

CHLORELLA – RŮSTOVÝ FAKTOR A JEHO VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Eva Vincencová

Bakalářská práce
2008

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

nascannované zadání s. 1

nascannované zadání s. 2

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá sladkovodní řasou Chlorella a Chlorella růstovým faktorem a jeho využitím v potravinářském průmyslu. Úvodní část práce pojednává o charakteristice skupiny rostlin kam tato řasa patří a dále o jejím taxonomickém zařazení.

Klíčová slova: řasa, Chlorella, Chlorella růstový faktor

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with fresh water alga Chlorella and Chlorella growth factor and his usege in food industry. In the introduction solve characterisation of plant group where this alga belongs to and also taxonomic obstruction this alga.

Keywords: alga, Chlorella, Chlorella growth factor

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat Ing. Ladislavě Mišurcové, za odbornou pomoc a připomínky při vypracování bakalářské práce.

Dne 13.7.2008 ve Zlíně

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci Chlorella růstový faktor a jeho využití v potravinářském průmyslu, vypracovala samostatně pod vedením Ing. Ladislavy Mišurcové a uvedla v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje.

OBSAH

ÚVOD.....	7
I TEORETICKÁ ČÁST	8
1 ŘASY (ALGAE).....	9
1.1 ODDĚLENÍ CHLOROPHYTA – ZELENÉ ŘASY.....	12
1.2 CHLORELLA	12
1.2.1 Stavba buňky.....	13
1.2.2 Rozmnožování řasy <i>Chlorella</i>	15
1.2.3 Chemické složení řasy <i>Chlorella</i>	16
1.2.3.1 Chlorofyl.....	21
1.2.3.2 Sporopollein.....	22
1.2.3.3 Chlorelin	22
1.2.4 Pěstování řasy <i>Chlorella</i>	22
2 CHLORELLA RŮSTOVÝ FAKTOR (CGF).....	24
2.1 VLASTNOSTI CHLORELLA RŮSTOVÉHO FAKTORU (CGF)	24
2.1.1 Schopnost regenerace	24
2.1.2 Stimulace imunitního systému	24
2.1.3 Probiotické účinky.....	25
2.2 VYUŽITÍ CHLORELLA RŮSTOVÉHO FAKTORU (CGF)	26
2.2.1 Detoxikace organismu.....	26
2.2.2 Snížení rizika infekce	27
2.2.3 Ochrana před ozářením gama paprsky.....	27
2.2.4 Léčba rakoviny	28
2.2.5 Schopnost akumulace minerálních látek a následný vliv na laktaci skotu a prasnic.....	29
3 KOMERČNÍ VYUŽITÍ CHLORELLA RŮSTOVÉHO FAKTORU (CGF).....	30
3.1 VYBRANÉ KOMERČNÍ VÝROBKY	30
3.1.1 Výrobek Unilakt.....	30
3.1.2 Výrobek ALGAFIT Chlorella + Selen	30
3.1.3 Výrobek Chlorella pyrenoidosa.....	31
3.1.4 Výrobek Chlorella JAPAN.....	31
3.1.5 Výrobek Chlorella STAR.....	32
3.1.6 Výrobek Japanese Chlorella.....	32
3.1.7 Výrobek riasy Chlorella	32
3.1.8 Výrobek Jarrow - Yaeyama Chlorella	33
3.1.9 Výrobek Chlorella Melrose	33
3.1.1 Dostupnost výrobků na českém trhu.....	34
ZÁVĚR.....	35
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	39
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	40
SEZNAM TABULEK	41
SEZNAM PŘÍLOH	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.

ÚVOD

Zelené řasy (*Chlorophyta*) jsou v přírodě hojně rozšířené a ze všech řas druhově nejbohatší. Jsou významné z fylogenetického hlediska, neboť stojí na počátku vývojové linie zelených rostlin. Zelené řasy jsou především bohatým zdrojem chlorofylu (zeleného fotosyntetického barviva), jenž má vliv na posílení imunity a působí pozitivně na regeneraci buněk. První část práce je věnována obecné charakteristice řas a zařazení řasy *Chlorella* do jednotlivých skupin, popisem buňky řasy *Chlorella* a jejím chemickým složením. Druhá část práce je zaměřena na *Chlorella* růstový faktor jeho působení a využití pro ochranu organismu člověka. Třetí částí práce je věnována komerčním výrobkům, které obsahují řasu *Chlorella* a jejich dostupnosti na trhu. *Chlorella* je sladkovodní zelená řasa obsahující vitaminy, minerální látky, chlorofyl, mastné kyseliny, vlákninu, všech osm esenciálních aminokyselin nezbytných pro život a specifický *Chlorella* růstový faktor (CGF). *Chlorella* růstový faktor (CGF), je vodným výluhem řasy *Chlorella*. Je významný pro své probiotické účinky, které ovlivňují regeneraci střevní mikroflóry, byla-li narušena například při dlouhodobém užívání antibiotik. Jeho vliv spočívá v pozitivním ovlivnění růstu laktobacillů, které osidlují zažívací trakt člověka. Tím napomáhají ke správnému průběhu trávení a celkové funkci trávicího ústrojí. Nepřehlédnutelné jsou však také detoxikační účinky (CGF) na lidský organismus. Práce byla zaměřena, na konkrétní výzkumy vlastností *Chlorella* růstového faktoru. Jaký význam má použití *Chlorella* růstového faktoru v medicíně či potravinářském průmyslu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŘASY (*ALGAE*)

Jsou stélkaté autotrofní rostliny, zahrnují několik nepříbuzných vývojových větví nižších rostlin. Jejich buněčná jádra jsou ohraničena jadernou membránou. Asimilační barviva jsou soustředěna v chloroplastech. Žijí převážně ve vodním prostředí, některé i v půdě a na jiných substrátech. [S. Rosypal a kol., Nový přehled biologie, Scienta, Praha, 2003, s. 451-567. ISBN:80-7183-268-5, s. 824]

Největší praktický význam mají hnědé řasy (oddělení *Chromophyta*, třída *Phaeophyceae*), dále ruduchy neboli červené řasy (oddělení *Rhodophyta*) a zelené řasy (oddělení *Chlorophyta*). Hnědé řasy žijí až na výjimky v moři, kde prorůstají skalnatým pobřežím do hloubky asi 50 m. V jejich chloroplastech je vedle chlorofylu *a*, chlorofylu *c* a β -karotenu obsažen hnědý xantofyl fukoxanthin. Stélky někdy napodobují listy cévnatých rostlin (fyloidy). Pro lidskou výživu má význam řád *Laminariales*, jehož druhy však rostou hlavně při pobřeží studených moří. Fyloidy obsahují značné množství jodidu draselného. Některé druhy hnědých řas se využívají v Polynésii ke konzumaci např. *Dictiopteris australis*, *D. plagiogramma*, *Asparagopsis taxiformis*. Ze stélek chaluhy (rody *Fucus*, *Sargassum* aj.) se získává kyselina alginová, její soli algináty mají mnohostranné využití, např. v potravinářství (stabilizace krémů, zmrzlin, médium pro kvasinky při výrobě piva a vína), v textilním a papírenském průmyslu, při výrobě linolea, imitací kůže, ve stavebnictví, k impregnaci proti vodě apod.

Z popela usušených stélek se získává jód. Stélky velkých hnědých i jiných řas vyvržené mořem jsou známé jako „kelp“ a patří k tradičním hnojivům některých pobřežních států, pod tímto jménem se i u nás prodávají tabletky z *Fucus vesiculosus*, chaluhy bublinaté obsahující jód. Druhy rodů *Laminaria* a *Undaria* se v Číně a Japonsku, kde se pěstují, používají jako zelenina, přísada do polévek, omáček a rýže, nebo slouží i k přípravě čaje. Jsou bohaté na minerální látky, bílkoviny i vitaminy, upravují krevní tlak. [S. Rosypal a kol., Nový přehled biologie, Scienta, Praha, 2003, s.451-567. ISBN: 80-7183-268-5, s. 824]

Z chaluhy *Ascophyllum nodosum* se vyrábí pesticid k ochraně kultur citrusů před hlísticemi. K hnědým řasám patří rozsivky (*Baillariophyceae, Diatomeae*), jednobuněčné řasy žijící jednotlivě nebo v koloniích. Jsou to převážně vodní, mořské i sladkovodní rostliny, tvořící hlavní složku planktonu v mořích. [S. Rosypal a kol., Nový přehled biologie, Scienta, Praha, 2003, s. 451-567. ISBN:80-7183-268-5, s. 824]

