

Řasy a jejich použití v kosmetice

Kateřina Obdržálková

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina OBDRŽÁLKOVÁ**
Osobní číslo: **T09158**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**

Téma práce: **Řasy a jejich použití v kosmetice**

Zásady pro vypracování:

- 1. Charakterizujte řasy**
- 2. Popište jejich chemické složení**
- 3. Popište možnosti jejich použití v kosmetice**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **SCHLOSSMAN, M. L.** The chemistry and manufacture of cosmetics: cosmetic specialities and ingredients. IL: Amazon, 2010. ISBN 978-1-932633-70-2
2. **KIM, S. K.** Handbook of marine microalgae: Biochemistry and Applied Phycology. UK: John Wiley&Sons, 2012. ISBN 978-0-4709-7918-1
3. **BARSANTI, L., GUALTIERI, P.** Algae: Anatomy, Biochemistry and Biotechnology. Fl: Taylor&Francis, 2006. ISBN 978-0-8493-1467-4
4. **KALINA, T., VÁŇA, J.** Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ladislava Mišurcová, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

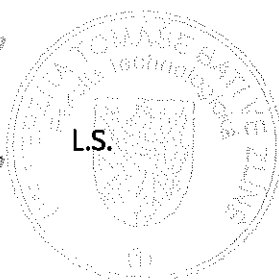
Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KATEŘINA UBRZÝLKOVÁ

Obor: CHTP - KS

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 16.5.2012



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) *Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

(3) *Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

²⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

(3) *Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).*

³⁾ *zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

(1) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

(3) *Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Cílem mé bakalářské práce bylo popsat využití mořských a sladkovodních řas v kosmetických výrobcích. Řasy jsou zdrojem významných biologicky aktivních látek nazývaných kosmeceutika, která jsou používána v kosmetických výrobcích a vykazují vlastnosti léčiv. Tyto látky zlepšují a chrání vzhled lidského těla. Dále bylo shrnuto zařazení řas do systému a popsáno jejich chemické složení.

Klíčová slova: sladkovodní a mořské řasy, chemické složení, kosmetika

ABSTRACT

The main goal of my thesis was to describe usage of seaweeds and freshwater algae in cosmetic products. Algae are the source of significant biologically active substances called cosmeceuticals, which are used in cosmetic products and are considered as pharmaceuticals. These substances protect and improve physical appearance. Also the part of this thesis is categorizing algae into the system and description of their chemical composition.

Keywords: freshwater algae and seaweeds, chemical composition, cosmetic

Tímto bych chtěla poděkovat paní Ing. Ladislavě Mišurcové, Ph.D. za její čas, odborné vedení a velmi cenné rady a připomínky během vedení bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a příteli za všestrannou pomoc a podporu v průběhu celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
1 ŘASY	11
1.1 PODOBNOSTI MEZI ŘASAMI, ROSTLINAMI A ŽIVOČICHY	11
1.2 ANATOMIE ŘAS	12
1.3 PŘÍZPŮSOBENÍ MOŘSKÝCH ŘAS JEJICH PROSTŘEDÍ.....	12
1.4 ZAŘAZENÍ ŘAS DO SYSTÉMU.....	13
1.4.1 Sinice – Cyanobacteria.....	13
1.4.2 Krásnoočka, eugleny – Euglenophyta.....	14
1.4.3 Hnědé řasy – Fucophyceae (Phaeophyceae).....	15
1.4.4 Ruduchy	16
1.4.5 Zelené řasy - Chlorophyta.....	17
2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ	19
2.1 POLYSACHARIDY.....	19
2.1.1 Zásobní polysacharidy řas.....	19
2.1.2 Strukturní polysacharidy řas	20
2.2 LIPIDY	20
2.3 PROTEINY A AMINOKYSELINY	21
2.4 VITAMINY	22
2.4.1 Ve vodě rozpustné vitaminy.....	22
2.4.1.1 Kyselina askorbová.....	22
2.4.1.2 Vitamin B.....	22
2.4.2 V tucích rozpustné vitaminy	23
2.4.2.1 Tokoferoly	23
2.4.2.2 Vitamin A	23
2.5 PIGMENTY	23
2.6 STEROLY	24
2.7 FENOLY	24
2.8 MINERÁLNÍ PRVKY	25
3 MOŽNOSTI POUŽITÍ ŘAS V KOSMETICE	26
3.1 TECHNOLOGICKÉ VYUŽITÍ POLYSACHARIDŮ ŘAS PŘI VÝROBĚ KOSMETIKY.....	27
3.1.1 Agar.....	27
3.1.2 Karagenan	28
3.1.3 Algináty.....	28
3.1.4 Fukoidan.....	29
3.2 FORMY POUŽITÍ ŘAS V KOSMETICKÝCH PŘÍPRAVCÍCH	30
3.2.1 Extrakty	30
3.2.2 Deriváty mořských řas	30
3.2.3 Sušené řasy.....	31
3.3 ÚČINEK ŘAS V PŘÍPRAVCÍCH PEČUJÍCÍCH O PLEŤ	31
3.3.1 Fyziologie a anatomie kůže.....	31
3.3.1.1 Epidermis	31
3.3.1.2 Dermis.....	32
3.3.1.3 Podkožní vazivo.....	33

3.3.1.4	Bariérová funkce kůže	33
3.3.2	Hydratační produkty.....	34
3.3.2.1	Osmolyty.....	34
3.3.2.2	Codium tomentosum.....	35
3.3.3	Omlazující, posilující a biokatalytické produkty	36
3.3.3.1	Chlorella.....	36
3.3.3.2	Fucus vesiculosus	37
3.3.3.3	Alaria esculenta.....	39
3.3.3.4	Další řasy vykazující omlazující, posilující a biokatalytické produkty.....	40
3.3.4	Antioxidační produkty	41
3.3.4.1	Fenolové sloučeniny	42
3.3.4.2	MAAs.....	43
3.3.5	Vliv vitaminů obsažených v řasách.....	43
3.3.5.1	Vitamin A	43
3.3.5.2	Vitamin B.....	45
3.3.5.3	Vitamin C.....	45
3.3.5.4	Vitamin E.....	45
3.4	BAKTERIOSTATIKA A JEJICH POUŽITÍ V DEODORANTECH	46
3.5	VLASOVÉ PRODUKTY OBSAHUJÍCÍ EXTRAKTY Z ŘAS.....	47
3.6	KOSMETICKÉ PŘÍPRAVKY URČENÉ PRO SPORTOVCE	49
3.7	ZEŠTÍHLUJÍCÍ PRODUKTY Z ŘAS	49
3.7.1	Rhydosterol	49
3.7.2	Calcimince®.....	50
3.8	THALASSOTERAPIE.....	50
	ZÁVĚR	52
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK.....	60

ÚVOD

Řasy jsou alternativním zdrojem, který má pro člověka velký potenciál v jejich využití v běžném životě. Tvoří velkou a různorodou skupinu jednoduchých, typicky autotrofních organismů, vyskytujících se v jednobuněčných až mnohobuněčných formách. Existuje více než 25 000 druhů řas, z nichž jen malé množství je využíváno pro komerční účely.

Řasy jsou nejstaršími rostlinami na Zemi, které se přes miliardy let jedinečně přizpůsobovaly extrémním podmínkám tvorbou ochranných látek, které jsou většinou označovány jako biologicky aktivní látky a často vykazují zdraví prospěšné účinky. Řasy jsou tedy významným přírodním zdrojem látek, s vysokou biologickou aktivitou, které lidstvo teprve objevuje. Během posledních čtyř desetiletí byly z řas izolovány četné nové sloučeniny, které mohou být použity jako funkční ingredience v mnoha průmyslových odvětvích. Řasy jsou používány v lékařství při léčbě HIV, v potravinářství jako zdroje nutričně cenných látek, které se v takovém rozsahu nenachází v žádném jiném rostlinném nebo živočišném zdroji. Jsou využívány také jako alternativní zdroj energie, kdy slouží jako surovina pro výrobu biopaliva.

Nicméně, bakalářská práce byla zaměřena na využití mořských a sladkovodních řas v kosmetice. Řasy jsou bohatým zdrojem biologicky aktivních látek, které jsou sekundárními, nebo primárními metabolity těchto organismů. Tyto biologicky aktivní látky, nazývané kosmeceutika, jsou používány v kosmetických přípravcích a vykazují léčivé vlastnosti.

V práci jsou popsány extrakty z řas, které jsou potenciálním zdrojem látek, které mohou být využívány v kosmetickém průmyslu, zlepšují a chrání vzhled lidského těla. Tyto látky jsou zatím převážně zkoumány pouze v laboratorním prostředí, ovšem některé z nich již v komerční kosmetice uplatnění našly. Dále bylo stručně popsáno zařazení řas do systému a jejich chemické složení.

1 ŘASY

Řasy, latinsky *Algae*, řecky *Phykos*, jsou heterogenní skupinou, která měla velký vliv na vývoj dnešního světa. Na Zemi se řasy vyskytují již miliardy let a svou fotosyntetickou aktivitou se značně podílely na tvorbě zemské atmosféry. [1], [2]

Většina řas patří mezi fotosyntetizující druhy, které produkují kyslík. Řasy jsou skupinou organismů s jednoduchou strukturou vyskytující se v různých vývojových typech. Mohou být tvořeny jednou buňkou, která se může vyskytovat ve shlucích nebo koloniích, nebo mohou vytvářet organismy s mnoha buňkami, které někdy vytváří jednoduché tkáně. Řasy vykazují velké rozdíly v jejich velikostech. Těla řas mohou být tak malá, že je možné je pozorovat jen pod mikroskopem. Tyto řasy jsou známé jako mikrořasy. Řasy, které je možno vidět pouhým okem jsou označovány jako makrořasy. Jednobuněčné řasy mohou dosahovat délky 3 – 10 mikronů na rozdíl od hnědých mořských řas, označovaných jako chaluhy, které mohou mít až 70 metrů na délku s denním přírůstkem až 50 cm. [1], [3]

V přírodě mají řasy jako fotoautotrofní organismy význam primárních producentů organické hmoty. Na jejich přítomnosti a produktivitě závisí řetězce sekundárních producentů, konzumentů i destruentů organické hmoty. Jak ukazují nejnovější studie, řasy hrají významnou úlohu v biochemickém koloběhu látek na Zemi. [2]

Řasy se vyskytují všude na zemi, v mořích, v řekách a jezerech, v půdě a na skalách, jako symbionti živočichů, rostlin a hub. Počet druhů řas se odhaduje na 1 až 10 milionů a většina z nich jsou mikrořasy. [3], [4]

1.1 Podobnosti mezi řasami, rostlinami a živočichy

Řasy představují skupinu, která – nehledě na současné systematické zařazení do čtyř říší – má řadu podobných vlastností jako rostliny a živočichové. [2]

Řasy a rostliny produkují stejné zásobní látky, používají podobné ochranné strategie proti predátorům a parazitům. Pro příklad mořské řasy obsahují sulfátované polysacharidy jako jsou karagenan a sulfátované fukoidany, živočichové obsahují – chondroitin sulfát a heparin a vyšších rostliny sulfátované polysacharidy neobsahují vůbec. Bilin z fykobiliproteinu má podobnou chemickou strukturu jako hem z hemoglobinu. Strukturní a zásobní polysacharidy (škrob, celulóza), chlorofyly, karotenoidy a třísloviny nalezneme v mořských řasách a i ve vyšších rostlinách. [3], [4]

1.2 Anatomie řas

Mořské řasy mají nejsložitější mnohobuněčnou anatomii ze všech řas. Některé mají dokonce různé druhy tkání a orgánů, které jsou podobné takovým, jaké nacházíme u rostlin. Přestože jsou si řasy a rostliny velmi podobné, vyvíjely se nezávisle na sobě. [4]

Termín thallus, neboli stélka, označuje tělo mořské řasy, která vypadá jako rostlina, ale postrádá kořen, stonky a listy. Typický thallus mořské řasy se skládá z kořenovitého rhizoidu, kterým je řasa přichycena k podkladu. Stonkovitý útvar se označuje jako kauloid a nese tzv. listové fylomy (Obr. 1).



Obr. 1: Anatomie těla řas – mořská „palma“ *Postelsia* [5]

Fyloidy jsou místem, kde probíhá fotosyntéza, a proto mají zvětšenou povrchovou plochu. Některé hnědé řasy jsou vybaveny plovoucími útvary, které udržují fylomy poblíž vodní hladiny. [5]

1.3 Přizpůsobení mořských řas jejich prostředí

Mořské řasy společně s řadou dalších živočichů a heterotrofních organizmů osídlují zóny moří ekology označovanými jako litorál, tedy oblast, která je charakteristická bouřlivými náporů silných vln a větrů. Dvakrát denně, při odlivu, jsou mořské řasy žijící v litorálu obnaženy a vystaveny působení slunečních paprsků, tedy suchému prostředí. A dvakrát denně, při přílivu, jsou však tyto řasy opět zaplaveny. Mořské řasy jsou svou strukturou a biochemickou výbavou dokonale přizpůsobeny přežití v tvrdých a často se měnících mořských podmínkách. [5]

Kromě toho, že se stélka řas přizpůsobila životu v mořích svou strukturou, je určitá skupina některých druhů žijících v litorálu přizpůsobena i biochemicky. Například jejich buněčné stěny jsou složeny z celulózy a gelovitých polysacharidů, které způsobují slizovitý až gumovitý charakter mořských řas. Tyto látky chrání stélky řas před narušením v prudkých mořských vlnách. [5]

1.4 Zařazení řas do systému

Studiem řas se zabývá algologie, často též nazývaná fykologie. V české odborné literatuře se používá spojení „sinice a řasy“, což ukazuje na rozdíl mezi prokaryotními sinicemi a eukaryotními řasami. Jako řasy uvádí Van den Hoek *et al.* (1995) systematické skupiny obsažené v následující tabulce. [2], [3]

Tab. 1: Přehled řasových oddělení a jejich současné zařazení [2]

Doména	Říše	Oddělení
Bacteria	Bakterie (Bacteria)	Sinice (Cyanobacteria)
Eukarya	Prvoci (Protozoa)	Eugleny (Euglenophyta)
		Obrněnky (Dinophyta)
		Chlorarachniophyta
		Chromista
Rostliny (Plantae)		Skrytěnky (Cryptophyta)
		Heterokontophyta
		Glaucophyta
		Ruduchy (Rhodophyta)
Rostliny (Plantae)		Zelené řasy (Chlorophyta)
		Parožnatky (Charophyta)

1.4.1 Sinice – Cyanobacteria

Sinice jsou převážně modrozelené, prokaryotní autotrofní organizmy s fotosyntézou rostlinného typu, provázenou produkcí kyslíku (Obr. 2). Někdy bývají označovány jako cyanobakterie nebo modrozelené sinice, protože stejně jako bakterie postrádají jadernou membránu. V buňkách nejsou obsaženy žádné membránové struktury a netvoří ani žádné

druhy bičíků. Obsahují barviva chlorofyl *a* a β -karoten, které jsou obsaženy v tylakoidech. Sinice se rozmnožují buněčným dělením a fragmentací vláken. Sinice bývají drobné, jednobuněčné nebo vláknité a mohou tvořit kolonie. [2], [3], [6]

Sinice jsou všeobecně rozšířené ve vodním prostředí, v půdě i v biotopech s extrémní teplotou, salinitou i s extrémními hodnotami pH. Některé sinice mají schopnost vázat vzdušný dusík, který přeměňují na sloučeniny včlenitelné do bílkovin a jiných organických molekul. [3], [5]

Jedním z důvodů biotechnologického zájmu o sinice je vysoký obsah proteinů, který dosahuje 60 – 70 % sušiny. Lyofilizovaná sušina je dietetickým potravním doplňkem, doporučeným pro lehkou stravitelnost, obsah karotenu a vitaminů, z nichž obsah vitamínu B₁₂ je nejvyšší ze známých rostlinných zdrojů této látky. Pro tělo má však i negativní vliv, z důvodu vysokého obsahu nukleových kyselin, které mohou vyvolat onemocnění dnu, při dlouhodobém podávání vyšších dávek. Některé druhy sladkovodních sinic mohou produkovat toxiny, které mohou usmrtit i hospodářská zvířata která pijí vodu obsahující velké množství těchto řas. *Spirulina* a další sinice jsou zdrojem fykobiliproteinů, zejména modrého fykocyaninu. Používá se jako netoxické barvivo pro diagnostiku sledovaných metabolických procesů. [2], [3]



