Važnost uzgoja algi kao izvor hrane u budućnosti

Alii, Arta

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:547777

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

VAŽNOST UZGOJA ALGI KAO IZVOR HRANE U BUDUĆNOSTI

GROWING IMPORTANCE OF MICRO-ALGAE AS SOURCE OF FOOD IN FUTURE

SEMINARSKI RAD

Arta Alii

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(UndergraduateStudy of Environmenatl science)

Mentorica: doc.dr.sc. Marija Gligora Udovič

Zagreb, 2015.

Sadržaj

1.UVOD ..... - 2 -
2. METODE UZGOJA ALGI ..... - 3 -
2.1. Otvoreni sistemi ..... - 3 -
2.2.Zatvoreni sistemi ..... - 5 -
2.2.1. Fotobioreaktori ..... - 5 -
2.2.2. Sobni sistemi ..... - 6 -
2.2.3. Heterotrofni sistemi proizvodnje ..... - 6 -
3. ALGE U PREHRANI ..... - 7 -
3.1. *Chlorella* ..... - 8 -
3.2. *Spirulina* ..... - 8 -
3.3. AFA alga (*Aphanizomenon flos-aquae*) ..... - 9 -
3.4. *Nannochloropsis* ..... - 9 -
4.ZAKLJUČAK ..... - 10 -
7. SAŽETAK ..... - 13 -
8. SUMMARY ..... - 13 -

1.UVOD

Alge su raznolika, heterogena skupina organizama koji mogu biti jednostanični, višestanični ili kolonijalni oblici. Uglavnom su to fotosintetski organizmi no mogu biti i hetetortofni i miksotrofni organizmi. Sistematski pripadaju skupini fototrofnih protista, koji obuhvaćaju eukariote, i fotoautotrofnih monera, odnosno prokariotskih cijanobakterija. Alge obitavaju u vodenim okolišima, najveći broj vrsta živi u morima i oceanima, zatim u kopnenim vodama i na vlažnim mjestima. Alge su i makroskopski i mikroskopski organizmi, žive kao plankton i kao dio bentosa. Planktonske alge su važni primarni producenti i nezamjenjiv dio u hranidbenim lancima. Alge, kao što smo ih definirali, na temelju ekoloških značajki, ne mogu se svrstati u jednu skupinu koja potječe od zajedničkog pretka. Svrstane su u 10-tak odjela: Glaucophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Raphidophyta, Crysophyta, Chlorophyta, Charophyta, Phaeophyta, Rhodophyta i Cyanobacteria.

Alge su u današnjem svijetu našle široku primjenu. Zbog njihove jedinstvenosti čovjek ih koristi u svim aspektima svog života. Predmet su različitih istraživanja, pokazatelji su stanja okoliša, a svoje su mjesto našle i u prehrani, farmaceutskoj industriji, kozmetičkoj industriji i kao izvor energije. Dosadašnja saznanja o algama donijela su mnogostruku korist ljudima, a daljnja istraživanja otvaraju nove mogućnosti za njihovu još veću primjenu.

Od 1980, proizvodnja mikroalgi je započela u Aziji, Indiji, Izraelu, SAD-u i Australiji. Sada se u proizvodnji koristi otprilike 200 vrsta algi širom svijeta [7]. Stoljećima su se alge koristile u prehrani, kao stočna hrana i kao gnojivo [1]. Danas se njihova korist i potražnja povećala na svjetskoj razini. Alge imaju veliki potencijal u ljudskoj prehrani. Izuzetno su korisne i zdrave za organizam jer su bogat izvor hranjivih i ljekovitih tvari. Obiluju vitaminima, mineralima, bjelančevinama, proteinima, prehrambenim vlaknima, aminokiselinama i drugim vrijednim nutrijentima. S medicinskog stajališta alge su korisne i iskoristive za prevenciju i suzbijanje mnogih tegoba. Sadrže omega 3 i omega 6 masne kiseline koje su bitne za ljudsko zdravlje. Rodovi *Spirulina* i *Chlorella* su na tržištu trenutno najpopularniji [9].