Červené řasy – Ruduchy (*Rhodophyta*), žijících hlavně v moři, řidčeji ve sladkých vodách, obsahují vedle chlorofylu *a* i karotenů také červený *r*-fykoerythrin, někdy i modrý *c*-fykocyanin. Stélka je většinou mnohobuněčná, vláknitá nebo lupenitá. Ruduchy tvoří spolu s hnědými a zelenými řasami pobřežní pás mořské vegetace, v čistých tropických mořích rostou až do hloubky asi 180 m. Velmi dobře se jim daří například v teplých vodách při asijském a australském pobřeží, kde žije velké množství druhů. Stélky některých ruduch bohaté na vitaminy B a C se pojídají jako salát nebo se vaří a různě upravují. [S. Rosypal a kol., Nový přehled biologie, Scienta, Praha, 2003, s. 451-567. ISBN: 80-7183-268-5, s. 824]

V Japonsku se takto využívá zejména rod *Porphyra* (nori), na Havaji například *Gracillaria* v souostroví Samoa *Halymenia*. Salangany z čeledi rorýsovitých stavějí ze stélek rodu *Euchema* hnízda spleená vlastními slinami, která jsou v Číně, na Jávě i jinde považována za pochoutku. Hospodářský význam ruduch je však dosud především v tom, že se z nich průmyslově získává polysacharid agar, používaný v biologii a v lékařství jako živné médium pro kultivaci mikroorganismů, tkáňových kultur apod., v textilním, papírenském i potravinářském průmyslu (rosoly, čerění vína). Získává se extrakcí v horké vodě.

K nejdůležitějším zdrojům agaru patří mj. tichomořské *Gelidium carneum* a *G. cartilagineum* a druhy rodů *Gracillaria*, *Ahnfeltia*, *Eucheuma*. Agaru podobný polysacharid karagen poskytuje zejména řasa *Chondrus crispus*.

Využívá se v mlékárenství (krémy, koktejly apod.), v textilním a kožedělném průmyslu (impregnace, klížení) i ve farmacii (jako emulgátor). [S. Rosypal a kol., Nový přehled biologie, Scienta, Praha, 2003, s. 451-567. ISBN: 80-7183-268-5, s. 824]



Obr. 1: Zástupce zelených řas *Chlorophyta*

Mezi druhově nejbohatší a v přírodě nejrozšířenější patří zelené řasy, rostoucí většinou ve sladkých vodách, méně často v moři a někdy i mimo vodní prostředí. Mezi zástupce žijící ve sladkých vodách patří zástupci třídy Zelenivky (*Chlorophyceae*), řád Válečovití (*Volvocales*) jež mají monadoidní stélku a často se vyskytují jako součást planktonu rybníků a tůní. K zástupcům tohoto řádu patří pláštěnka (*Chlamydomonas*), která žije jednotlivě, někteří zástupci tvoří kolonie jako například Váleč koulivý (*Volvox globator*). Řád Zelenivkovité (*Chlorococcales*) vyskytující se jak ve sladkých vodách, tak i na extrémních stanovištích. Mají kokální stélku. K zástupcům patří Zelenivka (*Chlorella*), která žije jednotlivě nebo ve shlucích v mělké vodě. Sítěnka (*Hydrodictyon*) tvořící síťovitá cenobia. Třída Spájivky (*Conjugatophyceae*), mají jednobuněčné či vláknité stélky. Zástupci této třídy jsou Šroubatka (*Spirogyra*), Jařmatka (*Zygnema*), Vřetenovka (*Closterium*), Krásivka (*Cosmarium*), Hvězduška (*Micrasterias*). Poslední třídou je patří mezi sladkovodní řasy je třída Parožnatky (*Charophyceae*). Mezi řasy osidlující moře jsou řazeny třída Trubicovky (*Bryopsidophyceae*) mající sifonální nebo sifonokladální stélku. Zástupci této třídy jsou Acetabularia, která obývá Středozevní moře, připomíná kloboukatou houbu. Řád Kadeřnatkovité (*Ulothrichales*) je také možné řadit mezi rostoucí v pobřežní oblasti evropských moří. Jejich zástupci mají trichální jednoduchou nebo větvenou stélku.

Všichni zástupci zelených řas, se složením asimilačních barviv (chlorofyl *a* i *b*, karoteny, xantofyly) a zásobním produktem (škrob) se blíží cévnatým rostlinám. Pro

vysoký obsah lehce stravitelných bílkovin a schopnost rychlého rozmnožení se jednobuněčné zelené řasy pěstují ve velkoobjemových kultivačních zařízeních a používají se jako přídatek do krmiv pro skot a drůbež, jako surovina k výrobě papíru, dále do kosmetických přípravků, jako přírodní léčiva a někdy i pro přímou lidskou výživu. Pro kultivaci mají význam zejména rody *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Dunaliella* a některé další. Řasy rodu *Ulva*, především *U. lactuca*, s vysokým obsahem vitaminů B, C a K, rostoucí při pobřeží moří, mají jedlé, asi 20-25 cm dlouhé stélky, z nichž se připravuje tzv. mořský salát. Obdobně se v Polynésii využívají listovité stélky *Caulerpa racemosa*. Někteří zástupci, např. druhy rodů *Chlorella* (zelenivka). Pro velmi významné využití Chlorelly, jsem na ni zaměřila svoji práci. [S. Rosypal a kol., Nový přehled biologie, Scienta, Praha, 2003, s. 451-567. ISBN: 80-7183-268-5, s. 824]

1.1 Oddělení Chlorophyta – zelené řasy

Taxonomické rozdělení

Říše : rostliny (*Plantae*)

Podříše : Nižší rostliny (*Thallobionta*)

Oddělení : Zelené řasy (*Chlorophyta*)

Třída : (*Trebouxiophyceae*)

Řád : *Chlorellales*

Rod : *Chlorella*

Druhy: *Chlorella pyrenoidosa*, *C. vulgaris*, *C. miniata*, *C. kessleri*, *C. sorokiniana*

C. zofingiensis, *C. ellipsoidea*, *C. fusca*, *C. variegata*

1.2 Chlorella

Její název je odvozen od řeckého slova „*chloros*“ znamená zelený a latinského „*ella*“ jež znamená malý. Pro svůj vysoký obsah chlorofylu (nejvyšší ze všech známých rostlin) má sytě smaragdovou zelenou barvu. Jedná se o jednobuněčnou sladkovodní řasu. V příznivých podmínkách se silným slunečním svitem a v neznečištěném prostředí se množí rychlostí 4 x za 20-

24 hodin. Obsahuje všech osm esenciálních aminokyselin nezbytných pro život, vitaminy, minerální látky, chlorofyl, mastné kyseliny, specifický *Chlorella* růstový faktor (CGF) a vlákninu. [<http://www.sinicearasy.cz/>]

1.2.1 Stavba buňky

Jádro neboli *nukleus*, příp. též *karyon* je zřetelně ohraničeno od okolní cytoplazmy. Na jeho povrchu je dvojitá biomembrána, tzv. blána jaderná. Není celistvá, protože jsou v ní póry. Karyoplazma je polotekutá hmota vyplňující vnitřek jádra. V ní se nacházejí vláknité útvary zvané chromozomy, které obsahují deoxyribonukleovou kyselinu DNA (nositelka dědičných vlastností). [Springer Berlin/ Heildeberg, *Molecular Genetics and Genomics*, 2004, s. 740-746, ISSN 1617-4615]

V jádře se nachází jedno nebo i více jadérek. V nich jsou uloženy geny pro syntézu RNA, proto jsou významná při rozmnožování jádra. Fotosyntetickými pigmenty jsou *chlorofyl a* a *b,a-* a karotenoidy z nichž nejvýznamnější je β -karoten. Chloroplast má dvě membrány a 2-6 thylakoidů v jedné lamele. Je bez spojení s buněčným jádrem. Ve většině případů je vyvinut pyrenoid – bílkovinné tělíčko, obsahující RUBISCO (funkcí tohoto enzymu je vázat oxid uhličitý v temnostní fázi fotosyntézy). Tímto způsobem je vázáno RUBISCO ještě u hlevíků (*Anthoceroophyta*), ostatní mají tento enzym v tylakoidech. Na povrchu pyrenoidu je většinou škrob. [Springer Berlin/ Heildeberg, *Molecular Genetics and Genomics*, 2004, s. 740-746, ISSN 1617-4615]

V chloroplastu se nevyskytují grana, která jsou známa u vyšších rostlin. Zásobní látkou je především škrob, který se shromažďuje v chloroplastech nebo na pyrenoidu. Některé sifonální zelené řasy (*Aulerpa*, *Halimeda*, *Udotea*) si škrob ukládají do zvláštních leukoplastů. Jako doplňkové zásobní látky se vyskytují mono- a disacharidy a jejich deriváty (alkoholy aj.) a polyfosfátová zrna (volutin).