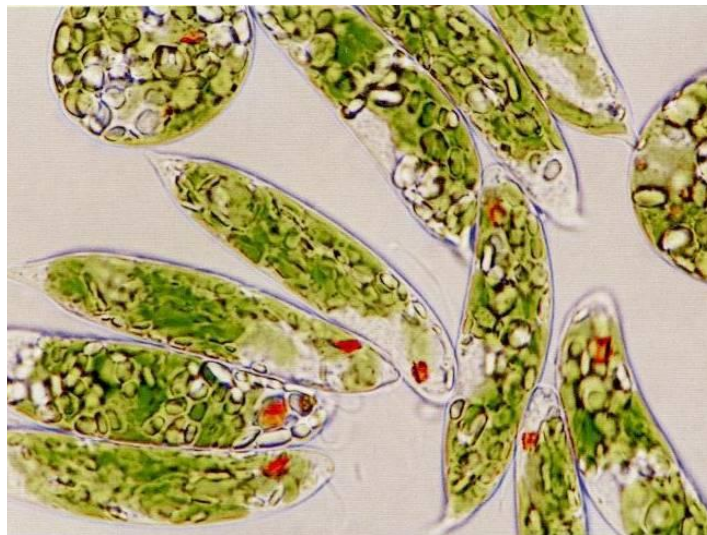
Obr. 2: Sinice – *Arthrospira platensis* [7]

1.4.2 Krásnoočka, eugleny – Euglenophyta

Eugleny tvoří různorodou skupinu jednotlivě žijících bičíkovců, kteří se aktivně pohybují jedním nebo dvěma bičíky, případně i měňavkovitým pohybem těla (Obr. 3). Fototrofní eugleny tvoří pouze třetinu známých druhů. Obsahují chlorofyly *a*, *b*, β -karoten a malé

množství některých xantofylů (např. neoxantin a diadinoxantin). Z hlediska výživy se jedná o mixotrofní organizmus, tzn., že na světle k fotosyntéze využívá chloroplasty, a je-li umístěn do tmy, může žít jako heterotrofní organizmus. Některé příbuzné rody ztratily své chloroplasty a přijímají potravu fagocytózou. Eugleny se rozmnožují podélným dělením. [2], [5]

Typickým biotopem krásnooček jsou eutrofizované stojaté vody. Jsou schopny osídlit i velmi znečištěné vodní ekosystémy, kde jsou důležitou složkou samočisticích systémů. Jako bioindikátory slouží ke stanovení saprobity vod a přítomnosti některých látek ve vodě. Krásnoočka jsou po dlouhá léta používána jako modelový organizmus nebo testovací organizmus. [2], [6]



Obr. 3: Krásnoočko – *Euglena gracilis* [8]

1.4.3 Hnědé řasy – Fucophyceae (Phaeophyceae)

Hnědé řasy jsou, až na malé výjimky, mořské řasy. Z hlediska produkce organické hmoty představují nejvýznamnější skupinu mořských makrofyt. Hnědé řasy překvapují rozmanitým zastoupením stélek, které jsou vždy mnohobuněčné. Stélky se vyskytují ve velikostech od několika centimetrů až po 60 m (Obr. 4). [2], [6]

Hnědé řasy jsou fotoautotrofní řasy se značnými nároky na světlo. Hnědá barva těchto řas je dána velkým obsahem xantofylového pigmentu fukoxantinu, který maskuje chlorofyl *a*, *b*, *c*, a β -karoten. Buňky hnědých řas se rozmnožují dělením na dvě části. [3], [6]

Vegetativní buňka je opatřena buněčnou stěnou, která obsahuje fibrilární celulózní složku a amorfnní složku, tvořenou alginovými kyselinami a jejich solemi, algináty. Vodorozpustné

algináty jsou hlavní složkou slizu, který se nazývá fukoidan. Přítomností fenolických látek se vysvětluje větší odolnost stélek proti bakteriím a mořským měkkýšům. Zvláštní význam má dimetylsulfopropionát, který hnědé řasy produkují jako látku vyrovnávající osmotickou nerovnováhu s vnějším prostředím. Při odlivu jsou porosty hnědých řas obnaženy a před vyschnutím je chrání slizová vrstva. [2], [3], [6]

Hnědé řasy jsou sbírány a používány jako hnojivo, krmivo, palivo, surovina na výrobu sody, potaše a jódu. Čerstvé, konzervované a sušené stélky hnědých řas jsou součástí pokrmů. Alginové kyseliny, které jsou hlavní složkou stélky hnědých řas, jsou předmětem zájmu potravinářského, farmaceutického, kosmetického, textilního, papírenského a fotografického průmyslu. Zajímavou aplikací alginového gelu jsou různé imobilizační preparáty, které umožňují pomalou difúzi látek (např. enzymů a léčiv). [2], [6]



Obr. 4: Hnědá řasa – *Durvillea potatorum* [5]

1.4.4 Ruduchy

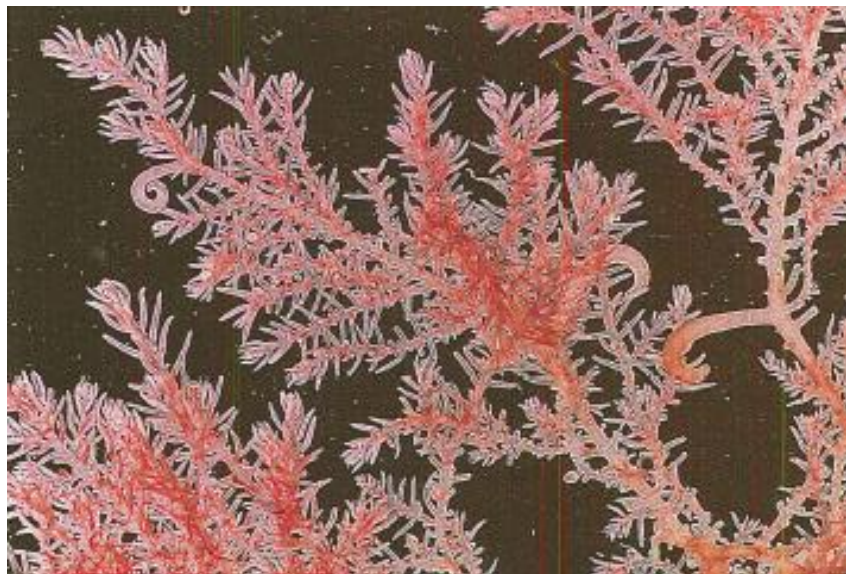
Ruduchy jsou především mořské řasy, pouze asi 200 druhů je sladkovodních (Obr. 5). Ruduchy jsou fotoautotrofní eukaryotní rostliny s jednobuněčnou nebo mnohobuněčnou stélkou a eukaryotickou stavbou buňky. U ruduch se v průběhu životního cyklu nevyvinula žádná bičíkatá stádia. [5], [6]

Buňky ruduch jsou vždy pokryté buněčnou stěnou, která je z vnitřní strany tvořena celulórou, která zajišťuje její pevnost a z vnější strany pektinovými sloučeninami. Podstatnou složkou jsou amorfní vysoce hydrofilní polygalaktany. Tyto polysacharidy jsou hlavní součástí fykokoloidů získávaných z ruduch, tj. agaru a karagenanů, které se v přítomnosti kationtů (K^+ , Ca^{2+}) mění v trojrozměrnou síť s koloidními vlastnostmi. Chloroplasty těchto

řas obsahují pigmenty, jako jsou chlorofyl *a*, α - a β - karoten a xantofyly zeaxantin a lutein. [2], [6]

Červené zbarvení ruduch je dáno přítomností pigmentu fykoeritrinu, který se nachází i u sinic. Ovšem ne všechny ruduchy jsou červené. Výsledná barva ruduch závisí na poměrném zastoupení jednotlivých pigmentů v chloroplastech. Životní cyklus je zpravidla haplo-diploidní a podobá se oogamii. [5], [6]

Ruduchy se odpradávná využívají jako potravina, krmivo a pro lékařské účely pro zastavení krvácení, a hojení ran. Ve farmaceutickém průmyslu mají technologické využití fykoko-loidy. Patří k nim agar a karagenan. [6]



Obr. 5: Ruducha – *Bonnemaisonia hamifera* [5]

1.4.5 Zelené řasy - Chlorophyta

Zelené řasy představují největší a vývojově rozsáhlou skupinu řas, ze kterých se vyvinuly vyšší zelené rostliny (Obr. 6). Dosud bylo popsáno více než 7 000 druhů zelených řas. Většina zástupců této skupiny řas žije ve sladkých vodách, ale řada z nich žije také ve slané vodě. Různé druhy jednobuněčných zelených řas jsou součástí planktonu a vyskytují se také ve vlhké půdě či ve sněhu. Některé druhy žijí symbioticky uvnitř jiných eukaryot a částí svých produktů fotosyntézy přispívají hostitelskému organismu. Stélky zelených řas jejich morfologickou stavbou někdy připomínají stavbu vyšších rostlin. U všech zelených řas se vyskytuje chlorofyl *a*, *b*, β -karoten a několik xantofylů (lutein, zeaxantin, violaxantin, anteraxantin a neoxantin). [2], [3], [6]

Většina zelených řas má velmi složité životní cykly, s mnoha pohlavními a nepohlavními rozmnožovacími stádii. U některých zástupců zelených řas, jako je např. rod *Ulva*, se vyskytuje v průběhu životního cyklu rodozměna. [2]



Obr. 6: Zelená řasa – *Caulerpa* [5]

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Dlouhý evoluční vývoj a velká biologická rozmanitost řas vedly k velkým rozdílům mezi jednotlivými druhy jak v buněčné organizaci, tak i v chemickém složení. Některé řasy kromě toho, že jejich charakteristický způsob výživy je fotosyntéza a že nemohou být zařazeny do žádné jiné rostlinné říše, toho jinak mají společného jen velmi málo.

Mořské řasy rostou v široké škále druhů prostředí (které může být složeno z vysoce koncentrovaných roztoků solí) za různě intenzivních světelných podmínek. Vykazují rozmanitou a flexibilní chemickou aktivitu, která je charakteristická pro více primitivní formy života. Tyto faktory činí z řas významné zdroje chemických sloučenin od minerálních prvků přes vitaminy, peptidy, cukry, mastné kyseliny a polysacharidy.

Chemie zabývající se mořskými řasami je zajímavým a rychle se rozvíjejícím odvětvím. Mořské řasy jsou potenciálním zdrojem antibiotik, léků a protinádorových látek a jsou v současné době středem zájmu mnoha výzkumných pracovišť, kde již bylo objeveno velké množství nových přírodních látek. [3]

2.1 Polysacharidy

Polysacharidy mořských řas jsou rozsáhlou skupinou s velkým množstvím biologických funkcí. Různé skupiny mořských řas obsahují širokou škálu polysacharidů, jejichž chemické složení a množství se mění v závislosti na ročním období, stáří populace, druhu a zeměpisné poloze. Mezi dvě hlavní funkce polysacharidů v rostlinných tkáních patří dodávání energie a poskytování strukturní opory v buněčných stěnách a buněčném matrix.

Polysacharidy řas jsou podobné, avšak ne stejné, jako polysacharidy nacházející se u mnohobuněčných živočichů a jsou obsaženy v intracelulárním matrix. Jejich funkce je odvozena ze schopnosti polysacharidů vázat vodu a zároveň působí jako ochrana řas před poškozením vlivem vlnobití. Stejně tak polysacharidy řas zabraňují jejich vysychání. Aniontový charakter polysacharidů může také sloužit jako druh iontoměničového materiálu, který může pomoci izolovat některé ionty. Mořské polysacharidy je možné rozdělit na stavební a zásobní na základě jejich chemického složení a funkce. [3], [9], [10]

2.1.1 Zásobní polysacharidy řas

Hlavními zásobními polysacharidy převážné většiny živých organismů jsou α -glukany jako je škrob a glykogen.

Škrob je hlavním zásobním polysacharidem zelených řas a je tvořen směsí lineárních řetězců amylozy, spojených α -(1,4)- glykozidovými vazbami a rozvětvenými řetězci amylopektinu, vázaných α -(1,6)- glykozidovými vazbami. Škrob je v zelených řasách uložen v chloroplastech ve formě semikrystalických granulí. Kromě glukózových polymerů, se u některých zelených řas vyskytují i fruktózoové polysacharidy, které také slouží jako zásobní polysacharidy.

Hlavním zásobním polysacharidem červených řas je florideový škrob. Má podobnou strukturu jako škrob ovšem neobsahuje amylozu. Dalším rozdílem je, že granule florideového škrobu jsou uloženy vně plastidů v cytoplazmě, podobně jako glykogen u živočišných a bakteriálních buněk.

Laminaran je hlavním zásobním polysacharidem hnědých řas. Jeho chemická struktura je tvořena β -(1,3)-D-glukanem spojeným β -(1,6) vazbami. Laminaran může mít různé redukující zakončení, buď ve formě mannitolového, nebo glukózového zbytku. [3], [9], [10]

2.1.2 Strukturní polysacharidy řas

Struktura buněčných stěn vyšších rostlin a řas je odlišná. Na základě nutnosti překonávat drsné povětrnostní podmínky, jako např. příbojové vlny, se u řas vyvinula celá řada strukturních polysacharidů. Základní vláknitou složkou některých červených a hnědých řas je celulóza – β -(1,4)-glukan. U jiných druhů není přítomna a tuto funkci zastávají xylany – β -(1,4)-xylany nebo mannany – β -(1,4)-mannany, které s jinými cukry tvoří komplexy, jako jsou např. xyloglukany a glukomannany. U červených řas se jako strukturní polysacharidy vyskytují i sulfátované galaktany, které jsou známy jako karagenany a agary. Mezi nejznámější strukturní polysacharidy hnědých řas patří alginové kyseliny.

Pevnost buněčné stěny jak vyšších rostlin, tak i řas obvykle závisí na přítomnosti jednoho nebo více polysacharidů, které se váží nekovalentními vazbami. [3], [9], [10]

2.2 Lipidy

Mořské řasy obsahují jen velmi malé množství lipidů, které se pohybuje mezi 1 – 5 % sušiny. Hlavními skupinami lipidů obsažených ve všech mořských řasách jsou neutrální lipidy a glykolipidy.

ω -3 a ω -6 nenasycené mastné kyseliny (PUFA) tvoří značnou část lipidů mořských řas. PUFA jsou důležitou součástí všech buněčných membrán a také jsou prekurzory eikosano-

idů, které jsou podstatnými bioregulátory mnoha buněčných procesů. PUFA s první dvojnou vazbou na třetím, nebo šestém uhlíkovém atomu jsou pro člověka esenciální. Lidské tělo si je neumí syntetizovat samo, proto musejí být získávány stravou.

Ryby a rybí tuk jsou považovány za hlavní zdroje PUFA, zejména dokosahexaenové kyseliny (DHA, C22:6, ω -3) a α -linolenové kyseliny (AA, C20:4, ω -6). Ryby ovšem nejsou schopny syntetizovat tyto esenciální mastné kyseliny a jejich vysoký obsah v rybím tuku je závislý na složení stravy ryb, které se živí fytoplanktonem (tedy mořskými řasami).

Ve všech mořských řasách je v největším množství zastoupena kyselina palmitová (C16:0). V hnědých a červených mořských řasách je dále ve velkém množství obsažena kyselina eikosapentaenová (EPA, C20:5, ω -3). V zelených mořských řasách je ve velkém množství obsažena kyselina olejová (C18:1, ω -9) a kyselina linoleová (C18:2, ω -6). Hnědé mikrořasy jsou bohaté na kyselinu palmitovou (C16:0) a kyselinu dokosahexaenovou (DHA, C22:6, ω -3).