Najbitnije alge za proizvodnju su Spirulina, Chlorella, Dunaliela i Haematocussus. Za akvakulturu važne su vrste: *Chlorella, Isochrysis, Pavlova, Phaeodactylum, Chaetoceros, Nannochloropsis, Skeletonema, Thalassiosira, Haematococcus, Tetraselmis*[1]. Da bi proizvodi na bazi mikroalgi konkurirale na tržištu,važni su ekonomski i tehnički aspekti kao i nacionalne regulative u prehrani, za njenu mogućnost upotrebe.

2. METODE UZGOJA ALGI

Alge nalazimo skoro na svakom staništu i u svim dijelovima svijeta kao što su pustinje, slane i slatke vode,otpadne i zagađene vode, snijegu i ledu. Za uzgoj u algakulturi se uglavnom koriste mikroalge. Makroalge, poznatije kao morska trava također imaju komercijalnu i industrijsku svrhu. No, zbog svoje veličine i posebnih klimatskih zahtjeva pod kojima se razvijaju rijetko se uzgajaju u algakulturama. Metode uzgajanja algi mogu biti u otvorenim ili zatvorenim bazenima. Otvoreni bazeni su izloženi Sunčevoj svjetlosti, te su stoga troškovi proizvodnje manji, jer nije potrebna dodatna energija. Loša strana otvorenih bazena je njena osjetljivost na kontaminaciju drugim vrstama koje mogu prevladati algu koju se uzgaja. Uzgoj u ovakvim bazenima, uvelike ovisi i o vremenskim prilikama. Zatvoreni bazeni imaju bolje i kontroliranje uvjete, stoga je i manja šansa za kontaminacijom, ali zato imaju veće troškove proizvodnje zbog nadomještavanja Sunčeve energije. Za uzgoj u komercijalne svrhe, se uglavnom koriste otvoreni sistemi.

2.1. Otvoreni sistemi

Otvoreni bazeni imaju slabu regulaciju temperature, izloženi su kontaminacijama drugih vrsta algi, može se uzgojiti samo jedna vrsta primjenom posebnih uvjeta za njen uzgoj (npr. visoki salinitet za *Dunaliellu salinu* ili visoku lužnatost za *Spirulinu platensis*). Proizvodnja biomase je u prosjeku 30 t/ha godišnje (za mjerenja vršena u južnoj Europi) [1]. Sistemi mogu biti: otvoreni ribnjaci, horizontalni tubularni sistem, vertikalni tubularni sistem i ravni paneli (sl.1). Svi ovi sistemi su plitki do 30 cm dubine, sadrže mehanizam koji unosi svježu vodu s mikroalgama i nutrijentima te vrši cirkulaciju i miješa vodu. Miješanje je potrebno da zaustavlja taloženje stanica, regulira pH i temperaturni gradijent duž reaktora, distribuira nutrijente i CO_2. Osim toga u istom procesu generira kisik i osigurava da svaka stanica prođe kroz ciklus svjetla i tame. Miješanje mora biti u skladu s uvjetima organizma, prekomjerno mješanje može naštetiti stanicama [1]. (Tablica 1.) Prikazuje optimalne uvjete za uzgoj mikroalgi. Alge koje se koriste ovom metodom uzgoja su *Arthrospira (Spirulina) platensis, Dunaliella salina* i razne vrste roda *Chlorella*.



Slika 1. Otvoreni sistemi a) mali ribnjak za vrste reda *Spirulina*, Azija; b) CentrePivot ribnjaci za vrstu reda *Chlorella*, Yaiwan; c) *Dunaliella*, Izrael [1]