Některé skupiny mají ještě další specifické zásobní látky (např. *Ulvophyceae* mannan a xylan). Cytoplazmatická membrána ohraničuje celý živý obsah buňky. Je shodná s ostatními membránami v buňce a polopropustná (volně propouští jen molekuly vody). Základem biomembrány je dvojitá vrstva fosfolipidů. Cytoplazmatická membrána má vnější a vnitřní části a dále pak lze nalézt v mezeřené molekuly bílkovin, které umožňují průchod molekulám bílkovin. [Springer Berlin/Heildeberg, *Molecular Genetics and Genomics*, 2004, s. 740-746, ISSN 1617-4615]

Cytoplazma tvoří vnitřní prostředí buňky. Je to velmi viskózní, koncentrovaný roztok mnoha malých i velkých molekul. Zcela vyplňuje prostor buňky. Skládá se z vody, enzymů, živin, odpadních látek a plynů. [Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s. 740-746, ISSN 1617-4615]

Mitochondrie jsou většinou kulovité, oválné nebo tyčinkovité organely. Jejich počet v jednotlivých buňkách je proměnlivý. Jsou opatřeny dvěma biomembránami a uskutečňují se zde buněčné dýchání. Mitochondrie jsou energetickým centrem buňky, přitom energie uvolněná při dýchání pak zabezpečuje životní děje v buňce. Buněčné dýchání probíhá na vnitřní membráně. [Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s. 740-746, ISSN 1617-4615]

Endoplazmatické retikulum (dále jen E.r) je membránový systém kanálků a trubiček. Produkty E.r., jsou v transportních váčcích dopravovány do Golgiho aparátu. Hrubé endoplazmatické retikulum, obsahuje ribozomy a probíhá zde syntéza bílkovin. Hladké endoplazmatické retikulum je bez ribozomů. Probíhá zde syntéza sacharidů a lipidů. [Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s. 740-746, ISSN 1617-4615]

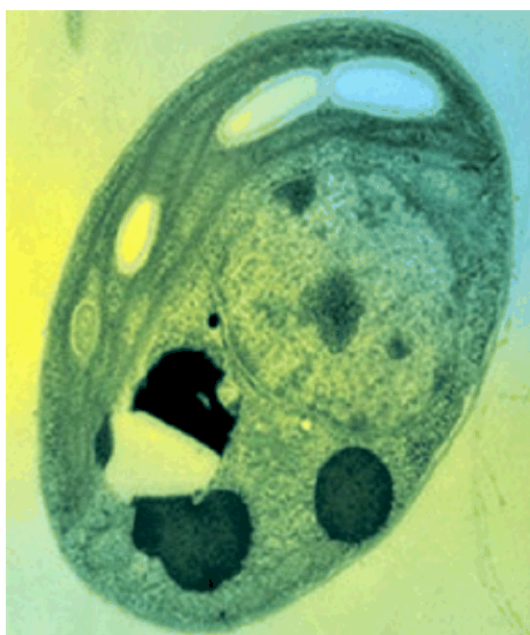
Golgiho aparát (dále jen G.a) je místem, kde probíhají biochemické reakce enzymaticky upravující látky z E.R. To znamená, že produkty E.r., jsou do G.a. dopraveny v transportních váčcích a následně zde probíhá zahušťování produktů z E.R. a odstraňování metabolitů z těla buňky. [Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s. 740-746, ISSN 1617-4615]

V živočišných buňkách jsou v Golgiho aparátu upravovány bílkoviny, lipidy a steroidy; v rostlinných buňkách pak bílkoviny a složité sacharidy, jako je například celulóza. [Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s.740-746, ISSN 1617-4615]

Lysozomy jsou měchýřky, ve kterých jsou biomembránou uzavřeny trávicí enzymy. Vznikají tak, že váčky s upravenými látkami opouštějí G.a. Jsou to organely ohraničené jednoduchou membránou, tzv. tonoplastem. Uvnitř vakuol je buněčná šťáva, která je tvořena roztokem enzymů a dalších látek. [Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s.740-746, ISSN 1617-4615]

Plastidy jsou důležité orgány rostlinných buněk obsahující různá barviva. Chloroplasty ohraničuje stroma, tj. dvojitá biomembrána uzavírající bílkovinnou plazmu. V plazmě jsou tylakoidy, tj. sít' uzavřených biomembrán. Grana jsou pak tvořena stupňovitě na sebe uloženými tylakoidy a obsahují asimilační barvivo, zelený chlorofyl.

Chromoplasty obsahují červená a žlutá asimilační barviva nerozpustná ve vodě, tzv. karotenoidy a xanthofyly. Leukoplasty jsou bezbarvé plastidy, v nichž se hromadí zásobní látky jako jsou např. škrob, bílkoviny a lipidy. Leukoplasty nejdeme nejčastěji v neosvětlených částech rostliny (kořeny, oddenky). [Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s.740-746, ISSN 1617-4615]



Obr. 3: Buňka řasy *Chlorella*

1.2.2 Rozmnožování řasy *Chlorella*

Zástupci rodu *Chlorella* se rozmnožují autospórami, které se vytvářejí uvnitř mateřské buňky obvykle po 4-8 a uvolňují se protržením blány mateřské buňky. Několik druhů rodu *Chlorella* je všeobecně rozšířeno ve vodách, ve vlhku a v půdě. Žijí i v tělech různých živočichů jako tzv. **zoochlorelly** a v lišejnících jako tzv. **gonidie**. Zoochlorelly byly nalezeny v plazmě nezmara *Chlorohydra viridissima*, v těle ploštěnek a nálevníků, s nimiž žijí v symbióze. Řasy rodu *Chlorella* lze snadno pěstovat v kulturách, v nichž se rychle množí a syntetizují organickou hmotu (glycidy a lipidy) intenzivněji než vyšší rostliny. Velmi často je lze nalézt v planktonu stojatých i tekoucích vod, pro své nepatrné rozměry

a roztroušený výskyt bývají však ve většině případů přehlíženy a objeví se až při pokusné respektive determinální kultivaci vzorků. [<http://www.botany.natur.cuni.cz>]

1.2.3 Chemické složení řasy *Chlorella*

Vitaminy jsou nízkomolekulární sloučeniny syntetizované autotrofními organismy. Heterotrofní organismy je syntetizují jen v malé míře a získávají je jako exogenní látky především potravou a některé z nich prostřednictvím střevní mikroflóry. Vitaminy jsou v určitém minimálním množství nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka. Nejběžnější hledisko třídění vitaminů je dosud podle společných fyzikálních vlastností, rozpustnosti ve vodě (polární prostředí) a v tucích (v nepolárním prostředí). Mezi vitaminy rozpustné ve vodě se řadí vitaminy skupiny B a vitamin C. *Chlorella*, je bohatým zdrojem vitaminů skupiny B a především vysokým množstvím vitaminu B5 (neboli kyselina pantothenová), jenž hraje zásadní úlohu v metabolismu člověka vyskytuje se jako složka koenzymu-A a účastní se přeměny tuků, uhlovodíků a proteinů na energii, při metabolismu aminokyselin, pyruvátu a produktů glykolýzy, účastní se Krebsova cyklu, nutný pro syntézu cholesterolu, provitaminu D, žlučových kyselin a steroidních hormonů (adrenokortikolu a pohlavních hormonů), porfyrinů a nukleových kyselin. Podílí se na tvorbě acetylcholinu, přenašeče v nervové soustavě, také tvorbě protilátek a účastní se imunitních procesů. Stimuluje obnovu kožních buněk.