Obsah lipidů a mastných kyselin v mořských řasách je proměnlivý v závislosti na rozličném stavu přírodního prostředí. Intenzita světla a slanost prostředí mohou mít jak pozitivní, tak negativní efekt na obsah a složení mastných kyselin všech druhů řas. Lipidový metabolismus řas je také ovlivněn ročním obdobím. [3], [9-13]

2.3 Proteiny a aminokyseliny

O bílkovinném složení buněčné stěny řas se stále ví velice málo. Je známo, že polysacharidy obsažené v buněčné stěně vyšších rostlin obsahují složky bohaté na hydroxyprolin, jako je kolagen (strukturní protein savců). Podobné proteiny jsou obsaženy ve stěnách některých zelených mořských řas. Je pravděpodobné, že proteiny v řasách, stejně jako u vyšších rostlin tvoří strukturu buněčných rostlin. Řasy obsahují značné množství esenciálních mastných kyselin, dále obsahují malé množství neproteinového dusíku, chlorofylu, dusičnanů, amoniových iontů a nukleových kyselin. Neproteinový dusík je zdrojem aminokyselin, které jsou převážně zastoupeny asparagovou a glutamovou kyselinou. Bílkoviny mořských řas obsahují stejně jako bílkoviny vyšších rostlin, všechny esenciální aminokyseliny, ale nejsou plnohodnotné, protože se vyskytují v malém množství.

Obsah proteinů v mořských řasách se mění v závislosti na druhu, podmínkách prostředí a ročním období. Například v červené řase *Palmaria palmara* z francouzského atlantického pobřeží byl největší obsah dusíku zaznamenán v měsících od února do května, a nejnižší

od července do října. Obecně platí, že hnědé mořské řasy obsahují 3 – 15 % sušiny, zelené řasy 9 – 26 % sušiny a červené mořské řasy tvoří až 47 % sušiny. [3], [9], [10], [14]

2.4 Vitaminy

Termín vitamin byl původně uváděn jako nezbytný faktor, který je nutné dodávat v malých dávkách do těla živočichů, aby se zbránilo nemocem z jeho nedostatku. Vitaminy jsou organické makronutrienty s významným katalytickým účinkem na mnoho metabolických dějů probíhajících v lidském těle. Nové zdroje vitaminů a metabolické důsledky jejich přítomnosti nebo nepřítomnosti mají za následek nové aplikace v oblasti výživy, farmaceutiky a kosmetiky.

Řasy jsou výborným zdrojem vitaminů. Čerstvé řasy obsahují vysoké množství vitamínu C a vitaminů A, B₁, B₂, B₁₂, E, riboflavinu, kyseliny pantotenové a listové. Tyto vitaminy se v řasách vyskytují v různých množstvích, v závislosti nejen na druhu, ale také na podmínkách sklizně a roční době. [3], [9], [12]

2.4.1 Ve vodě rozpustné vitaminy

Ve vodě rozpustné vitaminy jsou v mořských řasách zastoupeny vitamínem C a vitaminy skupiny B. [3], [9], [11]

2.4.1.1 Kyselina askorbová

L-askorbová kyselina, což je biologicky aktivní forma vitamínu C, se v lidském těle podílí na mnoha významných reakcích. Antioxidační aktivita vitamínu C souvisí s jeho reakcí s volnými radikály a také se podílí na ochraně vitamínu E prostřednictvím reakcí s oxidovanými formami vitamínu E. Některé zelené a hnědé řasy obsahují vysoké množství vitamínu C – v průměru mezi 500 – 3000 mg/kg sušiny. Toto množství je srovnatelné s obsahem tohoto vitamínu získávaného z rostlinných zdrojů, jako je petržel nebo červená paprika. Koncentrace kyseliny askorbové v řasách se mění v závislosti na ročním období. [3], [9]

2.4.1.2 Vitamin B

Komplexy vitamínu B (zejména B₁, B₂, B₁₂) jsou v řasách přítomny v množství, které se rovná nebo dokonce převyšuje jiné dostupné zdroje tohoto vitamínu. Vitamin B se obecně ve větším množství vyskytuje v zelených a červených řasách než v hnědých. Koncentrace vitamínu B v řasách také vykazují sezonní výkyvy. [3]

2.4.2 V tučných rozpustné vitaminy

Mořské řasy jsou významným zdrojem vitamínu E a karotenoidů (provitaminu vitamínu A). [3], [9], [11]

2.4.2.1 Tokoferoly

Vitamin E je jedním z nejdůležitějších, v tučných rozpustných, vitaminů se silně antioxidačními účinky. Jeho speciální funkcí je ochrana lipidových membrán před peroxidací. Vyskytuje se v osmi formách: α , β , γ , δ -tokoferoly a α , β , γ , δ -tokotrienoly. Největší antioxidační efekt vykazují α -formy. α -tokoferoly jsou jedinými tokoferoly, které se vyskytují u červených, zelených a hnědých řas. Hnědé mořské řasy obsahují větší množství vitamínu E než červené a zelené řasy. Koncentrace tokoferolů v řasách je také ovlivněna ročním obdobím. [3], [9], [10]

2.4.2.2 Vitamin A

Většina mořských řas vykazuje jednoduchý karotenoidový model. Aktivita vitamínu A je přičítána β -karotenu a ostatním provitaminům přítomných v minoritním množství. Karotenoidy jsou zastoupeny různými pigmenty, které spolu s chlorofylem tvoří výslednou barvu řas. Karotenoidy mají také velmi silný antioxidační účinek. Antioxidační účinek β -karotenu je založen na jeho schopnosti zhaset singletový kyslík, čímž se účastní inhibice lipidové oxidace.

Karotenoidy hnědých řas jsou převážně β -karoten, lutein, violaxantin, anteraxantin, zeaxantin a neoxantin. Hlavními karotenoidy červených řas jsou α - a β -karoten a jejich deriváty jako je zeaxantin a lutein. Zelené řasy mají podobné složení karotenoidů, jako mají vyšší rostliny. Karotenoidy mořských řas patří mezi bioaktivní látky s různými zdravotně prospěšnými vlastnostmi. [3], [9]

2.5 Pigmenty

Pigmenty produkované řasami jsou fluorescentní i nefluorescentní. Tyto pigmenty je možné rozdělit do tří skupin: chlorofyly, fykobiliproteiny a karotenoidy.

Chlorofyly jsou primární fotosyntetické pigmenty mořských řas. Zelené a hnědé řasy nejhojněji produkují chlorofyl *a*. V zelených řasách se nachází chlorofyl *b*, který je syntetizován přímo z chlorofylu *a*. V hnědých řasách jsou přítomny chlorofyly *c*₁ a *c*₂. Červené řasy neprodukují chlorofyl *b* ani *c*. [3], [10], [12]

Fykobiliproteiny jsou lineární tetrapyrolové pigmenty vyskytující se v červených řasách a sinicích. Fungují zde jako fotosyntetické pigmenty, nebo absorbenty světla. Fykobiliproteiny mohou být červené, růžové až modré barvy. Jsou součástí světlosběrné antény řas, a jsou produkovány v množství od 7 – 8 % sušiny. [3], [10]

Karotenoidy jsou polyenové isoprenoidy, které jsou jednou z nejdůležitějších skupin přírodních pigmentů. Karotenoidy jsou syntetizovány všemi fotosyntetizujícími organismy a některými druhy mikroorganismů. Pokrývají rozsah barev od oranžové, žluté až po hnědou barvu. Karotenoidy působí v řasách primárně jako fotosyntetizující látky. Hlavní funkcí karotenoidů je ochrana rostlinných buněk a pletiv před fotooxidací. V řasách jsou vždy v kombinaci s chlorofyly v tylakoidech, kde zachycují světelnou energii a převádějí ji do fotosyntézy. V řasách se vyskytuje až 60 druhů karotenoidů, ovšem jen malé množství z nich je důležité pro absorpci světla při fotosyntéze. Karotenoidy tvoří v průměru 0,1 % sušiny řasové hmoty. [3], [10]

2.6 Steroly

Steroly jsou skupinou triterpenoidních látek, které jsou podobné skvalenu (jehož nejznámějším členem je cholesterol). Steroly a jejich deriváty, plní v závislosti na jejich struktuře důležité biologické funkce jako hormony (steroidní hormony) nebo prekurzory vitaminů (vitaminu D₂). [3]

2.7 Fenoly

Fenoly eukaryotických řas s neterpenoidní strukturou mohou být rozděleny do tří strukturálních skupin. Dvě z nich jsou přítomny v mořských řasách. Třetí, taniny, se vyskytují pouze u sladkovodních řas *Spirogyra arca* a *Nitella sp.* Fenoly jsou deriváty tyrozinu a vyskytují se u červených, zelených i hnědých řas.

Jodizované a bromidované polyfenoly jsou známy pro jejich antiseptické a dezinfekční účinky. Působí také jako přírodní antioxidanty, které pohlcují volné radikály. Vysokomolekulární polyfenoly hnědých řas jsou zodpovědné za výraznou schopnost akumulovat ionty těžkých kovů. To je důvod, proč jsou řasy používány jako indikátory znečištění vod těžkými kovy. [3]

2.8 Minerální prvky

Řasy jsou významným zdrojem minerálních prvků díky jejich schopnosti vstřebávat anorganické látky z prostředí. Distribuce a ukládání minerálních prvků v řasách může být ovlivněno některými faktory, jako jsou různé podmínky životního prostředí a stáří řas.

Řasy přežijí jak v hlubokém oceánu, tak na pobřeží, kam jsou vyplavovány vlivem odlivu a vystaveny přímému slunečnímu záření. V zájmu zajištění jejich normálních biologických funkcí v tak odlišných podmínkách, si mořské řasy vyvinuly schopnost zachycovat a koncentrovat minerální prvky selektivně.

Minerální prvky tvoří až 36 % sušiny řas. Obsahují makronutrienty jako sodík, hořčík, draslík, chlór, síru, fosfor a stopové prvky jako je jód, železo, zinek, měď, selen, molybden, nikl nebo kobalt. [3], [9], [11]

Chemické formy minerálních prvků a jejich základní hodnoty v mořské vodě mají vliv na jejich sorpci mořskými řasami. Akumulování některých minerálních prvků v mořských řasách může být až o několik řádů vyšší než je koncentrace té samé látky v okolním prostředí. Bylo dokázáno, že řasy *Laminariales* akumulují jód do své struktury až ve 30 000 krát větším množství, než je koncentrace jódu v mořské vodě. Důvodem, proč různé skupiny různých řas mají odlišnou schopnost vázat minerální prvky je přítomnost různých polysacharidů v jejich stěnách.

Vysoká sorpční kapacita hnědých, zelených a červených řas vázat kovové ionty je zapříčiněna vysokým obsahem alginátů, alginových kyselin a jejich solí.

Polysacharidy, které jsou součástí buněčných stěn mořských řas, jsou převážně ve formě vápenatých, hořečnatých, sodných a draselných solí a vykazují silné iontově-výměnné vlastnosti.

Na akumulaci kovů z prostředí se pravděpodobně podílí karboxylové skupiny, které obsahují molekuly celulózy, jež jsou součástí buněčných stěn hnědých řas. Červené řasy obsahují více kationtů než hnědé řasy, tudíž vykazují nízkou afinitu ke kladně nabitým iontům kovů jako je kadmium, ale vyšší afinitu např. k šestimocnému chromu. Polysacharidy červených řas obsahující síru jsou známy jako agary a karagenany. Hydroxylové, síranové i karboxylové skupiny těchto polysacharidů mají schopnost výměny iontů a jsou důležitými vazebnými místy pro kationty těžkých kovů. [3], [9], [15]

3 MOŽNOSTI POUŽITÍ ŘAS V KOSMETICE

V roce 1962 byl Raymondem Reedem poprvé použit pojem kosmeceutika. Byl zaveden pro rozvoj kosmetického průmyslu. Tento koncept byl podpořen objevem aktivních látek, které nemohly být zařazeny mezi látky s kosmetickými ani farmaceutickými vlastnostmi. Kosmeceutika je slovo, zahrnující tyto aktivní látky, odvozené ze slov kosmetika a farmaceutika. Kosmeceutika jsou definované jako kosmetické výrobky mající vlastnosti léčiv, které zlepšují a chrání vzhled lidského těla. Nicméně používání některých kosmeceutik způsobuje nežádoucí účinky jako je podráždění kůže, fotosenzitivita, hyperpigmentace, hypopigmentace, infekčnost a karcinogenita. Proto je při vývoji kosmeceutik důležité dodržování bezpečnosti těchto výrobků. Aktivní látky používané jako kosmeceutika v přírodě nalezneme v mořských organizmech, které je chrání před vlivy vnějšího prostředí. Mezi tyto organizmy patří řasy, mikrořasy, bakterie, sinice, houby, některé druhy ryb a korýši.

Řasy a mikrořasy jsou velmi přínosným zdrojem látek označovaných jako kosmeceutika. Řasy mají velký ekonomický potenciál díky jejich rychlému růstu, a obsahu velkého množství aktivních látek jako jsou vitaminy, minerální látky, aminokyseliny, cukry, lipidy, pigmenty, enzymy, antioxidanty, mastné kyseliny a další, které jsou použity v rozličných kosmetických výrobcích jako přísady krémů, lotionů a mastí. [16], [17]

Největší evropský kosmetický trh s řasami je ve Francii, který pro pokrytí poptávky produkuje 5000 tun mokřých řas ročně. Dalšími významnými zeměmi, kde se těží řasy, jsou Anglie, Brazílie, Havaj, Japonsko, Korea a Čína. [18]

Průmyslově významné řasy jsou nejvíce zastoupeny ve třech skupinách: zelené řasy (Chlorophyta), hnědé řasy (Phaeophyta) a červené řasy (Rhodophyta). Ovšem v současných kosmetických výrobcích jsou nejvíce používané hnědé a červené řasy, protože obsahují sulfátové polygalaktosidy, agary a jodidované proteiny. Také obsahují provitaminy jako je ergosterol a karoten, aminokyseliny (obsahují všechny esenciální aminokyseliny), polysacharidy (fukózu, xylózu, galaktózu aj.), kyselinu listovou a pantotenovou. [18]

Různé druhy řas jsou složeny z velkého množství chemických sloučenin s rozdílnými vlastnostmi, jako je rozpustnost, světelná stabilita nebo stereochemické uspořádání. Odlišné chemické a biochemické vlastnosti vedou k odlišným kosmetickým efektům: tonizačním, čistícím, hydratačním, revitalizačním a antioxidačním. [16], [17]

Rozlišné sekundární metabolity izolované z řas mohou působit antimikrobiálně, protizánětlivě, antioxidačně, vykazují protirakovinné účinky a působí preventivně proti stárnutí kůže vlivem slunečního záření.

Ideálního kosmetického účinku není možné dosáhnout nahodilým použitím mořských řas. Musí být vybrány rody a druhy mořských řas, které nabízejí nejlepší možnou koncentraci požadovaných kosmeticky aktivních látek. Mohou být použity individuální druhy nebo kombinace odlišných rodů a druhů, ale musí být vzaty v potaz roční období, počasí a proměnlivá poloha. [16]

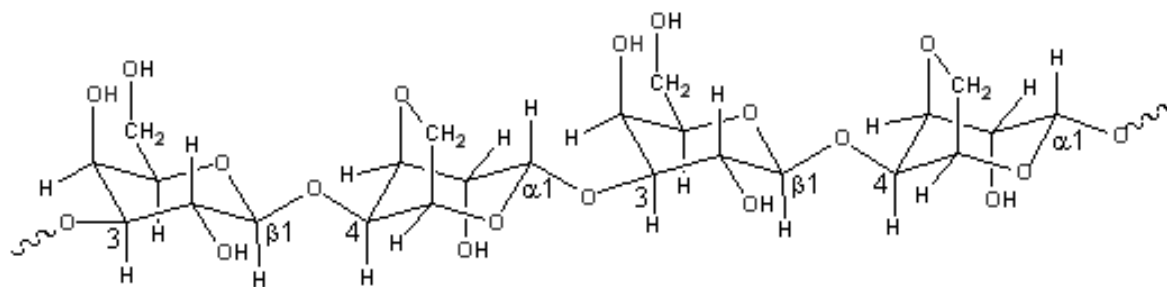
3.1 Technologické využití polysacharidů řas při výrobě kosmetiky

Polysacharidy jsou vysokomolekulární látky, některé vytváří ve vodě koloidní roztoky nebo mají schopnost bobtnat, některé jsou nerozpustné. Polysacharidy se skládají z monosacharidových jednotek vázaných α - nebo β - glykosidovými vazbami, nejčastěji ve směru 1→4 nebo 1→6. Polysacharidy řas mají především funkci stavební a zásobní. V kosmetických výrobcích jsou polysacharidy zastoupeny agary, karagenany, algináty a nově fukoidany. Jejich primární vlastností je úprava viskozity a podpora stability emulze, proto mohou být agary, karagenany, algináty a fukoidany použity v různých krémech, mýdlech, tyčinkách, šampónech, pastách, lotionech, pěnách a gelech. [3], [18], [19]

3.1.1 Agar

Agar je nerozvětvený polysacharid skládající se ze dvou složek agarózy a agaropektinu, tedy polygalaktanů obsahujících určité množství sulfátových skupin. Jejich stavebními jednotkami jsou β -D-galaktopyranóza a 3,6-anhydro- α -L-galaktopyranóza střídavě vázané glykosidovými vazbami (1→3) a (1→4), jak je uvedeno na obrázku 7.

