina* i dodatak je prehrani. Uzgaja se diljem svijeta i kao potpuni obrok i kao dodatak prehrani, a dostupna je u obliku tablete i praha (Vonshak, 1997). Sušena spirulina sadrži oko 60% proteina, ali s nutricionističkog gledišta nije najbolji izvor proteina. Izvrstan je izvor različitih nutrijenata, poput tiamina, riboflavina, željeza, mangana i esencijalnih masnih kiselina (Jubie i sur., 2012). Smatra se da je ova vrsta bila izvor hrane Aztecima i drugim narodima Srednje Amerike sve do 16. stoljeća (Habib i sur., 2008). Spirulina jača imunitet, pomaže u regulaciji probave te tjelesne težine, i najvažnije, smanjuje rizik od raka. Štiti živčani sustav zahvaljujući zeaksantinu, jakom antioksidansu te pomaže kod depresije i stresa (web 1).



Slika 11. *Arthrospira platensis* Gomont (web 14)

2.5.13. *Aphanizomenon flos-aquae*

AFA-alga (slika 12) je slatkovodna i brakična vrsta cijanobakterije rasprostranjena diljem svijeta poznata po „cvjetanju“. Iako proizvodi endotoksine koji mogu naštetiti jetri i živčanom tkivu kod sisavaca, kanadsko istraživanje ove cijanobakterije na imunološki i endokrini sustav otkrilo je kako njeno konzumiranje ima povoljan učinak na stanice ubojice (eng. *„natural killer cells*“) tako što ubrzava njihov prijenos prema bolesnim tkivima (web 15). Dostupne su kao nadomjestak prehrani u obliku tableta. Svakako bi trebalo što više istraživanja preusmjeriti na ljekovitost ove alge budući da štiti od radijacije, poboljšava pamćenje i koncentraciju te je poznati izvor željeza u organskom obliku koji se lako apsorbira u organizam (web 1).



Slika 12. *Aphanizomenon flos-aquae* (web 16)

3. ZAKLJUČAK

Zbog svojih karakteristika kao što je brzi rast, relativno lak uzgoj te iznimno visoka prehrambena vrijednost, alge postaju sve popularniji izvor ili nadomjestak u prehrani. Primjerice, proteini su važan sastojak prehrane ljudi i dok većina ovaj vitalni nutrijent dobiva jedenjem mesa, vegetarijanci i vegani ga moraju dobavljati na drugi način, a upravo su alge najbolja alternativa.

Kako bi se iskoristio veliki potencijal alga, potrebno je omogućiti nove pristupe u istraživanjima, kao na primjer, poboljšati industrijsku proizvodnju algi, omogućiti njihov rast, ekstrakciju sastojaka, pročišćavanje, itd. Pri provođenju navedenih postupaka, potrebno je uzeti u obzir da oni trebaju biti ekološki prihvatljivi, brzi i povoljni.

Odabir konzumiranja algi u usporedbi s drugim izvorima proteina donosi nekoliko prednosti. Uvelike se smanjuje bacanje hrane, budući da ne podliježu tolikoj kvarljivosti poput mesa, a priprema ne zahtijeva pretjerano obrađivanje hrane. Trebalo bi usmjeriti što više istraživanja prema ljekovitosti algi jer su bogate klorofilom koji potiče detoksikaciju organizma, odlične su za mršavljenje zbog velikog udjela vlakana i hranjivih tvari, a visoka količina magnezija snižava krvni tlak i sprječava srčani udar. U dogledno vrijeme, istraživanja temljena na funkcionalnim svojstvima algi bit će jedna od temeljnih u prehrambenoj industriji i pokušat će dati odgovor na društvenu potražnju funkcionalnih namirnica sa znanstveno dokazanim zdravstvenim svojstvima.

4. LITERATURA

Bakunina, I. Y., Nedashkovskaya, O. I., Kim, S. B., Zvyagintseva, T. N., Mikhailov, V. V. 2012. Diversity of glycosidase activities in the bacteria of the phylum Bacteroidetes isolated from marine algae. *Microbiology,* 81:688-695.

Belasco, W. 1997. Algae Burgers for a Hungry World? The Rise and Fall of Chlorella Cuisine. *Technology and Culture*, 38:608-34.

Bixler, H. J., Porse, H. 2011. A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. *Journal of Applied Phycology*, 23:321-335.

Castro, P., Huber, M. E. 2005. *Marine Biology*. 5th ed. McGraw-Hill, Higher Education Inc., New York.

Cherng, J. Y., Liu, C. C., Shen, C. R., Lin, H. H., Shih, M. F. 2010. Beneficial effects of Chlorella-11 peptide on blocking LPS-induced macrophage activation and alleviating thermal injury-induced inflammation in rats. *International journal of immunopathology and pharmacology*, 23:811-20.

Davidson, A. 2004. *Seafood of South-East Asia: A Comprehensive Guide with Recipes.* Ten Speed Press. 197 pp.

Effects of the Blue Green Algae Aphanizomenon flos-aquae on Human Natural Killer Cells. — Chapter 3.1 of the IBC Library Series, Volume 1911.