Řasa *Chlorella* je také významným zdrojem vitaminu C, který zvyšuje účinnost příjmu anorganického železa, je důležitý pro využívání vitaminů B komplexu - folacinu a vitamin B12, brání tvorbě nitrosaminů (vznikají z nitrátů a nitridů v potravinách a pitné vodě, mohou vyvolávat rakovinu jícnu a žaludku). Typy rakoviny, proti nimž může vitamin C nabízet určitou ochranu, zahrnují rakovinu plic, úst, hrdla, jícnu, žaludku, cervixu a tračníku (tlustého střeva). Uplatňuje se také, jako antioxidační činidlo, zpomaluje škodlivé účinky volných radikálů, chrání i jiné vitaminy, polynenasycené mastné kyseliny, cholesterol LDL (Low Density Lipoproteins) a enzymy před poškozením volnými radikály. V těle důležitý především pro činnost imunity a metabolismus vápníku. Do skupiny vitaminů rozpustných v tucích se řadí vitaminy A, D, E a K. Z těchto vitaminů, je v řase *Chlorella* obsažen pouze vitamin E (neboli tokoferol). Vitamin E, je znám jako antioxidační činidlo, tzn. chrání buňky proti volným radikálům tím, že chrání

polynenasycené mastné kyseliny i buněčné membrány proti oxidaci volnými radikály (peroxidace lipidů), pomáhá předcházet arterioskleróze (zesílení stěn arterii vzhledem k nánosům tuků a minerálů). Působí pozitivně na růst tkání a podporuje hojení ran. [Prof. Ing. Jan Velíšek, DrSc.: CHEMIE POTRAVIN 2, OSSIS, ISBN 80-902391-4-5, 1999, 328, 19-20]

Tabulka 1: Obsah vitaminů řasy *Chlorella* [mg/100 g]

VITAMINY	
Karoteny	0,020
Vitamin B1	1,820
Vitamin B2	4,520
Vitamin B3	5,470
Vitamin B5	8,890
Vitamin B6	1,810
Vitamin B12	0,430
Vitamin C	7,000
Vitamin E	5,000
Kyselina fytová	2,900
Biotin	0,270
Inositol	248,0

Tabulka 2: Srovnání obsahu vitaminů v řase *Chlorella*, *Spirulina*, kvasinkách a játrech [mg/kg]

VITAMINY	CHLORELLA	SPIRULINA	KVASINKY	JÁTRA
B1 thiamin	18,0	40,0	6,5	3,0
B2 riboflavin	40,0	38,0	45,2	29,0
B3 kys. nikotinová	225	140	0	210,0
B5 kys. panthotenová	18,0	6,5	1,5	105,0
B6 pyridoxin	25,6	5,3	14,8	7,0

B12 kobalamin	0,8	5,1	4,2	0,7
Biotin (vitamin H)	0,3	0,15	2,4	1,0
Kyselina listová	24,0	0,25	18,1	1,0

V tabulce 2, jsou porovnány hodnoty vitaminů (skupiny B, kyseliny listové a biotinu), které jsou obsaženy v řase *Chlorella* a jiných významných zdrojích, jako jsou kvasinky, játra a řasa *Spirulina*. Z uvedených hodnot vyplývá, že řasa *Chlorella* a *Spirulina* jsou schopny obsahem vitaminů skupiny B, vyrovnat kvasinkám a játrům. Dokonce v případě vitamínu B3 tyto zdroje řasa *Chlorella* výrazně převyšuje.

Minerální látky jsou látky neorganického původu. Organismus si je neumí vytvářet, proto musí být přijímány v potravě. Minerální látky lze dělit, na makroprvky ke kterým se řadí Ca, P, Na, Cl, K, Mg, S, (organické - C, H, O, N) a mikroprvky kam patří Fe, I, Zn, Se, Cu, F, Mn, Mo, Co, Cr. Minerální látky se mohou vyskytovat ve formě organické či anorganické. Některé jsou využívány jako stavební látky – Ca a P (vápník a fosfor). Nebo jsou také faktory pro funkci enzymů tzv. metaloenzymy – Mg, Zn, Cu, Se. Podporují absorpci, trávení a transport nutrientů. Udržují homeostázu, regulují svalovou kontrakci a přenos nervového vzruchu.

Chlorella je významným zdrojem draslíku, který je důležitý pro správnou činnost svalů, udržování acidobazické rovnováhy (ABR), relaxaci srdečního svalu, je také nutný pro sekreci inzulínu, fosforylaci kreatinu, metabolismus sacharidů a bílkovin. Ve vysoké míře je v řase *Chlorella* zastoupen, také vápník a hořčík. Vápník je nezbytný při snižování nervosvalové dráždivosti, přenos nervového vzruchu. Umožňuje správnou činnost srdečního převodního systému, uplatňuje se při srážení krve (protrombin na trombin) a na aktivaci enzymů. Hořčík je antagonistou vápníku a působí sedativně na CNS (centrální nervová soustava). A je nezbytný pro stavbu kostí. [Prof. Ing. Jan Velíšek, DrSc.: CHEMIE POTRAVIN 3, OSSIS, ISBN 80-902391-4-5, 1999, 328, 34-45]

Tabulka 3: Obsah minerálních látek řasy *Chlorelly* [mg/100 g]

MINERÁLNÍ LÁTKY	
Vápník	340,0

Železo	120,0
Hořčík	330,0
Zinek	1,00
Draslík	950,0
Sodík	34,0
Fosfor	1,50

V přírodě se vyskytuje množství aminokyselin a také vysokomolekulárních sloučenin, jejichž stavebními jednotkami jsou aminokyseliny spojené navzájem amidovou vazbou -CO-NH-, která se nazývá peptidová vazba. Podle velikosti molekuly, resp. počtu vázaných aminokyselin, se tyto sloučeniny dělí na dvě velké skupiny peptidy, jež obsahují obvykle 2-100 aminokyselin a bílkoviny (proteiny), které obsahují několik set až tisíc aminokyselin. Aminokyseliny se vyskytují buď vázané, v bílkovinách nebo volné. V bílkovinách většiny organismů se vyskytuje jen 20 (základních) kódovaných aminokyselin. Těchto 20 aminokyselin lze rozdělit podle významu ve výživě člověka na esenciální aminokyseliny (aminokyseliny, které člověk není schopen syntetizovat a musí je získat výhradně z potravy), k nimž patří valin, leucin, isoleucin, threonin, methionin, lysin, fenylalanin a tryptofan.

Semiesenciální aminokyseliny (jsou aminokyseliny, jež jsou esenciální jen pro děti) arginin a histidin. *Chlorella* je unikátní tím, že jako jedna z mála rostlin obsahuje všech 8 esenciálních aminokyselin. [Prof. Ing. Jan Velíšek, DrSc.: CHEMIE POTRAVIN, OSSIS, ISBN 80-902391-4-5, 1999, 328, 3-10]

Tabulka 4: Obsah aminokyselin řasy *Chlorelly* [mg/100 g]

AMINOKYSELINY	
Isoleucin	2,10
Leucin	4,52
Lysin	3,42
Methionin	1,37
Cystin	0,70
Phenylalanin	2,61
Tyrosin	2,03
Threonin	2,60
Tryptophan	1,10
Valin	3,18
Arginin	3,27
Histidin	1,16
Alanin	4,42
Kyselina asparagová	4,91
Kyselina glutamová	6,10
Glycin	3,07
Prolin	2,52
Serin	2,18

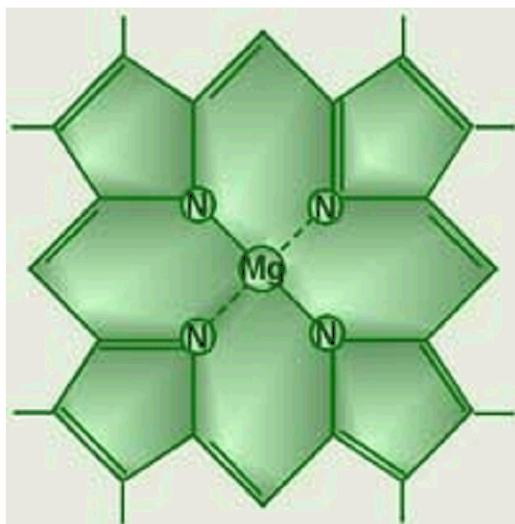
Tabulka 4: Srovnání aminokyselin obsažených v řase *Chlorella* a jiných významných zdrojích (kvasnice, hovězí maso, sojové boby)

ZASTOUPENÍ ESENCIÁLNÍCH AMINOKYSELIN U CHLORELLY A DALŠÍCH ZDROJŮ BOHATÝCH NA BÍLKOVINY				
Aminokyselina (mg/kg suché hmoty)	CHLORELLA (suchá hmota)	KVASNICE (suchá hmota)	HOVĚZÍ MASO (čerstvá hmota)	SOJOVÉ BOBY (suchá hmota)
Isoleucin	2,01	2,42	0,93	1,80
Leucin	4,14	3,48	1,70	2,70
Lysin	3,19	3,60	1,76	2,58
Methionin	1,04	1,10	0,43	0,48
Phenylalanin	2,57	1,98	0,86	1,98
Threonin	2,42	2,11	0,86	1,62
Tryptofan	0,80	0,52	0,25	0,55
Valin	3,00	2,42	1,05	1,86

Při porovnání obsahu aminokyselin v řase *Chlorella* a zdrojích jako jsou hovězí maso, sojové boby a kvasnice, je patrné, že největší množství aminokyselin je obsaženo právě v řase *Chlorella*.