Agary extrahované z červených řas třídy Rhodophyceae jako je *Pterocladia*, *Pteroclatiella* a *Gelidium* jsou vysoce kvalitní. Nicméně více než 50 % ze všech agarů se vyrábí z *Gracilaria gracilis* (Atlantik) a *Gracilaria chilensis* (Chile). Agary jsou používány jako zahušťovadla a změkčovadla kosmetických výrobků. Například agar získaný extrakcí řas, které patří do kmene *Rhodophyta*, je široce používán pro jeho zahušťující schopnost a zvyšování viskozity výrobků v kosmetickém, farmaceutickém i v potravinářském průmyslu. [20-22]

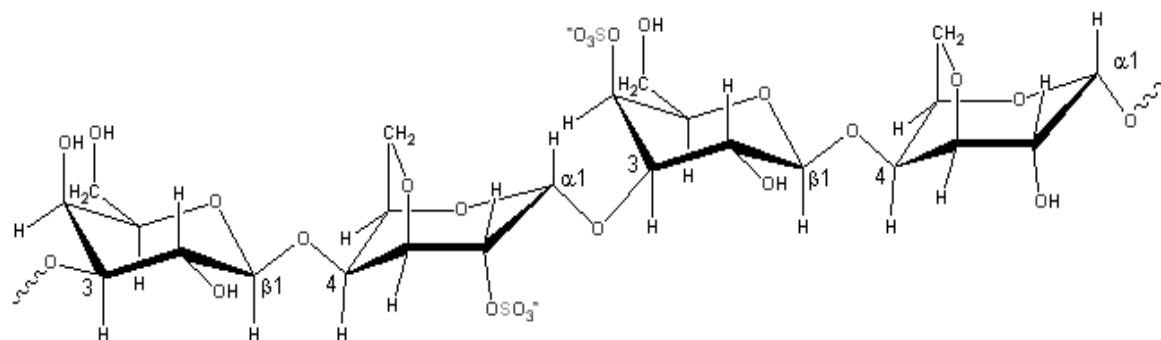


Obr. 7: Chemická struktura agarózy [23]

3.1.2 Karagenan

Karagenany jsou lineární sulfátové polysacharidy tvořené opakující se sekvencí β -D-galaktopyranózy a 3,6-anhydro- α -D-galaktopyranózy (Obr. 8), které jsou extrahované z různých druhů červených řas z třídy *Rhodophyceae*. Karagenany tvoří velké, vysoce flexibilní molekuly se šroubovitou strukturou. Vlastnosti karagenanů jsou závislé na počtu a umístění sulfátových skupin na jejich opakujících se disacharidových jednotkách.

Získávají se z některých řas jako je *Chondrus crispus*, *Mastocarpus stellatus*, *Euclima*, případně dalších řas z tříd *Gigartinaceae* a *Phyllophoraceae*. V kosmetickém průmyslu působí jako zahušťující a želírující látky, jako stabilizátory a emulgátory, ale používají se také pro výrobu barev. Nabízejí širokou škálu textur pro různé výrobky osobní hygieny včetně krémů, opalovacích krémů, lotionů, sprejů, pěn, šampónů, kondicionérů, zubních past a deodorantů. U některých citlivých osob může karagenan obsažený v kosmetických přípravcích způsobit kopřivku nebo špatnou snášenlivost výrobku nicméně jeho použití je v ČR povoleno. [21-24]

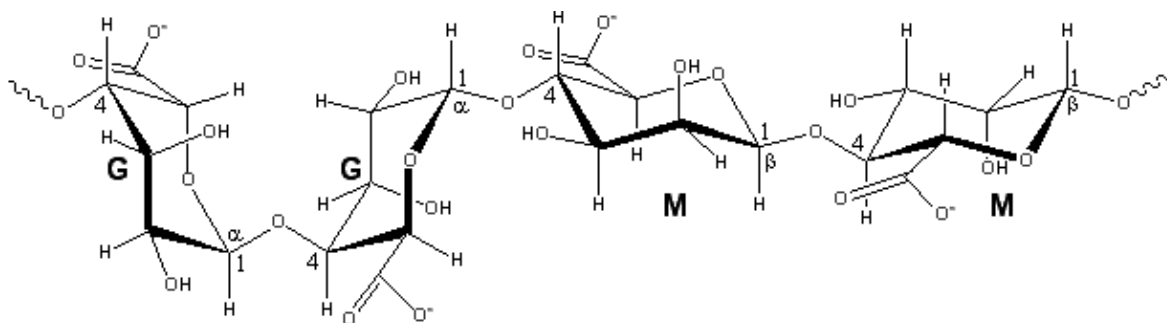


Obr. 8: Chemická struktura karagenanu [23]

3.1.3 Algináty

Algináty jsou lineární nerozvětvené kopolymery obsahující β -1,4-D-mannuronovou kyselinu (M) a α -1,4-L-guluronovou kyselinou (G). V řetězcích se střídají různě dlouhé úseky

obsahující pouze molekuly M s úseky tvořenými výhradně molekulami G a se smíšenými úseky MG (Obr. 10).



Obr. 9: Chemická struktura alginových kyselin [23]

Pro kosmetický průmysl slouží jako pojiva, rozpouštědla, suspenzační látky, dále jako látky pro zahušťování a stabilizaci emulzí při nízkém pH ale také jako pomocné látky, které napomáhají transepidermální absorpci látek do epidermis. Algináty mají rozmanité použití v kosmetice a osobní péči a jsou tedy používány v krémech, gelech, pomádách a v zubních pastách, kterým dodávají měkkost a pružnost. Alginát Protanal® je ideální pro stabilizaci kyselých přípravků pečujících o pleť.

Alginová kyselina je získávána z hnědých řas (*Phaeophyceae*), zejména rodu *Laminaria* použitím alkálií a následnou úpravou anorganickou kyselinou. Alginová kyselina může být přeměněna na různé soli jako je alginát sodný, který je však méně viskózní. Strukturní typy alginátů záleží na zdrojové řase a jejich růstových podmínkách. Algináty extrahované z *Durvillea* a *Ascophyllum* obsahují vysoké množství mannuronové kyseliny a díky ní tvoří jemnější gely s větší elasticitou a menší pórovitostí. Algináty získané z řasy *Laminaria hyperborea* obsahují vysoké množství guluronové kyseliny a tvoří mnohem stabilnější gely s vysokou pórovitostí. [21-24]

3.1.4 Fukoidan

Struktura fukoidanů extrahovaných z různých mořských živočichů je velmi složitá a liší se v závislosti na druhu řasy. Fukoidany extrahované z řas mají obvykle velmi složitou strukturu, protože obsahují heterogenní a rozvětvené struktury polysacharidů. Tyto fukoidany se vyskytují převážně v různých druzích hnědých řas jako je *Laminaria japonica*, *Fucus vesiculosus*, *Undaria pinnatifida*, *Cladosiphon okamuranus* a *Hizikia fusiformis*. Struktura fukoidanů se nicméně liší složením cukru, obsahem a pozicí sulfátových skupin, molekulární hmotností, spojujícími vazbami a sekvencí cukernatých zbytků. Mnohé studie proká-

zaly, že fukoidany mohou obsahovat základní lineární jednotky, které se skládají z α -(1,3)-L-fukózy nebo střídající se α -(1,3)-L-fukózy a α -(1,4)-L-fukózy nebo α -(1,2)-L-fukózy. Sulfátové skupiny těchto složitých struktur jsou často vázány na druhé, třetí nebo čtvrté pozici uhlíků fukózových zbytků. Přítomnost těchto sulfátových skupin zlepšuje vlastnosti fukoidanů, což napomáhá jejich aplikaci v průmyslovém sektoru. [25]

Epidemiologické a experimentální studie naznačují, že fukoidan má vlastnosti, které chrání pokožku, působí jako antioxidant a brzdí proces stárnutí pokožky. Kromě toho fukoidan působí antivirově, protizánětlivě, antikoagulačně a protinádorově. Fukoidan se v současnosti jeví jako přírodní složka s velkým potenciálem pro výrobu nových kosmetických přípravků. Výrobky pro péči o pleť se obecně skládají z částečně hydrolyzovaného fukoidanu a základní báze. Tento částečně hydrolyzovaný fukoidan se získává ze zahřátých řas. Enzymaticky rozložené produkty řasy *Kjellmaniella crassifolia* obsahují různé formy fukoidanů včetně sulfátovaných fukanů, sulfátovaných fukoglukoronmannanů a sulfátovaných fukogalaktanů, které se využívají jako materiály pro kosmetický průmysl. [21]

3.2 Formy použití řas v kosmetických přípravcích

Mořské řasy jsou do kosmetických přípravků přidávány hlavně ve formě extraktů, derivátů mořských řas a sušených řas.

3.2.1 Extrakty

V kosmetice byly velmi dlouho používány extrakty z mořských řas *Fucus vesiculosus* nebo *F. serratus* ve formě hydro-glykolových roztoků. Jelikož mnoho aktivních částic nalezených v řasách, jako jsou polysacharidy, proteiny, některé vitamíny a lipidy, nejsou rozpustné v glykolech nebo alkoholech, skládají se tyto extrakty ze zředěných roztoků minerálů, pigmentů a vitamínů. [16]

3.2.2 Deriváty mořských řas

Deriváty mořských řas jsou stabilní a pro výrobce nepředstavují problémy se začleněním do výrobku, ale jejich nevýhodou je malá efektivnost. Pouze polysacharidy se zahušťujícím efektem jsou používány i v jiných průmyslech – pro výrobu agarů, karagenanů a alginátů. Důležité fyzikální a chemické zpracování potřebné k izolaci, čištění a odbarvení polysacharidů však poškozuje, odstraňuje nebo modifikuje proteiny, vitamíny a mikroelementy, které jsou odpovědné za mnoho synergických účinků řas. [16]

3.2.3 Sušené řasy

Sušené řasy mají v kosmetických přípravcích omezenou aplikaci. Jsou to obvykle tmavě zelené nebo hnědé prášky, které se těžce aplikují do krémů a šamponů. Jejich barva vyvolává špatný estetický dojem. Nerozpustné prášky vykazují nepříjemnou bakteriální aktivitu a pro výrobce představují vážný problém v uchovávání. Navzdory těmto nevýhodám, sušené řasy jsou stále používány v zeštíhlujících koupelích, bahenních maskách z mořských řas, lázeňských produktech (thalassoterapii) a v exfoliačních toaletních mýdlech. [16]

3.3 Účinek řas v přípravcích pečujících o pleť

Některé komponenty extraktů řas reagují s různými kožními proteiny a formují ochranný gel na povrchu pokožky a tím snižují ztrátu vlhkosti. Jiné zvyšují zdraví pokožky a předcházejí jejímu možnému poškození, dodávají látky pro vznik jiných aktivních látek a také jsou používány jako barvicí a konzervační látky. [21], [25]

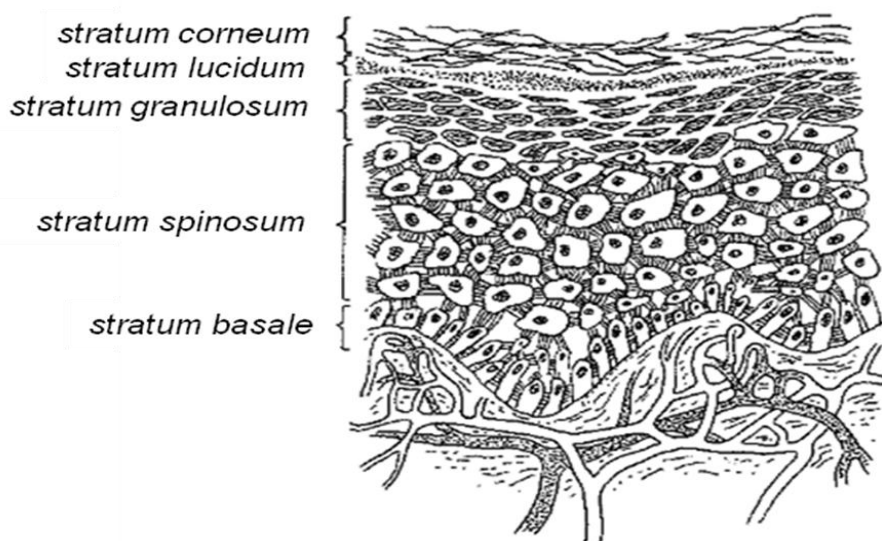
3.3.1 Fyziologie a anatomie kůže

Kůže je rozsáhlý plošný orgán tvořící zevní povrch organismu a tím i bariéru organismu vůči okolí. Představuje účinnou ochranu před fyzikálními, chemickými a mikrobiologickými vlivy prostředí. Kůže se účastní látkové výměny, jednak tím, že se účastní dýchání, jednak tím, že svými potními a mazovými žlázami představuje orgán exkreční. [26]

Kůže se skládá ze tří funkčních vrstev: epidermis (pokožka), corium (dermis, škára) a subcutis (podkožní tkáň). Součástí kůže jsou také kožní adnexa (mazové žlázy, potní žlázy, vlasy a nehty), které plní různé funkce. [27]

3.3.1.1 Epidermis

Epidermis je povrchová vrstva kůže, tvořená vrstevnatým dlaždicovým epitelem. Hlavní funkcí epidermis je ochrana organismu proti zevním škodlivinám, která je realizována postupnou přeměnou epidermis v rohovou vrstvu a tvorbou pigmentu. Epidermis se skládá opět z několika vrstev; od její spodiny k povrchu následují za sebou: *stratum basale*, *stratum spinosum*, *stratum granulosum*, *stratum lucidum* a *stratum corneum* (Obr. 10). [26], [27]



Obr. 10: Schematický řez pokožkou [28]

Epidermis je tvořena převážně keratinocyty, které dostaly své jméno podle fibrilárního proteinu keratinu, který je základní složkou vnější vrstvy pokožky, vlasů a nehtů. Keratiny obsahují vysoké množství aminokyselin glycinu, serinu a cysteinu. Mechanické vlastnosti (např. pevnost, tažnost) dodávají keratinům disulfidové vazby.

Méně početnou skupinou buněk epidermis jsou melanocyty tvořící pigment melanin. Ten se tvoří při oslunění a ukládá se ve *stratum basale*. Pro syntézu melaninu je nutný tyrozin a jeho katalyzátor enzym tyrozináza. Granule melaninu jsou přijímány keratinocyty, kde se shromažďují kolem jádra. Melanin absorbuje ultrafialové záření (UV) záření a mění je na neškodné záření infračervené (IR), tím brání průniku radiace až k jádru, a tak chrání DNA jádra před poškozením UV zářením. Množství melaninu v kůži určuje míru pigmentace pokožky, a tedy i rozdělení do jednotlivých fototypů a ras. [27-29]

3.3.1.2 Dermis

Dermis je střední a nejsilnější vrstvou kůže. Je to poddajná, pružná a odolná vazivová vrstva, která má ochrannou funkci. Dermis se především skládá z vazivových vláken, dále obsahuje velké množství vody, minerálních solí, krevní bílkoviny, glukózu a kyselinu hyaluronovou. Tato základní hmota podmiňuje napětí čili turgor kůže a má význam pro transport výživných látek.