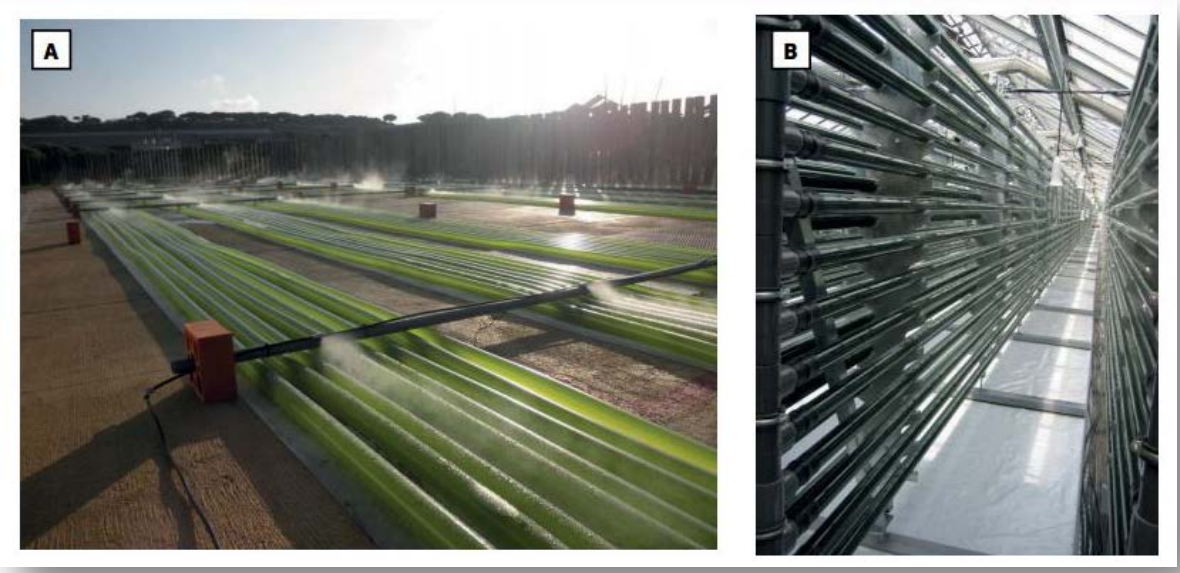
Tablica 1. Optimalni uvjeti za razvoj algi u otvorenom sustavu [1]

Parametri	Poredak	Optimalne vrijednosti
Temperatura(°C)	16-27	18-24
Salinitet($g.l^{-1}$)	12-40	20-24
Jačina svjetla($mmol/m^2/s$)	15-135 (ovisno o volumeni i gustoći)	40-70
Fotoperiod (svjetlost, tama ; sati		16:8 (minimum) 24:0 (maximum)
pH	7-9	8.2-8.7

2.2.Zatvoreni sistemi

2.2.1. Fotobioreaktori

Zatvoreni bazeni poznati pod nazivom fotobioreaktori, ograničavaju kontakt između algi i okoline te povećavaju sigurnost pri uzorkovanju i uzgoju. Najkorišteniji su cjevasti sistemi (horizontalni i vertikalni) (sl.3.), polietilenski rukavi ili vreće i ravni paneli (sl.4.). Mogu biti smješteni vani ili u staklenicima za bolje kontroliranje uvjeta, ali i povećanim troškovima. Njihova prednost nad otvorenim bazenima je što mogu minimalizirati zagađenja, omogućuje razvoj željene alge, pruža bolje uvjete regulaciji pH, CO_2, O_2, temperature, nutrijenata, sprječava evaporaciju i dodatni trošak vode, manji je gubitak CO_2 zbog otplinjavanja. Osim toga sustavu se dostiže maksimalna koncentracija stanica što znači veći volumen proizvoda[1]. Loše strane ovakvog uzgoja su skuplji instalacijski troškovi nad jeftinijim, u otvorenim sistemima.



Slika 3. Zatvoreni sistemi A) horizontalni cjevasti sistemi, Španjolska; B) vertikalni cjevasti sistemi, Njemačka [1]



Slika 4. Paneli fotobioreaktori; A) ravni paneli; B) polietilenske vreće; [1]

2.2.2. Sobni sistemi

Sobni sistemi proizvodnje su malih razmjera, uglavnom za potrebe istraživanja. Mogu se uzgajati u Erlenmayerove tikvice, u fotobioreaktorima i među ostalom i ravnim reaktorskim panelima (sl.5.).



Slika 5.Sobni sistemi; A) Erlenmayerove tikvice; B) fotobioreaktori; C) ravni paneli [1]

2.2.3. Heterotrofni sistemi proizvodnje

Alge koje se uzgajaju ovim sistemom su heterotrofni organizmi kojima je potrebna organska tvar, na taj način povećavaju troškove proizvodnje te smanjuju njegovu održivost.