1.2.3.1 Chlorofyl

Významnou látkou, které je obsažena v řase *Chlorella* je zelené fotosyntetizující barvivo chlorofyl. Molekula chlorofylu je velmi podobná molekule hemoglobinu v krvi. Obsah chlorofylu významně přispívá k vlivu řasy *Chlorella* na lidský organismus. Jedním z příkladů je stimulace tvorby červených krvinek (erytrocytů). Vědci z Liverpoolské Univerzity provedli několik studií na laboratorních zvířatech. V jedné z těchto studií dostávali anemičtí králíci odlišnou dávku chlorofylu (rafinovaný nebo čerstvý). Králíci byli schopni přeměnit chlorofyl na hemoglobin a tím zabránit anemii. Ačkoli k reakci došlo u obou typů chlorofylu, procento přeměny bylo vyšší v případě, kdy byl použit čerstvý chlorofyl. Chlorofyl se také užíval k zamezení fekálních, urinálních a tělesných zápachů u přestárých pacientů a pro urychlení léčby ran. [S. Tzeng, B.D. Hsu, Chlorophyll degradation in heat-treated *Chlorella pyrenoidosa*. A flow cytometric study, Aust. J. Plant Physiol. 28 (2001) 79–83.]



Obr. 4: Stavba molekuly Chlorofylu

1.2.3.2 *Sporopollein*

Tato látka je obsažena ve střední části buněčné stěny řasy *Chlorella*. Buněčné stěny této řasy, na sebe nevratně váží toxické látky, které potom z organismu odcházejí přirozenou cestou (stolicí). [Chu, C. Y., Huang, R., & Ling, L. P. (2006). Purification and characterization of a novel haemagglutinin from *Chlorella pyrenoidosa*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 967–973.]

1.2.3.3 *Chlorelin*

Chlorella je schopna působit i antibakteriálně. Obsahuje látku nazvanou chlorelin, která je přírodním antibiotikem. Na rozdíl od chemických antibiotik působí chlorelin pouze proti patogenním organismům bez poškození trávicí mikroflory. [Chu, C. Y., Huang, R., & Ling, L. P. (2006). Purification and characterization of a novel haemagglutinin from *Chlorella pyrenoidosa*. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 967–973.]

1.2.4 Pěstování řasy *Chlorella*

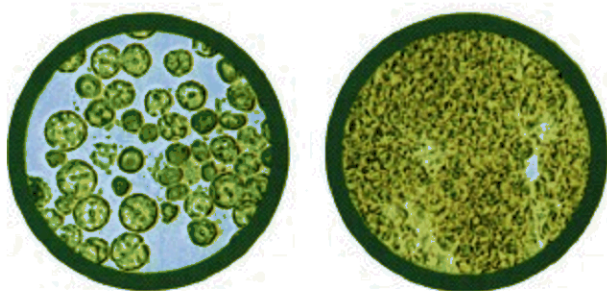
Řasa *Chlorella* potřebuje pro svůj růst čistou mineralizovanou vodu, čistý vzduch a dostatek světla. *Chlorella* se většinou pěstuje v kruhových nebo oválných bazénech za stálého promíchávání a přidávání oxidu uhličitého. Poté, co řasa dostatečně naroste, se biomasa „sklidí“ a nastupuje další, pro kvalitu finálního produktu důležitá fáze – čištění a zahuštění této suspenze. Kvalitní výrobci využívají proplachování čistou vodou a následné odstředování. Je známé i využití chemických postupů, které kvalitu řasy negativně ovlivňují.



Obr. 5: Nádrže na pěstování *Chlorelly*

Dezintegrace je stěžejní moment, který určuje míru využitelnosti řasy pro člověka. Správnou dezintegrací se narušuje pevný obal buňky tak, aby zůstal zachován její vnitřní cenný obsah a přitom se k němu lidský organismus působením trávicích šťáv dostal a mohl ho využít. Během posledních 50-ti let byly vyzkoušeny a používány různé metody dezintegrace buněčných stěn řasy *Chlorella*. U metod chemických anebo za působení tlaku a tepla dochází buď k nedostatečnému narušení stěn, nebo naopak k jejich totální destrukci a tedy vylití obsahu, a jednak k poškození samotného obsahu. Po mnoha letech bádání byla nejšetrnější a nejefektivnější metodou desintegrace (rozkladu) uznána technologie rychloexpanzního procesu sušení. Toto speciální a velmi složité sušení zajišťuje zachování všech výživných látek a až 80%-ní stravitelnost. Za současný vrchol v dezintegračních technologiích se považuje dezintegrace pomocí zařízení Dyno Mill. Někdy se používá k dezintegraci i ultrazvuk. Vlastní dezintegrační technologii používají akademičtí pracovníci v Třeboni. Tato technologie dosahuje dokonce údajně srovnatelné využitelnosti jako Dyno Mill. Poslední fází úpravy *Chlorelly*, je dezintegrované sušení v rozprašovací sušárně. [Doucha, J., Lívanský, K., Kotrbáček, V., Machát, J., Skřivan, M.: Production of *Chlorella* biomass enriched by selenium and its use as food supplement. Books of Abstracts. 6th Asia-Pacific Conference on Algal Biotechnology. Manila, October 12-15., 2006.]

Samotná, nezpracovaná *Chlorella* je nestravitelná. *Chlorella* se po sklizni odděluje od živného roztoku centrifugací a musí se vzhledem k pevnému buněčnému obalu drtit, aby se zvýšila její stravitelnost. Náš organismus nedokáže buněčný obal řasy *Chlorella* rozrušit tak, aby byl schopen využít jejich výživných látek.



Celé buňky Chlorelly

Rozrušené buňky Chlorelly

Obr. 7: Dezintegrace buněk *Chlorelly*

2 CHLORELLA RŮSTOVÝ FAKTOR (CGF)

CGF je zkratkou z anglického *Chlorella Growth Factor*, což znamená *Chlorella* růstový faktor. Jedná se o nejučinnější složku řasy, získanou vodním výluhem. *Chlorella* růstový faktor poprvé izoloval doktor Fujimaki z Japonska. Tento výtažek obsahuje volné aminokyseliny, vitaminy, minerální a jiné příznivé látky, z nichž některé stále nebyly vědci identifikovány. Podporuje regeneraci tkání, především dělení a růst buněk. V dětství zrychluje celkový růst a vývoj organismu. Posiluje schopnost likvidovat cizorodé bakterie a má pozitivní vliv na celkovou obranyschopnost lidského těla. [Iwamoto, H., 2003. Industrial production of microalgal cell-mass and secondary products – major industrial species – *Chlorella*. In: Richmond, A. (Ed.), *Handbook of Microalgae Biotechnology*. Blackwell Publishing, Oxford, pp. 255–263.]

2.1 Vlastnosti *Chlorella* růstového faktoru (CGF)

2.1.1 Schopnost regenerace

Chlorella růstový faktor významně zvyšuje schopnost dělení a růstu samotných buněk, je vhodný pro regeneraci těla po léčebném zákroku jakýmkoliv zařízením, dále se uplatňuje při léčbě onemocnění kůže, především ekzémů, popálenin, vředů a jiných špatně se hojících ran. Úspěšně byl také CGF používán při povrchovém ošetření ran, kdy docházelo k jejich rychlejšímu zacelení. [Iwamoto, H., 2003. Industrial production of microalgal cell-mass and secondary products – major industrial species – *Chlorella*. In: Richmond, A. (Ed.), *Handbook of Microalgae Biotechnology*. Blackwell Publishing, Oxford, pp. 255–263]

2.1.2 Stimulace imunitního systému

Chlorella růstový faktor obsahuje více než 20 mg/g RNA a 2 mg/g DNA. *Chlorella* růstový faktor je nukleopeptický komplex, který se získává z výtažku řasy *Chlorella*. Tento faktor, je z podstatné části tvořen, deriváty nukleových kyselin (nukleotidy). Z odborných publikací vyplývá, že právě nukleotidy hrají významnou úlohu v imunitním systému. [Schmidt, R. R.: A nuclear gene with many introns encoding ammonium-inducible chloroplastic NAD-specific glutamate dehydrogenase(s) in *Chlorella sorokiniana*. *Plant Mol. Biol.*,17, 1023-1044 (1991).]