Vazivová vlákna jsou složena z kolagenních a elastinových vláken a jsou podstatou pevnosti a pružnosti kůže, tzn. tonusu. Kolagenní vlákna vytvářejí spleť, ve které se jednotlivá vlákna kříží ostrými úhly a tím zajišťují pevnost kůže. Kolagen vzniká ze svých prekurzorů

(tropokolagenu a prokolagenu) ve fibroblastech a tvoří jej řada aminokyselin, z nichž pro kolagen je charakteristický hydroxyprolin. Elastická vlákna tvoří hustou síť mezi kolagenními vlákny a mají význam zejména pro pevnost a pružnost kůže. Tvoří je elastin, látka podobná kolagenu, která však neobsahuje hydroxyprolin.

Kolagenová vlákna spolu s molekulami substituovaných polysacharidů (glykosaminoglykany) vyváří komplexy, které mají vysokou schopnost vázat vodu. To zajišťuje vysoké vnitřní napětí mladé kůže. S přibývajícím věkem se schopnost dermis vytvářet tyto komplexy snižuje, tím se snižuje i schopnost kůže vázat vodu. V důsledku toho začíná kůže stárnout – je ochablá a náchylnější k tvorbě vrásek. V dermis se také nacházejí vlasové kořínky, mazové žlázy a potní žlázy. [27], [28], [30]

3.3.1.3 Podkožní vazivo

Podkožní vazivo (subcutis) je izolační vrstvou a zdrojem energie. Upevňuje kůži na tělní povrch a je tvořeno tukovou a vazivovou tkání. Obsahuje hlavně podkožní tuk hromadící se v tukových buňkách (adipocytech). Převážnou část tukové tkáně tvoří neutrální tuk, tj. triglyceridy. [27], [29]

3.3.1.4 Bariérová funkce kůže

Rohová vrstva je vnější vrstvou kůže a hraje nejdůležitější roli při ochraně lidského těla před vnějšími vlivy. Kromě toho omezuje množství vody, kterou epidermis vstřebává i vylučuje. Příčinou a podstatou bariérové funkce *strata cornea* je jeho chemické složení. Je složeno ze 75 – 80 % proteinů, 5 – 15 % lipidů a zbytek tvoří organické sloučeniny a voda, včetně přirozeně zvlhčujících faktorů (Natural Moisturizing Factor – NMF), které udržují kůži měkkou, poddajnou a vláčnou.

Kožní bariéra však není souvislá, což vede k difúzi vody ze spodních, lépe hydratovaných vrstev kůže k jejímu povrchu. Tento tok vody se nazývá přirozená ztráta vody pokožkou (Trans Epidermal Water Loss – TEWL). [30]

Lipidy ve *strata corneum* jsou nazývány jako bariérové lipidy a mají pro kůži obrannou funkci. Vytváří lipidovou dvouvrstvu, která zabraňuje prostupování vody a jiných malých částic. Lipidy *stratum corneum* se skládají z komplexu směsice ceramidů (50 %), cholesterolu (25 %), nenasycených mastných kyselin (20 %) a sulfátovaného cholesterolu (5 %). [16]

Pro udržení vláčnosti pokožky je nejdůležitější její hydratace. Rohová vrstva optimálně hydratované kůže je ohebná a obsahuje 7 – 10 % vody. Pouze kůže ideálně hydratovaná a promaštěná zabezpečí, že kožní povrch bude celistvý, hladký a pružný. Na udržení optimálního obsahu vody v rohové vrstvě se podílí především lipidy mezibuněčné hmoty a kožního ochranného pláště a hygroskopické látky, které se nachází hlavně uvnitř keratinocytů a označují se souhrnně jako přirozený hydratační faktor (NMF). Mezi přirozené hydratační faktory patří látky jako aminokyseliny, močovina, glukosaminy, kreatinin, fosfáty, laktáty, chloridy, cukry, peptidy a další.

Optimální hydratace rohové vrstvy lze dosáhnout aplikací hydratačních kosmetických prostředků s obsahem pomocných látek ze skupiny humektantů, emolientů a okluzív, tedy látek, které jsou schopny zamezit ztrátě vlhkosti, případně vlhkost do pokožky dodat. [26], [27], [30]

3.3.2 Hydratační produkty

Hlavním cílem pleťové kosmetiky je hydratace pokožky. Voda je schopná změnit všechny fyzikální vlastnosti *stratum corneum*, zvlhčuje ji a napomáhá jejímu dobrému stavu. Extrakty z mořských řas jsou důležitým zdrojem filmotvorných polysacharidů s úžasnými osmoregulačními a zvlhčujícími vlastnostmi. Některé extrakty z mořských řas mohou být součástí poopalovacích přípravků nebo krémů a také mohou být součástí jiných produktů kde je vyžadován zklidňující efekt. Ochranné a zklidňující efekty extraktů jsou považovány za základ filmotvorných a hydratačních vlastností. Kombinace steroidů mořských řas, lipidů a fosfolipidů ve vhodných složkách by měla být alternativou imitace lipidového pláště pokožky, čehož využívá kosmetický průmysl. [16]

3.3.2.1 Osmolyty

V dnešní době je po celém světě prováděno nesčetné množství studií, které jsou zaměřené na regulaci buněčného objemu. V reakci na různé druhy stresu, buňky shromažďují osmoticky aktivní organické látky – osmolyty. Tyto látky jsou charakterizovány jako látky vysoce rozpustné ve vodě s nulovým elektrickým nábojem v acidobazicky rovnovážném prostředí. Skládají se hlavně z polyolů a rozpustných cukrů (např. glycerol, manitol, glukóza, sacharóza), neesenciálních aminokyselin (glycin, prolin, taurin, kyselina pipekolová), molekul nesoucích kvartérní amoniové ionty – betainy (glycine betain, homobetain), cholinových derivátů (cholin-O-sulfát) a molekul nesoucích dimethylsulfonové ionty. Tyto orga-

nické roztoky jsou známy nejen jako látky osmoticky aktivní, ale také jako stabilizátory struktur a funkcí různých makromolekul a buněk. Také chrání enzymatickou aktivitu a buněčnou membránu ve vysoce molárních mediích. [17]

3.3.2.2 *Codium tomentosum*

Codium tomentosum je zelená řasa která se vyskytuje ve Francii (Obr. 11). Tyto řasy žijí v ekosystému, který je vystaven značné expozici slunečního záření. Důsledkem je ztráta velkého množství vody, zvýšení koncentrace soli v prostředí a narušení osmotického gradientu. Řasy kompenzují letální ztrátu vody syntézou sulfátových heteropolysacharidů a osmoticky aktivních látek známých pod názvem „Codiavelane“, které jim napomáhají omezit a regulovat tuto ztrátu vody. [31]



Obr. 11: *Codium tomentosum*[32]

Bylo prokázáno, že přidavek 5 % Codiavelanu v krému vykazuje různý efekt na hydrataci pokožky. Tento efekt byl zkoumán na dobrovolnicích. Po 1 hodině působení krému s 5 % Codiavelanu bylo dosaženo zdvojnásobení vlhkosti pleti. Tato vlhkost byla udržována po dobu 3 hodin, zatímco hydratace kůže ošetřené placebo krémem po této době klesla o 25 %. Po osmidenní aplikaci krému s 5 % Codiavelanu byla hydratace pokožky dobrovolnic o 20 % vyšší než po ošetření placebo krémem. U placebo krému dochází k vyšší ztrátě vody z povrchových vrstev pokožky. Naopak krém, který obsahoval 5 % Codiavelanu, vykazoval pozitivní účinek na regulaci vlhkosti v celém *stratum corneum*. [31]

Codiavelan je účinný proti dehydrataci různých typů kůže, suché, stejně jako mastné, smíšené i pleti s akné. Tato ochrana je důležitá, pokud je příčinou dehydratace špatný stav

stratum corneum. Poškozené *stratum corneum* není schopno udržet dostatečné množství vody, což vede k jejímu nadměrnému odpařování z hlubších vrstev kůže. Codiavelan snižuje ztrátu vody odpařováním a zachovává optimální úroveň hydratace pokožky. Codiavelan má dlouhodobý hydratační účinek ve všech vrstvách epidermis a působí na nejhlubší vrstvy *stratum corneum* stejně jako na povrchové vrstvy, které jsou nejcitlivější k dehydrataci, protože jsou v přímém styku s vnějším prostředím. V kosmetických přípravcích se tato látka používá v koncentracích 2 – 5 %. Ochranný vliv Codiavelanu obsaženého v hydratačních tonicích, zvlhčujících opalovacích krémech nebo krémech po opalování přispívá k zachování vody v pleti. Poskytuje ochranu pleti před dehydratací pro ty, kteří jsou ve stresu nebo jsou vystaveni tabákovému kouři. Dehydratace může být způsobena použitím výrobků, které poškozují lipidový plášť, tj. některé čisticí prostředky pro domácnost a prostředky obsahující alkohol. Dále to může být depilace, která také poškozuje lipidový plášť. [31]

3.3.3 Omlazující, posilující a biokatalytické produkty

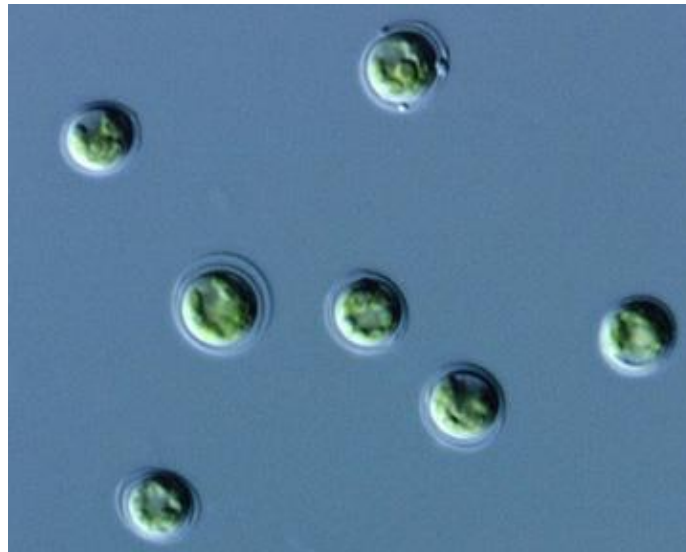
Objevením biochemických a molekulárních pochodů vedoucích ke stárnutí kůže byl značně podpořen vývoj nových kosmetických výrobků zaměřených proti stárnutí kůže tzv. „anti-aging“ produktů. Hlavní procesy stárnutí pleti zahrnují pochody, které se projeví suchou kůží, ztrátou elasticity a textury, vznikem skvrn a nakonec i hlubokých vrásek. Vnitřní stárnutí pleti je spojeno s kombinovaným účinkem zkracování telomer a metabolickým oxidačním poškozením, zatímco vnější stárnutí je způsobeno přírodními faktory včetně účinků UV záření. [25]

Všeobecně je známo, že vrásky a povislá kůže vznikají během stárnutí kvůli spojování elastinových a kolagenních vláken. V pokročilém věku všechny komponenty lidské pokožky a podkožní vrstvy prochází histologickými a strukturními změnami. Turgidita dermis se snižuje, pravděpodobně díky měnící se struktuře glykosaminoglykanů, z nichž jsou nejběžnější kyselina hyaluronová a chondroitin. [16]

3.3.3.1 *Chlorella*

Chlorella je sladkovodní zelená jednobuněčná řasa s vysokým obsahem proteinů, které určují její vysokou nutriční hodnotu (Obr. 12). Bylo zjištěno, že stimuluje růst, zpomaluje stárnutí a chrání před UV zářením. Stejně jako ostatní řasy má vysokou absorpční schop-

nost pro minerální látky. Pro tuto vlastnost jsou využívány jako bioindikátory znečištění, ale i pro odstraňování těžkých kovů z přírodního prostředí. [33].



Obr. 12: *Chlorella* [7]

Chlorella obsahuje až 60 % bílkovin, které obsahují všech osm esenciálních aminokyselin potřebných pro stavbu proteinů. Obsahuje také vitamín C, β -karoten, vitamíny B₁, B₂, B₆, B₁₂, niacin, kyselinu pantotenovou, dále kyselinu listovou, biotin, cholin, vitamín E a K. Obsahuje minerální látky jako je fosfor, draslík, hořčík, síru, železo, mangan, měď, zinek, jód, kobalt a je také zdrojem lipové kyseliny, která je důležitým růstovým faktorem. [33]

„Dermachlorella“ je aktivní látka extrahovaná z řasy *Chlorella*, které je bohatá na bílkoviny a stimuluje syntézu kolagenu v dermis a inhibuje enzymy, které degradují kolagen a elastin. Její aminokyselinový profil vykazuje významný obsah alaninu, glycinu a prolinu, což jsou hlavní aminokyseliny přítomné v kolagenu a také lysinu, který je s prolinem hlavním prekurzorem biosyntézy kolagenu. Významnou vlastností 80 % peptidů aktivní látky „Dermatochlorelly“ je malá molekulová hmotnost, které jim umožňuje pronikat do pokožky. „Dermatochlorella“ může být obsažena v produktech určených pro podporu regenerace tkání a redukci vrásek. [21], [34]

3.3.3.2 *Fucus vesiculosus*

Fucus vesiculosus je hnědá řasa, která obsahuje mnoho esenciálních vitaminů, minerálů a esenciálních mastných kyselin, jako je ω -3 a ω -6, které napomáhají buněčné regeneraci a zdraví kůže (Obr. 13). Při expozici kůže UV zářením působí extrakty řasy *Fucus vesiculosus* jako stimulanty opalování. [21]



Obr. 13: *Fucus vesiculosus* [35]

Bylo prokázáno, že extrakt z *Fucus vesiculosus* podporuje kontrakce kolagenových vláken a mění jejich mechanické vlastnosti pomocí zvýšené exprese integrinů, které zprostředkovávají interakce mezi fibroblasty a extracelulárními proteiny (včetně kolagenových vláken) v dermis. [36] Je známo, že tloušťka kůže se v průběhu stárnutí postupně zvyšuje a zároveň se mění mechanické vlastnosti pokožky.

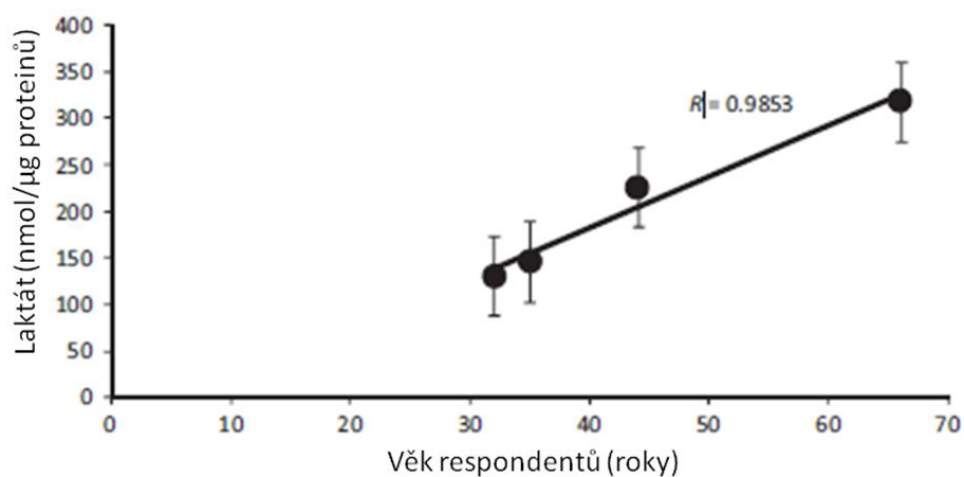
Lokální aplikace gelu, který obsahuje extrakt z *Fucus vesiculosus*, na tváře způsobuje výrazný pokles tloušťky pokožky. Tento závěr byl publikován na základě klinického testování u 10 žen. Těmto ženám byl na jednu stranu obličeje, po dobu pěti týdnů, aplikován gel, který obsahoval 1 % extrakt získaný z řasy *Fucus vesiculosus*. Na druhou polovinu obličeje, pro porovnání výsledků, byl aplikován placebo gel. Byly hodnoceny elastické vlastnosti a tloušťka kůže, která byla měřena ultrasonografem. Všech 10 dobrovolnic ukončilo studii bez podráždění nebo zarudnutí pokožky. U devíti dobrovolnic se po pěti týdnech prokázal pokles tloušťky kůže až o 1 mm oproti tloušťce kůže druhé tváře ošetřené placebo krémem, což odpovídá snížení tloušťky pokožky o 7 – 8 %. Přičemž nebyla prokázána závislost koncentrace extraktu na jeho účinku. Gely, které obsahovaly 1, 2, 3 nebo 5 % řasového extraktu vykazovaly podobnou účinnost na změnu tloušťky a elasticity pokožky.