Uzgoj se vrši u čeličnim bioreaktorima koji služe za masovnu proizvodnju. Ovisno o veličini mogu biti smješteni u otvorenom ili zatvorenom prostoru. Ovi se bioreaktori koriste za dugačke lance nezasićenih masnih kiselina koje se dobivaju za proizvodnju omega 3 masnih kiselina iz morskih organizama kao što su *Ulkenia*, *Crypthecodinium cohnii*, *Schizhochytrium* te ponekad i heterotrofno uzgojene *Chlorelle*. Uzgajaju se pod dobro kontroliranim uvjetima, bez svjetlosti, uz dodatak šećera ili drugih izvora ugljika.

Ovisno o infrastrukturi i znanju biotehnološke industrije, heterotrofne alge mogu biti kultivirane u 100.000 l volumena pod visokom gustoćom (30-100 g/l).

3. ALGE U PREHRANI

Najbitnije vrste koje se koriste u prehrani i proizvodnji su Cyanobacterie, Chlorophyceae, Chrysophyceae. Ove su alge eukarioti s pravom jezgrom i odvojenim organelima za fotosintezu, kloroplast i mitohondriji. Osim makro algi, koje se koriste u prehrani, mikroalge su većinom u obliku tablete ili praha koje se dobivaju isušivanjem biomase.

Cijanobakterije ili modrozelene alge obuhvaćaju prokariotske organizme čije stanice nemaju formiranu jezgru i organele, ali ih svejedno smatramo mikroalgama zbog sposobnosti fotosinteze. Obitavaju i najnepovoljnija staništa, pa ih tako možemo naći i u vrlo slanim, toplim, hladnim pa i u zagađenim vodama. Poznate su i one koje mogu biti jako hranjive, ali u zagađenom okolišu puštati endotoksine kao što je AFA alga *(Aphanizomenon flos-aquae)* ili raznih oblika kao što je spiralna *Spirulina*.

Zlatnožute alge su jednostanični organizmi. Čine plankton i bentos mora i kopnenih voda. Pigmente koje sadrže su klorofil a i c, β-karotin te ksantofili. Rezervne tvari koje nalazimo u njima su polisaharid krizolaminarin i lipidne kapljice. Značajni su primarni producenti i sudjeluju u hranidbenim lancima. Važne su i kao proizvođači kisika jer obogaćuju vodu kisikom.

Zelene alge žive kao dio planktona ili bentosa slatkih i morskih voda. Većinom su svjetlo-zelene boje, iako postoje neke vrste koje imaju specifičnu crvenu boju. Pigmenti su im klorofil a i b, karotenoidi i ksantofili. Rezervne tvari su škrob i kapljice ulja. Zelene alge su važan izvor hrane za životinje koje žive u vodi i na taj način su neophodne u lancima prehrane. Slatkovodni predstavnik je *Haematococcus pluvialis*, kao izvor astaksantina, *Chlorella vulgaris* kao dodatak prehrani i halofilna alga *Dunaliella* kao izvor beta-karotena..

3.1. *Chlorella*

Chlorella (*Chlorella pyrenoidosa)* je slatkovodna koja spada u skupinu *Chlorophyceae.* Raste u jezerima i ribnjacima dok se kao dodatak prehrani često uzgaja u zatvorenim steriliziranim prostorima. Sadrži zeleni pigment klorofil a i klorofil b u kloroplastima. Kroz fotosintezu, brzo se razmnožava zahtjevajući samo CO_2, vodu, svjetlost i malu količinu minerala za reprodukciju. Okruglastog je oblika oko 2 do 10 μm [8]. 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. Proizvodi se u Aziji, Njemačkoj i u krajevima s toplom klimom [4].