Fujimura, T., Tsukahara, K., Moriwaki, S., Kitahara, T., Sano, T., Takema, Y. 2002. Treatment of human skin with an extract of Fucus vesiculosus changes its thickness and mechanical properties. *J Cosmet Sci.* 53:1-9.

Global Invasive Species Database. *IUCN Species Survival Commission*.

Guiry, M.D., Guiry, G. M. 2008. *Saccharina japonica*. AlgaeBase.

Habib, M., Ahsan, B., Parvin, M., Huntington, T. C., Hasan, M. R. 2008. A Review on Culture, Production and Use of Spirulina as Food dor Humans and Feeds for Domestic Animals and Fish. Fisheries and Aquaculture Circular No. 1034.

Indergaard, M. i Minsaas, J. 1991. Animal and human nutrition. in: Guiry, M.D. i Blunden, G. 1991. Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential.

Jubie, S., Ramesh, P. N., Dhanabal, P., Kalirajan, R., Muruganantham, N., Antony, A. S. 2012. Synthesis, antidepressant and antimicrobial activities of some novel stearic acid analogues. *European journal of medicinal chemistry*. 54:931-935.

Kazłowski, B., Chiu, Y. H., Kazłowska, K., Pan, C. L., Wu, C. J.2012. Prevention of Japanese encephalitis virus infections by low-degree-polymerisation sulfated saccharides from *Gracilaria*sp. and *Monostroma nitidum*. *Food Chem.* 133:866-74.

Kiyoshi, M., Tomoyasu, T., Masahiko, K. 2008. Suppression of thyroid function during ingestion of seaweed "Kombu" (*Laminaria japonica*) in normal Japanese adults. *Endocrine Journal.* 55:1103-1108.

Maeda, H., Hosokawa, M., Sashima, T., Funayama, K., Miyashita, K. 2005. Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 332:392-397.

Oehm, S. 1999. T*he Brown Alga, Sea Palm Postelsia*. Monterey Bay Aquarium Research Institute.

Plaza, M., Ciufentes, A., Ibanez, E. 2008. *In the search of new functional food ingredients from algae.*

Skup urednika Reader's Digest-a 2006. *Foods that harm, foods that heal*. Mozaik knjiga, Zagreb.

Roeck-Holtzhauer, Y.de 1991. Uses of seaweeds in Cosmetics. in: Guiry, M.D. and Blunden, G. 1991. Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. 83-94.

Taylor, W. R. 1957. *Marine Algae of the Northeastern Coast of North America*. University of Michigan, Ann Arbor.

Thompson, S. A., Nielsen, K. J., Blanchette, C. A., Brockbank, B., Knoll, H. R. 2007. *Effects of commercial collection on growth and reproductive output of Postelsia palmaeformis.* Sonoma State University, University of California, Santa Barbara.

Turner, K. 1996. *The Self-Healing Cookbook: A Macrobiotic Primer for Healing Body, Minds and Moods with Whole Natural Foods.*

Yaich, H., Garna, H., Besbes, S., Paquot, M., Blecker, C., Attia, H. 2011. Chemical composition and functional properties of *Ulva lactuca* seaweed collected in Tunisia. *Food Chemistry*. 128:895-901.

Vonshak, A. 1997. *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology*. Taylor & Francis, London.

World Health Organization 2006. Guidelines for drinking-water quality. First addendum to third edition. Volume 1. Recommendations.

Web izvori

Web 1. http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/alge

Web 2. http://zena.rtl.hr/clanak/zdrava_hrana/svjeze_alge_morsko_povrce_za_obilje_energije_i_vitalnosti/3536

Web 3. https://en.wikipedia.org/wiki/Asparagopsis_taxiformis

Web 4. http://images1.tcdn.com.br/img/img_prod/465159/chlorella_chlorella_pyrenoidosa_150g_de_algas_em_po_288_1_20160425104831.jpg

Web 5. http://www.aphotomarine.com/images/seaweed/brown_seaweed_bladder_wrack_fucus_vesiculosus_27-06-10_1.jpg

Web 6. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7a/Gracilaria2.JPG/800px-Gracilaria2.JPG

Web 7. https://en.wikipedia.org/wiki/Laminaria_digitata

Web 8. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/ce/Postelsia_palmaeformis-1.jpg

Web 9. http://www.niobioinformatics.in/seaweed/book/Asparagopsis%20taxiformis.jpg

Web 10. https://jouault.files.wordpress.com/2013/01/app5.jpg

Web 11. http://protistaproject.weebly.com/uploads/1/2/2/7/12279313/516921448_orig.jpg

Web 12. http://www.pacificharvest.co.nz/assets/Uploads/wakame-bits.jpg

Web 13. http://www.seaweed.ie/_images/Sac_japonica_ropes_small.jpg

Web 14. http://www.circulating-oils-library.com/files/spirulina-arthrospira-platensis-and-arthrospira-maxima-002.jpg

Web 15. https://askjacki.wordpress.com/2009/03/14/aphanizomenon-flos-aquae-afa-natural-killer-nk-cell-release/

Web 16. http://www.plingfactory.de/Science/Atlas/Kennkarten%20Procaryota/Image/Aphanizomenon111326.jpg

Web 17. http://www.val-znanje.com/index.php/tekstovi/zdravlje-i-lijecenje/1148-alge-kao-hrana