Z tohoto experimentu vyplývá, že extrakt z řasy *Fucus vesiculosus* působí proti povislé pokožce, vyhlazuje vrásky a celkově působí jako silná „anti-aging“ přísada s potenciálním využitím v kosmetických přípravcích. [36]

3.3.3.3 *Alaria esculenta*

V době vědecké kosmetologie, je vyvíjeno četné množství produktů, jejichž účinek je založen na lepším poznání biologických procesů vedoucích ke stárnutí kůže. I když se o mnoha, nově vyvinutých sloučeninách tvrdí, že vykazují vysokou účinnost, které byla prozkoumána pomocí mechanismů buněčných drah jejich účinků, vypracovaných strategií, které by přihlížely k patologickým stavům způsobujících stárnutí, je málo. Nejviditelnější patologické změny spojené se stárnutím jsou nesporně spojovány s Hutchinson-Gilford Progeria Syndromem (HGS), nemocí, která je charakteristická zrychleným stárnutím, které vede k předčasné smrti. Původcem této nemoci je protein progerin, který vyvolává v pokožce změny v její jaderné struktuře a změny v její funkci. [37]

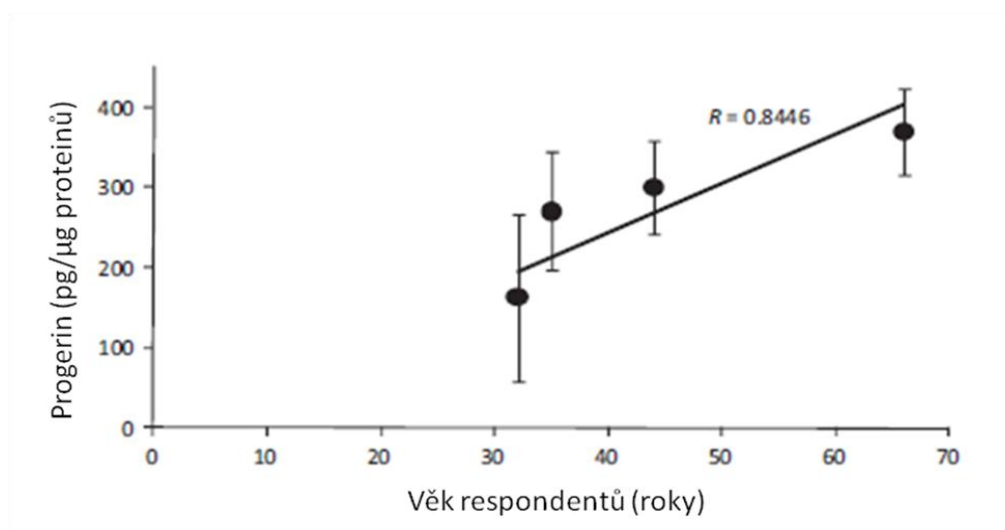
Kromě spojení progerinu s HGS, byl sledován také vztah mezi progerinem a fyziologickým a normálním stárnutím pokožky. Ve stárnoucích buňkách došlo ke zvýšení produkce buněčného laktátu. Kvantifikace stáří fibroblastů byla provedena na základě jejich produkce laktátu a bylo zjištěno, že množství laktátu produkovaného fibroblasty se u sledovaných respondentů se stářím zvyšuje, jak je patrné z obrázku 14. [37].



Obr. 14: Závislost produkce laktátu na věku respondentů [37]

Tento výsledek podporuje závěr, že energetický metabolismus fibroblastů se během stárnutí posouvá z aerobního do anaerobního procesu.

Při sledování závislosti produkce progerinu na věku respondentů bylo zjištěno, že produkce progerinu fibroblasty se během fyziologického stárnutí zvyšuje. Produkce progerinu je lineárně závislá na věku, stejně jako produkce laktátu (Obr. 15).



Obr. 15: Závislost produkce progerinu na věku respondentů [37]

Bylo zjištěno, že extrakt řasy *Alaria esculenta* je schopen výrazně snížit produkci progerinu „starých“ fibroblastů. Řasa *Alaria esculenta* obsahuje významné množství kyseliny retinové a dalších diterpenoidů, které jsou schopny inhibovat produkci klíčového enzymu, který je zodpovědný za syntézu progerinu. Bylo také prokázáno, že extrakt z této řasy dokáže regulovat syntézu progerinu v průběhu fyziologického stárnutí. Tyto závěry poskytují důležité údaje pro lepší pochopení biologických mechanismů vedoucích ke stárnutí pokožky a pro vývoj nových a relevantních „anti-aging“ sloučenin pro kosmetický průmysl. [37]

3.3.3.4 Další řasy vykazující omlazující, posilující a biokatalytické produkty

Peptidy extrahované ze zelené mořské řasy *Enteromorpha compressa* mají zklidňující vlastnosti. Kosmetické přípravky obsahující proteiny mořských řas stimulují kolagenovou neosyntézu. Podobné vlastnosti vykazoval i extrakt z řasy *Crithmum maritimum*. Tato řasa je suchozemskou rostlinou nacházející se na pobřeží Británie, Středozemního moře, severní Afriky a Černého moře. Extrakt z řasy *C. maritimum* obsahoval minerální prvky, esenciální oleje, polyfenoly, flavonoidy a vitamin C. Tento extrakt aktivuje proteinovou syntézu pojivových tkání jako je kolagen a elastin, což má za následek zlepšení napětí a pružnosti kůže. [21]

Na druhou stranu sulfátované polysacharidy ze zelených, hnědých a hlavně červených mořských řas jsou chemicky reaktivní proti proteinům, které jsou velmi podobné chondroitin sulfátu, který je obsažen v dermis.

Některé extrakty z řas různých tříd – *Gloiopeltiaceae*, *Ulvaceae* a *Gracilariaceae* jsou určeny pro podporu syntézy kyseliny hyaluronové, zjemnění pokožky a prevenci stárnutí pokožky. [16]

Laminaran je zásobní polysacharid, který vzniká fotosyntézou a skládá se z 20 – 60 glukózových jednotek spojených β -(1,3) a β -(1,6) glykosidovými vazbami. Extrahuje se z hnědých řas a má stimulační, regenerační, formující a posilující vliv na fibroblasty v dermis a keratinocyty v epidermis. [1], [16]

Mořské řasy obsahují esenciální minerální prvky ve vysoké koncentraci, které jsou součástí aktivních částí enzymů a hrají důležitou roli v mnoha metabolických reakcích. Jelikož lidské tělo není schopno minerální prvky produkovat, musí být dodávány potravou. [1], [16] Stopové prvky působí proti volným radikálům pomocí aktivace antioxidantů metaloenzymů jako jsou superoxidové dismutázy, katalázy a glutationové peroxidázy. Hořčík, zinek, měď a selen jsou nezbytné pro všechny metaloenzymy, které se účastní keratogeneze, elastogeneze, kolagenogeneze, buněčného dělení a syntézy esenciálních mastných kyselin. Hořčík a zinek jsou důležitými prvky pro stabilizaci lipoproteinů a fosfolipidů v buněčné membráně. [16]

3.3.4 Antioxidační produkty

Kůže, je jediný lidský orgán, který je přímo vystaven UV záření, vlivem kterého dochází k fotooxidaci, která má za následek vznik reaktivních druhů kyslíku a volných radikálů. Fotooxidace se odehrává především v kůži a zahajuje sérii chemických a strukturálních modifikací proteinů, nukleových kyselin, membránových lipidů a mukopolysacharidů. [17] Poškození kůže způsobené UV zářením je závislé na vlnové délce záření a jeho expozičním čase. Vlivem zvýšené expozice UV záření a ztenčování ozonové vrstvy v horní stratosféře v některých oblastech Země dochází k nárůstu patologických jevů kůže. Oxidační škody buněčných komponent z krátkodobého hlediska způsobují nejčastěji erytém kůže, ale z dlouhodobého hlediska tyto změny iniciují vznik mnoha nemocí včetně zánětlivých reakcí, stárnutí kůže a některých typů rakoviny. Nárůst rakoviny kůže vyžaduje změnu v našich nezdravých návycích a začlenění používání efektivních fotoprotekčních systémů chránících kůži před UV radiací. [16], [17], [38]

Mořské řasy přijímají největší část sluneční energie. Adaptace řas na světlo spočívá v regulaci koncentrace či složení pigmentu (např. u sinic regulace fykobilinů), v regulaci koncentrace enzymů na jednotku objemu změnou velikosti buněk (*Chlorella*), ve schop-

nosti chloroplastů měnit polohu v buňce (*Chromulina*, mořské rozsivky) a ve schopnosti celých organismů měnit polohu v prostoru (bičíkovci, sinice). Tyto jedinečné ochranné systémy chrání řasy před oxidačními změnami vyvolanými UV zářením a to činí řasy významným zdrojem antioxidantů. [39]

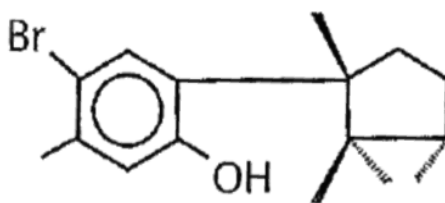
Mezi dvě hlavní skupiny mající pouze antioxidační vlastnosti patří fenoly a skupina látek označovaných jako „micosporin-like aminoacids“ (MAAs).

3.3.4.1 Fenolové sloučeniny

Fenolové sloučeniny jsou sekundární metabolity přítomné v různých organizmech, včetně vyšších rostlin, lišejníků a řas. Hnědé řasy obsahují velké množství fenolů, převážně ve formě florotaninů, které jsou polymery floroglucinu (1,3,5-trihydroxybenzen).

Fenolové sloučeniny mají fotoprotekční vlastnosti a jsou zvláště účinné v boji proti cytotoxickému působení UV záření. Rostlinné polyfenoly mají vyvinutou dvojí ochranu keratinocytů a fibroblastů před UV zářením a zvláště před UVB zářením, pomocí stínícího efektu fenolových kruhů a neutralizace reaktivních druhů kyslíku a volných radikálů. Jako ostatní fotosyntetizující rostliny jsou i řasy vystaveny fotooxidaci, která vyvolává produkci reaktivních druhů kyslíku a volných radikálů. Antioxidační aktivita fenolů řas je závislá na jejich struktuře a především na stupni polymerizace floroglucinu. Méně polymerizované florotaniny jsou zpravidla účinnější.

Fenolový seskviterpen laurinterol (Obr. 16), který byl extrahován z řas rodu *Laurencia* vykazuje antimikrobiální účinky a je používán na přípravu „anti-aging“ kosmetiky. [16], [17]



Obr. 16: Chemická struktura laurinterolu [16]

Extrakt z hnědé mořské řasy *Ascophyllum* obsahuje polysacharidy a polyfenoly (floroglucinol a bromfenol), které působí jako přírodní antioxidanty s protizánětlivými účinky. [18]

3.3.4.2 MAAs

„Mycosporine-like aminoacids“ (MAAs) jsou nízkomolekulární látky pohlcující UV záření, které se nachází v červených mořských řasách. Tyto látky mají vysoké potenciální užití s fotoprotektivními účinky na lidskou pleť a jejich možné použití spočívá pro výrobu přírodních opalovacích krémů. Tyto dusíkaté látky jsou rozpustné ve vodě a absorbují UV záření o vlnové délce 310 – 360 nm. Působí jako antioxidanty a vychytávají toxické volné kyslíkové radikály. Výskyt MAAs v řasách souvisí s jejich expozicí UV zářením. Koncentrace MAAs v řasách se v průběhu roku mění vlivem slunečního záření. Na druhou stranu obsah MAAs může být vyšší u řas rostoucích ve vodách obohacených o dusík. Vyskytují se v makrořasách z teplých, tropických i polárních oblastí.

MAAs jsou používány nejen pro jejich ochranné vlastnosti před UV zářením, ale i pro jejich antioxidační vlastnosti. Bylo zjištěno, že látka „usjileno“ izolovaná z červené řasy *Porphyria yezoensis* má vysokou antioxidační aktivitu. Tato funkce zčásti souvisí se schopností blokovat produkci tyminových dimerů. Tyto dimery vznikají vlivem působení UV záření z tyminových nebo cytosinových bází DNA. Ultrafialové záření vyvolává tvorbu kovalentních vazeb mezi sousedními bázemi, což brání zastavení replikace. Dimery mohou být opraveny, ale neopravené jsou mutagenní. Tyto pyrimidinové dimery jsou hlavní příčinou vzniku melanomů u člověka. [40]

V červených řasách jsou obranné systémy proti UV záření založeny na přítomnosti MAAs, zatímco v zelených a hnědých řasách tyto funkce vykonávají jiné obranné systémy (např. fenoly). [17], [21], [25]

3.3.5 Vliv vitaminů obsažených v řasách

Mořské řasy jsou zdrojem vitaminů, zejména vitaminu A, C, B a E. Tyto vitaminy působí nejen jako antioxidanty ale mají příznivý vliv i na bariérovou funkci pokožky a na syntézu jejich komponent, což zlepšuje vzhled pokožky a potlačuje pochody vedoucí k projevům stárnutí. [16]

3.3.5.1 Vitamin A

Vitamin A je nezbytný nejen pro normální vývoj pokožky, ale také pro růst a vývoj kostí, žláz, zubů, nehtů a vlasů. Vitamin A je absorbován kůží, zlepšuje bariérovou funkci pokožky, a tím jí pomáhá zůstat hebkou. Vitamin A stimuluje změny, ke kterým dochází při stárnutí. Podporuje aktivitu keratinocytů, stejně jako množení dendridických buněk. Akti-

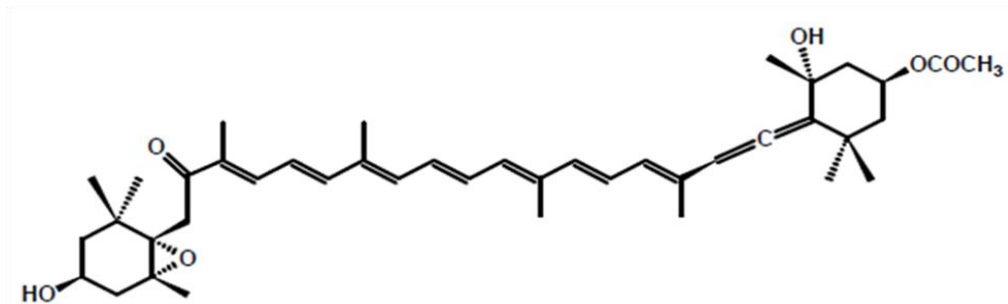
vuje pokožku k produkci většího množství epidermálních proteinů a k formování silnějších vrstev epidermis, která je pokryta zdravější vrstvou keratinocytů.

Mořské řasy jsou bohatým zdrojem β -karotenu, hlavního prekurzoru vitamínu A. [16] β -karoten vykazuje ze všech karotenoidů největší antioxidační aktivitu. β -karoten má dva potenciální mechanismy, kterými snižuje obsah volných radikálů v těle a je jedním z nejúčinnějších zhaševčů singletového kyslíku. Může rozptýlit energii singletového kyslíku, čímž mu zabrání v tvorbě volných radikálů, a nebo může působit přímo jako antioxidant a vychytávat volné radikály vzniklé jinými reakcemi, než které zahrnují vznik singletového kyslíku. [33]

β -karoten chrání pokožku před změnami hustoty kolagenu a obsahu hydroxyprolinu, které jsou indukovanými UV zářením.