Výzkumy prokázaly, že k udržení normálních reakcí imunity jsou zapotřebí nukleotidy v potravě a že je také nesmírně důležité doplňovat stravu RNA“. V lidském imunitním systému jsou tři druhy buněk: B-buňky působí proti bakteriím, T-buňky proti virům a rakovině a makrofágy působí proti rakovině. Makrofágy jsou buňky přirozené imunity, která hraje velmi důležitou roli v imunitní reakci. Jedná se o zástupce buněk s jedním nesegmentovaným jádrem. V těle jich je jen konečné množství, proto máme jen omezenou schopnost odstraňovat škodliviny z krve. Interferony, jsou přírodní proteiny produkované buňkami imunitního systému, které jsou zodpovědné za imunitní reakci o přítomnosti cizorodých organismů jako jsou viry, paraziti, a také nádorových buněk. Interferon je přirozenou tělní sekrecí a má se za to, že stimuluje makrofágy. Chlorella růstový faktor stimuluje aktivitu T-buněk a makrofágů (tím, že zvýší hladinu interferonu) a tak posiluje imunitu. [Konishi F, Tanaka K, Himeno K, Taniguchi K, Nomoto K. Antitumor effect induced by a hot water extract of *Chlorella vulgaris* (CE): resistance to meth A tumor growth mediated by CE-induced polymorphonuclear leukocytes. *Cancer Immunol Immunother* 1985;19:73– 8.]

Při dalším studiu působením CGF na lidskou imunitu, byly myši infikovány cytomegalovirem (virus na bázi herpes viru, který způsobuje mnoho chorob). U pacientů léčených přípravky, které snižují imunitu, způsobuje vážná onemocnění. Bylo zjištěno, že myši, kterým byl před zavedením viru podán CGF, přežily tuto smrtelnou infekci. Podáním CGF se zvýšila činnost interferonu a činnost buněk sleziny, které jsou přirozenými ochránci těla proti viru, a tak zabránila úhynu myši. [Lawrence DA. In vivo and in vitro effects of lead on humoral and cell-mediated immunity. *Infect Immun* 1981; 31: 136– 43.]

Chlorella růstový faktor (CGF) má vliv na obnovu leukocytů (bílé krvinky) a odolnost proti infekci u myši, kterým byl podáván cyklofosfamid (cyklofosfamid je imunosupresivní lék, který se používá k léčbě rakoviny a při transplantaci orgánů). Po podání CGF se zrychlila obnova polymorfonukleárních leukocytů v krvi. U myši se také projevila větší odolnost proti infekci *Escherichia coli* (příčina vážných infekcí v ranách). [Cancer Immunology and Immunotherapy, Springer Berlin/ Heildeberg 1996, ISSN 1432-0851, 45-48.]

2.1.3 Probiotické účinky

Chlorella růstový faktor působí silně „probioticky“, to znamená zvyšování rychlosti růstu i kvalitu života střevní mikroflóry. Chlorella růstový faktor až 4x urychluje růst např. acidofilní kultury. Probiotika jsou důležitější než biotika samotná, neboť upravují

prostředí, ve kterém mikroflóra žije. Užíváním CGF je umožněn růst prospěšných bakteriálních kultur, jež nás chrání před civilizačními nemocemi, např. před plísněmi. [Franco JM, Raymundo A, Sousa I, Gallegos C (1998) *Agric Food Chemistry*, 46:3109–3115]

2.2 Využití *Chlorella* růstového faktoru (CGF)

Chlorella růstový faktor (CGF) jako vodný výluh *Chlorelly*, obsahuje všechny unikátní látky, jež byly blíže popsány v odstavci (1.2.3) „chemické složení řasy *Chlorella*“, pozitivně působící na lidský organismus.

2.2.1 Detoxikace organismu

Detoxikace souvisí s odstraněním toxických látek z těla. Tyto látky jsou jak jedy přicházející zvenčí, (například pesticidy a těžké kovy), tak jedy vnitřní, například když tračník obsahuje bakterie produkující toxické látky, nebo jako výsledek nedostatečného tělního metabolismu. Existuje mnoho studií o detoxikačních účincích CGF na kadmium, těžké kovy, PCB a chlordekon (škodlivý insekticid). Bylo zveřejněno, že CGF jež byl podáván krysám zvýšil detoxikaci od chlordekonu (škodlivý insekticid). Ukázalo se, že CGF způsobil dvojnásobně rychlejší odstranění toxinu z těla, než bylo dříve pozorováno. Bylo prokázáno, že CGF zvýšil exkreci kadmia u jedinců trpících otravou tímto kovem. [Xu Han, Surface complexation mechanism and modeling in Cr(III) biosorption by a microalgal isolate, *Chlorella miniata*, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2006, 365-371.]

Bylo zjištěno, že dioxiny přijaté těhotnou ženou mohou být přeneseny do její placenty, nebo do mateřského mléka, jež může způsobit budoucí zdravotní problémy u dětí. Těmto zdravotním rizikům způsobených dioxiny můžeme při zvýšené pozornosti předejít. Je zkoumáno mnoho metod, jak zamezit transportu dioxinů z matky na dítě nebo alespoň eliminovat jejich účinek. Koncentrace 28 různých dioxinů (jako např. polychlór dibenzo-p-dioxiny, polychlór dibenzofurany a polychlorované bifenyly) byla zkoumána v krvi, mateřském mléce a placentě ze vzorků od 44 těhotných žen, které se dobrovolně podrobily tomuto výzkumu. V pokusu snižování přenosu dioxinů, bylo 23 ženám podáváno

určité množství CGF během těhotenství. Bylo zjištěno, že u těchto žen se přenos dioxinů z těla matky na dítě výrazně snížil. [Alder, L., Beck, H., Mathar, W., Palavinskas, R., 1994. PCDDs, PCDFs, PCBs, and other organochlorine compounds in human milk. Levels and their dynamics in Germany. *Organohal. Compd.* 21, 39–44. Bowman, R.E., Ferguson, S.A., Schantz, S.L., 1989]

2.2.2 Snížení rizika infekce

Bylo uvedeno, že CGF redukoval u myši případnou infekci *Listeria monocytogenes*. *Listérie* jsou grampozitivní tyčinky pojmenované na počest anglického chirurga Josepha Listera. Rod zahrnuje 6 druhů, z toho dva jsou patogenní pro zvířata a jeden, *Listeria monocytogenes*, je původcem infekce lidí i zvířat, listeriózy. *Listeria monocytogenes* způsobuje listeriózu lidí i zvířat. K nákaze dochází nejčastěji perorálně, požitím potravy, která obsahovala infekční dávku *listérii*. Nakazí-li se listeriózou zdravý jedinec, nemoc probíhá bezpříznakově, nebo se objeví mírné, chřipku připomínající symptomy. Zdravý organismus člověka se s nízkými dávkami *listerii* vypořádá bez problémů. Senzitivní skupiny jsou zejména těhotné ženy, děti a staří lidé a osoby s oslabenou imunitou, včetně osob HIV pozitivních. „Redukce bakterií po infekci *Listerii monocytogenes*, byla oslabena u myši se získaným imunodeficientním syndromem (MAIDS) tím, že jim byl do těla vpraven virus myši leukémie. Orální podání CGF znovuobnovilo schopnost myši s MAIDS eliminovat L-monocytoxy ve spojitosti se zlepšením poškozené imunitní reakce na tuto bakterii“. [Hasegawa T, Okuda M, Nomoto K, Yoshikai Y. Augmentation of the resistance against *Listeria monocytogenes* by oral administration of a hot water extract of *Chlorella vulgaris* in mice. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 1994;16:191–202.]

2.2.3 Ochrana před ozářením gama paprsky

K vystavení gama paprskům dochází z terapeutických nebo náhodných důvodů. Možné vystavení účinkům paprsků ústí v selhání nebo deformaci těla a také v potlačení imunity. Biology byly u myši, kterým byla hodinu před nebo těsně po vystavení subletálním gama paprskům podán CGF, zjištěny účinky chránící před radiací. Efekt chránící před radiací byl pozorován na buněčné úrovni (buňky kostního morku vykázaly téměř úplné uzdravení), stejně jako na době přežití zvířat. Podle vědců existují dva možné mechanismy, které tento efekt způsobují: CGF samotný stimuluje regeneraci tkání a

chlorofyl s beta-karotenem, se vyznačuje proti mutagenickou činností. [S. Tzeng, B.D. Hsu, Chlorophyll degradation in heat-treated *Chlorella pyrenoidosa*. A flow cytometric study, Aust. J. Plant Physiol. 28 (2001) 79–83.]