3.2. *Spirulina*

Spirulina (sl.7.) je modro-zelena slatkovodna alga spiralnog oblika koju konzumiraju i ljudi i životinje. Zapravo dvije su vrste *Arthrospira maxima i Arthrospira platensis.* Ova alga bogata je vitaminima (A, C, D, E i B), mineralima, vlaknima. Značajna je kao izuzetan izvor beta-karotena, proteina i minerala (željeza, kalija, kalcija, magnezija, natrija, fosfora, cinka i selena). Spirulina sadrži jednake količine kao i orašasti plodovi ili soja, otprilike 50-70 % suhe biomase [7]. *Spirulina* jača imunitet, štiti organizam od štetnih tvari, regulira probavu, pomaže u smanjenju prekomjerne tjelesne težine, smanjuje rizik od raka. Ova alga štiti živčani sustav, mozak i oči zahvaljujući snažnom antioksidansu - zeaksantinu. Ima protuupalna i antialergijska svojstva, pomaže kod stresa i depresije te ublažava simptome PMS-a.





Slika 7. *Spirulina* Slika 8. *Nannochloropsis*

3.3. AFA alga (*Aphanizomenon flos-aquae*)

AFA (*Aphanizomenon flos-aquae)* alga (sl.8) je slatkovodna vrsta cijanobakterija. Postoje toksični i netoksični oblici. Sadrži gradbeni materijal za stvaranje neuropeptida i na taj način pospješuje aktivnosti živčanoga sustava. Izvor je masnih i nukleinskih kiselina. Također je najbogatiji biljni izvor vitamina B12, koji je vrlo bitan u prehrani vegetarijanaca. Vitamin B12 koji sadrži AFA alga je u cijelosti iskoristiv, za razliku od vitamina iz algi spirulina. AFA alga je vrlo bogata raznim oblicima beta karotina (provitamin A), kao i ostalim karotinima koji provjereno jačaju imuni sustav i potiču antioksidaciju[2]. U jednom gramu AFA alge je više od 60% proteina visoke kvalitete, što je više nego u bilo kojoj hrani. Aminokiseline dobivene iz AFA algi se znatno lakše apsorbiraju i ugrađuju u tijelo, nego bilo koje druge aminokiseline. Jedinstvena je po svojem viskom stupnju asimilacije, koji iznosi gotovo 100% [6]. Unatoč vrlo vrijednim nutrijentima koje sadrži ova alga, uzgoj mora biti pod kontroliranim uvjetima. Alge koje nemaju točke opreza mogu se naći u sukobu marketinških prodavača sa znanstvenicima koji upozoravaju potrošače na endotoksine koje ova alga ispušta [5], radi zagađenog jezera u kojem je uzgojena.



Slika 8. Afa alga [15]

3.4. *Nannochloropsis*

Iako nalikuje na zelenu algu (*Chlorella), Nannochloropsis* spada u skupinu *Chrysophyceae* [11] (ili Stramenopiles) zajedno s dijatomejama i smeđim algama. Ona je industrijalna alga koja je prekomjereno uzgojena u otvorenim ribnjacima i fotobioreaktorima za akvakulturu. Izgladnjivanjem dušikom, Nannochloropsis može proizvesti ulja više od 60

% svoje biomase, čineći ju izvrsnim potencijalom za biogoriva. Bogata je visokokvalitetnim proteinima i eikozapentaenskim kiselinama (EPA) i omega 3 masnim kiselinama. Za smanjenje kardiovaskularnih i očnih bolesti, dijabetesa tipa II, artritisa i ostalih zdravstvenih tegoba, potreba za omega 3 masnim kiselinamaraste svake godine sve više. Za tu potrebu znanstvenici su uspjeli razviti kekse i tjesteninu obogaćenu omega 3 masnim kiselinama dobivenim od *Nannochloropsis* (sl.10.). Prednost ove alge je što se u vrlo kratkom periodu može puno uzgojiti i ima visok udio prehrambenih vrijednosti.

4.ZAKLJUČAK

Alge su među najstarijim živućim organizmima. Veličine su od nekoliko mikrometara do preko 50 metara dužine i nastanjuju sva staništa biosfere. Milijunima godina su imale veliki učinak na zemlju i njen ekosistem i nastavljaju utjecati na njega do dana današnjeg. Kao primarni producenti generiraju većinu kisika na zemlji. Alge su sastavnica planktona čija je neizmjerna hranjiva vrijednost do nedavno prolazila nezapaženo. No znanost se zbog globalne gladi, smanjenih resursa i iscrpljenog zemljišta počela fokusirati na hranjivi potencijal algi.