Nenasycené molekuly vitamínu A – fukoxanthin a astaxantin – také působí jako neutralizátory singletového kyslíku. [16]

Fukoxantin je jedním z nejrozšířenějších karotenoidů a tvoří více než 10 % odhadované celkové produkce karotenoidů v přírodě, zejména v mořském prostředí. Je to oranžový pigment, který se spolu s chlorofylem *a*, *c* a β -karotenem nachází v řasách z oddělení *Chromophyta* zahrnující hnědé mořské řasy (třídy *Phaeophyceae*) a rozsivky (třídy *Bacillariophyceae*). Fukoxantin byl poprvé izolován z hnědých mořských řas *Fucus*, *Dictyota* a *Laminaria* v roce 1914. Fukoxantin má pozoruhodné biologické vlastnosti založené na unikátní molekulové struktuře, která obsahuje allenovu vazbu a kyslíkaté funkční skupiny jako jsou epoxidy, hydroxyly a karbonyly. Allenová vazba (vzniká mezi dieny s kumulovanými dvojnými vazbami) je zodpovědná za vysoký antioxidační účinek (Obr. 17). [1], [38]



Obr. 17: Chemická struktura fukoxantinu [38]

Ve fibroblastech fukoxantin významně snižuje intracelulární obsah reaktivních forem kyslíku vzniklých vlivem UVB záření. Fukoxantin vykazuje fotoprotekční účinek – potlačuje vznik vrásek a stárnutí kůže způsobené UV zářením. [1], [38]

Astaxantin je extrakt získaný ze zelené řasy *Haematococcus*. Patří mezi karotenoidy a v kosmetice je používán pro jeho antioxidační a barvicí schopnosti. Neutralizuje molekuly singletového kyslíku, pomocí konjugovaných dvojných vazeb. Decentralizované elektrony mohou být použity k neutralizaci reaktivních molekul. Ty mohou vyvolat chemické reakce, které způsobí poškození a mutaci DNA. [1], [18]

3.3.5.2 *Vitamin B*

Ze všech vitaminů ze skupiny B nacházejících se v mořských řasách, je pro péči o pokožku nejdůležitější kyselina pantotenová. Její biologicky aktivní formou je koenzym A, nezbytný faktor pro normální funkci epitelových tkání. Je přirozenou složkou zdravé pokožky a vlasů. Kyselina pantotenová a její analogy přispívají k hojení povrchových ran, podporují epitelizaci a granulaci mírných ekzémů a dermatózy svědivé pokožky, větších ran a popálení kůže od slunce. [16]

3.3.5.3 *Vitamin C*

Některé druhy mořských řas obsahují velké množství vitamínu C a jsou zajímavým alternativním zdrojem těchto vitaminů v kosmetice. Kyselina askorbová je biologický kofaktor a zvyšuje syntézu kolagenu v pokožce. Tento vitamin má také důležité antioxidační vlastnosti a je schopný tlumit poškození vzniklé na pokožce vlivem UV záření. [16]

3.3.5.4 *Vitamin E*

Vitamin E a jeho prekurzor tokoferol jsou v přírodě produkovány pouze fotosyntetizujícími organismy a v mořských řasách je jejich množství proměnlivé. Tokoferoly jsou obsaženy ve velkém množství ve sladkovodní mikrořase *Euglena gracilis* a také v mořské řase *Dunaliella tertiolecta*. Tokoferoly jsou v tucích rozpustné antioxidanty a neutralizátory singletového kyslíku. Chrání biologické membrány, především ty, které obsahují vysoké množství polynenasycených mastných kyselin, před oxidačním stresem. Tokoferoly pomáhají chránit a zachovávat působení superoxid dismutázy, když je pokožka vystavena UV záření. Tento enzym je odpovědný za zhášení superoxidových radikálů a jejich přeměnu na méně toxické peroxidy vodíku.

Tokoferoly jsou považovány za nejdůležitější přírodní antioxidanty. Tokoferoly jsou v kosmetice hojně používány z důvodu jejich schopnosti absorbce do pokožky, redukuje transepidermální ztrátu vody a díky tomu zlepšují vzhled suché, hrubé a poškozené pleti. Toho se využívá zejména v kosmetických přípravcích určených pro ochranu před slunečním zářením. [16], [21]

V současnosti jsou β -karoteny a astaxanthiny nejčastěji používány jako antioxidanty z řas. [16]

3.4 Bakteriostatika a jejich použití v deodorantech

Mořské řasy a halofily produkují velké množství chemicky bioaktivních metabolitů sloužících pro jejich ochranu. Tyto metabolity jsou známy jako biogenní sloučeniny umožňující organismu regeneraci po napadení patogenem. Působí proti mikroorganismům, řasám, plísním a biologickému znečištění. Syntéza bioaktivních látek probíhá v meristematické oblasti řas, kde tyto látky chrání růstovou oblast před epifyty a abrazií. Míru bioaktivity extraktu můžou ovlivnit biotické podmínky jako je reprodukční stádium nebo odlišná část stélky řas, stejně jako abiotické faktory jako je roční období a lokalita jejich výskytu. [17]

Antimikrobiální metabolity jsou produkovány všemi třídami makrořas, včetně zelených (*Ulvales* and *Codiales*), hnědých (*Dictyotales*, *Laminariales* a *Fucales*) a červených řas (*Gigartinales* a *Ceramiales*), které obývají mírné i tropické zeměpisné pásmo. Červené řasy mají velmi komplexní systém chemické ochrany a mohou produkovat široké spektrum antimikrobiálně působících látek jak v jejich přirozeném prostředí, tak i v kultivačních podmínkách. Velké množství červených řas produkuje halogenované terpenoidy, zatímco zelené řasy *Ulvales* a *Acrosiphoniales* jsou bohaté na kyselinu akrylovou a *Caulerpales* produkují vysoce bioaktivní diterpenoidy. V řasách řádů *Fucales* a *Dictyotales*, které patří do skupiny hnědých řas, jsou obsaženy antimikrobiálně působící látky jako kyselina akrylová, komplex diterpenoidových derivátů nebo fenolové lipidy. [17]

V kosmetickém průmyslu se florotaniny používají jako deodoranty. Tyto látky se extrahují z hnědých mořských řas *Esenia bicyclis*, *Hydrilla verticillata*, *Hizikia fusiformis* a *Chondrus ocellatus* a jejich účinek je ve srovnání s jinými konvenčními deodoranty stejně efektivní. [16]

Chlorofyl *a* je schopen ovlivnit bakteriální růst a také se používá jako složka deodorantů. Je to zelený pigment, který může být extrahovaný z řasy *Chlorella*, nebo červené řasy *Ceramium rubrum*. [33], [41]

3.5 Vlasové produkty obsahující extrakty z řas

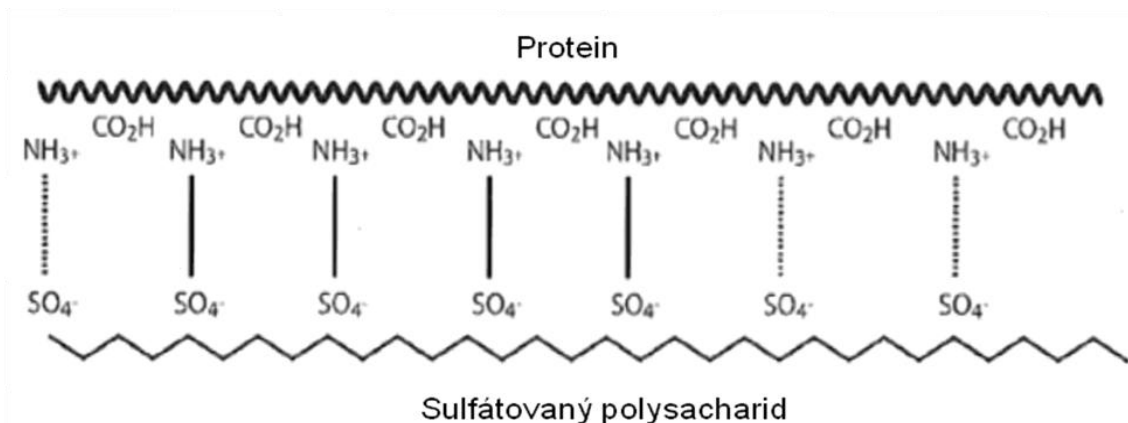
Vlasy jsou keratinové útvary, které vyrůstají z vlasového folikulu, což je vchlípenina epidermis do hlubších vrstev kůže. Vlas je tvořen volnou a vnořenou částí, která je na konci rozšířena ve vlasovou cibulku nasedající na vlasovou papilu. Kořen vlasů má jeden vazivový a dva epiteliální obaly, samotný vlas se skládá z dřene, kůry a kutikuly. Barvu dodává vlasům pigment melanin obsažený v kůře. S věkem tohoto pigmentu ubývá a mezi dření a kůrou se objevují vzduchové bublinky, které se podílí na tvorbě šedivých vlasů. [16], [26], [27]

Poruchy vlasových těl nebo vlasových váčků způsobují abnormální růst, abnormální nebo předčasné vypadávání vlasů. Jisté anomálie, jako jsou suché vlasy nebo vlasy bez lesku, jsou způsobeny fyzickými nebo chemickými jevy. Časté namáhání vlasů, například aplikace trvalé, šampónů nebo lotionů obsahujících alkohol nebo vykazující vyšší pH, často způsobují tyto stavy.

Některé extrakty z mořských řas mohou být použity jako efektivní ochrana pokožky před podrážděním, které může být způsobeno surfaktanty použitými v mýdlech a šamponech. Totéž platí o derivátech alkalických a thioglykolových kyselin používaných ve vlasových odbarvovačích a depilačních prostředcích. [16]

Komplexy extraktů z mořských řas, které obsahují polymery uronové kyseliny, vysoce hygroskopické polymery fukózy a sulfátované polygalaktosidázy vykazují výborné filmotvorné vlastnosti. Tyto extrakty tvoří vazby s proteiny vlasů a kůže (Obr. 18), které vznikají jako následek iontových interakcí mezi polysacharidovými sulfátovými radikály a keratinovými amino radikály s eventuální účastí dvojmocných kationtů vápníku nebo hořčíku.

Tyto komplexy extraktů z mořských řas reagují s proteiny z vnější vrstvy pokožky a vlasů, prostřednictvím iontových interakcí se formuje ochranný a zvlhčující film. Správnou kombinací polysacharidů vzniká směs filmotvorných biopolymerů, schopných zadržet vlhkost prostřednictvím vodíkových vazeb hydroxylových skupin a vody



Obr. 18: Vazba sulfátovaných polysacharidů řas na strukturu vlasů nebo kůže [16]

Substantivita karagenanů k vlasovému keratinu byla demonstrována a ukázalo se, že záleží na přítomnosti sodíkových iontů, teplotě a pH. Také je závislá na stupni sulfatace a molekulové hmotnosti polysacharidů.

Komplex extraktů z mořských řas získaných ze směsi hnědých a červených řas ze severovýchodního pobřeží Brazílie obsahujících polyuronidy, fukoidany a sulfátové polygalaktany, vykazoval vlastnosti, které regulují rozšiřování kožního mazu ve vlasech, zlepšují lesk a stavbu vlasu. Tyto extrakty jsou používány pro ochranu vlasu (vlasového vlákna) před škodlivým působením zásad a thioglykolových derivátů. Pomocí elektronového mikroskopu bylo dokázáno, že vlasová kutikula nebyla po aplikaci produktu s komplexem extraktů roztřepená a její stavba byla zpevněna. Výsledkem působení extraktu je absence obvyklé drsnosti, zvýšení lesku vlasu a zachování přírodní rovnováhy. Tyto extrakty jsou také považovány za ochranu vlasového vlákna před škodlivým působením oxidantů a jsou používány v permanentních vlasových barvách. [16]

Jiné složky mořských řas mohou být velmi efektivní v odlišných vlasových produktech. Proteiny mořských řas vykazují zvlhčující a kondičiační efekty na vlasy a mohou pomoci ochránit chemicky upravené vlasy. Vitaminy A, C a E mohou být používány v šamponech a kondicionérech pro svoje vyživující, antioxidační a ochranné vlastností. Pantotenová kyselina má speciální význam ve vlasových produktech, zejména jako kondicionér, přispívající k zadržení vlhkosti a předcházení lámavosti. Osmoticky se penetruje do těla vlasu, a je k němu substantivní dokonce i po opláchnutí. Antioxidanty jiné než vitaminy (nebo působící společně s vitaminy) jako jsou polyfenoly, mohou být také začleněny do ochranných gelů, kondicionérů nebo pěn. Dále extrakt z řasy *Fucus vesiculosus* je používán jako zahušťovadlo vlasových produktů a to zejména kondicionérů. [16], [21]

3.6 Kosmetické přípravky určené pro sportovce

Minerální koncentráty z mořských řas mohou být velmi cenné a přitažlivé v remineralizačních aerosolech, použitých v šamponech a kondicionérech vhodných pro sportovce. Tyto přípravky slouží pro obnovu obsahu vápníku, draslíku, sodíku a hořčíku v pokožce, které mohou být vyloučeny spolu s potem během namáhavé fyzické zátěže. Minerální koncentráty z mořských řas také zlepšují mikrocirkulaci pokožky, posilují kolagenovou a elastinovou strukturu a snižují obsah volných radikálů v těle. [16], [42]

3.7 Zeštíhlující produkty z řas

Řasy mají své vlastní mechanismy pro ukládání a uvolňování tuků. Pro pokrytí energetických potřeb řas, buňky transformují přijímané lipidy na energii a přebytek se ukládá do zásob. Tuto rezervu řasy využívají ve stresovém období – vystavení chladu, slabé sluneční záření (nedostatečná fotosyntéza). Látky obsažené v řasách, které nesou signál pro zahájení lipolýzy, jsou steroly nebo jejich deriváty. V neaktivnějších formách je nalezneme v červených řasách z oddělení *Rhodophyta*. [31]

3.7.1 Rhydosterol

Rhydosterol je látka, která se získává z červených řas druhu *Gelidium sp.* a hraje významnou roli v jejich metabolismu. Rhydosterol, který obsahuje 1,5 % aktivních sterolů, se v kosmetických přípravcích používá jako lipolytická a zpevňující látka. Lipolytická aktivita buněk tukové tkáně je hodnocena pomocí kultivačních pŮd. Měří se koncentrace glycerolu, který adipocyty uvolňují po aplikaci Rhydosterolu. Tato látka, v koncentraci 2,5 – 5 %, vykazuje stejnou lipolytickou aktivitu jako kofein. [31]

Lipolýza, tedy odbourávání tuků, začíná degradací triacylglycerolů (TAG) na glycerol a volné mastné kyseliny (VMK). Po hydrolýze TAG jsou mastné kyseliny směřovány do mitochondrií, kde jsou oxidovány na oxid uhličitý a vodu, nebo jsou odstraněny lymfatickým systémem. Tato lipolýza může být zprostředkována působením fosforu a enzymy jako jsou adrenoreceptory, adenylcyklázy, AMP a lipázy, jejichž aktivita je regulována pomocí fosforylace. Dále bylo zjištěno, že Rhydosterol zastává také signální funkci pro receptory adipocytů a stimuluje lipolýzu.

Oblast použití signálních molekul, nyní nazývaných chemoreceptorů, je pro využití v kosmetologii velmi zajímavá. Tyto molekuly umožňují látkám aplikovaným na kůži působit

na fyziologické mechanismy podkožních vrstev. Rhydosterol je schopný odbourávat přebytečný tuk uložený v buňkách a další přijatý tuk v buňkách rovnoměrně rozděluje. Zdá se, že stimuluje fibroblasty během jejich lipolytické aktivity. Pojivová tkáň podstupuje reorganizaci, což jí navrácí její tonicitu a pružnost.

Krém obsahující 5 % Rhydosterol byl testován na 16 dobrovolnicích. Každá žena aplikovala balzám dvakrát denně na stehna po dobu čtyř týdnů. Zeštíhľující účinek byl měřen pomocí pásky a sonografií. Stehenní obvod se u 10 z 16 žen zmenšil o 3 – 10 mm a sonografie ukázala pokles tloušťky tukové tkáně o 0,2 – 1,8 mm. Výsledkem aplikace krému s 5 % Rhydosterolem bylo zlepšení tonicity kůže, obrysu, textury, pružnosti, a snížený výskyt tzv. pomerančové kůže. [31]

3.7.2 Calcimince®

Další zajímavá studie zabývající se látkami snižujícími obsah tuku byla zveřejněna francouzským týmem z La Rochelle. Calcimince® je přírodní produkt získaný enzymatickou hydrolyzou extraktů z mořských řas.