2.2.4 Léčba rakoviny

Bylo zveřejněno, že CGF má vliv na vedlejší účinky léku 5-fluorouracil (5FU), který se používá proti nádorovým buňkám. Mezi vedlejší účinky patří leukopenie (chorobné snížení počtu bílých krvinek), která vede k infekcím. Vědci zjistili, že CGF nejen chrání před vedlejšími účinky 5FU u myši s nádorem, ale také vykazuje „přímou protinádorovou činnost. Vědci věří, že protinádorový účinek je výsledkem schopnosti CGF stimulovat T-buňky. [Cancer Immunology and Immunotherapy, Springer Berlin/ Heildeberg 1996, ISSN 1432-0851, 45-48.]

Při jednom z výzkumů bylo zjištěno, že růst Meth-A nádoru (zhoubný nádor rakoviny) u myši se významně zpomalil injekcí CGF, který byl aplikován do nádoru nebo do okolní tkáň. Navíc tyto myši vykazovaly odolnost proti opětovnému vytvoření tumoru, což bylo způsobeno rozšířením specifického antigenu. Při doplňujícím výzkumu bylo zjištěno, že CGF prodloužil život myši infikovaných buňkami nádoru Meth-A. Prodloužení života bylo účinné u myši, které dostaly sérii injekcí CGF po počáteční infekci. Toto zjištění by mohlo být klíčovým při léčbě pacientů trpících rakovinou.

[Cancer Immunology and Immunotherapy, Springer Berlin/ Heildeberg 1984, ISSN 1432-0851, 45-48]

Bylo zjištěno, že u myši infikovaných nádorovými buňkami se po podání CGF prodloužila doba přežití o 300 %. Léčba se po deset dnů (obden) skládala z orální dávky CGF a pak byl implantován nádor. Dvacet procent myši uhynulo během dvaceti dnů, zatímco 73 – 80 % myši léčených CGF přežilo více než dva měsíce. Myši byly 35 dnů před a 220 dnů po infekci nádorem denně krmeny práškem z CGF. Během třinácti dnů po infekci se růst tumoru významně pozastavil (54%-ní útlum). Výzkum ukázal, že protinádorový účinek CGF částečně způsobuje schopnost zvýšit činnost T-buněk a makrofágů. Navíc se u myši, kterým byl podáván CGF, nijak neprojevil úbytek váhy ani jiné škodlivé syndromy. Vědci zjistili, že CGF obnovil imunopresivní stav a prodloužil čas přežití myši s

nádorem. [Daly, J.W., The Journal of Ethnopharmacology Nicotinic agonists, antagonists, and modulators from natural sources. Cellular and Molecular Neurobiology, 25, 513–552.]

2.2.5 Schopnost akumulace minerálních látek a následný vliv na laktaci skotu a prasnic

Vědci z Třeboňského Mikrobiologického ústavu bylo zjištěno, jaký vliv měl přídavek jódu zabudovaného do biomasy z CGF na obsah tohoto prvku v mlezivu a mléku. Pokusy proběhly ve dvou šlechtitelských chovech s různou úrovní dotace jódu v základních krmných směsích. Bylo zjištěno, že u prasnic a dojnic jenž byly živeny krmivem obohaceným o CGF z přidaným jodem, se podstatně zvýšila laktace a také váhové přírůstky u selat jež pocházely od matek krmených touto obohacenou směsí, byly vyšší. Podávání tohoto krmiva mělo také vliv na zvýšenou odolnost telat a selat. Což je důkazem velice široké využitelnosti *Chlorella* růstového faktoru. [J. Doucha, Use of *Chlorella* as a carrier of organic-bound iodine in the nutrition of sows, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Třeboň, Czech J. Anim. Sci., 49, 2004 (1): 28–32]

3 KOMERČNÍ VYUŽITÍ CHLORELA RŮSTOVÉHO FAKTORU (CGF)

Tato část práce je věnována konkrétním výrobkům a přípravkům, které je možné získat většinou ve formě potravinových doplňků na českém nebo světovém trhu. Škála těchto přípravků je velká, byly použity ty, které ve svém složení obsahují jak čistou řasu *Chlorella* i jiné složky, jenž pozitivně ovlivňují lidský organismus. Jedná se o cenné vitaminy nebo probioticky působící látky. Jako příklad komerčních výrobků uvádím některé z těchto výrobků.

3.1 Vybrané komerční výrobky

3.1.1 Výrobek Unilakt

Unilakt je český přípravek, který byl vyvinut v roce 1995 ve spolupráci s Mikrobiologickým ústavem Akademie věd ČR v Třeboni. Tento nutriční doplněk obsahuje řasu *Chlorella* a vysoké procento jablečné vlákniny, pektinů, vitamín C a živé probiotické bakterie *Enterococcus faecium*, na doplnění střevní mikroflóry.



Obr. 9: Výrobek Unilakt

3.1.2 Výrobek ALGAFIT Chlorella + Selen

ALGAFIT Chlorella + Selen tento výrobek obsahuje druh *Chlorella kessleri*, což je mikroskopická jednobuněčná řasa, která svým tvarem i velikostí připomíná červenou krvinku - proto se jí také říká "zelená krvinka", dále je tento výrobek obohacen o selen.



Obr. 10: Výrobek AlgaFit

3.1.3 Výrobek *Chlorella pyrenoidosa*

Z komerčně nejznámější produkt firmy Green Ways, *Chlorella pyrenoidosa*, což je druhové jméno řasy *Chlorella*, jenž tento výrobek obsahuje. Výrobek patří mezi jeden z nejdostupnějších na českém trhu.



Obr.11: Výrobek *Chlorella pyrenoidosa*

3.1.4 Výrobek *Chlorella JAPAN*

Tento výrobek je produktem firmy Health line, obsahuje pouze řasu *Chlorella*.



Obr. 12: Výrobek *Chlorella JAPAN*

3.1.5 Výrobek Chlorella STAR

Přípravek Chlorella star obsahuje sušenou biomasu sladkovodní řasy *Chlorella pyrenoidosa*.



Obr. 13: Výrobek Chlorella STAR

3.1.6 Výrobek Japanese Chlorella

Tablety tohoto přípravku jsou vyráběny metodou studeného lisování, tablety obsahují pouze řasu *Chlorella* a jsou bez umělých barviv a přidaného cukru.



Obr. 14: Výrobek Japanese Chlorella

3.1.7 Výrobek riasy Chlorella

Tento produkt obsahuje druh řasy *Chlorella pyrenoidosa*.



Obr. 15: Výrobek riasy *Chlorella*

3.1.8 Výrobek Jarrow - Yaeyama Chlorella

Je přípravek, který obsahuje pouze druh řasy *Chlorella vulgaris*, bez umělých barviv nebo přidaného cukru.



Obr. 16: Výrobek Jarrow – Yaeyama Chlorell

3.1.9 Výrobek Chlorella Melrose

Přípravek Chlorella Melrose také obsahuje pouze druh řasy *Chlorella pyrenoidosa*.



Obr.17: Výrobek *Chlorella Melrose*

3.1.1 Dostupnost výrobků na českém trhu

Z hlediska dostupnosti preparátů na českém trhu, bylo možné usoudit, že doposud nejlepším zdrojem, kde lze tyto preparáty získat a také se něco o jejich působení dovědět je internet. Je zde na výběr velké množství výrobků. Ať již obsahují řasu *Chlorella* samotnou nebo jako součást dalších složek, jako jsou například minerální látky, nebo probiotické kultury. V českých lékárnách a prodejnách se zdravou výživou je již také možné získat některé, z těchto přípravků.

ZÁVĚR

Chlorella, jednobuněčná, sladkovodní zelená řasa, je významná pro vysoký obsah účinných látek, jenž příznivě ovlivňují lidský organismus. Význam řasy *Chlorella* spočívá především v tom, že obsahuje *Chlorella* růstový faktor neboli CGF, který je vodným výluhem této řasy a obsahuje všech osm esenciálních aminokyselin nezbytných pro život, vitaminy, minerální látky, chlorofyl, mastné kyseliny. *Chlorella* růstový faktor (CGF) zvyšuje celkovou regeneraci organismu a posiluje funkci imunitního systému, čehož se využívá v medicíně při léčbě pacientů (s rakovinovým onemocněním), kteří podstoupily chemoterapii. *Chlorella* růstový faktor (CGF) posiluje imunitní systém, což spočívá v aktivaci makrofágů a T-buněk. *Chlorella* růstový faktor (CGF) také nalézá své uplatnění při ochraně organismu před ozářeními gama paprsky.