Zbog brzog rasta, visoko nutritivnih vrijednosti,lakog uzgoja i velike količine biomase dobivene uzgojem alge predstavljaju budućnost u prehrani. Današnjoj industrijski proizvedenoj hrani nedostaju vitalni hranjivi sastojci, bitni za ljudsko zdravlje što mnoge ljude potiče na konzumiranje dodatke prehrani. Jedan od najvrjednijih su upravo alge koje su opisane kao najcjelovitija prirodna hrana. Uzgoj mikroalgi u te svrhe je novo područje istraživanja koje zahtjeva još proučavanja. Europa bi bila u prednosti s uzgojem mikroalgi za budućnosti, zbog njene znanstvene i tehnološke predispozicije. Naime, dva jasna razloga koji sprečavaju potencijal Europe u tom dijelu su nedovoljna domaća potražnja za proizvodima te poteškoće ostvarivanja komercijalnog odobrenja zbog Novel prehrambenih propisa. Uzgoj i ekstrakcija biomase iz algi je trenutno preskupa, stoga i neisplativa u odnosu na dobitak koji bismo mogli dobiti od biljaka. Kako bi se poboljšala europska konkurencija u razvijanju mikroalgi stručnjaci predlažu tehnički prodor, bolju suradnju između industrije i znanosti, te smanjenje troškova proizvodnje.

5. LITERATURA

[1] Enzing C., Ploeg M Barbosa M., Sijtsma L. (2014.): Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe, JRC scientific and policy reports; Research: https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/final_version_online_ipts_jrc_85709.pdf

[2] http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/afa-alga

[3] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=1687

[4] http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/alge

[5]http://blog.watershed.net/2014/02/10/klamath-lake-bluegreen-algae-is-toxic-and-should-be-avoided/

[6] http://www.bioterra.hr/afa-alge/afa-alge.html

[7] Linda E.Graham, Lee W. Wilcox (1999.): Algae

[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Chlorella

[9] http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4344213/

[10] http://www.pnas.org/content/108/52/21265.full.pdf+html

[11]http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=g5c8e6521c5cdd470&-session=abv4:1F9377AE1664330F9AKQ14BECEBA

[12] http://klamathvalley.com/aphanizomenon-flos-aquae/

[13] http://www.rawfoodlife.com/natures_first_raw_superfood.html

[14] http://foodmatters.tv/articles-1/top-5-sources-of-plant-protein

[15] http://klamathvalley.com/;
http://www.photomacrography.net/forum/viewtopic.php?t=6326&view=next&sid=d00dbb4a1c471c259a3e7c9eed038b34;
http://www.plingfactory.de/Science/Atlas/Kennkarten%20Procaryota/source/Aphanizomenon.html

7. SAŽETAK

Alge su prvi eukariotski organizmi koji su mogli obavljati fotosintezu. Smatraju se najvećim proizvođačima kisika na Zemlji.Od mikrometarskih planktona do i više od 50 metara dugih morskih trava, one zauzimaju gotovo sva staništa. Imaju veliku primjenu i korist u prehrambene, industrijske, tehnološke i kozmetičke svrhe. Oblikom su slične biljkama, ali bez listova, korjena i cvijeta.

U ovom radu se opisane metode uzgoja algi i njena korist i značaj u prehrabmene svrhe. Njeni esencijalni nutrijenti su se iskazali kao dobra zamjena za lijekove, hranu i energiju, poglavito kada je potreba za novim i boljim izvorima energije postala nužnom. Najpoznatije mikroalge za prehranu na tržištu su Chlorella i Spirulina.

8. SUMMARY

Algae are the first eukaryotic organisms that manage to perform photosynthesis. They are considered to be the biggest oxygen producers on the planet. From micrometar plankton to more than 50 metars long seaweed, they occupy all the environmental habitants. They have a big application and benefit in food, industrial, technological and cosmetic purposes. By shape they resemble to plants, but without leaves, roots and flowers.

This work more closely explains the methods of algae cultivation, their meaning and benefits in the food sector. Their essential nutrients have shown to be a very good medicine, food and energy supplement, especially when the need for new and better potential energy has become necessary. The most known for cultivation in food sector are Chlorella and Spirulina.