Tyto přírodní látky můžou hrát roli v regulaci váhy pomocí lipolytického působení a redukce ukládání tuku, které bylo testováno na živých adipocytech. Bylo zjištěno, že Calcimince® redukuje hromadění tuku i když je dodáno před samotnou diferenciací adipocytů. Tento přírodní produkt umožňuje redukci tuku v adipocytech hlavně v průběhu apoptózy ale také vykazuje lipolytickou aktivitu podobně jako kofein, ale bez nervové stimulace. [17]

3.8 Thalassoterapie

Thalassoterapie je léčebná procedura, kterou využívali již ve středověkém Řecku a Římské říši. *Thalassa* je antické řecké slovo pro moře. V roce 1960 francouzská lékařská komora oficiálně definovala thalassoterapii: „Thalassoterapie využívá mořské vody, mořské řasy, mořské bahno a jiné mořské zdroje a mořského klima za účelem lékařského ošetření nebo léčby se zdravotním efektem“. Thalassoterapie je v evropských zdravotních lázních velmi populární. Empirické důkazy, klinické studie a výzkumy naznačují, že tyto koupele obsahující mořské řasy podporují endokrinní rovnováhu těla, podporují detoxikaci, podporují vylučování přebytečných tekutin z tělesných tkání, snižují svalové bolesti, stimulují krevní a lymfatický oběh, všeobecně zvyšují imunitu a usnadňují relaxaci a tím i snížení stresu.

Nejčastěji používané druhy řas pro thalassoterapii jsou *Fucus vesiculosus*, *Laminaria*, *Ulva*, *Sargassum* a *Ascophyllum*. Tyto řasy obsahují polysacharidy, které podporují vstřebávání vlhkosti do pokožky a tím ji posilují, hydratují a dodávají jí zdravější vzhled. Obsahují také bílkoviny, aminokyseliny, vitaminy (A, D, B, C a K) a fytohormony, které podporují hydrataci a výživu pokožky a stejně tak ji chrání před UV zářením. Mořské řasy obsahují jód, minerál nezbytný pro správnou funkci štítné žlázy, která reguluje metabolismus a tělesné teplo. Regulují i míru, s jakou je ukládán a spalován tuk, a proto je thalassoterapie úspěšná v léčbě celulitidy. Vitamin K zvyšuje aktivitu nadledvin, které produkují adrenalin, což znamená, že koupel z řas pomáhá udržovat hormonální aktivitu a tím i mladistvý vzhled těla. Řasy také obsahují stopové prvky jako je lithium a vanad, které působí na nervový systém a napomáhají redukovat stres. Chemické složení mořské vody je velmi podobné složení lidské krevní plazmy. Tato podobnost ji činí ideálním zdrojem prospěšných minerálů a vitaminů. Používání mořských řas v kombinaci s esenciálními oleji je velmi efektivní, protože esenciální oleje usnadňují pronikání iontů a živin obsažených v mořských řasách kůži. [43-46]

Thalassoterapie je používána v mnoha typech kosmetických procedur, zahrnujících ošetření pokožky obličeje i celého těla a využívá zpevňujících, zvlhčujících a formujících vlastností těchto koupelí. [43-46]

ZÁVĚR

V bakalářské práci bylo stručně popsáno zařazení řas do systému, jejich chemické složení, avšak největší pozornost byla věnována využití mořských a sladkovodních řas v kosmetice. Řasy jsou velmi zajímavé organizmy, produkující celou řadu cenných, biologicky aktivních látek. Jelikož tyto látky nelze zařadit do látek s kosmetickými ani s farmaceutickými účinky, byl vytvořen nový termín kosmeceutika, který popisuje kosmetické výrobky s léčivými vlastnostmi, které zlepšují a chrání vzhled lidského těla.

Polysacharidy z řas jsou tvořeny převážně agary, karagenany, alginovými kyselinami a fukoidany, které mají pro kosmetiku význam především v technologii výroby kosmetických výrobků. Slouží jako zahušťující, změkčující, želírující, suspendující, stabilizující nebo emulgující látky. Tyto polysacharidy nachází široké využití v různých druzích kosmetických výrobků od krémů, gelů, šampónů, zubních past až po deodoranty.

Řasy obsahují celou řadu organických, biologicky aktivních látek s širokým využitím v kosmetických přípravcích. Příznivě ovlivňují hydrataci pokožky. Obsahují osmoticky aktivní látky a polysacharidy, které na pokožce vytváří film, který zabraňuje odpařování vody. Mají také významné antioxidační vlastnosti, které vykazují převážně fenolové sloučeniny, látky označované jako „micosporin-like aminoacids“ a karotenoidy. Antioxidační aktivita je jedním z faktorů, který souvisí se stárnutím pokožky. Řasy obsahují látky, které mají podobnou strukturu jako elastinová a kolagenová vlákna, a díky tomu zlepšují stav pokožky. Mořské řasy jsou také výborným zdrojem vitaminů (A, C, B a E), které působí nejen jako antioxidanty ale mají příznivý vliv i na bariérovou funkci pokožky a na syntézu jejích komponent, což zlepšuje vzhled pokožky a potlačuje pochody vedoucí k projevům stárnutí. S „anti-agingem“ souvisí i již zmíněná hydratace pokožky. Řasy mají významnou antimikrobiální aktivitu, které je využíváno v deodorantech. Sportovci používají sprechové gely, které obsahují minerální koncentráty z mořských řas. Ty napomáhají obnovit iontový plášť pokožky. Dále produkují látky, které obnovují strukturu vlasu a dodávají mu lesklost a hebkost. Řasy taktéž nacházejí potenciální uplatnění v zeštíhlujících přípravcích, jelikož obsahují steroly, které podporují lipolýzu. Řasy se používají i v lázeňství. Thalassoterapie využívá mořské vody, včetně řas, bahna a mořského klimatu k revitalizaci lidské pokožky a celkové relaxaci.

Řasy vzhledem k vysokému obsahu biologicky aktivních látek, jejichž účinky jsou stále zkoumány, budou přispívat k rozšíření výroby kosmetických přípravků s mnoha účinky

např. omlazujícími, hydratačními a celkově podporujícími mladistvý a zdravý vzhled lidské pokožky, ale i vlasů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GRAHAM, L. E., GRAHAM, J., GRAHAM, J. M., WILCOX, L. W. *Algae – Second edition*. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009. ISBN 978-0-321-55965-4
- [2] KALINA, T., VÁŇA, J. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-1036-1
- [3] SCHLOSSMAN, M. L. *The chemistry and manufacture of cosmetics: cosmetic specialities and ingredients*. IL: Amazon, 2010. ISBN 978-1-932633-70-2
- [4] BARSANTI, L., GUALTIERI, P. *Algae: Anatomy, Biochemistry and Biotechnology*. FI: Taylor&Francis, 2006. ISBN 978-0-8493-1467-4
- [5] CAMPBELL, N. A., REECE, J. B. *Biologie*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-1178-4
- [6] JANKOVSKÝ, L. *Viry, prokaryota, řasy, houby a lišejníky: přehled systému, fylogeneze a ekologie*. Brno: Masarykova univerzita, 1997. ISBN 80-210-1555-1
- [7] *Vyznamne organismy II*. UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE. [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z:
http://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/biochemie/07_Vyznamne_organismyII.pdf
- [8] *Chlorarachnio: Eugleno*. UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE. [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z:
http://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/pdf/03-Chlorarachnio_Eugleno.pdf
- [9] MIŠURCOVÁ, L. *Chemical Composition of Seaweeds*. In “Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology” (Se-Kwon Kim, Ed.). Chichester: John Wiley&Sons Ltd., 2011, p. 173-192. ISBN 978-0-4709-7918-1
- [10] LOBBAN, CH. S., Wynne, M. J. *The biology of seaweeds*. Great Britain: Blackwell Scientific Publications, 1981. ISBN 0-520-04585-8
- [11] KIM, S. K. *Marine Medical Foods: Implications and Applications, Macro and Microalgae: 64 (Advances in Food & Nutritional Research)*. USA: Elsevier, 2011. ISBN 978-0-12-387669-0
- [12] SAMBAMURTY, A. V. S. S. *A textbook of algae*. New Delhi: I. K. International, 2005. ISBN 81-88237-44-2

- [13] MIŠURCOVÁ, L., AMBROŽOVÁ, J., SAMEK, D. Seaweed Lipids as Nutraceuticals. In "Advances in Food and Nutrition Research" (Se-Kwon Kim, Ed.), Burlington: Academic Press, 2011, p. 339-355, ISBN 978-0-12-385989-1
- [24] YADA, R. Y. Proteins in Food Processing. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2004. ISBN 978-1-85573-723-5
- [35] MIŠURCOVÁ, L., STRARILOVÁ, I., KRÁČMAR, S. Obsah minerálních látek ve vybraných produktech z mořských a sladkovodních řas. *Chemické listy*, 2009, vol. 103, p. 1027-1033
- [16] SCHLOSSMAN, M. L. The chemistry and manufacture of cosmetics: cosmetic specialities and ingredients. IL: Amazon, 2010. ISBN 978-1-932633-70-2
- [17] BOURGOUGNON, N., STIGER-POUVREAU, V. Chemodiversity and Bioactivity within Red and Brown Macroalgae Along the French coasts, Metropole and Overseas Departements and Territories. In "Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology" (Se-Kwon Kim, Ed.). Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2011, p. 73-92. ISBN 978-0-4709-7918-1
- [18] GOLDEMBERG, R. L. From the sea. *Global Cosmetic Industry*, 1995, vol. 157, p. 56
- [19] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. Potravinařská biochemie I. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN: 978-80-7318-295-3
- [20] STEWART, W. D. P. Algal physiology and biochemistry. Great Britain: Blackwell Scientific Publications Ltd., 1974. ISBN: 0-632-09100-2
- [21] KIM, S. K., RAVICHANDRAN, Y. D., KHAN, S. B., KIM, Y. T. Prospective of the Cosmeceuticals Derived from Marine Organisms. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 2008, vol. 13, p. 511-523
- [22] SHARMA, O. P. Textbook of Algae. ND: Tata McGraw Hill, 1986. ISBN 978-0074519288
- [23] Makrořasy: seaweeds. UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE. [online]. [cit. 2012-05-16]. Dostupné z:
http://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/biochemie/02_seaweed_industry.pdf
- [24] CHARLIER, R. H., CHAINEUX, M. C. P. The Healing Sea: A Sustainable Coastal Ocean Resource: Thalassotherapy. *Journal of Coastal Research*, 2009, vol. 25, p. 838-856

- [25] KIM, S. K. Marine cosmeceuticals: Trends and prospects. US: Taylor & Francis Group, 2012. ISBN 978-1-4398-6028-1
- [26] ČIHÁK, R. Anatomie 3 – Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-1132-4
- [27] ŠTÁVA, Z., JIRÁSEK, L., SCHWANK, R., TRAPL, J. Dermatovenerologie. Praha: Avicenum, 1977
- [28] ROZSÍVALOVÁ, V. Kosmetika I. Praha: Informatorium, 2010. ISBN 978-80-7333-080-4
- [29] PŘIDALOVÁ, M., RIEGEROVÁ, J. Funkční anatomie II. Olomouc: Hanex, 2009. ISBN 978-80-7409-025-7
- [30] DRAELOS, Z. D. Cosmetic dermatology: products and procedures. Chichester: Blackwell Publishing Ltd., 2010. ISBN 978-1-4443-1765-7
- [31] MEKIDECHE, N., BRIAND, X. Beauty shines in the blue. *Global cosmetic industry*, 1996, vol. 159, p. 32
- [32] Codium tomentosum. WIKIPEDIA. [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Codium_tomentosum
- [33] LEE, W. H., ROSENBAUM, M. Chlorella: The sun-powered supernutrient and its beneficial properties. Connecticut: Keats, 1987. ISBN 0-87983-464-1
- [34] FREEMAN, M. Adding the natural touch to cosmetics. *Manufacturing Chemist*, 1998, vol. 171, p. 18
- [35] Heterokontophyta: Phaeophyceae. UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE. [online]. [cit. 2012-05-18]. Dostupné z: http://botany.natur.cuni.cz/algo/soubory/pdf/07-Heterokontophyta_Phaeophyceae.pdf
- [36] FUJIMURA, T., TSUKAHARA, K., MORIWAKI, S., KITAHARA, T., SANO, T., TEKAMA, Y. Treatment of human skin with an extract of *Fucus vesiculosus* ganges its thickness and mechanical properties. *Journal of Cosmetic Science*, 2002, vol. 53, p. 1-9
- [37] VERDY, C., BRANKA, J. E., MEKIDECHE, N. Quantitative assessment of lactate nad progerin production in normal human cutaneous cells during normal ageing: effect of an *Alaria esculenta* extract. *International Journal of Cosmetic Science*, 2011, vol. 33, p. 462-466

- [38] PENG, J., YUAN, J. P., WU, CH. F., WANG, J. H. Fucoxanthin, a Marine Carotenoid Present in Brown Seaweeds and Diatoms: Metabolism and Bioactivities Relevant to Human Health. *Marine Drugs*, 2011, vol. 9, p. 1806-1828
- [39] POULÍČKOVÁ, A. Základy ekologie sinic a řas. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2751-5
- [40] HARRISON, CH. B., Models and mechanism of DNA damage repair. Indiana: ProQuest, 2009. ISBN 9780549433989
- [41] SAVA, D., ROTARU-STĂNCIC, M., DOROFTEI, E., ARCUȘ, M. Pharmaceutical importance of some multicellular red alae species from the romanian black sea shore. *Annals of RSCB*, 2009, vol. 14, p. 297-300
- [42] ANONYMOUS. Main ingredients. *Global cosmetic industry*, 2003, vol. 171, p. 84. ISSN 15239470
- [43] PAGE, L. Detoxification: All you need to know to recharge renew and rejuvenate your body, mind and spirit. US: Healthy Healing, 1998. ISBN 9781884334542
- [44] WILLIAMS, A., Spa bodywork: a guide for massage therapists. US: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. ISBN 9780781755788
- [45] CAPELLINI, S., The Complete Spa Book for Massage Therapists. US: Cengage Learning, 2009. ISBN 9781418000141
- [46] ERICKSEN, M., Healing with Aromatherapy. US: McGraw-Hill Professional, 2000. ISBN 9780658003820

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AA	α -linoleová kyselina
AMP	adenosinmonofosfát
DHA	dokosaheptaenová kyselina.
DNA	deoxyrybonukleová kyselina
EPA	eikosapentaenová kyselina
HGS	Hutchinson-Gilford Progeria Syndrom
HIV	Virus lidské imunitní nedostatečnosti
IR	infračervené záření
MAAs	mycosporine-like aminoacids
NMF	přírodně zvlhčující faktor
NMK	neutrální mastná kyselina
PUFA	nenasycená mastná kyselina
TAG	triacylglycerol
TEWL	transepidermální ztráta vody
UV	ultrafialové záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Anatomie těla řas – mořská „palma“ Postelsia</i>	12
<i>Obr. 2: Sinice – Arthrospira platensis</i>	14
<i>Obr. 3: Krásnoočko – Euglena gracilis</i>	15
<i>Obr. 4: Hnědá řasa – Durvillea potatorum</i>	16
<i>Obr. 5: Ruducha – Bonnemaisonia hamifera</i>	17
<i>Obr. 6: Zelená řasa – Caulerpa.....</i>	18
<i>Obr. 7: Chemická struktura agarózy</i>	28
<i>Obr. 8: Chemická struktura karagenanu</i>	28
<i>Obr. 9: Chemická struktura alginových kyselin</i>	29
<i>Obr. 10: Schematický řez pokožkou.....</i>	32
<i>Obr. 11: Codium tomentosum.....</i>	35
<i>Obr. 12: Chlorella</i>	37
<i>Obr. 13: Fucus vesiculosus.....</i>	38
<i>Obr. 14: Závislost produkce laktátu na věku respondentů</i>	39
<i>Obr. 15: Závislost produkce progerinu na věku respondentů</i>	40
<i>Obr. 16: Chemická struktura laurinterolu.....</i>	42
<i>Obr. 17: Chemická struktura fukoxantinu</i>	44
<i>Obr. 18: Vazba sulfátovaných polysacharidů řas na strukturu vlasů nebo kůže.....</i>	48

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Přehled řasových oddělení a jejich současné zařazení</i>	13
---	----