Významnou vlastností řasy *Chlorella* je absorbovat minerální látky z prostředí. Této vlastnosti je využíváno při obohacování kultivačních kultur minerálními prvky. Přídavek *Chlorella* růstového faktoru, upraveného jódem, do krmných směsí pozitivně ovlivnil celkovou odolnost a váhové přírůstky skotu a prasnic.

Další významnou vlastností *Chlorella* růstového faktoru (CGF) je detoxikace organismu tj. poutání těžkých kovů a toxických látek. Sledování obsahu a eliminace toxických látek v potravinách, je velice důležité.

Řasu *Chlorella*, je nutné před použitím upravit tak, aby se řasa *Chlorella* stala stravitelnou pro lidský organismus. Nejrozšířenější metodou pro zpracování řasy *Chlorella* je dezintegrace buněčné stěny. Takto upravená řasa *Chlorella* použita do široké škály potravinových doplňků.

Tématem práce, bylo využití *Chlorella* růstového faktoru (CGF) v potravinářském průmyslu. *Chlorella* růstový faktor (CGF), v současné době, v potravinářském průmyslu, zatím nenalézá většího uplatnění. Bylo by však vhodné, aby se problematice *Chlorella* růstového faktoru v příštích letech, vzhledem k blahodárným účinkům tohoto faktoru, věnovala větší pozornost.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] S. Rosypal a kol., Nový přehled biologie, Scienta, Praha, 2003, s.451-567. ISBN: 80-7183-268-5, s. 824
- [2] <http://www.sinicearasy.cz/>
- [3] <http://www.botany.natur.cuni.cz>
- [4] Govindjee, R., Rabinowitch, E.& Govindjee. 1968. Maximum quantum yield and action spectrum of photosynthesis and fluorescence in *Chlorella*. *Biochim. Biophys. Acta* 162: 539-544
- [5] <http://old.mendelu.cz/~agro/af/rybari/vyuka/hydbot/08c%20CHLOROPHYCEAE.pdf>
- [6] Springer Berlin/ Heildeberg, Molecular Genetics and Genomics, 2004, s.740-746, ISSN 1617-4615
- [7] Springer Netherlands,Hydrobiologia,Inhibition of Chlorella growth by degradation and related products of linoleic and linolenic acids and the possible significance of polyunsaturated fatty acids in phytoplankton ecology,ISSN: 0018-8158, 143-148, 2004]
- [8] Corre G., Templier J., Largeau C., Rousseau B., Berkaloff C., 1996 Influence of cell wall composition on the resistance of two Chlorella species (Chlorophyta) to detergents. *J. Phycol.* 32, 584-590
- [9] Cherng, J. Y., & Shih, M. F. (2005). Preventing dyslipidemia by Chlorella pyrenoidosa in rats and hamsters after chronic high fat diet treatment. *Life Science*, 76(26), 3001–3013.
- [10] <http://www.herbs-hands healing.co.uk/Superfoodnew/chlorella.html>
- [11] Chu, C. Y., Huang, R., & Ling, L. P. (2006). Purification and characterization of a novel haemagglutinin from Chlorella pyrenoidosa. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 33(11), 967–973.

- [12] Schuman R., Häulner N., Klausch S., Karsten U.: Chlorophyll extraction methods for the qualification of green microalgae colonizing building facades, *Int. Biodeterioration & Biodegradation* 55, 213-222, 2005.
- [13] J. Doucha, Use of *Chlorella* as a carrier of organic-bound iodine in the nutrition of sows, Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Třeboň, Czech J. Anim. Sci., 49, 2004 (1): 28–32
- [14] Oh-Hama, T., Miyachi, S., 1988. Chlorella. In: Borowitzka, M.A., Borowitzka, L.J. (Eds.), *Microalgal Biotechnology*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 3–26.
- [15] Hasegawa T, Okuda M, Nomoto K, Yoshikai Y. Augmentation of the resistance against *Listeria monocytogenes* by oral administration of a hot water extract of *Chlorella vulgaris* in mice. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 1994;16:191– 202.
- [16] Hasegawa T, Kimura Y, Hiromatsu K, Kobayashi N, Yamada A, Makino M, et al. Effect of hot water extract of *Chlorella vulgaris* on cytokine expression patterns in mice with murine acquired immunodeficiency syndrome after infection with *Listeria monocytogenes*. *Immunopharmacology* 1997;35: 273– 82.
- [17] Bincoletto C, Queiroz MLS. The effect of Pb on the bone marrow stem cells of mice infected with *Listeria monocytogenes*. *Vet Hum Toxicol* 1996;38:186– 90.
- [18] Schmidt, R. R.: A nuclear gene with many introns encoding ammonium-inducible chloroplastic NAD-specific glutamate dehydrogenase(s) in *Chlorella sorokiniana*. *Plant Mol. Biol.*, 17, 1023-1044 (1991).
- [19] Dawson, H. N., Pendleton, L.C., Solomonson, L. P., and Cannons, A. C.: Cloning and characterization of the nitrate reductase- encoding gene from *Chlorella vulgaris*: structure and identification of transcription start points and initiator sequences. *Gene*, 171, 139-145 (1996).
- [20] Sheng PX, Ting YP, Chen JP, Hong L. Sorption of lead, copper, cadmium, zinc, and nickel by marine algal biomass: characterization of biosorptive capacity and investigation of mechanisms. *J Colloid Interface Sci* 2004;275:131–41.

- [21] Alder, L., Beck, H., Mathar, W., Palavinskas, R., 1994. PCDDs, PCDFs, PCBs, and other organochlorine compounds in human milk. Levels and their dynamics in Germany. *Organohal. Compd.* 21, 39–44. Bowman, R.E., Ferguson, S.A., Schantz, S.L., 1989
- [22] Burleson, G.R., Lebrec, H., Yang, Y.G., Ibanes, J.D., Pennington, K.N., Birnbaum, L.S., 1996. Effect of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) on influenza virus host resistance in mice. *Fund. Appl. Toxicol.* 29, 40–47.
- [23] Xu Han, Surface complexation mechanism and modeling in Cr(III) biosorption by a microalgal isolate, *Chlorella miniata*, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2006, 365-371.
- [24] *Cancer Immunology and Immunotherapy*, Springer Berlin/Heidelberg 1984,
ISSN 1432-0851, 45-48
- [25] Daly, J.W., *The Journal of Ethnopharmacology* Nicotinic agonists, antagonists, and modulators from natural sources. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 25, 513–552.]
- [26] Prof. Ing. Jan Velíšek, DrSc.: *CHEMIE POTRAVIN 3*, OSSIS, ISBN 80-902391-4-5, 1999, 328, 34-45
- [27] Prof. Ing. Jan Velíšek, DrSc.: *CHEMIE POTRAVIN 2*, OSSIS, ISBN 80-902391-4-5, 1999, 328, 19-20

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CGF (Chlorella growth factor) Chlorella růstový faktor

DNA Dooxyribonukleotidová kyselina

RNA Ribonukleotidová kyselina

G.a Golgiho aparát

E.r Endoplazmatické retikulum

5FU 5-fluorouracil

MAIDS imunodeficientní syndrom

PCB polychlorované bifenily

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Zástupce zelených řas *Chlorophyta*

Obr. 2: Rozmnožování buňky Chlorelly

Obr. 3: Buňka řasy Chlorelly

Obr. 4: Stavba Chlorofylu

Obr. 5: Nádrže na pěstování Chlorelly

Obr. 6: Vliv organického fosfátu na růst *C. vulgaris* a *P.subcapitata*

Obr. 7: Dezintegrace buněk Chlorelly

Obr. 8: Výrobek Unilakt

Obr. 9: Výrobek Algafit

Obr. 10: Výrobek Chlorella pyrenoidosa

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Obsah vitaminů řasy *Chlorella*

Tab. 2: Srovnání obsahu vitaminů v řase *Chlorella*, *Spirulina*, kvasinkách a játrech

Tab. 3: Obsah minerálních látek řasy *Chlorelly*

Tab. 4: Obsah aminokyselin řasy *Chlorella*

Tab. 5: Srovnání aminokyselin obsažených v řase *Chlorella* a jiných významných zdrojích

